

livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deverão ser atendidos, ainda, os seguintes requisitos:

- O equivalente de areia (DNER-ME 054/97) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deverá ser igual ou superior a 55%;
- É vetado o emprego de areia proveniente de cavas e/ou barrancas de rio, sem o devido beneficiamento. Sua utilização só será possível após análises e liberações pela Fiscalização no caso de pavimentação de vias de tráfego leve e médio. No caso de vias de tráfego meio pesado, pesado e muito pesado somente serão aceitas frações de agregado miúdo decorrentes de britagem de rocha.

3.2.3 Material de Enchimento (Filer)

O material de enchimento deverá ser constituído pela parte fina do pó-de-pedra, cimento Portland, cal extinta ou pó-calcário. Quando da aplicação, o filer deverá estar seco e isento de grumos. A granulometria a ser atendida deverá obedecer os limites indicados no Quadro 3.1.

Quadro 3.1
Limites para granulometria do filer

PENEIRA	%EM PESO QUE PASSA
0,420mm (nº 40)	100
0,175 mm (nº 80)	95-100
0,075 mm (nº 200)	65-100

3.2.4 Melhoradores de adesividade

A necessidade do emprego de melhorador de adesividade deverá ser avaliada através de ensaio de adesividade (PMSP ME-24/92; NBR 15617; NBR 15618). Os aditivos poderão ser os produtos químicos melhoradores de adesividade ou cal hidratada.

3.3 COMPOSIÇÃO DA MISTURA

A faixa granulométrica a ser utilizada deverá ser selecionada em função da utilização prevista para o concreto asfáltico. A composição da mistura deverá satisfazer os requisitos do Quadro 3.2. Deverão ser obedecidos, ainda, os seguintes requisitos:

- A faixa granulométrica a ser usada deve ser aquela que corresponde ao projeto estrutural e cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a 2/3 da espessura acabada (compactada) da camada;
- A fração retida entre duas peneiras consecutivas, com exceção das duas de maior malha de cada faixa, não deverá ser inferior a 4% do total;
- As granulometrias das frações passantes na peneira 2,0mm deverão ser obtidas por "via lavada";
- As condições obtidas no ensaio Marshall (PMSP ME-42/92), para a estabilidade, fluência, porcentagem de vazios e relação betume-vazios deverão atender aos limites apresentados no Quadro 3.3.

Nos casos da utilização de misturas asfálticas para camada de rolamento e de reperfilagem (Faixas II, III, e IV), os vazios do agregado mineral (% VAM) deverão atender aos valores do Quadro 3.4, definidos em função do diâmetro máximo do agregado empregado.

Quadro 3.2
Requisitos para composição da mistura

PENEIRAS (mm)	I	II	III	IV	V	GAP Graded (*)	
						GAP I	GAP II
50	2"	100	-	-	-	-	-
38	1 1/2"	95-100	100	-	-	-	-
25	1"	75-100	95-100	-	-	-	-
19	3/4"	60-90	80-100	100	100	-	100
12,5	1/2"	-	-	80-100	88-100	-	90-100
9,52	3/8"	35-65	45-80	70-90	78-94	100	78-92
4,8	4	25-50	28-60	44-72	60-80	75-100	28-42
2,38	8	-	-	-	44-60	-	-
2,0	10	20-40	20-45	22-50	-	50-90	14-24
1,2	16	-	-	-	-	-	16-22
0,6	30	-	-	-	-	-	10-18
0,42	40	10-30	10-32	8-26	20-35	20-50	8-17
0,3	50	-	-	-	-	-	8-13
0,175	80	5-20	8-20	4-16	12-24	7-28	5-11
0,15	100	-	-	-	-	-	6-10
0,075	200	1-8	3-8	2-10	6-12	3-10	2-7
UTILIZAÇÃO	LIGAÇÃO	ROLAMENTO LIGAÇÃO	ROLAMENTO	REPERFIL	ROLAMENTO		
TIPO DE TRÁFEGO (IP-02)	MÉDIO A MUITO PESADO	MÉDIO A MTO. PESADO	MÉDIO/LEVE	QUALQUER	MÉDIO A PESADO MTO. PESADO		
ESPESURA MÁXIMA COMPACTADA (cm)	6,0	6,0	6,0	5,0	2,5	5,0	

(*) GAP Graded – Faixa de Granulometria Semidescontínua

Quadro 3.3 Ensaio Marshall (Valores Recomendados)

ITEM	TRÁFEGO – IP-02	
	LEVE	MÉDIO A MTO PESADO
PMSP SP ME42/92		
Nº GOLPES/FACE	50	75
ESTABILIDADE MÍNIMA KN	5	8
FLUÊNCIA (mm)	2,0 a 4,0	2,0 a 4,0
(0,01")	8-18	8-16
% DE VAZIOS TOTAIS		
REPERFILAGEM	3 a 5	
LIGAÇÃO	4 a 7	
ROLAMENTO	3 a 5	
GAP	4 a 6	
RELAÇÃO BETUME/VAZIOS(%)		
REPERFILAGEM	70 a 80	
LIGAÇÃO	65 a 75	
ROLAMENTO	70 a 80	
GAP	65 a 78	
RT(MPa) – Resistência à tração por compressão diametral (NBR 15087)		
LIGAÇÃO/REPERFILAGEM	0,65	
ROLAMENTO	0,80	
GAP	0,50	

Quadro 3.4
Limites Recomendados para % de Vazios do Agregado Mineral (VAM)

DIÂMETRO MÁXIMO	% VAM MÍNIMO(4% VAZIOS)
38 mm	11
25 mm	12
19 mm	13
16 mm	14
12,5mm	14
9,5mm	15

4. EQUIPAMENTOS

Todo equipamento deverá ser inspecionado pela Fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços. Caso necessário, a Fiscalização poderá exigir a vistoria do equipamento por engenheiro mecânico ou técnico qualificado.

4.1 DEPÓSITOS PARA CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO

Os depósitos para o cimento asfáltico deverão ser capazes de aquecer o ligante conforme as exigências técnicas estabelecidas por esta Instrução, através de serpentinas a vapor, óleo, eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato direto de chamas com o depósito. O sistema de circulação do cimento asfáltico deverá garantir a circulação livre e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação. Todas as tubulações e acessórios deverão ser dotados de isolamento térmico, a fim de evitar perdas de calor.

Para o caso de ligante com borracha ou polímeros, é necessário que sejam instalados agitadores mecânicos nos tanques e um sistema de circulação para o ligante asfáltico, de modo a garantir a circulação contínua do depósito ao misturador durante todo o período de operação. Todas as tubulações devem apresentar diâmetro maior que 2 1/2"; devem ser evitadas muitas curvas nas tubulações para ligante modificado por borracha de pneu.

A capacidade dos depósitos de cimento asfáltico deverá ser suficiente para o atendimento de, no mínimo, três dias de serviço.

4.2 DEPÓSITOS PARA AGREGADOS (SILOS DOSADORES)

Os agregados devem ser estocados convenientemente, isto é, em locais drenados, cobertos, dispostos de maneira que não ocorra mistura de agregados, preservando a sua homogeneidade e granulometria e não permitindo contaminações de agentes externos. A transferência para silos de armazenamento deve ser feita o mais breve possível.

Os silos deverão ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações dos agregados. Cada compartimento deverá possuir dispositivos adequados de descarga passíveis de regulagem e o sistema de alimentação deverá ser sincronizado, de forma a assegurar a adequada proporção dos agregados frios e a constância de alimentação.

O material de enchimento (filer) será armazenado em silo apropriado, conjugado com dispositivos que permitam a sua dosagem.

Em conjunto, a capacidade de armazenamento dos silos deverá ser, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador.

Especial atenção deverá ser dada à proteção dos agregados da umidade durante sua estocagem, através de silos cobertos.

4.3 USINAS PARA MISTURAS ASFÁLTICAS

A usina utilizada deverá apresentar condições de produzir misturas asfálticas uniformes, devendo ser totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção. Deverá ser preferencialmente equipada com unidade classificadora de agregados após o secador, a qual distribuirá o material para os silos quentes.

O sistema de coleta do pó deverá ser comprovadamente eficiente, a fim de minimizar os impactos ambientais. O material fino coletado deverá ser devolvido, no todo, em parte, ou não retornado ao misturador.

O misturador deverá ser do tipo "pug-mill", com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, devendo possuir dispositivo de descarga de fundo ajustável e controlador do ciclo completo da mistura.

A usina deverá ser equipada com os seguintes sistemas de controle de temperatura:

- Um termômetro de mercúrio, com escala em "dial", pirômetro elétrico ou outros instrumentos termométricos adequados, colocados na descarga do secador e em cada silo quente, para registrar a temperatura dos agregados;
- Um termômetro com proteção metálica e graduação de 90° a 120°C, instalado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga no misturador;
- No caso de sistema de filtragem por filtros de manga, deverá ser instalado um termômetro para proteção das mangas com desligamento automático do maçarico, no caso de excesso de temperatura.

Caso necessário, para ligantes asfálticos modificados por polímeros ou borracha de pneu, e a critério do fornecedor do ligante asfáltico, o motor da usina deverá apresentar potência ≥ 15 CV, bomba superior a 2 1/2" e tubulações com diâmetro maior que 2 1/2"; deverá ser retirado filtro do asfalto e bicos da usina, bem como deverão ser evitadas muitas curvas em todo o sistema de tubulação. Especialmente para o ligante de maior viscosidade, deverão adicionalmente ser verificados outros fatores como a distância do tanque à bomba e ao ponto de descarga no misturador.

Especial atenção deverá ser conferida à segurança dos operadores da usina, particularmente em relação à eficácia dos corrimãos das plataformas e escadas, à proteção de peças móveis e à de circulação dos equipamentos de alimentação de silos e transporte da mistura, devendo ser seguida a legislação de segurança do trabalho pertinente.

4.4 CAMINHÕES PARA TRANSPORTE DA MISTURA

O transporte da mistura betuminosa deverá ser efetuado através de caminhões basculantes com caçambas metálicas limpas e lubrificadas com óleo mineral ou similar caso seja necessário, providas de lona para proteção da mistura. A utilização de produtos que possam dissolver o ligante asfáltico (óleo diesel, gasolina) não é permitida.