

**ANEXO A**

**EMPREITADA DE PAVIMENTAÇÃO DE ARRUAMENTOS EM PORTIMÃO**

**CPR 02/19**

**CLÁUSULAS TÉCNICAS GERAIS E ESPECIAIS**

## ÍNDICE

<b>CLÁUSULA 1.º</b> .....	<b>3</b>
<b>ÁGUA</b> .....	<b>3</b>
<b>CLÁUSULA 2.º</b> .....	<b>3</b>
<b>AREIA</b> .....	<b>3</b>
<b>CLÁUSULA 3.º</b> .....	<b>4</b>
<b>CIMENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>CLÁUSULA 4.º</b> .....	<b>4</b>
<b>BRITA PARA BETÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>CLÁUSULA 5.º</b> .....	<b>5</b>
<b>TAMPAS EM FERRO DÚCTIL</b> .....	<b>5</b>

## **1 - CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS**

### **1.1 - PAVIMENTAÇÃO**

#### **1.1.1 - Água**

A água não deve conter óleos, ácidos, matérias orgânicas ou outros produtos prejudiciais, devendo satisfazer às exigências impostas pelos regulamentos de betão em vigor.

#### **1.1.2 - Betume asfáltico para pavimentação**

O betume asfáltico a empregar deverá ser:

- Camada de desgaste em betão betuminoso e camada de regularização em mistura betuminosa densa 35/50
  
- Revestimentos superficiais betuminosos e semi-penetrações betuminosas 180/200

#### **1.1.3 - Aditivos especiais para misturas betuminosas**

Sempre que o empreiteiro julgue conveniente incorporar às misturas betuminosas aditivos especiais para melhorar a adesividade betume-agregados, deverá submeter à apreciação da Fiscalização as características técnicas e como de utilização de tais aditivos.

#### **1.1.4 - Emulsão betuminosa**

A emulsão betuminosa a empregar em regras de colagem deverá ser do tipo ECR-1 ou ECR-2 e obedecer à especificação do LNEC e 354-1981.

#### **1.1.5 - Betume fluidificado**

O betume fluidificado a empregar nas impregnações deve ser do tipo MC-70 e obedecer às especificações ASTM 2027-72 e à do LNEC e 80-1960

#### **1.1.6 - Materiais para sub-base (saibros)**

Os materiais a aplicar devem ser constituídos por saibros de boa qualidade, isentos de detritos, matéria orgânica ou quaisquer outras substâncias nocivas, obedecendo às seguintes características:

- Limite de liquidez máximo

25%

- Índice de plasticidade máximo 6%
- Equivalente de areia mínimo ou CBR mínimo a 95% de compactação relativa (AASHO Modificado) 20%
- % máxima passada no peneiro nº200 16%

No caso de ser utilizado material do rio ou material pétreo, deve ser durável e obedecer às seguintes características:

- Apresentar granulometria contínua com a dimensão máxima de 7 cm e com uma percentagem passando no peneiro de 0,075 mm (n.º 200) ASTM inferior a 15%
- Apresentar um limite de liquidez inferior a 25% e equivalente de areia superior a 25%
- Apresentar uma percentagem de desgaste na máquina de Los Angeles inferior a 40%

### 1.1.7 - Materiais para Macadame de granulometria extensa

#### 1.1.7.1 - Agregado

O agregado deve ser constituído pelo próprio produto de britagem de material explorado em formações homogêneas e ser isento de argilas, matéria orgânica ou quaisquer outras substâncias nocivas. Deverá obedecer às seguintes prescrições:

- A sua composição granulométrica, obtida pelo menos, a partir de duas frações distintas, será recomposta na instalação ou em obra, por forma a obedecer ao seguinte fuso granulométrico:

PENEIRO ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DE MATERIAL QUE PASSA
50 mm (2")	100
37,5 mm (1 1/2")	85 - 95
19,0 mm (3/4")	50 - 85
4,75 mm (nº4)	30 - 45
0,425 mm (nº40)	8 - 22

0,075 mm (nº200)	2 - 9
------------------	-------

A curva granulométrica, dentro dos limites específicos, apresentará ainda uma forma regular.

- Características especiais:
- Percentagem máxima de desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria F) 30
- Limite de liquidez NP
- Índice de plasticidade NP
- Equivalente de areia mínimo 50%

#### 1.1.7.2 - Matéria de preenchimento

O material a aplicar deve ser apenas de preenchimento e regularização superficial. Será constituído por produtos de britagem obedecendo às seguintes características:

- Granulometria - de acordo com o quadro seguinte:

PENEIRO ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DE MATERIAL QUE PASSA
9,5 mm (3/8")	100
4,75 mm (nº4)	85 - 100
0,075 mm (nº200)	5 - 12

- Limite de liquidez máximo NP
- Índice de plasticidade NP
- Equivalente de areia mínimo 25%
- Percentagem máxima passada no peneiro n.º 200 ASTM 12

#### 1.1.8 - Agregados para semi-penetração betuminosa

##### 1.1.8.1 - Agregado para a camada de base

Deverá utilizar-se pedra britada, constituída por elementos limpos, rígidos e inalteráveis, sem excesso de elementos lamelares, alongados ou alterados, isenta de qualquer substância prejudicial, com boa adesividade aos aglutinantes, e obedecendo ainda às seguintes características especiais:

- Granulometria - A granulometria do material, de dimensões nominais 2.5/5 cm, deve estar de acordo com os valores a seguir especificados:

<b>PENEIRO ASTM</b>	<b>PERCENTAGEM ACUMULADA DE MATERIAL QUE PASSA</b>
63 mm (2 1/2" )	100
50 mm (2)	95 - 100
37.5 mm (1 1/2")	35 - 70
25,0 mm (1")	0 - 15
19,0 mm (3/4")	-----
12,5 mm (1/2")	0 - 5
9,5 mm (3/8")	-----

- A percentagem máxima de perda ao desgaste na máquina de Los Angeles (1.000 voltas) será de 25

#### **1.1.8.2 - Agregado de recobrimento**

Deverá utilizar-se gravilha, constituída por elementos limpos, rijos e inalteráveis, sem excesso de elementos lamelares, alongados ou alterados, isenta de qualquer substância prejudicial, com boa adesividade ao aglutinante, e obedecendo ainda às seguintes características especiais:

- Granulometria - A granulometria do material, de dimensões nominais 4/18 cm, deve estar de acordo com os valores a seguir especificados:

<b>PENEIRO ASTM</b>	<b>PERCENTAGEM ACUMULADA DE MATERIAL QUE PASSA</b>
25,0 mm (1" )	
19,0 mm (3/4")	100
9,5 mm (3/8")	25 - 25
4,75 mm (nº4)	0 - 10
2,0 mm (nº10)	0 - 3
0,85 mm (nº20)	0 - 2

#### **1.1.9 - Gravilhas para revestimentos superficiais betuminosos**

As gravilhas resultantes de material homogéneo, devem ser constituídas por elementos rijos, duráveis, com boa adesividade ao aglutinante, sem excesso de elementos lamelares ou alongados e isentos de argila ou outras substâncias prejudiciais.

Para os revestimentos superficiais aplicados como camadas de desgaste em faixas de rodagem e bermas são definidas, para as gravilhas, as seguintes características:

**- Granulometria**

- Dimensões nominais: 6/10 mm
- As percentagens passando nos peneiros nº20 e 200 ASTM, não serão superiores, respectivamente, a 1 e a 0,5%.
- Percentagem de desgaste na máquina de Los Angeles inferior a 20 e 25%, no caso de bermas.
- As dimensões máxima e mínima de cada elemento do agregado, não podem ser, respectivamente, superiores a 1,8 e inferiores a 0,6 da sua dimensão média.

No caso especial dos granitos de grão fino, a mesma percentagem pode ser ampliada para os 28% e 35% no caso das bermas.

No caso do revestimento superficial betuminoso duplo a gravilha a aplicar na primeira camada deve ter as dimensões nominais 10/14 mm.

**1.1.10 - Filer para misturas betuminosas**

O Filer deve obedecer às seguintes prescrições:

- a)** Ser constituído por pó calcário, cimento Portland, cal hidráulica ou outro material adequado;
- b)** Apresentar-se seco e isento de torrões provenientes de agregação das partículas ou de outras substâncias prejudiciais;
- c)** Ter uma granulometria que satisfaça os seguintes valores:

- Percentagem de partículas passando no peneiro de 0,425 mm (nº40) ASTM 100
- Percentagem de partículas passando no peneiro de 0,180 mm (nº80) ASTM > 95
- Percentagem de partículas passando no peneiro

### **1.1.11 - Agregado grosso e fino para misturas betuminosas**

#### **1.1.11.1 - Condições gerais**

As partículas, provenientes da exploração de formações homogêneas, devem ser limpas, duras, pouco alteráveis sobre a acção dos agentes climatéricos, com aceitável, adesividade ao ligante, de qualidade uniforme e isentas de materiais de compostos, de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais.

#### **1.1.11.2 - Homogeneidade**

A homogeneidade de características deve ser considerada uma condição básica para que qualquer dos inertes componentes das misturas betuminosas possam ser aplicados em obra continuamente.

Assim, mesmo que inicialmente aprovado pela Fiscalização, qualquer das frações granulométricas passará a reunir condições de rejeição, a partir do momento em que o nº de 6 (seis) ensaios laboratoriais para cada 5.000 toneladas de produção de central contínua, apontem para resultados com divergências relativamente aos valores aprovados que não se coadunem com o sistema de tolerâncias que se passa a indicar:

#### **1.1.11.3 - Granulometria**

**+ 5%** - nas percentagens de material que passa nos peneiros ASTM de malha igual ou superior ao nº40 (0,425 mm);

**+3%** - nas percentagens de material que passa nos peneiros ASTM de malha igual ou superior ao nº80;

**+2%** - nas percentagens de material que passa nos peneiros ASTM de malha igual ou superior ao nº200;

- Percentagem de desgaste na máquina de Los Angeles: + 3%

### **1.1.12 - Mistura de agregados para a camada de regularização em mistura betuminosa densa**

A mistura dos agregados para camada de regularização betuminosa deve obedecer às seguintes características:



### 1.1.12.1 – Granulometria

A granulometria da mistura, do tipo 0/12 mm deve estar de acordo com os seguintes valores:

<b>PENEIRO ASTM</b>	<b>PERCENTAGEM ACUMULADA DE MATERIAL QUE PASSA</b>
25,0 mm (1" )	100
19.0 mm (3/4")	85 - 100
12.5 mm (1/2")	73 - 87
4,75 mm (nº4)	45 - 60
2,00 mm (nº10)	32 - 46
0,425 mm (nº40)	16 - 27
0,180 mm (nº80)	9 - 18
0,075 mm (nº200)	5 - 10

- Percentagem mínima de material britado 90
- Percentagem máxima de desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria B) 30
- Equivalente de areia mínimo da mistura de agregados 50%
- Percentagem de filer comercial assegurada na fracção passada no peneiro nº200 ASTM > 50
- Índices de lamelação e alongamento < 30%

Os resultados dos ensaios sobre a mistura conduzidos pelo método Marshall, devem estar de acordo com os valores indicados no quadro seguinte:

- Número de pancadas em cada extremo do provete 75
- Força de rotura > 800 Kg
- Grau de saturação em betume 75-85%
- Porosidade 3-6%
- Deformação < 3,5 mm
- Força de rotura (kg) / deformação (mm) ± 200

A relação ponderal filer/betume mínima será de 1.2.

### 1.1.13 - Mistura de agregados para betão betuminoso (camada de desgaste)

#### 1.1.13.1 - Ligante

de acordo com o ponto n.º 2.3.2.

#### 1.1.13.2 - A granulometria

A granulometria da mistura, do tipo 0/14 mm deve estar de acordo com os seguintes valores:

PENEIRO ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DE MATERIAL QUE PASSA
16 mm (5/8" )	100
12.5 mm (1/2")	80 - 88
9.5 mm (3/8")	66 - 76
4,75 mm (nº4)	43 - 55
2,00 mm (nº10)	25 - 40
0,425 mm (nº40)	10 - 18
0,180 mm (nº80)	7 - 13
0,075 mm (nº200)	5 - 9

- Percentagem mínima de material britado	100
- Percentagem máxima de desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria B)	20
- Equivalente de areia mínimo da mistura de agregados sem adição de filer	60%
- % de filer comercial assegurada na fracção passada no peneiro nº200 ASTM	60
- Coeficiente mínimo de polimento acelerado	0,50
- Índices de lamelação e alongamento	< 25%

Os resultados dos ensaios sobre a mistura betuminosa, conduzidos pelo método Marshall, devem estar de acordo com os valores indicados no quadro seguinte:

- Número de pancadas em cada extremo do provete	75
- Força de rotura	8000 a 15000 N
- Deformação máxima	4 mm
• Valor de VMA (Percentagem de Vazios na Mistura de Agregados), mínimo	14%
- Porosidade (*) <sup>1</sup>	4-6%
• A relação ponderal filer (material de dimensão inferior a 75um) / betume	1,1 – 1,5
- Resistência conservada, mínima	75%

## **2 - EXECUÇÃO DOS TRABALHOS**

### **2.1 - PAVIMENTAÇÃO**

#### **2.1.1 - Saneamento do Leito do Pavimento**

Sempre que depois de estabelecido o leito do pavimento se observe que este não se apresenta convenientemente estabilizado devido à existência de manchas de maus solos que possam comprometer a conservação do pavimento, deverão os mesmos ser removidos na extensão e profundidade necessárias e substituídos por solos com características de sub-base, suficientemente compactos de molde a não permitirem o armazenamento de águas e por forma a ser dada continuidade à capacidade de suporte dos terrenos de fundação.

#### **2.1.2 - Camadas de Sub-Base**

<sup>1\*</sup> Os cálculos da porosidade devem ser efetuados com base na baridade máxima teórica, determinada pelo método do picnómetro de vácuo (ASTM D 2041) para percentagem óptima de betume da mistura em estudo.

#### **2.1.2.1 - Espalhamento**

Deve utilizar-se no espalhamento do material motoniveladora ou outro equipamento similar de modo a que a superfície da camada se mantenha aproximadamente com a forma definitiva. O espalhamento deve ser feito regularmente e de modo a que toda a camada seja perfeitamente homogénea. Se durante o espalhamento se formarem rodeiras, vincos ou qualquer outro tipo de marca inconveniente que não possa facilmente ser eliminado por cilindramento, deve proceder-se à escarificação e homogeneização da mistura e regularização da superfície.

#### **2.1.2.2 - Compactação**

A compactação relativa, referida ao ensaio de compactação pesada, não deve ser inferior a 95% em toda a área e espessuras tratadas. Se na operação de compactação o material não tiver a humidade necessária terá que proceder-se a uma distribuição uniforme de água, empregando-se carros tanques de pressão cujo jacto deverá, se possível, cobrir a largura total da área tratada. A distribuição de água organizar-se-á de modo a que se faça de forma rápida e contínua. Se a humidade for excessiva terá de ser arejado.

#### **2.1.2.3 - Regularidade**

A superfície da camada deve ficar lisa, uniforme, isenta de fendas, ondulações ou material solto não podendo, em qualquer ponto apresentar diferenças superiores a 1,5 cm em relação aos perfis longitudinal e transversal estabelecidos.

#### **2.1.2.4 - Espessura da Sub-Base**

A espessura de cada camada será de 15 cm, depois de compactada, exceto nos casos em que a sub-base seja constituída por material rochoso proveniente diretamente das escavações, cuja espessura será fixada pela Fiscalização de acordo com o processo construtivo, sem envolver aumento de encargos para o dono da obra.

No caso de se obterem espessuras inferiores às fixadas não será permitida a construção de camadas delgadas a fim de se obter a espessura projetada. Em princípio, proceder-se-á à escarificação da camada. No entanto, se a Fiscalização julgar conveniente, poderá aceitar que a compensação da espessura seja realizada pelo aumento da espessura da camada seguinte.

### **2.1.3 - Camadas de Base em Material de Granulometria Extensa**

#### **2.1.3.1 - Compacidade e regularidade**

A execução da base deve ser tal que sejam satisfeitas as seguintes características:

- Índice de vazios, cujo valor terá de ser, pelo menos, equivalente a uma baridade seca igual a 100% AASHTO Modificado, não inferior a 13% a não ser que devidamente justificado;
- A camada deve apresentar-se perfeitamente estável e bem compactada;
- A superfície da camada deve ficar lisa, uniforme, isenta de fendas, ondulações ou material solto, não podendo, em qualquer ponto apresentar diferenças superiores a 1,5 cm em relação aos perfis longitudinal e transversal estabelecidos.

No processo construtivo deve ser observado o seguinte:

- Deve utilizar-se no espalhamento do agregado motoniveladoras ou outro equipamento similar, de forma a que a superfície de cada camada se mantenha com a forma definitiva;
- O espalhamento deve ser feito regularmente e de forma a evitar-se a segregação dos materiais não sendo de forma alguma permitidas bolsadas de material fino ou grosso. Será feita, em princípio, a prévia humidificação dos agregados na central de produção, justamente para que a segregação no transporte e espalhamento seja reduzida. Se na operação de compactação o agregado não tiver a humidade necessária (cerca de 4,5%) terá de proceder-se a uma distribuição uniforme de água;
- Se durante o espalhamento se formarem rodeiras, vincos ou qualquer outro tipo de marca inconveniente que não possa facilmente ser eliminada por cilindramento, deve proceder-se à escarificação e homogeneização da mistura e conseqüente regularização da superfície.

### **2.1.3.2 - Espessura da base**

A espessura de cada camada será a indicada nos respetivos desenhos-tipo. No caso de se obterem espessuras inferiores às fixadas no projeto, não será permitida a construção de camadas delgadas, a fim de se obter a espessura projetada. Em princípio, proceder-se-á à escarificação da camada. No entanto se a Fiscalização julgar conveniente, poderá aceitar que a compensação de espessura seja realizada pelo aumento de espessura da camada seguinte.

### **2.1.4 - Camadas de Semi-Penetração Betuminosa**

#### **2.1.4.1 - Espalhamento e Cilindramento do Agregado**

Preparada a superfície do pavimento sobre a qual se vai construir a camada, de modo a apresentar-se bem consolidada, regularizada e limpa de materiais estranhos tais como lama, matéria orgânica, etc., procede-se ao espalhamento, de preferência mecânico, do agregado, de maneira uniforme e sem segregação, por forma a que a espessura total da camada, depois do recalque, seja de 7 cm. Em princípio, o espalhamento deve ser feito a toda a largura da camada.

No caso do espalhamento manual, os veículos de carga não deverão descarregar o agregado no local onde se vai executar a camada, nem onde ele se possa sujar.

Depois de bem regularizado o agregado, executa-se a sua compressão por meio de um cilindro de rasto liso de 8 a 10 toneladas ou equivalente, de modo a obter-se uma superfície estável e bem desempenada transversal e longitudinalmente. Este cilindramento pode ser auxiliado sempre que o adjudicatário ou a Fiscalização julguem conveniente, por meio de pequenas e frequentes regas, tendo-se o cuidado de abrir sangrias nas bermas para o escoamento do excesso de água, caso estas já estejam construídas.

#### **2.1.4.2 - Espalhamento**

Logo que o agregado esteja em condições indicadas e a metade superior da camada convenientemente enxuta, procede-se ao espalhamento do betume do tipo 180-200 à temperatura de 160° a 180° C, por forma a obter-se uma taxa de 3,5 kg/cm<sup>2</sup>. Este espalhamento deve ser feito de preferência mecanicamente, mas de modo a alterar o menos possível a estabilidade da camada.

O aglutinante não deverá ser aplicado quando a temperatura ambiente for inferior a 15° C, ou quando a temperatura do pavimento for inferior a 25° C.

Deve haver o máximo cuidado na execução das juntas de ligação do espalhamento, de forma a não haver falhas nem sobreposição do aglutinante.

O equipamento a utilizar deve ser constituído, de preferência, por distribuidores automáticos, que devem ser equipados com indicadores de velocidade independentes dos velocímetros normais dos veículos. Tanto estes como as caldeiras devem ainda estar munidos de termómetro e manómetro.

O espalhamento deve ser o mais uniforme possível:

- a)** a distribuição do aglutinante não pode variar longitudinalmente mais do que 10%;
- b)** a distribuição do aglutinante na largura efetiva não pode variar mais do que 15%.

#### **2.1.4.3 - Espalhamento e Cilindramento do Agregado de Recobrimento**

Logo após o espalhamento do aglutinante, procede-se ao espalhamento, de preferência mecânico, do agregado de recobrimento, com as dimensões nominais de 25 a 50 mm, de modo uniforme e de acordo com a taxa projectada de 7-12 l/m<sup>2</sup>. Este agregado deverá preencher completamente os intervalos das pedras superiores e cobrir toda a superfície do aglutinante à vista.

O espalhamento mecânico deve ser executado com espalhadores que deixem cair a gravilha verticalmente distribuindo-a uniformemente segundo a taxa prevista. Sempre que necessário, deve proceder-se à sua regularização. O espalhamento manual deve ser executado com pás em lanços largos, por forma a cobrir uniformemente toda a superfície. Seguidamente, deve proceder-se à regularização com vassouras, de forma a obter-se uma superfície sem falhas e sem sobreposição dos elementos do agregado.

Imediatamente a seguir ao espalhamento da gravilha, executa-se a sua compressão, de preferência com um cilindro de pneus, prosseguindo o cilindramento até se obter uma superfície unida, estável e bem desempenada, de acordo com o perfil transversal tipo projetado, não devendo, de forma alguma, notar-se esmagamento do agregado. Durante a operação de cilindramento deverão cobrir-se com gravilha todos os pontos em que o aglutinante tende a refluir. O cilindramento deverá ser repetido, pelo menos durante os três dias seguintes após a sua execução, nas horas de maior temperatura do ambiente, diretamente sobre a semi-penetração, ou sobre o revestimento superficial, no caso de este ser executado antes de decorridos três dias.

#### **2.1.4.4 - Circulação sobre a semi-penetração recém executada**

Poderá ser permitida a circulação de veículos logo após a execução da camada, desde que não se note qualquer deformação no pavimento e desde que o aglutinante seja o betume. Os veículos deverão circular a menos de 30 km/hora durante um período tanto maior quanto a temperatura do ambiente e nunca inferior a três dias. No caso de ter sido empregue betume fluidificado ou emulsão, o trânsito deverá ser cortado durante um período tanto maior quanto maior for o peso dos veículos e a intensidade do tráfego.

#### **2.1.5 - Impregnação betuminosa**

#### **2.1.5.1 - Limpeza**

A superfície a revestir deve apresentar-se livre de material solto, sujidade, detritos e poeiras que devem ser retirados do pavimento para local onde seja possível voltarem a depositar-se sobre a superfície a revestir.

#### **2.1.5.2 - Impregnação betuminosa**

Na execução da impregnação betuminosa deve ser observado o seguinte:

- O aglutinante a utilizar deverá ser o betume fluidificado MC-70, á taxa de 1,0 Kg/cm<sup>2</sup>. O valor da taxa de espalhamento deverá ser confirmado experimentalmente no início dos trabalhos;
- No momento de aplicação do aglutinante, a temperatura ambiente deve ser superior a 15°C, e a temperatura do pavimento superior a 25°C;
- A distribuição do aglutinante não pode variar na largura efetiva mais do que 15%;
- Quando o aglutinante não for completamente absorvido pela base no período de 24 horas, deve espalhar-se um agregado fino que permita fixar todo o aglutinante em excesso. Este agregado será rigorosamente isento de pó ou outras matérias estranhas, devendo passar na totalidade pelo peneiro de 4,75 mm (nº4) ASTM;
- Independentemente desta cláusula, se a Fiscalização julgar conveniente por condições de tráfego a impregnação recoberta com agregado fino do tipo referido anteriormente;
- O tempo que decorrerá entre a impregnação e a construção da camada seguinte será fixado pela Fiscalização em face das condições climatéricas, com o mínimo de 3 dias.

#### **2.1.6 - Camadas de misturas betuminosas**

##### **2.1.6.1 - Limpeza**

A superfície a revestir deve apresentar-se livre de sujidade, detritos e poeiras, que devem ser retirados do pavimento para local onde não seja possível voltarem a depositar-se sobre a referida superfície. a última operação de limpeza, a realizar imediatamente antes da rega de colagem, consistirá obrigatoriamente na utilização de jatos de ar comprimido para remover elementos finos eventualmente retidos na superfície a revestir.



### **2.1.6.2 - Rega de colagem**

Deverá ser realizada nas condições anteriormente expressas, porém a taxa de rega poderá ser ajustada em conformidade com as particularidades de cada caso e com o critério da Fiscalização, sob condição de não exceder 0,5 Kg/m<sup>2</sup>, e sempre de acordo com os respectivos desenhos-tipo.

### **2.1.6.3 - Fabrico, transporte e espalhamento da mistura betuminosa**

As "massas" deverão ser fabricadas em centrais não poluentes adequadas e servidas por estaleiros localizados e estruturados com o acordo da Fiscalização, sendo obrigatória a observância dos seguintes pontos:

- O adjudicatário deverá submeter previamente á aprovação da Fiscalização o estudo das composições das misturas betuminosas em função dos materiais disponíveis, estudo esse obrigatoriamente conduzido pelo método Marshall. Não poderão ser executados quaisquer trabalhos de aplicação em obra, sem que tal aprovação tenha sido de facto ou tacitamente dada.
- A aplicação em obra das misturas betuminosas ficará condicionada á retificação, por parte da Fiscalização, das condições de transposição do estudo aprovado para a central de fabrico ( o que implica nomeadamente a concordância com o sistema de crivos adotado), cabendo ao adjudicatário apresentar ensaios comprovativos da justeza da transposição realizada.
- Uma vez aprovada determinada transposição para a central misturadora, a mesma não poderá em circunstância alguma ser alterada sem o conhecimento da Fiscalização, á apreciação da qual deverá ser submetida a proposta de alteração devidamente justificada, com base num conjunto significativo de ensaios de controlo laboratorial.
- Para o pré-doseamento dos diversos materiais inertes que entrem na composição das misturas, com exceção do filer, deverá o adjudicatário dispor no estaleiro de tantas tremonhas quantos os referidos materiais, o que significa estar excluído qualquer processo mais grosseiro de pré-mistura, mesmo em relação apenas a uma parte dos componentes. Esta disposição circunscreve-se às centrais de produção contínua, aplicando-se também às de produção descontínua.
- O teor em humidade das misturas betuminosas não será superior a 0,5%, quer durante a operação de mistura, quer durante o espalhamento.
- A temperatura dos agregados, antes da mistura destes com o betume, não deve ser inferior a 130°C, nem superior a 170°C.

- O betume deve ser aquecido lenta e uniformemente, a uma temperatura compreendida entre 130 e 170°C.
- Não deverão ser aplicadas em obra as “massas” que, imediatamente após a mistura, apresentam temperaturas iguais ou superiores a 175°C. Em tal caso, serão de imediato conduzidas a vazadouro e não consideradas para efeitos de medição.
- As “massas” deverão ser fabricadas e transportadas por forma a que tenha lugar o seu rápido espalhamento. A sua temperatura nesta fase não poderá ser inferior a 110°C e, se tal vier a suceder, mesmo que imediatamente após a atuação da espalhadora, constituirá motivo para rejeição. No mínimo, não serão consideradas para efeitos de medição.
- O espalhamento deverá ser feito de maneira contínua e executado com tempo seco e temperatura ambiente superior a 15°C. O pavimento a recobrir deverá também apresentar-se seco e a uma temperatura superior a 10°C.
- No caso de rampas acentuadas, com extensão significativa, o espalhamento deve realizar-se de preferência, no sentido ascendente.
- O espalhamento manual sobre a rega de colagem de uma ligeira camada de mistura betuminosa (ensaibramento) é uma operação que deverá a essa técnica confinado aos seguintes casos: impossibilidade de a espalhadora transmitir ao pavimento força motriz suficiente por motivo de declive acentuado, em áreas que têm forçosamente de permanecer abertas ao tráfego, e recobrimento da rega de colagem, por motivos de segurança, face a eventuais paragens do espalhamento derivadas de avarias no equipamento, a falhas de mistura betuminosa ao fim do dia de trabalho, ou a causas aleatórias.

#### **2.1.6.4 - Cilindramento**

O processo de compactação e regularização das misturas betuminosas deve ser tal que seja observado o seguinte:

- A superfície acabada deve ficar bem desempenada, com perfil transversal correto e livre de depressões, alteamentos e vincos. Não serão de admitir irregularidades superiores a 3 mm, quando feita a verificação com a régua de 3 m.

- Em circunstância alguma o cilindramento poderá deixar iniciar-se enquanto a temperatura da mistura é superior a 90°C. O não cumprimento desta condição constituirá motivo para rejeição.
- Os cilindros de pneus terão uma carga/roda mínima de 1,5 t e só poderão atuar quando a temperatura da mistura se aplique nos pneus produto adequado para alterar as condições na interface "borracha/betume". os cilindros de rasto liso só poderão ser aplicados com vista a regularizar a superfície acabada.
- Os cilindros só deverão proceder a mudanças de direção quando se encontrem em áreas já cilindradas com, pelo menos, duas passagens.
- A compactação relativa referida ao ensaio de Marshall, não será inferior a 97%. Independentemente da exigência anterior, é obrigatória a aplicação de um cilindro de pneus enquanto a temperatura da mistura for superior a 60°C, com, pelo menos, 4 passagens completas. A pressão dos pneus será á volta de 6 Kg/cm<sup>2</sup>, devendo ser ajustada em função das características da mistura utilizada.
- Em circunstância alguma poderá recorrer-se a solventes de betume ou a quaisquer substâncias que de algum modo afetem as características básicas, com o fim de evitar o arrancamento de gravilhas pela atuação dos cilindros.
- No caso dos cilindros disponíveis não possuírem dispositivo para compactar lateralmente o bordo exterior da camada espalhada (que não ficará a constituir junta), deverá proceder-se a essa operação por meios manuais, eventualmente com recurso a maços metálicos.
- O trânsito nunca deverá ser estabelecido sobre o betão betuminoso nas duas horas posteriores ao fim do cilindramento, devendo no entanto, aquele prazo ser aumentado sempre que for possível. Em casos pontuais, em que se torne indispensável antecipar a abertura ao trânsito, deverá espalhar-se filer sobre a camada recém executada em dosagem moderada, após cilindramento, de modo a que toda a superfície fique coberta o mais uniformemente possível.

#### **2.1.6.5 - Juntas de trabalho**

Tanto as juntas longitudinais como as transversais, deverão ser feitas de modo a assegurar a ligação perfeita das secções executadas em ocasiões diferentes.

Os topos do trecho executado anteriormente deverão ser cortados e as superfícies obtidas pintadas levemente com betume (emulsão catiónica de rotura rápida), iniciando-se depois o espalhamento

das massas betuminosas do novo troço. Igualmente deverão ser pintadas levemente com betume todas as superfícies de contacto do tapete com caixas de visita, lancis, etc..

#### **2.1.6.6 - Apresentação do estudo**

**a)** O estudo a apresentar incluirá obrigatoriamente os boletins relativos aos seguintes ensaios:

- Percentagem de desgaste na máquina de Los Angeles, para a granulometria B, relativamente às gravilhas (deve apresentar-se um ensaio por cada fonte de abastecimento).

- Ensaio de adesividade para cada material componente, com exceção do filer.

- Penetração do betume, dispensável no caso de anexação de um certificado de garantia correspondente ao lote de fabrico.

- Composição granulométrica de cada um dos materiais propostos.

- Determinação dos pesos específicos que se tornem necessários, incluindo o do betume.

- Aplicação do método Marshall: determinação da curva granulométrica da(s) mistura(s), preparação dos provetes, determinação da baridade, cálculo das baridades máximas teóricas, da porosidade e do grau de saturação em betume, determinação da carga de rotura e deformação dos provetes, e ainda o traçado do conjunto de curvas granulométricas para selecção da percentagem óptima de betume.

**b)** A Fiscalização poderá exigir, em aditamento, o resultado dos ensaios de polimento acelerado e de determinação dos índices de alongamento e de lamelação.

#### **2.1.7 - Estudo da composição da(s) mistura(s) betuminosa(s)**

O adjudicatário terá de submeter á aprovação da Fiscalização o estudo da composição de cada tipo a utilizar em obra, estudo esse obrigatoriamente conduzido pelo método Marshall.

Não poderão ser executados quaisquer trabalhos de aplicação em obra sem que tal aprovação tenha sido de facto ou tacitamente dada.

O(s) estudo(s) a apresentar incluirá(ão) obrigatoriamente os boletins relativos aos seguintes ensaios:

- Composição granulométrica de cada um dos materiais propostos;
  - Percentagem de desgaste na máquina de Los Angeles, relativamente às gravilhas (1 ensaio por cada fonte de abastecimento);
  - Índices de alongamento para cada fração granulométrica componente, com exceção do filer;
  - Determinação dos pesos específicos de cada um dos componentes das misturas, incluindo betume;
  - Penetração do betume (dispensável no caso de anexação de uma certificado de garantia correspondente ao lote de fabrico)
  - Equivalente de areia da(s) mistura(s);
  - Ensaio Marshall, compreendendo:
    - Curva granulométrica da(s) mistura(s);
    - Equivalente de areia da(s) mistura(s) de agregado com filer;
  - Preparação dos provetes;
  - Determinação das baridades aparentes e máximas teóricas, porosidades e grau de saturação em betume;
  - Determinação das cargas de rotura e deformação;
  - Traçado conjunto de curvas características para seleção da percentagem ótima de betume;
- para, pelo menos, cinco percentagens diferentes de betume.

### **2.1.8 - Transposição do estudo laboratorial para a central betuminosa**

A aplicação em obra da mistura betuminosa ficará ainda condicionada á ratificação por parte da Fiscalização das condições de transposição do estudo aprovado para a central de fabrico ( o que implica, nomeadamente, a concordância com o sistema de crivos adotado), cabendo ao adjudicatário apresentar ensaios comprovativos da precisão com que a transposição foi realizada.

Uma vez aprovada determinada transposição para a central betuminosa, a mesma não poderá, em circunstância alguma, ser alterada sem o conhecimento da Fiscalização, á apreciação da qual deverá ser submetida a proposta de alteração devidamente justificada, com base num conjunto significativo de ensaios de controlo laboratorial.

## **2.1.9 - Equipamento para realização dos trabalhos betuminosos**

### **2.1.9.1 - Condições gerais**

O adjudicatário deverá fornecer e manter em boas condições de serviço o equipamento apropriado para o trabalho, o qual será previamente submetido á aprovação da Fiscalização.

O equipamento deverá, quando for caso disso, ser montado no local previamente aceite pela Fiscalização, com a suficiente antecipação sobre o inicio da obra, de modo a permitir uma cuidadosa inspeção, calibragem dos dispositivos de medição, ajustamento de todas as peças e execução de quaisquer trabalhos de conservação e/ou reparação, que se mostrem necessários para a garantia do trabalho com qualidade satisfatória.

Com aquele objetivo, e após 90 dias o adjudicatário fornecerá á Fiscalização um "dossier" técnico que incluirá uma descrição tão detalhada quanto possível de:

- Localização da área de implantação da central e "plano" de stockagem de agregados;
- Tipo e capacidade da central betuminosa assim como componentes e dispositivos de controlo da mesma;
- Meios de transporte, justificando o número de unidades;
- Tipos e capacidades dos equipamentos a utilizar no espalhamento e compactação das misturas, incluindo justificação;
- Dimensionamento dos meios humanos com indicação dos responsáveis técnicos pelas unidade de fabrico, transporte, espalhamento e compactação.

A capacidade nominal de uma central betuminosa será definida por dois valores:

- Débito horário normalmente conseguido para o fabrico de uma mistura betuminosa com 40 a 45% de elementos grossos, 30 a 35% de elementos médios e 18 a 20% de elementos finos, para teores de humidade natural da ordem dos 5%;

- Débito horário ..... quando o teor em humidade natural dos agregados é da ordem dos 3%.

### **2.1.9.2 - Centrais betuminosas**

O fabrico das misturas betuminosas será assegurado por centrais do tipo contínuo ou descontínuo, não poluentes com dispositivo de recuperação de elementos finos. Serão constituídas pelos seguintes elementos.

#### **\* Tremonhas doseadoras**

Deverão existir tantas tremonhas doseadoras quantas as frações granulométricas constituintes da mistura. A sua largura excederá sempre, em pelo menos 0,50 m, a largura do balde da pá mecânica que as alimenta.

Cada tremonha disporá de anteparos com dimensões convenientes por forma a evitar misturas de agregados, assim como os respetivos sistemas de dosagem individuais que poderão ser volumétricos ou ponderais, estando excluído qualquer outro processo mais grosseiro de pré-mistura.

A tolerância máxima admissível para os sistemas de dosagem será de  $\pm 10\%$  nas centrais descontínuas e  $\pm 5\%$  nas centrais contínuas.

#### **\* Tambor-secador**

As centrais disporão de meios mecânicos apropriados com vista á introdução da mistura de agregados no tambor-secador deverá permitir baixar o teor da humidade natural dos agregados a menos de 0,5%, sem ultrapassar a temperatura máxima fixada para o ligante betuminoso. Com este objetivo existirá um termómetro entre a saída do tambor-secador e o misturador, que permita ao operador verificar a temperatura da mistura seca de agregados.

Sempre que possível, a central deverá dispor, acoplada ao tambor-secador, de dispositivos de despoejamento, não só com vista a uma recuperação dos elementos finos, sobretudo, evitar a poluição atmosférica e das zonas adjacentes á central.

**\* Armazenagem e crivagem da mistura de agregados secos**

Os agregados secos provenientes do tambor-secador serão introduzidos (através de um sistema de transporte convenientemente protegido) numa tremonha intermédia capaz de separar a mistura de agregados em várias frações granulométricas e com capacidade superior á do misturador.

A central deverá dispor de um sistema de alarme ou segurança (luminoso ou acústico) sempre que o nível de agregados seja igual ou inferior a 1/3 (em volume) da capacidade da tremonha.

**\* Armazenagem e dosagem do filer**

Se tornar necessária a adição de filer comercial á mistura, é necessário prever, pelo menos, um silo com dispositivos de alimentação e extracção apropriados.

A capacidade do silo de filer será, pelo menos, correspondente a dois dias de fabrico e deverá estar dotado de sistema de alarme (com dispositivo acústico ou luminoso) sempre que atinja 1/5 da sua capacidade máxima.

No caso das centrais contínuas, existirá um equipamento de dosagem intermédia, que poderá ser volumétrico ou ponderal, enquanto que, nas descontínuas, o filer será sempre pesado separadamente através de balança individual.

Em qualquer dos casos, a tolerância máxima admissível será de  $\pm 10\%$ .

**\* Armazenagem e dosagem do ligante betuminoso**

A central deverá dispor de cisternas para o armazenamento do ligante betuminoso, com uma capacidade total com vista a assegurar um fornecimento contínuo da central, possuindo cada uma delas dispositivo próprio de aquecimento com uma precisão de  $\pm 10\%$ .

Quando, numa mesma obra, forem utilizados diferentes tipo de ligantes betuminosos, cada um disporá de uma cisterna própria, uma vez que a mistura de dois ligantes diferentes, ainda que em pequenas percentagens, modificará, notoriamente, as suas propriedades.

De igual modo, os sistemas de alimentação existentes deverão ser constituídos por um número mínimo de tubagens comuns, munidos do respetivo sistema de segurança.



O fluxo contínuo do ligante no interior das cisternas, bem como a bomba doseadora, será assegurado por um dispositivo próprio acoplado a um medidor de caudais com uma precisão de  $\pm 2\%$ .

Todas as tubagens da cisterna, bomba doseadora e sistema de pulverização do misturador, serão devidamente aquecidas.

O operador da central terá possibilidade de, em qualquer momento, verificar a temperatura do ligante á saída da cisterna e antes de entrar no misturador, através de um termómetro com precisão de  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

A dosagem do ligante será efetuada através de um dispositivo ponderal ou volumétrico, com uma precisão da ordem dos  $\pm 2\%$ . Esta precisão será controlada através de uma amostragem correspondente a:

- 10 t de mistura betuminosa, no caso das centrais contínuas;
- Uma amassadora, no caso das centrais descontínuas.

#### **\* Misturador**

O misturador possuirá o número suficiente de pás ou lâminas de forma a assegurar uma mistura homogénea, sendo convenientemente tapado por forma a evitar a perda dos elementos finos da mistura.

Estará dotado de equipamento eficaz de maneira a manter constante o tempo de amassadura especificado e contador automático de número de amassaduras, no caso das centrais descontínuas.

Para as centrais existirá um registo automático com as seguintes indicações:

- Designação do tipo de mistura;
- Peso de cada amassadura e respetivos componentes;
- Temperatura do ligante;
- Hora de fabrico

#### **\* Armazenamento da mistura betuminosa**

O armazenamento da mistura fabricada será efetuado através de meios que limitem o mais possível a segregação da mistura. A sua capacidade dependerá da produção horária da central, no entanto, terá que estar dotada de meios eficazes de aquecimento, se for superior a 100 m3.

### **2.1.9.3 - Unidades de transporte**

O adjudicatário deverá dispor de uma frota de camiões dimensionada de acordo com as distâncias de transporte entre a central de fabrico e a obra a realizar.

Todas as viaturas utilizadas, quer pertençam ou não ao adjudicatário, deverão estar providas de:

- Caixa de receção com altura tal que não haja qualquer contacto com a tremonha da espalhadora.
- Toldo plastificado capaz de evitar o arrefecimento das misturas.

### **2.1.9.4 - Espalhadora acabadora ("Finisher")**

O equipamento de espalhamento deve ser capaz de repartir uniformemente as misturas betuminosas, sem produzir segregação e respeitando os alinhamentos, inclinações transversais e espessuras projetadas.

A espalhadora terá sempre que dispor de uma régua vibradora capaz de produzir um grau de compactação mínimo de 85% e, sempre que possível, estar munida de um termómetro colocado no túnel de alimentação do sem-fim.

### **2.1.9.5 - Compactadores**

Os cilindros a utilizar na compactação das misturas serão obrigatoriamente auto-propulsionáveis e dos seguintes tipos:

- Estáticos
- Pneus
- Vibradores
- Mistos

Os cilindros estáticos disporão de sistema de rega adequado, e os cilindros de pneus serão equipados com "saías de proteção" e, sempre que possível, de "side-roll".

A caracterização de quaisquer destes equipamentos far-se-á através do seguinte conjunto de elementos, a fornecer á Fiscalização antes do início dos trabalhos.

- Cilindros-estáticos
- Peso total (mínimo e máximo)
- Largura e diâmetro das rodas
- Gama de velocidades
- Tipo de transmissão (mecânica e hidráulica)
- Tipo de lastro utilizável
- Autonomia do sistema de rega

a que se adicionará, no caso dos cilindros vibradores:

- Carga por unidade de geratriz vibrante;
- Gama de variação das frequências e amplitude de vibração;

e/ou no caso dos cilindros de pneus e mistos:

- Número de pneus por eixo;
- Número de pneus motrizes;
- Carga por pneu (mínima e máxima) e
- Pressão de enchimento (mínima e máxima)

## **2.1.10 - Revestimento superficial betuminoso duplo**

### **2.1.10.1 - Limpeza**

A superfície a revestir deve apresentar-se livre de material solto, sujidades, detritos e poeiras, que devem ser retiradas do pavimento para local de onde não seja possível voltarem a depositar-se sobre a superfície a revestir.

#### **2.1.10.2 - Impregnação**

A superfície da camada de base deve sofrer um tratamento de impregnação preliminar de betume fluidificado MC-70 (MC-1), a uma taxa de aglutinante de 1,2 Kg/m<sup>2</sup>. A temperatura de espalhamento deve estar compreendida entre os 50 e 85°C.

Quando o aglutinante não for completamente absorvido pela base no período de 24 horas, deve espalhar-se um agregado fino que permita fixar todo o aglutinante em excesso.

#### **2.1.10.3 - Revestimento betuminoso**

A execução das camadas deve ser tal que sejam satisfeitas as seguintes características:

- Taxa de betume asfáltico 180/200:

  - 1ª camada - 1,3 Kg/m<sup>2</sup>

  - 2ª camada - 1,1 Kg/m<sup>2</sup>

- Taxa de agregado:

  - 1ª camada - 12/14 litros/m<sup>2</sup>

  - 2ª camada - 10/12 litros/m<sup>2</sup>

- A distribuição do aglutinante não pode variar longitudinalmente mais do que 10%

- A distribuição do aglutinante na largura efetiva não pode variar mais do que 15%.

- A temperatura do espalhamento do aglutinante deve estar compreendida entre 150 a 180°C.

Nas operações de espalhamento do aglutinante e do agregado, e no cilindramento, devem ser observados os seguintes pontos:

- O espalhamento do betume não pode ser feito antes da cura da impregnação, caso esta exista, e a superfície de aplicação deve encontrar-se seca.

- No momento da aplicação do aglutinante, a temperatura ambiente deve ser superior a 15°C e a temperatura do pavimento superior a 25°C.
- O espalhamento do agregado deve ser efetuado logo a seguir ao do aglutinante e por forma a obter-se uma superfície perfeitamente regularizada, sem falhas e sem sobreposição dos elementos do agregado;
- O cilindramento deve efetuar-se logo após o espalhamento do agregado, de preferência com cilindros de pneus, a uma velocidade não superior a 8 Km/hora. Admite-se o emprego de cilindros de rasto liso, com peso compreendido entre 8 e 10 t, mas neste caso, a velocidade não deve ser superior a 4 Km/hora.

O cilindramento deverá prosseguir até que o agregado esteja convenientemente estabilizado, cessando, no entanto, logo que se comece a notar o esmagamento do agregado.

- Deve haver o máximo cuidado na execução das juntas de ligação do espalhamento, por forma a não haver falha nem sobreposição do aglutinante;
- Qualquer excesso de gravilha deve ser retirado da superfície por forma a evitar a sua projeção contra os veículos que circulem na estrada;
- Quando a estrada tiver que ficar sujeita ao trânsito durante a operação de revestimento, a velocidade máxima dos veículos deve ser limitada a 30 km/hora, durante um período julgado suficiente para ser assegurado o encastramento das gravilhas.

#### **2.1.11 - Bermas**

As bermas terão a constituição e espessura indicadas no perfil transversal-tipo, obedecendo, a sua construção, às especificações fixadas neste Caderno de Encargos.