

CLÁUSULAS TÉCNICAS ESPECIAIS

03 – PAVIMENTAÇÃO

Apresentam-se no presente capítulo as Cláusulas Técnicas Especiais relativas às características dos materiais, processo construtivo e critérios de medição dos trabalhos não contempladas no CETO da ex. EP.

Estes materiais estão incluídos no mapa de rubricas Outros trabalhos (03.99) do capítulo 03 – Pavimentação.

Em tudo o que este documento for omissos serão respeitadas as disposições consignadas no CETO.

Os ensaios que se preveem realizar em obra para avaliação das características e do comportamento dos materiais, incluindo os que não constam do Caderno de Encargos Tipo de Obra da EP (CETO; versão Fev.2009), constituem encargo do Empreiteiro à semelhança dos ensaios especificados no capítulo 14.00 – Controlo de Qualidade do CETO.

Os ensaios necessários para o controlo de qualidade serão os associados aos itens aplicáveis e especificados no capítulo 14.00 – Controlo de Qualidade do CETO e constituem encargo do Empreiteiro.

14.03 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

03.99 – Outros Trabalhos

03.99.01 – Camadas granulares:

03.99.01.01 - Camada de regularização:

03.99.01.01.01 – Areia para assentamento de blocos de betão, com 0.06 m de espessura

Aplica-se o CETO

03.99.01.02 - Camada de regularização, no enchimento de bermas:

03.99.01.02.01 – Misturas Betuminosas Recuperadas para execução de camada granular no enchimento de bermas

A curva granulométrica do produto da fresagem de misturas betuminosas deve ser contínua e inscrever-se no seguinte “fuso envolvente”:

Abertura dos peneiros EN (mm)	Percentagem acumulada do material que passa (%)
50,0	100 %
40,0	95 – 100
25,0	90 – 100
12,5	75 – 100
10,0	65 – 95
4,0	37 – 70
2,0	20 – 50
1,0	10 – 34
0,5	3 – 17
0,25	0 – 10
0,063	0 – 2

A curva granulométrica, dentro dos limites indicados, apresentará ainda uma forma regular e todas as partículas (agregadas, ou não) deverão obrigatoriamente ter uma dimensão inferior a 50,0 mm.

O material betuminoso a reciclar deverá ser homogéneo e deve estar isento de materiais estranhos e de contaminantes.

A homogeneidade das misturas betuminosas fresadas deve ser avaliada não só por métodos visuais e sensoriais, mas também através dos resultados de algumas das medições a efetuar, que deverão cumprir, em relação aos valores especificados na fórmula de trabalho, as tolerâncias indicadas na tabela seguinte:

Característica		Tolerância
Percentagem de material passado no peneiro EN com a seguinte abertura de malha:	2 mm ou superior	± 5 %
	inferior a 2 mm	± 3 %

Entende-se por materiais estranhos, outros materiais que não misturas betuminosas, tais como betão de cimento, materiais granulares de base ou de sub-base, materiais de demolição, etc. Contaminantes significa a presença de outros materiais não pétreos, tais como metais, materiais sintéticos, madeira, etc.

A percentagem de materiais estranhos deve ser inferior a 1% e a percentagem de contaminantes deve ser inferior a 0,1%.

O Adjudicatário deverá submeter previamente à Fiscalização as características granulométricas e a proveniência do material a aplicar pelo menos 15 dias antes do início previsível dos trabalhos em obra. Não poderão ser executados quaisquer trabalhos de aplicação em obra sem que o material tenha sido aprovado pela Fiscalização.

03.99.02 – Camadas de misturas betuminosas a quente:

03.99.02.01 - Camada de base com incorporação em central de misturas betuminosas recuperadas (indicação da percentagem ponderal definida em projeto), em conformidade com as especificações referidas em 14.03.10.2, incluindo tratamento, transporte para a central, armazenamento e condução a local adequado a definir, de excedentes ou materiais impróprios e respetiva indemnização por depósito:

03.99.02.01.01 – AC 32 base 35/50 (MB)

03.99.02.01.01.01– Com 0,10 m de espessura

03.99.02.01.01.02– Com 0,11 m de espessura

03.99.02.01.01.03– Com 0,14 m de espessura

Os materiais devem ser aplicados em conformidade com as especificações referidas em 14.03.10.2 (Mistura reciclada a quente em central) do Volume V: 03 – Pavimentação, do Caderno de Encargos Tipo Obra da Infraestruturas de Portugal (ex. EP, SA).

03.99.02.02 - Camada de ligação:

03.99.02.02.03 - SMA16 bin PMB 45/80-65 com 0.06 m de espessura

A mistura SMA16 define-se como uma mistura a utilizar em camadas de desgaste, ligação e base (no presente estudo como ligação) e resulta da combinação de agregados com granulometria descontínua e um ligante modificado, incluindo a adição de fibras celulósicas recobertas com betume.

O resultado final conduz a que todas as partículas minerais fiquem recobertas com uma película grossa e uniforme do ligante utilizado. O processo de fabrico, em central descontínua, será feito de forma tradicional, sendo as fibras adicionadas aos agregados, a seco, na misturadora. O transporte e a aplicação em obra da mistura com fibras será realizada tal como uma mistura descontínua tradicional.

Agregados

Os agregados a incluir nesta mistura terão que ter uma curva descontínua, deverão estar isentos de sujidade e matéria orgânica, cumprir os requisitos/propriedades do Quadro 14.03.2f, no que se refere ao AC20 bin (MBD), do Volume V:03 – Pavimentação – Capítulo 14.03 do CETO.

De acordo com os fusos granulométricos especificados na NP EN 13108-1, para a presente mistura será utilizado o fuso granulométrico apresentado no quadro seguinte (tendo em consideração os peneiros da “Série Base mais a Série 1” indicados na NP EN 13043).

Peneiros Série Base +Série 1 (mm)	SMA 16
22	100
16	90 - 100
11,2	55 - 80
8	35 - 55
4	17 - 35
2	15 - 25
0,5	10 - 18
0,063	06 - 10

Ligante

O ligante a utilizar será o definido em projeto.

A percentagem de ligante mínimo será de 5,5 % sobre a mistura, devendo ser justificado, mediante os correspondentes ensaios de laboratório, nomeadamente resultantes do estudo Marshall.

A determinação da percentagem ótima de ligante será obtida através do método Marshall, confirmado com os restantes ensaios de desempenho previstos neste documento.

Fibras de celulose granuladas com betume

Para assegurar a estabilidade do mástique betuminoso, tendo em atenção a percentagem elevada de ligante, que confere a grande durabilidade e desempenho deste tipo de mistura, preconiza-se a aplicação de fibras celulósicas, que irão atuar como agente fixador do betume, nomeadamente durante o transporte e a aplicação.

As fibras celulósicas deverão apresentar-se na forma de granulado composto por fibras recobertas de betume. A sua função é a de elemento estabilizante para misturas asfálticas duráveis e de alto desempenho.

A percentagem do granulado de fibras deverá ser igual ou superior a 0,30 %, em peso, da mistura.

Características do granulado de fibras celulósicas	
Conteúdo em fibras de celulose	87-93%
Densidade aparente	440 - 520 g/l
Análise granulométrico: (< 4,5 mm)	máx. 10 %
Características das fibras de celulose	
Conteúdo de celulose	80±5%
Valor do pH (5 g/100 ml)	7,5 ± 1,0
Comprimento médio das fibras	1 100 µm
Diâmetro médio	45 µm
Características do betume utilizado no granulado	
(este betume vem já misturado com as fibras, não é adicionado em obra)	
Penetração (de acordo com a EN 1426) a 25° C	50 / 70 (0,1 mm)
Temp. de amolecimento (teste de anel e bola, EN1427)	46/54°C

Mistura betuminosa

A mistura SMA16 deverá cumprir os requisitos constantes no quadro seguinte.

Requisitos e propriedades		Ref. normativa	Condições específicas dos ensaios	Uni	SMA 16
Características Marshall	Estabilidade, máx.	EN12697-34	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 50 pancadas / face	kN	$S_{max15(a)}$
	Estabilidade, mín.			kN	$S_{min 7,5}$
	Deformação, máx.			mm	F4
	Deformação, mín.			mm	F2
	Quociente Marshall			kN/mm	$Q_{min2,5}$
Vazios na mistura de agregados (VMA), mín.		EN12697-8	EN 12697-8 - Calculada com base na baridade máxima teórica ^(b) - determinada segundo a EN 12697-5, procedimento A, em água e na baridade ^(c) determinada segundo a EN 126976, procedimento B, provete saturado com a superfície seca	%	VMA_{min14}
Porosidade, Vm		EN12697-8	EN 12697-8 - Calculada com base na - baridade máxima teórica ^(b) - determinada segundo a EN 12697-5, procedimento A, em (c) água e na baridade - determinada segundo a EN 12697-6, procedimento B, provete saturado com a superfície seca	%	$V_{min3,0V_{max6}}$

Requisitos e propriedades		Ref. normativa	Condições específicas dos ensaios	Uni	SMA 16
Relação ponderal de filler/ligante		-	Estudo de formulação (item 15.03.2 do CETO)	%	Item 14.03.0-3 (CETO)
Índice de Resistência Conservada (IRC) em ensaios de compressão Marshall, min.		MIL-STD-620A	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 50 pancadas ^(d)	%	80
Resistência à Deformação Permanente ("Wheeltracking")	Taxa de deformação WTS _{AIR}	EN12697-22	Equipamento pequeno, procedimento B, acondicionamento ao ar, temperatura do ensaio a 60 °C	mm/10 ³ ciclos de carga	0,07
	Profundidade de rodeira máxima, PRD _{AIR}			%	Valor a declarar
% de ligante, min.		-	-	%	B _{min} 5,5 ^(e)
Sensibilidade à água, ITSR, min		EN12697-12	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 – 50 pancadas, temperatura do ensaio: 15° C	%	ITSR ₉₀ (90%)
Escorrimento de betume, máx		EN 12697-18	Ensaio de Schelenberg em copo de vidro	%	0,3
Notas: Requisitos e Propriedades da mistura betuminosa tipo SMA					
NA - Não aplicável (a) - Para granitóides e agregados provenientes de rochas com predominância de sílica na sua composição a estabilidade máxima deverá ser 20 kN. (b) - Calculada para a percentagem ótima de ligante da mistura em estudo. (c) - Para a moldagem dos provetes é utilizado o compactador de impacto com 50 pancadas, de acordo com a norma EN 12697-30, à temperatura de compactação para a qual, a viscosidade do ligante a empregar na mistura, se situe entre 280±30 cSt. (d) - Para a moldagem dos provetes é utilizado o compactador de impacto com 50 pancadas / face. (e) - Este valor corresponde à menor percentagem de betume a utilizar no fabrico da mistura betuminosa.					

03.99.02.03 - Camada de regularização:

03.99.02.03.01 - SMA 16 reg PMB 45/80-65

03.99.02.03.02 – AC 20 reg 35/50 (MB), com incorporação em central de misturas betuminosas (indicação da percentagem ponderal definida em projeto), em conformidade com as especificações referidas em 14.03.10.2, incluindo tratamento, transporte para a central, armazenamento e condução a local adequado a definir, de excedentes ou materiais impróprios e respetiva indemnização por depósito.

Para os dois primeiros aplicam-se as características do material descrito anteriormente para o 03.99.2.2.

Para o terceiro, os materiais devem ser aplicados em conformidade com as especificações referidas em 14.03.10.2 (Mistura reciclada a quente em central) do Volume V: 03 – Pavimentação, do Caderno de Encargos Tipo Obra da Infraestruturas de Portugal (ex. EP, SA).

03.99.02.04 - Camada de desgaste:

03.99.02.04.01 - SMA 11 surf PMB 45/80-65 com 0.05 de espessura

A mistura SMA 11 define-se como uma mistura a utilizar em camadas de desgaste. Resulta da combinação de agregados com granulometria descontínua e um ligante modificado incluindo a adição de fibras celulósicas com betume. O resultado final conduz a que todas as partículas minerais fiquem recobertas com uma película grossa e uniforme do ligante utilizado.

O processo de fabrico, em central descontínua, será feito de forma tradicional, sendo as fibras adicionadas aos agregados,

a seco, na misturadora. O transporte e a aplicação em obra da mistura com fibras serão realizados de forma semelhante a uma mistura descontínua tradicional.

Agregados

Os agregados a incluir nesta mistura terão que ter uma curva descontínua, deverão estar isentos de sujidade e matéria orgânica, cumprir os requisitos/propriedades do Quadro 14.03.2m, no que se refere ao AC10 surf (mBBR), do Volume V:03 – Pavimentação – Capítulo 14.03 do CETO.

De acordo com os fusos granulométricos especificados na NP EN 13108-1, para a presente mistura será utilizado o fuso granulométrico apresentado no quadro seguinte (tendo em consideração os peneiros da “Série Base mais a Série 1” indicados na NP EN 13043).

Peneiros Série Base +Série 1 (mm)	SMA 11
16	100
11,2 (11)	90-100
8	55 - 80
4	22 - 33
2	20 - 30
0,5	12 - 20
0,063	6 - 10
16	100

Ligante

O ligante a utilizar será o definido em projeto.

A percentagem de ligante mínimo será de 6,0 % sobre a mistura, devendo ser justificado, mediante os correspondentes ensaios de laboratório, nomeadamente resultantes do estudo Marshall.

A determinação da percentagem ótima de ligante será obtida através do método Marshall, confirmado com os restantes ensaios de desempenho previstos neste documento.

Fibras de celulose granuladas com betume

Para assegurar a estabilidade do mástique betuminoso, atendendo ao acréscimo de ligante que permite conferir uma maior durabilidade e melhor desempenho a este tipo de mistura comparativamente com uma mistura do tipo AC, preconiza-se a aplicação de fibras celulósicas, que irão atuar como agente fixador do betume, nomeadamente durante o transporte e aplicação.

As fibras celulósicas deverão apresentar-se na forma de granulado composto por fibras recobertas de betume. A sua função é a de elemento estabilizante para misturas asfálticas de maior durabilidade e elevado desempenho.

A percentagem do granulado de fibras deverá ser superior ou igual a 0,30 %, em peso, da mistura.

Características do granulado de fibras celulósicas	
Conteúdo em fibras de celulose	87 - 93 %
Densidade aparente	440 - 520 g/l
Análise granulométrico: (< 4,5 mm)	máx. 10 %
Características das fibras de celulose	
Conteúdo de celulose	80 ± 5 %
Valor do pH (5 g/100 ml)	7,5 ± 1,0
Comprimento médio das fibras	1 100 µm
Diâmetro médio	45 µm
Características do betume utilizado no granulado (este betume vem já misturado com as fibras, não é adicionado em obra)	
Penetração (de acordo com a EN 1426) a 25° C	50 / 70 (0,1 mm)
Temp. de amolecimento (teste de anel e bola, EN 1427)	46 / 54 °C

Mistura betuminosa

A mistura SMA11 deverá cumprir os requisitos constantes no quadro seguinte.

Requisitos e propriedades		Ref. normativa	Condições específicas dos ensaios	Uni	SMA 11
Características Marshall	Estabilidade, máx.	EN12697-34	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 50 pancadas / face	kN	Smax17,5 (a)
	Estabilidade, mín.			kN	Smim7,5
	Deformação, máx.			mm	F4
	Deformação, mín.			mm	F2
	Quociente Marshall			kN/mm	Qmin3
Vazios na mistura de agregados (VMA), mín.		EN12697-8	EN 12697-8 - Calculada com base na baridade máxima teórica ^(b) - determinada segundo a EN 12697-5, procedimento A, em água e na baridade ^(c) determinada segundo a EN 126976, procedimento B, provete saturado com a superfície seca	%	VMamin14
Porosidade, Vm		EN12697-8	EN 12697-8 - Calculada com base na – baridade máxima teórica ^(b) - determinada segundo a EN 12697-5, procedimento A, em água e na baridade(c) - determinada segundo a EN 12697-6, procedimento B, provete saturado com a superfície seca	%	Vmin2,0- Vmax5,0
Relação ponderal de filler/ligante		-	Estudo de formulação (item 15.03.2 do CETO)	%	Item 14.03.0-3 (CETO)
Índice de Resistência Conservada (IRC) em ensaios de compressão Marshall, mín.		MIL-STD-620A	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 50 pancadas ^(d)	%	80

Requisitos e propriedades		Ref. normativa	Condições específicas dos ensaios	Uni	SMA 11
Resistência à Deformação Permanente ("Wheeltracking")	Taxa de deformação WTS _{AIR}	EN12697-22	Equipamento pequeno, procedimento B, acondicionamento ao ar, temperatura do ensaio a 60 °C	mm/10 ³ ciclos de carga	0,07
	Profundidade de rodeira máxima, PRD _{AIR}			%	Valor a declarar
% de ligante, mín.		-	-	%	Bmin6 (e)
Sensibilidade à água, ITSR, mín		EN12697-12	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 – 50 pancadas, temperatura do ensaio: 15° C	%	ITSR ₉₀ (90%)
Escorrimento de betume, máx		EN 12697-18	Ensaio de Schelenberg em copo de vidro	%	0,3
Notas: Requisitos e Propriedades da mistura betuminosa tipo SMA					
NA - Não aplicável (a) - Para granitóides e agregados provenientes de rochas com predominância de sílica na sua composição a estabilidade máxima deverá ser 20 kN. (b) - Calculada para a percentagem ótima de ligante da mistura em estudo. (c) - Para a moldagem dos provetes é utilizado o compactador de impacto com 50 pancadas, de acordo com a norma EN 12697-30, à temperatura de compactação para a qual, a viscosidade do ligante a empregar na mistura, se situe entre 280±30 cSt. (d) - Para a moldagem dos provetes é utilizado o compactador de impacto com 50 pancadas / face. (e) - Este valor corresponde à menor percentagem de betume a utilizar no fabrico da mistura betuminosa.					

03.99.03 – Regas betuminosas:

03.99.03.01 – Regas de colagem:

03.99.03.01.01– Com emulsão modificada termoaderente

Relativamente a este trabalho aplica-se o CETO da ex-EP para emulsões modificadas com polímeros termoaderentes, ao nível das características dos materiais. O trabalho foi distinguido das emulsões modificadas pois aplica-se no projeto emulsões modificadas sem serem termoaderentes e são materiais distintos.

03.99.04 – Trabalhos especiais de pavimentação:

03.99.04.01 – Pavimentação de zonas de paragem de autocarro em ambiente urbano:

03.99.04.01.01 – Em cubos de granito 11x11

03.99.04.01.02 - Camadas de base em betão pobre do tipo C12-15, com 0.15 m de espessura

Para as características dos materiais aplica-se o CETO da ex-EP. Em particular para os cubos de granito, estes devem possuir marcação CE e estar apresentar as características em conformidade com a EN 1342:2012 - Cubos e Paralelepípedos de pedra natural.

15.03 MÉTODOS CONSTRUTIVOS

03.99 – Outros Trabalhos

03.99.01 – Camadas granulares:

03.99.01.01 - Camada de regularização:

03.99.01.01.01 – Areia para assentamento de blocos de betão, com 0.06 m de espessura

Aplica-se o CETO

03.99.01.02 - Camada de regularização, no enchimento de bermas:

03.99.01.02.01 – Misturas Betuminosas Recuperadas para execução de camada granular no enchimento de bermas

Trecho Experimental

indispensável, para ajustamento da fórmula de trabalho e do processo construtivo, a realização de um trecho experimental. Este deve ter uma extensão mínima de 50 m e uma largura mínima superior a 1,5 m e ser realizado recorrendo ao material, ao equipamento e às técnicas construtivas que se proponha utilizar continuamente em obra.

Devem ser respeitadas na execução do trecho experimental as técnicas construtivas que se indicam no presente documento, nomeadamente as relativas à preparação da plataforma de apoio, ao armazenamento, ao transporte, ao espalhamento, à compactação e ao acabamento.

A atuação do cilindro de pneus prolongar-se-á até que não se registre qualquer evolução na baridade seca – o valor máximo obtido será a “baridade de referência” para fins de controlo de qualidade em obra. Nesse processo, por cada duas passagens de cilindro haverá que determinar (e registar) baridades secas pelo método do gamadensímetro, devidamente calibrado com garrafa de areia grande. Simultaneamente, serão colhidas amostras antes e após compactação, visando avaliar a eventual evolução granulométrica do material.

Devem ser realizados durante o trecho experimental todos os ensaios que são previstos no presente documento para o controlo de qualidade.

Após a realização do trecho experimental deve ser apresentado pelo Adjudicatário à Fiscalização um relatório dos resultados obtidos durante a sua realização e proposta a baridade seca a servir de referência para o controlo de compactação. Não poderão ser executados quaisquer trabalhos de aplicação em obra sem que tenha sido aprovado pela Fiscalização.

Preparação da plataforma de apoio

Antes de se iniciarem os trabalhos de espalhamento devem ser verificadas as condições em que se encontra a camada aonde estes irão assentar e nomeadamente da sua superfície, designadamente o seu nivelamento e limpeza. Para tal deverão cumprir as correspondentes especificações indicadas nos pontos 15.03.1 do CETO.

Armazenamento

Os materiais deverão estar cobertos e o tempo de armazenamento será reduzido ao mínimo possível para evitar que o teor em água do material betuminoso a reciclar aumente excessivamente. O armazenamento deverá situar-se numa zona bem drenada e sobre uma superfície revestida. Se se dispuserem em terreno natural, não serão utilizados os quinze centímetros (15 cm) inferiores dos armazenamentos. Estes serão formados por camadas. Deverá limitar-se a altura do armazenamento a três metros para evitar que o material betuminoso se aglomere, especialmente com temperaturas superiores a 30°C.

Será examinada a descarga no armazenamento, eliminando os materiais que à vista apresentem contaminações.

Deverá proceder-se ao registo da procedência do material betuminoso a reciclar, identificando e armazenando à parte os materiais provenientes de misturas distintas.

Os materiais que cumpram os critérios de homogeneidade poderão ser armazenados juntos. Cada lote homogéneo será identificado e caracterizado pelos resultados dos ensaios realizados e poderá utilizar-se no fabrico de mistura betuminosa reciclada a quente com uma mesma fórmula de trabalho.

Os lotes de material betuminoso a reciclar tratado serão considerados como isolados, evitando que se misturem e contaminem entre eles. O volume de cada um destes stocks será o suficiente para garantir, no mínimo, o trabalho de um dia ou a produção requerida se esta for menor, com o objectivo de não mudar a fórmula de trabalho e poder controlar e identificar adequadamente a mistura fabricada.

No depósito de material resultante da fresagem de misturas betuminosas deverá operar uma escavadora giratória imediatamente antes da carga do material para transporte, a fim de realizar uma prévia homogeneização daquele, antecedida de uma rega moderada para que o material seja carregado com um teor em água da ordem dos 5%.

Transporte e espalhamento

O transporte deve ser realizado por camiões basculantes. Se o material se encontrar excessivamente seco, previamente ao transporte, deve ser feita a correção do teor em água por rega.

O espalhamento deverá ser realizado com recurso a uma motoniveladora, o que contribui para uma homogeneização adicional. O espalhamento deve ser feito regularmente e de modo a que toda a camada seja perfeitamente homogénea e que a sua espessura, após compactação, seja a prevista no projeto.

Se durante o espalhamento se formarem rodeiras, vincos ou qualquer outro tipo de marca inconveniente que não possa ser facilmente eliminada por cilindramento, deve proceder-se à escarificação e homogeneização da camada, e posterior regularização da superfície.

Compactação

Na compactação deste tipo de material atuará em primeiro lugar um cilindro vibrador com carga estática por unidade de geratriz vibrante igual ou superior a 35 kN/m, fazendo quatro passagens (e não mais do que isso, uma vez que podem resultar efeitos negativos, nomeadamente eventual evolução da granulometria e a diminuição da baridade seca). Concluída a atuação do cilindro vibrador, a compactação passará a ser efetuada com recurso a cilindro de pneus que propicie uma carga por roda igual ou superior a 60 kN e com o mínimo de quatro passagens. O número de passagens a realizar com cada cilindro será o estabelecido através da realização do trecho experimental.

Devem ser tomadas as medidas necessárias para garantir que o teor em água do material resultante da fresagem de misturas betuminosas, durante todo o processo de compactação, nunca baixe dos 4% (deverá manter-se, tanto quanto possível, próximo dos 5% preconizados para o momento da operação de carregamento).

Após a compactação, a camada deverá apresentar uma baridade seca igual ou superior a 98% da baridade seca de referência, estabelecida após a execução do trecho experimental.

Regularidade da superfície acabada

A superfície da camada deve ficar lisa, uniforme, isenta de fendas, ondulações ou material solto, não podendo, em qualquer ponto, apresentar irregularidades superiores a 0,02 m quando medidas com a régua de 3 m.

Espessura da camada

A espessura da camada, depois de compactada, será a definida no projeto.

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. Proceder-se-á à escarificação total da camada e à adição do material necessário antes de ser compactado.

No entanto, se a Fiscalização assim o entender, poderá aceitar que a compensação da espessura desta camada seja feita por aumento equivalente de espessura na seguinte.

Controlo de Qualidade

A ranulometria do material não poderá diferir, relativamente à curva média obtida em cada “lote de material fresado”, mais do que “dois pontos percentuais” para peneiros com malha igual ou inferior a 2,0 mm, ou mais do que “três pontos percentuais” para dimensões superiores ou iguais a 4,0 mm. Noutros termos, o material fresado não deverá evoluir, de forma significativa, durante o processo de aplicação em obra.

Para cada “lote de material fresado”, deverão ser recolhidas 5 amostras iniciais e 1 por cada 500 m³, para efeitos do controlo da curva granulométrica média (quando em depósito).

O controlo laboratorial inclui a determinação de curvas granulométricas e da baridade seca “in situ”, para além do controlo do teor em água durante a compactação (podendo recorrer-se ao método expedito do “Speedy”, devidamente aferido no laboratório da obra mediante recurso a estufa).

O material fresado, aplicado em obra, deverá ter baridade igual ou superior a 98% da baridade de referência, correspondente à obtida no âmbito do trecho experimental.

No controlo dos parâmetros indicados serão aplicáveis as frequências mínimas estipuladas, para o caso de camadas de sub-base granulares, no CETO.

03.99.02 – Camadas de misturas betuminosas a quente:

03.99.02.01 - Camada de base com incorporação em central de misturas betuminosas recuperadas (indicação da percentagem ponderal definida em projeto), em conformidade com as especificações referidas em 14.03.10.2, incluindo tratamento, transporte para a central, armazenamento e condução a local adequado a definir, de excedentes ou materiais impróprios e respetiva indemnização por depósito:

03.99.02.01.01 – AC 32 base 35/50 (MB)

03.99.02.01.01.01 – Com 0,10 m de espessura

03.99.02.01.01.02 – Com 0,14 m de espessura

Os métodos construtivos a aplicar devem respeitar o constante do ponto 15.03.10.2 (Mistura reciclada a quente em central) do Volume V: 03 – Pavimentação, do Caderno de Encargos Tipo Obra da Infraestruturas de Portugal (ex. EP, SA).

03.99.02.02 - Camada de ligação:

03.99.02.02.01 – SMA 16 bin PMB 45/80-65 com 0.06 m de espessura

Para a validação de todo o processo produtivo deverá transpor-se a fórmula de estudo aprovada, para a central de fabrico, de modo a verificar a sua capacidade para produzir as misturas betuminosas, no âmbito dos pressupostos do Estudo de Formulação. A temperatura de fabrico deverá respeitar as indicações do fornecedor do betume.

Após a validação da capacidade da central, na reprodução da fórmula de estudo, deverá realizar-se um “Trecho Experimental” para a avaliação da metodologia de aplicação e de controlo das misturas fabricadas. De acordo com as conclusões técnicas a retirar dos resultados dos ensaios de controlo de qualidade realizados, relativas à conformidade das misturas e das características de compacidade da camada experimental, fixa-se a fórmula de trabalho a utilizar durante todo o processo produtivo.

O equipamento de espalhamento e de compactação das misturas betuminosas deverá ser constituído por uma ou mais espalhadoras, de acordo com as necessidades construtivas, devendo as misturas ser compactadas com cilindros de rolo liso e de peso médio de 10 ton, sem vibração.

A execução dos trabalhos não será iniciada até que seja aprovada a correspondente fórmula de trabalho e a metodologia construtiva e de controlo de qualidade, por parte da Fiscalização. Pretende-se assegurar um rigoroso e adequado processo produtivo, considerando o fabrico, o transporte, o espalhamento e a compactação da mistura betuminosa.

Controlo de qualidade

Os ensaios necessários para o controlo de qualidade serão os associados aos itens aplicáveis e especificados no capítulo 14.00 – Controlo de Qualidade do CETO.

Os ensaios preconizados no CETO para o controlo de qualidade das misturas betuminosas, incluem os ensaios de comportamento. Com estes ensaios, pretende-se estimar o desempenho mecânico da camada em serviço.

Para a percentagem ótima em ligante, deverão realizar-se os seguintes ensaios de avaliação de comportamento, em especial na fase experimental (Estudo e Trecho Experimental):

- Determinação da porosidade e de outras características de compacidade, de acordo com a norma EN 12697-8;
- Ensaio de escorrimto de ligante pelo método Schellenberg, de acordo com a norma EN 12697-18;
- Ensaio de avaliação da sensibilidade à água, ITSr, de acordo com a norma EN 12697-12;
- Ensaio de avaliação da resistência à deformação permanente, de acordo com a norma EN 12697-22;
- Ensaio de determinação dos módulos de rigidez ou deformabilidade a várias frequências, de acordo com a norma EN 12697-26;
- Ensaio de avaliação da resistência à fadiga, de acordo com a norma EN 12697-24.

No trecho experimental serão recolhidas lajes para obter 16 vigas prismáticas, de modo a proceder à determinação dos módulos de deformabilidade (nas frequências de aplicação da carga compreendidas entre 1 e 30 Hz) e da resistência à fadiga desta mistura. A lei de fadiga obtida será, naturalmente, diferente da estimada em fase de projeto (pela lei da Shell, ou outra).

As condições de ensaio da avaliação da resistência poderão ser as habituais: temperatura de 20°C e frequência de 10Hz. Por outro lado, tendo em conta a deformação inicial a impor, necessária para obter uma vida à fadiga, ϵ_6 , que esteja compreendida entre 104 e 2x106, pode optar-se por fazer o estudo para as micro deformações impostas de 200, 300 e 400 $\mu\text{m/m}$ (ou outras a confirmar na fase de obra).

Com base nos resultados que representam a duração da vida, $N_{i,j,k}$, para o critério de rotura escolhido, j e para o conjunto de condições de ensaio k, a reta de fadiga (a obter experimentalmente) será depois desenhada segundo uma regressão linear entre os logaritmos naturais de, $N_{i,j,k}$, e os logaritmos naturais da amplitude imposta para a extensão, segundo a Equação:

$$\epsilon = q N_{(i,j,k)}^{-p}$$

Onde:

- i é o número do provete (1 a 18);
- j representa o critério de rotura escolhido (50% de $S_{mix,0}$);
- k representa o conjunto das condições de ensaio (20°C ; 10 Hz ; 200, 300 e 400 $\mu\text{m/m}$, ou outras);

- ϵ_i é a amplitude imposta para a extensão;
- q é a ordenada na origem (para $N=1$, na escala logarítmica);
- p é o inverso do declive da reta de regressão (b);
- $b = 1 / p$ é o declive da reta.

Em cada uma das misturas a ensaiar devem ser avaliados, entre outros, os seguintes parâmetros:

- Aproximação de A_1 (corresponde ao expoente, p);
- Aproximação de A_0 (corresponde ao logaritmo natural de q);
- Coeficiente de correlação da regressão, R^2 ;
- Desvio padrão residual, σ_x/y , identificado como St ;
- Extensão inicial para o critério de rotura escolhido, para a qual é esperada, nas condições de ensaio definidas, uma vida à fadiga de 106 ciclos = 6 (micro deformação correspondente a 1 milhão de ciclos).

03.99.02.03 - Camada de regularização:

03.99.02.03.01 - SMA 16 reg PMB 45/80-65

03.99.02.03.02- AC 20 reg 35/50 (MB), com incorporação em central de misturas betuminosas recuperadas

(indicação da percentagem ponderal definida em projeto), em conformidade com as especificações referidas em 14.03.10.2, incluindo tratamento, transporte para a central, armazenamento e condução a local adequado a definir, de excedentes ou materiais impróprios e respetiva indemnização por depósito.

Para os dois primeiros aplica-se o processo construtivo e controlo de qualidade da mistura descrito anteriormente para o 03.99.2.2.

Para o terceiro, os métodos construtivos a aplicar devem respeitar o constante do ponto 15.03.10.2 (Mistura reciclada a quente em central) do Volume V: 03 – Pavimentação, do Caderno de Encargos Tipo Obra da Infraestruturas de Portugal (ex. EP, SA).

03.99.02.04 - Camada de desgaste:

03.99.02.04.01 - SMA 11 surf PMB 45/80-65 com 0.05 m de espessura

Para a validação de todo o processo produtivo deverá transpor-se a fórmula de estudo aprovada, para a central de fabrico, de modo a verificar a sua capacidade para produzir as misturas betuminosas, no âmbito dos pressupostos do Estudo de Formulação. A temperatura de fabrico deverá respeitar as indicações do fornecedor do betume.

Após a validação da capacidade da central, na reprodução da fórmula de estudo, deverá realizar-se um “Trecho Experimental” para a avaliação da metodologia de aplicação e de controlo das misturas fabricadas. De acordo com as conclusões técnicas a retirar dos resultados dos ensaios de controlo de qualidade realizados, relativas à conformidade das misturas e das características de compacidade da camada experimental, fixa-se a fórmula de trabalho a utilizar durante todo o processo produtivo.

O equipamento de espalhamento e de compactação das misturas betuminosas deverá ser constituído por uma ou mais espalhadoras, de acordo com as necessidades construtivas, devendo as misturas ser compactadas com cilindros de rolo liso e de peso médio de 10 ton, sem vibração.

A execução dos trabalhos não será iniciada até que seja aprovada a correspondente fórmula de trabalho e a metodologia construtiva e de controlo de qualidade, por parte da Fiscalização. Pretende-se assegurar um rigoroso e adequado processo produtivo, considerando o fabrico, o transporte, o espalhamento e a compactação da mistura betuminosa.

Características superficiais da camada terminada

Na camada de desgaste, os valores de macrotextura e coeficiente de atrito deverão cumprir o especificado nos Quadros 15.03.2n 15.03.2o do Volume V:03 – Pavimentação – Capítulo 15.03 do CETO no que se refere ao betão betuminoso rugoso.

Controlo de qualidade

Os ensaios necessários para o controlo de qualidade serão os associados aos itens aplicáveis e especificados no capítulo 14.00 – Controlo de Qualidade do CETO.

Os ensaios preconizados no CETO para o controlo de qualidade das misturas betuminosas, incluem os ensaios de desempenho mecânico da camada de desgaste em serviço.

Para a determinação da percentagem ótima em ligante, deverão realizar-se, em fase experimental (Estudo e Trecho Experimental) os seguintes ensaios de avaliação de desempenho:

- Determinação da porosidade e de outras características de compactação, de acordo com a norma EN 12697-8;
- Ensaio de escorrimento de ligante pelo método Schellenberg, de acordo com a norma EN 12697-18;
- Ensaio de avaliação da sensibilidade à água, ITSR, de acordo com a norma EN 12697-12;
- Ensaio de avaliação da resistência à deformação permanente, de acordo com a norma EN 12697-22.

03.99.03 – Regas betuminosas:

03.99.03.01 – Regas de colagem:

03.99.03.01.01 – Com emulsão modificada termoaderente

Relativamente a este trabalho aplica-se o CETO da ex-EP para emulsões modificadas com polímeros termoaderentes, ao nível do processo construtivo. O trabalho foi destingido das emulsões modificadas pois aplica-se no projeto emulsões modificadas sem serem termoaderentes e são materiais distintos.

03.99.04 – Trabalhos especiais de pavimentação:

03.99.04.01 – Pavimentação de zonas de paragem de autocarro em ambiente urbano:

03.99.04.01.01 – Em cubos de granito 11x11

03.99.04.01.02 - Camadas de base em betão pobre do tipo C12-15, com 0.15 m de espessura

Para os processos construtivos aplica-se o CETO da ex-EP. Em particular para os cubos de granito, estes devem possuir marcação CE e estar apresentar as características em conformidade com a EN 1342:2012 - Cubos e Paralelepípedos de pedra natural.

16.03 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

03.99 – Outros Trabalhos

03.99.01 – Camadas granulares:

03.99.01.01 - Camada de regularização:

03.99.01.01.01 – Areia para assentamento de blocos de betão, com 0.06 m de espessura

Descrição: Este trabalho refere-se à execução de camadas de regularização sob pavimentos de blocos. A areia é utilizada para facilitar o assentamento dos elementos da camada de desgaste e permitir obter a regularidade final.

Critério de medição: A medição é efetuada ao m2.

03.99.01.02 - Camada de regularização, no enchimento de bermas:

03.99.01.02.01 – Misturas Betuminosas Recuperadas para execução de camada granular no enchimento de bermas (m3)

Descrição: Refere-se à execução da camada granular com misturas betuminosas recuperadas, provenientes da fresagem e/ou remoção do pavimento, para o enchimento de bermas, incluindo o transporte e colocação de material, conforme definido em projeto de execução com garantia das cotas de trabalho, assim como, carga, transporte e eventual indemnização por depósito de produtos sobrantes.

Critério de medição: Estes trabalhos medem-se ao m3, e a respetiva área é determinada a partir da medição “in situ” das dimensões da área trabalhada.

03.99.02 – Camadas de misturas betuminosas a quente:

03.99.02.01 - Camada de base com incorporação em central de misturas betuminosas recuperadas (indicação da percentagem ponderal definida em projeto), em conformidade com as especificações referidas em 14.03.10.2, incluindo tratamento, transporte para a central, armazenamento e condução a local adequado a definir, de excedentes ou materiais impróprios e respetiva indemnização por depósito:

03.99.02.01.01 – AC 32 base 35/50 (MB)

Descrição: Refere-se à execução de camadas betuminosas a quente em central, com a(s) espessura(s) definida(s) em projeto, nas quais são incorporadas misturas betuminosas recuperadas (indicação da percentagem ponderal definida em projeto) em conformidade com as especificações referidas em 14.03.10.2. Encontram-se incluídos os trabalhos de tratamento, transporte para a central, armazenamento de material betuminoso recuperado e condução a local adequado e a definir, de excedentes ou materiais impróprios e respetiva indemnização por depósito.

Critério de medição: Estes trabalhos medem-se ao m², e a respetiva área corresponde à área teórica que resulta do produto da largura definida em projeto, pelo comprimento efetivamente executado.

Passam a indicar-se as diversas rubricas individualizadas:

03.99.02.01.01.01 – Com 0,10 m de espessura

03.99.02.01.01.02 – Com 0,14 m de espessura

03.99.02.02 - Camada de ligação:

Descrição: Os trabalhos abrangidos no presente documento referem-se a camadas betuminosas, fabricadas em central, resultantes da combinação de um agregado, cuja fração descontínua se especifica nas presentes CTE, com um ligante betuminoso, introdução de fibras celulose granuladas com betume, previamente aquecidos a temperaturas superiores às do ambiente, permitindo assim o seu manuseamento transporte e colocação em obra de uma mistura betuminosa a quente do tipo SMA11 e do tipo SMA16, com aplicação em camada de ligação com espessura definida em projeto e em conformidade com as especificações referidas no presente documento e no Volume V:03 – Pavimentação do CETO, em tudo o que for aplicável, incluindo também a carga, o transporte e eventual indemnização por depósito de produtos sobranes.

Critério de medição: Estes trabalhos medem-se ao m² e a respetiva quantidade é determinada a partir da medição “in situ” da área.

Passam a indicar-se as diversas rubricas individualizadas:

03.99.02.02.03 - SMA16 bin PMB 45/80-65 com 0.06 m de espessura (m2)

03.99.02.03 - Camada de regularização:

03.99.02.03.01 - SMA 16 reg PMB 45/80-65 (ton)

03.99.02.03.02 - AC 20 reg 35/50 (MB), com incorporação em central de misturas betuminosas recuperadas

(indicação da percentagem ponderal definida em projeto), em conformidade com as especificações referidas em 14.03.10.2, incluindo tratamento, transporte para a central, armazenamento e condução a local adequado a definir, de excedentes ou materiais impróprios e respetiva indemnização por depósito.

Descrição: Refere-se à correção de irregularidades e das inclinações dos perfis transversais em pavimentos existentes e a tapagem de covas. Dado que as quantidades não podem ser previstas com precisão durante a fase de projeto, considera-se que se trata de um trabalho de pavimentação de tipo diferente, pelo que a medição é feita à tonelada. O trabalho é realizado nas misturas betuminosas SMA 11 reg PMB 45/80-65, SMA 16 reg PMB 45/50-65 e AC 20 ref 35/50, que respeitam o estipulado nesta CTE e no CETO da ex-EP.

Critério de medição: Esta regularização da camada por ter uma espessura variável é medida à tonelada.

03.99.02.04 - Camada de desgaste:

03.99.02.04.01 - SMA 11 surf PMB 45/80-65 com 0.05 m de espessura (m2)

Descrição: Os trabalhos abrangidos no presente documento referem-se a camadas betuminosas, fabricadas em central, resultantes da combinação de um agregado, cuja fração descontínua se especifica nas presentes CTE, com um ligante betuminoso, introdução de fibras celulose granuladas com betume, previamente aquecidos a temperaturas superiores às do ambiente, permitindo assim o seu manuseamento transporte e colocação em obra de misturas betuminosas a quente do tipo SMA8 e SMA11, com aplicação em camada de desgaste com espessura definida em projeto e em conformidade com as

especificações referidas no presente documento e no Volume V:03 – Pavimentação do CETO, em tudo o que for aplicável, incluindo também a carga, o transporte e eventual indemnização por depósito de produtos sobrantes.

Critério de medição: Estes trabalhos medem-se ao m2 e a respetiva quantidade é determinada a partir da medição “in situ” da área.

03.99.03 – Regas betuminosas:

03.99.03.01 – Regas de colagem:

03.99.03.01.01 – Com emulsão modificada termoadescente (m2)

Descrição: Estes trabalhos referem-se à execução de regas, normalmente betuminosas, utilizando nestes casos, emulsões betuminosas.

O trabalho foi distinguido das emulsões modificadas pois aplica-se no projeto emulsões modificadas sem serem termoadescentes e são materiais distintos.

Critério de medição: Estes trabalhos medem-se ao m2 e a área respetiva corresponde à área do pavimento que teoricamente deveria ser regado, ou seja, ao produto da plataforma teórica ao nível da camada em questão pelo comprimento de trecho regado.

03.99.04 – Trabalhos especiais de pavimentação:

03.99.04.01 – Pavimentação de zonas de paragem de autocarro em ambiente urbano:

Descrição: Este conjunto de trabalhos não se insere no âmbito dos trabalhos correntes, são considerados trabalhos de pavimentação complementares, realizados em condições particulares. As respetivas rubricas incluem a utilização dos equipamentos adequados, o fornecimento e a colocação de todos os materiais.

Refere-se à pavimentação de paragens de autocarros distintas das existentes em plena via e aos trabalhos não enquadráveis nas rubricas de trabalhos gerais do P03 – Pavimentação.

Critério de medição: Estes trabalhos medem-se ao m2 e a respetiva área corresponde à área teórica calculada com base no comprimento e largura das zonas a pavimentar, de acordo com o definido em projeto (peças desenhadas e escritas).

Passam a indicar-se as diversas rubricas individualizadas:

03.99.04.01.01 – Em cubos de granito 11x11 (m2)

Considera-se aqui o revestimento superficial, não estando incluídos os trabalhos de execução das camadas subjacentes de fundação, de acordo com o definido em projeto, as quais se incluem nas rubricas 03.99.4.1.2 - Camadas de base em betão pobre do tipo C12-15, com 0.15 m de espessura e nas **bases granulares**.

03.99.04.01.02 - Camadas de base em betão pobre do tipo C12-15, com 0.15 m de espessura (m2)