

ZONA INDUSTRIAL - RUA DO BARREIRO

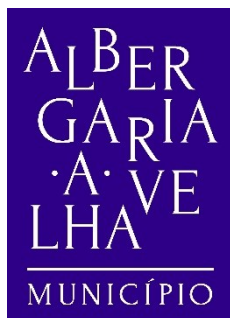


PROJETO DE EXECUÇÃO

REDE DE DRENAGEM DOMÉSTICA

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Dezembro de 2022



ZONA INDUSTRIAL - RUA DO BARREIRO



PROJETO DE EXECUÇÃO

REDE DE DRENAGEM DOMÉSTICA

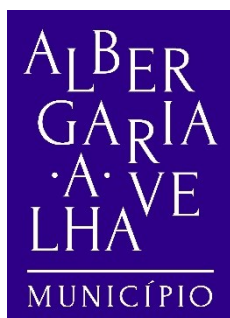
ÍNDICE

	Pág.
1 INTRODUÇÃO	3
2 ELEMENTOS BASE	4
3 DADOS DE BASE	4
3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	4
3.2 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS	5
3.3 TRAÇADO DA REDE RESIDUAL	7
3.4 MATERIAL	7
3.5 DIMENSIONAMENTO COLETOR DOMÉSTICO	7
4 DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS	9
4.1 VALA DE ASSENTAMENTO	9
4.2 CAIXAS DE VISITA.....	9
5 SISTEMA ELEVATÓRIO.....	9
5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	9

5.2 CONDUTA ELEVATÓRIA	9
5.3 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA.....	11
5.4 GOLPE DE ARIETE	13
5.5 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA.....	15
5.5.1 Grupos Eletrobomba.....	17
6 EXECUÇÃO DOS TRABALHOS.....	18
6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	18
6.2 MACIÇOS DE AMARRAÇÃO.....	18
6.3 RECOMENDAÇÕES.....	18
6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
7 CONDIÇÕES TÉCNICAS.....	19
8 CADERNO DE ENCARGOS	19

Dezembro de 2022

 *Engimind - Consultores de Engenharia e Planeamento, Lda.*



ZONA INDUSTRIAL - RUA DO BARREIRO



PROJETO DE EXECUÇÃO

REDE DE DRENAGEM DOMÉSTICA

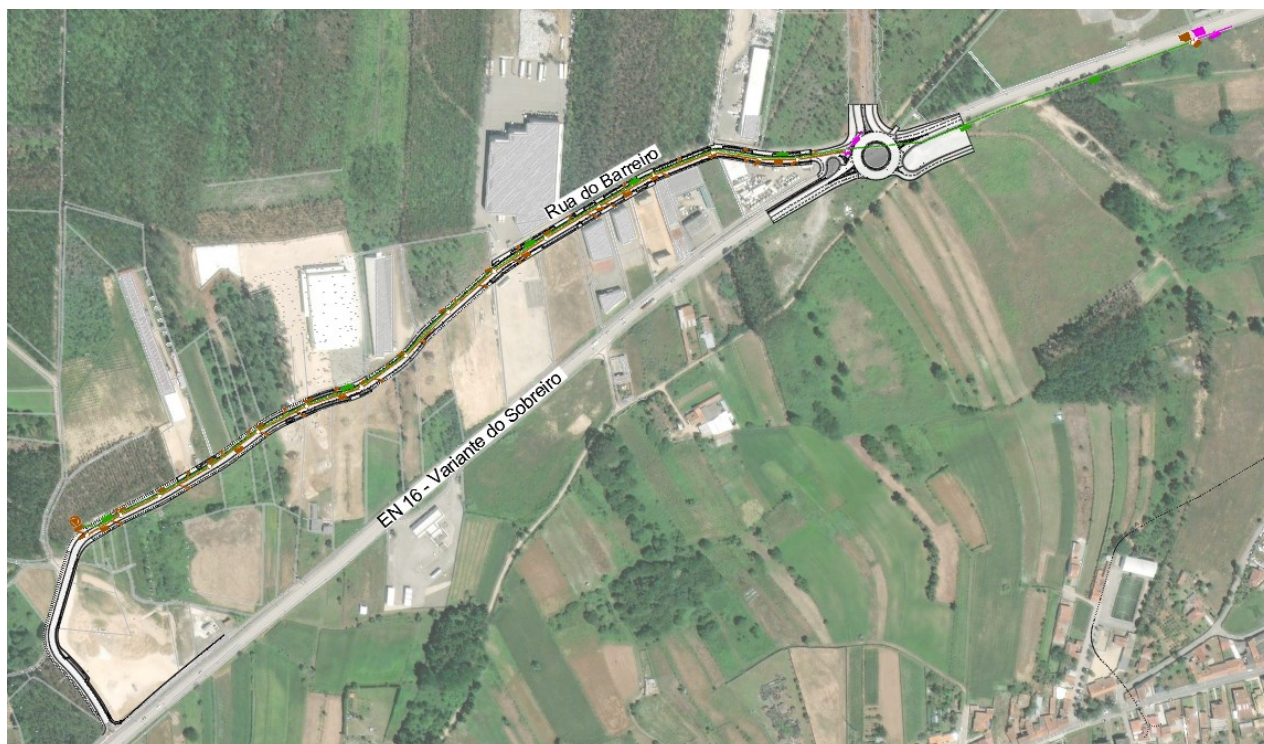
MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

1 INTRODUÇÃO

O presente documento produzido pela Engimind no âmbito da ampliação da Zona Industrial de Albergaria-a-Velha, mais concretamente a intervenção prevista para a Rua do Barreiro, constitui a Memória Descritiva e Justificativa do Projeto de Execução da rede residual doméstica prevista e pretende dar cumprimento às pretensões da Águas da Região de Aveiro (AdRA) e da Câmara Municipal de Albergaria-a-Velha, tendo em conta a intervenção prevista ao nível dos pavimentos e respetivas acessibilidades com vista à garantia da qualidade das condições de circulação na rede rodoviária e pedonal.

Este estudo tem por base um projeto anteriormente realizado, sendo que o mesmo foi alvo de pareceres por parte da Águas da Região de Aveiro, tendo sido consideradas as respetivas indicações.

Figura 1 - Localização da intervenção



Fonte: Engimind (Base: GoogleEarth)

2 ELEMENTOS BASE

Com base no levantamento topográfico, procedeu-se ao estudo e implantação das várias opções técnicas. Este estudo foi complementado com deslocações ao local, para identificação de condicionamentos físicos, geológicos, de ocupação de solos e ambientais que pudessem obstar à implantação das várias soluções técnicas, procurando-se minimizar a interferência com os diversos serviços afetados.

Este estudo foi também apoiado em fotografia aérea e cadastro das redes existentes.

3 DADOS DE BASE

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os trabalhos respeitantes ao sistema de drenagem de águas residuais consistem na realização de um coletor na Rua do Barreiro, incluindo os respetivos ramais domiciliários, até à Estação Elevatória prevista no presente projeto, a qual por sua vez através da conduta elevatória encaminha os caudais para a caixa existente na berma da EN 16 - Variante do Sobreiro, sendo que este troço será alvo de projeto específico, no sentido de ir de encontro às especificações técnicas da Infraestruturas de Portugal.

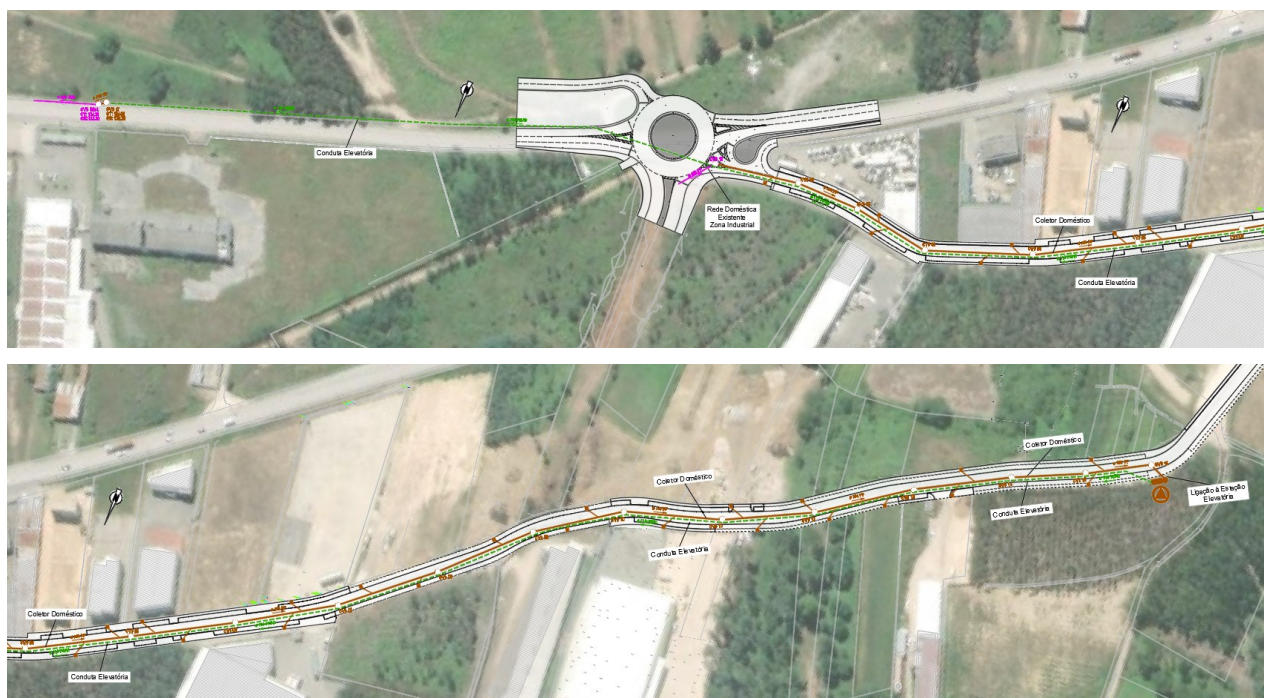
Para a definição do traçado da nova rede de águas residuais, foi estudada a solução de forma a permitir o adequado funcionamento hidráulico da rede.

A rede de águas residuais domésticas será resumidamente constituída por:

- Coletores em PPC SN8, enterrados em valas;
- Ramais domiciliários;
- Caixas de visita;
- Conduta Elevatória em PEAD MRS100 PN10;
- Estação Elevatória.

A implantação da rede de águas residuais domésticas encontra-se esquematizada nos desenhos n.º 5475-PE-ESG-RB-01 e 02.

Figura 2 - Esquema da rede prevista



3.2 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

População

A presente intervenção desenvolve-se numa zona predominantemente industrial, com cerca de 6000 m², pelo que, em termos de população a considerar, optou-se por utilizar como metodologia de distribuição da população, a atribuição de um número de habitantes pela área urbanizável.

De acordo com a bibliografia da especialidade, e uma vez que não estão definidos os tipos de indústrias na referida área, adotou-se como valor para a densidade populacional da zona em estudo o valor de 150hab./ha (valor indicativo para uma densidade global média).

Neste sentido, a população estimada na presente área de intervenção é de cerca de 900 habitantes, à qual se junta a população estimada para a zona industrial, cerca de 6462, perfazendo uma população total de 7362 habitantes.

Capitação

Dado que o tipo de indústrias a implantar não está definido, nem o peso que cada tipo de indústria terá na ocupação total da zona industrial, o valor adotado para a capitação de abastecimento de água tem por base as indicações dos Técnicos da Câmara Municipal de Albergaria-a-Velha e o valor adotado no projeto “ACESSO DA ZONA INDUSTRIAL DE ALBERGARIA-A-VELHA” para a mesma entidade, ou seja, 130 l/hab.dia.

Caudais de Infiltração/perdas

Nas redes de drenagem de águas residuais há necessidade de considerar a incidência dos caudais infiltrados, designação genérica que abrange habitualmente os caudais de águas pluviais ou freáticas que afluem aos coletores públicos através das tampas das câmaras de visita, das juntas dos coletores, de ligações clandestinas ou indevidas das redes prediais de águas pluviais.

No presente caso considerou-se um percentual de 10% do caudal de ponta, valor este que poderá vir a ser ajustado pela AdRA.

Inclinações

As inclinações mínimas e máximas foram limitadas a 0.5% e 15%, respetivamente e sempre que tecnicamente possível.

Autolimpeza

Considera-se existirem condições de autolimpeza, quando em regime normal de funcionamento não ocorrer a acumulação de sólidos sedimentáveis nos coletores. Em termos hidráulicos, tal condição deverá fundamentar-se na verificação de que, pelo menos uma vez por dia durante a vida útil da obra, ocorra um caudal com poder de transporte que seja suficiente para o arrastamento dos sólidos sedimentáveis e que eventualmente se tenham depositado na soleira durante as horas de menor caudal.

O poder de transporte do escoamento (PT) define-se pela seguinte expressão:

$$F_t = \gamma \times R \times I$$

Onde γ é o peso específico do líquido, R o Raio hidráulico e, i a Inclinação da piezométrica do coletor.

As águas residuais das redes agora previstas, não deverão conter grandes quantidades de matérias inertes em suspensão pelo que se utilizou um valor mínimo em todos os coletores para a tensão de arrastamento, de 2 N/m².

Velocidades

O valor máximo da velocidade adotado foi de 3,0 m/s, por razões que se prendem com a estabilidade e durabilidade das canalizações.

O valor mínimo da velocidade adotado foi de 0,6 m/s, de modo a garantir-se a autolimpeza dos coletores.

3.3 TRAÇADO DA REDE RESIDUAL

A rede de águas residuais será implantada na plataforma viária.

Os coletores serão instalados de forma a acompanhar a inclinação dos arruamentos, sendo a profundidade de assentamento nunca inferior a 1.20m, medida entre a geratriz exterior superior da conduta e o nível do pavimento.

3.4 MATERIAL

A rede de águas residuais será efetuada em coletores de polipropileno corrugado (PPc), com rigidez circunferencial SN8 e com um diâmetro de 250 mm.

A conduta elevatória encontra-se prevista em PEAD (MRS100) PN10 DN200mm.

As caixas de visita e de ramal serão em betão.

3.5 DIMENSIONAMENTO COLETOR DOMÉSTICO

O diâmetro dos coletores será calculado de acordo com a fórmula de Manning-Strickler, respeitando um diâmetro mínimo de 200mm:

$$Q = K_s \times S \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}}$$

Em que:

Q - Caudal escoado (m³/s);

K_s - Coeficiente de Manning-Strickler (m^{1/3}/s);

S - Seção transversal da tubagem (m²);

R - Raio hidráulico (m);

i - Inclinação do coletor (m/m).

O caudal médio (Q_{med}), a calcular em função da população, é obtido pela fórmula apresentada em seguida, em que o fator de afluência à rede se considera como sendo o valor pelo qual se multiplica a captação de consumo de água para se obter a captação de afluência à rede de águas residuais (variando entre 0,70 e 0,90), sendo que se optou por usar o valor de 0,80, amplamente utilizado nas situações mais correntes, como é o caso:

$$Q_{med} = População \times Captação \times Factor\ de\ Afluência$$

O fator de ponta (F_p) é definido em função da população, sendo expresso pela seguinte fórmula:

$$F_p = 1,5 + \frac{60}{\sqrt{População}}$$

O caudal de ponta (Q_p) é definido pela majoração do caudal médio pelo fator de ponta, sendo que o caudal de ponta é dado pela seguinte expressão:

$$Q_p = Q_{med} \times F_p$$

O caudal de dimensionamento considerado para o cálculo dos coletores é obtido pela adição do caudal de ponta ao caudal de infiltração/perdas.

No quadro seguinte encontra-se a verificação do coletor doméstico previsto.

DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO: VERIFICAÇÃO DO FUNCIONAMENTO																
Coletor Doméstico																
Troço	CÁLCULO HIDRÁULICO												ESCOAMENTO			
	Material	DN [mm]	Q [m³/s]	Ks [m¹³/s]	i [v/h]	Q/(i¹⁵/²)	Qf/(i¹⁵/²) (m³/s)	Vf/(i¹⁵/²) (m/s)	RH (m)	Qf (m³/s)	Vf (m/s)	Q/Qf	V/Vf	V (m/s)	τ	% da secção ocupada
1	PP	250	0,01	110	0,005	0,136	0,7644	16,8682	0,0601	0,056	1,240	0,178	0,7396	0,92	3	28%
2	PP	250	0,01	110	0,005	0,141	0,7644	16,8682	0,0601	0,054	1,193	0,185	0,7396	0,88	3	28%
3	PP	250	0,01	110	0,005	0,141	0,7644	16,8682	0,0601	0,054	1,193	0,185	0,7396	0,88	3	28%
4	PP	250	0,01	110	0,005	0,141	0,7644	16,8682	0,0601	0,054	1,193	0,185	0,7396	0,88	3	28%
5	PP	250	0,01	110	0,005	0,141	0,7644	16,8682	0,0601	0,054	1,193	0,185	0,7396	0,88	3	28%
6	PP	250	0,01	110	0,007	0,120	0,7644	16,8682	0,0601	0,064	1,411	0,156	0,7007	0,99	4	25%
7	PP	250	0,01	110	0,006	0,129	0,7644	16,8682	0,0601	0,059	1,307	0,169	0,7396	0,97	4	28%
8	PP	250	0,01	110	0,006	0,129	0,7644	16,8682	0,0601	0,059	1,307	0,169	0,7396	0,97	4	28%
9	PP	250	0,01	110	0,019	0,073	0,7644	16,8682	0,0601	0,105	2,325	0,095	0,6151	1,43	11	20%
10	PP	250	0,01	110	0,031	0,057	0,7644	16,8682	0,0601	0,135	2,970	0,074	0,5677	1,69	19	18%
11	PP	250	0,01	110	0,016	0,079	0,7644	16,8682	0,0601	0,097	2,134	0,103	0,6151	1,31	10	20%
12	PP	250	0,01	110	0,017	0,077	0,7644	16,8682	0,0601	0,100	2,199	0,100	0,6151	1,35	10	20%
13	PP	250	0,01	110	0,028	0,060	0,7644	16,8682	0,0601	0,128	2,823	0,078	0,5677	1,60	17	18%
14	PP	250	0,01	110	0,040	0,050	0,7644	16,8682	0,0601	0,153	3,374	0,065	0,5168	1,74	24	15%
15	PP	250	0,01	110	0,018	0,075	0,7644	16,8682	0,0601	0,103	2,263	0,098	0,6151	1,39	11	20%
16	PP	250	0,01	110	0,005	0,141	0,7644	16,8682	0,0601	0,054	1,193	0,185	0,7396	0,88	3	28%
17	PP	250	0,01	110	0,005	0,141	0,7644	16,8682	0,0601	0,054	1,193	0,185	0,7396	0,88	3	28%
18	PP	250	0,01	110	0,040	0,050	0,7644	16,8682	0,0601	0,153	3,374	0,065	0,5168	1,74	24	15%
19	PP	250	0,01	110	0,064	0,040	0,7644	16,8682	0,0601	0,193	4,267	0,052	0,5168	2,21	38	15%
20	PP	250	0,01	110	0,072	0,037	0,7644	16,8682	0,0601	0,205	4,520	0,049	0,5168	2,34	43	15%
21	PP	250	0,01	110	0,019	0,072	0,7644	16,8682	0,0601	0,106	2,337	0,094	0,6151	1,44	12	20%
22	PP	250	0,01	110	0,004	0,162	0,7644	16,8682	0,0601	0,047	1,040	0,212	0,7761	0,81	2	30%
23	PP	250	0,01	110	0,004	0,162	0,7644	16,8682	0,0601	0,047	1,040	0,212	0,7761	0,81	2	30%

4 DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

4.1 VALA DE ASSENTAMENTO

Está prevista a implantação dos coletores da rede residual em vala própria. O detalhe da vala a considerar encontra-se nos pormenores construtivos anexados ao presente projeto.

4.2 CAIXAS DE VISITA

Ao longo dos coletores gravíticos serão instaladas câmaras de visita:

- ✂ Na confluência de coletores;
- ✂ Nos pontos de mudança de direção em planta, inclinação e de diâmetro dos coletores;
- ✂ Nos alinhamentos retos, onde o afastamento máximo entre câmaras de visita consecutivas não deve ultrapassar os 60 m.
- ✂ As caixas de visita foram projetadas com dimensões que permitam fácil acesso ao operador e assegurem no seu interior espaço livre suficiente para as operações a que se destinam. O trecho final, onde assentará a tampa, deverá ser troncocónico assimétrico, de modo a facilitar a entrada do operador.

5 SISTEMA ELEVATÓRIO

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

De acordo com a orografia da área de intervenção será necessária a construção de uma (1) estação elevatória para elevação das águas residuais domésticas e respetiva conduta elevatória. O sistema elevatório será constituído pelos seguintes elementos:

- Câmara de desvio em betão armado;
- Poço de bombagem pré-fabricado em poliéster reforçado a fibra de vidro (PRFV) com 1.80m de diâmetro, com grupos eletrobomba submersíveis e cesto para recolha de detritos;
- Câmara de manobras em betão armado;
- Conduta elevatória em PEAD MRS100 PN10 DN200mm;
- Quadro elétrico.

5.2 CONDUTA ELEVATÓRIA

No dimensionamento da conduta elevatória proposta foi, sempre que possível, seguido o disposto no RG, do qual se destacam os seguintes pontos:

- Escoamento a seção cheia;

- Diâmetro interior mínimo de 100mm;
- Velocidade mínima recomendável 0,7 m/s;
- Velocidade máxima 2,0 m/s;
- Inclinação mínima de 0,5% nos troços descendentes e de 0,3% nos troços ascendentes;
- Inclinação máxima de 15%, prevendo-se a colocação de maciços de amarração nos casos em que esta inclinação seja ultrapassada, de modo a assegurar a estabilidade das tubagens;
- A linha piezométrica não deve intersectar a conduta elevatória;
- Colocação de maciços de amarração nas curvas e pontos singulares, de acordo com a resistência do solo e da tubagem;
- Nos pontos altos deverão ser colocadas ventosas, para possibilitar a libertação de ar e gás que normalmente se forma nas tubagens;
- Nos pontos baixos deverão ser colocadas descargas de fundo para possibilitar o esvaziamento da conduta quando for necessário proceder-se a reparações;
- Recobrimento mínimo de 0,80m. Nos casos em que não for cumprido este requisito deverá ser prevista a proteção da tubagem com uma estrutura em betão armado, de forma a salvaguardar-se a sua integridade.

No **Quadro 5.1** resumem-se os valores de caudais contemplados no dimensionamento da conduta elevatória.

Quadro 5.1 - Caudais de dimensionamento das condutas elevatórias

Conduta Elevatória	Caudal afluente à EE (m³/h)	Caudal de Bombagem (m³/h)
CE	77,18	77,76

O cálculo do caudal de dimensionamento foi efetuado através da seguinte expressão:

$$Q = V \times S$$

em que S corresponde à seção da tubagem, em m².

O diâmetro proposto obedece ao cumprimento das velocidades mínima e máxima, recomendadas para o dimensionamento de condutas elevatórias em pressão, tendo em consideração o caudal de débito da bomba selecionada. No Quadro 5.2 são apresentadas as condições de funcionamento para a conduta em pressão prevista neste estudo.

Quadro 5.2 - Condições de Funcionamento da Conduta Elevatória

Conduta Elevatória	Débito da Bomba (m³/h)	Diâmetro Interno da Tubagem (mm)	Velocidade de Escoamento (m/s)
CE	77,76	176,20	0,88

5.3 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

Por forma a remover a maior quantidade possível de sólidos em suspensão provenientes do caudal afluente à estação elevatória, para assim minimizar o desgaste dos grupos eletrobomba, o caudal afluente passa primeiramente pelo cesto de recolha de detritos e só depois é que as águas residuais entram no poço de bombagem.

De forma a evitar a intervenção em qualquer equipamento no interior do poço de bombagem, devido à eventual toxicidade do ambiente, e também para facilitar o acesso às válvulas para operações de funcionamento e manutenção, a estação elevatória está equipada com uma câmara de válvulas separada, instalada a jusante do poço de bombagem. Esta câmara é constituída por uma caixa em betão onde se instalam as válvulas de retenção, de secionamento e os acessórios de transição nomeadamente curvas, cones de redução e juntas de desmontagem.

As válvulas de secionamento são instaladas a jusante das válvulas de retenção, conforme respetiva peça desenhada.

A estação elevatória está provida de uma descarga de emergência (ou “by-pass”), que entra em funcionamento quando a cota de água no poço de bombagem atinge um nível superior ao nível máximo de funcionamento ordinário, descarregando rede de drenagem pluvial.

Os grupos eletrobomba a instalar são 2, sendo um reserva do outro, podendo também funcionar em conjunto para reforçar a capacidade elevatória (em casos excecionais).

O volume mínimo da cuba de aspiração foi determinado a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Volume mínimo} = 900 \times \frac{Q_{\text{total}}}{\text{Número de arranques/ hora}}$$

Para o posicionamento das sondas de nível foi definido o nível de paragem como sendo a altura mínima de lâmina líquida que deverá existir na cuba de aspiração, de modo a que os grupos eletrobomba não entrem em cavitação.

O número máximo de arranques por hora considerado foi de 7.

O volume útil máximo corresponde ao máximo tempo de retenção (T_r) admissível da água residual no poço (5 a 10 minutos para os caudais médios afluentes, de acordo com o Decreto-Regulamentar nº 23/95).

O tempo de retenção define-se como o tempo que, em média, a massa líquida fica retida no interior do poço de bombagem, e foi calculado a partir da seguinte expressão:

$$T_r = \frac{V}{2 \times Q_a} + \frac{V}{2 \times Q_b}$$

Sendo:

T_r - tempo de retenção [s];

V - Volume [m^3];

Q_a -caudal médio afluente [m^3/s];

Q_b -caudal bombado [m^3/s].

Assim, o volume útil tem o valor máximo calculado pela expressão seguinte:

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{2 \times T_r \times Q_a \times Q_b}{Q_a \times Q_b}$$

Sendo:

$V_{m\acute{a}x}$ - volume útil máximo [m^3];

T_r - tempo de retenção [s];

Q_a -caudal médio afluente [m^3/s];

Q_b -caudal bombado [m^3/s].

O nível de alarme corresponderá à margem de segurança que deverá existir entre a cota correspondente ao nível de arranque das bombas e a cota da soleira do emissário afluente à estação, para que não se verifique nem o retrocesso de caudal, nem a inundação da câmara de manobras.

Como boa prática de execução das câmaras de desvio e de manobras propõem-se o seguinte:

- Revestimento interior com pinturas ou resinas epoxídicas ou equivalente, resistentes à corrosão;
- Tampas em FFD da classe de resistência D400, com sistema de fecho e antiqueda.

5.4 GOLPE DE ARIETE

De modo a verificar o comportamento da conduta elevatória aos efeitos da sobrepressão e depressão, tendo em conta as tensões tangenciais circunferenciais e as longitudinais, e verificar a sua compatibilidade em comportamento mecânico, em função das ondas elásticas geradas, aquando da súbita interrupção do escoamento, é necessário efetuar o estudo do golpe de aríete.

Assim, são analisados os diversos fatores intervenientes, e ponderados no cálculo, para que se obtenha a solução eficaz para a estação elevatória em estudo.

No **Quadro 5.3** resumem-se os dados de base para a verificação do Golpe de Aríete.

QUADRO 5.3 Dados de base para verificação do Golpe de Aríete

Parâmetro	Unidade	CE
Comprimento total da conduta	m	1194,24
Diâmetro interno	mm	176,20
Espessura da Parede	mm	11,90
Material constituinte	-	PEAD MRS100 PN10
Módulo de Elasticidade material	N/m ²	950000000
Fluido em Trânsito	-	Água residual
Módulo de Elasticidade Fluido	N/m ²	2070000000
Peso específico do fluido	kg/m ³	1000
Caudal em regime permanente	l/s	21,44
Velocidade em regime permanente	m/s	0,88
Desnível Geométrico	m	20,67
Altura Manométrica	m.c.a.	25,62
Cota da Carga Estática	m	133,61

No estudo do caso de interrupção súbita do escoamento obtiveram-se os valores de tempo de inércia para determinação da variação de pressão, os quais se apresentam no Quadro 5.4.

Quando o valor do tempo de inércia é superior ao valor do tempo de percurso de onda, considera-se a manobra de fecho como manobra lenta, caso contrário, a manobra de fecho é considerada uma manobra rápida, determinando-se assim a variação de pressão a partir da fórmula de Michaud.

O Quadro 5.5 apresenta os parâmetros iniciais característicos da conduta e necessários à verificação do golpe de aríete.

QUADRO 5.4. Características para verificação do Golpe de Aríete

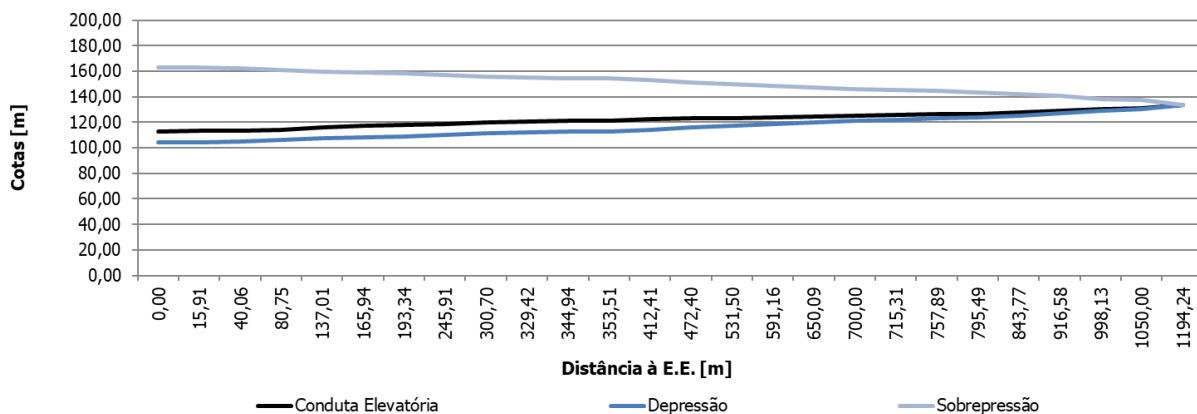
Parâmetro	Unidade	CE
Celeridade das ondas elásticas	m/s	249,46
Tempo de percurso de onda	s	9,57
C	m/s	1
k	m	1,5
Tempo de inércia da coluna líquida	s	7,27
Manobra de fecho	-	Rápida

QUADRO 5.5. Variações de Pressão calculadas através da fórmula de Michaud

Parâmetro	Unidade	CE
ΔH	m c.a.	$\pm 29,43$
Cota piezométrica mínima na EE "Hmin"	m	104,18
Cota piezométrica máxima na EE "Hmax"	m	163,04
Sobrepresão máxima DH^+	m	50,10
Depressão máxima DH^-	m	-8,76

As variações de pressão ao longo da conduta são apresentadas na figura seguinte.

FIGURA 5.1. Variação da pressão na conduta elevatória



Da análise das sobrepressões e depressões verificadas ao longo da conduta elevatória, aquando da paragem súbita do escoamento, verifica-se que não há necessidade de proteção ao golpe de aríete, uma vez que as sobrepressões e depressões apresentam valores aceitáveis para a classe de pressão definida (10kgf/cm²).

5.5 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

Será composta por duas estruturas independentes nomeadamente poço de bombagem e câmara de válvulas, com as características apresentadas no Quadro 5.6.

O poço de bombagem será executado em betão armado e deverá incluir no seu interior, devidamente instalados e prontos a usar os seguintes equipamentos:

- Grupos eletrobomba constituídos por bombas em FFD com impulsores em aço com alto teor de cromo e sistema anti obstrução;
- Bases de assentamento com acoplamento automático e curva a 90°C, por bomba;
- Tubagem interna de compressão DN150 em aço inoxidável AISI 316 L;
- Guias em aço inoxidável com respetivos suportes;
- Fundo especial com função de limpeza automática;
- Ligações em PVC DN100, devidamente seladas, para conexão de tubagem para ventilação forçada e passagem de cabos.

A câmara de válvulas será executada também em betão armado, e deverá incluir no seu interior, devidamente instalados e prontos a usar os seguintes equipamentos:

- Válvulas de retenção DN150, adequadas a águas residuais;
- Válvulas de seccionamento DN150 por bomba, adequadas a águas residuais;
- Tubagem para descarga da conduta elevatória, equipada com válvula de seccionamento DN200;
- Coletor de compressão DN150 em FFD para ligação à tubagem de PEAD.

O caudal de água residual a elevar através da conduta elevatória foi determinado com base no débito das bombas selecionadas, capazes de vencer as alturas manométricas pretendidas.

O volume mínimo útil para as cubas de aspiração foi definido de acordo com a equação:

$$\text{Volume mínimo útil} = 900 \times \frac{Q_{\text{Total}}}{N^{\circ} \text{ arranques/hora}}$$

No Quadro 5.6 resumem-se as principais características do poço de bombagem e da respetiva câmara de manobras.

Quadro 5.6 - Características do Poço de Bombagem e da Câmara de Manobras

Parâmetro		EE
Poço de Bombagem em fibra de vidro	Ø	1,80m
	Profundidade	4,00
Câmara de Válvulas	Comp x Larg	4,50 x 1,80
	Profundidade	1,30
Tubagem interna	Tipo de material	Aço Inox AISI 316 L

Para o posicionamento das sondas de nível definiu-se o nível de paragem como sendo a altura mínima de lâmina líquida que deverá existir na cuba de aspiração, de modo a que os grupos eletrobomba não entrem em cavitação.

O nível de alarme corresponderá à margem de segurança que deverá existir entre a cota correspondente ao nível de arranque das bombas e a cota da soleira do emissário afluente à estação, para que não se verifique o retrocesso de caudal.

No Quadro 5.7, são apresentadas as cotas de instalação das sondas de nível, bem como o volume mínimo útil da cuba para a estação elevatória proposta.

Quadro 5.7 - Volume da cuba e cotas de instalação das sondas de nível

Parâmetro	EE
Volume mínimo útil [m ³]	2,76
Sonda de Alarme [m]	111,74
Sonda de Arranque [m]	111,54
Sonda de Paragem [m]	110,44

De acordo com a altura útil na estação elevatória, que é de 2,23m, e subtraindo a altura do cesto (admitida como sendo de 0,50m), verifica-se que com as cotas de instalação das sondas de nível existe uma “folga” entre o fundo do cesto de detritos e a sonda de alarme pelo que está garantido que o cesto não flutuará com um eventual enchimento da estação elevatória.

5.5.1 Grupos Eletrobomba

O grupo eletrobomba foi dimensionado para o caudal previsto de modo a que se consiga garantir sempre a velocidade mínima na conduta elevatória projetada.

A altura manométrica a vencer pelas bombas corresponde ao somatório do desnível geométrico, entre a soleira da cuba de aspiração e a cota de entrada na caixa de transição da conduta elevatória para a rede de drenagem existente, e as perdas de carga contínuas e localizadas que se verificam ao longo do percurso.

No Quadro 5.8, são apresentadas as características do grupo eletrobomba considerado para a estação elevatória.

Quadro 5.8 - Características dos grupos eletrobomba da estação elevatória

Estação Elevatória	Altura manométrica (m.c.a)	Caudal a elevar (l/s)	Potência (kW)
EE	25,62	21,44	18,2

Uma vez que a potência estimada das bombas é superior a 11kW, os grupos de bombagem têm que ter classificação de eficiência energética IE3.

As eletrobombas são submersíveis, próprias para instalação permanente numa fossa, monocelulares de eixo vertical e com impulsores abertos do tipo vórtex, com passagem de sólidos a 80mm.

No Anexo 1 apresentam-se as especificações técnicas a que o grupo eletrobomba deverá responder.

6 EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As obras a realizar deverão respeitar os preceitos normais para trabalhos desta natureza e materializar as soluções definidas neste projeto. É natural que durante a execução da obra a realidade determine pequenos ajustes ou modificações ao definido no projeto com base na cartografia da área em estudo, fotografia aérea e visitas ao local.

No entanto estas modificações ou ajustes não deverão em caso algum contrariar a filosofia das soluções propostas.

6.2 MACIÇOS DE AMARRAÇÃO

Serão colocados maciços de amarração, conforme desenhos de pormenor apresentados, sempre que, após ensaio de pressão na vala, se verifique necessário.

6.3 RECOMENDAÇÕES

Antes do início dos trabalhos recomenda-se a confirmação através da aferição local de toda a informação apresentada no projeto relativa à localização, cotas e materiais dos coletores e dos pontos de ligação à rede existente, informação recolhida no local.

Relativamente aos sistemas existentes e antes da realização das ligações previstas, o Adjudicatário deverá verificar o estado de funcionamento dos coletores e das respetivas caixas de visita.

6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em tudo o que diz respeito à rede de drenagem residual dever-se-á respeitar o especificado nas condições técnicas da Águas da Região de Aveiro e estar de acordo com o preconizado neste projeto, naquilo que lhe for imputável.

De igual modo todos os trabalhos deverão ser executados com perfeição e solidez tendo em atenção os regulamentos, normas e demais legislação em vigor, as indicações do projeto e as instruções e aprovação prévia da Fiscalização.

7 CONDIÇÕES TÉCNICAS

As condições técnicas a ter em conta no presente projeto são as pertencentes à Águas da Região de Aveiro, sendo que todos os elementos se encontram disponíveis para download em www.adra.pt, na área reservada aos Projetos de Infraestruturas.

8 CADERNO DE ENCARGOS

O caderno de encargos apresentado foi elaborado com base no Caderno Tipo de Obra da IP-Infraestruturas de Portugal, S.A., nas rúbricas que lhe são aplicáveis.

<https://servicos.infraestruturasdeportugal.pt/pt-pt/parceiros/fornecedores/gestao-de-contratos-de-empreitada/fornecedores-documentacao-ips>

Dezembro de 2022




Pedro Reis, Eng. Téc. Civil

Membro n.º 5296 da OET

 *Engimind - Consultores de Engenharia e Planeamento, Lda.*

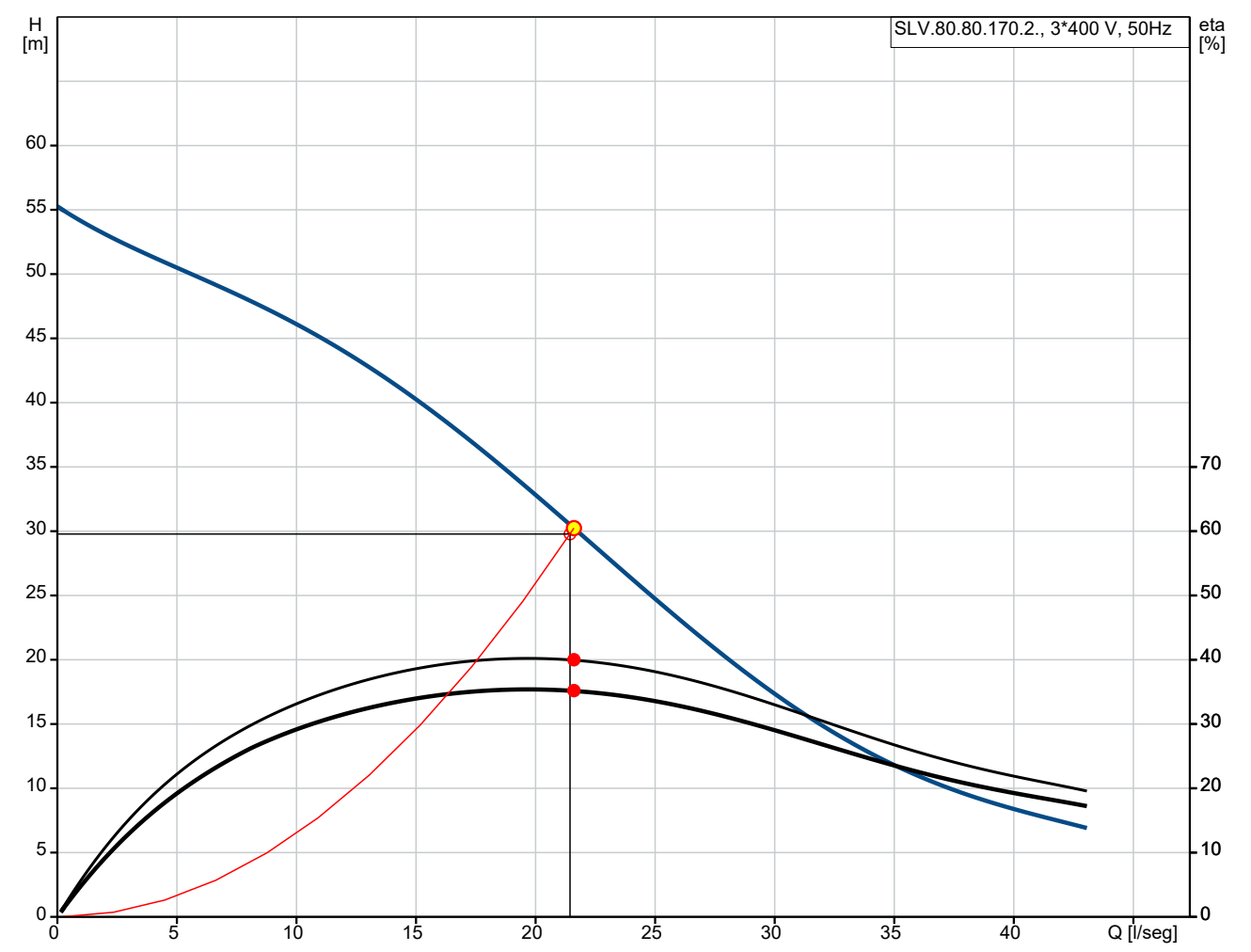
ANEXOS

ANEXO 1 - CARATERÍSTICAS DO GRUPO DE BOMBAGEM

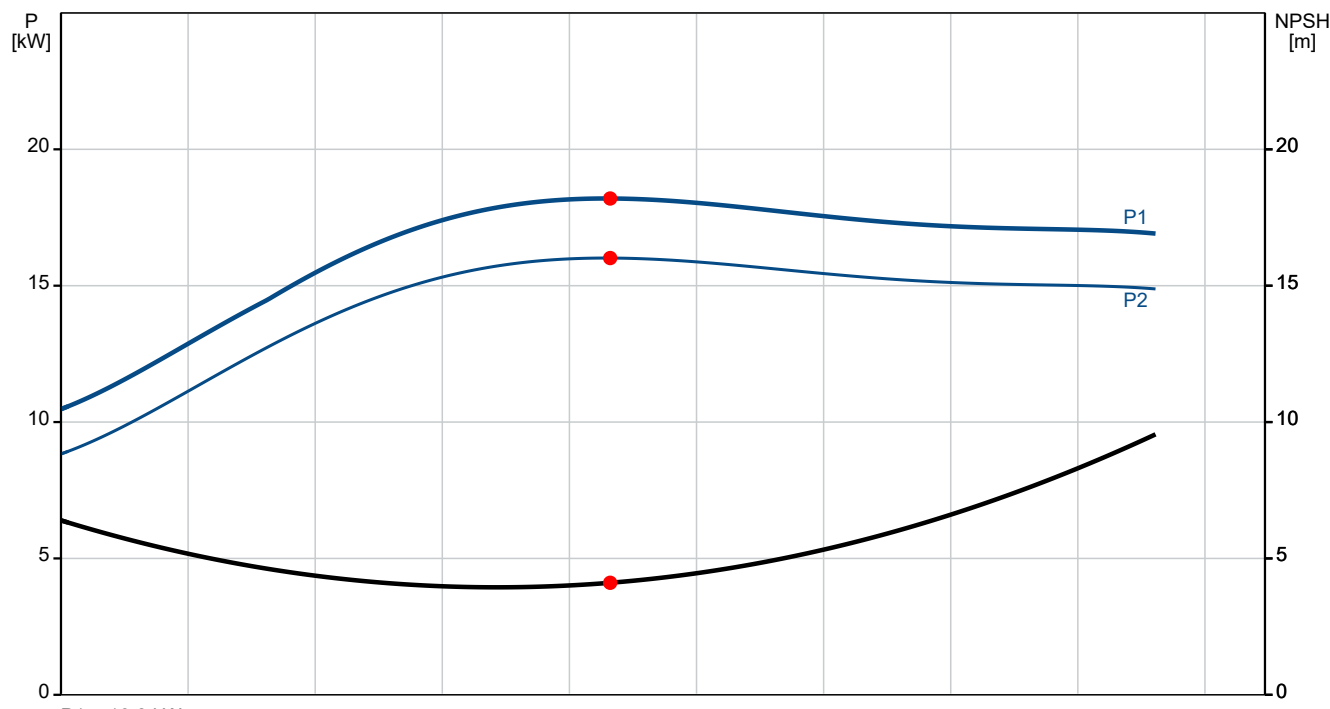
Quantid.	Descrição
1	<p>SLV.80.80.170.2.52H.S.N.51D.A</p>  <p>Nota! Imagem do produto pode diferir do prod. real</p> <p>Código: 99774681</p> <p>Bomba centrífuga monocelular não auto-ferrante concebida para o manuseamento de águas residuais, águas de processo e águas de esgotos brutos não filtrados.</p> <p>A bomba foi concebida para funcionamento intermitente e contínuo em instalações submersas. O eficiente impulsor SuperVortex proporciona passagem de fibras longas e sólidos até 80 mm e é adequado para águas residuais com teor de matéria seca de até 5%.</p> <p>A bomba é fornecida com um motor Grundfos de elevada eficiência, fabricado com componentes IE3.</p> <p>Controlos:</p> <p>Sensor de humidade: com sensores humidade</p> <p>Líquido:</p> <p>Gama de temperatura do líquido: 0 .. 40 °C</p> <p>Temperatura do líquido durante operação: 20 °C</p> <p>Densidade: 998.2 kg/m³</p> <p>Técnicos:</p> <p>Caudal efectivo calculado: 21.6 l/seg</p> <p>Taxa de fluxo máxima: 43.1 l/seg</p> <p>Altura manométrica resultante da bomba: 30.24 m</p> <p>Tipo de impulsor: SUPER VORTEX</p> <p>Máximo de partículas: 80 mm</p> <p>Aprovações: CE,EAC,RCM</p> <p>Curva de tolerância: ISO9906:2012 3B</p> <p>Cooling jacket (Yes/No): N</p> <p>Velocidade nominal do acionador: 2950 rpm</p> <p>Materiais:</p> <p>Corpo da bomba: Ferro fundido</p> <p>Caixa da bomba: EN 1561 EN-GJL-250</p> <p>Impulsor: Cast iron</p> <p>EN 1563 EN-GJS-500-7</p> <p>Qualidade do material do impulsor: ASTM A536-84 Grade 70-50-05</p> <p>Motor: Ferro fundido</p> <p>EN 1561 EN-GJL-250</p> <p>Selagem do veio: SIC-SIC</p> <p>Secondary shaft seal: SIC-CARBON</p> <p>Instalação:</p> <p>Gama de temperatura ambiente: -20 .. 40 °C</p> <p>Pressão máx. de funcionamento: 8 bar</p> <p>Flange padrão: DIN</p> <p>Dimensão da conexão de entrada: DN 100</p> <p>Dimensão da conexão de saída: DN 80</p> <p>Estágio da pressão: PN 10</p> <p>Maximum installation depth: 20 m</p> <p>Acoplamento automático: 96102240</p> <p>Apoio de base: 96102313</p> <p>Dimensão da estrutura: 52</p> <p>Car. eléctricas:</p> <p>Entrada de alimentação P1: 19.2 kW</p> <p>Potência nominal - P2: 17 kW</p>

Quantid.	Descrição
1	<p> Frequência da rede: 50 Hz Tensão nominal: 3 x 380-415/660-690 V Tolerância tensão: +10/-10 % N.º máximo de arranques por hora: 20 Corrente nominal: 34-32/20-19 A Consumo máximo de energia: 33 A RequestedVoltage: 400 V RatedCurrentAtThisVoltage: 32.9 A Corrente de arranque: 315 A Corrente nominal sem carga: 12.8 A Velocidade nominal do acionador: 2950 rpm Eficiência do motor com carga total: 88 % Eficiência do motor a 3/4 de carga: 88 % Eficiência do motor a 1/2 carga: 84 % Número de pólos: 2 Método de arranque: Y/D Classe de protecção (IEC 34-5): IP68 Classe de isolamento (IEC 85): H Antideflagrante: ñ Tipo de cabo: S1BN8-F Comprimento do cabo de alimentação: 10 m Winding resistance: 0.400 Ohm Cos phi 1/1: 0.86 Cos phi 1/2: 0.73 Cos phi 3/4: 0.82 </p> <p> Outros: Peso líquido: 269 kg Peso bruto: 297 kg Volume de expedição: 1.04 m³ País de origem: HU Nº taxa aduaneira: 84137021 </p>

99774681 SLV.80.80.170.2.52H.S.N.51D.A 50 Hz

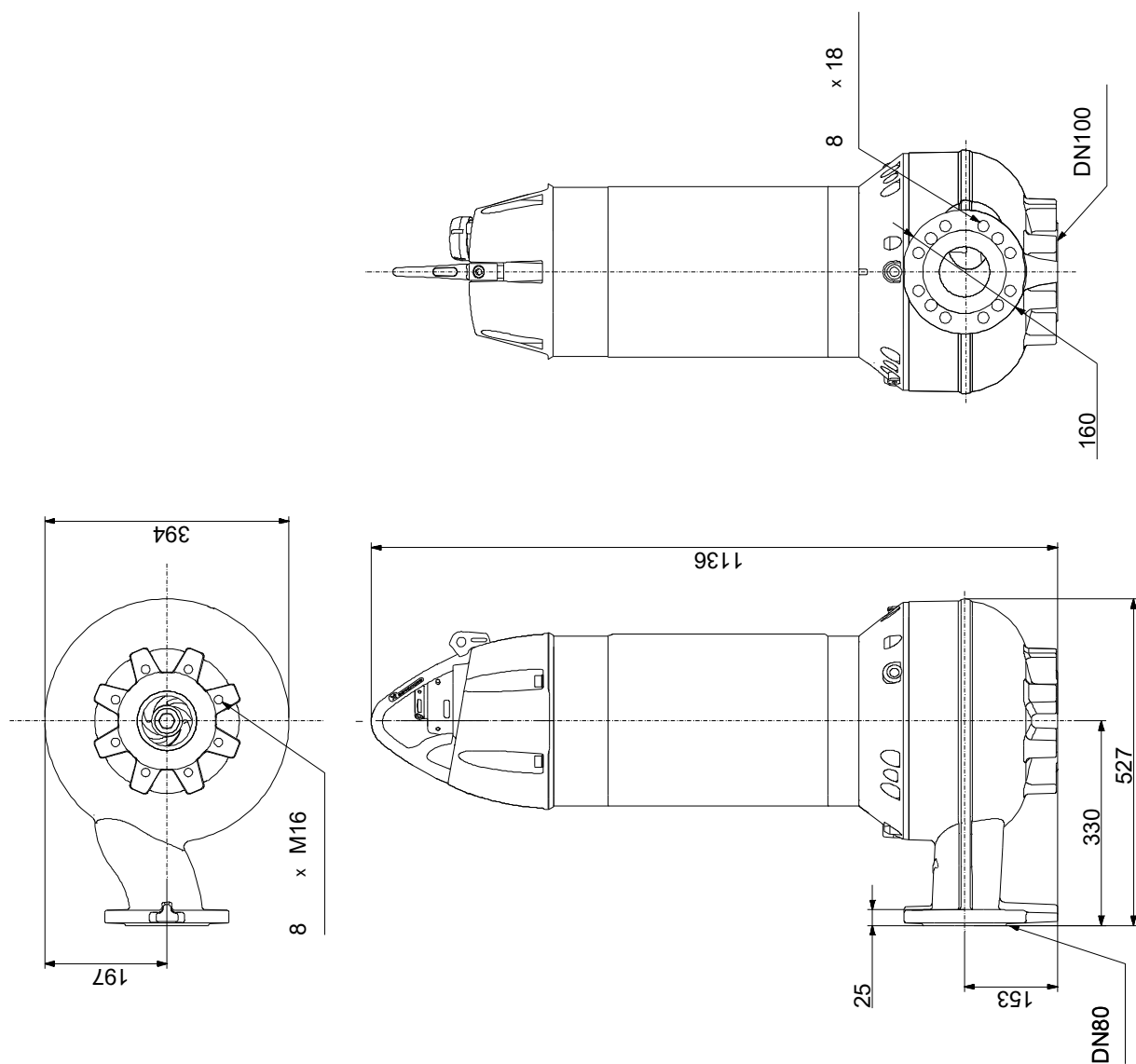


Q = 21.6 l/seg
H = 30.24 m
Temperatura do líquido durante o funcionamento = 20 °C
Bomba Eta = 40 %
Bomba+mot. Eta = 35.2 %



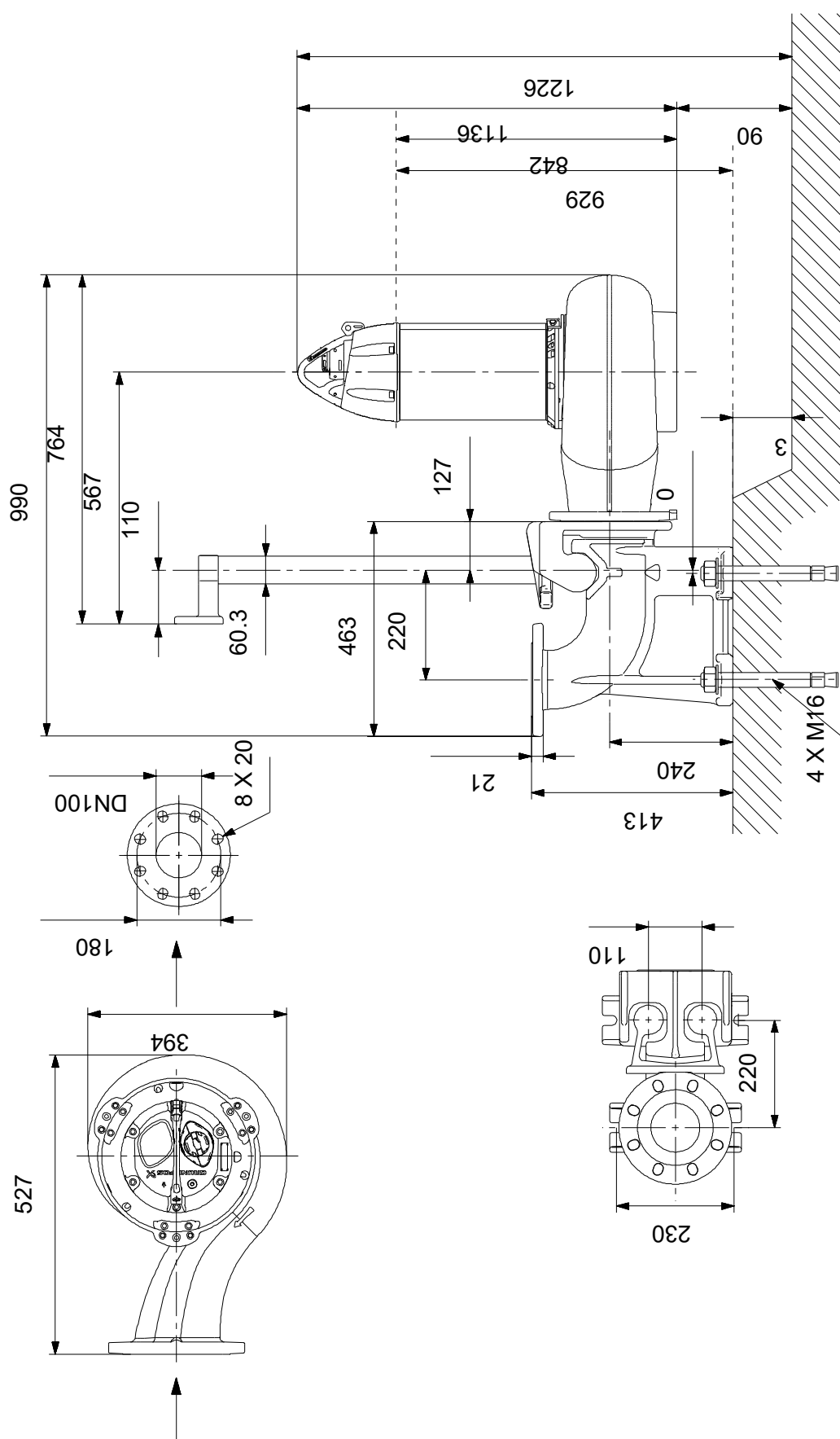
P1 = 18.2 kW
P2 = 16.01 kW
NPSH = 4.11 m

99774681 SLV.80.80.170.2.52H.S.N.51D.A 50 Hz



Nota! Todas as unidades estão em [mm], salvo indicação contrária.
Exclusão de responsabilidade: este desenho dimensional simplificado não apresenta todos os detalhes.

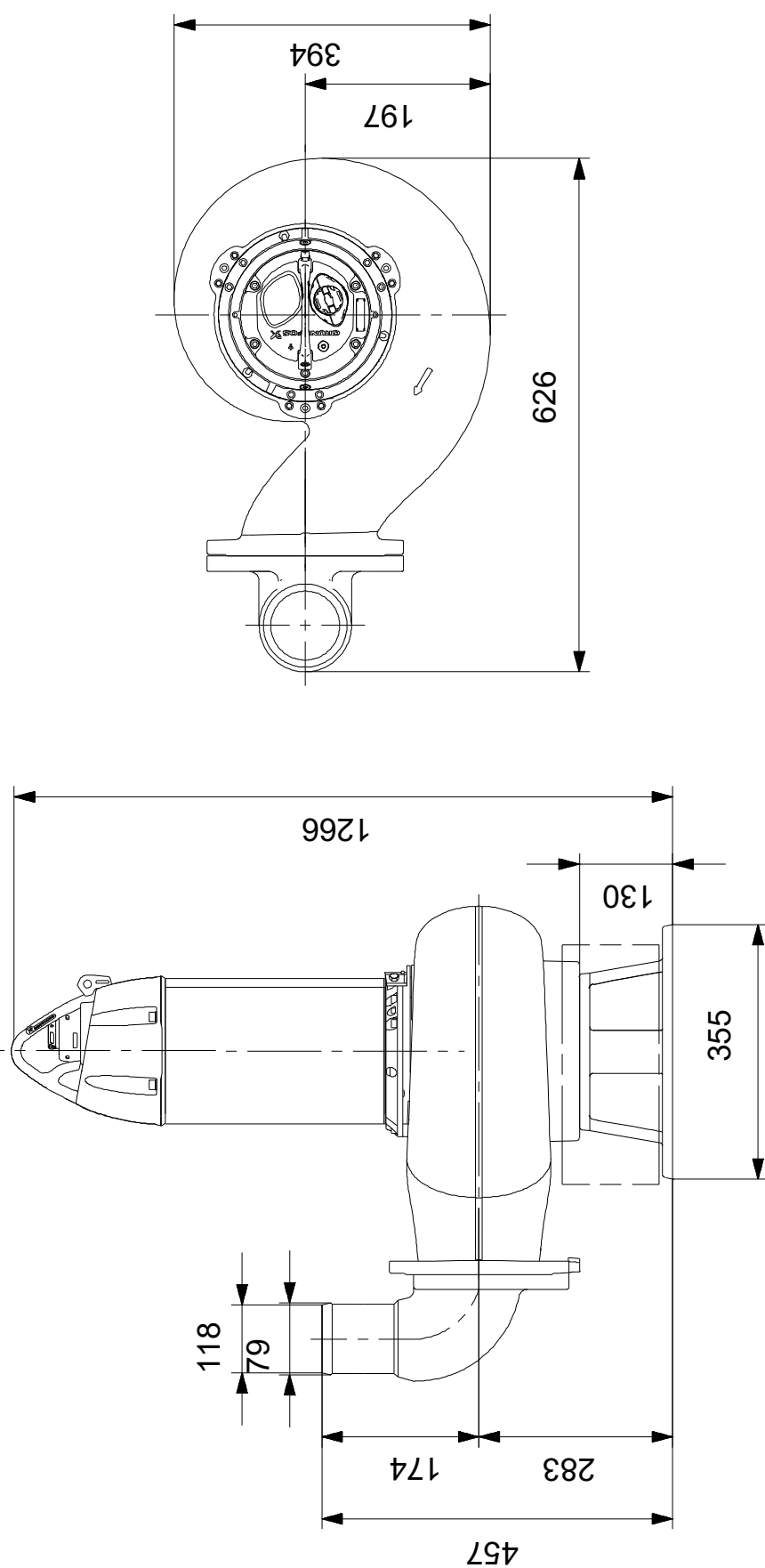
99774681 SLV.80.80.170.2.52H.S.N.51D.A 50 Hz



Nota! Todas as unidades estão em [mm], salvo indicação contrária.

Exclusão de responsabilidade: este desenho dimensional simplificado não apresenta todos os detalhes.

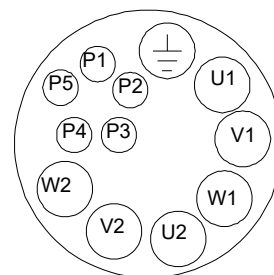
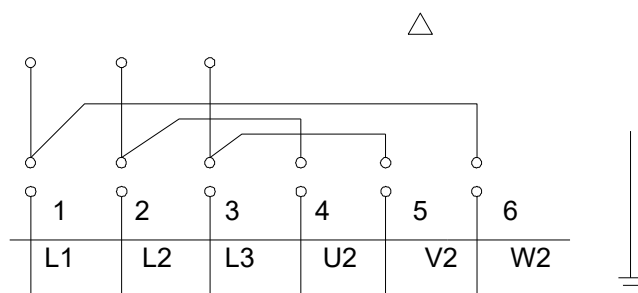
99774681 SLV.80.80.170.2.52H.S.N.51D.A 50 Hz



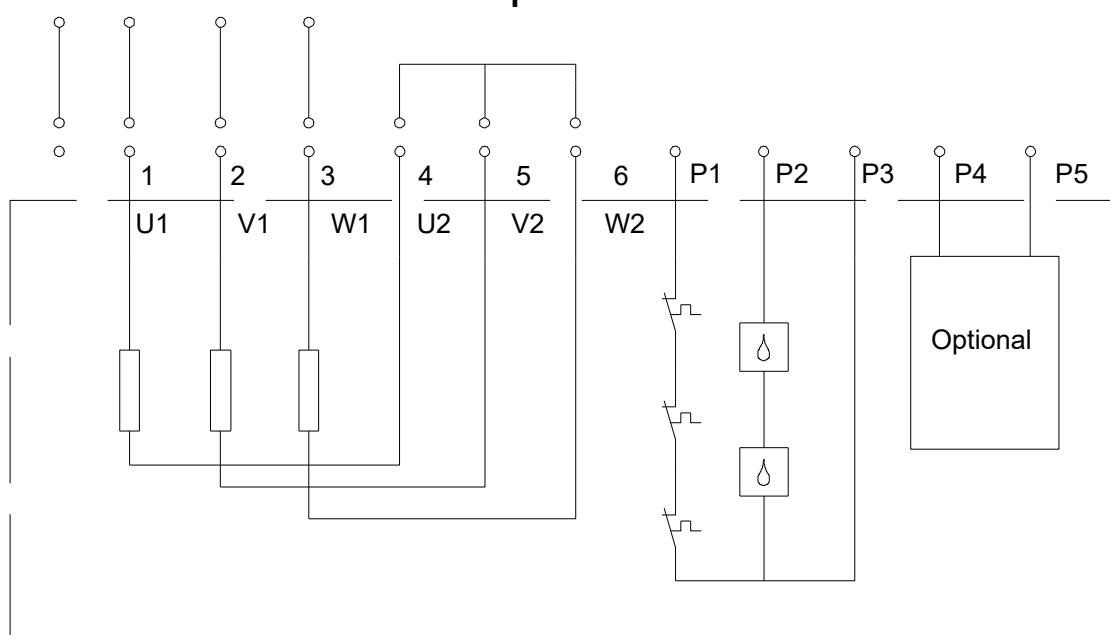
Nota! Todas as unidades estão em [mm], salvo indicação contrária.
Exclusão de responsabilidade: este desenho dimensional simplificado não apresenta todos os detalhes.

Wiring diagram. 12-wire cable

L1 L2 L3 Delta



L1 L2 L3 Star
Y



Nota! Todas unidades em [mm] salvo indicação contrária.

99774681 SLV.80.80.170.2.52H.S.N.51D.A 50 Hz

Entrada

Geral
Seleccione familia de bombas SE/SL 9-30 kW
Aplicação Águas residuais

Editar perfil de carga
Perfil de carga Carga total

Custo cic. vida
Qual o nível de detalhe que pretende na análise do Custo do Ciclo de Vida? Análise simples do CCV
Pump A

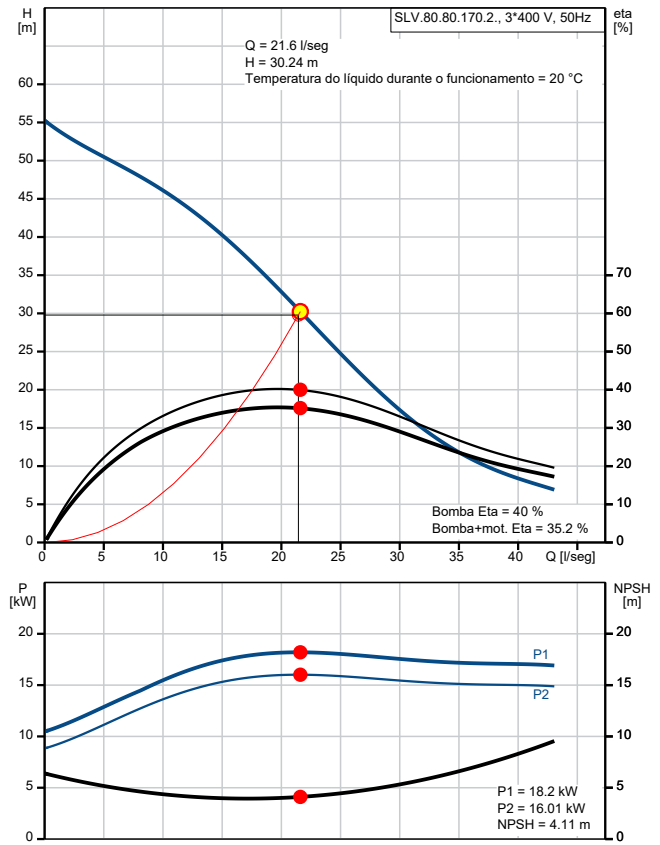
Configurações da lista de resultados
Preço da energia 0.22 EUR/kWh
Aumento do preço da energia 6 %
CO2 emission intensity 0.325 kg/kWh
Período de cálculo 10 anos

Carregar perfil

1
Cdl. (%) 100
Tmpto (h/a) 1000

Result.dimen.

Cdl. 21.6 l/seg
Alt. 30.24 m
Pot. P1 18.2 kW
Potência P2 16.01 kW
Bom.Eta 40.0 %
Bomba+mot. Eta 35.2 % =Bom. Eta * Mot. Eta
Consumo de energia 18059 kWh/Ano
Emissões CO2 5870 kg/Ano
Custo Cic. Vida 68657 EUR /10Anos



Instalação e entrada

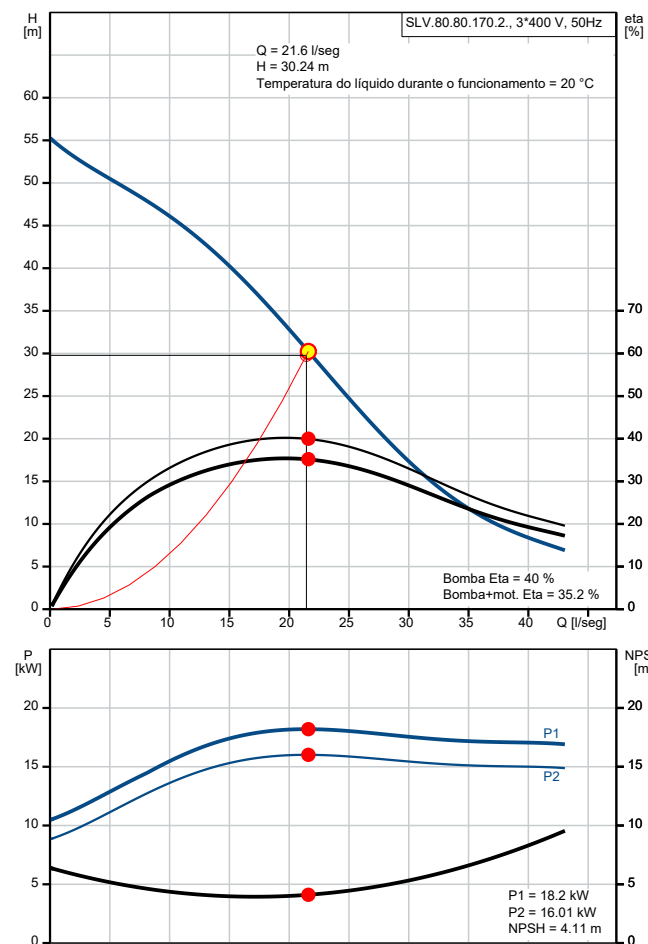
Resultados do dimensionamento

Código: 99774681
 Cdl.: 21.6 l/seg
 Alt.: 30.24 m
 Pot. P1: 18.2 kW
 Bom.Eta: 40.0 %
 Bomba+mot. Eta: 35.2 % = Bom. Eta * Mot. Eta
 Consumo de energia: 18059 kWh/Ano
 Emissões CO2: 5870 kg/Ano

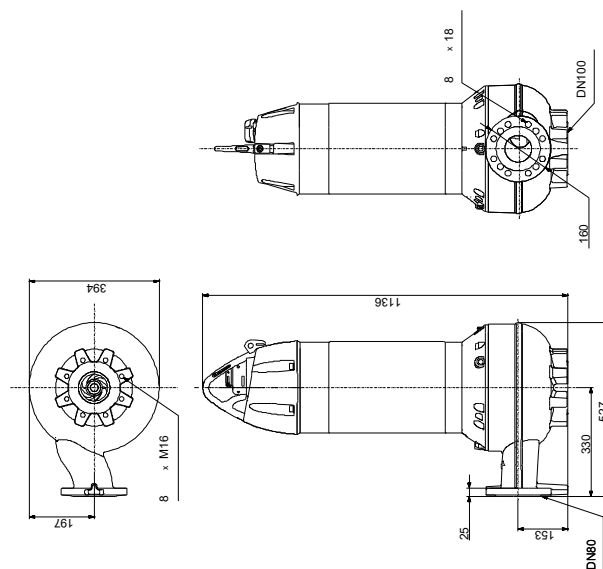
Perfil carga

1
 Cdl. (%) 100
 Tmpo (h/a) 1000

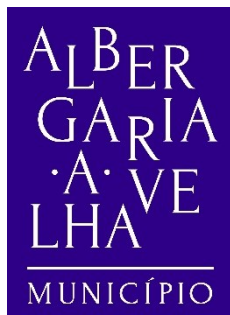
Curva da bomba



Desenho dimensional



Esquema da instalação



ZONA INDUSTRIAL - RUA DO BARREIRO



PROJETO DE EXECUÇÃO

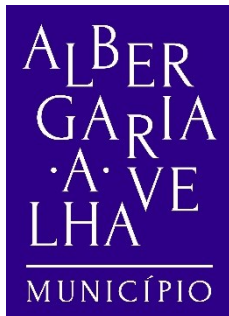
REDE DE DRENAGEM DOMÉSTICA

CADERNO DE ENCARGOS

Revisão	Alteração efetuada	Data	Elaborado	Aprovado
00	Primeira entrega	Jun 2023	MP	PR

Junho de 2023

(Página em Branco)



ZONA INDUSTRIAL - RUA DO BARREIRO

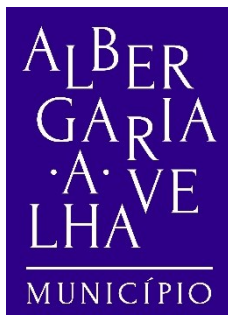
PROJETO DE EXECUÇÃO

REDE DE DRENAGEM DOMÉSTICA

CADERNO DE ENCARGOS

Junho de 2023

(Página em Branco)



ZONA INDUSTRIAL - RUA DO BARREIRO

PROJETO DE EXECUÇÃO

REDE DE DRENAGEM DOMÉSTICA

CADERNO DE ENCARGOS

ÍNDICE

Pág.

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS 3

1. MATERIAIS CONSTITUINTES DAS MISTURAS NÃO LIGADAS, MISTURAS BETUMINOSAS, MISTURAS TRATADAS COM LIGANTES HIDRÁULICOS E BETÃO HIDRÁULICO 3

1.1. SOLOS..... 3

1.2. AGREGADOS..... 3

1.2.1. Agregados naturais3

1.2.2.	Agregados reciclados.....	4
1.3.	FÍLER	7
1.4.	LIGANTES BETUMINOSOS	9
1.4.1.	Betumes de pavimentação	10
1.4.2.	Betumes modificados	11
1.4.3.	Betumes duros	12
1.4.4.	Betumes borracha (BB)	13
1.4.5.	Emulsões betuminosas catiónicas	18
1.5.	ADITIVOS ESPECIAIS PARA MISTURAS BETUMINOSAS	22
1.6.	LIGANTES HIDRÁULICOS	22
1.6.1.	Cimento	22
1.6.2.	Cal	23
1.7.	ADIÇÕES PARA MISTURAS TRATADAS COM LIGANTES HIDRÁULICOS E BETÃO HIDRÁULICO	23
1.8.	ADJUVANTES PARA MISTURAS TRATADAS COM LIGANTES HIDRÁULICOS E BETÃO HIDRÁULICO..	24
1.9.	ÁGUA	25
1.9.1.	Água para camadas não ligadas e misturas betuminosas	25
1.9.2.	Água para misturas tratadas com ligantes hidráulicos e betão hidráulico	25
2.	MATERIAIS PARA CAMADAS NÃO LIGADAS.....	26
3.	MATERIAIS PARA CAMADAS DE MISTURAS BETUMINOSAS A QUENTE	32
3.1.	1. MATERIAIS	32
3.2.	MISTURAS BETUMINOSAS	33
3.2.1.	Misturas betuminosas do grupo do betão betuminoso ¹	34
3.2.2.	Misturas betuminosas do grupo do betão betuminoso drenante	35
3.2.3.	Misturas betuminosas com betume modificado com borracha.....	35
3.3.	TIPOS DE APLICAÇÃO.....	36
3.3.1.	Camada de base	36
3.3.2.	Camada de ligação	39
3.3.3.	Camada de regularização	42
3.3.4.	Camada de desgaste	46
4.	MATERIAIS PARA CAMADAS DE MISTURAS BETUMINOSAS A FRIO.....	55
4.1.	MATERIAIS	55
4.2.	MISTURAS BETUMINOSAS	55
4.2.1.	Agregado britado de granulometria extensa tratado com emulsão	56
4.2.2.	Mistura betuminosa aberta a frio	56
5.	MATERIAIS PARA TRATAMENTOS SUPERFICIAIS	59
5.1.	MATERIAIS	59

5.2. MISTURAS BETUMINOSAS	60
5.2.1. Microaglomerado a frio e slurry seal.....	60
5.2.2. Revestimento superficial	60
6. MATERIAIS PARA CAMADAS DE MISTURAS TRATADAS COM LIGANTES HIDRÁULICOS ..	66
7. MATERIAIS PARA CAMADAS DE BETÃO HIDRÁULICO	75
8. TRABALHOS ESPECÍFICOS DOS PAVIMENTOS RÍGIDOS	83
9. REGAS BETUMINOSAS DE IMPREGNAÇÃO, COLAGEM OU CURA	88
9.1. REGA DE IMPREGNAÇÃO BETUMINOSA	88
9.2. REGA DE COLAGEM.....	88
9.3. REGA DE CURA	89
10. TRABALHOS ESPECIAIS DE PAVIMENTAÇÃO	89
11. MISTURAS RECICLADAS.....	95
11.1. MISTURA RECICLADA “IN SITU” COM CIMENTO	96
11.1.1. Materiais	96
11.1.2. Mistura	97
11.2. MISTURA RECICLADA “IN SITU” COM EMULSÃO.....	98
11.2.1. Materiais	98
11.2.2. Mistura	99
11.3. MISTURA RECICLADA A QUENTE EM CENTRAL.....	100
11.3.1. Materiais	101
11.3.2. Mistura betuminosa reciclada.....	104
11.4. MISTURA RECICLADA SEMI-QUENTE EM CENTRAL	105
11.4.1. Materiais	106
11.4.2. Ligante betuminoso	106
11.4.3. Material betuminoso recuperado.....	106
11.5. MISTURA BETUMINOSA RECICLADA SEMI-QUENTE.....	107
12. PISO ANTIDERRAPANTE DO TIPO TYREGRIIP	108
13. PISO DO TIPO SLURRY ACRÍLICO OU SINTÉTICO	108
14. LANCIL EM BETÃO.....	108
15. LANCIL EM CALCÁRIO	108

MÉTODOS CONSTRUTIVOS	109
16. CONSIDERAÇÕES GERAIS	109
16.1. DEFINIÇÃO DE LOTE	109
17. CAMADAS NÃO LIGADAS.....	109
17.1. CAMADAS EM SOLOS	109
17.1.1. Preparação da superfície subjacente	109
17.1.2. Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	110
17.1.3. Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas	112
17.2. CAMADAS EM MATERIAIS GRANULARES BRITADOS (NATURAIS E RECICLADOS).....	112
17.2.1. Preparação da superfície subjacente	112
17.2.2. Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	113
17.2.3. Produção	114
17.2.4. Manuseamento e armazenamento	115
17.2.5. Transporte	116
17.2.6. Espalhamento	116
17.2.7. Compactação	116
17.3. ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO PARA UNIDADES TERMINADAS	117
18. CAMADAS DE MISTURAS BETUMINOSAS A QUENTE	117
18.1. PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE SUBJACENTE	118
18.2. DISPOSIÇÕES GERAIS PARA O ESTUDO, PRODUÇÃO, TRANSPORTE, ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO	118
18.2.1. Estudo de composição	118
18.2.2. Transposição do estudo de composição para a central de produção de misturas betuminosas	123
18.2.3. Execução de trechos experimentais	124
18.2.4. Produção	125
18.2.5. Armazenamento	129
18.2.6. Transporte	131
18.2.7. Espalhamento	132
18.2.8. Compactação	135
18.2.9. Juntas de trabalho	137
18.2.10. Equipamentos	137
18.3. CAMADA DE BASE.....	138
18.4. CAMADA DE LIGAÇÃO	140
18.5. CAMADA DE REGULARIZAÇÃO.....	141
18.6. CAMADA DE DESGASTE	142

18.7. ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO PARA UNIDADES TERMINADAS	149
18.7.1. Verificação da conformidade por lote no decorrer da obra	151
18.7.2. Verificação da camada por lote em toda a extensão da camada de desgaste após a conclusão da obra - Caracterização Final do Pavimento	157
19. MISTURAS BETUMINOSAS A FRIO	163
19.1. AGREGADO BRITADO DE GRANULOMETRIA EXTENSA, TRATADO COM EMULSÃO BETUMINOSA	164
19.1.1. Preparação da superfície subjacente	164
19.1.2. Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	164
19.2. ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO PARA UNIDADES TERMINADAS	170
19.2.1. Regularidade superficial	171
19.3. MISTURAS BETUMINOSAS ABERTAS A FRIO	171
19.3.1. Preparação da superfície subjacente	171
19.3.2. Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	172
19.3.3. Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas	175
20. TRATAMENTOS SUPERFICIAIS	175
20.1. EM MICROAGLOMERADO BETUMINOSO A FRIO OU SLURRY SEAL	176
20.1.1. Preparação da superfície subjacente	176
20.1.2. Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	176
20.1.3. Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas	179
20.2. REVESTIMENTOS SUPERFICIAIS BETUMINOSOS	181
20.2.1. Revestimento superficial simples	181
20.2.2. Revestimentos superficiais simples de duas aplicações de agregado	186
20.2.3. Revestimentos superficiais duplos	187
20.2.4. Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas	187
21. CAMADAS DE MISTURAS TRATADAS COM LIGANTES HIDRÁULICOS	188
21.1. CAMADAS DE SOLOS TRATADOS	188
21.1.1. Preparação da superfície subjacente	188
21.1.2. Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	188
21.1.3. Especificações e critérios de aceitação/rejeição	193
21.2. CAMADAS DE AGREGADOS BRITADOS DE GRANULOMETRIA EXTENSA TRATADOS COM LIGANTES HIDRÁULICOS	194
21.2.1. Preparação da superfície subjacente	194

21.2.2.	Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	194
21.2.3.	Especificações e critérios de aceitação/rejeição para camadas com características de sub-base	201
21.2.4.	Especificações e critérios de aceitação/rejeição para camadas com características de base	202
21.3.	CAMADAS DE BETÃO HIDRÁULICO.....	202
21.4.	CAMADAS DE BETÃO E DE BETÃO POBRE.....	202
21.4.1.	Preparação da superfície subjacente.....	203
21.4.2.	Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	203
21.4.3.	Especificações e critérios de aceitação/rejeição para camadas de sub-base, base e regularização no enchimento de bermas em betão pobre	214
21.4.4.	Especificações e critérios de aceitação/rejeição para camadas de base em betão	215
21.4.5.	Especificações e critérios de aceitação/rejeição para camadas de desgaste em betão hidráulico	215
22.	TRABALHOS ESPECÍFICOS DOS PAVIMENTOS RÍGIDOS	229
22.1.	ACABAMENTO DA SUPERFÍCIE	229
22.2.	VARÕES DE AÇO EM JUNTAS.....	230
22.3.	EXECUÇÃO DE JUNTAS	230
22.4.	SELAGEM DE JUNTAS	231
22.5.	SEPARAÇÃO ENTRE A LAJE DA CAMADA DE DESGASTE E A BASE	231
22.6.	APLICAÇÃO DE PRODUTO FILMOGÉNICO DE CURA	231
22.7.	BETÃO POROSO NA INTERFACE ENTRE A LAJE E A BERMA	232
22.8.	BETÃO POROSO NA INTERFACE ENTRE A LAJE E A BERMA, INCLUINDO DRENO.....	232
22.9.	CAMADA DRENANTE EM BERMA COM 0,10 M DE ESPESSURA.....	232
22.10.	IMPERMEABILIZAÇÃO DA FUNDAÇÃO DA BERMA	232
23.	REGAS BETUMINOSAS DE IMPREGNAÇÃO, COLAGEM OU CURA.....	233
23.1.	REGA DE IMPREGNAÇÃO BETUMINOSA.....	233
23.1.1.	Reparação da camada para posterior impregnação/limpeza	233
23.1.2.	Execução da rega de impregnação.....	234
23.1.3.	Critérios de aceitação	234
23.2.	REGAS DE COLAGEM.....	234
23.2.1.	Preparação da camada	235
23.2.2.	Execução da rega de colagem	235
23.2.3.	Critérios de aceitação	236
23.3.	REGAS DE CURA.....	236
23.3.1.	Preparação da camada	236

23.3.2.	Execução da rega de cura	236
23.3.3.	CrITÉrios de aceitação	237
24.	TRABALHOS ESPECIAIS DE PAVIMENTAÇÃO	237
24.1.	FRESAGEM DE CAMADAS DE PAVIMENTOS EXISTENTES REMOÇÃO E TRANSPORTE A VAZADOURO DOS PRODUTOS ESCAVADOS OU REUTILIZAÇÃO, CONFORME DEFINIDO EM PROJECTO	237
24.1.1.	Disposições gerais para a execução.....	237
24.1.2.	CrITÉrios de aceitação para unidades terminadas	239
24.2.	SANEAMENTOS EM PAVIMENTOS EXISTENTES, INCLUINDO ESCAVAÇÃO, REMOÇÃO E TRANSPORTE A VAZADOURO DOS PRODUTOS ESCAVADOS, EVENTUAL INDEMNIZAÇÃO POR DEPÓSITO, E O PREENCHIMENTO DE ACORDO COM O DEFINIDO NO PROJECTO	240
24.2.1.	Metodologia	240
24.2.2.	Transporte.....	240
24.2.3.	Reconstrução do pavimento	240
24.3.	ESCARIFICAÇÃO E RECOMPACTAÇÃO DE PAVIMENTOS EXISTENTES, DE ACORDO COM A ESPESSURA DEFINIDA NO PROJECTO.....	240
24.4.	ENCHIMENTO EM AGREGADO BRITADO DE GRANULOMETRIA EXTENSA COM CARACTERÍSTICAS DE BASE, PARA REGULARIZAÇÃO E/OU REPERFILAMENTO DE PAVIMENTOS EXISTENTES.....	241
24.5.	SELAGEM E/OU ELEMENTO RETARDADOR DA PROPAGAÇÃO DE FISSURAS EM PAVIMENTOS DEGRADADOS.....	241
24.5.1.	Com misturas betuminosas.....	241
24.5.2.	Com slurry seal	241
24.5.3.	Com microaglomerado a frio.....	241
24.5.4.	Com revestimentos superficiais	242
24.5.5.	Geotêxtil impregnado.....	242
24.5.6.	Argamassa com betumes modificados	244
24.5.7.	Membrana de betume modificado com borracha	244
24.5.8.	Produtos de selagem a quente de fissuras.....	249
24.6.	REPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS COM AS CARACTERÍSTICAS DOS EXISTENTES, DESIGNADAMENTE EM ZONAS DE ABERTURA DE VALAS PARA INSTALAÇÃO DE REDES DE SERVIÇOS PÚBLICOS OU OUTROS ...	250
24.7.	PAVIMENTAÇÃO DE PASSEIOS, SEPARADORES OU ILHAS DIRECCIONAIS, INCLUINDO FUNDAÇÃO	250
24.7.1.	Em betonilha	250
24.7.2.	Em lajetas ou blocos de betão.....	250
24.7.3.	Em calçada	251
24.8.	REMOÇÃO DE PAVIMENTOS EXISTENTES, INCLUINDO FUNDAÇÃO E LANCIS, CARGA, TRANSPORTE E COLOCAÇÃO EM VAZADOURO DOS PRODUTOS SOBRANTES E EVENTUAL INDEMNIZAÇÃO POR DEPÓSITO	251
24.9.	ENCHIMENTO E REGULARIZAÇÃO DE BERMAS EM SOLOS (SELECCIONADOS)	251
25.	15.03.10 - MISTURAS RECICLADAS.....	252
25.1.	MISTURA RECICLADA “IN SITU” A FRIO, NA ESPESSURA DEFINIDA EM PROJECTO:.....	252

25.1.1.	Mistura reciclada “in situ” com cimento.....	252
25.1.2.	Mistura reciclada “in situ” com emulsão.....	260
25.2.	MISTURA RECICLADA A QUENTE EM CENTRAL.....	267
25.2.1.	Preparação da superfície subjacente.....	267
25.2.2.	Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	268
25.2.3.	Execução de trechos experimentais	270
25.2.4.	Produção.....	270
25.2.5.	Transporte.....	271
25.2.6.	Espalhamento	271
25.2.7.	Compactação.....	271
25.2.8.	Juntas de trabalho	271
25.2.9.	Armazenamento dos materiais	272
25.3.	ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO PARA UNIDADES TERMINADAS	273
25.3.1.	Mistura reciclada semi-quente em central	273
25.3.2.	Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	273
26.	LANCIL	281
27.	PAVIDREN.....	281
28.	CONTROLO DE QUALIDADE	282

Junho de 2023

 *Engimind - Consultores de Engenharia e Planeamento, Lda.*



ZONA INDUSTRIAL - RUA DO BARREIRO

OBRAS DE URBANIZAÇÃO

PROJETO DE EXECUÇÃO

REDE DE DRENAGEM DOMÉSTICA

CADERNO DE ENCARGOS

03 - PAVIMENTAÇÃO

(Página em Branco)

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

1. MATERIAIS CONSTITUINTES DAS MISTURAS NÃO LIGADAS, MISTURAS BETUMINOSAS, MISTURAS TRATADAS COM LIGANTES HIDRÁULICOS E BETÃO HIDRÁULICO

Nas rubricas que abrangem requisitos relativos aos diferentes materiais são especificadas as propriedades requeridas, os valores limite associados, os respectivos métodos de ensaio descritos nas diferentes normas e documentos aplicáveis.

1.1. SOLOS

Os solos aqui referidos são materiais a utilizar em camadas não ligadas e a tratar com ligantes hidráulicos (cimento e cal).

Os solos a utilizar deverão estar isentos de matéria orgânica, de materiais expansivos e de quaisquer outros produtos prejudiciais que possam afectar a ligação com o ligante e influenciar os tempos de presa e o desenvolvimento da resistência da mistura.

Os solos a empregar nas misturas tratadas com ligantes hidráulicos (usualmente designadas por solo-cimento ou solo-cal) deverão obedecer aos requisitos definidos nas Normas Europeias:

- ✘ EN 14227-10 Hydraulically bound mixtures - Specifications - Part 10: Soil treated by cement;
- ✘ EN 14227-11 Hydraulically bound mixtures - Specifications - Part 11: Soil treated by lime.

Os requisitos exigidos aos solos para as diferentes aplicações são indicados nos Quadros 14.03.1a e 14.03.5b.

1.2. AGREGADOS

De acordo com as definições constantes das Normas Europeias, agregado é o material granular utilizado na construção e pode ser natural, artificial ou reciclado. Um agregado natural é um agregado de origem mineral que foi sujeito apenas a processamento mecânico. O agregado artificial é um agregado de origem mineral resultante de um processamento industrial compreendendo modificações térmicas ou outras. Um agregado reciclado é um agregado resultante do processamento de materiais inorgânicos anteriormente utilizados na construção.

1.2.1. AGREGADOS NATURAIS

Os agregados naturais a aplicar nos diversos tipos de misturas, devem apresentar-se homogéneos e não devem conter matéria orgânica ou quaisquer substâncias estranhas, tais como madeira,

vidro e plástico que afectem as misturas. Devem ser pouco susceptíveis à meteorização e apresentarem-se são ou pouco alterados (de acordo com os critérios propostos pela Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas - ISRM).

Para todas as aplicações deve ser efectuado um exame petrográfico dos agregados para classificação geral, de acordo com a NP EN 932-3 Descrição petrográfica simplificada.

As Normas Europeias que definem os requisitos aplicáveis aos agregados são:

- ✘ NP EN 12620 Agregados para betão;
- ✘ NP EN 13043 Agregados para misturas betuminosas e tratamentos superficiais para estradas, aeroportos e outras áreas de circulação;
- ✘ NP EN 13242 Agregados para materiais não ligados ou tratados com ligantes hidráulicos utilizados em trabalhos de engenharia civil e na construção rodoviária;
- ✘ NP EN 13285 Misturas não ligadas. Especificações.

Os requisitos exigidos aos agregados para as diferentes aplicações são indicados nos Quadros 14.03.1b, 14.03.2c, 14.03.2f, 14.03.2i, 14.03.2m, 14.03.3a, 14.03.4a, 14.03.5d, 14.03.5e, 14.03.6b.

1.2.2. AGREGADOS RECICLADOS

Com o objectivo de contribuir para uma construção sustentável e pelo facto de Portugal estar a implementar políticas dirigidas à gestão dos resíduos de construção e demolição, Decreto-lei n.º 46/2008, urge a necessidade de definir os requisitos exigidos para a aplicação destes agregados em camadas de base e sub-base não ligadas de pavimentos rodoviários.

Os agregados reciclados incluídos no presente Caderno de Encargos restringem-se aos resíduos de construção e demolição (RCD), catalogados no capítulo 17 da Lista Europeia de Resíduos, LER (Portaria n.º 209/2004), a aplicar nas camadas granulares não ligadas. Tais agregados caracterizam-se por uma composição muito diversificada devido à sua origem (construção, reabilitação, demolição) e às práticas locais de construção. É obrigatória uma apropriada triagem e selecção de modo a valorizar-se os resíduos e torná-los agregados de qualidade. Na sua composição deve ser evitada a presença de materiais prejudiciais para o meio ambiente ou que afectem o desempenho das obras. A suspeita de presença alcatrão em resíduos de misturas betuminosas deve ser objecto de ensaios específicos com vista à sua despistagem.

Para as aplicações previstas neste caderno de encargos, os agregados reciclados devem ser identificados relacionando-os com a proporção de cada um dos tipos de constituintes dos agregados grossos, que deve ser determinada de acordo com o estabelecido na norma EN 933-11

“Tests for geometrical properties of aggregates. Part11- Classification test for the constituents of coarser recycled aggregate”.

Para efeitos de utilização em camadas não ligadas de pavimentos rodoviários, os agregados reciclados são classificados em três categorias: AGER1, AGER2 e AGER3 e por uma classe: B ou C, em função da sua composição.

No quadro 14.03.0-2a apresenta-se a classificação dos agregados reciclados:

Quadro 14.03.0-2a Classificação dos agregados reciclados de acordo com a natureza dos constituintes da fracção grosseira

Classe	Categoria dos constituintes (EN 13242 + A1)					
	R _C + R _U + R _G	R _g	R _b	R _a	FL	X
B	≥ 90%	≤ 5%	≤ 10%	≤ 5%	≤ 5%	≤ 1%
C	≥ 50%	≤ 5%	≤ 10%	≤ 5%	≤ 5%	≤ 1%

CONSTITUINTES (EN 933-11):

RC - betão, produtos de betão e argamassas;

RU - agregados não ligados, pedra natural, agregados tratados com ligantes hidráulicos;

RA - materiais betuminosos;

RB - elementos de alvenaria de materiais argilosos (tijolo, ladrilhos, telhas, etc.), elementos de alvenaria de silicatos de cálcio e betão celular não flutuante;

RG - vidro;

FL - material flutuante em volume;

X - Outros materiais coersivos (por ex. solos argilosos), plásticos, borrachas, metais (ferrosos e não ferrosos) e matérias não flutuantes e estuque.

A identificação dos agregados reciclados é feita através da indicação do produtor, do local de produção, das siglas da classe e categoria a que pertence e da granulometria (d/D), sendo possível incluir outras informações suplementares.

As Referências Normativas que definem os requisitos aplicáveis aos agregados são:

- ✘ EN 933-11 Tests for geometrical properties of aggregates. Part 11: Classification test for the constituents of coarse recycled aggregate;
- ✘ EN 12457-4 Characterisation of waste. Leaching - Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges. Part4: One stage batch test at a liquid to solid ratio of 10 l/kg for materials with high solid content and with particle size below 10mm (without or with size reduction);

- ✘ EN 13242 + A1 Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction;
- ✘ NP EN 933-1 Ensaios das propriedades geométricas dos agregados - Parte 1: Análise granulométrica. Método de peneiração.
- ✘ NP EN 933-5 Ensaios das propriedades geométricas dos agregados - Parte 5: Determinação da percentagem de superfícies esmagadas e partidas nos agregados grossos;
- ✘ NP EN 933-9 Ensaios das propriedades geométricas dos agregados - Parte 9: Determinação do teor de finos - Ensaio do azul de metileno;
- ✘ NP EN1097-1 Ensaios das propriedades mecânicas e físicas dos agregados. Parte 1: Determinação da resistência ao desgaste (micro-Deval);
- ✘ NP EN1097-2 Ensaios das propriedades mecânicas e físicas dos agregados. Parte 2: Métodos para a determinação da resistência à fragmentação
- ✘ NP EN 1744-1 Ensaios para a determinação das propriedades mecânicas químicas dos agregados. Parte 1: Análise química.
- ✘ NP EN 13285 Misturas não ligadas. Especificações;
- ✘ LNEC E 471 - Guia para a utilização de agregados reciclados em betões de ligantes hidráulicos;
- ✘ LNEC E 472 - Guia para a reciclagem de misturas betuminosas em central;
- ✘ LNEC E 474 - Guia para a utilização de materiais reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição em aterro e em camada de leito de infra-estruturas de transporte.

Os requisitos exigidos aos agregados reciclados para as aplicações previstas neste Caderno de Encargos são indicados no Quadro 14.03.1b.

1.2.2.1. Campo de aplicação

Os agregados reciclados de granulometria extensa do tipo AGER1, AGER2 ou AGER3 serão utilizados em camadas de sub-base e de base de pavimentos, de acordo com os campos de aplicação definidos no quadro 14.03.0-2b:

Quadro 14.03.0-2b: Campos de aplicação dos agregados reciclados

Categoria	AGER1		AGER2		AGER3
Natureza dos constituintes	C	B	C	B	B
Aplicação em camada de sub-base - TMDp	≤ 50	≤ 150	≤ 150	≤ 300	≤ 300
Aplicação em camada de base - TMDp	NR	≤ 150	≤ 150	≤ 150	≤ 300

Legenda:

TMDp - Tráfego Médio Diário de Pesados por Via

NR - Não Recomendado.

1.3. FÍLER

A designação fíler é atribuída a todo o agregado cuja maior parte passa no peneiro de 0,063 mm e que pode ser adicionado aos materiais de construção para lhes conferir certas propriedades.

Os fíleres utilizados no fabrico de misturas betuminosas a quente e de betão hidráulico para camadas de desgaste deverão cumprir os requisitos específicos deste caderno de encargos e que são apresentados no Quadro 14.03.0-3a e no Quadro 14.03.0-3b e de igual modo estar em conformidade com os requisitos gerais das normas NP EN 13043 - Agregados para misturas betuminosas e tratamentos superficiais para estradas, aeroportos e outras áreas de circulação e NP EN 12620 - Agregados para betão. Nas restantes aplicações em que seja necessária a utilização de fíler deverão também ser cumpridas as especificações apresentadas neste item, em tudo o que for aplicável.

O fíler pode resultar do processo de fabrico da mistura betuminosa, por recuperação dos finos por meio de sistemas adequados - fíler recuperado - ou ser produzido em separado numa instalação industrial segundo um processo controlado - fíler comercial. Os dois tipos de fíleres deverão ser de origem mineral.

O fíler recuperado pode ser de qualquer natureza petrográfica, pois dependerá da natureza petrográfica do agregado utilizado para o fabrico da mistura betuminosa. O fíler comercial deverá ser de natureza calcária, cimento do tipo Portland, cal hidráulica ou cinzas volantes.

O fornecimento do fíler comercial ou do fíler recuperado que entre no circuito comercial deverá ser acompanhado da ficha técnica do produto, com a respectiva marcação CE.

Nos Quadros 14.03.0-3a e 14.03.0-3b apresentam-se as propriedades que as fichas técnicas referentes aos fíleres a incluir em misturas betuminosas e em betão hidráulico deverão apresentar, definidas de acordo com as normas de produto NP EN 13043 e NP EN 12620.

Para todas as misturas betuminosas sempre que o fíler recuperado não satisfaça os requisitos do Quadro 14.03.0-3b, nomeadamente os vazios do fíler seco compactado (Rigden) deverá ser adicionada a quantidade de fíler comercial necessária para que a composição fíler recuperado/fíler comercial satisfaça os requisitos pretendidos.

Para o fabrico de betão hidráulico exige-se que o fíler seja comercial e de natureza calcária.

Dada a importância das características do fíler, após a sua aprovação, não poderá o Adjudicatário proceder à sua alteração sem prévio acordo da Fiscalização. Caso haja acordo da Fiscalização, a

alteração implica necessariamente novos estudos de composição das misturas afectadas pela eventual mudança que deverão ser de novo submetidas a aprovação.

Quadro 14.03.0-3a - Requisitos granulométricos para o fíler

Dimensão dos peneiros (mm)	Norma de ensaio	Percentagem acumulada do material passado	
		Limites inferiores e superiores para resultados individuais	Amplitude máxima da granulometria declarada pelo produtor ^(a)
2	EN 933-11	100	-
0,125		85 - 100	10
0,063		70 - 100	10
(a) Ver norma NP EN 13043, secção 5.2.1			

Quadro 14.03.0-3b - Requisitos químicos e físicos para o fíler

Requisitos/Propriedades	Norma de ensaio	Unidade	Utilizações	
			Fíleres para misturas betuminosas e tratamentos superficiais com ligantes betuminosos NP EN 13043	Fíleres para betão NP EN 12620
Especificidades da utilização			Poderá ser fíler recuperado ou fíler comercial sendo que este último deverá ser constituído por pó de calcário ou cimento Portland	Fíler comercial constituído por pó de calcário
Generalidades			Deve apresentar-se seco e isento de torrões provenientes de agregação de partículas e de substâncias prejudiciais.	
Massa volúmica das partículas	NP EN 1097-7	Mg/m ³	Valor declarado	
Teor em água	EN 1097-5	% em massa	≤ 1	NR
Vazios do fíler seco compactado (Rigden)	EN 1097-4	%	u28/38	NA
Perda ao fogo das cinzas volantes	EN1744-1 secção 17	% em massa	Amplitude valores declarados pelo produtor ≤ 6	NR
Massa volúmica das partículas do fíler comercial	NP EN 1097-7	Mg/m ³	Amplitude valores declarados pelo produtor ≤ 0,2	
Massa volúmica aparente em querosene	NP EN 1097-3 anexo B	Mg/m ³	Amplitude valores declarados pelo produtor entre 0,5 e 0,9	
Ensaio Blaine	EN 196-6	m ² /kg	Amplitude valores declarados pelo produtor ≤ 140	
Qualidade dos finos - valor de azul metileno	NP EN 933-9	g/kg	MBF10	MB ≤ 2
Teor de cloretos	NP EN 1744-1 secção 7	%	NR	≤ 0,03 % ⁽¹⁾
Sulfatos solúveis em ácido	NP EN 1744-1	% em massa	NR	AS _{0,2} (determinado apenas se S > 0,08 %)

Requisitos/Propriedades	Norma de ensaio	Unidade	Utilizações	
			Fíleres para misturas betuminosas e tratamentos superficiais com ligantes betuminosos NP EN 13043	Fíleres para betão NP EN 12620
	secção 12			
Enxofre total	NP EN 1744-1 secção 11	% em massa	NR	S ≤ 1% em massa; na presença de pirrotite: ≤ 0,1% S
Constituintes que alteram o tempo de presa e a resistência do betão - presença de matéria orgânica	NP EN 1744-1 secção 15.1	-	NR	Cor da solução mais clara que a de referência ⁽²⁾
Constituintes que afectam a estabilidade volumétrica das escórias de alto-forno arrefecidas ao ar - para fíler de escória de alto-forno - desintegração do silicato bicalcico	EN 1744-1 secção 19.1	-	Sem desintegração	
Constituintes que afectam a estabilidade volumétrica das escórias de alto-forno arrefecidas ao ar - para fíler de escória de alto-forno - desintegração do ferro	EN 1744-1 secção 19.2	-		

(1) - O teor de cloretos deve ser somado aos dos outros constituintes do betão de forma a que se verifique o estipulado na secção 5.2.7 da NP EN 206-1

(2) - O requisito para esta propriedade considera-se ainda satisfeito se a cor da solução obtida segundo a secção 15.2 da NP EN 1744-1 for mais clara que a cor de referência B (Tabela 2, secção 15.2.6 da NP EN 1744-1)

1.4. LIGANTES BETUMINOSOS

No âmbito do presente volume relativo à pavimentação, “Ligante Betuminoso” é um material adesivo contendo betume que pode estar sob a forma de não modificado, modificado ou emulsionado.

Betume é um material praticamente não volátil, adesivo e impermeável à água, derivado do petróleo bruto, ou presente no asfalto, que é completamente ou quase todo solúvel em tolueno e muito viscoso e quase sólido à temperatura ambiente.

Os ligantes betuminosos abrangem os seguintes tipos:

- ✘ Betumes de pavimentação
- ✘ Betumes modificados
- ✘ Betumes duros
- ✘ Betumes borracha (BB)
- ✘ Emulsões betuminosas

O fornecimento do ligante deverá ser acompanhado do Certificado de Qualidade do produto, relativa ao lote de fabrico fornecido. As propriedades que devem constar no referido Certificado de Qualidade são indicadas nos Quadros 14.03.0-4a, 14.03.0-4b, 14.03.0-4c, 14.03.0-4d, 14.03.0-4e, 14.03.0-4g, 14.03.0-4h, 14.03.0-4i, definidos de acordo com as respectivas normas aplicáveis.

Qualquer proposta de alteração pelo Adjudicatário ao tipo de ligante betuminoso definido em Projecto de Execução, deve ser devidamente justificada e submetida à aprovação da Fiscalização.

1.4.1. BETUMES DE PAVIMENTAÇÃO

Os betumes de pavimentação, obtidos por processos de refinação do petróleo bruto, devem cumprir os requisitos da Norma Europeia NP EN 12591 Betumes e ligantes betuminosos - Especificações para betumes de pavimentação (EN 12591 Bitumen and bituminous binders - Specifications for paving grade bitumens), a qual especifica as propriedades e os respectivos métodos de ensaio adequados para a caracterização deste tipo de betumes.

O Projecto de Execução - Volume relativo à Pavimentação - deve definir o tipo de betume em função da mistura betuminosa a utilizar no pavimento, enquadrados na NP EN 12591.

No presente caso são considerados os betumes de pavimentação 35/50 e 50/70.

O Quadro 14.03.0-4a especifica os requisitos dos betumes de pavimentação.

Quadro 14.03.0-4a - Requisitos/Propriedades dos betumes de pavimentação

Requisitos	Propriedades	Referência normativa	Unidade	35/50	50/70
Consistência a temperatura de serviço intermédia	Penetração a 25 °C	EN 1426	0,1 mm	35 - 50	50 - 70
Consistência à temperatura de serviço elevada	Temperatura de amolecimento	EN 1427	°C	50 - 58	46 - 54
Durabilidade (Resistência ao envelhecimento - RTFOT a 163 °C, NP EN 12607-1)	Penetração retida	EN 1426	%	≥ 53	≥ 50
	Aumento da temperatura de amolecimento - <i>coveridade 2</i>	EN 1427	°C	≤ 11	
	Variação em massa (a) (valor absoluto)	EN 12607-1	%	≤ 0,5	
	Índice de penetração(b)	EN12591 Anexo A	-	-1,5 - +0,7	
	Temperatura de fragilidade de Fraass (b)	EN 12593	°C	≤ -5	≤ -8

Requisitos	Propriedades	Referência normativa	Unidade	35/50	50/70
Outros Requisitos	Temperatura de inflamação	EN ISO 2592	°C	≥ 240	≥ 230
	Viscosidade Cinemática a 135°	EN 12595	mm2/s	≥ 370	≥ 295
	Teor em parafinas	EN 12606-2	% (m/m)	≤ 4,5	
	Solubilidade	EN 12592	%	≥ 99,0	
(a) A variação de massa tanto pode ser positiva como negativa. (b) Esta propriedade está associada ao nível de severidade 2 da propriedade “Aumento da temperatura de amolecimento”, após envelhecimento com RTFOT.					

1.4.2. BETUMES MODIFICADOS

As características deste betume devem estar de acordo com a Norma Europeia EN 14023 *Bitumen and bituminous binders - Framework Specification for polymer modified bitumens*. O betume modificado é um betume cujas propriedades reológicas foram modificadas durante o fabrico pela utilização de um ou mais agentes químicos.

No presente caso são considerados os seguintes betumes modificados: PMB 10/40, PMB 25/55, PMB 45/80 e PMB 65/105 a empregar, pelo menos, em misturas betuminosas drenantes, e em misturas betuminosas rugosas, devendo o projecto indicar o tipo de betume a utilizar.

As especificações a respeitar para estes tipos de betumes modificados são as do Quadro 14.03.0-4b.

Quadro 14.03.0-4b - Requisitos/Propriedades dos betumes modificados

Requisitos	Propriedades	Referência normativa	Unid.	PMB 10/40	PMB 25/55	PMB 45/80	PMB 65/105
Consistência a temperatura de serviço intermédia	Penetração a 25 °C	EN 1426	0,1 mm	Classe 2 (10 - 40)	Classe 3 (25 - 55)	Classe 4 (45 - 80)	Classe 6 (65 - 105)
Consistência à temperatura de serviço elevada	Temperatura de amolecimento	EN 1427	°C	Classe 5 (≥ 65)		Classe 7 (≥ 55)	Classe 2 (≥ 80)
Coesão	Força de ductilidade (tracção baixa velocidade)	EN 13589 EN 13703	J/cm ²	-	Classe 3 (≥ 2) (5 °C)	Classe 2 (≥ 3) (5 °C) Classe 6 (≥ 2) (10 °C)	-
Durabilidade, Resistência ao envelhecimento,	Variação de massa, máxima	EN 12607-1 EN 12607-3	%	Classe 2 (≤ 0,3)			

Requisitos	Propriedades	Referência normativa	Unid.	PMB 10/40	PMB 25/55	PMB 45/80	PMB 65/105
(RTFOT) a 163 °C (RTFOT):	Penetração, 25°C, 1/10 mm	EN 1426	0,1 mm	Classe 7 (≥ 60)			
	Aumento da Temp. de amolecimento	EN 1427	°C	Classe 2 (≤ 8)			
Outros Requisitos	Temperatura de inflamação	EN ISO 2592	°C	Classe 3 (≥ 235)			
	Ponto de fragilidade de Fraass	EN 12593	°C	Classe 3 (≤ -5)	Classe 5 (≤ -10)		
	Recuperação elástica a 25 °C	EN 13398	%	Classe 3 (≥ 70)			
	Estabilidade ao armazenamento, (diferença de temp. de amolecimento)	EN 13399	°C	Classe 2 (≤ 5)			
		EN 1427					
	Estabilidade ao armazenamento, (diferença na penetração)	EN 13399	0,1 mm	Classe 2 (< 9)			
		EN 1426					

1.4.3. BETUMES DUROS

As características do betume deverão estar de acordo com a Norma Europeia EN 13924 *Bitumes and bituminous binders, Specifications for hard paving grade bitumens*. O betume duro de pavimentação é utilizado no fabrico de misturas betuminosas de alto módulo.

As especificações a respeitar para estes tipos de betumes duros são as do Quadro 14.03.0-4c.

Quadro 14.03.0-4c - Requisitos/Propriedades dos betumes duros de pavimentação

Requisitos/Propriedades		Referência normativa	Unidade	10/20
Consistência à temperatura de serviço intermédia	Penetração a 25 °C	EN 1426	0,1 mm	Classe 3 10 - 20
Consistência à temperatura de serviço elevada	Temperatura de amolecimento (a)	EN 1427	°C	Classe 4 60 - 76 (b)
Durabilidade (Resistência ao envelhecimento - RTFOT a 163 °C, NP EN 12607-1) (b)	Variação de massa	EN 12607-1	%	Classe 2 ≤ 0,5
	Penetração retida	EN 1426	%	Classe 2 ≥ 55
	Aumento da Temperatura de amolecimento	EN 1427	°C	Classe 2 ≤ 10

Requisitos/Propriedades		Referência normativa	Unidade	10/20
	Índice de penetração antes do ensaio (i.e. no betume original)	Anexo A da EN 13924	-	Classe 2 -1,5 - +0,7
Outras requisitos (c)	Viscosidade cinemática a 135 °C	EN 12595	mm ² /s	Classe 3 ≥ 700
	Temperatura de fragilidade de Fraass	EN 12593	°C	Classe 1 a declarar
	Temperatura de inflamação	EN ISO 2592	°C	Classe 3 ≥ 245
	Solubilidade	EN 12592	% fracção mássica	Classe 2 ≥ 99,0
<p>“a declarar” - Nível ou intervalo a reportar pelo fornecedor, esta classe não deverá ser utilizada para efeitos de marcação regulamentar</p> <p>(a) - Uma gama de temperaturas de amolecimento reduzida, de ± 5 °C, em torno de um valor intermédio, deverá ser declarada pelo fornecedor; a gama total deverá situar-se dentro da gama indicada nas tabelas.</p> <p>(b) - Apenas se utilizará o RTFOT para efeitos de arbitragem.</p> <p>(c) - Estas propriedades adicionais não são parte das características essenciais mandatadas mas têm sido consideradas úteis na especificação de betumes para pavimentação de grau duro em alguns casos.</p>				

1.4.4. BETUMES BORRACHA (BB)

O betume borracha (BB) é um betume fabricado com a incorporação de granulado de borracha, por via húmida, usando borracha reciclada de pneus usados, apresentando características elastoméricas.

O betume borracha (BB) poderá ser utilizado no fabrico de misturas betuminosas, por exemplo, misturas abertas, descontínuas rugosas, constituindo interface anti-fissuras, ou argamassas betuminosas.

Os betumes modificados com borracha reciclada de pneus podem ser de três tipos:

- a) de baixa percentagem de granulado de borracha, conduzindo a um betume de baixa viscosidade cujo limite de viscosidade é especificado no Quadro 14.03.0-4d;
- b) de média percentagem de granulado de borracha, conduzindo a um betume de média viscosidade cujo limite de viscosidade é especificado no Quadro 14.03.0-4e;
- c) de alta percentagem de granulado de borracha, conduzindo a um betume de alta viscosidade cujo limite de viscosidade é especificado no Quadro 14.03.0-4g.

O betume borracha de baixa e média percentagem é produzido em fábrica, enquanto o betume borracha de alta percentagem de granulado de borracha é produzido in situ (em estaleiro).

1.4.4.1. Betumes de baixa e média viscosidade

- ✘ BBB - betume borracha de baixa percentagem de granulado de borracha - betume fabricado com uma percentagem de granulado de borracha igual ou inferior a 8 %, em relação à massa total de ligante, designado pela sigla BBB. Poderá ser aplicada uma tolerância de + 2 % à percentagem de granulado de borracha, desde que as características finais do produto sejam as especificadas no Quadro 14.03.0-4d;
- ✘ BBM - betume borracha de média percentagem de granulado de borracha - betume modificado com uma percentagem de granulado de borracha entre 10 % e 14 %, em relação à massa total de ligante, designado por BBM. Poderá ser aplicada uma tolerância de ± 2 % à percentagem de granulado de borracha, desde que as características finais do produto sejam as especificadas no Quadro 14.03.0-4e.

O sistema de armazenagem dos betumes modificados com borracha estáveis ao armazenamento deve estar provido dos meios necessários para garantir a sua estabilidade. O fornecimento do material na obra deve ser acompanhado do Certificado de Qualidade relativo ao lote fornecido.

O Quadro 14.03.0-4d especifica os requisitos/propriedades para os BBB a utilizar no fabrico de misturas betuminosas.

O Quadro 14.03.0-4e especifica os requisitos/propriedades para os BBM a utilizar no fabrico de misturas betuminosas.

Quadro 14.03.0-4d - Requisitos/Propriedades dos BBB

Requisitos/Propriedades		Referência normativa	Unidade	Valores nominais declarados pelo fabricante	
				BBB 35/50	BBB 50/70
Consistência à temperatura de serviço intermédia	Penetração a 25 °C	NP EN 1426	0,1 mm	35 - 50	50 - 70
Consistência à temperatura de serviço elevada	Temperatura de amolecimento	NP EN 1427	°C	≥ 58	≥ 53
Durabilidade (Resistência ao envelhecimento - RTFOT a 163 ° C, NP EN 12607-1)(b)	Penetração retida	NP EN 1426	%	≥ 65	≥ 60
	Aumento da temperatura de amolecimento	NP EN 1427	°C	≥ -4 $\leq +8$	≥ -5 $\leq +10$
	Variação de massa	NP EN 12607-1	%	$\leq +1,0$	
Estabilidade ao armazenamento	Diferença no valor na temperatura de amolecimento	EN 13399 NP EN 1427	°C	≤ 10	

Requisitos/Propriedades		Referência normativa	Unidade	Valores nominais declarados pelo fabricante	
				BBB 35/50	BBB 50/70
	Diferença no valor da penetração	EN 13399 NP EN 1426	0,1 mm	≤ 8	≤ 10
Outros requisitos(a)	Recuperação elástica, alongamento de 20 cm, a 25°C	EN 13398	%	≥ 10	
	Ponto de fragilidade Fraass	EN 12593	°C	≤ -5	≤ -8
	Viscosidade dinâmica a 175°C	EN 13302	mPa.s	≥ 250	≥ 150
	Temperatura de inflamação	EN ISO 2592	°C	≥ 235	

Quadro 14.03.0-4e - Requisitos/Propriedades do BBM

Requisitos/Propriedades		Referência normativa	Unidade	Valores nominais declarados pelo fabricante	
				BBM 35/50	BBM 50/70
Consistência à temperatura de serviço intermédia	Penetração a 25 °C	NP EN 1426	0,1 mm	35 - 50	50 - 70
Consistência à temperatura de serviço elevada	Temperatura de amolecimento	NP EN 1427	°C	≥ 65	≥ 58
Durabilidade (Resistência ao envelhecimento -RTFOT a 163°C, NP EN 12607-1)(b)	Penetração retida	NP EN 1426	%	≥ 70	≥ 65
	Aumento da temperatura de amolecimento	NP EN 1427	°C	≥ -4 ≤ +8	≥ -5 ≤ +10
	Variação em massa	NP EN 12607-1	%	≤ + 0,8	≤ +1,0
Estabilidade ao armazenamento	Diferença no valor na temperatura de amolecimento	EN 13399 NP EN 1427	°C	≤ 5	
	Diferença no valor da penetração	EN 13399 NP EN 1426	0,1 mm	≤ 8	≤ 10
Outros requisitos	Ponto de fragilidade Fraass	EN 12593	°C	≤ -8	≤ -10
	Viscosidade dinâmica, a 175°C	EN 13302	mPa.s	≥ 300	≥ 250

Requisitos/Propriedades		Referência normativa	Unidade	Valores nominais declarados pelo fabricante	
				BBM 35/50	BBM 50/70
	Recuperação Elástica, alongamento de 20 cm, a 25 °C	EN 13398	%	≥ 15	≥ 20
	Temperatura de inflamação	EN ISO 2592	°C	≥ 235	

Quadro 14.03.0-4e - Requisitos/Propriedades do BBM

Requisitos/Propriedades		Referência normativa	Unidade	Valores nominais declarados pelo fabricante	
				BBM 35/50	BBM 50/70
Consistência à temperatura de serviço intermédia	Penetração a 25 °C	NP EN 1426	0,1 mm	35 - 50	50 - 70
Consistência à temperatura de serviço elevada	Temperatura de amolecimento	NP EN 1427	°C	≥ 65	≥ 58
Durabilidade (Resistência ao envelhecimento -RTFOT a 163 °C, NP EN 12607-1)(b)	Penetração retida	NP EN 1426	%	≥ 70	≥ 65
	Aumento da temperatura de amolecimento	NP EN 1427	°C	≥ -4 ≤ +8	≥ -5 ≤ +10
	Variação em massa	NP EN 12607-1	%	≤ + 0,8	≤ +1,0
Estabilidade ao armazenamento	Diferença no valor na temperatura de amolecimento	EN 13399 NP EN 1427	°C	≤ 5	
	Diferença no valor da penetração	EN 13399 NP EN 1426	0,1 mm	≤ 8	≤ 10
Outros requisitos	Ponto de fragilidade Fraass	EN 12593	°C	≤ -8	≤ -10
	Viscosidade dinâmica, a 175 °C	EN 13302	mPa.s	≥ 300	≥ 250
	Recuperação Elástica, alongamento de 20 cm, a 25 °C	EN 13398	%	≥ 15	≥ 20
	Temperatura de inflamação	EN ISO 2592	°C	≥ 235	

1.4.4.2. Betumes de alta viscosidade

- BBA - betume borracha de alta percentagem de granulado de borracha - betume modificado com uma percentagem de granulado de borracha igual ou superior a 18 %, em relação à massa total de ligante, designado pela sigla BBA. Poderá ser aplicada uma tolerância de - 2 % à percentagem de granulado de borracha, desde que as características finais do produto sejam as especificadas no Quadro 14.03.0- 4g;

Os betumes borracha com alta percentagem de granulado de borracha são produzidos em obra na altura de fabrico das misturas betuminosas, por não serem estáveis ao armazenamento.

Betume base

Para o fabrico do BBA, o betume base a modificar é um betume de classe 35/50 ou 50/70, conforme a Norma Europeia NP EN 12591, seleccionado em função das características exigidas no projecto.

As características do betume base deverão estar de acordo com o Quadro 14.03.0-4a e devem ser declaradas pelo fornecedor no Certificado de Qualidade relativo ao lote fornecido.

Granulado de borracha

O granulado de borracha a utilizar no fabrico destes betumes é obtido a partir da reciclagem de borracha de pneus, 100% vulcanizada, devendo possuir um conteúdo de borracha natural elevado e possuir as seguintes características:

- Teor em fibra máximo de 0,1% (ASTM D 5603);
- Teor em aço máximo de 0,3% (ASTM D 5603);
- Teor em água máximo de 2% (ASTM D 1864).

Deve ainda ser respeitado o fuso granulométrico indicado no Quadro 14.03.0-4f.

Quadro 14.03.0-4f - Fuso granulométrico do granulado de borracha

Dimensão nominal das aberturas dos peneiros (mm) EN 933-2	Percentagem acumulada de material que passa (%)
1,18	100
1	98 - 100
0,5	60 - 94
0,25	5 - 25
0,063	0 - 3

As características acima referenciadas bem como a curva granulométrica típica que caracteriza o lote de fornecimento, devem ser declaradas pelo fornecedor de borracha no certificado da qualidade a entregar com o produto.

Betume modificado com alta percentagem de borracha - BBA

O sistema de fabrico dos betumes modificados com borracha produzidos em obra deve cumprir as especificações particulares estabelecidas para o fabrico e processo construtivo.

O Quadro 14.03.0-4g especifica os requisitos/propriedades para os BBA a utilizar no fabrico de misturas betuminosas.

Quadro 14.03.0-4g- Requisitos/Propriedades do BBA

Requisitos/Propriedades		Referência normativa	Unidade	Valores nominais declarados pelo fabricante	
				BBA 15/30 (a)	BBA 20/35 (b)
Consistência à temperatura de serviço intermédia	Penetração a 25 °C	NP EN 1426	0,1 mm	15 - 30	20 - 35
Consistência à temperatura de serviço elevada	Temperatura de amolecimento	NP EN 1427	°C	≥ 68	≥ 65
Durabilidade (Resistência ao envelhecimento - RTFOT a 163 ° C, NP EN 12607-1)	Penetração retida	NP EN 1426	%	≥ 60	
	Aumento da temperatura de amolecimento	NP EN 1427	°C	≤ -12 ≥ +12	
	Variação de massa	NP EN 12607-1	%	≤ +0,8	
Outros requisitos	Viscosidade dinâmica, à saída do tanque de reacção, a 175 °C (viscosímetro Haake)	-	mPa.s	3500 - 5000	
	Ponto de fragilidade Fraass	EN 12593	°C	a declarar	
	Viscosidade dinâmica a 175 °C	EN 13302	mPa.s	2500 - 4500	
	Recuperação elástica, alongamento de 10 cm, a 25 °C	EN 13398	%	≥ 75	
	Temperatura de inflamação	EN ISO 2592	°C	≥ 235	
“a declarar” - Nível ou intervalo a reportar pelo fornecedor, esta classe não deverá ser utilizada para efeitos de marcação regulamentar					
(a) No BBA 15/30 o betume base é um betume de pavimentação 35/50.					
(b) No BBA 20/35 o betume base é um betume de pavimentação 50/70.					

1.4.5. EMULSÕES BETUMINOSAS CATIÓNICAS

As emulsões deverão estar de acordo com Norma Europeia EN 13808 Bitumen and bituminous binders, Framework for specifying cationic bituminous emulsions, que especifica os requisitos técnicos e classes de desempenho.

A designação das emulsões traduz-se numa expressão alfanumérica, que indica as características mais importantes das emulsões betuminosas catiónicas nomeadamente, a carga das partículas, o teor nominal em ligante, o tipo de ligante e o índice de rotura.

Refira-se como exemplos, uma emulsão do tipo “C60B3”, que corresponde a uma emulsão catiónica, com 60 % de teor nominal em ligante, produzida a partir de betume de pavimentação, com índice de rotura da classe 3; e uma emulsão do tipo C67BPF3, que equivale a uma emulsão catiónica, com 67 % de teor nominal em ligante, produzida a partir de betume com polímeros, com mais de 2 % de fluidificante e com um índice de rotura da classe 3.

Nos Quadros 14.03.0-4h e 14.03.0-4i apresenta-se entre parêntesis as anteriores designações da emulsão.

Nota: dadas as propriedades utilizadas na actual classificação de emulsões, à anterior designação ECL-2 correspondem vários tipos de emulsões, de acordo com o novo acervo normativo.

O sistema de armazenamento deve estar provido dos meios necessários para garantir a sua estabilidade e para que não sedimentem as partículas de betume.

Existem dois tipos de emulsões: as clássicas e as modificadas.

1.4.5.1. Emulsões betuminosas clássicas (Quadro 14.03.0-4H)

- ✘ Para regas de colagem;
- ✘ Para regas de impregnação;
- ✘ Em revestimentos superficiais betuminosos;
- ✘ Em camadas granulares tratadas com emulsão (grave-emulsão);
- ✘ Reciclagem a frio e semi-temperada;
- ✘ Lamas asfálticas;
- ✘ Na cura de sub-bases e bases tratadas com ligantes hidráulicos;
- ✘ Microaglomerado betuminoso;
- ✘ Em misturas betuminosas abertas a frio.

Quadro 14.03.0-4h - Requisitos/Propriedades das emulsões betuminosas clássicas

Requisitos /Propriedades	Referência normativa	Unid.	Regas de colagem e cura de sub-bases e bases tratadas com ligantes	Regas de impregnação		Misturas abertas a frio	Reciclag. a frio e semi-temperada (a)	Bases granulares tratadas com emulsão	Revest. superficiais	Lamas asfálticas
			C60B3 (C60B4/ ECR-1)	C50BF4 (C50BF5/ ECI)	C60BF4 (C60BF5/ ECL-1)	C67BF3 (C67BF4/ ECM-2)	C60B5 REC (C60B7[Rec]/ ECL-2)	C60B5 GE (C60B7[Ge]/ ECL-2)	C69B2 (C69B3 / ECR-3)	C60B4 Slu (C60B5[Slu]/ ECL-2)
Índice de rotura	EN13075-1	-	Classe 3 70-155	Classe 4 110-195	Classe 4 110-195	Classe 3 70-155	Classe 5 ≥ 170	Classe 5 ≥ 170	Classe 2 ≤ 110	Classe 4 110-195
Teor em ligante	EN1428 ou	% massa	Classe 6 58 - 62	Classe 4 48 - 52	Classe 6 58 - 62	Classe 8 65 - 69	Classe 6 58 - 62	Classe 6 58 - 62	Classe 9 67 - 71	Classe 6 58 - 62

Requisitos /Propriedades	Referência normativa	Unid.	Regas de colagem e cura de sub-bases e bases tratadas com ligantes	Regas de impregnação		Misturas abertas a frio	Reciclag. a frio e semi-temperada (a)	Bases granulares tratadas com emulsão	Revest. superficiais	Lamas asfálticas
			C60B3 (C60B4/ ECR-1)	C50BF4 (C50BF5/ ECI)	C60BF4 (C60BF5/ ECL-1)	C67BF3 (C67BF4/ ECM-2)	C60B5 REC (C60B7[Rec]/ ECL-2)	C60B5 GE (C60B7[Ge]/ ECL-2)	C69B2 (C69B3 / ECR-3)	C60B4 Slu (C60B5[Slu]/ ECL-2)
	EN1431	% massa	Classe 6 ≥ 58	Classe 4 ≥ 48	Classe 6 ≥ 58	Classe 8 ≥ 65	Classe 6 ≥ 58	Classe 6 ≥ 58	Classe 9 ≥ 67	Classe 6 ≥ 58
Teor em óleo destilado	EN1431	% massa	Classe 3 $\leq 3,0$	Classe 7 5 - 15	Classe 5 $\leq 8,0$	Classe 6 ≤ 10			Classe 2 $\leq 2,0$	
Tempo de escoamento, 2 mm a 40 °C	EN12846-1	s	Classe 3 15 - 70	Classe 3 15 - 70	Classe 3 15 - 70		Classe 3 15 - 70	Classe 3 15 - 70		Classe 3 15 - 70
Tempo de escoamento, 4 mm a 40 °C	EN12846	s				Classe 5 5 - 70			Classe 6 40 - 100	
Resíduo de peneiração - peneiro de 0,5 mm	EN 1429	% massa	Classe 2 $\leq 0,1$	Classe 2 $\leq 0,1$	Classe 2 $\leq 0,1$	Classe 2 $\leq 0,1$	Classe 2 $\leq 0,1$	Classe 2 $\leq 0,1$	Classe 2 $\leq 0,1$	Classe 3 $\leq 0,2$
Tendência à sedimentação (7 dias de armazenagem)	EN12847	% massa	Classe 3 ≤ 10	Classe 3 ≤ 10	Classe 3 ≤ 10	Classe 2 ≤ 5	Classe 3 ≤ 10	Classe 3 ≤ 10	Classe 2 ≤ 5	Classe 3 ≤ 10
Ligante recuperado (EN13074-1)	Penetração a 25 °C	EN1426	0,1mm	Classe 7 ≤ 330	Classe 7 ≤ 330	Classe 7 ≤ 330	Classe 7 ≤ 330	Classe 6 ≤ 330	Classe 5 ≤ 220	Classe 7 ≤ 330
	Temperatura de amolecimento	EN1427	°C	Classe 8 ≥ 35	Classe 8 ≥ 35	Classe 8 ≥ 35	Classe 8 ≥ 35	Classe 6 ≥ 35	Classe 7 ≥ 39	Classe 8 ≥ 35
Ligante estabilizado	Penetração a 25 °C	EN1426	0,1mm	Classe 5 ≤ 220	Classe 5 ≤ 220	Classe 5 ≤ 220	Classe 5 ≤ 220	Classe 6 ≤ 270	Classe 5 ≤ 220	Classe 5 ≤ 220
(EN13074-1 e 2)	Temperatura de amolecimento	EN1427	°C	Classe 8 ≥ 35	Classe 8 ≥ 35	Classe 8 ≥ 35	Classe 7 ≥ 39	Classe 8 ≥ 35	Classe 7 ≥ 39	Classe 8 ≥ 35

(a) A reciclagem semi-temperada corresponde à anteriormente designada reciclagem semi-quente.

1.4.5.2. Emulsões betuminosas modificadas (Quadro 14.03.0-4i)

- ✘ Para regas de colagem;
- ✘ Para microaglomerado betuminoso a frio;
- ✘ Para revestimentos superficiais e para colagem e impregnação de geotêxteis, com vista a constituir interface anti-fissuras;
- ✘ Lamas asfálticas;
- ✘ Impregnação de geotêxteis c/ vista a constituir interface anti-fissuras.

Quadro 14.03.0-4i - Requisitos/Propriedades das emulsões modificadas

Requisitos /Propriedades		Referência normativa	Unid.	Regas de colagem e revestimentos superficiais de elevado desempenho	Regas de colagem e revestimentos superficiais	Regas de colagem para camadas delgadas	Micro-aglomerado betuminoso a frio e lam asfálticas	Revestimentos superficiais, colagem e impregnação de geotêxtil c/ vista a constituir interface anti-fissuras
				C60BP3 TA (C60BP4 (TA)(a)/ ECR-1mod TA)	C60BP3 (C60BP4/ ECR1-mod)	C65BP2 (C65BP3/ ECR-2mod)	C60BP4 (C60BP5/ ECL-2mod)	C69BP2 (C69BP3/ ECR-3mod)
Índice de rotura		EN13075-1	-	Classe 3 70 - 155	Classe 3 70 - 155	Classe 2 ≤ 110	Classe 4 110 - 195	Classe 2 ≤ 110
Teor em ligante		EN1428 ou	% massa	Classe 6 58 - 62	Classe 6 58 - 62	Classe 7 63 - 67	Classe 6 58 - 62	Classe 9 67 - 71
		EN1431	% massa	Classe 6 ≥ 58	Classe 6 ≥ 58	Classe 7 ≥ 63	Classe 6 ≥ 58	Classe 9 ≥ 67
Teor em óleo destilado		EN1431	% massa	Classe 2 ≤ 2,0	Classe 3 ≤ 3,0	Classe 2 ≤ 2,0	-	Classe 2 ≤ 2,0
Tempo de escoamento, 2 mm a 40 °C		EN12846	s	Classe 3 15 - 70	Classe 3 15 - 70	-	Classe 3 15 - 70	-
Tempo de escoamento, 4 mm a 40 °C		EN12846-1	s	-	-	Classe 5 5 - 70		Classe 5 5 - 70
Residuo de peneiração - peneiro de 0,5 mm		EN1429	% massa	Classe 2 ≤ 0,1	Classe 2 ≤ 0,1	Classe 2 ≤ 0,1	Classe 3 ≤ 0,2	Classe 2 ≤ 0,1
Tendência à sedimentação (7 dias de armazenagem)		EN12847	% massa	Classe 3 ≤ 10	Classe 3 ≤ 10	Classe 2 ≤ 5	Classe 3 ≤ 10	Classe 2 ≤ 5
Ligante recuperado (EN13074-1)	Penetração, 25 °C	EN1426	0,1 mm	Classe 2 ≤ 50	Classe 7 ≤ 330	Classe 7 ≤ 330	Classe 4 ≤ 150	Classe 7 ≤ 330
	Temperatura de amoleciment	EN1427	°C	Classe 3 ≥ 55	Classe 8 ≥ 35	Classe 8 ≥ 35	Classe 6 ≥ 43	Classe 8 ≥ 35
	Coesão pelo ensaio do pêndulo	EN13588	J/cm2	Classe 6 ≥ 0,5	Classe 6 ≥ 0,5	Classe 6 ≥ 0,5	Classe 6 ≥ 0,5	Classe 6 ≥ 0,5
	Recuperação elástica a 25 °C	EN13398	%	Classe 1 a declarar				
Ligante estabilizado (EN13074-1 e 2)	Penetração, 25 °C	EN1426	0,1 mm	Classe 2 ≤ 50	Classe 5 ≤ 220	Classe 5 ≤ 220	Classe 4 ≤ 150	Classe 5 ≤ 220
	Temperatura de amoleciment	EN1427	°C	Classe 3 ≥ 55	Classe 6 ≥ 43	Classe 6 ≥ 43	Classe 6 ≥ 43	Classe 6 ≥ 43
	Coesão pelo ensaio do pêndulo	EN13588	J/cm2	Classe 6 ≥ 0,5	Classe 6 ≥ 0,5	Classe 6 ≥ 0,5	Classe 6 ≥ 0,5	Classe 6 ≥ 0,5
	Recuperação elástica a 25 °C	EN13398	%	Classe 1 a declarar				
“a declarar” - Nível ou intervalo a reportar pelo fornecedor, esta classe não deverá ser utilizada para efeitos de marcação regulamentar (a) Emulsão termoadescente								

1.5. ADITIVOS ESPECIAIS PARA MISTURAS BETUMINOSAS

Sempre que se mostre necessário incorporar aditivos especiais para melhorar a adesividade betume-agregado, para regular o tempo de rotura da emulsão ou para melhorar a trabalhabilidade de microaglomerados a frio, deverá o Adjudicatário submeter à apreciação e aprovação da Fiscalização as características técnicas e o modo de utilização de tais aditivos.

A utilização de outros tipos de aditivos, nomeadamente fibras, ficará confinada à implementação de eventuais propostas do Adjudicatário, devidamente justificadas e submetidas à aprovação da Fiscalização, o mesmo sucedendo quando se pretenda a introdução, nas misturas, de betumes modificados ou de ligantes com características especiais sujeitos a segredo industrial por constituírem soluções sob patente.

1.6. LIGANTES HIDRÁULICOS

1.6.1. CIMENTO

De acordo com as Normas Europeias, cimento (designado cimento CEM) é um ligante hidráulico, ou seja, um material inorgânico finamente moído que, quando misturado com água, forma uma pasta que faz presa e endurece devido a reacções e processos de hidratação e que, depois do endurecimento, conserva a sua resistência mecânica e estabilidade mesmo debaixo de água. Os cimentos CEM referidos nestas normas são constituídos por diferentes materiais e têm uma composição estatisticamente homogénea, que resulta dos processos de produção e de manuseamento do material de qualidade assegurada.

As Normas Europeias que definem os requisitos aplicáveis aos cimentos são:

- ✘ NP EN 197-1 Cimento - Parte 1: Composição, especificações e critérios de conformidade para cimentos correntes;
- ✘ NP EN 197-2 Cimento - Parte 2: Avaliação da conformidade.
- ✘ A norma NP EN 197-1 agrupa os cimentos em cinco tipos principais:
- ✘ CEM I - Cimento Portland;
- ✘ CEM II - Cimento Portland composto;
- ✘ CEM III - Cimento de alto forno;
- ✘ CEM IV - Cimento pozolânico;
- ✘ CEM V - Cimento composto.

A verificação da conformidade dos cimentos, seguindo as normas aplicáveis, deve basear-se no controlo do produto e da sua produção por parte do fabricante, ao qual deve ser exigido a

respectiva ficha de produto. Por cada lote (uma cisterna ou equivalente) deverão ser recolhidas pelo Adjudicatário duas amostras, devendo uma ser entregue à Fiscalização.

Os cimentos a utilizar em obra deverão ostentar obrigatoriamente a Marcação CE, que terá que ser evidenciada pela apresentação dos respectivos documentos comprovativos.

1.6.2. CAL

A Norma Europeia que define os requisitos aplicáveis à cal é a NP EN 459-1 Cal *de construção - Parte 1: Definições, especificações e critérios de conformidade*.

Segundo a NP EN 459-1, cal é um material que abrange qualquer forma física e química sob a qual pode aparecer o óxido de cálcio e/ou magnésio (CaO e MgO) e/ou os hidróxidos (Ca(OH)_2 e Mg(OH)_2).

Esta norma define os diversos tipos de cal:

- ✘ Cal aérea;
- ✘ Cal viva;
- ✘ Cal hidratada;
- ✘ Cal cálcica;
- ✘ Cal dolomítica;
- ✘ Cal dolomítica semi-hidratada;
- ✘ Cal dolomítica hidratada;
- ✘ Cal hidráulica natural;
- ✘ Cal hidráulica.

A verificação da conformidade da cal, seguindo as normas aplicáveis, deve basear-se no controlo do produto e da sua produção por parte do fabricante, ao qual deve ser exigido a respectiva ficha de produto.

A cal a utilizar em obra deverá ostentar obrigatoriamente a Marcação CE, que terá que ser evidenciada pela apresentação dos respectivos documentos comprovativos

1.7. ADIÇÕES PARA MISTURAS TRATADAS COM LIGANTES HIDRÁULICOS E BETÃO HIDRÁULICO

As adições a considerar nas misturas tratadas com ligantes hidráulicos e betão hidráulico são as previstas na Norma Europeia NP EN 206-1 Betão - Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade, ou seja, adições inorgânicas do tipo I (adições quase inertes) e do tipo II (adições pozolânicas ou hidráulicas latentes):

- ✘ Fíler calcário (tipo I);

- ✘ Cinzas volantes (tipo II);
- ✘ Sílica de fumo (tipo II).

Segundo a NP EN 206-1, adição é um material finamente dividido utilizado no betão com a finalidade de lhe melhorar certas propriedades ou alcançar propriedades especiais.

Um fíler é um agregado cuja maior parte passa no peneiro 0,063 mm e que pode ser adicionado aos materiais da construção para lhes conferir certas propriedades. A cinza volante é um pó fino constituído principalmente por partículas esféricas e vítreas resultante da queima de carvão pulverizado, com propriedades pozolânicas e constituída essencialmente por SiO_2 e Al_2O_3 , sendo no mínimo de 25% em massa o teor de SiO_2 reactivo. A sílica de fumo é um pó amorfo, extremamente fino, obtido numa electrometalurgia de silício e respectivas ligas por condensação e filtragem dos fumos.

As Normas Europeias e especificações que definem os requisitos aplicáveis a estas adições são:

- ✘ NP EN 206-1 Betão - Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade;
- ✘ NP EN 450 Cinzas volantes para betão - Definições, exigências e controlo da qualidade;
- ✘ NP EN 12620 Agregados para betão;
- ✘ Especificação LNEC E 337 – Sílica de fumo para betões.

A verificação da conformidade das adições, seguindo as normas e especificações aplicáveis, deve basear-se no controlo do produto e da sua produção por parte do fabricante, ao qual deve ser exigido a respectiva ficha de produto.

Os fíleres calcários a utilizar deverão ostentar obrigatoriamente a Marcação CE, que terá que ser evidenciada pela apresentação dos respectivos documentos comprovativos.

1.8. ADJUVANTES PARA MISTURAS TRATADAS COM LIGANTES HIDRÁULICOS E BETÃO HIDRÁULICO

Os adjuvantes a considerar nas misturas tratadas com ligantes hidráulicos e betão hidráulico devem satisfazer a Norma Europeia NP EN 934-2 Adjuvantes para betão - Definições, requisitos, conformidade, marcação e rotulagem.

Adjuvante para betão é um produto incorporado durante o processo de amassadura do betão, com uma dosagem não superior a 5% em massa da dosagem de cimento do betão, para modificar as propriedades do betão fresco ou endurecido.

As Normas Europeias que definem os requisitos aplicáveis aos adjuvantes são:

- ✘ NP EN 206-1 Betão - Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade;

- ✘ NP EN 480 Adjuvantes para betão, argamassa e caldas de injeção - Métodos de ensaio (Partes 1, 2, 4, 5, 6, 8 10, 11 e 12);
- ✘ NP EN 934-2 Adjuvantes para betão, argamassa e caldas de injeção - Parte 2: Definições, requisitos, conformidade, marcação e rotulagem;
- ✘ NP EN 934-6 Adjuvantes para betão, argamassa e caldas de injeção - Parte 6: Amostragem, controlo da conformidade e avaliação da conformidade.

A Norma Europeia NP EN 934-2 define os diferentes tipos de adjuvantes para betão:

- ✘ Plastificante/redutor de água;
- ✘ Superplastificante/forte redutor de água;
- ✘ Retentor de água;
- ✘ Introduutor de ar;
- ✘ Acelerador de presa;
- ✘ Acelerador de endurecimento;
- ✘ Retardador de presa;
- ✘ Hidrófugo;
- ✘ Plastificante/redutor de água/retardador de presa;
- ✘ Superplastificante/forte redutor de água/retardador de presa;
- ✘ Plastificante/redutor de água/acelerador de presa.

A verificação da conformidade dos adjuvantes, seguindo as normas aplicáveis, deve basear-se no controlo do produto e da sua produção por parte do fabricante, ao qual deve ser exigido a respectiva ficha de produto.

1.9. ÁGUA

1.9.1. ÁGUA PARA CAMADAS NÃO LIGADAS E MISTURAS BETUMINOSAS

A água a empregar na execução de camadas não ligadas e de misturas betuminosas para as aplicações previstas neste Caderno de Encargos deverá ser doce, limpa e não deverá conter óleos, ácidos, matérias orgânicas ou quaisquer outros produtos prejudiciais.

1.9.2. ÁGUA PARA MISTURAS TRATADAS COM LIGANTES HIDRÁULICOS E BETÃO HIDRÁULICO

A água a empregar nas misturas tratadas com ligantes hidráulicos e betão hidráulico para as aplicações previstas neste Caderno de Encargos deverá ser doce, limpa e não deverá conter óleos, ácidos, matérias orgânicas ou quaisquer outros produtos prejudiciais que possam influenciar os tempos de presa e o desenvolvimento da resistência da mistura.

A água a utilizar deverá ainda obedecer aos requisitos da Norma Europeia NP EN 1008 Água de amassadura para betão - Especificações para a amostragem, ensaio e avaliação da aptidão da água, incluindo água recuperada nos processos da indústria de betão, para o fabrico do betão.

A norma NP EN 1008 considera que, em geral, a aptidão da água para o fabrico de betão depende da sua origem, e, define os seguintes tipos:

- ✘ Água potável, água recuperada nos processos da indústria de betão;
- ✘ Água subterrânea;
- ✘ Água superficial natural e água residual industrial;
- ✘ Água do mar e água salobra;
- ✘ Água residual doméstica.

2. MATERIAIS PARA CAMADAS NÃO LIGADAS

Os materiais para camadas não ligadas incluem solos seleccionados, agregados britados (naturais e reciclados) de granulometria extensa - ABGE, agregado fino e material drenante com agregado britado.

No caso dos ABGE, para além dos requisitos definidos na NP EN 13242 Agregados para materiais ligados ou tratados com ligantes hidráulicos em trabalhos de engenharia civil e na construção rodoviária, devem ser considerados os requisitos definidos na EN 13285 Unbound mixtures - Specification.

As misturas não ligadas abrangem as seguintes rubricas:

14.03.1.1 - Camada de sub-base

14.03.1.1.1 - Solos seleccionados

14.03.1.1.2 - Agregado britado de granulometria extensa

14.03.1.1.3 - Agregado reciclado

14.03.1.2 - Camada de base

14.03.1.2.1 - Agregado britado de granulometria extensa

14.03.1.2.2 - Agregado reciclado

14.03.1.3 - Camada de regularização

14.03.1.3.1 - Areia ou outro agregado fino para assentamento de calçada ou blocos de betão

14.03.1.4 - Camada de regularização, no enchimento de bermas

14.03.1.4.1 - Solos seleccionados

14.03.1.4.2 - Agregado britado de granulometria extensa

14.03.1.4.3 - Material drenante com agregado britado

14.03.1.5 - Camada de desgaste em camadas traficadas não revestidas

14.03.1.5.1 - Solos seleccionados

14.03.1.5.2 - Agregado britado de granulometria extensa

O Quadro 14.03.1a especifica os requisitos dos solos seleccionados para camadas granulares com características de sub-base, regularização no enchimento de bermas e desgaste em camadas traficadas não revestidas.

O Quadro 14.03.1b especifica os requisitos dos agregados, para camadas granulares com características de sub-base, base, regularização, regularização no enchimento de bermas e desgaste em camadas traficadas não revestidas.

O Quadro 14.03.1c especifica as propriedades e requisitos mínimos dos agregados reciclados, para camadas não ligadas com características de sub-base e base.

O Quadro 14.03.1d especifica os requisitos granulométricos dos agregados e das misturas não ligadas a aplicar nas camadas de sub-base, base, regularização, regularização no enchimento de bermas e desgaste em camadas traficadas não revestidas.

Quadro 14.03.1a: Camadas não ligadas - Requisitos/Propriedades dos solos seleccionados

Requisitos / Propriedades	Referência normativa	Unidade	Camada de sub-base	Camada de regularização, enchimento bermas	Camada de desgaste, camadas traficadas não revestidas
			Rubrica 14.03.1.1.1	Rubrica 14.03.1.4.1	Rubrica 14.03.1.5.1
Generalidades	-	-	Solos de boa qualidade, isentos de detritos, matéria orgânica ou quaisquer outras substâncias nocivas		
Dimensão máxima	LNEC E 196	mm	75	50 e 2/3 espessura camada	
Percentagem material que passa no peneiro n.º 200 ASTM, máxima	LNEC E 196	%	15	10 a 20	
Limite liquidez, máximo	NP 143	%	25	35	
Limite plasticidade, máximo	NP 143	%	6	6 a 10	
Valor de equivalente de areia, mínimo	LNEC E 199	%	30	NR	
Valor de azul de metileno (material dimensão inferior a 75 µm, máximo)	AFNOR 18-592	-	1,5		
CBR 95 % compactação relativa (Proctor Modificado), mínimo	LNEC E198	%	20		
Expansibilidade (ensaio CBR), máxima	NF P94-078	%	1,5		
NR - Não Requerido.					

Quadro 14.03.1b - Camadas não ligadas - Requisitos/Propriedades dos agregados naturais (NP EN 13242)

Requisitos / Propriedades	Refª normativa	Unid ·	Camada de sub-base	Camada de base	Camada de regularização	Camada de regularização, enchimento bermas		Camada de desgaste, camadas traficadas não revestidas
			ABGE	ABGE	Agregado fino, assentamento calçada	ABGE	Material drenante, agregado britado	ABGE
			rubrica 14.03.1.1.2	rubrica 14.03.1.2.1	rubrica 14.03.1.3.1	rubrica 14.03.1.4.2	rubrica 14.03.1.4.3	rubrica 14.03.1.5.2
Forma do agregado grosso - Índice de achatamento	NP EN 933-3	%	F_{35}	30 ^(a)	NA	30 ^(a)	F_{35}	30 ^(a)
Percentagem de partículas esmagadas ou partidas e de partículas totalmente roladas nos agregados grossos	NP EN 933-5	%	$C_{90/3}$		NA	$C_{90/3}$		$C_{90/3}$
Qualidade dos finos - Valor de equivalente de areia, mínimo e Valor do ensaio de azul de metileno, máximo	NP EN 933-8, NP EN 933-9	% g/kg	Se a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm for inferior a 3 % os finos podem ser considerados não prejudiciais. Se o teor total de finos for superior a 3 %, então $SE \geq 40$. Caso $SE < 40$, então $MB \leq 2,5$	Se a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm for inferior a 3 % os finos podem ser considerados não prejudiciais. Se o teor total de finos for superior a 3 %, então $SE \geq 50$. Caso $SE < 50$, então $MB \leq 2,0$	Se a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm for inferior a 3 %, os finos podem ser considerados não prejudiciais. Se o teor total de finos for superior a 3 %, então $SE \geq 40$. Caso $SE < 40$, então $MB \leq 2,5$	Se a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm for inferior a 3 % os finos podem ser considerados não prejudiciais. Se o teor total de finos for superior a 3 %, então $SE \geq 40$. Caso $SE < 40$, então $MB \leq 2,5$	Se a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm for inferior a 3 % os finos podem ser considerados não prejudiciais. Se o teor total de finos for superior a 3 %, então $SE \geq 60$. Caso $SE < 60$, então $MB \leq 2,0$	Se a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm for inferior a 3 % os finos podem ser considerados não prejudiciais. Se o teor total de finos for superior a 3 %, então $SE \geq 50$. Caso $SE < 50$, então $MB \leq 2,0$
Resistência à fragmentação do agregado grosso, coeficiente Los Angeles	NP EN 1097-2	%	45 ^(a)	LA_{40}	NA	LA_{40}	45 ^(a)	LA_{40}
Resistência ao desgaste por atrito do agregado grosso, coeficiente micro-Deval	NP EN 1097-1	%	M_{DE35}	M_{DE25}		M_{DE25}	M_{DE35}	M_{DE25}
Massa volúmica das partículas	NP EN 1097-6	Mg/m³	A declarar					
Absorção de água	NP EN 1097-6	%						

Requisitos / Propriedades	Refª normativa	Unid .	Camada de sub-base	Camada de base	Camada de regularização	Camada de regularização, enchimento bermas		Camada de desgaste, camadas traficadas não revestidas
			ABGE	ABGE	Agregado fino, assentamento calçada	ABGE	Material drenante, agregado britado	ABGE
			rubrica 14.03.1.1.2	rubrica 14.03.1.2.1	rubrica 14.03.1.3.1	rubrica 14.03.1.4.2	rubrica 14.03.1.4.3	rubrica 14.03.1.5.2
"Sonnenbrand" do basalto	NP EN 1367-3 e NP EN 1097-2	%	Em caso de dúvida, onde existam indícios de "Sonnenbrand", perda de massa após a ebulição ≤ 1 e $SB_{LA} \leq 8$		NA	Em caso de dúvida, onde existam indícios de "Sonnenbrand", perda de massa após a ebulição ≤ 1 e $SB_{LA} \leq 8$		
Resistência ao gelo e ao degelo, valor de absorção de água como ensaio de triagem e valor do sulfato de magnésio	NP EN 1097-6 e NP EN 1367-2	%	Se a absorção de água for superior a WA_{242} , então o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em $MS_{35}^{(b)}$		Se a absorção de água for superior a $WA_{240,5}$, então o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em $MS_{35}^{(b)}$	Se a absorção de água for superior a WA_{242} , então o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em $MS_{35}^{(b)}$		
NA - Não Aplicável								
(a) - Como a Norma NP EN 13242 não possui as categorias FI_{30} e LA_{45} são indicados os valores requeridos. (b) - Para agregados susceptíveis de degradação pela acção do gelo-degelo, expostos a ambientes sujeitos ao gelo e ao degelo, a situações de humidade elevada ou à água do mar, o ensaio de absorção de água deve ser utilizado como ensaio de triagem. Se a absorção de água não for superior ao valor especificado na categoria WA_{242} ou $W_{cm0,5}$, o agregado deve ser considerado como resistente ao gelo-degelo.								

Quadro 14.03.1c - Camadas não ligadas - Requisitos/Propriedades dos agregados reciclados

Requisitos / Propriedades	Refª normativa	Camada de sub-base			Camada de base		
		AGER1 (B ouC)	AGER2 (B ou C)	AGER3 (B)	AGER1 (B ouC)	AGER2 (B ou C)	AGER3 (B)
		rubrica 14.03.1.1.3	rubrica 14.03.1. 1.3	rubrica 14.03.1.1.3	rubrica 14.03.1.1.3	rubrica 14.03.1.1.3	rubrica 14.03.1.1.3
Parâmetros geométricos e de natureza							
Dimensão	NP EN 13285	0/31,5					
Sobretamanhos (NP EN 933-1)	NP EN 13285	OC75	OC80	OC85	OC75	OC80	OC85
Classe de granulometria (NP EN 933-1)	NP EN 13285	GB		GA	GB		GA
Teor de finos (NP EN 933-1)	NP EN 13285	UF9 LF2			UF9 LF2		
Qualidade dos finos (NP EN 933-9) (a)	NP EN 13242+A1	MBO7D ≤ 1,0 g/kg	MBO/D ≤ 0,8 g/kg		MB O/D≤ 1,0 g/kg	MB O/D≤ 0,8 g/kg	
Percentagem de partículas totalmente esmagadas ou partidas e totalmente	NP EN 13242+A1	C50/30	C50/10	C90/3	C50/30	C50/10	C90/3

Requisitos / Propriedades	Refª normativa	Camada de sub-base			Camada de base		
		AGER1 (B ouC)	AGER2 (B ou C)	AGER3 (B)	AGER1 (B ouC)	AGER2 (B ou C)	AGER3 (B)
		rubrica 14.03.1.1.3	rubrica 14.03.1.1.3	rubrica 14.03.1.1.3	rubrica 14.03.1.1.3	rubrica 14.03.1.1.3	rubrica 14.03.1.1.3
roladas em agregados grossos (NP EN 933-5)							
Parâmetros de comportamento mecânico							
Resistência à fragmentação e resistência ao desgaste (NP EN 1097-2 e NP EN 1097-1)	EN 13242+A1	LA45 e MDE45 ou LA+MDE ≤85	LA40 e MDE35 ou LA+MDE≤ 75	LA40 e MDE35 ou LA+MDE≤70	LA40 e MDE35 ou LA+MDE≤85	LA40 e MDE35 ou LA+MDE≤75	LA40 e MDE35 ou LA+MDE≤70
Propriedades químicas							
Teor de sulfatos solúveis em água (EN 1744-1) (b)	EN 13242 + A1	SS0,7					
Libertação de substâncias perigosas	EN1245-4	Classificação como resíduos para deposição em aterro de resíduos inertes (c)					
(a) - MBO/D - O valor do azul metileno expresso em g/kg segundo a norma de ensaio (NP EN 933-9) multiplicado pela percentagem da fracção passada no peneiro de 2mm.							
(b) - Para teores de sulfatos superiores a 0.2%, estes agregados deverão ser colocados a uma distância não inferior a 0,50m de elementos estruturais de betão.							
(c) - A classificação baseia-se apenas nos resultados do ensaio de lixiviação para L/S = 10 l/kg - Secção 2.1.2.1, da Decisão do Conselho 2003/33/CE.							
Decisão do Conselho 2003/33/CE							
Parâmetros				Resíduos inertes			
Carbono Orgânico Dissolvido, C(mg/kg)				≤ 500			
Cádmio, Cd (mg/kg)				≤ 0,04			
Cobre, Cu (mg/kg)				≤ 2			
Crómio Total, Cr (mg/kg)				≤ 0,5			
Níquel, Ni(mg/kg)				≤ 0,4			
Chumbo, Pb (mg/kg)				≤ 0,5			
Zinco, Zn (mg/kg)				≤ 4			
Cloretos, Cl (mg/kg)				≤ 800			
Sulfatos, SO2-4 (mg/l)				≤ 1000			

Quadro 14.03.1d: Camadas granulares - Requisitos granulométricos dos agregados naturais e reciclados (NP EN 13242) e misturas não ligadas (EN 13285)

Requisitos / Propriedades	Referência normativa	Unidade	Camada de sub-base	Camada de base	Camada de regularização	Camada de regularização, enchimento bermas				Camada de desgaste, camadas traficadas não revestidas		
			ABGE	ABGE	Agregado fino, assentamento calçada	ABGE	Material drenante, agregado britado		ABGE			
			rubricas 14.03.1.1.2 14.03.1.1.3	rubricas 14.03.1.2.1 14.03.1.2.2	rubrica 14.03.1.3.1	rubrica 14.03.1.4.2	rubrica 14.03.1.4.3	rubrica 14.03.1.5.2				
Designação agregado/mistura	NP EN 13242 EN 13285	-	Mistura 0/31,5		Agregado fino 0/4	Mistura 0/31,5	Agregado granulometria extensa, 0/22,4		Mistura 0/31,5			
Teor de finos	NP EN 13242, NP EN 933-1	%	NA		f10	NA	f3		NA			
Conteúdo de finos, máximo	NP EN 13285, NP EN 933-1		UF7		NA	UF7	NA		UF7			
Conteúdo de finos, mínimo			LF2		NA	LF2	NA		LF2			
Sobretamanhos			OC80		NA	OC80	NA		OC80			
Curva granulométrica	NP EN 13242 (GF)	-	GB		GF85	GB	GF80		GB			
Dimensão dos peneiros de referência	EN 13285 (GB)		Fuso granulométrico - Percentagem acumulada de material passado									
40	NP EN 13242 (rubricas 14.03.1.3.1 e 14.03.1.4.3) EN 13285 (restantes rubricas), NP EN 933-2	mm		100		-		100	2D	100		100
31,5			D	80-99		-	D	80-99	1,4D	98-100	D	80-99
22,4				-		-		-	D	80-99		-
16			A	63-77		-	A	63-77	Ra	42-89	A	63-77
8			B	43-60	2D	100	B	43-60	Ra	11-47	B	43-60
6,3				-		-		-		-		-
5,6				-	1,4D	98-100		-		-		-
4			C	30-52		85-99	C	30-52	Ra	0-20	C	30-52
2			E	23-40	Ra	70-98	E	23-40	Ra	0-5	E	23-40
1			F	14-35	Ra	46-75	F	14-35		-	F	14-35
0,5			G	10-30	Ra	20-50	G	10-30		-	G	10-30
0,25				-	Ra	9-27		-		-		-
0,125				-	Ra	4-13		-		-		-

Requisitos / Propriedades	Referência normativa	Unidade	Camada de sub- base	Camada de base	Camada de regulariza ção	Camada de regularização, enchimento bermas				Camada de desgaste, camadas traficadas não revestidas		
			ABGE	ABGE	Agregado fino, assentame nto calçada	ABGE	Material drenante, agregado britado		ABGE			
			rubricas 14.03.1.1. 2 14.03.1.1. 3	rubricas 14.03.1.2. 1 14.03.1.2. 2	rubrica 14.03.1.3. 1	rubrica 14.03.1.4. 2	rubrica 14.03.1.4. 3	rubrica 14.03.1.5. 2				
0,063				2-7		1-10		2-7		0-3		2-7
D - Abertura do peneiro superior que pode reter material, em milímetros A, B, C, E, F G - Peneiros para a granulometria, de acordo com EN 13285, secção 4.4.1 Ra - Requisito adicional Nota: Os valores apresentados para os agregados reciclados podem ser obtidos com a adição de agregados naturais, tendo em vista a sua correcção granulométrica.												

3. MATERIAIS PARA CAMADAS DE MISTURAS BETUMINOSAS A QUENTE

3.1.1. MATERIAIS

Os Quadros 14.03.2b, 14.03.2e, 14.03.2h e 14.03.2l especificam os requisitos granulométricos dos agregados das misturas betuminosas a quente. Tais requisitos são definidos de acordo com:

- ✘ as disposições constantes da NP EN 13043, caso se tratem de agregados a utilizar nas camadas de misturas betuminosas a quente (por exemplo, os agregados duros para o AC 14 surf da rubrica 14.03.2.4.5). Nestes casos, os agregados são definidos em termos das suas dimensões, usando as designações d/D. É especificada uma categoria para a granulometria e são cumpridos os requisitos gerais indicados na NP EN 13242 para os peneiros 2D, 1,4D, D, d e d/2, quando aplicável. Com vista ao melhor enquadramento do produto na respectiva utilização prevista, são igualmente especificados requisitos adicionais para a percentagem de passados nos peneiros indicados;
- ✘ as disposições constantes da EN 13108-1 *Bituminous mixtures- Material specifications- Part 1: Asphalt concrete*, aplicável a misturas do grupo betão betuminoso. Os fusos granulométricos têm em consideração os peneiros da “Série Base mais a Série 2” indicados na NP EN 13043 e são os que melhor se adaptam às misturas produzidas em Portugal. Todos os fusos têm em consideração os seguintes peneiros: 1,4D, D, peneiro característico intermédio, peneiro extra opcional, 2 mm, peneiro característico intermédio, peneiro extra opcional e 0,063 mm;

- ✘ as disposições constantes da EN 13108-7 *Bituminous mixtures- Material specifications- Part 7: Porous asphalt*, aplicável a misturas do grupo betão betuminoso drenante;
- ✘ a percentagem de material passado numa série de peneiros de acordo com a NP EN 933-2, quando os requisitos granulométricos aplicáveis à mistura não se enquadram em nenhuma das três Normas acima referidas (por exemplo, as misturas betuminosas com betume modificado com alta percentagem de borracha).

Os Quadros 14.03.2c, 14.03.2f, 14.03.2i e 14.03.2m especificam os requisitos dos agregados para camadas de misturas betuminosas a quente com características de base, ligação, regularização, e desgaste, respectivamente. Tais requisitos são definidos de acordo com as disposições constantes na Norma Portuguesa NP EN 13043, aplicável aos agregados obtidos a partir do processamento de materiais naturais para utilização em misturas betuminosas. Para além das exigências da NP EN 13043, a composição granulométrica das misturas betuminosas tem que ser obtida, no mínimo, a partir de três fracções granulométricas distintas.

O fíler deve cumprir os requisitos especificados no item 14.03.0-3.

O ligante deve cumprir os requisitos especificados no item 14.03.0-4.

Os aditivos devem cumprir os requisitos especificados no item 14.03.0-5.

3.2. MISTURAS BETUMINOSAS

O actual acervo normativo Europeu inclui um conjunto de Normas Europeias que definem requisitos para as misturas betuminosas fabricadas a quente - 8 partes da série 13108, cujas propriedades são caracterizadas pelos respectivos métodos de ensaio descritos na série 12697 (43 partes).

As Normas Portuguesas NP EN 13108-20 Misturas betuminosas - Especificações dos materiais - Parte 20: Ensaio de Tipo e NP EN 13108-21 Misturas betuminosas - Especificações dos materiais - Parte 21: Controlo da Produção em Fábrica são parte integrante do sistema de avaliação da conformidade das misturas betuminosas.

O presente Caderno de Encargos abrange as misturas betuminosas fabricadas a quente especificadas nas Normas da série 13108: *EN 13108-1 Bituminous mixtures- Material specifications- Part 1: Asphalt concrete* e *EN 13108-7 Bituminous mixtures- Material specifications- Part 7: Porous asphalt*.

Incluem-se ainda as misturas betuminosas com betume modificado com alta percentagem de borracha, que não se enquadram em nenhuma Norma Europeia da série EN 13108, aplicando-se-lhes no entanto, as metodologias de ensaio descritas nas Normas Europeias da série EN 12697.

3.2.1. MISTURAS BETUMINOSAS DO GRUPO DO BETÃO BETUMINOSO¹

A Norma Europeia EN 13108-1 especifica os requisitos para as misturas betuminosas do grupo do betão betuminoso, produzidas a quente, e deve ser utilizada em conjunto com as NP EN 13108-20 e NP EN 13108-21.

¹ Misturas com obrigatoriedade de aposição da marcação CE. Aplica-se o sistema 2+ para atestação da conformidade como base para a marcação CE.

Estão abrangidas pelo presente Caderno de Encargos um conjunto de misturas betuminosas incluídas no “grupo do betão betuminoso”, cujos requisitos se baseiam na abordagem empírica definida na EN 13108-1, em termos de receitas de composição e de requisitos para os materiais constituintes em associação com requisitos adicionais baseados em ensaios relacionados com o desempenho.

O conjunto de misturas betuminosas acima referido está discriminado no Quadro 14.03.2a, o qual inclui a nova designação para as misturas betuminosas de acordo com a EN 13108-1 e uma comparação com a designação adoptada no Caderno de Encargos de 1998.

A nova designação europeia para as misturas betuminosas pode conduzir à mesma designação para misturas betuminosas distintas, pelo que foram adicionadas siglas correspondentes ao tipo de mistura em causa.

Inclui-se o seguinte exemplo para a designação do macadame betuminoso, fuso B, a aplicar em camada de base, produzida com um betume de gama de penetração 35/50 (EN 12591) e com um agregado cuja abertura do peneiro superior é igual a 32 mm: “**AC32 base 35/50 (MB)**”, sendo que as siglas MB são as iniciais da designação da mistura em Português (Macadame Betuminoso).

Quadro 14.03.2a - Designação das misturas betuminosas

Camada	Designação anterior	Designação actual
Base	Macadame Betuminoso Fuso B	AC 32 base ligante (MB)
	Macadame Betuminoso Fuso A	AC 20 base ligante (MB)
	Mistura Betuminosa de Alto Módulo	AC 20 base ligante (MBAM)
Ligação	Macadame Betuminoso Fuso A	AC 20 bin ligante (MB)
	Mistura Betuminosa Densa	AC 20 bin ligante (MBD)
	Mistura Betuminosa de Alto Módulo	AC 16 bin ligante (MBAM)
	Betão Betuminoso	AC 14 bin ligante (BB)
	Argamassa Betuminosa com betume modificado	AC 4 bin ligante (AB)
Regularização	Macadame Betuminoso Fuso A	AC20 reg ligante (MB)
	Mistura Betuminosa Densa	AC 20 reg ligante (MBD)
	Betão Betuminoso	AC 14 reg ligante (BB)
	Argamassa Betuminosa com betume modificado	AC 4 reg ligante (AB)

Camada	Designação anterior	Designação actual
Desgaste	Betão Betuminoso	AC 14 surf ligante (BB)
	Betão Betuminoso Rugoso	AC 14 surf ligante (BBr)
	(micro) Betão Betuminoso Rugoso	AC 10 surf ligante (mBBr)
AC - designação do produto, cujo termo em inglês é “Asphalt Concrete”; ligante - classe a definir ; base - referente à camada de base, cujo termo em inglês é similar “base course”; bin - referente à camada de ligação, cujo termo em inglês é “binder course”, de espessura constante; reg - referente à camada de regularização, cujo termo em inglês é “regulating course”, de espessura variável; surf - referente à camada de desgaste, cujo termo em inglês é “surface course”.		

3.2.2. MISTURAS BETUMINOSAS DO GRUPO DO BETÃO BETUMINOSO DRENANTE

A Norma Europeia EN 13108-7 *Bituminous mixtures- Material specifications- Part 7: Porous asphalt* especifica os requisitos para as misturas betuminosas do grupo do betão betuminoso drenante, produzidas a quente, e deve ser utilizada em conjunto com as NP EN 13108-20 e NP EN 13108-21.

Esta Norma especifica o betão betuminoso drenante com base na abordagem empírica definida em termos de receitas de composição e de requisitos para os materiais constituintes em associação com requisitos adicionais baseados em ensaios relacionados com o desempenho.

A EN 13108-7 especifica uma nova designação para o betão betuminoso drenante, a qual inclui, para além das siglas relativas a este tipo de mistura (PA), a abertura do peneiro superior do agregado na mistura, em mm (D) e a designação do betume utilizado (ligante). À semelhança do grupo do betão betuminoso foram acrescentadas siglas referentes às iniciais da designação da mistura em Português (Betão Betuminoso drenante). No caso do betão betuminoso drenante especificado no Caderno de Encargos, a nova designação é: PA 12,5 ligante (BBd).

Este tipo de mistura destina-se a ser aplicada em camada de desgaste.

3.2.3. MISTURAS BETUMINOSAS COM BETUME MODIFICADO COM BORRACHA

O fuso granulométrico definido para estas misturas não se enquadra em nenhuma Norma Europeia da série EN 13108. Assim, não existe Norma Europeia de produto aplicável a este tipo de mistura betuminosa. Contudo, aplicam-se as metodologias de ensaio descritas nas Normas Europeias da série EN 12697.

Este tipo de mistura destina-se a ser aplicada em camadas de desgaste.

3.3. TIPOS DE APLICAÇÃO

As misturas betuminosas indicadas em 2.1, 2.2 e 2.3, são aplicáveis em camadas do pavimento com características de base, ligação, regularização e desgaste, consoante o tipo de mistura. Estas camadas abrangem as seguintes rubricas:

- ✘ 14.03.2.1 - Camada de base
- ✘ 14.03.2.2 - Camada de ligação
- ✘ 14.03.2.3 - Camada de regularização
- ✘ 14.03.2.4 - Camada de desgaste

3.3.1. CAMADA DE BASE

Os materiais para camadas de misturas betuminosas com características de base abrangem as seguintes rubricas:

- ✘ 14.03.2.1.1 - AC 32 base ligante (MB)
- ✘ 14.03.2.1.2 - AC 20 base ligante (MB)
- ✘ 14.03.2.1.3 - AC 20 base ligante (MBAM)

O Quadro 14.03.2b especifica os requisitos dos fusos granulométricos para as misturas betuminosas a aplicar em camadas com características de base.

O Quadro 14.03.2c especifica os requisitos dos agregados para camadas betuminosas com características de base.

O Quadro 14.03.2d especifica os requisitos da mistura betuminosa para camadas betuminosas com características de base.

Quadro 14.03.2b: Camadas de misturas betuminosas a quente Camada de base - Requisitos dos fusos granulométricos

Camada de base							
Tipo de mistura		AC 32 base (MB)		AC 20 base (MB)		AC20 base (MBAM)	
		Rubrica 14.03.2.1.1		rubrica 14.03.2.1.2		rubrica 14.03.2.1.3	
Peneiros Série Base+ Série 2	Unidade	Percentagem acumulada do material passado					
40	mm	1,4D	100	-	-	-	-
31,5		D	90 - 100	1,4D	100	1,4D	100
20		(c1)	68 - 93	D	90 - 100	D	90 - 100
16		-	-	-	-	-	-
14		-	-	-	-	-	-
12,5		-	-	(c1)	57 - 86	-	-
10		-	-	-	-	(c1)	63 - 81
6,3		(o1)	40 - 60	-	-	-	-
4		-	-	(o1)	34 - 49	(o1)	42 - 57
2		2	26 - 41	2	26 - 41	2	27 - 41

Camada de base							
Tipo de mistura		AC 32 base (MB)		AC 20 base (MB)		AC20 base (MBAM)	
		Rubrica 14.03.2.1.1		rubrica 14.03.2.1.2		rubrica 14.03.2.1.3	
1		-	-	-	-	-	-
0,5		(c2)	12 - 26	(c2)	12 - 26	(c2)	11 - 23
0,125		(o2)	4 - 14	(o2)	4 - 14	(o2)	7 - 13
0,063		0,063	2 - 7	0,063	2 - 7	0,063	5 - 9
Referência normativa		EN 13108-1 e NP EN 13043					
D - abertura do peneiro superior que pode reter material, em milímetros							
(c1) peneiro característico intermédio, entre D e 2 milímetros							
(o1) peneiro extra opcional entre D e 2 milímetros							
(c2) peneiro característico intermédio, entre 2 e 0,063 milímetros							
(o2) peneiro extra opcional entre 2 e 0,063 milímetros							

Quadro 14.03.2c: Camadas de misturas betuminosas a quente Camada de base - Requisitos/Propriedades dos agregados (NP EN 13043)

Camada de base						
Requisitos / Propriedades		Referência normativa	Unidade	Tipo de mistura		
				AC 32 base (MB)	AC 20 base(MB)	AC20 base (MBAM)
				rubrica 14.03.2.1.1	rubrica 14.03.2.1.2	rubrica 14.03.2.1.3
Qualidade dos finos	3%-10% (a)	NP EN 933-9	g/Kg	MBF10		
	>10% (b)			Satisfazer os requisitos aplicáveis aos fileres, de acordo com o especificado no Quadro 14.3.0-3b.		
Forma do agregado grosso - Índice de achatamento		NP EN 933-3	-	FI30		
Percentagens de superfícies esmagadas e partidas nos agregados grossos		NP EN 933-5	%	C100/0		
Resistência à fragmentação do agregado grosso, coeficiente Los Angeles		NP EN 1097-2 (secção 5)	%	LA40		
Resistência ao desgaste por atrito do agregado grosso, coeficiente micro-Deval		NP EN 1097-1	%	MDE25		
Massa volumica das partículas		NP EN 1097-6	Mg/m3	A declarar		
Absorção de água		NP EN 1097-6	%	≤ 2		
Baridade		NP EN 1097-3	Mg/m3	A declarar		
Resistência ao gelo e ao degelo [valor de absorção de água (wa) como ensaio de triagem e valor do sulfato de magnésio (MS)] (c)		NP EN 1097-6 NP EN 1367-2	%	Se WA >2, o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS35		
Resistência ao choque térmico		NP EN 1367-5 NP EN 1097-2 (secção 5)	%	A declarar		
Afinidade dos agregados grossos aos ligantes betuminosos		EN 12697-11	—	A declarar (d)		
"Sonnenbrand" do basalto (e)		NP EN 1367-3 NP EN 1097-2 (secção 5)	%	Perda de massa após a ebulição ≤ 1 e SBLA ≤ 8		

NA - Não Aplicável

(a) - Quando a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm no agregado fino, estiver compreendido entre 3% e 10%, em massa, deve ser avaliada a nocividade dos finos da fracção 0/0,125 mm e o valor do ensaio de azul de metileno deve estar enquadrado na categoria MBF10.

(b) - Se a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm for superior a 10 % (em massa), os finos devem cumprir os requisitos aplicáveis aos fileres, de acordo com o especificado no Quadro 14.03.0-3b.

(c) - Para agregados susceptíveis de degradação pela acção do gelo-degelo, expostos a ambientes sujeitos ao gelo e ao degelo, a situações de humidade elevada ou à água do mar, o ensaio de absorção de água deve ser utilizado como ensaio de triagem. Se a absorção de água não for superior ao valor especificado na categoria WA242 o

Camada de base					
Requisitos / Propriedades	Referência normativa	Unidade	Tipo de mistura		
			AC 32 base (MB)	AC 20 base (MB)	AC20 base (MBAM)
			rubrica 14.03.2.1.1	rubrica 14.03.2.1.2	rubrica 14.03.2.1.3
agregado deve ser considerado como resistente ao gelo-degelo. Se a absorção de água for superior a WA242, então o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS35.					
(d) - A utilização de seixo britado é condicionada ao emprego de um aditivo no betume, de modo a garantir a adequada adesividade ao ligante betuminoso.					
(e) - Em caso de dúvida, onde existam indícios de "Sonnenbrand".					

Quadro 14.03.2d: Camadas de misturas betuminosas a quente - Camada de base - Requisitos/Propriedades

Camada de base							
Requisitos /Propriedades		Referênci a normativa	Condições específicas de ensaio	Unid.	Tipo de mistura		
					AC 32 base (MB)	AC 20 base (MB)	AC20 base (MBAM)
					rubrica 14.03.2.1.1	rubrica 14.03.2.1.2	rubrica 14.03.2.1.3
Caracterís ticas Marshall	Estabilid., máx.	EN 12697-34	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas	KN	NA	Smax15 (a)	SmaxNR
	Estabilid., mín.			KN		Smim7,5	16 (b)
	Deform., máx.			mm		F4	F4
	Deform., mín.			mm		F2	F2
	Quoc. Marshall, mín.			KN/mm		Qmin2	QminNR
Vazios na mistura de agregados (VMA), mín.		EN 12697-8	EN 12697-8 Calculada com base na baridade máxima teórica (c) - determinada segundo a EN 12697-5, procedimento A, em água e na baridade (d) - determinada segundo a EN 12697-6, procedimento B, provete saturado com a superfície seca	%	VMamin14		
Porosidade, Vm		EN 12697-8	EN 12697-8 Calculada com base na baridade máxima teórica (c) - determinada segundo a EN 12697-5, procedimento A, em água e na baridade (d) - determinada segundo a EN 12697-6, procedimento B, provete saturado com a superfície seca	%	4-8 (e)	Vmin3,0-Vmax6	Vmin2,0-Vmax6
Relação ponderal de filer /ligante		–	Estudo de formulação (item 15.03.2)	%	Item 14.03.0-3		
Índice de Resistência Conservada (IRC) em ensaios de compressão Marshall, mín.		MIL-STD-620A	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas	%	NA	80	
Resistênci a à Deformaçã	Taxa de deformaç	EN 12697-22	Equipamento pequeno, procedimento B, acondicionamento ao	mm/10 ^3 ciclos	Categoria a declarar		

Camada de base							
Requisitos /Propriedades		Referência normativa	Condições específicas de ensaio	Unid.	Tipo de mistura		
					AC 32 base (MB)	AC 20 base (MB)	AC20 base (MBAM)
					rubrica 14.03.2.1.1	rubrica 14.03.2.1.2	rubrica 14.03.2.1.3
o Permanente (“wheel-tracking”)	ão, WTSAIR		ar, temperatura do ensaio 60 ° C	de carga			
	Profundidade de rodagem máxima, PRDAIR			%			
% de ligante, mín.		—	—	%	Bmin4,2 (f)	Bmin3,5 (g)	Bmin4,0 (g)
Sensibilidade à água, ITSR		EN 12697-12	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas, temperatura do ensaio: 15.°C	%	NA	Categoria a declarar	
NA - Não Aplicável NR - Não Requerido (a) - Para granitóides e agregados provenientes de rochas com predominância de sílica na sua composição a estabilidade máxima deverá ser 21 kN. (b) - Como a norma EN 13108-1 não possui categoria aplicável à estabilidade mín. exigida para esta mistura, que é de 16 KN, foi especificado esse valor. (c) - Calculada para a percentagem óptima de ligante da mistura em estudo. (d) - Para a moldagem dos provetes é utilizado o compactador de impacto com 75 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. (e) - Porosidade de tarolos recolhidos após a execução da camada. (f) - Este valor corresponde à percentagem mínima de betume a utilizar no trecho experimental que servirá para formular a mistura (ver item 15.03.2 na mistura correspondente). (g) - Este valor corresponde à menor percentagem de betume a utilizar no fabrico da mistura betuminosa - a considerar para ponto de partida do ensaio Marshall - a partir da qual serão fabricadas mais 4 misturas betuminosas, com cinco percentagens de betume.							

3.3.2. CAMADA DE LIGAÇÃO

Os materiais para camadas de misturas betuminosas com características de ligação abrangem as seguintes rubricas:

- ✘ 14.03.2.2.1 - AC 20 bin ligante (MB)
- ✘ 14.03.2.2.2 - AC 20 bin ligante (MBD)
- ✘ 14.03.2.2.3 - AC 16 bin ligante (MBAM)
- ✘ 14.03.2.2.4 - AC 14 bin ligante (BB)
- ✘ 14.03.2.2.5 - AC 4 bin ligante (AB)

O Quadro 14.03.2e especifica os requisitos dos fusos granulométricos para as misturas betuminosas a aplicar em camadas com características de ligação.

O Quadro 14.03.2f especifica os requisitos dos agregados para camadas betuminosas com características de ligação.

O Quadro 14.03.2g especifica os requisitos da mistura betuminosa para camadas betuminosas com características de ligação.

Quadro 14.03.2e: Camadas de misturas betuminosas a quente - Camada de ligação - Requisitos dos fusos granulométricos

Camada de ligação											
Tipo de mistura		AC 20 bin (MB)		AC 20 bin (MBD)		AC16 bin (MBAM)		AC14 bin (BB)		AC4 bin (AB)	
Peneiros Série Base + Série 2	Unid	rubrica 14.03.2.2.1		rubrica 14.03.2.2.2		rubrica 14.03.2.2.3		rubrica 14.03.2.2.4		rubrica 14.03.2.2.5	
		Percentagem acumulada do material passado									
31,5	mm	1,4D	100	1,4D	100		-		-		-
20		D	90-100	D	90-100	1,4D	100	1,4D	100		-
16			-		-	D	90-100		-		-
14			-		-		-	D	90-100		-
12,5		(c1)	57-86		-		-		-		-
10			-	(c1)	67-80	(c1)	63-83	(c1)	67-77		-
8			-		-		-		-		-
6,3			-		-		-		-	1,4D	100-
5,6			-		-		-		-		
4		(o1)	34-49	(o1)	42-57	(o1)	39-57	(o1)	40-52	D	90-100
2		2	26-41	2	32-46	2	27-41	2	25-40	2	70-85
1			-		-		-		-		
0,5		(c2)	12-26	(c2)	18-29	(c2)	11-23	(c2)	11-19	(c2)	30-45
0,25			-		-		-		-		
0,125		(o2)	4-14	(o2)	7-14	(o2)	7-12	(o2)	6-1	(o2)	9-16
0,063		0,063	2-7	0,063	5-9	0,063	5-9	0,063	5-8	0,063	6-10
Refª normativa	EN 13108-1 e NP EN 13043										
D - abertura do peneiro superior que pode reter material, em milímetros (c1) peneiro característico intermédio, entre D e 2 milímetros (o1) peneiro extra opcional entre D e 2 milímetros (c2) peneiro característico intermédio, entre 2 e 0,063 milímetros (o2) peneiro extra opcional entre 2 e 0,063 milímetros											

Quadro 14.03.2g: Camadas de misturas betuminosas a quente Camada de ligação - Requisitos/Propriedades

Camada de ligação									
Requisitos /Propriedades		Ref ^a normativa	Condições específicas de ensaio	Unidade	Tipo de mistura				
					AC 20 bin (MB)	AC 20 bin (MBD)	AC16 bin (MBAM)	AC14 bin (BB)	AC 4 bin (AB)
					rubrica 14.03.2.2.1	rubrica 14.03.2.2.2	rubrica 14.03.2.2.3	rubrica 14.03.2.2.4	rubrica 14.03.2.2.5
Características Marshall	Estabilidade, máx.	EN 12697-34	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas (a)	KN	S _{max} 15 (b)				
	Estabilidade, mín.			KN	S _{mim} 7,5		16 (c)	S _{mim} 7,5	

Camada de ligação									
Requisitos /Propriedades		Refª normativa	Condições específicas de ensaio	Unidade	Tipo de mistura				
					AC 20 bin (MB)	AC 20 bin (MBD)	AC16 bin (MBAM)	AC14 bin (BB)	AC 4 bin (AB)
					rubrica 14.03.2.2.1	rubrica 14.03.2.2.2	rubrica 14.03.2.2.3	rubrica 14.03.2.2.4	rubrica 14.03.2.2.5
	Deformação, máx.			mm	F4				F5
	Deformação, mín.			mm	F2				F3
	Quociente Marshall			KN/mm	Qmin2	Qmin2,5	QminNR	Qmin2	Qmin2
Vazios na mistura de agregados (VMA), mín.		EN 12697-8	EN 12697-8 Calculada com base na baridade máxima teórica (d) - determinada segundo a EN 12697-5, procedimento A, em água e na baridade (e) - determinada segundo a EN 12697-6, procedimento B, provete saturado com a superfície seca	%	VMAmin14				VMAMin16
Porosidade, Vm		EN 12697-8	EN 12697-8 Calculada com base na baridade máxima teórica (d) - determinada segundo a EN 12697-5, procedimento A, em água e na baridade (e) - determinada segundo a EN 12697-6, procedimento B, provete saturado com a superfície seca	%	Vmin3,0-Vmax6		Vmin2,0-Vmax5	Vmin3,0-Vmax5	Vmin3,0-Vmax6
Relação ponderal de filler /ligante		-	Estudo de formulação (item 15.03.2)	%	Item 14.03.0-3				
Índice de Resistência Conservada (IRC) em ensaios de compressão Marshall, mín.		MIL-STD 620A	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas (e)	%	80				NA
Resistência à Deformação Permanente ("Wheel-tracking")	Taxa de deformação, WTSAIR	EN 12697-22	Equipamento pequeno, procedimento B, acondicionamento ao ar, temperatura do ensaio 60 °C	mm/10 ³ ciclos de carga	Categoria a declarar				NR
	Profundidade de rodagem máxima, PRDAIR			%					NR
% de ligante, mín.		-	-	%	Bmin3,5 (f)	Bmin4,0 (f)	Bmin5,2 (f)	Bmin4,0 (f)	Bmin5,0 (f)
Sensibilidade à água, ITSR		EN 12697-12	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas (g),	%	Categoria a declarar				

Camada de ligação								
Requisitos /Propriedades	Refª normat iva	Condições específicas de ensaio	Unid ade	Tipo de mistura				
				AC 20 bin (MB)	AC 20 bin (MBD)	AC16 bin (MBAM)	AC14 bin (BB)	AC 4 bin (AB)
				rubrica 14.03.2 .2.1	rubrica 14.03.2 .2.2	rubrica 14.03.2 .2.3	rubrica 14.03.2 .2.4	rubrica 14.03.2.2 .5
		temperatura do ensaio: 15 °						
NA - Não Aplicável								
NR - Não Requerido								
(a) - No caso do AC4, para a determinação das propriedades Marshall, os provetes serão moldados com recurso ao compactador de impacto com aplicação de 50 pancadas.								
(b) - Para granitóides e agregados provenientes de rochas com predominância de sílica na sua composição a estabilidade máxima deverá ser 21 kN.								
(c) - Como a norma EN 13108-1 não possui categoria aplicável à estabilidade mín. exigida para esta mistura, que é de 16 kN, foi especificado esse valor.								
(d) - Calculada para a percentagem óptima de ligante da mistura em estudo.								
(e) - Para a moldagem dos provetes é utilizado o compactador de impacto com 75 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. A única excepção refere-se à moldagem dos provetes do AC 4, onde se aplicarão apenas 50 pancadas.								
(f) - Este valor corresponde à menor percentagem de betume a utilizar no fabrico da mistura betuminosa - a considerar para ponto de partida do ensaio Marshall - a partir da qual serão fabricadas mais 4 misturas betuminosas, com cinco percentagens de betume, com incrementos sucessivos de 0,5 % de betume.								
(g) - No caso do AC4, para efectuar o ensaio da sensibilidade à água, aplicam-se apenas 50 pancadas.								

3.3.3. CAMADA DE REGULARIZAÇÃO

Os materiais para camadas de misturas betuminosas com características de regularização abrangem as seguintes rubricas:

- ✂ 14.03.2.3.1 - AC 20 reg ligante (MB)
- ✂ 14.03.2.3.2 - AC 20 reg ligante (MBD)
- ✂ 14.03.2.3.3 - AC 14 reg ligante (BB)
- ✂ 14.03.2.3.4 - AC 4 reg ligante (AB)

O Quadro 14.03.2h especifica os requisitos dos fusos granulométricos para as misturas betuminosas a aplicar em camadas com características de regularização.

O Quadro 14.03.2i especifica os requisitos dos agregados para camadas betuminosas com características de regularização.

O Quadro 14.03.2j especifica os requisitos da mistura betuminosa para camadas betuminosas com características de regularização.

Quadro 14.03.2h: Camadas de misturas betuminosas a quente - Camada de regularização - Requisitos dos fusos granulométricos

Camada de regularização									
Tipo de mistura		AC 20 reg (MB)		AC 20 reg (MBD)		AC14 reg (BB)		AC4 bin (AB)	
		rubrica 14.03.2.3.1		rubrica 14.03.2.3.2		rubrica 14.03.2.3.3		rubrica 14.03.2.3.4	
Peneiros Série Base+ Série 2	Unidade	Percentagem acumulada do material passado							
31,5	mm	1,4D	100	1,4D	100		-		-
20		D	90 - 100	D	90 - 100	1,4D	100		-
16			-		-		-		-
14			-		-	D	90 - 100		-
12,5		(c1)	57 - 86		-		-		-
10			-	(c1)	67 - 80	(c1)	67 - 77		-
8			-		-		-		-
6,3			-		-		-	1,4D	100
5,6			-		-		-		-
4		(o1)	34 - 49	(o1)	42 - 57	(o1)	40 - 52	D	90 - 100
2		2	26 - 41	2	32 - 46	2	25 - 40	2	70 - 85
1			-		-		-		-
0,5		(c2)	12 - 26	(c2)	18 - 29	(c2)	11 - 19	(c2)	30 - 45
0,25			-		-		-		-
0,125		(o2)	4 - 14	(o2)	7 - 14	(o2)	6 - 1	(o2)	9 - 16
0,063		0,063	2 - 7	0,063	5 - 9	0,063	5 - 8	0,063	6 - 10
Referência normativa		EN 13108-1 e NP EN 13043							
D - abertura do peneiro superior que pode reter material, em milímetros. (c1) peneiro característico intermédio, entre D e 2 milímetros. (o1) peneiro extra opcional entre D e 2 milímetros. (c2) peneiro característico intermédio, entre 2 e 0,063 milímetros. (o2) peneiro extra opcional entre 2 e 0,063 milímetros.									

Quadro 14.03.2i Camadas de misturas betuminosas a quente Camada de regularização - Requisitos/Propriedades dos agregados (NP EN 13043)

Camada de regularização							
Requisitos/Propriedades		Referência normativa	Unidade	Tipo de mistura			
				AC 20 reg (MB)	AC 20 reg (MBD)	AC14 reg (BB)	AC 4 reg (AB)
				rubrica 14.03.2.3.1	rubrica 14.03.2.3.2	rubrica 14.03.2.3.3	rubrica 14.03.2.3.4
Qualidade dos finos	3%-10% (a)	NP EN 933-9	g/Kg	MBF10			
	>10% (b)			Satisfazer os requisitos aplicáveis aos fileres, de acordo com o especificado no Quadro 14.3.0-3b.			
Forma do agregado grosso - Índice de achatamento		NP EN 933-3	-	FI25			NA
Percentagens de superfícies esmagadas e partidas nos agregados grossos		NP EN 933-5	%	C100/0			
Resistência à fragmentação do agregado grosso, coeficiente Los Angeles		NP EN 1097-2 secção 5	%	35 (c)			
Resistência ao desgaste por atrito do agregado grosso, coeficiente micro-Deval		NP EN 1097-1	%	MDE20			
Massa volúmica das partículas		NP EN 1097-6	Mg/m ³	A declarar			
Absorção de água		NP EN 1097-6	%	≤ 2			
Baridade		NP EN 1097-3	Mg/m ³	A declarar			
Resistência ao gelo e ao degelo [valor de absorção de água (wa) como ensaio de triagem e valor do sulfato de magnésio (MS)] (d)		NP EN 1097-6 NP EN 1367-2	%	Se WA >2, o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS35		Se Wcm >0,5, o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS35	
Resistência ao choque térmico		NP EN 1367-5, NP EN 1097-2 secção 5	-	A declarar		NA	
Afinidade dos agregados grossos aos ligantes betuminosos		EN 12697-11	—	A declarar (e)			
"Sonnenbrand" do basalto (f)		NP EN 1367-3 NP EN 1097-2 secção 5	%	Perda de massa após a ebulição ≤ 1 e SBLA ≤ 8			
NA - Não Aplicável							
(a) - Quando a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm no agregado fino, estiver compreendido entre 3% e 10%, em massa, deve ser avaliada a nocividade dos finos da fracção 0/0,125 mm e o valor do ensaio de azul de metileno deve estar enquadrado na categoria MBF10.							
(b) - Se a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm for superior a 10 % (em massa), os finos devem cumprir os requisitos aplicáveis aos fileres, de acordo com o especificado no Quadro 14.03.0-3b.							
(c) - Como a Norma NP EN 13043 não possui a categoria LA35 é indicado o valor requerido.							
(d) - Para agregados susceptíveis de degradação pela acção do gelo-degelo, expostos a ambientes sujeitos ao gelo e ao degelo, a situações de humidade elevada ou à água do mar, o ensaio de absorção de água deve ser utilizado como ensaio de triagem. Se a absorção de água não for superior ao valor especificado na categoria WA242 ou Wcm0,5 o agregado deve ser considerado como resistente ao gelo-degelo. Se a absorção de água for superior a WA242 ou Wcm0,5, então o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS35							
(e) - A utilização de seixo britado é condicionada ao emprego de um aditivo no betume, de modo a garantir a adequada adesividade ao ligante betuminoso.							
(f) - Em caso de dúvida, onde existam indícios de "Sonnenbrand".							

Quadro 14.03.2j: Camadas de misturas betuminosas a quente - Camada de regularização - Requisitos/Propriedades

Camada de regularização								
Requisitos /Propriedades		Referência normativa	Condições específicas de ensaio	Unidade	Tipo de mistura			
					AC 20 reg (MB)	AC 20 reg (MBD)	AC14 reg (BB)	AC 4 reg (AB)
					rubrica 14.03.2.3.1	rubrica 14.03.2.3.2	rubrica 14.03.2.3.3	rubrica 14.03.2.3.4
Características Marshall	Estabilidade, máx.	EN 12697-34	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas (a)	KN	Smax15 (b)			
	Estabilidade, mín.			KN	Smin7,5			
	Deformação, máx.			mm	F4			F5
	Deformação, mín.			mm	F2			F3
	Quociente Marshall			KN/mm	Qmin2	Qmn2,5	Qmin2	
Vazios na mistura de agregados (VMA), mín.		EN 12697-8	EN 12697-8 Calculada com base na baridade máxima teórica(c) determinada segundo a EN 12697-5, procedimento A, em água e na baridade (d) determinada segundo a EN 12697-6, procedimento B, provete saturado com a superfície seca	%	VMamin14			VMamin16
Porosidade, Vm		EN 12697-8	EN 12697-8 Calculada com base na baridade máxima teórica (c) determinada segundo a EN 12697-5, procedimento A, em água e na baridade (d) determinada segundo a EN 12697-6, procedimento B, provete saturado com a superfície seca	%	Vmin3,0-Vmax6		Vmin3,0-Vmax5	Vmin3,0-Vmax6
Relação ponderal de filler /ligante		—	Estudo de formulação (item 15.03.2)	%	Item 14.03.0-3			
Índice de Resistência Conservada (IRC) em ensaios de compressão Marshall, mín.		MIL-STD 620A	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas (d)	%	80			NA
Resistência à Deformação	Taxa de deformação, WTSAIR	EN 12697-22	Equipamento pequeno, procedimento B, acondicionamento ao ar,	mm/10 ³ ciclos de carga	Categoria a declarar			NR

Camada de regularização								
Requisitos /Propriedades		Referência normativa	Condições específicas de ensaio	Unidade	Tipo de mistura			
					AC 20 reg (MB)	AC 20 reg (MBD)	AC14 reg (BB)	AC 4 reg (AB)
					rubrica 14.03.2.3.1	rubrica 14.03.2.3.2	rubrica 14.03.2.3.3	rubrica 14.03.2.3.4
Permanente ("wheel-tracking")	Profundidade de rodadura máx., PRDAIR		temperatura do ensaio a 60 ° C	%				
% de ligante, mín.		–	–	%	Bmin3,5 (e)	Bmin4,0 (e)		Bmin5,0 (e)
Sensibilidade à água, ITSr		EN 12697-12	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas (f), temperatura do ensaio: 15 ° C	%	Categoria a declarar			
NA - Não Aplicável								
<p>NR - Não Requerido</p> <p>(a) - No caso do AC4, para a determinação das propriedades Marshall, os provetes serão moldados com recurso ao compactador de impacto e à aplicação de 50 pancadas.</p> <p>(b) - Para granitóides e agregados provenientes de rochas com predominância de sílica na sua composição a estabilidade máxima deverá ser 21 kN.</p> <p>(c) - Calculada para a percentagem óptima de ligante da mistura em estudo.</p> <p>(d) - Para a moldagem dos provetes é utilizado o compactador de impacto com 75 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. A única excepção refere-se à moldagem dos provetes do AC 4, onde se aplicarão apenas 50 pancadas.</p> <p>(e) - Este valor corresponde à menor percentagem de betume a utilizar no fabrico da mistura betuminosa - a considerar para ponto de partida do ensaio Marshall - a partir da qual serão fabricadas mais 4 misturas betuminosas, com cinco percentagens de betume, com incrementos sucessivos de 0,5 % de betume.</p> <p>(f) - No caso do AC 4, para efectuar o ensaio da sensibilidade à água, aplicam-se apenas 50 pancadas.</p>								

3.3.4. CAMADA DE DESGASTE

Os materiais para camadas de misturas betuminosas com características de desgaste abrangem as seguintes rubricas:

- ✘ 14.03.2.4.1 - AC 14 surf ligante (BB)
- ✘ 14.03.2.4.2 - PA 12,5 ligante (BBd)
- ✘ 14.03.2.4.3 - AC 10 surf ligante (mBBr)
- ✘ 14.03.2.4.4 - AC 14 surf ligante (BBr)
- ✘ 14.03.2.4.5 - AC 14 surf ligante (BB) com incrustação de agregados duros
- ✘ 14.03.2.4.6 - Mistura betuminosa aberta com betume modificado com alta percentagem de borracha - MBA - BBA
- ✘ 14.03.2.4.7 - Mistura betuminosa rugosa com betume modificado com alta percentagem de borracha - MBR - BBA
- ✘ 14.03.2.4.8 - Mistura betuminosa aberta com betume modificado com média percentagem de borracha - MBA - BBM

✧ **14.03.2.4.9** - Mistura betuminosa rugosa com betume modificado com média percentagem de borracha - MBR - BBM

O Quadro 14.03.2l especifica os requisitos dos fusos granulométricos para as misturas betuminosas a aplicar em camadas com características de desgaste.

O Quadro 14.03.2m especifica os requisitos dos agregados para camadas betuminosas com características de desgaste.

O Quadro 14.03.2n especifica os requisitos da mistura betuminosa para camadas betuminosas com características de desgaste.

Quadro 14.03.2l: Camadas de misturas betuminosas a quente - Camada de desgaste - Requisitos dos fusos granulométricos

Camada de desgaste											
Tipo de mistura		AC 14 surf (BB)		PA 12,5 (BBd)		AC10 surf (mBBr)		AC14 surf (BBr)		AC 14 surf (BB) com incrustação de agregados duros(1)	
Peneiros Série Base+ Série 2	Uni	rubrica 14.03.2.4.1		rubrica 14.03.2.4.2		rubrica 14.03.2.4.3		rubrica 14.03.2.4.4		rubrica 14.03.2.4.5	
Percentagem acumulada do material passado											
31,5	mm		-		-		-		-		-
25			-		-		-		-	2D	100
20		1,4D	100	1,4D	100		-	1,4D	100		-
16			-		-		-		-	1,4D	98 -100
14		D	90 - 100		-	1,4D	100	D	90 - 100		-
12,5			-	D	90 - 100		-		-	D	85 - 99
10		(c1)	67 - 77	(o1)	55 - 75	D	90 - 100	(c1)	62 - 78	(o)	0 - 20
8			-		-		-		-		-
6,3			-		-	(c1)	47 - 64		-		-
4		(o1)	40 - 52	(o1)	12 - 30	(o1)	30 - 44	(o1)	27 - 39	(o)	0 - 5
2		2	25 - 40	2	11 - 18	2	22 - 30	2	22 - 32	(o)	0 - 2
1			-	(o2)	6 - 14		-	(c2)	15 - 28	(o)	0 - 0,5
0,5		(c2)	11 - 19		-	(c2)	12 - 21	(o2)	12 - 25		-
0,25			-		-		-		-		-
0,125		(o2)	6 - 10		-	(o2)	7 - 13		-		-
0,063		0,063	5 - 8	0,063	2 - 5	0,063	4 - 9	0,063	7 - 11		-
Curva granulométrica		-							GA85		
Referência normativa		EN 13108-1 e NP EN 13043							NP EN 13043		
D - abertura do peneiro superior que pode reter material, em milímetros (c1) peneiro característico intermédio, entre D e 2 milímetros (o1) peneiro extra opcional entre D e 2 milímetros (c2) peneiro característico intermédio, entre 2 e 0,063 milímetros (o2) peneiro extra opcional entre 2 e 0,063 milímetros (o) peneiro opcional (1) Fuso granulométrico do agregado duro a incrustar O fuso granulométrico do AC 14 surf (BB) é idêntico ao da rubrica 14.03.2.4.1											

Continuação do Quadro 14.03.2l: Camadas de misturas betuminosas a quente - Camada de desgaste - Requisitos dos fusos granulométricos

Camada de desgaste									
Tipo de mistura		MBA-BBA		MBR-BBA		MBA-BBM		MBR-BBM	
Peneiros Série Base+ Série 2	Uni	Rubrica 14.03.2.4.6		Rubrica 14.03.2.4.7		Rubrica 14.03.2.4.8		Rubrica 14.03.2.4.9	
Percentagem acumulada do material passado									
31,5	mm		-		-		-		-
25									
20			-		100				
16			-		-				
14			-	D	90 - 100		100		100
12,5			100		-		-		-
10		D	90 - 100		58 - 88	D	80 - 100	D	83 - 100
8			70 - 88		38 - 60		60 - 80		62 - 82
6,3			-		-				
4			20 - 35		20 - 32		17 - 27		28 - 38
2			6 - 10		12 - 20		15 - 25		25 - 35
1			-		-				
0,5			3 - 7		6 - 13		8 - 16		12 - 22
0,25			-		-				
0,125			-		4 - 8				
0,063		2 - 4		3 - 6		4 - 6		7 - 9	
Curva granulométrica		-				-			
Referência normativa		NP EN 932		NP EN 932		NP EN 932		NP EN 932	
D - abertura do peneiro superior que pode reter material, em milímetros (c1) peneiro característico intermédio, entre D e 2 milímetros (o1) peneiro extra opcional entre D e 2 milímetros (c2) peneiro característico intermédio, entre 2 e 0,063 milímetros (o2) peneiro extra opcional entre 2 e 0,063 milímetros (o) peneiro opcional (1) Fuso granulométrico do agregado duro a incrustar O fuso granulométrico do AC 14 surf (BB) é idêntico ao da rubrica 14.03.2.4.1									

Quadro 14.03.2m: Camadas de misturas betuminosas a quente
Camada de desgaste - Requisitos/Propriedades dos agregados (NP EN 13043)

Camada de desgaste												
Requisitos/ Propriedades		Refª norma t.	Uni	Tipo de mistura								
				AC 14 surf (BB)	PA 12,5 (BBd)	AC10 surf (mBBr)	AC14 surf (BBr)	AC 14 surf (BB) com incrusta ção de agregado s duros	MBA- BBA	MBR- BBA	MBA- BBM	MBR- BBM
				rubrica 14.03.2 .4.1	rubrica 14.03.2 .4.2	rubrica 14.03.2 .4.3	rubrica 14.03.2 .4.4	rubrica 14.03.2. 4.5	rubrica 14.03.2 .4.6	rubrica 14.03.2 .4.7	rubrica 14.03.2 .4.8	rubric a 14.03 .2.4.9
Qualidad e dos finos	3%- 10% (a)	NP EN 933-9	g/Kg	MBF10								
	>10% (b)			Satisfazer os requisitos aplicáveis aos fileres, de acordo com o especificado no Quadro 14.3.0-3b.								
Forma do agregado grosso - Índice de achatamento		NP EN 933-3	-	FI20	FI15			FI20	FI15			
Percentagens de superfícies		NP EN 933-5	%	C100/0								

Camada de desgaste											
Requisitos/ Propriedades	Refª norma t.	Uni	Tipo de mistura								
			AC 14 surf (BB)	PA 12,5 (BBd)	AC10 surf (mBBr)	AC14 surf (BBr)	AC 14 surf (BB) com incrusta ção de agregado s duros	MBA- BBA	MBR- BBA	MBA- BBM	MBR- BBM
			rubrica 14.03.2 .4.1	rubrica 14.03.2 .4.2	rubrica 14.03.2 .4.3	rubrica 14.03.2 .4.4	rubrica 14.03.2. 4.5	rubrica 14.03.2 .4.6	rubrica 14.03.2 .4.7	rubrica 14.03.2 .4.8	rubric a 14.03 .2.4.9
esmagadas e partidas nos agregados grossos											
Resistência à fragmentação do agregado grosso, coeficiente Los Angeles	NP EN 1097- 2 secção 5	%	LA20 (c)								
Resistência ao desgaste por atrito do agregado grosso, coeficiente micro-Deval	NP EN 1097- 1	%	MDE15								
Resistência ao polimento do agregado grosso para camadas de desgaste	NP EN 1097- 8	%	PSV50								
Massa volumica das partículas	NP EN 1097- 6	Mg/ m3	A declarar								
Absorção de água	NP EN 1097- 6	%	≤ 1								
Baridade	NP EN 1097- 3	Mg/ m3	A declarar								
Resistência ao gelo e ao degelo [valor de absorção de água (wa) como ensaio de triagem e valor do sulfato de magnésio (MS)] (d)	NP EN 1097- 6 NP EN 1367- 2	%	Se WA >2, o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS35								
Resistência ao choque térmico	NP EN 1367- 5 NP EN 1097- 2 secção 5	%	A declarar								
Afinidade dos agregados grossos aos	EN	-									

Camada de desgaste											
Requisitos/ Propriedades	Refª norma t.	Uni	Tipo de mistura								
			AC 14 surf (BB)	PA 12,5 (BBd)	AC10 surf (mBBr)	AC14 surf (BBr)	AC 14 surf (BB) com incrusta ção de agregado s duros	MBA- BBA	MBR- BBA	MBA- BBM	MBR- BBM
			rubrica 14.03.2 .4.1	rubrica 14.03.2 .4.2	rubrica 14.03.2 .4.3	rubrica 14.03.2 .4.4	rubrica 14.03.2. 4.5	rubrica 14.03.2 .4.6	rubrica 14.03.2 .4.7	rubrica 14.03.2 .4.8	rubric a 14.03 .2.4.9
ligantes betuminosos	12697 -11										
“Sonnenbrand” do basalto (e)	NP EN 1367- 3 NP EN 1097- 2 secção 5	%	Perda de massa após a ebulição ≤ 1 e SBLA ≤ 8								

Notas do Quadro 14.03.2m: Camadas de misturas betuminosas a quente - Camada de desgaste - Requisitos/Propriedades dos agregados (NP EN 13043)

(a) - Quando a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm no agregado fino, estiver compreendido entre 3% e 10%, em massa, deve ser avaliada a nocividade dos finos da fracção 0/0,125 mm e o valor do ensaio de azul de metileno deve estar enquadrado na categoria MB _F 10.
(b) - Se a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm for superior a 10 % (em massa), os finos devem cumprir os requisitos aplicáveis aos fileres, de acordo com o especificado no Quadro 14.03.0-3b.
(c) - Para rochas granitoides (de acordo com nomenclatura indicada na descrição petrográfica simplificada): LA ₃₀
(d) - Para agregados susceptíveis de degradação pela acção do gelo-degelo, expostos a ambientes sujeitos ao gelo e ao degelo, a situações de humidade elevada ou à água do mar, o ensaio de absorção de água deve ser utilizado como ensaio de triagem. Se a absorção de água não for superior ao valor especificado na categoria WA ₂₄ 2 o agregado deve ser considerado como resistente ao gelo-degelo. Se a absorção de água for superior a WA ₂₄ 2, então o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS ₃₅ .
(e) - Em caso de dúvida, onde existam indícios de “Sonnenbrand”.
NOTA: Não será permitida a utilização de seixo em camadas de desgaste.

Quadro 14.03.2n: Camadas de misturas betuminosas a quente - Camada de desgaste - Requisitos/Propriedades

Camada de desgaste								
Requisitos /Propriedades		Ref. norm ativa	Condições específicas de ensaio	Uni	Tipo de mistura			
					AC 14 surf (BB)	PA 12,5 (BBd)	AC10 surf (mBBr)	AC14 surf (BBr)
					rubrica 14.03.2.4.1	rubrica 14.03.2.4.2	rubrica 14.03.2.4.3	rubrica 14.03.2.4.4
Caract eríst. Marshall	Estabilid ade, máx.	EN 1269 7-34	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas	KN	Smax15 (a)	NA		Smax15 (a)
	Estabilid ade, mín.			KN	Smim7,5			Smim12,5
	Deforma ção, máx.			mm	F4			F4
	Deforma ção, mín.			mm	F2			F2

Camada de desgaste								
Requisitos /Propriedades		Ref. normativa	Condições específicas de ensaio	Uni	Tipo de mistura			
					AC 14 surf (BB)	PA 12,5 (BBd)	AC10 surf (mBBr)	AC14 surf (BBr)
					rubrica 14.03.2.4.1	rubrica 14.03.2.4.2	rubrica 14.03.2.4.3	rubrica 14.03.2.4.4
	Quociente Marshall			KN/mm	Qmin3			Qmin3
Vazios na mistura de agregados (VMA), mín.		EN 12697-8	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	%	VMamin14	VMaminNR	VMamin14	
Porosidade, Vm		EN 12697-8	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	%	Vmin3,0-Vmax5	Vmin22-Vmax30	Vmin3,0-Vmax6	
Relação ponderal de filler /ligante		-	Estudo de formulação (item 15.03.2)	%	Item 14.03.0-3			
Índice de Resistência Conservada (IRC) em ensaios de compressão Marshall, mín.		MIL-STD-620A	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas (d)	%	80			
Resistência à Deformação Permanente (“Wheel-tracking”)	Taxa de deformação WTSAIR	EN 12697-22	Equipamento pequeno, procedimento B, acondicionamento ao ar, temperatura do ensaio a 60 °C	mm/10^3 ciclos de carga	Categoria a declarar	NA	Categoria a declarar	
	Profundidade de rodeira máxima, PRDAIR			%				
% de ligante, mín.		-	-	%	Bmin4,0 (e)	Bmin4,0 (f)	Bmin5,0 (f)	Bmin4,0 (e)
Sensibilidade à água, ITSR, mín		EN 12697-12	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 - 75 pancadas, temperatura do ensaio: 15° C (g)	%	Categoria a declarar			
Permeabilidade insitu		EN 12697-40	-	s	NA	Categoria a declarar	NA	
Permeabilidade in situ		NLT 327	-	s		10-30		

Camada de desgaste							
Requisitos /Propriedades	Ref. norm ativa	Condições específicas de ensaio	Uni	Tipo de mistura			
				AC 14 surf (BB)	PA 12,5 (BBd)	AC10 surf (mBBr)	AC14 surf (BBr)
				rubrica 14.03.2.4.1	rubrica 14.03.2.4.2	rubrica 14.03.2.4.3	rubrica 14.03.2.4.4
(permeâmetro LCS)						Categoria a declarar	
Perda de massa, PL	EN 1269 7-17	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas, temperatura do ensaio: 25	%				
Ensaio Cântabro húmido (h), máx	NLT3 62 (i)	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 perda por desgaste: NP EN 1097-2, temperatura do ensaio: 25° C	%		≤ 25		

Continuação do Quadro 14.03.2n: Camadas de misturas betuminosas a quente - Camada de desgaste - Requisitos/Propriedades

Camada de desgaste									
Requisitos /Propriedades		Ref. normativa	Condições específicas de ensaio	Uni	Tipo de mistura				
					AC 14 surf (BB) com incrustação de agregados duros (j)	MBA-BBA (k)	MBR-BBA (k)	MBA-BBM (l)	MBR-BBM (l)
					rubrica 14.03.2.4 .5	rubrica 14.03.2.4 .6	rubrica 14.03.2.4 .7	rubrica 14.03.2.4 .8	rubrica 14.03.2.4 .9
Caract eríst. Marshall	Estabilidade, máx.	EN 1269 7-34	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas	KN	Smax15 (a)	NA			
	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.		EN 1269 7-8	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	%	VMAMin14	25	17	21	14

Camada de desgaste											
Requisitos /Propriedades		Ref. normativa	Condições específicas de ensaio	Uni	Tipo de mistura						
					AC 14 surf (BB) com incrustação de agregados duros (j)	MBA-BBA (k)	MBR-BBA (k)	MBA-BBM (l)	MBR-BBM (l)		
										rubrica 14.03.2.4 .5	rubrica 14.03.2.4 .6
Porosidade, Vm		EN 1269 7-8	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	%	Vmin3,0-Vmax5	12-18	3,5-6,5	12-18	3-6		
Relação ponderal de filer /ligante		–	Estudo de formulação (item 15.03.2)	%	Item 14.03.0-3						
Índice de Resistência Conservada (IRC) em ensaios de compressão Marshall, mín.		MIL-STD-620A	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 75 pancadas (d)	%	80		75	80	75		
Resistên cia à Deforma ção Perman ente (“Wheel - tracking ”)	Taxa de deform ação, WTSAIR	EN 1269 7-22	Equipamento pequeno, procedimento B, acondicionamento ao ar, temperatura do ensaio a 60 °C	mm/ 10^3 ciclo s de carg a	Categoria a declarar	Betume base		Betume base		Categoria a declarar	
	35/ 50					50/ 70	35/ 50	50/ 70			
	≤ 0,1 5					≤ 0,2 0	≤ 0,0 8	≤ 0,0 9			
	Betume base			Betume base							
	35/ 50			50/ 70		35/ 50	50/ 70				
	≤ 9,0			≤10 ,0		≤ 6,0	≤7, 0				
% de ligante, mín.		-	-	%	Bmin4,0 (e)	9-10 (f)	8-9 (f)	5 (f)	4 (f)		
Sensibilidade à água, ITSr, mín		EN 1269 7-12	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 - 75 pancadas, temperatura do ensaio: 15° C (g)	%	Categoria a declarar	75	65	Categoria a declarar			
Permeabilidade insitu		EN 1269 7-40	-	s	NA						
Permeabilidade in situ (permeâmetro LCS)		NLT 327	-	s							
Perda de massa, PL		EN 1269 7-17	Moldagem dos provetes: EN 12697-30	%	NA	≤ 10	NA	Categoria a declarar	NA		

Camada de desgaste								
Requisitos /Propriedades	Ref. norm ativa	Condições específicas de ensaio	Uni	Tipo de mistura				
				AC 14 surf (BB) com incrustação de agregados duros (j)	MBA-BBA (k)	MBR-BBA (k)	MBA-BBM (l)	MBR-BBM (l)
				rubrica 14.03.2.4 .5	rubrica 14.03.2.4 .6	rubrica 14.03.2.4 .7	rubrica 14.03.2.4 .8	rubrica 14.03.2.4 .9
		75 pancadas, temperatura do ensaio: 25						
Ensaio Cântabro húmido (h), máx	NLT3 62 (i)	Moldagem dos provetes: EN 12697-30 perda por desgaste: NP EN 1097-2, temperatura do ensaio: 25° C	%		10		20	

Notas do Quadro 14.03.2n: Camadas de misturas betuminosas a quente - Camada de desgaste - Requisitos/Propriedades

NA - Não aplicável

(a) - Para granitóides e agregados provenientes de rochas com predominância de sílica na sua composição a estabilidade máxima deverá ser 21 kN.

(b) - Calculada para a percentagem óptima de ligante da mistura em estudo.

(c) - Para a moldagem dos provetes é utilizado o compactador de impacto com 75 pancadas - a única excepção refere-se à moldagem dos provetes das misturas PA12,5 (BBd) e AC10 surf (mBBr) e misturas abertas com borracha, onde se aplicará apenas 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. A baridade deverá ser determinada segundo o procedimento D - baridade geométrica, para as misturas PA12,5 (BBd) e misturas betuminosas abertas com betume modificado com borracha.

No caso das misturas betuminosas com betumes modificados com borracha são moldados provetes com o compactador de impacto, a uma temperatura de compactação compreendida entre 140 °C e 150 °C.

(d) - Para a moldagem dos provetes é utilizado o compactador de impacto com 75 pancadas - as excepções referem-se à moldagem dos provetes das misturas PA12,5 (BBd), AC10 surf (mBBr) e misturas betuminosas abertas com betume modificado com alta percentagem de borracha, onde se aplicará apenas 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 Cs.

No caso das misturas betuminosas com betumes modificados com alta percentagem de borracha, são moldados provetes com o compactador de impacto, a uma temperatura de compactação compreendida entre 140 °C e 150 °C.

(e) - Este valor corresponde à menor percentagem de betume a utilizar no fabrico da mistura betuminosa - a considerar para ponto de partida do ensaio Marshall - a partir da qual serão fabricadas mais 4 misturas betuminosas, com cinco percentagens de betume, com incrementos sucessivos de 0,5 % de betume.

(f) - Este valor corresponde à percentagem mínima a utilizar no trecho experimental que servirá de base à formulação da mistura (ver item 15.03.2 na mistura correspondente).

(g) - No caso das misturas PA12,5 (BBd), AC10 surf (mBBr) e misturas betuminosas abertas com betume modificado com borracha, para efectuar o ensaio da sensibilidade à água, aplicam-se apenas 50 pancadas.

(h) - Para a realização destes ensaios são moldados provetes com o compactador de impacto, a uma temperatura de compactação compreendida entre 140 °C e 150 °C, utilizando para o efeito 1050 g de mistura betuminosa.

(i) - Este ensaio consiste numa adaptação das condições de ensaio da norma NLT 362, no que respeita à utilização das novas normas de compactação, por impacto e de desgaste de Los Angeles. A perda por desgaste no ensaio Cântabro com imersão em água, não deverá ser superior a 25%. São compactados 8 provetes (com 101,6 mm de diâmetro e 63,5 mm de altura), utilizando o compactador de impacto (EN 12697-30), a uma temperatura de compactação para a qual a viscosidade do betume a empregar na mistura, se situe entre 280 °C ± 30 Cst (gama de temperatura de compactação indicada na ficha de produto do betume), com a energia de compactação de 50 pancadas em cada face, determinando-se as respectivas baridades.

As baridades dos dois grupos de 4 provetes cada, devem ser similares entre eles, devendo proceder-se à sua extracção após um mínimo de 2 horas de espera.

Metade dos provetes são colocados em estufa a 25 °C, durante 24 horas. Os restantes provetes são submersos, durante 24 horas, num banho de água a 60°C. Seguidamente retiram-se estes últimos e colocam-se em estufa a

25° C, durante 24 horas, com ventilação forçada. Finalmente todos os provetes são submetidos ao ensaio de desgaste na máquina de Los Angeles (300 voltas, mas sem esferas).
 Para cada provete é determinada a perda por desgaste expressa em percentagem da massa inicial, determinando-se o valor médio para os provetes conservados ao ar (PA) e para os provetes submersos em água (PS).
 Finalmente o resultado expresso em % é dado por $(PS/PA) \cdot 100$, sendo arredondado a 1%.

(j) - Os agregados devem ser pré-envolvidos em ligante betuminoso garantindo uma percentagem de betume residual compreendida entre 1,5 e 2,5%.

A taxa média de aplicação dos agregados pré-envolvidos deve estar compreendida entre 9 a 12 kg/m².
 Caso seja necessário, pode ser adicionado filler de modo a garantir que os agregados sejam envolvidos com a percentagem de ligante definida.

(k) - Percentagem ponderal de borracha relativa à massa total do ligante modificado com borracha: 18-22 %.

No caso das misturas betuminosas com betumes modificados com borracha, são moldados provetes com o compactador de impacto, a uma temperatura de compactação compreendida entre 140 °C e 150 °C.

(l) - Percentagem ponderal de borracha relativa à massa total do ligante modificado com borracha: 8-15 %.

4. MATERIAIS PARA CAMADAS DE MISTURAS BETUMINOSAS A FRIO

4.1. MATERIAIS

Os Quadros 14.03.3a, 14.03.3b, 14.03.3c, especificam os requisitos granulométricos para os agregados das misturas betuminosas a frio. Os requisitos são definidos de acordo com:

- ✘ As disposições constantes da NP EN 13043 Agregados para misturas betuminosas e tratamentos superficiais para estradas, aeroportos e outras áreas de circulação;
- ✘ A percentagem de material passado numa série de peneiros de acordo com a NP EN 933-2 Distribuição granulométrica. Peneiros de ensaio, dimensão nominal das aberturas, quando os requisitos granulométricos aplicáveis à mistura não se integram na Norma acima referida.

O filler deve cumprir os requisitos especificados no item 14.03.0-3.

O ligante, emulsão betuminosa catiónica, deve cumprir os requisitos especificados no item 14.03.0-4.

Os aditivos devem cumprir os requisitos especificados no item 14.03-5.

A água deve cumprir os requisitos especificados no item 14.03-9.

4.2. MISTURAS BETUMINOSAS

As misturas betuminosas a frio não têm Norma Europeia de produto aplicável.

Estas misturas fabricadas a frio podem ser utilizadas na execução de camadas com características de base, ligação e regularização. Recomenda-se a sua utilização em estradas com volumes de tráfego enquadráveis entre as classes T7 e T4.

Em termos ambientais, a utilização destas misturas, atendendo ao processo de fabrico e execução (a frio) traduz-se numa redução de emissão de poluentes e numa significativa redução de consumos energéticos/recursos relativamente às misturas a quente.

4.2.1. AGREGADO BRITADO DE GRANULOMETRIA EXTENSA TRATADO COM EMULSÃO

O agregado britado de granulometria extensa tratado com emulsão betuminosa (ABGETE) ou “Base tratada com emulsão” é uma mistura homogênea de agregados, emulsão betuminosa, água e eventuais aditivos.

Esta mistura além de constituir uma solução para camada de base e ligação de pavimentos novos, com elevada capacidade de suporte, característica das camadas granulares tratadas com ligantes, atendendo à sua capacidade de adaptação a comportamentos diferenciais da plataforma de apoio pode funcionar como camada de retardamento de propagação de fissuras em situações de reabilitação/conservação de pavimentos.

4.2.2. MISTURA BETUMINOSA ABERTA A FRIO

A mistura betuminosa aberta a frio é uma mistura constituída por agregados predominantemente grossos (cuja granulometria varia em função da espessura da camada a executar) emulsão betuminosa e eventuais aditivos.

A utilização desta mistura, é recomendável para estradas com classes de tráfego T6 e T7 e em trabalhos de conservação corrente designadamente tapagem de covas.

Esta mistura poderá ser utilizada em camadas de desgaste de estradas com valores de tráfego reduzidos. As especificações e características da mistura deverão, neste caso, constar em projecto (CADERNO DE ENCARGOS).

A mistura pode ser armazenada durante algum tempo antes do seu espalhamento e compactação à temperatura ambiente.

Esta mistura permite uma melhor trabalhabilidade mesmo em condições mais desfavoráveis, apresentando menor susceptibilidade a amplitudes térmicas e bons desempenhos quanto à adaptabilidade a comportamentos diferenciais da plataforma de apoio.

As misturas betuminosas indicadas em 2.1 e 2.2 abrangem as seguintes rubricas:

14.03.3.1- Camada de base

14.03.3.1.1 - Em agregado britado de granulometria extensa tratado com emulsão

14.03.3.1.2 - Em mistura betuminosa aberta a frio

14.03.3.2 - Camada de ligação

14.03.3.2.1 - Em agregado britado de granulometria extensa tratado com emulsão

14.03.3.2.2 - Em mistura betuminosa aberta a frio

14.03.3.3 - Camada de regularização

14.03.3.3.1 - Em agregado britado de granulometria extensa tratado com emulsão

14.03.3.3.2 - Em mistura betuminosa aberta a frio

O Quadro 14.03.3a especifica os requisitos dos agregados aplicáveis a misturas betuminosas abertas a frio para camadas de base, de ligação e de regularização.

O Quadro 14.03.3b especifica os fusos granulométricos definidos para o agregado britado em granulometria extensa tratado com emulsão para camadas de base, de ligação e de regularização.

O Quadro 14.03.3c especifica os fusos granulométricos definidos para misturas betuminosas a frio para camadas de base, de ligação e de regularização.

O Quadro 14.03.3d especifica as propriedades e respectivos requisitos aplicáveis ao agregado de granulometria extensa tratado com emulsão para camadas de base, de ligação e de regularização.

Os Quadros 14.03.3e e 14.03.3f especificam as propriedades e respectivos requisitos aplicáveis à mistura betuminosa aberta a frio para camadas de base, de ligação e de regularização.

Quadro 14.03.3a - Misturas Betuminosas a frio - Camada de base, ligação e regularização - Requisitos/Propriedades dos agregados (NP EN 13043)

Requisitos/ Propriedades	Referência normativa	Unidad e	Tipo de mistura	
			ABGE, tratado com emulsão betuminosa	Mistura Betuminosa aberta a frio
			rubrica 14.03.3.1.1, 14.03.3.2.1 e 14.03.3.1	rubrica 14.03.3.1.2, 14.03.3.2.2 e 14.03.3.2
Qualidade dos finos	NP EN 933-9	g/Kg	MB _{F10}	
Forma do agregado grosso - Índice de achatamento	NP EN 933-4	-	FI ₃₀	FI ₂₅
Percentagens de superfícies esmagadas e partidas nos agregados grossos		%	C _{100/0}	
Resistência à fragmentação do agregado grosso, coeficiente Los Angeles	NP EN 1097-2 secção 5	%	LA ₄₀	35 (a)
Resistência ao desgaste por atrito do agregado grosso, coeficiente micro- Deval	NP EN 1097-1	%	M _{DE25}	M _{DE20}
Massa volúmica das partículas	NP EN 1097-6	Mg/m ³	A declarar	
Absorção de água	NP EN 1097-6	%	≤ 2	≤ 1
Baridade	NP EN 1097-3	Mg/m ³	A declarar	
Resistência ao gelo e ao degelo [valor de absorção de água (wa) como ensaio de triagem e valor do sulfato de magnésio (MS)]	NP EN 1097-6 NP EN 1367-2	%	WA ₂₄₂ (b)	
Resistência ao choque térmico	NP EN 1367-5 NP EN 1097-2 secção 5	%	A declarar	
Afinidade dos agregados grossos aos ligantes betuminosos	EN 12697-11	—	A declarar (c)	
NA - Não Aplicável				
(a) - Como a Norma NP EN 13043 não possui a categoria LA35 é indicado o valor requerido.				
(b) - Se WA24>2 o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS35.				
(c) - A utilização de seixo britado é condicionada ao emprego de um aditivo no betume, de modo a garantir a adequada adesividade ao ligante betuminoso.				

Quadro 14.03.3b - ABGETE- Fuso granulométrico

Fuso granulométrico		
Agregado britado de granulometria extensa tratado com emulsão		
Camada de base - rubrica 14.03.3.1.1		
Camada de ligação - rubrica 14.03.3.2.1		
Camada de regularização - rubrica 14.03.3.3.1		
Categoria GA90		
Série base mais série 2		Porcentagem de passados, em massa (%)
Abertura dos peneiros (mm)		
2D	40	100
1.4D	31,5	98 - 100
D	20	90 - 99
requisito adicional	12,5	65 - 90
requisito adicional	10	55 - 75
requisito adicional	4	38 - 55
requisito adicional	2	25 - 40
requisito adicional	0,5	12 - 22
requisito adicional	0,125	6 - 14
requisito adicional	0,063	4 - 9
Referência normativa: NP EN 13043 e NP EN 933 - 2		
Atendendo a que o fuso granulométrico de referência não se inscreve integralmente nas séries definidas na NP EN 13043 foram adicionadas aberturas de peneiros, identificadas no Quadro como requisitos adicionais, consideradas na NP EN 933 - 2.		

Quadro 14.03.3c - Mistura Aberta a frio - Fuso granulométrico

Fuso granulométrico			
Mistura aberta a frio			
Abertura dos peneiros (mm)	camada de base rubrica 14.03.3.1.1	camada de ligação rubrica 14.03.3.2.1	camada de regularização rubrica 14.03.3.3.1
Porcentagem de passados, em massa (%)			
	Trabalhos de conservação corrente e espessuras inferiores a 4 cm	Espessuras entre 4 e 6 cm	Espessuras superiores a 6 cm
31,5	-	-	100
20	-	100	70 - 90
12,5	100	60 - 80	50 - 70
10	70 - 90	45 - 65	35 - 55
4	10 - 35	10 - 25	5 - 25
2	0 - 5	0 - 5	0 - 5
0,063	0 - 2	0 - 2	0 - 2
Referência normativa: Foi adoptada a série base mais série 2 da NP EN 13043 contudo não são cumpridos os requisitos do Quadro 2 do ponto 4.1.3 atendendo à especificidade da mistura.			

Quadro 14.03.3d - Agregado britado de granulometria extensa tratado com emulsão - Requisitos/Propriedades da mistura

Designação do ensaio	Referência normativa	Requisitos/Propriedades	Unidade	Limites
Ensaio de imersão - compressão (a)	ASTM D 1074 e D 1075 (NLT 161 e 162)	Resistência à compressão simples, a seco (Rseco) (b)	KN	≥ 10
		Índice de resistência conservada (Rim. água/Rseco x100)	%	≥ 80
		Porcentagem de betume residual mínima	%	≥ 3
(a) - Provete com 100 mm (± 1) de diâmetro, moldados com compressão estática de duplo efeito, curados 2h no molde à temperatura ambiente, 1 dia ao ar à temperatura ambiente e 3 dias em estufa a 60°.				

Condicionalmento dos provetes - sem imersão: 4 dias ao ar a 25°, 2h em água a 25°; com imersão: 4 dias em água a 49° e 2h ao ar à temperatura ambiente, sujeitos a 2h em água a 25°.
(b) - Ensaio de rotura - compressão simples $v = 5,08 \text{ mm/min}$.

Quadro 14.03.3e - Mistura aberta a frio - Requisitos/Propriedades da mistura

Requisitos/Propriedades	Metodologia	Unidade	Mistura aberta a frio		
			Camada de base	Camada de ligação	Camada de regularização
			rubrica 14.03.3.1.2	rubrica 14.03.3.2.2	rubrica 14.03.3.3.2
Módulo de riqueza K ^(b)	Método de Duriez ^(a)	%	3 a 3,5	3,3 a 3,8	
Percentagem de ligante residual mínima		%	3,5		
<p>(a) - Método de cálculo em função da superfície específica dos agregados</p> <p>(b) - O módulo de riqueza, K, é adoptado para a determinação da percentagem de betume P_b de acordo com as seguintes fórmulas:</p> $P_b = K \alpha (\Sigma)^{(1/5)}$ <p>sendo:</p> <p>P_b - a percentagem de betume residual;</p> <p>K - é o módulo de riqueza em ligante com os valores limites especificados no Quadro, em função da camada de aplicação -</p> $a = \frac{2,65}{\frac{\rho_a}{100}}$ <p>, sendo ρ_a, a massa volúmica em g/cm³, da mistura de agregados;</p> $\Sigma = (0,25 G + 2,3 S + 12 s + 135 f)$ <p>Σ -superfície específica;</p> <p>G - proporção ponderal de elementos superiores a 6,3 mm;</p> <p>S - proporção ponderal de elementos compreendidos entre 6,3 e 0,315 mm</p> <p>S - proporção ponderal de elementos compreendidos entre 6,3 e 0,315 mm</p> <p>f - proporção ponderal de elementos inferiores a 0,063 mm</p>					

Quadro 14.03.3f - Mistura aberta a frio - Avaliação da coesão da mistura - Ensaio Cântabro

Requisitos Propriedades	Referência normativa	Unidade	Especificações de ensaio	Limites
Perda por desgaste (Ensaio Cântabro)	NLT 362	%	Provetes curados em estufa durante 2 dias a 75°C e 5 dias a 90°C	≤ 25

5. MATERIAIS PARA TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

Os tratamentos superficiais são utilizados fundamentalmente na reabilitação funcional dos pavimentos no sentido de lhes conferir melhores características superficiais e para a colmatação de fissuras/impermeabilização de superfícies degradadas.

5.1. MATERIAIS

Os Quadros 14.03.4a, 14.03.4b e 14.03.4d especificam as propriedades e respectivos requisitos granulométricos para os agregados a utilizar em tratamentos superficiais. Os requisitos são definidos de acordo com:

- ✱ As disposições constantes da NP EN 13043 Agregados para misturas betuminosas e tratamentos superficiais para estradas, aeroportos e outras áreas de circulação;

- ✘ A percentagem de material passado numa série de peneiros de acordo com a NP EN 933-2 Distribuição granulométrica. Peneiros de ensaio, dimensão nominal das aberturas, quando os requisitos granulométricos aplicáveis à mistura não se integram na Norma acima referida.

O fíler deve cumprir os requisitos especificados no item 14.03.0-3.

O ligante deve cumprir os requisitos especificados no item 14.03.0-4, em função do domínio de utilização.

NOTA: O ligante a utilizar na execução do microaglomerado a frio deverá ser uma emulsão modificada, conforme requisitos especificados no Quadro 14.03.0-4i;

O ligante a utilizar no slurry seal será uma emulsão especialmente formulada, (tendo em conta, entre outros factores, os agregados a utilizar).

Os aditivos devem cumprir os requisitos especificados no item 14.03-5.

A água deve cumprir os requisitos especificados no item 14.03-9.

5.2. MISTURAS BETUMINOSAS

5.2.1. MICROAGLOMERADO A FRIO E SLURRY SEAL

Os métodos de ensaio para a determinação das propriedades/requisitos do slurry seal e microaglomerado a frio constam da série de normas EN 12274 partes 1 a 7, designadamente:

- ✘ EN 12274, Slurry surfacing - Test methods - Part 1: Sampling for binder extraction.
- ✘ EN 12274, Slurry surfacing - Test methods - Part 2: Determination of residual binder content.
- ✘ EN 12274, Slurry surfacing - Test methods - Part 3: Consistency.
- ✘ EN 12274, Slurry surfacing - Test methods - Part 4: Determination of cohesion of the mix.
- ✘ EN 12274, Slurry surfacing - Test methods - Part 5: Determination of wearing.
- ✘ EN 12274, Slurry surfacing - Test methods - Part 6: Rate of application.
- ✘ EN 12274, Slurry surfacing - Test methods - Part 7: Shaking abrasion test in suitability of mineral aggregates to slurry mixes.

5.2.2. REVESTIMENTO SUPERFICIAL

De acordo com a definição da EN 12271 *Surface Dressing - Product Standard*, consiste na execução, no mínimo, de uma camada de ligante seguida da aplicação de uma camada de agregado.

Os revestimentos superficiais, em função do número de camadas e da sua disposição, podem ser designadamente:

- ✘ Revestimento superficial simples - consiste na execução de rega com ligante, seguida de aplicação de agregado;
- ✘ Revestimento superficial simples com duas aplicações de agregado - consiste na aplicação prévia de agregado seguida da execução de rega com ligante e posterior aplicação de agregado;
- ✘ Revestimento superficial duplo - consiste na execução de duas aplicações sucessivas de ligante e agregado.

O tipo de revestimento a utilizar é função das características e estado de conservação da superfície do pavimento ou da plataforma de apoio e do âmbito da intervenção/reabilitação a executar.

Sempre que se justifique poder-se-á utilizar ligantes modificados e/ou proceder-se ao pré-envolvimento dos agregados em ligante.

Os tratamentos superficiais, indicados em função do tipo e aplicação (simples ou dupla), abrangem as seguintes rubricas:

14.03.4.1 - Na plataforma

14.03.4.1.1 - Em microaglomerado betuminoso a frio

14.03.4.1.1.1 - Simples

14.03.4.1.1.2 - Duplo

14.03.4.1.2 - Em slurry seal

14.03.4.1.2.1 - Simples

14.03.4.1.2.2 - Duplo

14.03.4.1.3 - Em revestimento superficial

14.03.4.1.3.1 - Simples

14.03.4.1.3.2 - Simples com duas aplicações de agregado

14.03.4.1.3.3 - Duplo

O Quadro 14.03.4a especifica os requisitos aplicáveis aos agregados para tratamentos superficiais.

O Quadro 14.03.4b especifica os fusos granulométricos para o microaglomerado a frio e slurry seal.

O Quadro 14.03.4c especifica os fusos granulométricos para revestimentos superficiais.

O Quadro 14.03.4d especifica as propriedades e respectivos requisitos aplicáveis ao microaglomerado a frio e slurry seal.

O Quadro 14.03.4e especifica a taxa de aplicação de materiais para os revestimentos superficiais simples.

O Quadro 14.03.4f especifica a taxa de aplicação de materiais para os revestimentos superficiais simples com duas aplicações de agregado.

O Quadro 14.03.4g especifica a taxa de aplicação de materiais para os revestimentos superficiais duplos.

Quadro 14.03.4a - Tratamentos superficiais - Requisitos/Propriedades dos agregados (NP EN 13043)

Requisitos/ Propriedades	Ref. ^a normativ a	Unid.	Microaglomerado betuminoso a frio			Slurry Seal		
			Simple	Duplo 1 ^a aplicaçã o	Duplo 2 ^a aplicaçã o	Simple	Duplo 1 ^a aplicaçã o	Duplo 2 ^a aplicaçã o
			rubrica 14.03.4.1 .1.1	rubrica 14.03.4.1.1.2		rubrica 14.03.4. 1.2.1	rubrica 14.03.4.1.2.2	
Qualidade dos finos	NP EN 933-9	g/Kg	MBF10					
Forma do agregado grosso - Índice de achatamento	NP EN 933-3	-	NA		FI15	NA		
Percentagens de superfícies esmagadas e partidas nos agregados grossos	NP EN 933-5	%			C100/0			
Resistência à fragmentação do agregado grosso, coeficiente Los Angeles	NP EN 1097-2 secção 5	%			LA20 (a)			
Resistência ao desgaste por atrito do agregado grosso, coeficiente micro- Deval	NP EN 1097-1	%			MDE25			
Massa volúmica das partículas	NP EN 1097-6	Mg/m 3	A declarar					
Absorção de água	NP EN 1097-6	%	≤ 1					
Baridade	NP EN 1097-3	Mg/m 3	A declarar					
Resistência ao gelo e ao degelo [valor de absorção de água (wa) como ensaio de triagem e valor do sulfato de magnésio (MS)]	NP EN 1097-6 NP EN 1367-2	%	Wcm0,5 (b)		WA242 (b)	Wcm0,5 (b)		
Resistência ao choque térmico	NP EN 1367-5 NP EN 1097-2 secção 5	%	NA		A declarar	NA		

Requisitos/ Propriedades	Ref. ^a normativ a	Unid.	Microaglomerado betuminoso a frio			Slurry Seal		
			Simple	Duplo 1 ^a aplicaçã o	Duplo 2 ^a aplicaçã o	Simple	Duplo 1 ^a aplicaçã o	Duplo 2 ^a aplicaçã o
			rubrica 14.03.4.1 .1.1	rubrica 14.03.4.1.1.2		rubrica 14.03.4. 1.2.1	rubrica 14.03.4.1.2.2	
Afinidade dos agregados grossos aos ligantes betuminosos	EN 12697-11	—	A declarar					
NA - Não Aplicável (a) - Para granitóides (de acordo com nomenclatura indicada na descrição petrográfica simplificada): LA30. (b) - Se Wcm >0,5 ou WA24>2 o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS35 NOTA: Não será permitida a utilização de seixo nos tratamentos superficiais.								

Continuação do Quadro14.03.4a - Tratamentos superficiais - Requisitos/Propriedades dos agregados (NP EN 13043)

Requisitos/ Propriedades	Ref. ^a normativa	Unid.	Revestimento Superficial			
			Simple (frações mais grossas)	Duplo 1 ^a aplicação	Duplo 2 ^a aplicação	Simple 2 aplicações agregados (1 ^a aplicação)
			rubrica 14.03.4.1.3.1	rubrica 14.03.4.1.3.3		rubrica 14.03.4.1.3.2
Qualidade dos finos	NP EN 933-9	g/Kg	MBF10			
Forma do agregado grosso - Índice de achatamento	NP EN 933-3	-	FI15	FI16	NA	FI18
Percentagens de superfícies esmagadas e partidas nos agregados grossos	NP EN 933-5	%	C100/0			C100/0
Resistência à fragmentação do agregado grosso, coeficiente Los Angeles	NP EN 1097- 2, secção 5	%	LA20 (a)			LA20 (a)
Resistência ao desgaste por atrito do agregado grosso, coeficiente micro- Deval	NP EN 1097-1	%	MDE25			MDE25
Massa volúmica das partículas	NP EN 1097-6	Mg/m3	A declarar			
Absorção de água	NP EN 1097-6	%	≤ 1			
Baridade	NP EN 1097-3	Mg/m3	A declarar			
Resistência ao gelo e ao degelo [valor de absorção de água (wa) como ensaio de triagem e valor do sulfato de magnésio (MS)]	NP EN 1097-6 e NP EN 1367-2	%	WA242 (b)		Wcm0,5 (b)	WA242 (b)
Resistência ao choque térmico	NP EN 1367- 5, NP EN 1097-2 (secção 5)	%	A declarar		NA	A declarar

Requisitos/ Propriedades	Ref. ^a normativa	Unid.	Revestimento Superficial			
			Simplex (frações mais grossas)	Duplo 1 ^a aplicação	Duplo 2 ^a aplicação	Simplex 2 aplicações agregados (1 ^a aplicação)
			rubrica 14.03.4.1.3.1	rubrica 14.03.4.1.3.3		rubrica 14.03.4.1.3.2
Afinidade dos agregados grossos aos ligantes betuminosos	EN 12697-11	–				
NA - Não Aplicável						
(a) - Para granitóides (de acordo com nomenclatura indicada na descrição petrográfica simplificada): LA30. (b) - Se Wcm >0,5 ou WA24>2 o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS35 NOTA: Não será permitida a utilização de seixo nos tratamentos superficiais.						

Quadro 14.03.4b - Tratamentos superficiais - Fuso granulométrico

Abertura dos peneiros (mm)	Fuso granulométrico					
	Microaglomerado a frio			Slurry seal		
	Simples	Duplo		Simples	Duplo	
		1ª aplicação	2ª aplicação		1ª aplicação	2ª aplicação
	Categoria GA85	Categoria GF85	Categoria GA85	Categoria GA85	Categoria GF85	Categoria GA85
	Série base mais série 1	Série base mais série 2	Série base mais série 2	Série base mais série 1	Série base mais série 2	Série base mais série 1
	rubrica 14.03.4.1.1.1	Rubrica 14.03.4.1.1.2		Rubrica 14.03.4.1.2.1	Rubrica 14.03.4.1.2.2	
Porcentagem de passados, em massa (%)						
12,5	—	—	100 (2D)	-	-	-
8	100 (2D)	—	98 - 100 (1.4D)	100 (2D)	—	100 (2D)
6,3	—	—	85 - 99 (D)	-	-	-
5,6	98 - 100 (1.4D)	—	—	98 - 100 (1.4D)	—	98 - 100 (1.4D)
4	85 - 99 (D)	100 (2D)	65 - 85 (a)	85 - 99 (D)	100 (2D)	85 - 99 (D)
2	60 - 85 (a)	85 - 99 (D)	40 - 65 (a)	60 - 85 (a)	85 - 99 (D)	60 - 85 (a)
1	40 - 65 (a)	55 - 80 (a)	25 - 45 (a)	40 - 65 (a)	55 - 80 (a)	40 - 65 (a)
0,5	27 - 45 (a)	35 - 55 (a)	16 - 30 (a)	27 - 45 (a)	35 - 55 (a)	27 - 45 (a)
0,25	15 - 30 (a)	22 - 40 (a)	10 - 22 (a)	15 - 30 (a)	22 - 40 (a)	15 - 30 (a)
0,125	9 - 20 (a)	15 - 25 (a)	5 - 15 (a)	9 - 20 (a)	15 - 25 (a)	9 - 20 (a)
0,063	7 - 15 (a)	10 - 20 (a)	5 - 10 (a)	7 - 15 (a)	10 - 20 (a)	7 - 15 (a)
Referência normativa: NP EN 13043 e NP EN 933 - 2						
(a) - Requisito adicional						
Atendendo a que os fusos granulométricos de referência não se inscrevem integralmente nas séries definidas na NP EN 13043 foram adicionadas aberturas de peneiros, identificadas no Quadro como requisitos adicionais (a) consideradas na NP EN 933-2.						

Quadro 14.03.4c - Tratamentos superficiais - Revestimento superficial simples - frações granulométricas

	Referência normativa	Unidade	Tipo de revestimento superficial				
			Simplex	Simplex com duas aplicações de agregado		Duplo	
				1 ^a aplicação	2 ^a aplicação	1 ^a aplicação	2 ^a aplicação
			rubrica 14.03.4.1.3.1	rubrica 14.03.4.1.3.2		rubrica 14.03.4.1.3.3	
Abertura dos peneiros	NP EN 13043 NP EN 933-2	mm	4 / 6	–	2 / 4	–	2 / 4
			6 / 10	6 / 10	4 / 6	6 / 10	4 / 6
			10 / 14	10 / 14	–	10 / 14	–
Porcentagem de passados em massa no peneiro 1,0 mm		%	≤ 1				

Percentagem de passados em massa no peneiro 0,063 mm		%	≤ 0,5
--	--	---	-------

Quadro 14.03.4d - Tratamentos superficiais - Requisitos/Propriedades da mistura

Requisitos/ Propriedades	Referên cia normati va	Condições específicas de ensaio/ designação do ensaio	Unid ·	Tipo de mistura					
				Microaglomerado betuminoso a frio			Slurry seal		
				Simple	Duplo 1ª aplicaçã o	Duplo 2ª aplicaç ão	Simple	Duplo 1ª aplicaçã o	Duplo 2ª aplicaçã o
				rubrica 14.03.4.1 .1.1	rubrica 14.04.4.1.1.2		rubrica 14.03.4.1 .2.1	rubrica 14.03.4.1.2.2	
Percentagem Ligante residual	EN 12274- 1 ^(a) EN 12274- 2	Extracção do ligante de acordo com a EN 12697-1	%	≥ 7	≥ 8	≥ 6	≥ 7	≥ 8	≥ 7
Determinação do desgaste - perda máxima	EN12274 -5	Ensaio abrasivo com roda molhada (WTAT)	g/m²	≤ 600			≤ 800		
Taxa média de aplicação	EN12274 -6	-	kg/m 2	8 a 11	5 a 8	11 a 14	8 a 11	5 a 8	8 a 11
Percentagem de água em relação ao agregado	EN12274 -3	Ensaio de consistência	%	10 a 15	10 a 20	10 a 15		10 a 20	10 a 15
Adesividade da mistura	EN2274-1 ^(a) EN12274 -7	Ensaio de abrasão com agitação; determinação da baridade de acordo com a EN12697-6	%	A declarar					
Para situações de rápida abertura ao tráfego é ainda exigida a observância:									
Coesão agregado/liga nte aos 30 min	EN12274 -4	Ensaio de coesão	MPa	≥ 12					
Coesão agregado/liga nte aos 60 min	EN12274 -4	Ensaio de coesão	MPa	≥ 20					
(a) - Amostragem									

(a) - Amostragem

Quadro 14.03.4e - Tratamentos superficiais - Revestimento superficial simples - Taxas de aplicação dos materiais

Revestimento superficial simples		
rubrica 14.03.4.1.3.1		
dimensão do agregado (mm)	Taxa de aplicação (a)	
	agregado (l/m²)	ligante residual (kg/m²)
4 / 6,3	6 - 7	0,9
6,3 / 10	8 - 9	1,2
10 / 14	11 - 13	1,5
(a) - As taxas de aplicação variam conforme o estado da superfície de aplicação, as dimensões do agregado e tipo de ligante, são indicados valores de referência para superfícies homogêneas de textura uniforme/regular		

Quadro 14.03.4f - Tratamentos superficiais - Revestimento superficial simples com duas aplicações de agregado - Taxas de aplicação dos materiais

Revestimento superficial simples com duas aplicações de agregado				
rubrica 14.03.4.1.3.2				
1ª aplicação		dimensão do agregado (mm)	2ª aplicação	
dimensão do agregado (mm)	Taxa de aplicação ^(a)		Taxa de aplicação ^(a)	
	Agregado (l/m ²)		agregado (l/m ²)	ligante residual (kg/m ²)
6,3 / 10	6 - 7	2 / 4	3 - 4	1,2
10 / 14	8 - 9	4 / 6,3	4 - 5	1,5
(a) - As taxas de aplicação variam conforme o estado da superfície de aplicação, as dimensões do agregado e tipo de ligante, são indicados valores de referência para superfícies homogêneas de textura uniforme/regular				

Quadro 14.03.4g - Tratamentos superficiais - Revestimentos superficial duplo - Taxas de aplicação dos materiais

Revestimento superficial duplo					
rubrica 14.03.4.1.3.3					
1ª aplicação			2ª aplicação		
dimensão do agregado (mm)	Taxa de aplicação (a)		dimensão do agregado (mm)	Taxa de aplicação (a)	
	agregado (l/m ²)	ligante residual (kg/m ²)		agregado (l/m ²)	ligante residual (kg/m ²)
6,3 / 10	7 - 8	0,7	2 / 4	4 - 5	0,9
10 / 14	10 - 11	0,9	4 / 6,3	6 - 7	1,0
(a) - As taxas de aplicação variam conforme o estado da superfície de aplicação, as dimensões do agregado e tipo de ligante, são indicados valores de referência para superfícies homogêneas de textura uniforme/regular					

Nota: A EN 12272-3 *Surface dressing - Test method - Part3: Determination of binder aggregate adhesivity by the Vialit plate shock test method* especifica a determinação da adesividade agregado/ligante através do ensaio de choque da placa Vialit, designadamente:

- ✘ Adesão mecânica entre o ligante e a superfície do agregado
- ✘ Adesividade activa entre o ligante e a camada de agregados

Deverão ser declarados os valores correspondentes aos requisitos/propriedades supra referidos quando a realização dos ensaios for solicitada pela Fiscalização.

6. MATERIAIS PARA CAMADAS DE MISTURAS TRATADAS COM LIGANTES HIDRÁULICOS

Os materiais constituintes das misturas tratadas com ligantes hidráulicos previstos neste Caderno de Encargos são:

- ✘ Solos
- ✘ Agregados;
- ✘ Ligantes hidráulicos (cimento e cal);
- ✘ Adições;
- ✘ Adjuvantes;
- ✘ Água.

As misturas tratadas com ligantes hidráulicos devem obedecer aos requisitos das seguintes Normas Europeias:

- ✘ EN 14227-1 Hydraulically bound mixtures - Specifications - Part 1: Cement bound granular mixtures;
- ✘ EN 14227-10 Hydraulically bound mixtures - Specifications - Part 10: Soil treated by cement;
- ✘ EN 14227-11 Hydraulically bound mixtures - Specifications - Part 11: Soil treated by lime.

Os materiais para camadas de misturas tratadas com ligantes hidráulicos abrangem as seguintes rubricas:

14.03.5.1 - Camada de sub-base

14.03.5.1.1 - Em solo-cimento fabricado em central

14.03.5.1.2 - Em solo-cimento fabricado “in situ”

14.03.5.1.3 - Em solo-cal fabricado em central

14.03.5.1.4 - Em solo-cal fabricado “in situ”

14.03.5.1.5 - Em agregado britado de granulometria extensa, tratado com cimento

14.03.5.2 - Camada de base

14.03.5.2.1 - Em agregado britado de granulometria extensa, tratado com cimento

14.03.5.3 - Camada de regularização no enchimento de bermas

14.03.5.3.1 - Em agregado britado de granulometria extensa, tratado com cimento

Os agregados britados de granulometria extensa (ABGE) a tratar com ligantes hidráulicos devem respeitar o fuso granulométrico indicado no Quadro 14.03.5a:

Quadro 14.03.5a - ABGE 0/31,5 (d/D) - Fuso Granulométrico

Categoria G _A 80 (NP EN 13242)			
Requisitos	Peneiro	Abertura (mm)	% passados em massa
NP EN 13242	2D	63	100
	1,4D	40	100
	D	31,5	80 - 99
Requisitos Adicionais	-	16	63 - 77
	-	8	43 - 60
	-	4	30 - 52
	-	2	23 - 40
	-	1	14 - 35
	-	0,5	10 - 30
	-	0,0063	2 - 7

Nas rubricas 14.03.5.1.5, 14.03.5.2.1 e 14.03.5.3.1 são utilizadas emulsões betuminosas e gravilhas para protecção superficial dos agregados britados de granulometria extensa tratado com cimento. As emulsões a aplicar têm como função a protecção contra a evaporação superficial da água necessária à cura da mistura, enquanto que as gravilhas têm como função a protecção contra as acções mecânicas, na eventualidade de a camada ser sujeita ao tráfego de obra.

A emulsão betuminosa a utilizar deve ser do tipo C57 B4, como definido em 14.03.0-4.

A gravilha deve respeitar o fuso granulométrico indicado no Quadro 14.03.5b:

Quadro 14.03.5b - Gravelha de Protecção 4/6 (d/D) - Fuso Granulométrico

Categoria G _c 85-15 (NP EN 13242)			
Requisitos	Peneiro	Abertura (mm)	% passados em massa
NP EN 13242	2D	12	100
	1,4D	8	98 - 100
	D	6	85 - 99
	d	4	0 - 15
	d/2	2	0 - 5
Requisito Adicional	-	0,0063	0 - 1

O Quadro 14.03.5c especifica os requisitos dos solos para camadas de misturas tratadas com ligantes hidráulicos com características de sub-base.

O Quadro 14.03.5d especifica os requisitos do agregado britado de granulometria extensa a tratar com cimento para camadas de sub-base, de base e de regularização no enchimento de bermas.

O Quadro 14.03.5e especifica os requisitos da gravelha de protecção das camadas de sub-base, de base e de regularização no enchimento de bermas em agregado britado de granulometria extensa tratado com cimento.

O Quadro 14.03.5f especifica os requisitos das misturas de solos tratados com cimento (solo-cimento) com características de sub-base.

O Quadro 14.03.5g especifica os requisitos das misturas de solos tratados com cal (solo-cal) com características de sub-base.

O Quadro 14.03.5h especifica os requisitos da mistura de agregado britado de granulometria extensa tratado com cimento com características de sub-base, base e regularização no enchimento de bermas.

Nos Capítulos seguintes Caderno de Encargos serão descritas as especificações construtivas para a aplicação dos materiais descritos neste capítulo.

Quadro 14.03.5c - Camadas de misturas tratadas com ligantes hidráulicos Requisitos/Propriedades dos solos a tratar com ligantes hidráulicos com características de sub-base - EN 14227-1

Requisitos / Propriedades	Referência normativa	Unidade	Condições específicas de ensaio	Sub-base	
				Solo-Cimento	Solo-Cal
				rubricas 14.03.5.1.1 e 14.03.5.1.2	rubricas 14.03.5.1.3 e 14.03.5.1.4
Percentagem de material que passa no peneiro de 63 mm, mínima	NP EN 933-1	%	Peneiração por via húmida	95	
Percentagem de material que passa no peneiro de 0,063 mm, máxima		%		30	

Requisitos / Propriedades	Referência normativa	Unidade	Condições específicas de ensaio	Sub-base	
				Solo-Cimento	Solo-Cal
				rubricas 14.03.5.1.1 e 14.03.5.1.2	rubricas 14.03.5.1.3 e 14.03.5.1.4
Limite liquidez (LL), máximo	NP 143	%	Aplicável a solos com cerca de 30%, ou mais, em massa, de partículas de dimensões inferiores a 0,05 mm	35	
Índice de plasticidade (IP), máximo		%	IP = LL-LP, em que LP é o limite de plasticidade determinado pela NP 143	15	
Nota 1: Solo-Cimento - Mistura de solo e cimento fabricada em central ou "in situ".					
Nota 2: Solo-Cal - Mistura de solo e cal fabricada em central ou "in situ".					
Nota 3: Os solos devem apresentar-se isentos de matéria orgânica, detritos, materiais expansivos e de quaisquer outros produtos prejudiciais que possam afectar a ligação com o cimento e influenciar os tempos de presa e o desenvolvimento da resistência da mistura.					

Quadro 14.03.05d - Camadas de misturas tratadas com ligantes hidráulicos - Requisitos/Propriedades do agregado britado de granulometria extensa a tratar com cimento com características de sub-base, base e regularização no enchimento de bermas (NP EN 13242)

Requisitos/Propriedades	Referência normativa	Unidade	Sub-base	Base	Regularização no enchimento de bermas
			ABGE		
			rubrica 14.03.5.1.5	rubrica 14.03.2.2.1	rubrica 14.03.2.3.1
Descrição petrográfica simplificada	NP EN 932-3	-	Exame petrográfico dos agregados para classificação geral		
Qualidade dos finos, Teor de finos	NP EN 933-1	%	Se o teor total de finos for superior a 3 % (em massa) então SE ≥ 40. Caso SE <40 então MB ≤ 2,5 (a)	Se o teor total de finos for superior a 3 % (em massa), então SE ≥ 50. Caso SE < 50, então MB ≤ 2,0 (a)	
Qualidade dos finos, Equivalente de Areia	NP EN 933-8	%			
Qualidade dos finos, Azul de metileno	NP EN 933-9	g/kg			
Forma do agregado grosso - Índice de achatamento	NP EN 933-3	-	FI35	FI30	
Finura dos agregados finos, módulo de finura	NP EN 933-1 NP EN 12620 Anexo B	-	NR		
Percentagens de superfícies esmagadas e partidas nos agregados grossos	NP EN 933-5	%	C90/3		
Teor de conchas	NP EN 933-7	%	NR		
Resistência à fragmentação do agregado grosso, coeficiente Los Angeles	NP EN 1097-2 secção 5	-	45 (b)	LA40	
Resistência ao desgaste por atrito do agregado grosso, coeficiente micro-Deval	NP EN 1097-1	-	MDE35	MDE25	
Massa volúmica das partículas	NP EN 1097-6	Mg/m3	A declarar (c)		
Absorção de água	NP EN 1097-6	%			

Requisitos/Propriedades	Referência normativa	Unidade	Sub-base	Base	Regularização no enchimento de bermas
			ABGE		
			rubrica 14.03.5.1.5	rubrica 14.03.2.2.1	rubrica 14.03.2.3.1
Resistência ao gelo e ao degelo, valor de absorção de água como ensaio de triagem e valor do sulfato de magnésio	NP EN 1097-6 NP EN 1367-2	%	Se $WA > 2$ (absorção de água) então o valor de sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS35 (d)		
Afinidade dos agregados grossos aos ligantes betuminosos	EN 12697-11	-	NR		
"Sonnenbrand" do basalto	NP EN 1367-3 NP EN 1097-1 secção 5	%	Perda de massa após a ebulição ≤ 1 e SBLA ≤ 8 (e)		
Teor de iões cloro solúveis em água	NP EN 1744-1 secção 12	%	$\leq 0,01$ % (f)		
Teor de sulfatos solúveis em ácido	NP EN 1744-1 secção 12	%	AS0,2		
Enxofre total	NP EN 1744-1 secção 11	%	$S \leq 1$ (g)		
Constituintes que alteram o tempo de presa e a resistência da mistura/betão	NP EN 1744-1 secção 15.1 ou secção 15.2 ou secção 15.3	-	Não devem conter matéria orgânica (h)		
Reactividade álcalis-silica	LNEC E 467	-	NR		

Notas do Quadro 14.03.05d - Camadas de misturas tratadas com ligantes hidráulicos Requisitos/Propriedades do agregado britado de granulometria extensa a tratar com cimento com características de sub-base, base e regularização no enchimento de bermas (NP EN 13242)

Nota 1: Os agregados naturais devem apresentar-se homogéneos e não devem conter matéria orgânica ou quaisquer substâncias estranhas tais como madeira, vidro e plástico que afectem a mistura. Devem ser pouco susceptíveis à meteorização e apresentarem-se são ou pouco alterados (de acordo com a classificação ISMR).

Nota 2: Para agregados susceptíveis de degradação pela acção do gelo-degelo, expostos a ambientes sujeitos ao gelo e ao degelo, a situações de humidade elevada ou à água do mar, o ensaio de absorção de água deve ser utilizado como ensaio de triagem.

NR - Não Requerido

(a) - Se a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm for inferior a 3 % os finos podem ser considerados não prejudiciais.

(b) - Como a Norma NP EN 13242 não possui a categoria LA45 é indicado o valor requerido.

(c) - Ensaio de realização obrigatória; Quando o valor do requisito/propriedade não é definido em projecto deverá ser declarado pelo Adjudicatário.

(d) - Se a absorção de água ≤ 2 (WA242) o agregado deve ser considerado como resistente ao gelo-degelo.

(e) - Em caso de dúvida, onde existam indícios de "Sonnenbrand".

(f) - Em agregados de origem marinha.

(g) - Se se verificar a existência de pirrotite o teor total máximo de enxofre deve ser reduzido para 0,1 %.

(h) - Se os resultados revelarem um teor elevado de húmus, deve ser determinada a presença de ácido fúlvico. Se nestes ensaios a cor do líquido que sobrenada for mais clara que as cores-padrão, pode considerar-se que os agregados não contêm matéria orgânica. Caso contrário, deve ser realizado o ensaio com provete de argamassa e as proporções devem ser tais que não provoquem: a) aumento do tempo de presa nos provetes de ensaio superior a 120 min; b) diminuição da resistência à compressão nos provetes de ensaio superior a 20 % aos 28 dias.

Quadro 14.03.05e - Camadas de misturas tratadas com ligantes hidráulicos - Requisitos/Propriedades das gravilhas de protecção para camadas de agregado britado de granulometria extensa tratado com cimento com características de sub-base, base e regularização no enchimento de bermas (NP EN 13043)

Requisitos/Propriedades	Referência normativa	Unidade	Sub-base, Base e Regularização no enchimento de bermas
			Gravilha de protecção superficial
			rubricas 14.03.5.1.5, 14.03.5.2.1 e 1403.5.3.1
Descrição petrográfica simplificada	NP EN 932-3	-	Exame petrográfico dos agregados para classificação geral
Qualidade dos finos, Teor de finos	NP EN 933-1	%	MBF10 ou os finos devem cumprir os requisitos aplicáveis aos fileres, de acordo com o especificado no Quadro 14.03.0-3b (a)
Qualidade dos finos, Equivalente de Areia	NP EN 933-8	%	
Qualidade dos finos, Azul de metileno	NP EN 933-9	g/kg	
Forma do agregado grosso - Índice de achatamento	NP EN 933-3	-	FI25
Finura dos agregados finos, módulo de finura	NP EN 933-1 NP EN 12620 (Anexo B)	-	NR
Percentagens de superfícies esmagadas e partidas nos agregados grossos	NP EN 933-5	%	C100/0
Teor de conchas	NP EN 933-7	%	NR
Resistência à fragmentação do agregado grosso, coeficiente Los Angeles	NP EN 1097-2 secção 5	-	LA40
Resistência ao desgaste por atrito do agregado grosso, coeficiente micro-Deval	NP EN 1097-1	-	MDE25
Massa volúmica das partículas	NP EN 1097-6	Mg/m ³	A declarar (b)
Absorção de água	NP EN 1097-6	%	
Resistência ao gelo e ao degelo, valor de absorção de água como ensaio de triagem e valor do sulfato de magnésio	NP EN 1097-6 NP EN 1367-2	%	Se WA > 0,5 (absorção de água) então o valor de sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS35 (c)
Afinidade dos agregados grossos aos ligantes betuminosos	EN 12697-11	-	A declarar (c)
"Sonnenbrand" do basalto	NP EN 1367-3 NP EN 1097-1 secção 5	%	Perda de massa após a ebulição ≤ 1 e SBLA ≤ 8 (d)
Teor de iões cloro solúveis em água	NP EN 1744-1 secção 12	%	NR
Teor de sulfatos solúveis em ácido	NP EN 1744-1, secção 12	%	
Enxofre total	NP EN 1744-1 secção 11	%	NR
Constituintes que alteram o tempo de presa e a resistência da mistura/betão	NP EN 1744-1 secção 15.1 ou secção 15.2 ou secção 15.3	-	
Reactividade álcalis-sílica	LNEC E 467	-	

Nota 1: Os agregados naturais devem apresentar-se homogéneos e não devem conter matéria orgânica ou quaisquer substâncias estranhas tais como madeira, vidro e plástico que afectem a mistura. Devem ser pouco susceptíveis à meteorização e apresentarem-se são ou pouco alterados (de acordo com a classificação ISMR).

Nota 2: Para agregados susceptíveis de degradação pela acção do gelo-degelo, expostos a ambientes sujeitos ao gelo e ao degelo, a situações de humidade elevada ou à água do mar, o ensaio de absorção de água deve ser utilizado como ensaio de triagem.

NR - Não Requerido

(a) - Se a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm for superior a 3 % (em massa), deve ser avaliada a nocividade dos finos da fracção 0/0,125 mm e o valor do ensaio de azul de metileno deve estar enquadrado na categoria MBF10. Se a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm for superior a 10 % (em massa), os finos devem cumprir os requisitos aplicáveis aos fileres, de acordo com o especificado no Quadro 4.03.0-3a.

(b) - Ensaio de realização obrigatória; Quando o valor do requisito/propriedade não é definido em projecto deverá ser declarado pelo Adjudicatário.

(c) - Se a absorção de água ≤ 0,5 (WA240,5) o agregado deve ser considerado como resistente ao gelo-degelo.

(e) - Em caso de dúvida, onde existam indícios de "Sonnenbrand".

Quadro 14.03.5f - Camadas de misturas tratadas com ligantes hidráulicos Requisitos/Propriedades dos solos tratados com cimento (Solo-Cimento) com características de sub-base (EN 14227-10)

Requisitos / Propriedades		Referência normativa	Uni.	Condições específicas de ensaio	Sub-base	
					Solo-Cimento fabricado em central	Solo-Cimento fabricado "in situ"
					rubrica 14.03.5.1.1	rubrica 14.03.5.1.2
Mistura	% de ligante, mínima	NA	%	% de ligante em massa do total da massa da mistura	3 ^(a)	
	% dos restantes materiais constituintes		%	As dosagens dos materiais constituintes da mistura (% em massa do total da massa da mistura), a granulometria da mistura e a sua baridade seca deverão ser declaradas; As proporções declaradas deverão basear-se no estudo da composição em laboratório	A declarar ^(b)	
	Granulometria	NP EN 933-1	NA			
	Baridade seca	EN 13286-2	Mg/m ³			
Requisitos da Mistura Fresca	Teor de água, mínimo	EN 13286-2	%	O teor de água mínimo da mistura não deve ser inferior a 95% do teor de água óptimo obtido no ensaio de compactação Proctor	W _{0,95}	
	Grau de pulverização (P)	EN 13286-48	%	Razão entre a massa passada e a massa retida da mistura no peneiro de 5,6 mm	A declarar ^(b)	
	CBR Imediato (CBRi)	EN 13286-47	%	Após a realização da mistura esta deve ser armazenada em sacos que devem estar selados entre 30 a 60 minutos; De seguida os provetes devem ser preparados e determinado o CBRi no máximo até 90 minutos após a realização da mistura	Valor de projecto ^(c)	

Continuação do Quadro 14.03.5f - Camadas de misturas tratadas com ligantes hidráulicos Requisitos/Propriedades dos solos tratados com cimento (Solo-Cimento) com características de sub-base (EN 14227-10)

Requisitos / Propriedades		Referência normativa	Uni.	Condições específicas de ensaio	Solo-Cimento fabricado em central	
					Solo-Cimento fabricado "in situ"	
					rubrica 14.03.5.1.1	rubrica 14.03.5.1.2
Requisitos da Mistura Fresca	Valor parâmetro de humidade (MCV)	EN13286-46	-	Valor que descreve o estado de humidade da mistura relativamente à sua compactabilidade	NR	
Comportamento mecânico em laboratório	Resistência à compressão (R _c), mínima	EN13286-41	MPa	R _c é a média dos valores obtidos a partir de ensaios a três provetes; Se um dos valores diferir mais de 20% da média, será excluído e considerada a média dos restantes dois valores	C _{0,8/1}	
Resistência à água	Expansibilidade e linear após imersão em água (LS)	EN 13286-47	mm	A expansibilidade deverá ser medida pelo menos durante 28 dias ou até o seu valor ser inferior a 0,05 mm em 48	A declarar ^(b)	

				horas; A água a utilizar no ensaio deve ser continuamente arejada	
NA - Não Aplicável NR - Não Requerido (a) - Poderá ser considerado um valor inferior se definido em projecto ou o estudo de composição da mistura o demonstrar. (b) - Ensaio de realização obrigatória; Quando o valor do requisito/propriedade não é definido em projecto deverá ser declarado pelo Adjudicatário. (c) - Valor definido em projecto.					

Quadro 14.03.5g - Camadas de misturas tratadas com ligantes hidráulicos Requisitos/Propriedades dos solos tratados com cal (Solo-Cal) com características de sub-base (EN 14227-11)

Requisitos / Propriedades		Referência normativa	Unidade	Condições específicas de ensaio	Sub-base	
					Solo-Cal fabricado em central	Solo-Cal fabricado "in situ"
					rubrica 14.03.5.1.3	rubrica 14.03.5.1.4
Mistura	% de ligante, mínima	NA	%	% de ligante em massa do total da massa da mistura	3 ^(a)	
	% dos restantes materiais constituintes		%	As dosagens dos materiais constituintes da mistura (% em massa do total da massa da mistura), a granulometria da mistura e a sua baridade seca deverão ser declaradas; As proporções declaradas deverão basear-se no estudo da composição em laboratório	A declarar ^(b)	
	Granulometria	NP EN 933-1	NA			
	Baridade seca	EN 13286-2	Mg/m ³			
Comportamento da mistura em laboratório	Grau de pulverização (P)	EN 13286-48	%	Razão entre a massa passada e a massa retida da mistura no peneiro de 5,6 mm		
	Teor de água, mínimo	EN 13286-2	%	O teor de água mínimo da mistura não deve ser inferior a 90% do teor de água óptimo obtido no ensaio de compactação Proctor	W _{0,90}	
	CBR Imediato (CBRi)	EN 13286-47	%	Após a realização da mistura esta deve ser armazenada em sacos que devem estar selados entre 30 a 60 minutos; De seguida os provetes devem ser preparados e determinado o CBRi no máximo até 90 minutos após a realização da mistura	Valor de projecto ^(c)	

Continuação do Quadro 14.03.5g - Camadas de misturas tratadas com ligantes hidráulicos Requisitos/Propriedades dos solos tratados com cal (Solo-Cal) com características de sub-base (EN 14227-11)

Requisitos / Propriedades		Referência normativa	Unidade	Condições específicas de ensaio	Sub-base	
					Solo-Cal fabricado em central	Solo-Cal fabricado "in situ"
					rubrica 14.03.5.1.3	rubrica 14.03.5.1.4
Comportamento da mistura em laboratório	Valor parâmetro de humidade (MCV)	EN 13286-46	-	Valor que descreve o estado de humidade da mistura relativamente à sua compactabilidade	NR	
	Resistência à compressão (Rc), mínima	EN 13286-41	MPa	Rc é a média dos valores obtidos a partir de ensaios a três provetes; Se um dos valores diferir mais de 20% da média,	RC1,0	

Requisitos / Propriedades	Referência normativa	Unidade	Condições específicas de ensaio	Sub-base	
				Solo-Cal fabricado em central	Solo-Cal fabricado "in situ"
				rubrica 14.03.5.1.3	rubrica 14.03.5.1.4
			será excluído e considerada a média dos restantes dois valores		
Expansibilidade de linear após imersão em água (LS)	EN 13286-47	mm	A expansibilidade deverá ser medida pelo menos durante 28 dias ou até o seu valor ser inferior a 0,05 mm em 48 horas; A água a utilizar no ensaio deve ser continuamente arejada	A declarar (b)	
Resistência ao congelamento	-	-	-	NR	

NA - Não Aplicável
 NR - Não Requerido
 (a) - Poderá ser considerado um valor inferior se definido em projecto ou o estudo de composição da mistura o demonstrar.
 (b) - Ensaio de realização obrigatória; Quando o valor do requisito/propriedade não é definido em projecto deverá ser declarado pelo Adjudicatário.
 (c) - Valor definido em projecto.

Quadro 14.03.5h - Camadas de misturas tratadas com ligantes hidráulicos Requisitos/Propriedades do agregado britado de granulometria extensa tratado com cimento com características de sub-base, base e regularização no enchimento de bermas (EN 14227-1)

Requisitos / Propriedades		Refª normativa	Unidade	Condições específicas de ensaio	Sub-base	Base	Regularização no enchimento de bermas
					ABGE		
					rubrica 14.03.5.1.5	rubrica 14.03.5.2.1	rubrica 14.03.5.3.1
% de ligante, mínimo		EN 14227-1	%	A % de ligante (% em massa do total da massa da mistura) deverá ser determinada através de estudo da composição da mistura em laboratório; O estudo da composição deverá determinar a adequada dosagem de ligante necessária ao cumprimento das características mecânicas e das baridades exigidas	3 (a)		
Teor de água, mínimo		EN 13286-2	%	O teor de água, adequado à compactação da mistura, deverá ser determinado através de estudo da composição em laboratório	A declarar (b)		
Granulometria da mistura		NP EN 933-1	NA	A granulometria da mistura deverá ter em conta a granulometria definida para os agregados e a % de ligante, incluindo adições (quando existirem)			
Classificação da mistura por classe de resistência	Resistência à compressão característica (R_{ck})	EN 13286-41	MPa	A resistência característica da mistura, em conformidade com o estudo da composição, deverá ser determinada para 28 dias de cura	Valor de projecto (c)		

NA - Não Aplicável
 NR - Não Requerido
 (a) - Poderá ser considerado um valor inferior se definido em projecto ou o estudo de composição da mistura o demonstrar.
 (b) - Ensaio de realização obrigatória; Quando o valor do requisito/propriedade não é definido em projecto deverá ser declarado pelo Adjudicatário.
 (c) - Valor definido em projecto.

7. MATERIAIS PARA CAMADAS DE BETÃO HIDRÁULICO

Neste item são definidos requisitos para os seguintes materiais:

- ✘ Agregados;
- ✘ Betão hidráulico;
- ✘ Armaduras para betão;
- ✘ Blocos de betão.

As condições a que deve obedecer a colocação em obra dos betões hidráulicos (betões de ligantes hidráulicos), assim como as disposições relativas à execução de estruturas de betão constam do Decreto-Lei n.º 301/2007 de 23 de Agosto. A Norma Europeia que define os requisitos aplicáveis aos betões é a NP EN 206-1 Betão - Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade.

A utilização em Portugal dos aços para armaduras de betão armado é regulada pelo REBAP - Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado, Decreto-Lei n.º 349-c/83, de 30 de Julho. Este Regulamento especifica os tipos de armaduras e as suas principais características, estipulando no artigo 23º a obrigatoriedade da sua prévia classificação pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil - LNEC.

Os documentos de Classificação elaborados pelo LNEC ao abrigo do REBAP especificam os requisitos necessários que os diversos tipos de armaduras devem satisfazer com vista à sua classificação.

Os requisitos dos aços classificados são os que constam nas seguintes Especificações do LNEC:

- ✘ E 449 - Varões de Aço A400 NR para Armaduras de Betão Armado. Características, Ensaios e Marcação.
- ✘ E 450 - Varões de Aço A500 NR para Armaduras de Betão Armado. Características, Ensaios e Marcação.
- ✘ E 455 - Varões de Aço A400 NR de Ductilidade Especial para Armaduras de Betão Armado. Características, Ensaios e Marcação.
- ✘ E 456 - Varões de Aço A500 ER para Armaduras de Betão Armado. Características, Ensaios e Marcação.
- ✘ E 458 - Redes Electrossoldadas para Armaduras de Betão Armado. Características, Ensaios e Marcação.
- ✘ E 460 - Varões de Aço A500 NR de Ductilidade Especial para Armaduras de Betão Armado. Características, Ensaios e Marcação.
- ✘ E 478 - Fios Lisos de Aço A500 EL. Características e Ensaios.

- ✘ E 479 - Redes Electrossoldadas de Pequeno Diâmetro. Características e Ensaios.
- ✘ E 480 - Treliças Electrossoldadas para Armaduras de Betão. Características e Ensaios.

A utilização de outros tipos de armaduras não correntes, que não se enquadrem nas Especificações LNEC antes referidas, deve ser obrigatoriamente precedida pela sua homologação pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), em cumprimento do artigo 23º do Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (REBAP), Decreto-Lei nº 349-C/83, de 30 de Julho

Adicionalmente, de acordo com o Decreto-Lei nº 390/2007, de 10 de Dezembro, todos os aços para armaduras ordinárias, sob a forma de varões, barras, rolos ou bobinas, redes electrossoldadas, treliças e fitas ou bandas denteadas, independentemente do processo tecnológico utilizado na sua obtenção, só podem ser colocados no mercado ou importados, e consequentemente aplicados nas obras, após terem sido certificados por um organismo acreditado por uma entidade competente no domínio da acreditação em conformidade com as metodologias do Sistema Português da Qualidade.

O cumprimento do disposto no parágrafo anterior é assegurado pelos aços certificados pela Certif - Associação para a Certificação de Produtos, podendo ser consultada em <http://www.certif.pt/> a lista dos aços certificados.

Dando cumprimento ao nº 3 do Artigo 6º do Decreto-Lei nº 301/2007 de 23 de Agosto, a aceitação em obra das armaduras ordinárias, pelo utilizador, deve obrigatoriamente ser feita através da inspecção e dos ensaios de recepção previstos na NP ENV 13670-1- Execução de estruturas em betão - Parte 1:Regras gerais, feitos em laboratórios acreditados.

Para além do constante na NP EN 206-1, os requisitos a respeitar relativamente aos materiais a utilizar em camadas de betão hidráulico, nomeadamente em pavimentos em betão hidráulico (pavimentos rígidos), são definidos pelas Normas Europeias:

- ✘ NP EN 13877-1 Pavimentos em betão - Parte 1: Materiais;
- ✘ NP EN 13877-2 Pavimentos em betão - Parte 2: Requisitos funcionais para pavimentos em betão.

A NP EN 13877-1 define os requisitos para os materiais constituintes do betão e os requisitos fundamentais para o betão, de acordo com a NP EN 206-1. Define também os requisitos fundamentais de outros materiais para pavimentos em betão (Quadro 14.03.6ª):

Quadro 14.03.6a - Camadas de betão hidráulico - Referências Normativas para outros materiais cujos requisitos são definidos na NP EN 13877-1

Materiais	Referência Normativa
-----------	----------------------

Produtos de cura	EN 14754-1
Retardadores de presa superficiais	-
Produtos de selagem de juntas	EN 14188-1, EN 14188-2 e EN 14188-3
Varões de ligação	EN 10080
Varões de transferência ou passadores	NP EN 13877-3
Armadura de reforço	EN 10080

As normas NP EN 13877-1 e 2 apresentam as seguintes definições, relevantes para este Caderno de Encargos:

- ✘ Betão pobre - betão com uma dosagem de cimento mais baixa do que o betão a utilizar na camada de desgaste;
- ✘ Camada de base em betão armado contínuo (CBBAC) - camada de betão armado longitudinalmente de forma contínua, sem juntas intermédias, com uma percentagem de aço inferior à de um betão armado contínuo (BAC), coberta por uma camada betuminosa de desgaste;
- ✘ Pavimento em betão não armado, com juntas - pavimento em betão com juntas transversais com um afastamento, em geral, de 3,5 a 7,5 m, em que as lajes não são armadas e a transferência de cargas nas juntas é assegurada por varões de transferência ou pela interligação dos agregados (sem varões de transferência);
- ✘ Pavimento em betão armado, com juntas - pavimento em betão com juntas transversais (podem ser de retracção ou de dilatação) com um afastamento, em geral, de 8 a 25 m, em que as lajes contêm armaduras de reforço longitudinais e transversais; as armaduras de reforço longitudinais não atravessam as juntas transversais, as quais possuem habitualmente varões de transferência;
- ✘ Pavimento em betão armado contínuo (BAC) - pavimento em betão armado longitudinalmente de forma contínua, sem juntas transversais intermédias de retracção ou de dilatação.

Os materiais para camadas de betão hidráulico abrangem as seguintes rubricas:

14.03.6.1 - Camada de sub-base

14.03.6.1.1 - Em betão pobre vibrado

14.03.6.2 - Camada de base

14.03.6.2.1 - Em betão pobre vibrado

14.03.6.2.2 - Em betão armado contínuo (CBBAC)

14.03.6.3 - Camada de regularização, no enchimento de bermas

14.03.6.3.1 - Em betão pobre vibrado

14.03.6.4 - Camada de desgaste

14.03.6.4.1 - Em betão não armado, com juntas

14.03.6.4.2 - Em betão armado, com juntas

14.03.6.4.3 - Em betão armado contínuo (BAC)

14.03.6.4.4 - Em blocos de betão

O Quadro 14.03.6b especifica os requisitos dos agregados para betões para camadas de betão hidráulico com características de sub-base, base, regularização no enchimento de bermas e desgaste.

O Quadro 14.03.6c especifica os requisitos dos betões para camadas de betão hidráulico com características de sub-base, base, regularização no enchimento de bermas e desgaste.

O Quadro 14.03.6d especifica os requisitos dos blocos de betão para camadas de betão hidráulico com características de desgaste.

No Capítulo 15 deste Caderno de Encargos serão descritas as especificações construtivas para a aplicação dos materiais discriminados neste item.

Quadro 14.03.6b - Camadas de betão hidráulico - Requisitos/Propriedades dos agregados para betão com características de sub-base, base, regularização no enchimento de bermas e desgaste (NP EN 12620)

Requisitos/Propriedades	Referências normativas	Unid.	Sub-base	Base		Regular . no enchimento de bermas	Desgaste		
			Em betão pobre vibrado	Em betão pobre vibrado	Em betão armado contínuo (CBBAC)	Em betão pobre vibrado	Em betão não armado , com juntas	Em betão armado , com juntas	Em betão armado o contínuo (BAC)
			rubrica 14.03.6 .1.1	rubrica 14.03.6 .2.1	rubrica 14.03.6 .2.2	rubrica 14.03.6 .4.1	rubrica 14.03.6 .3.1	rubrica 14.03.6 .3.2	rubrica 14.03.6 .3.3
Descrição petrográfica simplificada	NP EN 932-3	-	Exame petrográfico dos agregados para classificação geral						
Qualidade dos finos, Teor de finos	NP EN 933-1	%	Se o teor total de finos for superior a 3 % (em massa), então SE ≥ 60. Caso SE < 60, então MB ≤ 1,5 ^(a)						
Qualidade dos finos, Equivalente de Areia	NP EN 933-8	-							
Qualidade dos finos, Azul de metileno	NP EN 933-9	g/kg							
Forma do agregado grosso - Índice de achatamento	NP EN 933-3	-	FI ₂₀						
Finura dos agregados finos, módulo de finura	NP EN 933-1	-	Agregado fino de granulometria grossa - CF de 4,0 a 2,4; Agregado fino de granulometria média - MF de 2,8 a 1,5; Agregado fino de granulometria fina - FF de 2,1 a 0,6						
Teor de conchas	NP EN 933-7	%	SC ₁₀						
Resistência à fragmentação do agregado grosso, coeficiente Los Angeles	NP EN 1097-2 secção 5	-	LA ₂₀						

Requisitos/Propriedades	Referências normativas	Unid.	Sub-base	Base		Regular . no enchimento de bermas	Desgaste		
			Em betão pobre vibrado	Em betão pobre vibrado	Em betão armado contínuo (CBBAC)	Em betão pobre vibrado	Em betão não armado , com juntas	Em betão armado , com juntas	Em betão armado o contínuo (BAC)
			rubrica 14.03.6 .1.1	rubrica 14.03.6 .2.1	rubrica 14.03.6. 2.2	rubrica 14.03.6 .4.1	rubrica 14.03.6 .3.1	rubrica 14.03.6 .3.2	rubrica 14.03. 6.3.3
Resistência ao desgaste por atrito do agregado grosso, coeficiente micro-Deval	NP EN 1097-1	-	M _{DE25}						
Resistência ao polimento, coeficiente de polimento acelerado	NP EN 1097-8	-	PSV ₅₀						
Massa volúmica das partículas	NP EN 1097-6	Mg/m ³	A declarar ^(b)						
Absorção de água	NP EN 1097-6	%							
Resistência ao gelo e ao degelo, valor de absorção de água como ensaio de triagem e valor do sulfato de magnésio	NP EN 1097-6 NP EN 1367-2	%	Se WA > 2 (absorção de água), então o valor do sulfato de magnésio deve estar enquadrado em MS ₃₅ ^(c)						
Teor de carbonato dos agregados finos	EN 196-21 secção 5	%	A declarar ^(b)						
Teor de iões cloro solúveis em água	NP EN 1744-1 secção 12	%	≤ 0,01 %						
Teor de sulfatos solúveis em ácido	NP EN 1744-1 secção 12	%	AS _{0,2}						
Enxofre total	NP EN 1744-1 secção 11	%	S ≤ 1 ^(d)						
Contaminantes orgânicos leves	NP EN 1744-1 secção 14.2	%	0,5 % em massa do agregado fino ou 0,1 % em massa do agregado grosso						
Constituintes que alteram o tempo de presa e a resistência da mistura/betão	NP EN 1744-1 secção 15.1 ou secção 15.2 ou secção 15.3	-	Não devem conter matéria orgânica ^(e)						
Reactividade álcali-silica	LNEC E 467	-	Classe I, agregados não reactivos						
Notas do Quadro 14.03.6b - Camadas de betão hidráulico - Requisitos/Propriedades dos agregados para betão com características de sub-base, base, regularização no enchimento de bermas e desgaste (NP EN 12620)									
Nota 1: Os agregados naturais devem apresentar-se homogéneos e não devem conter matéria orgânica ou quaisquer substâncias estranhas tais como madeira, vidro e plástico que afectem a mistura. Devem ser pouco susceptíveis à meteorização e apresentarem-se são ou pouco alterados (de acordo com a classificação ISMR).									
Nota 2: Para agregados susceptíveis de degradação pela acção do gelo-degelo, expostos a ambientes sujeitos ao gelo e ao degelo, a situações de humidade elevada ou à água do mar, o ensaio de absorção de água deve ser utilizado como ensaio de triagem.									
(a) - Se a percentagem de passados no peneiro de 0,063 mm for inferior a 3 % os finos podem ser considerados não prejudiciais.									
(b) - Ensaio de realização obrigatória; Quando o valor do requisito/propriedade não é definido em projecto deverá ser declarado pelo Adjudicatário.									
(c) - Se a absorção de água ≤ 2 (WA ₂₄₂) o agregado deve ser considerado como resistente ao gelo-degelo.									
(d) - Se se verificar a existência de pirrotite o teor total máximo de enxofre deve ser reduzido para 0,1 %.									
(e) - Se os resultados revelarem um teor elevado de húmus, deve ser determinada a presença de ácido fúlvico. Se nestes ensaios a cor do líquido que sobrenada for mais clara que as cores-padrão, pode considerar-se que os agregados não contêm matéria orgânica. Caso contrário, deve ser realizado o ensaio com provete de argamassa e as proporções devem ser tais que não provoquem: a) aumento do tempo de presa nos provetes de ensaio superior a 120 min; b) diminuição da resistência à compressão nos provetes de ensaio superior a 20 % aos 28 dias.									

Quadro 14.03.6c - Camadas de betão hidráulico - Requisitos/Propriedades do betão com características de sub-base, base, regularização no enchimento de bermas e desgaste (NP EN 206-1 e NP EN 13877-1)

Requisitos / Propriedades			Referência normativa	Unid.	Condições específicas de ensaio	Sub-base	Base		Regularização no enchimento de bermas
						Em betão pobre vibrado	Em betão pobre vibrado	Em betão armado contínuo (CBBAC)	Em betão pobre vibrado
						rubrica 14.03.6.1.1	rubrica 14.03.6.2.1	rubrica 14.03.6.2.2	rubrica 14.03.6.4.1
Exposição (acções ambientais)			NP EN 206-1	NA	Definição em projecto da classe de exposição do betão mediante o ambiente em que este vai ser aplicado	Valor de projecto ^(a)			
Betão fresco	Consistência	Abaixamento	NP EN 12350-2	mm	Determinação da consistência do betão fresco em que D _{máx} do agregado mais grosso ≤40 mm	NR			
		Vêbê	NP EN 12350-3	s	Determinação da consistência do betão fresco em que D _{máx} do agregado mais grosso ≤63 mm				
		Compactação	NP EN 12350-4	%					
		Espalhamento	NP EN 12350-5	mm					
	Massa volúmica		NP EN 12350-6	kg/m ³	-	A declarar ^(b)			
	Teor de ar		NP EN 12350-7	%	Determinação em obra	NR	A declarar ^(b)		NR
	Dosagem de Ligante, mínima		-	kg/m ³	Dosagem de ligante por m ³ de betão	Valor de projecto ^(a)	300		Valor de projecto ^(a)
	% de partículas <0,25 mm		NP EN 933-1	%	-	NR			
	Teor de cloretos		NP EN 206-1	%	Quando houver aço não protegido contra a corrosão embebido no betão o teor total de iões cloreto não deve exceder 0,40% da massa do cimento	NR			
Betão endurecido	Resistência aos efeitos do gelo-degelo e dos produtos descongelantes		NP EN 12390-9	-	-	NR			
	Resistência mecânica	Resistência à compressão	NP EN 12390-3	MPa	-	C16/20 ^(c)	Valor de projecto ^(a)		C16/20 ^(c)

Requisitos / Propriedades			Referência normativa	Unid.	Condições específicas de ensaio	Sub-base	Base		Regularizaçã o no enchimento de bermas
						Em betão pobre vibrado	Em betão pobre vibrado	Em betão armado contínuo (CBBAC)	Em betão pobre vibrado
						rubrica 14.03.6.1.1	rubrica 14.03.6.2.1	rubrica 14.03.6.2.2	rubrica 14.03.6.4.1
		Resistência à flexão	NP EN 12390-5		-	NR			NR
		Resistência à tracção por compressã o	NP EN 12390-6		-				
NA - Não Aplicável; NR - Não Requerido; (a) - Valor definido em projecto. (b) - Ensaio de realização obrigatória; Quando o valor do requisito/propriedade não é definido em projecto deverá ser declarado pelo Adjudicatário. (c) - Poderá ser adoptada uma classe inferior de resistência à compressão, C8/10 ou C12/15, quando definido em projecto.									

Continuação do Quadro 14.03.6c - Camadas de betão hidráulico - Requisitos/Propriedades do betão com características de sub-base, base, regularização no enchimento de bermas e desgaste (NP EN 206-1 e NP EN 13877-1)

Requisitos / Propriedades			Referência normativa	Unid.	Condições específicas de ensaio	Desgaste		
						Em betão não armado com juntas	Em betão armado com juntas	Em betão armado contínuo (BAC)
						rubrica 14.03.6.3.1	rubrica 14.03.6.3.2	rubrica 14.03.6.3.3
Exposição (acções ambientais)			NP EN 206-1	NA	Definição em projecto da classe de exposição do betão mediante o ambiente em que este vai ser aplicado	Valor de projecto ^(a)		
Betão fresco	Consistência	Abaixamento	NP EN 12350-2	mm	Determinação da consistência do betão fresco em que D _{máx} do agregado mais grosso ≤ 40 mm			
		Vêbe	NP EN 12350-3	s	Determinação da consistência do betão fresco em que D _{máx} do	NR		
		Compactação	NP EN 12350-4	%				
		Espalhamento	NP EN 12350-5	mm				

Requisitos / Propriedades			Referência normativa	Unid.	Condições específicas de ensaio	Desgaste		
						Em betão não armado com juntas	Em betão armado com juntas	Em betão armado contínuo (BAC)
						rubrica 14.03.6.3.1	rubrica 14.03.6.3.2	rubrica 14.03.6.3.3
					agregado mais grosso ≤63 mm			
	Massa volúmica		NP EN 12350-6	kg/m³	-	A declarar ^(b)		

Continuação do Quadro 14.03.6c - Camadas de betão hidráulico - Requisitos/Propriedades do betão com características de sub-base, base, regularização no enchimento de bermas e desgaste NP EN 206-1 e NP EN 13877-1

Requisitos / Propriedades			Referência normativa	Unid.	Condições específicas de ensaio	Desgaste		
						Em betão não armado com juntas	Em betão armado com juntas	Em betão armado contínuo (BAC)
						rubrica 14.03.6.3.1	rubrica 14.03.6.3.2	rubrica 14.03.6.3.3
Betão fresco	Teor de ar		NP EN 12350-7	%	Determinação em obra	A declarar ^(b)		
	Dosagem de Ligante, mínima		-	kg/m³	Dosagem de ligante por m³ de betão	300		
	% de partículas <0,25 mm		NP EN 933-1	%	-	NR		
	Teor de cloretos		NP EN 206-1	%	Quando houver aço não protegido contra a corrosão embebido no betão o teor total de iões cloreto não deve exceder 0,40% da massa do cimento	NR		
Betão endurecido	Resistência aos efeitos do gelo-degelo e dos produtos descongelantes		NP EN 12390-9	-	-	NR		
	Resistência mecânica	Resistência à compressão	NP EN 12390-3	MPa	-	Valor de projecto ^(a)		
		Resistência à flexão	NP EN 12390-5		-			
		Resistência à tracção por compressão	NP EN 12390-6		-			
NA - Não Aplicável; NR - Não Requerido; (a) - Valor definido em projecto. (b) - Ensaio de realização obrigatória; Quando o valor do requisito/propriedade não é definido em projecto deverá ser declarado pelo Adjudicatário. (c) - Poderá ser adoptada uma classe inferior de resistência à compressão, C8/10 ou C12/15, quando definido em projecto.								

Quadro 14.03.6d - Camadas de betão hidráulico - Requisitos/Propriedades dos blocos de betão com características de desgaste

Requisitos / Propriedades	Referência normativa	Unidade	Condições específicas de ensaio	Desgaste
				Blocos de betão rubrica 14.03.6.3.4
Resistência à compressão	-	MPa	-	> 40
Resistência ao desgaste	ASTM C 936	mm	-	> 4
Absorção em água		%	-	> 5,5

8. TRABALHOS ESPECÍFICOS DOS PAVIMENTOS RÍGIDOS

Os trabalhos específicos dos pavimentos rígidos (pavimentos em camadas de betão hidráulico) abrangem as seguintes rubricas:

14.03.7.1 - Acabamento da superfície

14.03.7.1.1 - Por ranhuragem

14.03.7.1.2 - Por escovagem

14.03.7.1.3 - Por denudagem química

14.03.7.1.4 - Por incrustação de gravilhas

14.03.7.2 - Varões de aço em juntas

14.03.7.2.1 - Varão de transferência em juntas transversais de retracção, incluindo tratamento

14.03.7.2.2 - Varão de transferência em juntas transversais de dilatação, incluindo acessórios

14.03.7.2.3 - Varão de ligação em juntas longitudinais

14.03.7.3 - Execução de juntas

14.03.7.3.1 - Por serragem

14.03.7.3.1.1 - Transversais

14.03.7.3.1.2 - Longitudinais

14.03.7.3.2 - Utilizando outras técnicas

14.03.7.3.2.1 - Transversais

14.03.7.3.2.2 - Longitudinais

14.03.7.3.2.3 - Longitudinais, junto à caleira ou valeta da drenagem do separador

14.03.7.4 - Selagem de juntas

14.03.7.4.1 - Selantes aplicados a quente

14.03.7.4.2 - Selantes aplicados a frio

14.03.7.4.3 - Perfis de selagem pré-moldados

14.03.7.5 - Separação entre a laje da camada de desgaste e a base

14.03.7.5.1 - Com folha de polietileno

14.03.7.5.2 - Com emulsão sobre cinzas ou areias

14.03.7.5.3 - Com revestimento superficial simples

14.03.7.5.4 - Com outras técnicas

14.03.7.6 - Aplicação de produto filmogénico de cura

14.03.7.7 - Betão poroso na interface entre a laje e a berma

14.03.7.8 - Betão poroso na interface entre a laje e a berma, incluindo dreno

14.03.7.9 - Camada drenante em berma com 0,10 m de espessura

14.03.7.9.1 - Em betão poroso

14.03.7.9.2 - Em material granular de granulometria extensa com redução de 50% na fracção 0/6

14.03.7.10 - Impermeabilização da fundação da berma

14.03.7.10.1 - Com geotêxtil impregnado com emulsão

14.03.7.10.2 - Com outras técnicas

14.03.7.11 - Vigas de ancoragem em pavimento de betão armado contínuo

No Capítulo 15 deste Caderno de Encargos serão descritas as especificações construtivas para a execução dos trabalhos discriminados neste capítulo relativos aos pavimentos rígidos (pavimentos em camadas de betão hidráulico - rubricas 14.03.7.1 a 14.03.7.11).

14.03.7.1 - Acabamento da superfície

14.03.7.1.1 - Por ranhuragem

14.03.7.1.2 - Por escovagem

14.03.7.1.3 - Por denudagem química

14.03.7.1.4 - Por incrustação de gravilhas

14.03.7.2 - Varões de aço em juntas

As condições a que deve obedecer a colocação em obra dos varões de aço para utilização em juntas de pavimentos rígidos constam do Decreto-Lei n.º 390/2007 de 10 de Dezembro.

O aço deve ser de textura homogénea, de grão fino, não quebradiço e isento de zincagem, pintura, argila, óleo ou ferrugem solta, e deve obedecer ao indicado no item anterior.

As Normas Europeias que definem os requisitos para os varões de aço (varões de transferência e varões de ligação) para pavimentos em betão hidráulico são as seguintes:

- ✘ NP EN 13877-1 Pavimentos em betão - Parte 1: Materiais;
- ✘ NP EN 13877-2 Pavimentos em betão - Parte 2: Requisitos funcionais para pavimentos em betão;
- ✘ NP EN 13877-3 Pavimentos em betão - Parte 3: Especificações relativas aos passadores utilizados nos pavimentos em betão.

14.03.7.2.1 - Varão de transferência em juntas transversais de retracção, incluindo tratamento

14.03.7.2.2 - Varão de transferência em juntas transversais de dilatação, incluindo acessórios

O varão de transferência (passador) é um varão de aço liso que se prolonga através de uma junta de pavimentos em betão hidráulico para o interior de uma laje contígua, de forma a melhorar a transferência de carga e a evitar desalinhamentos.

A junta de retracção é uma ranhura moldada ou cortada num pavimento para criar uma secção enfraquecida e para controlar a localização das fissuras resultantes da variação dimensional da estrutura.

A junta de dilatação é uma separação entre lajes do pavimento preenchida com um material compressível.

Os varões de transferência devem ser de aço macio, rectilíneos, desprovidos de nervuras ou de outras irregularidades e ter uma resistência mínima de 250 MPa. As extremidades deslizantes devem ser serradas de modo a evitar saliências em relação ao diâmetro normal do varão.

Os varões serão tratados em dois terços do seu comprimento com um filme betuminoso fino ou uma folha plástica fina para impedir a sua aderência ao betão, permitindo o seu livre deslocamento no interior da laje. A espessura média do tratamento não deverá ser superior a 1,25 mm.

Quando os varões forem instalados em juntas de dilatação a extremidade correspondente à parte tratada será protegida por uma cápsula de comprimento entre 50 e 100 mm e o espaço livre, preenchido por material compressível, terá um comprimento nunca inferior à do material de preenchimento da junta.

14.03.7.2.3 - Varão de ligação em juntas longitudinais

O Varão de ligação é um varão de aço utilizado para manter as juntas longitudinais de pavimentos em betão hidráulico fechadas.

Os varões de ligação a utilizar devem respeitar, no mínimo, as classes indicadas no Quadro 14.03.7a:~

Quadro 14.03.7a - Varão de ligação - Classe mínima

Tipo de Varão	Classe, mínima
Liso	B250
Alta aderência	B500

Devem, para todas as aplicações, ser tomadas medidas de protecção contra a corrosão dos aços.

14.03.7.3 - Execução de juntas

14.03.7.3.1 - Por serragem

14.03.7.3.1.1 - Transversais

14.03.7.3.1.2 - Longitudinais

14.03.7.3.2 - Utilizando outras técnicas

14.03.7.3.2.1 - Transversais

14.03.7.3.2.2 - Longitudinais

14.03.7.3.2.3 - Longitudinais, junto à caleira ou valeta da drenagem do separador

14.03.7.4 - Selagem de juntas

As Normas Europeias que definem os requisitos dos produtos de selagem para juntas para pavimentos em betão hidráulico são as seguintes:

- ✘ NP EN 13877-1 Pavimentos em betão - Parte 1: Materiais;
- ✘ NP EN 14188-1 Produtos de selagem para juntas - Parte 1: Requisitos para selantes aplicados a quente;
- ✘ NP EN 14188-2 Produtos de selagem para juntas - Parte 2: Requisitos para selantes aplicados a frio;
- ✘ NP EN 14188-3 Produtos de selagem para juntas - Parte 3: Requisitos para perfis de selagem pré-moldados.

Junta é uma descontinuidade vertical entre lajes adjacentes do pavimento em betão hidráulico ou entre o pavimento e uma camada betuminosa adjacente, criada para conferir alguma capacidade de movimento.

Produtos de selagem de juntas (selantes) são materiais que, quando aplicados num estado uniforme, selam as juntas por aderência à sua superfície interior de modo a prevenir o acesso de água ou de substâncias prejudiciais.

14.03.7.4.1 - Selantes aplicados a quente

14.03.7.4.2 - Selantes aplicados a frio

14.03.7.4.3 - Perfis de selagem pré-moldados

O selante aplicado a quente é um material termoplástico ou termofixo que é aquecido até à temperatura adequada de aplicação, previamente à sua colocação na junta.

O perfil de selagem pré-moldado é um perfil em borracha extrudida e vulcanizada que é aplicado mecanicamente na junta, selando-a por compressão.

Os selantes devem ser suficientemente compressíveis de modo a permitir a dilatação das lajes, sem contudo fluírem para o exterior. Os selantes devem apresentar a elasticidade necessária para recuperar a maior parte do volume inicial após compressão e serem ainda suficientemente impermeáveis para impedir a penetração da água exterior.

14.03.7.5 - Separação entre a laje da camada de desgaste e a base

14.03.7.5.1 - Com folha de polietileno

A folha de plástico a aplicar como separação entre a camada de betão pobre e a laje de betão hidráulico terá que possuir resistência que permita a circulação do equipamento sem se romper.

14.03.7.5.2 - Com emulsão sobre cinzas ou areias

14.03.7.5.3 - Com revestimento superficial simples

14.03.7.5.4 - Com outras técnicas

14.03.7.6 - Aplicação de produto filmogénico de cura

Os produtos filmogénicos de cura são produtos aplicáveis na superfície do betão acabado de colocar com o objectivo de minimizar a perda de humidade durante a presa e endurecimento do betão e, no caso de produtos pigmentados, para minimizar o aumento de temperatura do betão por exposição aos raios solares.

Os produtos de cura devem cumprir os requisitos presentes nas seguintes Normas Europeias:

- ✘ NP EN 13877-1 Pavimentos em betão - Parte 1: Materiais;
- ✘ EN 14754-1 Curing compounds - Test methods - Part 1: Determination of water retention efficiency of common curing compounds.

Estes produtos devem ter a consistência adequada para que possam ser facilmente aplicados por pulverizador numa camada uniforme a uma temperatura superior a 4°C. Deverão ainda aderir ao betão fresco de tal modo que não se deteriore durante a sua aplicação devendo formar uma película contínua quando aplicado na dose especificada. Uma vez seca, a película formada deverá ser contínua, flexível, e sem roturas ou fendas visíveis e deverá permanecer intacta pelo menos 7 dias após a sua aplicação.

O produto líquido filmogénico pigmentado, não deverá entrar em reacção com o betão, em particular com a água e os iões de cálcio.

A composição e componentes destes produtos devem ser tal que se verifiquem as seguintes condições:

- ✘ A fracção volátil do produto será um material não tóxico não facilmente inflamável;
- ✘ O produto deve ter uma perda de água inferior a 0,055 g/cm² às 72 horas;

- ✘ O produto deve ter um poder reflector da luz natural de 60% relativamente ao dióxido de magnésio;
- ✘ A taxa de aplicação do produto será superior a 200 ml por m².

14.03.7.7 - Betão poroso na interface entre a laje e a berma

Os agregados para betão devem seguir os requisitos definidos no Quadro 14.03.6b.

Devem ainda ser respeitados os seguintes requisitos constantes do Quadro 14.03.7b:

Quadro 14.03.7b - Betão poroso - Características dos materiais e da mistura

Requisitos / Propriedades		Referência normativa	Unidade	Betão poroso
Agregado	Los Angeles, max	NP EN 1097-2	%	40
Ligante	Quantidade de ligante, mínima	-	kg/m ³	180
Mistura	Resistência à compressão, mínima (7 dias)	NP EN 12390-3	MPa	3
	Porosidade, mínima	-	%	22

14.03.7.8 - Betão poroso na interface entre a laje e a berma, incluindo berma

Ver o especificado na rubrica 14.03.7.7.

14.03.7.9 - Camada drenante em berma com 0,10 m de espessura

14.03.7.9.1 - Em betão poroso

Ver o especificado na rubrica 14.03.7.7.

14.03.7.9.2 - Em material granular de granulometria extensa com redução de 50% na fracção 0/6

Ver o especificado em 14.03.1.

14.03.7.10 - Impermeabilização da fundação da berma

14.03.7.10.1 - Com geotêxtil impregnado com emulsão

14.03.7.10.2 - Com outras técnicas

14.03.7.11 - Vigas de ancoragem em pavimento de betão armado contínuo

9. REGAS BETUMINOSAS DE IMPREGNAÇÃO, COLAGEM OU CURA

9.1. REGA DE IMPREGNAÇÃO BETUMINOSA

14.03.8.1.1 - Com emulsão betuminosa

Especificações mencionadas no Quadro 14.03.0-4h.

9.2. REGA DE COLAGEM

14.03.8.2.1 - Com emulsão betuminosa

Especificações mencionadas no Quadro 14.03.0-4h.

14.03.8.2.2 - Com emulsão modificada

Especificações mencionadas no Quadro 14.03.0-4i.

9.3. REGA DE CURA

14.03.8.3.1 - Com emulsão betuminosa

Especificações mencionadas no Quadro 14.03.0-4h.

10. TRABALHOS ESPECIAIS DE PAVIMENTAÇÃO

O material fornecido, dando cumprimento às disposições regulamentares, Decreto - Lei 4/2007 de 8 de Janeiro, quando aplicável, deve exibir a marcação CE, ser acompanhado de documentação comprovativa de conformidade da mesma designadamente declaração de conformidade CE emitida pelo fabricante e certificado de conformidade CE emitido por organismo notificado, atestando a observância do sistema de conformidade estabelecido e dos requisitos técnicos aplicáveis. Deve ainda ser apresentada ficha técnica de produto e boletim de ensaios que caracterize o lote de fabrico.

Na execução dos trabalhos a seguir discriminados, envolvendo a remoção, o transporte a vazadouro e eventual depósito de produtos, designadamente rubricas **14.03.9.1**, **14.03.9.2** e **14.03.9.8**, quando aplicável, deve ser cumprido o disposto nos Decreto - Lei 46/2008 de 12 de Março, (aprova o regime de gestão de resíduos de construção e demolição) e Decreto - Lei 152/2002 de 23 de Maio, (aplicado a aterros destinados à deposição de resíduos) e demais legislação vigente aplicável.

14.03.9.1 - Fresagem de camadas de pavimentos existentes remoção e transporte a vazadouro dos produtos escavados ou reutilização, conforme definido em projecto

A metodologia de execução dos trabalhos é descrita no Capítulo 15.03.

14.03.9.2 - Saneamentos em pavimentos existentes, incluindo escavação, remoção e transporte a vazadouro dos produtos escavados, eventual indemnização por depósito e o preenchimento de acordo com o definido em projecto

A metodologia de execução dos trabalhos é descrita no Capítulo 15.03.

14.03.9.3 - Escarificação/demolição e recompactação de pavimentos existentes, de acordo com a espessura definida em projecto

A metodologia de execução dos trabalhos é descrita no Capítulo 15.03.

14.03.9.4 - Enchimento em agregado britado de granulometria extensa, para regularização e/ou reperfilamento de pavimentos existentes

Os requisitos/propriedades aplicáveis aos agregados são estipulados no Quadro 14.03.1b para camadas em agregado britado de granulometria extensa com características de base.

14.03.9.5 - Selagem e/ou elemento retardador da propagação de fissuras em pavimentos

14.03.9.5.1 - Com misturas betuminosas

Os requisitos/propriedades aplicáveis são especificados em 14.03.2, conforme definido em projecto.

14.03.9.5.2 - Com slurry-seal

Os requisitos/propriedades aplicáveis são especificados em 14.03.4 - Materiais para Tratamentos Superficiais.

14.03.9.5.3 - Com microaglomerado a frio

Os requisitos/propriedades aplicáveis são especificados em 14.03.4 - Materiais para Tratamentos Superficiais.

14.03.9.5.4 - Com revestimentos superficiais

Os requisitos/propriedades aplicáveis são especificados em 14.03.4 - Materiais para Tratamentos Superficiais.

14.03.9.5.5 - Geotêxtil impregnado

1. Geotêxtil para interface retardadora da propagação de fissuras

Os requisitos/propriedades aplicáveis a geotêxteis com funções de interface retardadora da propagação de fissuras são especificados na prEN 15381 *Geotextiles and geotextiles-related products - Characteristics required for use in pavements and asphalt overlays*.

A Norma supramencionada encontra-se em fase final de aprovação, pelo que após entrada em vigor, o material fornecido deverá cumprir os requisitos/propriedades definidos neste documento normativo e disposições inerentes à marcação CE.

A prEN 15381 inclui por referência, disposições relativas a outras normas. São a seguir enunciadas algumas das referências normativas constantes do documento:

- ✘ EN 12224 Geotextiles and geotextiles-related products - Determination of the resistance to the weathering;
- ✘ NP EN ISO 10319 Geotexteis - Ensaio de tracção em tiras largas;

- ✘ EN ISO 3146 Plastics - Determination of melting behaviour (melting temperature or melting range) of semi-crystalline polymers by capillary tube and polarizing-microscope methods;
- ✘ EN ISO 10318 Geosynthetics - Terms and definitions
- ✘ EN ISO 12236 Geosynthetics - Static puncture test (CBR Test)

A etiquetagem do geotêxtil deverá especificar por unidade fornecida, de acordo com a NP EN ISO 1032 Geotêxteis e produtos relacionados - Identificação em Obra, a seguinte informação:

- ✘ o fabricante e o fornecedor;
- ✘ o nome do produto;
- ✘ a designação comercial;
- ✘ a identificação da unidade;
- ✘ a massa nominal bruta da unidade, em quilogramas (kg);
- ✘ as dimensões nominais da unidade (do material não do produto embalado):
 - ✘ rolo: comprimento x largura (ambos em m);
 - ✘ outros elementos: número de telas x comprimento x largura (ambos em m) ou área coberta pelo produto;
- ✘ a massa nominal por unidade de área em gramas por metro quadrado, determinada de acordo com a EN 965;
- ✘ o(s) tipo(s) de polímero(s) (matéria prima) utilizados em maior percentagem (para cada componente);
- ✘ a classificação do produto utilizando os termos definidos na ISO 10318.

Adicionalmente, deve haver meios de identificação inequívoca do produto na fase de instalação, se o mesmo não estiver contido na embalagem original.

O nome e o tipo do geotêxtil deve ser marcado de forma visível e indelével no produto, por exemplo, através de impressão ao longo do bordo. A marcação deve ser facilmente legível e suficientemente durável para permitir a sua identificação na fase de instalação e deverá repetir-se a intervalos regulares de no mínimo 5 metros.

O geotêxtil a utilizar como base impregnável na constituição de interfaces retardadoras do processo de propagação de fissuras, deverá estar de acordo com as características definidas em projecto, ser submetido à aprovação prévia da fiscalização e em caso de omissão deverá cumprir os seguintes requisitos:

- ✘ Ser insensível à acção de ácidos ou bases e inatacável por micro-organismos.

- ✘ Conter estabilizadores e/ou inibidores adicionados à sua base 14 para melhorar a resistência dos seus filamentos à deterioração por exposição à radiação solar e calor.
- ✘ Massa por unidade de área 100 a 150 g/m²
- ✘ EN ISO 9864 *Geosynthetics - Test method for the determination of mass per unit of area of Geotextiles and geotextiles-related products*
- ✘ Resistência à tracção, mínima (EN ISO 10319) 8 kN/m
- ✘ Alongamento, mínimo (EN ISO 10139) 50%
- ✘ Espessura, a 2 kN/m², mínima (EN 964/1) 1 mm
- ✘ Retenção de betume (TASK FORCE 25 (US FHWA)) ^(a) 0,9 a 1,3 l/m²
- ✘ Ponto de fusão, mínimo (ASTM D 276) ^(b) 150 °C

^(a) Após aprovação da prEN 15381 a metodologia de cálculo deverá ser acordo com o Anexo C

^(b) Após aprovação da prEN 15381 a metodologia de cálculo deverá ser acordo com a EN ISO 3146

- ✘ As condições de armazenamento devem assegurar a conformidade dos produtos. Não são permitidos locais com possível formação de gelo ou embebição em água. Os geotêxteis deverão estar protegidos da exposição solar, sais minerais e poeiras. Até à sua utilização, os rolos deverão permanecer embalados em plástico opaco;
- ✘ No caso de ter havido deficiências no transporte, armazenamento ou manuseamento, com rotura do plástico protector, será necessário eliminar as primeiras espiras do rolo afectado.
- ✘ Deverão aplicar-se geotêxteis não tecidos, agulhados e de filamento contínuo.
- ✘ A utilização de geotêxteis termoligados não é permitida no presente domínio específico, a menos que se trate de material já impregnado, com ligante betuminoso adequado, em fase de fabrico; neste caso, deverá o Adjudicatário solicitar do fabricante uma listagem de aplicações realizadas com sucesso, que possibilite à Fiscalização uma tomada de decisão melhor fundamentada.

2. Ligante

O Quadro 14.03.0-4i especifica os requisitos/propriedades aplicáveis ao ligante a utilizar.

14.03.9.5.6 - Argamassa com betumes modificados

Os Quadros 14.03.2g e 14.03.2j especificam os requisitos/propriedades da mistura.

14.03.9.5.7 - Membrana de betume modificado com borracha

Na execução deste elemento retardador da propagação de fissuras poderá ser utilizado um ligante com alta ou média percentagem de borracha (BBA ou BBM) que deverá ser definida em projecto em função da especificidade da obra e do estado da superfície do pavimento.

Ligantes - betume base e betume modificado com de borracha

O Quadro 14.03.0-4a especifica os requisitos/propriedades aplicáveis ao betume base a modificar, de penetração nominal 50/70, de acordo com a NP EN 12591.

Os Quadros 14.03.0-4e e 14.03.0-4g especificam os requisitos/propriedades aplicáveis ao betume modificado com borracha respectivamente com média e alta percentagem de borracha na modificação do betume.

Granulado de borracha

Os requisitos/propriedades aplicáveis ao granulado com borracha estão especificados em 14.03.0-4.4.2 e no Quadro 14.03.0-4f.

Agregados

Os requisitos/propriedades aplicáveis aos agregados são estipulados em 14.03.1.

O Quadro 14.03.9a especifica o fuso granulométrico de referência.

Quadro 14.03.9a - Membrana BB (A/M) - Fuso granulométrico

Dimensão nominal da abertura dos peneiros (mm)	Percentagem de passados, em massa (%)
12,5	100
10	85 - 100
4	0 - 5
0,500	≤ 0,5
0,063	≤ 0,5
Referência normativa: NP EN 13043 e NP EN 933-2	

Taxas de aplicação de referência

As taxas de aplicação do ligante modificado deverão ser definidas em projecto em função das condições da superfície de aplicação e especificidade da obra. A aferição em obra da adequabilidade das taxas às condições existentes poderá implicar a alteração desses valores. São indicadas taxas de aplicação de referência para ligante com média e alta percentagem de borracha.

Quadro 14.03.9b - Membrana BB (A/M) - Taxas de aplicação de referência do ligante

Média percentagem de borracha (kg/m ²)	Alta percentagem de borracha (kg/m ²)
1,8 - 2,5	≥ 2,5

14.03.9.5.8 - Produtos de selagem a quente de fissuras

Os produtos selantes a utilizar em trabalhos de pavimentação, designadamente selagem de fissuras, deverão ser resistentes a condições atmosféricas adversas, à erosão química de óleos, combustíveis e tintas de sinalização horizontal, mantendo as suas características de elasticidade e funções de impermeabilização.

O desempenho funcional dos produtos deverá manter-se inalterável para toda a gama de temperaturas expectável para a superfície do pavimento.

Os requisitos/propriedades aplicáveis aos produtos selantes a quente são especificados na Norma Europeia:

✘ EN 14188-1 Joint fillers and sealants - Part 1: Specification for hot applied sealants

Esta norma classifica os produtos selantes de acordo com a elasticidade e resistência aos combustíveis.

O Quadro 14.03.9c especifica um conjunto de requisitos/propriedades para produtos selantes a quente de elevada elasticidade e resistência a combustíveis (tipo F1), constantes da EN 14188-1:

Quadro 14.03.9c - Produtos Selantes

Requisitos/Propriedades	Referência normativa	unidade	valor
Temperatura de amolecimento anel e bola	EN 1427	C°	> 85
Penetração a 25° C, 5s, 150g	EN 13880-2	0,1mm	40 a 130
Resiliência a 25° C	EN 13880-3	%	≥ 60
Fluência a 60°	EN 13880-4	mm	≤ 4

14.03.9.6 - Reposição de pavimentos, designadamente em zonas de abertura de valas para instalação de redes de serviços públicos ou outros

Os requisitos/propriedades aplicáveis são os definidos para os materiais constituintes das camadas a repor.

14.03.9.7 - Pavimentação de passeios, separadores ou ilhas direccionais, incluindo fundação

14.03.9.7.1 - Em betonilha

Os requisitos/propriedades aplicáveis aos materiais constituintes (ligante hidráulico, agregados, água e aditivos ou adições) são especificados em 14.03.1 e 14.03.5.

A metodologia de execução dos trabalhos é descrita no Capítulo 15.03.

14.03.9.7.2 - Em lajetas ou blocos de betão

Os blocos de betão deverão cumprir os requisitos constantes da Norma Europeia:

- ✘ EN 1338 Concrete paving blocks - Requirements and test methods
- ✘ As lajetas deverão cumprir os requisitos constantes da Norma Europeia:
- ✘ EN 1339 Concrete paving flags - Requirements and test methods
- ✘ Os requisitos/propriedades aplicáveis aos materiais constituintes do assentamento/fundação (ligante hidráulico, agregados e água....) são especificados em 14.03.1 e 14.03.5.

A metodologia de execução dos trabalhos é descrita no Capítulo 15.03.

14.03.9.7.3 - Em calçada

O material fornecido deverá estar de acordo com a Norma Europeia:

- ✘ EN 1342 - Slabs of natural stone for external paving - Requirements and test methods

Os requisitos granulométricos aplicáveis ao agregado fino e areia para assentamento são especificados no Quadro 14.03.1c.

A metodologia de execução dos trabalhos é descrita no Capítulo 15.03.

14.03.9.8 - Remoção de pavimentos existentes, incluindo fundação e lancia, carga, transporte e colocação em vazadouro dos produtos sobantes e eventual indemnização por depósito

A metodologia de execução dos trabalhos é descrita no Capítulo 15.03.

14.03.9.9 - Enchimento e regularização de bermas em solos seleccionados

O Quadro 14.03.1a especifica os requisitos/propriedades aplicáveis aos solos com características de sub-base.

14.03.9.10 - Ranhuragem transversal para melhoramento das condições de drenagem superficial, com profundidade média de 1 a 3 cm e 0,8 cm de largura.

11. MISTURAS RECICLADAS

Na execução dos trabalhos de reciclagem e reutilização enunciados neste documento deve ser cumprido o disposto nos Decreto - Lei 46/2008 de 12 de Março, (aprova o regime de gestão de resíduos de construção e demolição) e Decreto - Lei 152/2002 de 23 de Maio (aplicado a aterros destinados à deposição de resíduos) e demais legislação vigente aplicável.

As metodologias de reciclagem consideradas neste Caderno de Encargos são as a seguir discriminadas:

14.03.10.1 - Mistura reciclada “in situ” a frio, na espessura definida no projecto:

14.03.10.1.1 - Mistura reciclada “in situ” com cimento

14.03.10.1.2 - Mistura reciclada “in situ” com emulsão

14.03.10.2 - Mistura reciclada a quente em central

14.03.10.3 - Mistura reciclada semi-quente em central

Poderão ainda ser adoptados outros métodos, em função da especificidade da obra e equipamentos disponíveis, definidos em projecto ou propostos em fase de obra, devendo neste caso ser objecto de aprovação pela fiscalização.

Os materiais a incorporar nas misturas recicladas, dando cumprimento às disposições regulamentares (Decreto - Lei 4/2007 de 8 de Janeiro) devem exhibir, quando aplicável, a marcação CE, ser acompanhados de documentação comprovativa de conformidade da mesma designadamente declaração de conformidade CE emitida pelo fabricante e certificado de conformidade CE emitido por organismo notificado. Considera-se ainda necessária a apresentação da ficha técnica de produto e boletim de ensaios que caracterize o lote de fabrico.

No sentido da optimização da gestão dos materiais, prolongando o seu ciclo de vida e criando condições de sustentabilidade devem as soluções de reabilitação de pavimentos privilegiar o recurso a metodologias de reciclagem e/ou reutilização dos materiais.

Para áreas superiores a 70 000m² devem ser objecto de estudo (viabilidade técnica e financeira), com carácter de obrigatoriedade, soluções de reabilitação preconizando a reutilização e/ou reciclagem dos materiais existentes.

11.1. MISTURA RECICLADA “IN SITU” COM CIMENTO

A reciclagem *in situ* com cimento de um pavimento é um processo de rejuvenescimento/reforço de pavimento no qual se preconiza a reutilização parcial ou integral dos materiais constituintes do pavimento, misturas betuminosas e materiais granulares, que após submetidos a um processo de desagregação por fresagem são misturados e homogeneizados com cimento, água e eventualmente com aditivos e agregado, que por sua vez são convenientemente espalhados e compactados. É contudo mais habitual o tratamento de materiais granulares visto que a presença de materiais reciclados de misturas betuminosas provoca uma ligeira diminuição a resistência da mistura.

A espessura recomendada das camadas tratadas com esta técnica é da ordem dos 20 a 30cm, aceitando espessuras inferiores desde que devidamente justificadas tecnicamente.

É obrigatório ser definido em projecto a espessura a reciclar.

11.1.1. MATERIAIS

Os materiais a incorporar na mistura deverão cumprir os requisitos preconizados no ponto 14.03.0, bem como os requisitos adicionais abaixo indicados:

11.1.1.1. Cimento

O tipo de cimento e classe de resistência do cimento deverá ser definida em projecto tendo em conta as características do material fresado e dos parâmetros a obter. Quando não definido, recomenda-se o uso de cimentos de classe de resistência baixos, com de menor calor de hidratação por forma a minimizar a ocorrência de fendas de retracção. Como tal é usual a utilização de cimentos de classe de resistência 32,5, com início de presa superior a duas horas.

11.1.1.2. Aditivos

Será obrigatório a utilização de aditivos retardadores de presa sempre que a temperatura ambiente seja superior a 30 °C. Poderão ser utilizados outros tipos de aditivos com vista à obtenção de uma melhor trabalhabilidade e características da mistura desde que autorizado pela fiscalização.

11.1.1.3. Agregado

Quando previsto a utilização de agregado para a correcção granulométrica este deve possuir características idênticas aos dos materiais granulares utilizados em camadas similares, devendo ser previamente aprovado pela fiscalização.

11.1.1.4. Material fresado

O material fresado deve estar isento de matéria orgânica e de outros produtos que possam afectar a presa do cimento, bem como os seus agregados não devem apresentar reactividade potencial dos alcalis com o cimento. Deve cumprir ainda os seguintes requisitos do Quadro 14.03.10.1.1a.

Quadro 14.03.10.1.1a - Requisitos/propriedades do material fresado

Propriedades	Valores
Limite de liquidez	< 35
Índice de Plasticidade	≤ 15
Dimensão máxima	< 80mm
Percentagem de material passada no peneiro 4mm.	> 30%

Nota: Poder-se-á contudo utilizar material que não cumpra os parâmetros preconizados para os limites de consistência desde que se proceda a um tratamento prévio da mistura com cal, situação que deverá ser devidamente fundamentada e comprovada com estudos laboratoriais. Para além disso, caso a dimensão máxima do material fresado seja superior a 80mm, deverão ser adoptados procedimentos que garantam a eliminação dos elementos de maior dimensão. No caso da quantidade de material passada no peneiro 4mm ser inferior a 30% deverá ser incorporado um agregado para melhoramento da granulometria do material.

11.1.2. MISTURA

Uma vez que as características da mistura estarão directamente relacionadas com as dos materiais constituintes das camadas a reciclar, estas deverão ser definidas em projecto nas

CADERNO DE ENCARGOS, devendo por sua vez a dosagem de cimento ser ajustada em função da resistência pretendida. São indicados de seguida no Quadro 14.03.10.1.1b os valores mínimos a respeitar na formulação da mistura.

Quadro 14.03.10.1.1b - Requisitos mínimos da mistura reciclada com cimento

Requisitos	Resultados
Dosagem de ligante	> 3%
Resistência à compressão simples aos 7 dias	> 2,5 MPa

Nota: A moldagem dos provetes deverá executada de acordo com a NLT 310 e ensaio de compressão simples de acordo NLT 305. Os provetes deverão ser sempre moldados para 97% de compactação em relação ao ensaio Proctor modificado uma vez que será este o nível de compactação mínimo a atingir em obra.

O período de trabalhabilidade da mistura deverá ser ajustado em função do tipo de intervenção e método construtivo, devendo este ser determinado de acordo com a norma EN 41240. Este período não deve ser inferior a duas horas em condições normais de execução, devendo passar a três horas quando o trabalho seja executado por faixas ou quando haja outro tipo de condicionalismos.

11.2. MISTURA RECICLADA “IN SITU” COM EMULSÃO

Trata-se de um processo similar ao anterior onde é utilizada a emulsão betuminosa como aglutinante em alternativa ao cimento bem outros componentes como água e eventualmente aditivos. Uma outra diferença relativamente à reciclagem com cimento são as espessuras das camadas a tratar que são menores, sendo 90% desta espessura constituída por misturas betuminosas. Devem ser preferencialmente recicladas camadas betuminosas completas, podendo penetrar 1cm na camada inferior se tratar de camada em mistura betuminosa. Caso não seja possível deverá ser evitado que fiquem sem tratar misturas betuminosas com espessuras inferiores a 3cm.

A espessura recomendada das camadas tratadas com esta técnica é da ordem dos 6 a 12cm, aceitando-se espessuras superiores desde que devidamente justificadas tecnicamente.

É obrigatório ser definido em projecto a espessura a reciclar.

Onde sejam identificadas zonas com deformações plásticas não será permitida a reciclagem do pavimento. Nestes locais o material poderá ser substituído por material fresado de outra proveniência desde que previamente autorizado pela fiscalização.

11.2.1. MATERIAIS

Os materiais a incorporar na mistura, nomeadamente emulsão betuminosa, água e aditivos, deverão cumprir os requisitos preconizado no ponto 14.03.0, bem como os requisitos adicionais abaixo indicados:

11.2.1.1. Emulsão betuminosa

O tipo de emulsão a utilizar deverá ser definida em projecto, tendo em conta as características do material fresado, no entanto é usual a utilização de emulsões de rotura lenta.

11.2.1.2. Material fresado

A granulometria do material fresado deve ser definida no projecto, devendo contudo enquadrar-se num dos fusos do Quadro 14.03.10.1.2a.

Quadro 14.03.10.1.2a - Material Betuminoso Recuperado - Fusos granulométricos

Dimensão dos peneiros (mm)	Percentagem de material passado (%)	
	Fuso I	Fuso II
40	100	-
32	90 - 100	100
20	69 - 95	80 - 100
12,5	52 - 82	62 - 89
8	40 - 70	49 - 77
4	25 - 53	31 - 58
2	15 - 40	19 - 42
0,500	2 - 20	2 - 20
0,250	0 - 10	0 - 10
0,063	0 - 3	0 - 3

Em princípio o Fuso I será recomendável para camadas com espessuras superiores a 10cm e o Fuso II para camadas com espessuras inferiores, da ordem dos 6 a 10cm.

11.2.1.3. Aditivos

Será permitida a utilização de aditivos, particularmente aqueles que permitam controlar a rotura da emulsão ou melhorar as características da mistura. Isto desde que o comportamento seja garantido pelo fabricante e mereça a aprovação da fiscalização. Quando utilizados devem ser referidos no estudo de formulação, com a indicação da dosagem utilizada e disponibilizada a respectiva ficha técnica.

11.2.2. MISTURA

As características da mistura reciclada com emulsão deverão ser definidas em projecto tendo em conta a especificidade da obra. No entanto no Quadro 14.03.10.1.2b são indicados alguns requisitos mínimos.

Quadro 14.03.10.1.2b - Requisitos mínimos para a mistura reciclada com emulsão

Requisitos	Resultados
------------	------------

Granulometria	Enquadrada no Fuso I ou Fuso II
Percentagem de betume residual	< 1,5%
Resistência à compressão simples a seco	> 2,5 ou > 3 MPa
Resistência à compressão simples após imersão	> 2 ou > 2,5 Mpa
Resistência Conservada	> 70% ou > 75%

Ou seja, em termos granulométricos, a mistura deve enquadrar-se num dos fusos atrás mencionados tendo em conta a espessura da camada a reciclar. Para além disso, a dimensão máxima da mistura (dimensão do peneiro que retém mais de dez por cento em massa) deve ser inferior a 1/3 da espessura da camada a tratar. A percentagem de betume residual a adicionar à mistura deverá ser resultante de um estudo de formulação por forma, a que sejam obtidas as características de resistência desejadas. Os valores dos ensaios de imersão-compressão, conduzidos segundo a norma NLT - 162, deverão ter em conta o tipo de tráfego, preconizando-se a adopção dos valores mais elevados para as situações de tráfego mais exigente (T1/T0). Do mesmo modo, para a resistência conservada e para situações de tráfego mais exigente, deverá ser adoptado o valor mais alto apresentado no quadro.

Na moldagem dos provetes deverá ser seguida a norma NLT-161 com uma cura de três dias a cinquenta graus (50° C). Para melhoramento da resistência conservada poderão ser adicionados produtos tais como cal ou cimento, desde que a dosagem utilizada não seja superior a 1%.

Existem contudo outras situações em que há necessidade de adição de material correctivo, tal como, cal ou cimento. Esta adição é particularmente importante para reduzir a sensibilidade à água da camada reciclada quando esta é formada não só por misturas betuminosas como também por material proveniente de camadas granulares subjacentes. Nestas situações, por norma as espessuras das camadas a tratar poderão ser ligeiramente superiores, bem como a dosagem de cimento também poderá ser superior, da ordem dos 2%.

11.3. MISTURA REICLADA A QUENTE EM CENTRAL

A técnica de reciclagem a quente em central consiste na incorporação de resíduos de misturas betuminosas (RA - *reclaimed asphalt*) para fabricação de misturas betuminosas a quente. A Norma Europeia aplicável a estes resíduos é a EN 13108-8 *Bituminous mixtures - Material specifications - Part 8: Reclaimed asphalt*.

As misturas betuminosas recuperadas (RA) podem ser provenientes da desagregação de pavimentos betuminosos—por fresagem e/ou demolição (extracção de placas de pavimento posteriormente britadas) ou materiais excedentários da produção de misturas betuminosas.

Não devem ser utilizados materiais provenientes de pavimentos com patologias muito graves designadamente com deformações plásticas.

É obrigatório ser definido em projecto a espessura da camada reciclada a quente em central.

Nota: Não é permitida a utilização de resíduos com materiais/componentes que possam constituir algum perigo para o ambiente sendo designadamente interdita, conforme legislação em vigor, a utilização de resíduos de misturas betuminosas que contenham alcatrão. A suspeita da existência deste material implica a realização de ensaios para despistagem do produto.

11.3.1. MATERIAIS

11.3.1.1. Misturas betuminosas recuperadas - RA

A identificação e classificação do RA, como constituinte das misturas betuminosas fabricadas a quente, deve ser realizada de acordo com os requisitos especificados na Norma 13108-8 *Bituminous mixtures - Material specifications - Part 8: Reclaimed asphalt*.

As especificações/propriedades definidas e a declarar quando requeridas, para a caracterização dos stocks de misturas betuminosa recuperadas., referem-se fundamentalmente ao ligante, aos agregados e à matéria estranha.

11.3.1.1.1. Identificação granulométrica

A identificação das misturas betuminosas recuperadas é feita através da expressão:

$$U \text{ RA } d/D$$

U - menor dimensão em mm do peneiro em que passam 100% das partículas das misturas betuminosas recuperadas

RA - designação para as misturas betuminosas recuperadas correspondente à terminologia em inglês *reclaimed asphalt*

d - menor dimensão do agregado em mm, da mistura betuminosas recuperada, sendo quase invariavelmente igual a 0

D - maior dimensão do agregado em mm, da mistura betuminosas recuperada

O diâmetro D será o maior valor obtido das seguintes condições:

- a) Peneiro M/1,4, sendo M a menor dimensão do peneiro em que a percentagem de material passado é de 100%
- b) Menor dimensão de peneiro em que a percentagem de material passado é de 85%
- c) Exemplo: 40 RA 0/8mm - mistura betuminosa recuperada com dimensão máxima das partículas de 40mm e dimensão máxima do agregado de 8mm.

11.3.1.1.2. Matéria estranha

A presença, conteúdo e tipo de matéria estranha deve ser identificada e classificada em categorias.

A determinação do conteúdo em matéria estranha deve ser efectuada de acordo com a EN 12697 - 42 *Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt - Part 42: Amount of foreign matters in reclaimed asphalt*

Os materiais identificados como matéria estranha, de acordo com a EN 13108-8 *Bituminous mixtures - Material specifications - Part 8: Reclaimed asphalt*, dividem-se em dois grupos conforme a tipologia. O Quadro 14.03.10.2a enuncia os diferentes materiais e respectivos grupos.

Quadro 14.03.10.2a - Matéria estranha - Grupos de materiais

Grupo	Tipo de materiais
Grupo 1	Betão, incluindo produtos de betão Tijolos Material de sub-base (excluindo agregado natural) Metal
Grupo 2	Materiais sintéticos Madeira Plástico

As misturas betuminosas recuperadas (RA) devem ser classificadas, quanto à presença de matéria estranha, conforme as categorias definidas no Quadro 14.03.10.2b, em função da percentagem de conteúdo em materiais dos Grupos 1 e 2.

Quadro 14.03.10.2b - Presença de matéria estranha - Categorias

Categorias	Conteúdo (%)	
	Grupo 1	Grupo 2
F1	≤ 1	≤ 0,1
F5	≤ 5	≤ 0,1
Fdec	Conteúdo e tipo de matéria estranha a declarar	
Referência normativa:	EN 13108-8 <i>Bituminous mixtures - Material specifications - Part 8: Reclaimed asphalt</i> ,	

11.3.1.1.3. Ligante recuperado

A EN 13108-8 define especificações para misturas betuminosas recuperadas (RA) com os seguintes tipos de ligantes:

- ✘ Betumes de pavimentação de acordo com a Norma Europeia EN 12591 Bitumen and bituminous binders - Specifications for paving grade bitumens;
- ✘ Betumes modificados de acordo com a Norma Europeia EN 14023 Bitumen and bituminous binders - Framework Specification for polymer modified bitumens;
- ✘ Betumes duros de acordo com a Norma Europeia EN 13924 Bitumes and bituminous binders, Specifications for hard paving grade bitumens

A recuperação do ligante deve ser efectuada de acordo com a EN 12697-3 ou EN 12697-4.

A caracterização das misturas betuminosas recuperadas em termos de propriedades do ligante deve ser feita de acordo com as categorias constantes do Quadro 14.03.10.2c.

Quadro 14.03.10.2c - Características ligante recuperado - Categorias

Categorias	Requisitos/propriedades			
	Penetração (0,1mm)		Temperatura de amolecimento anel e bola (°C)	
	Valor por amostra	Valor médio das amostras	Valor por amostra	Valor médio das amostras
P ₁₅	≥ 10	≥ 15		
S ₇₀			≤ 77	≤ 70
Pdec ou Sdec	Ligantes com valores, para as propriedades especificadas, não enquadráveis nos intervalos definidos (valores a declarar)			
Referência normativa:	A amostragem deve ser realizada de acordo com a EN 932-1 A penetração deve ser determinada de acordo com a EN 1426 A temperatura de amolecimento anel e bola deve ser determinada de acordo com a EN 1427 A viscosidade, quando requerida, deve ser determinada de acordo com a EN 12596.			

Nota: A presença de aditivos deve igualmente ser registada e identificada.

11.3.1.1.4. Homogeneidade do material betuminoso a reciclar

O material recuperado a incorporar no processo de produção deverá ser homogéneo, isento de materiais contaminantes e estar totalmente caracterizado de acordo com os critérios supramencionados. No sentido da obtenção de características de homogeneidade o material deverá ser, quando necessário, objecto de tratamento prévio em central (trituração, crivagem, eliminação de contaminantes...)

As tolerâncias admissíveis para o cumprimento da homogeneidade das misturas betuminosa recuperadas (material betuminoso a recuperar) são as constantes do Quadro 14.03.10.2d para o ligante e agregado após extracção do ligante.

Quadro 14.03.10.2d - Tolerâncias sobre a fórmula de trabalho do material betuminosos a reciclar

Características		Unidade	Tolerância
Material passado nos peneiros	> 2 mm	% sobre a massa total do material a reciclar seco	± 5
	> 0,063 mm e ≤ 2 mm		± 3
	0,063 mm		± 1,5
Percentagem de ligante			± 0,4
Penetração do ligante recuperado		0,1 mm	± 4

Exigências de conformidade das misturas betuminosas recuperadas:

- ✘ A dimensão máxima das partículas de resíduo (U), determinada de acordo com a EN 933 -1, deve ser inferior a 32 mm;

- ✘ O teor de humidade, determinado de acordo com a EN 12697 - 14, deve ser inferior a 5%

As misturas betuminosas que contenham na sua composição original adições modificadoras da reologia do ligante betuminoso ou do comportamento mecânico da mistura betuminosa (fibras ou outros componentes) deverão ser objecto de estudo especial.

11.3.1.2. Agregados

As características dos agregados a utilizar devem cumprir os requisitos exigidos neste Caderno de Encargos para as misturas betuminosa a quente atendendo aos diferentes domínios de utilização.

11.3.1.3. Ligante

As características do ligante a utilizar devem cumprir os requisitos exigidos neste Caderno de Encargos para as misturas betuminosa a quente atendendo ao definido em projecto e ao estudo de formulação.

11.3.1.4. Aditivos

Poderá verificar-se a necessidade de adição de agentes rejuvenescedores se o ligante das misturas recuperadas se encontrar muito envelhecido e se a taxa de incorporação o justificar ou de outro tipo de aditivos, com a finalidade de melhorar as características da mistura final.

11.3.2. MISTURA BETUMINOSA RECICLADA

Na formulação das misturas recicladas os agregados e ligante a utilizar são função das características das misturas recuperadas e das suas taxas de incorporação.

Os agregados a utilizar devem permitir, em conjunto com os agregados presentes nas misturas recuperadas, que a composição granulométrica da mistura final satisfaça o especificado neste Caderno de Encargos para as misturas betuminosas a quente, de acordo com a aplicabilidade definida em projecto.

O tipo de ligante a adicionar à mistura deverá ser seleccionado para que em conjunto com o ligante mais ou menos envelhecido presente nas misturas recuperadas permita obter um ligante final que cumpra os requisitos/características preconizadas no projecto.

A selecção do tipo de ligante a adicionar deve ser efectuada com recurso a fórmulas e /ou gráficos que permitam estimar as características do ligante da mistura reciclada.

A título exemplificativo refiram-se as fórmulas propostas na Especificação 472 - 2006 do LNEC, no Anexo 1 baseadas na formulação e gráficos do Asphalt Institute.

As taxas de incorporação de misturas recuperadas a adoptar serão condicionadas pelo processo de fabrico (equipamentos utilizados), pelos resultados do estudo de formulação e características das misturas recuperadas designadamente do ligante. São indicadas no Quadro 14.03.10.2e...as taxas máximas de incorporação em função do domínio de utilização, O quadro foi adaptado com base no proposto na Especificação 472 - 2006 do LNEC.

Quadro 14.03.10.2e - Taxas máximas de incorporação de resíduos nas misturas betuminosas

Classificação do resíduo (EN 13108-8)			Domínio de utilização (tipo de camada)	Taxa máxima de incorporação (a) (b)
Presença de matéria estranha	Ligante presente no resíduo			
	Tipo de ligante	Características do ligante recuperado		
F1	Betume de pavimentação	P ₁₅ ou S ₇₀	- desgaste	10%
F5	Betume de pavimentação	P ₁₅ ou S ₇₀	- ligação - regularização - base	50%
F5	Betume de pavimentação	Pdec ou Sdec	- ligação - regularização - base	25%
F5	Betume Modificado de pavimentação ou betume duro de pavimentação	Natureza e propriedades declaradas	- ligação - regularização - base	10%

(a) - A utilização de agentes rejuvenescedores poderá permitir a adopção de percentagens superiores de incorporação desde que fundamentadas pelo estudo de formulação.

(b) - Em situações de tráfego elevado do tipo T0, a incorporação de material recuperado poderá estar condicionada.

Nota: O material a incorporar nas camadas de desgaste deve ser proveniente de camadas de desgaste no sentido de garantir a uniformidade das características dos agregados da mistura final.

11.4. MISTURA RECICLADA SEMI-QUENTE EM CENTRAL

A reciclagem semi-quente em central é uma metodologia que permite reciclar até 100 % das misturas betuminosas recuperadas (material fresado). Consiste no aquecimento das misturas betuminosas recuperadas a 90°C no tambor de uma central a quente, contínua ou descontínua, para posteriormente as misturar com uma emulsão betuminosa adequada no misturador da central, no caso das descontínuas, ou no tambor secador misturador, no caso das centrais contínuas. O espalhamento deverá ser efectuado três horas após o fabrico. A mistura pode ser armazenada durante 24 horas sempre que a colocação em obra (espalhamento e compactação) seja efectuada à temperatura de 60°C ou superior. Devido ao aquecimento a que foram submetidas as misturas betuminosas recuperadas não se aplica o tempo de cura associado às misturas a frio, nomeadamente à reciclagem a frio.

É obrigatório ser definido em projecto a espessura a reciclar.

11.4.1. MATERIAIS

Na reciclagem de misturas betuminosas por este processo, os componentes principais são o material betuminoso recuperado (RA) e o ligante betuminoso, podendo admitir-se aditivos retardadores de ruptura, de adesividade ou materiais granulares adicionais para correcção granulométrica.

11.4.2. LIGANTE BETUMINOSO

O ligante a utilizar para esta tecnologia deverá ser uma emulsão betuminosa catiónica de ruptura lenta com betume aditivado, específica para misturas fabricadas a temperaturas da ordem dos 90°C, com as características constantes do Quadro 14.03.10.3a. A emulsão betuminosa, deverá garantir um envolvimento sem escorrimentos, proporcionar uma coesão inicial e adesividade activa e passiva elevadas e uma trabalhabilidade que permita a aplicação com espalhadoras convencionais.

Quadro 14.03.10.3a - Características da emulsão betuminosa

Características	Unidade	Referência normativa	Valores
Viscosidade SSF, 25°C	s	NLT - 138	< 50
Carga das partículas		NLT - 194	Positiva
Teor em água	%	NLT - 137	< 40
Teor em betume residual	%	NLT - 139	> 60
Peneiração	%	NLT - 142	< 0,1
Resíduo de destilação Penetração (25°C, 100g,5s)	0,1mm	NLT - 124	100 - 200

Quando requerida deverá ser verificada a compatibilidade da emulsão betuminosa com o material betuminoso recuperado, de acordo com norma EN 13614.

11.4.3. MATERIAL BETUMINOSO RECUPERADO

Entende-se por material betuminoso recuperado, o material procedente da desagregação, por fresagem ou trituração, de camadas de misturas betuminosas posteriormente tratadas e armazenadas em stocks homogéneos, tal como descrito para as misturas recicladas a quente (1.1.4 Homogeneidade do material betuminoso a reciclar).

A granulometria do material betuminoso recuperado deve ainda cumprir um dos fusos do Quadro 14.03.10.1.2a, propostos para as misturas recicladas a frio “in situ”. Antes da análise granulométrica o material fresado deve ser sujeito a: aquecimento em estufa a 90°C, passagem pela misturadora durante 60s e arrefecimento à temperatura ambiente.

O material betuminoso recuperado (RA) deve enquadrar-se na categoria F1 da norma EN 13108-8, em termos de presença de matéria estranha e na categoria P15 relativamente às características do ligante.

Nota: A penetração do betume recuperado das misturas betuminosas recicladas não pode apresentar um valor médio, em cinco determinações, inferior a 15×10^{-1} mm, e nenhum valor individual menor do que 10x10mm.

Deverão ainda ser realizados, em termos de caracterização do ligante recuperado, os seguintes ensaios:

- ✂ Ponto de amolecimento anel e bola (°C)
- ✂ Solubilidade (%)
- ✂ Percentagem de asfaltenos (%)

11.5. MISTURA BETUMINOSA RECICLADA SEMI-QUENTE

A granulometria da mistura deverá respeitar um dos fusos do Quadro 14.03.10.1.2a tendo em conta a espessura da camada. A dimensão máxima (primeiro peneiro que retém mais de 10 % em massa) do material a reciclar deverá ser inferior a 1/3 da espessura da camada reciclada.

A percentagem de betume residual adicionado deverá ser no mínimo 1,5 % em relação à massa total em seco da mistura reciclada, devendo ser adoptada uma percentagem que resulte do estudo de formulação, garantindo o cumprimento dos valores estabelecidos para o ensaio de imersão-compressão.

O material betuminoso recuperado deverá ser aquecido a 90°C, a temperatura da emulsão deverá estar compreendida entre 20-40°C e a mistura de ambos deve processar-se durante 60 seg.

Os provetes moldados para o ensaio de imersão-compressão deverão ser compactados à compressão simples, a uma temperatura superior a 60°C, aplicando uma carga de 6 toneladas e os valores mínimos dos resultados do ensaio de imersão-compressão, segundo a norma NLT-162, deverão ser os constantes no Quadro 14.03.10.3b.

Quadro 14.03.10.3b - Características da mistura betuminosa reciclada

Características	Unidades	Valores
Resistência à compressão simples em seco	MPa	> 3
Resistência à compressão após imersão	MPa	> 2,5
Resistência conservada	%	> 75
Porosidade	%	4 - 10

Nota: Os provetes devem ser conservados nos moldes durante 18 horas a 20°C, após o que se procede à imersão dos provetes destinados à via húmida numa banho de água destilada a 60 °C

durante 24 horas. Em seguida todos os provetes são imersos em água destilada a 25 °C durante 2 horas para a realização do ensaio de compressão.

12. PISO ANTIDERRAPANTE DO TIPO TYREG RIP

O antiderrapante a aplicar deverá ser do tipo tyre grip de cor verde.

No caso de se tratar de recargas de piso antiderrapante, deverá o anterior piso antiderrapante ser fresado na sua totalidade, antes de se proceder a nova colocação.

13. PISO DO TIPO SLURRY ACRÍLICO OU SINTÉTICO

O slurry corresponde a uma argamassa acrílica (areia mais ligante), composta principalmente por inertes seleccionados de granulometria controlada e resinas sintéticas, que funciona como camada de revestimento final e tem várias colorações disponíveis.

A aplicação sobre tapete de betão betuminoso será efetuada respeitando os seguintes aspetos:

- ✘ Fresagem do tapete betuminoso existente;
- ✘ Aplicação de slurry betuminoso (1 cm) para regularização;
- ✘ Aplicação posterior de slurry sintético em duas camadas com 1 kg/m² (poderá ser necessário aplicar ainda uma tinta APT nos casos de atravessamentos sujeitos a maiores cargas).

Nas situações em que o tapete betuminoso existente esteja em bom estado de conservação, poderá aplicar-se o slurry sintético diretamente sobre a superfície do tapete, mediante aprovação prévia da fiscalização.

14. LANCIL EM BETÃO

O lancil será fabricado em betão tipo B 30, quando prefabricado, de acordo com o especificado no das OBRAS DE ARTE INTEGRADAS, deste Projecto, devendo ter colocação uniforme e ser isento de fendas.

15. LANCIL EM CALCÁRIO

O lancil será constituído por peças de calcário com 1m de comprimento, em curvas deverá ser utilizado lancil com raio igual ao previsto no projecto, não sendo aceites peças com um desenvolvimento inferior a 50cm, sendo bujardado na face superior e externa, devendo ter colocação uniforme e ser isento de fendas.

MÉTODOS CONSTRUTIVOS

16. CONSIDERAÇÕES GERAIS

16.1. DEFINIÇÃO DE LOTE

Para efeitos de verificação de conformidade, a dimensão do lote a considerar deve ser a menor extensão que resulte da aplicação dos seguintes critérios:

- ✘ Quinhentos metros (500 m) de extensão de faixa;
- ✘ Três mil e quinhentos metros quadrados (3500 m²) de faixa;
- ✘ A extensão construída num dia.

Devem ser tidas em consideração as frequências de ensaio indicadas em 14.00.

17. CAMADAS NÃO LIGADAS

Este sub-capítulo abrange as camadas com características de sub-base e base executadas com solos seleccionados ou materiais granulares britados (naturais ou reciclados), cujas características estão definidas no sub-capítulo 14.03.1 deste Caderno de Encargos.

17.1. CAMADAS EM SOLOS

17.1.1. PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE SUBJACENTE

Antes da execução da camada de sub-base do pavimento em solos seleccionados devem ser verificadas as condições em que se encontra a plataforma de apoio do pavimento - camada de leito do pavimento - nomeadamente o seu nivelamento e a sua capacidade de suporte. A superfície da camada deve ser regular, com inclinações transversais de 2,5% (em recta) e a definida no projecto (em curva). Não deve apresentar irregularidades superiores a 2 cm quando verificadas com a régua de 3 m.

Para a execução da camada de sub-base, na camada de leito do pavimento deverão ser cumpridas as especificações e os critérios de aceitação / rejeição indicados no Quadro 15.03.1a.

Quadro 15.03.1a - Especificações e os critérios de aceitação/rejeição para a superfície subjacente

Especificações		Critérios de aceitação/rejeição	Acção correctiva
Compactação relativa	Média resultados > 97 %	90 % de resultados individuais > 97 %	Não aplicável
		Mais de 10 % de resultados individuais < 97 %	Escarificar e refazer a camada
Espessura da camada	Média igual à espessura de projecto	Média ≥ 95 % espessura de projecto	Não aplicável

Especificações		Critérios de aceitação/rejeição	Acção correctiva
	podendo ter 5 % de resultados individuais < 90 % da espessura de projecto	85 % ≤ Média < 95 % espessura de projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
		Média < 85 % da espessura de projecto	Escarificar e refazer camada
Cota da camada	A cota de projecto	Até - 40 mm relativamente à cota de projecto	Não aplicável
		Entre - 41 mm e - 50 mm (inclusive) relativamente à cota de projecto	Compensar na camada seguinte
		Inferior a - 51 mm ou superior à cota de projecto	Corrigir a camada

17.1.2. DISPOSIÇÕES GERAIS PARA O ESTUDO, FABRICO, TRANSPORTE, ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO

17.1.2.1. Estudo laboratorial

Deve ser apresentado à Fiscalização para aprovação, pelo menos 30 dias antes do início da aplicação em obra, um estudo de caracterização laboratorial dos solos seleccionados que inclua a seguinte informação:

- ✘ Requisitos relativos aos solos seleccionados, conforme especificado na rubrica 14.03.1;
- ✘ Curva granulométrica de referência;
- ✘ Valores da baridade seca máxima e do teor de água óptimo de laboratório, determinados pelo método de ensaio de compactação Proctor, de acordo com a especificação LNEC E 197.
- ✘ O relatório de ensaio elaborado, incluindo a curva baridade seca/teor de água, deve ser anexado ao estudo de caracterização laboratorial a apresentar.

17.1.2.2. Exploração

As zonas de exploração de solos de empréstimo serão submetidas previamente à aprovação da Fiscalização, independentemente das respectivas autorizações passadas pelas entidades competentes com domínio sobre a área em questão.

A exploração de solos para camadas de sub-base recorrendo a solos da linha dependerá da autorização expressa do Dono de Obra, sob proposta do Adjudicatário. A exploração deve ser executada de forma a manter a homogeneidade do material extraído.

A exploração dos solos deverá ser efectuada de modo a garantir a drenagem natural das águas.

O planeamento da exploração deve ser compatível com as necessidades de colocação em obra, de modo a evitar o armazenamento intermédio de materiais.

Uma vez concluída a exploração do material, deve proceder-se à modelação final do terreno, de acordo com o projecto de integração paisagístico previamente aprovado.

17.1.2.3. Manuseamento e armazenamento

O material deve ser armazenado de um modo controlado e os locais de armazenamento e os seus conteúdos devem estar devidamente identificados (origem e tipo de solo). Devem ser providenciadas as medidas necessárias para que a qualidade do material seja mantida durante o seu manuseamento e armazenamento, tendo em conta a eventual contaminação, a limpeza do equipamento e das áreas de armazenamento e a correcta drenagem dos locais de armazenamento.

17.1.2.4. Transporte

O transporte deve ser realizado por camiões basculantes.

17.1.2.5. Espalhamento

No espalhamento do material deve ser utilizada motoniveladora ou outro equipamento similar adequado, que permita uma modelação homogénea da superfície, próxima da forma definitiva da camada, e que a sua espessura, após compactação, seja a prevista no projecto. É conveniente que os materiais sejam espalhados de modo que a superfície da camada fique com inclinação transversal, permitindo assim um rápido escoamento da água em tempo de chuva.

Se durante o espalhamento se formarem rodeiras ou vincos que não possam ser facilmente eliminados por cilindramento, deve proceder-se à escarificação e homogeneização da camada e à posterior regularização da sua superfície.

17.1.2.6. Compactação

Antes da compactação deve ser verificado o teor de água do material e, caso se justifique, deve proceder-se à sua correcção. O teor de água deve ser tão próximo quanto possível do teor em água óptimo (ω_o) definido pelo Proctor Modificado, podendo variar entre ($\omega_o - 2\%$) e ($\omega_o + 2\%$). Se o teor de água for excessivo a camada deve ser escarificada de modo a facilitar a sua secagem

ou, caso contrário, deve proceder-se a uma distribuição uniforme e rápida de água, empregando-se para tal carros tanques de pressão cujo jacto deverá cobrir a largura total da área a tratar.

A compactação da camada deve ser efectuada por cilindro vibrador. Não deve circular qualquer tipo de tráfego sobre a camada de sub-base enquanto não estiver concluída a compactação, excepto em situações excepcionais devidamente justificadas e autorizadas pela Fiscalização. Nesses casos, o tráfego deverá operar em toda a largura da camada.

O acabamento final da camada deve permitir obter uma superfície lisa e uniforme, isenta de planos superficiais de compactação ou material solto.

17.1.3. ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO PARA UNIDADES TERMINADAS

Para a camada de sub-base em solos, devem ser cumpridos os critérios de aceitação/rejeição indicados no Quadro 15.03.1b.

Quadro 15.03.1b - Especificações e os critérios de aceitação/rejeição para camada de sub-base

Especificações		Critérios de aceitação/rejeição	Acção correctiva
Compactação relativa	Média resultados > 97 %	90 % de resultados individuais > 97 %	Não aplicável
		Mais de 10 % de resultados individuais < 97 %	Escarificar e refazer a camada
Espessura da camada	Média igual à espessura de projecto podendo ter 5 % de resultados individuais < 90 % da espessura de projecto	Média ≥ 95 % espessura de projecto	Não aplicável
		85 % ≤ Média < 95 % espessura de projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
		Média < 85 % da espessura de projecto	Escarificar e refazer camada
Cota da camada	Igual à cota de projecto	Até - 25 mm relativamente à cota de projecto	Não aplicável
		Entre - 26 mm e - 30 mm (inclusive) relativamente à cota de projecto	Compensar na camada seguinte
		Inferior a - 31 mm ou superior à cota de projecto	Corrigir a camada

17.2. CAMADAS EM MATERIAIS GRANULARES BRITADOS (NATURAIS E RECICLADOS)

17.2.1. PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE SUBJACENTE

Antes da execução da camada de sub-base do pavimento em materiais granulares britados devem ser verificadas as condições em que se encontra a plataforma de apoio do pavimento - camada de leito do pavimento - de acordo com o especificado em 15.03.1.1.1.

17.2.2. DISPOSIÇÕES GERAIS PARA O ESTUDO, FABRICO, TRANSPORTE, ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO

17.2.2.1. Estudo laboratorial

Deve ser apresentado à Fiscalização para aprovação, pelo menos 30 dias antes do início da aplicação em obra, um estudo laboratorial da mistura agregados britados naturais e reciclados que inclua a seguinte informação:

- ✘ Requisitos relativos à mistura de agregados, conforme especificado na rubrica 14.03.1;
- ✘ Designação da mistura, incluindo a sua origem;
- ✘ Conteúdo máximo e mínimo de finos e percentagem de material que passa no peneiro superior D (sobretamanhos), enquadrados nos valores especificados no Quadro 14.03.1d;
- ✘ Curva granulométrica de referência (fórmula da mistura), compreendida no fuso granulométrico definido no Quadro 14.03.1d;
- ✘ Valores da baridade seca e do teor de água óptimo de laboratório, determinados pelo método de ensaio de compactação Proctor, de acordo com a EN 13286-2;
- ✘ No caso de agregado reciclado devem ser determinadas as propriedades químicas nomeadamente a determinação do teor de sulfatos solúveis em água de acordo com a EN 1744-1 e a determinação de substâncias perigosas de acordo com a EN 12457-4.

Considerando os requisitos granulométricos pretendidos para a mistura granular a aplicar nas camadas de sub-base e base, deve ser utilizado o método de compactação Proctor modificado com o martelo de 4,5 kg (tipo B) e o molde de 150 mm (tipo B).

Os requisitos gerais e de amostragem necessários à determinação da baridade e do teor de água estão definidos na EN 13286-1.

Deve ser considerada uma correcção ao valor da baridade seca, tendo em conta as partículas retidas no peneiro de 31,5 mm, de acordo com as indicações dadas na EN 13286-2, Anexo C.

O relatório de ensaio elaborado de acordo com a EN 13286-2, incluindo a informação opcional, deve ser anexado ao estudo de caracterização laboratorial a apresentar.

17.2.2.2. Execução de trechos experimentais

Uma vez aprovado o estudo de caracterização laboratorial, deve ser realizado um trecho experimental em obra que permita aferir o número óptimo de passagens dos cilindros para o grau de compactação pretendido. O relatório do trecho experimental deve ser apresentado à

Fiscalização para aprovação, pelo menos 5 dias antes do início da execução das camadas de sub-base ou de base e deverá incluir a seguinte informação:

- ✘ Localização e data de execução;
- ✘ Metodologia de execução (sub-divisão do trecho em zonas, transporte e manuseamento do material, espalhamento, número de passagens dos cilindros por zona, equipamento utilizado);
- ✘ Amostragem e ensaios realizados;
- ✘ Gráfico da relação entre a variação do grau de compactação e o número óptimo de passagens dos cilindros;
- ✘ Conclusões.

Só se iniciam os trabalhos de execução em obra depois da aprovação do trecho experimental pela Fiscalização

17.2.3. PRODUÇÃO

17.2.3.1. Identificação e controlo da produção

Os materiais constituintes da mistura devem estar devidamente identificados e controlados. Devem existir procedimentos para manter e regular o equipamento de produção, inspecção ou de ensaio de materiais amostrados durante a produção ou para quando seja necessário modificar o processo de produção em situações que se justifique, como em caso de mau tempo, etc.

17.2.3.1.1. Para agregados reciclados

Os agregados reciclados caracterizam-se por uma variabilidade que condiciona em muito a sua valorização, pelo que uma triagem apropriada e adequada selecção do processo de preparação são requisitos básicos na produção de agregados reciclados.

O processamento dos agregados reciclados pode ter lugar em centrais fixas ou móveis e inclui habitualmente quatro operações principais: triagem, redução primária, britagem e peneiração. A operação de triagem destina-se a eliminar os componentes indesejáveis, que prejudicam as características técnicas e ambientais do produto reciclado. Na operação de redução primária os escombros sofrem uma redução das suas dimensões e procede-se à remoção dos materiais metálicos ainda existentes. A britagem pode desenvolver-se em duas fases com redução progressiva das dimensões dos resíduos. Finalmente com a peneiração obtém-se um material classificado em diferentes granulometrias, de modo a contemplar as diferentes necessidades de aplicação.

Poderão efectuar-se combinações de resíduos de diferentes origens, desde que a mistura se efectue adequadamente e em condições controladas que assegurem a homogeneidade do material a reciclar.

17.2.3.2. Instalações de britagem

As instalações de britagem devem estar devidamente equipadas para que sejam cumpridos os requisitos especificados para os materiais neste Caderno de Encargos.

17.2.3.3. Controlo de qualidade e tolerâncias na produção

Para as camadas de sub-base e base e relativamente à mistura 0/31,5, devem ser cumpridos as seguintes tolerâncias indicadas no Quadro 15.03.1c, no que respeita à granulometria dos lotes individuais.

Quadro 15.03.1c- Tolerâncias para a granulometria dos lotes individuais para a mistura 0/31,5

Peneiros		Unidade	Amostras individuais Tolerância sobre a fórmula da mistura
40	1,4 D	%	-2
31,5	D	%	±3
16	A	%	± 8
8	B	%	± 8
4	C	%	± 8
2	E	%	±7
1	F	%	± 5
0,5	G	%	± 5
0,063		%	± 1
<p>Nota: A diferença entre as percentagens, em massa, de material passado pelos peneiros seleccionados deve estar compreendida: Diferença entre A e B (16 e 8 mm) e entre B e C (8 a 4 mm): 10-25; Diferença entre C e E (4 e 2 mm): 7-20 Diferença entre E e F (1 e 0,5 mm): 4-15</p> <p>D - Abertura do peneiro superior que pode reter material, em milímetros</p> <p>A, B, C, E, F G - Peneiros para a granulometria, de acordo com EN 13285, secção 4.4.1</p>			

17.2.4. MANUSEAMENTO E ARMAZENAMENTO

Antes do início do processo de fabrico e durante o período de execução dos trabalhos, é obrigatório o armazenamento dos materiais necessários à produção estimada de 15 dias.

O material deve ser armazenado de um modo controlado e os locais de armazenamento e os seus conteúdos devem estar devidamente identificados (designação da mistura, origem e tipo de agregado utilizado). Não devem ser armazenados no mesmo depósito materiais de origens e tipos

diferentes. No caso de agregados reciclados no armazenamento é obrigatório separar os materiais em função da sua origem e dos seus constituintes principais.

Devem ser providenciadas as medidas necessárias para que a qualidade do material seja mantida durante o seu manuseamento e armazenamento, tendo em conta a eventual contaminação e segregação do material, a limpeza do equipamento e das áreas de armazenamento e a correcta drenagem dos locais de armazenamento.

O armazenamento deve processar-se construindo um depósito com camadas de espessura não superior a 3,0 m e formando degraus nos bordos das camadas, de modo a evitar a formação de taludes contínuos. O material deve ser espalhado com tractor de rastos e ser depositado na frente da camada. O carregamento para transporte deve ser feito frontalmente e com equipamento adequado. O material não deve ser armazenado em pilhas.

O armazenamento ao longo da linha poderá ser efectuado em situações excepcionais, mediante a aprovação da Fiscalização. Nesses casos, deve ser feito de acordo com as necessidades de aplicação, de modo a evitar operações de carga e transporte complementares. A plataforma subjacente deve ser previamente preparada e aprovada pela Fiscalização.

17.2.5. TRANSPORTE

O transporte deve ser realizado por camiões basculantes.

Antes do transporte deve ser verificado o teor de água do material. Se o material se encontrar excessivamente seco, deve ser feita a correcção do teor de água por rega da frente de carregamento.

17.2.6. ESPALHAMENTO

No espalhamento do material devem ser utilizadas motoniveladoras ou pavimentadoras adequadas, que permitam uma modelação homogénea da superfície, próxima da forma definitiva da camada, e que a sua espessura, após compactação, seja a prevista no projecto.

Se durante o espalhamento se formarem rodeiras ou vincos que não possam ser facilmente eliminados por cilindramento, deve proceder-se à escarificação e homogeneização da camada e à posterior regularização da sua superfície.

17.2.7. COMPACTAÇÃO

A compactação da camada deve ser efectuada por cilindro vibrador, seguida da compactação com cilindros de pneus.

Antes da compactação deve ser verificado o teor de água do material e, caso se justifique, deve proceder-se à sua correcção. Se o teor de água for excessivo a camada deve ser escarificada de modo a facilitar a sua secagem ou, caso contrário, deve proceder-se a uma distribuição uniforme

e rápida de água, empregando-se para tal carros tanques de pressão cujo jacto deverá cobrir a largura total da área a tratar.

17.3. ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO PARA UNIDADES TERMINADAS

Para as camadas de sub-base e base, devem ser cumpridos os critérios de aceitação/rejeição indicados nos Quadros 15.03.1b e 15.03.1d, respectivamente.

Quadro 15.03.1d - Especificações e os critérios de aceitação/rejeição para camada de base

Especificações		Critérios de aceitação/rejeição	Acção correctiva
Compactação relativa	Média resultados > 98 %	90 % de resultados individuais > 98 %	Não aplicável
		Mais de 10 % de resultados individuais < 97 %	Escarificar e refazer a camada
Espessura da camada	Média igual à espessura de projecto podendo ter 5 % de resultados individuais < 90 % da espessura de projecto	Média \geq 95 % espessura de projecto	Não aplicável
		$85 \% \leq$ Média < 95 % espessura de projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
		Média < 85 % da espessura de projecto	Escarificar e refazer camada
Cota da camada	Igual à cota de projecto	Até -15 mm relativamente à cota de projecto	Não aplicável
		Entre -16 mm e - 20 mm (inclusive) relativamente à cota de projecto	Compensar na camada seguinte
		Inferior a -21 mm ou superior à cota de projecto	Corrigir a camada

Antes da execução das camadas do pavimento sobrejacentes às camadas de sub-base e base, a Fiscalização pode solicitar a execução de “ensaios de carga” expeditos, por exemplo recorrendo à passagem de um camião carregado e observando os efeitos, que permitam detectar eventuais zonas instáveis.

18. CAMADAS DE MISTURAS BETUMINOSAS A QUENTE

Este item refere-se à execução de camadas de base, ligação, regularização e desgaste com misturas betuminosas a quente, cujas características satisfazem ao estipulado em 14.03.2.1, 14.03.2.2, 14.03.2.3 e 14.03.2.4, deste Caderno de Encargos.

Tendo em vista o cumprimento da legislação constante do Dec-Lei n.º 4/2007, de 8 de Janeiro de 2007, devem ser entregues para todos os materiais constituintes da mistura betuminosa e para a própria mistura, quando aplicável, as declarações de conformidade CE emitidas pelos fabricantes, os certificados de conformidade CE emitidos pelos organismos notificados, acompanhados das suas fichas de produto.

18.1. PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE SUBJACENTE

A execução das camadas de misturas betuminosas só deverá ser iniciada após a verificação da conformidade da camada subjacente de acordo com os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

As regas de impregnação, de colagem e de cura deverão ser realizadas nas condições expressas neste Caderno de Encargos, no item 15.03.8.

18.2. DISPOSIÇÕES GERAIS PARA O ESTUDO, PRODUÇÃO, TRANSPORTE, ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO

18.2.1. ESTUDO DE COMPOSIÇÃO

O Adjudicatário deverá apresentar à Fiscalização, com a antecedência mínima de 30 dias antes da previsão da execução do trecho experimental, um estudo de composição laboratorial, onde conste a fórmula da mistura que, depois de aprovada, servirá para se iniciar o fabrico das misturas betuminosas.

Este estudo incluirá, obrigatoriamente, além do acima mencionado, os boletins relativos aos ensaios a executar para comprovação da sua aptidão para a utilização prevista, a realizar sob sua responsabilidade, nos termos do artigo 14 deste Caderno de Encargos. Estes ensaios abrangem o ligante, os agregados, fileres, e as misturas betuminosas.

Deverá ainda ser incluída a proposta de metodologia a seguir no trecho experimental e na transposição para a central bem como a entrega dos documentos técnicos indicados no ponto 10 (Equipamentos).

18.2.1.1. Ligante

No âmbito do estudo de composição, deverá constar:

- ✘ A ficha do produto com a apresentação da caracterização do betume a empregar na mistura, incluindo a determinação do valor da viscosidade e as temperaturas para as quais aquele valor varia entre 170 ± 20 cSt (gama de temperatura de fabrico das misturas) e entre 280 ± 30 cSt (gama de temperatura de compactação);
- ✘ A determinação da massa volúmica do betume;
- ✘ Os ensaios constantes de 14.00.4.03.0-2- Ligantes betuminosos;
- ✘ A indicação da percentagem de betume admitida em projecto, calculada a partir da percentagem volumétrica de betume adoptada em termos de dimensionamento do pavimento.

18.2.1.2. Agregados

Os ensaios a efectuar em agregados encontram-se indicados no quadro abaixo, devendo ser cumpridas as especificações indicadas nos Quadros 14.03.2c, 14.03.2f, 14.03.2i e 14.03.2m, para os agregados a aplicar em camadas de base, ligação, regularização e desgaste, respectivamente.

Quadro 15.03.2a: Agregados_Ensaio a realizar de acordo com o tipo de camada a integrar

Requisitos/ Propriedades	Referência normativa	Tipo de camada			
		Base	Ligação	Regularização	Desgaste
Descrição petrográfica simplificada	NP EN 932-3	(a)	(a)	(a)	(a)
Qualidade dos finos	NP EN 933-9	X	X	X	X
Forma do agregado grosso - Índice de achatamento (b)	NP EN 933-4	X	X	X	X
Percentagens de superfícies esmagadas e partidas nos agregados grossos(b)	NP EN 933-5	-	-	-	X
Resistência à fragmentação do agregado grosso, coeficiente Los Angeles(b)	NP EN 1097-2, secção 5	X	X	X	X
Resistência ao desgaste por atrito do agregado grosso, coeficiente micro-Deval(b)	NP EN 1097-1	-	-	-	X
Resistência ao polimento do agregado grosso para camadas de desgaste	NP EN 1097-8	-	-	-	X
Massa volúmica das partículas	NP EN 1097-6	X	X	X	X
Absorção de água	NP EN 1097-6	X	X	X	X
Baridade	NP EN 1097-3	(a)	(a)	(a)	(a)
Resistência ao gelo e ao degelo, valor de absorção de água como ensaio de triagem e valor do sulfato de magnésio	NP EN 1097-6 e NP EN 1367-2	(c)	(c)	(c)	(c)
Resistência ao choque térmico(b)	NP EN 1367-5, NP EN 1097-2 (secção 5)	-	-	-	(a)
Afinidade dos agregados grossos aos ligantes betuminosos(b)	EN 12697-11	X	X	X	X
"Sonnenbrand" do basalto(b)	NP EN 1367-3 e NP EN 1097-2 (secção 5)	-	-	-	(a)
(a)- Quando requerido pela Fiscalização					
(b)- Não aplicável ao AC4 (Argamassas betuminosas com betumes modificados)					
(c)- Ensaio a efectuar em agregados a utilizar em ambientes sujeitos ao gelo degelo					

18.2.1.3. Fíler

A relação volumétrica fíler/betume deverá ser determinada através de um estudo específico a elaborar pelo adjudicatário no âmbito do estudo de composição da mistura betuminosa.

Os valores limite da relação volumétrica fíler/betume mais adequados para cada mistura betuminosa deverão ser determinados com base na seguinte expressão:

$$\frac{f}{b} = \frac{(100 - v) \times \Delta Tab}{(1021,2 + \Delta Tab \times v)}$$

em que:

f/b ≡ relação volumétrica fíler/betume

v ≡ vazios do fíler seco compactado (%)

ΔTab ≡ aumento da temperatura de amolecimento anel e bola (°C)

A expressão anterior deverá ser calculada para valores de ΔTab de 12 °C e 16 °C (intervalo de temperaturas demonstrado como o mais adequado para conferir ao mastique um comportamento satisfatório).

O relação volumétrica fíler/betume a adoptar no fabrico da mistura betuminosa corresponderá ao valor médio das relações f/b obtidas para 12 °C e 16 °C.

No relatório do estudo de formulação da mistura betuminosa relativamente ao estudo da relação volumétrica fíler/betume deverá constar:

- ✂ Natureza do fíler;
- ✂ A quantidade de fíler comercial, se aplicável;
- ✂ A percentagem de vazios do fíler seco compactado;
- ✂ O valor da relação volumétrica f/b para ΔTab = 12 °C e ΔTab = 16 °C, e o respectivo valor médio.

18.2.1.4. Mistura betuminosa

A partir de uma determinada composição dos diversos agregados constituintes, cuja mistura origine uma curva granulométrica que respeite o fuso respectivo (ver Quadros 14.03.2b, 14.03.2e, 14.03.2h e 14.03.2l), são fabricadas misturas betuminosas (de acordo com a EN 12697-35) considerando 5 percentagens de betume (com incrementos de 0,5 %), em torno do valor óptimo expectável.

Sobre as amostras dessas misturas betuminosas é determinada a baridade máxima teórica (de acordo com a EN 12697-5) e são compactados 4 provetes por percentagem de betume, utilizando o método de impacto (EN 12697-30) com a energia de compactação definida nos Quadros 14.03.2d, 14.03.2g, 14.03.2j e 14.03.2n, para a mistura em causa.

Sobre os provetes compactados são determinadas as suas baridades (EN 12697-6), e são determinadas as características relacionadas com os vazios de provetes betuminosos (de acordo com a EN 12697-8).

Os provetes serão depois submetidos ao ensaio Marshall (de acordo com a EN 12697-34).

Para as propriedades determinadas sobre os provetes compactados são determinados os valores médios para cada percentagem de betume dos 4 provetes compactados e são, em gráficos, traçadas as curvas que relacionam a percentagem de betume com cada uma destas propriedades.

A percentagem “óptima” de betume será a que resulta da média dos valores das percentagens de betume que conduzem ao valor máximo da baridade da mistura betuminosa compactada (EN 12697-6); ao valor médio dos limites da porosidade (EN 12697-8), definidos nos quadros 14.03.2d, 14.03.2g, 14.03.2j e 14.03.2n, para a mistura em causa; ao valor máximo correspondente à estabilidade Marshall (EN 12697-34), e ao valor médio dos limites da deformação Marshall, definidos nos quadros 14.03.2d, 14.03.2g, 14.03.2j e 14.03.2n, para a mistura em causa. Exceptuam-se os macadames betuminosos, AC32 base; as misturas betuminosas drenantes, PA12,5; as misturas rugosas para camadas delgadas, AC10 surf e as misturas betuminosas com betumes modificados com borracha, MBR-BBA, MBA-BBA, MBR-BBM e MBR-BBM.

Nota 1: Os valores da baridade dos provetes preparados pelo método Marshall a tomar para efeitos de definição das curvas características da mistura referentes à porosidade e ao VMA, não devem ser os determinados experimentalmente mas sim os valores corrigidos, lidos sobre uma curva regular que se ajuste aos resultados laboratoriais.

Nota 2: Por uma questão de uniformidade de critérios e facilidade de leitura, é obrigatório exprimir todo o estudo em termos de **percentagem** de betume (e não de teor); a não satisfação desta condição obrigará à reformulação do estudo apresentado pelo Adjudicatário.

Complementarmente, deve-se efectuar um estudo adicional^(a) em que, após o estudo inicial anterior, sejam realizados ensaios de pista (“Wheel-Tracking” - EN 12697-22)^(b) e de sensibilidade à água (EN 12697-12)^(c) sobre três misturas betuminosas: uma com a percentagem de betume “óptima”^(d) determinada pelo método Marshall (mencionado nos parágrafos anteriores), uma com a percentagem de betume igual ao valor óptimo -0,5 % e outra com uma percentagem de betume igual ao valor óptimo + 0,5 %.

A compactação dos provetes deverá ter em atenção a secção 5.2.6 da EN 13108-1, tendo como referência os valores das curvas do estudo inicial para as respectivas percentagens de betume dos provetes a compactar.

a)- Este estudo não se realiza para obras de Reforço/Reabilitação para camadas de misturas betuminosas com espessuras inferiores a 10 cm.

(b)- Este ensaio não se aplica às misturas betuminosas drenantes, PA12,5.

Para classes de tráfego $\geq T2$, aquando da execução dos trechos experimentais, serão realizados ensaios de pista “*in situ*” (através de serragem do pavimento, utilizando-se o procedimento B), para as camadas de ligação e desgaste.

(c)- Este ensaio não se aplica a macadames betuminosos, AC32 base.

(d) - No caso das misturas betuminosas, em que a % óptima é determinada através da execução de trechos experimentais, tais como o AC32base, este ensaio será executado após a aprovação da percentagem de ligante óptima resultante dos valores determinados no trecho experimental, moldando-se três misturas betuminosas: uma com a percentagem de betume “óptima” determinada no trecho experimental, uma com a percentagem de betume igual ao valor óptimo -0,5 % e outra com uma percentagem de betume igual ao valor óptimo +0,5 %.

Se, deste estudo complementar, por razões devidamente justificadas, resultar a necessidade de uma alteração do valor relativo à percentagem óptima de betume, determinada no estudo de formulação Marshall, tal facto deverá ser devidamente avaliado.

Deve ainda efectuar-se a determinação do Índice de Resistência Conservada (IRC) em ensaios de compressão Marshall para todas as misturas betuminosas, **com excepção das misturas AC 32 base, AC 4 lig e AC 4 reg.**

Deste modo, é fabricada uma mistura betuminosa com a composição determinada no estudo laboratorial e são compactados 8 provetes (com 101,6 mm de diâmetro e 63,5 mm de altura), utilizando o compactador de impacto (EN 12697-30), a uma temperatura de compactação para a qual a viscosidade do betume a empregar na mistura, se situe entre $280\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 30\text{ cSt}$ (gama de temperatura de compactação indicada na ficha de produto do betume), com a energia de compactação estabelecida nos Quadros 14.03.2d, 14.03.2g, 14.03.2j e 14.03.2n, para a mistura em causa, determinando-se as respectivas baridades.

As baridades dos dois grupos de 4 provetes cada, devem ser similares entre eles.

É realizado o ensaio Marshall (EN 12697-34) sobre 4 dos provetes, após imersão durante 35 a 40 minutos num banho de água a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, e sobre os restantes 4 provetes, após imersão durante 24 horas num banho de água à mesma temperatura. O quociente, em percentagem, entre o valor médio da estabilidade Marshall dos provetes imersos 24 horas e o valor médio da estabilidade dos provetes imersos 35 a 40 minutos é o Índice de Resistência Conservada.

A Fiscalização poderá ainda exigir outros ensaios de caracterização mecânica das misturas (módulos de deformabilidade, resistência à fadiga, etc.), a realizar em laboratório acreditado.

Deve ser requerido um novo estudo de formulação nas seguintes circunstâncias:

(a) existir uma mudança no tipo de agregado grosso constituindo:

- i. mudança na categoria do agregado grosso como definido na EN 13043, para uma das seguintes propriedades: forma, percentagem de partículas esmagadas e partidas, resistência à fragmentação, resistência ao desgaste;
- ii. mudança no tipo petrográfico;
- iii. variação da massa volúmica das partículas secas em estufa dos agregados (média ponderada) superior a 0,05 Mg/m³;
- (b) existir uma mudança na origem, na categoria granulométrica ou, onde apropriado, na categoria da angulosidade do agregado fino;
- (c) existir uma mudança no tipo mineralógico do fíler;
- (d) existir mudança no tipo (modificado, etc) e gama (35/50, 50/70, etc) de penetração do betume.

18.2.2. TRANSPOSIÇÃO DO ESTUDO DE COMPOSIÇÃO PARA A CENTRAL DE PRODUÇÃO DE MISTURAS BETUMINOSAS

A aplicação em obra da mistura betuminosa será condicionada, não só à aprovação do estudo de composição, mas também a uma ratificação da Fiscalização quanto às condições de transposição daquele estudo para a central de produção o que implica, nomeadamente, a concordância com o sistema de crivos adoptado, cabendo ao Adjudicatário apresentar os ensaios comprovativos da precisão com que tal transposição foi realizada.

Nesses ensaios, é obrigatória a inclusão de:

- ✘ Granulometria das fracções crivadas, recolhidas nos silos quentes e da correspondente mistura de agregados, recolhida à saída do misturador, quando se trate de uma central de produção descontínua;
- ✘ Conjunto de pesagens efectuadas para a calibração das tremonhas doseadoras dos agregados, e a granulometria da mistura, quando se trate de uma central de produção contínua.

Uma vez aprovada determinada transposição para a central betuminosa a mesma não poderá, em circunstância alguma, ser alterada sem o conhecimento e aprovação da Fiscalização.

Em circunstância alguma se poderá alterar a transposição em vigor unicamente com base nos resultados dos ensaios efectuados num único período de trabalho, devendo no entanto proceder-se, de imediato, à realização de ensaios de confirmação e intensificar-se a frequência de amostragem.

Só será permitida uma alteração da transposição se devidamente justificada, com base num conjunto significativo de ensaios de controlo laboratorial.

Com vista a viabilizar qualquer alteração às condições de transposição, deverá o Adjudicatário, no âmbito do controlo laboratorial regulamentado no capítulo 14.00- Controlo de Qualidade, deste Caderno de Encargos, elaborar mapas com os valores médios acumulados, semanalmente

em relação a todos os ensaios efectuados, independentemente do preenchimento diário dos boletins de ensaio correspondentes.

18.2.3. EXECUÇÃO DE TRECHOS EXPERIMENTAIS

Uma vez estudada a composição da mistura, e afinada a operação da central de produção, deve realizar-se, na presença da Fiscalização, um trecho experimental, para cada mistura, a fim de:

- ✘ verificar o cumprimento das características da mistura betuminosa aprovada;
- ✘ verificar as condições reais de transporte e de espalhamento das misturas betuminosas no local de aplicação, e verificar a temperatura e a trabalhabilidade da mistura;
- ✘ definir o esquema de compactação (o tipo de equipamento; a ordem da sua intervenção; o número de passagens, velocidade de circulação) e as temperaturas limites da mistura para se realizar a compactação;
- ✘ verificar a eficiência da compactação e a porosidade das misturas depois de aplicadas, através da determinação das baridades de carotes colhidas na camada do trecho experimental;
- ✘ verificar a regularidade do acabamento, através da régua de 3 metros.

A execução do trecho experimental deverá, ainda, ter em consideração, os seguintes aspectos:

- ✘ a quantidade de mistura a aplicar, deverá ser a suficiente para construir um trecho com pelo menos 150 m de comprimento;
- ✘ a espessura da camada deverá ser a do projecto, sendo o material colocado sobre uma estrutura de pavimento de comportamento idêntico ao do trecho do pavimento real;
- ✘ o equipamento a utilizar no espalhamento e compactação do material do trecho experimental deverá ser o mesmo que se prevê utilizar na construção do pavimento real.

Deste modo, antes da execução do trecho experimental, aquando da apresentação do estudo de composição da mistura, o Adjudicatário deverá submeter à apreciação da Fiscalização, o plano de execução do referido trecho, contemplando todos os aspectos anteriormente focados.

A partir dos resultados obtidos no trecho experimental, no caso de aprovação pela Fiscalização, serão fixadas para cada uma das composições testadas - denominadas fórmulas de composição - as temperaturas de fabrico, espalhamento e compactação das misturas betuminosas, bem como o tipo de equipamento e ordem de intervenção a utilizar na pavimentação da obra.

No caso do trecho experimental se revelar insatisfatório deverão ser feitas as necessárias correcções na composição da mistura, na operação de produção da central betuminosa e/ou aos procedimentos de transporte, espalhamento e compactação.

Após efectuadas as devidas correcções será realizado novo trecho experimental.

Quando o material colocado no trecho experimental não satisfazer as exigências especificadas para o troço em que foi realizado, deverá ser removido e substituído a expensas do Adjudicatário.

A produção das misturas a colocar no pavimento real só será iniciada após aprovação, pela Fiscalização, do trecho experimental.

18.2.4. PRODUÇÃO

18.2.4.1. Identificação e controlo da produção

O Controlo da Produção em Fábrica consiste no controlo interno e permanente do processo de produção. Inclui os requisitos relativos aos ensaios para assegurar a conformidade da mistura betuminosa com os desempenhos declarados no Ensaio de Tipo (EN 13108-20).

O produtor deve implementar um sistema de Controlo da Produção em Fábrica que cumpra com os requisitos da Norma Europeia EN 13108-21, de modo a assegurar que os produtos colocados no mercado estão em conformidade com as características declaradas. Este sistema consiste em procedimentos, inspecções e ensaios regulares e/ou avaliações, na utilização dos resultados para controlar as matérias-primas e outros constituintes ou materiais recebidos, o equipamento, o processo de produção e o produto.

O produtor deve estabelecer e manter a sua política e procedimentos para o Controlo da Produção em Fábrica num plano da qualidade, de acordo com o especificado na EN 13108-21.

O plano da qualidade a implementar deve identificar os dispositivos de medição que requerem calibração. A frequência das calibrações para o equipamento de pesagem, distribuidor de aditivos, caudalímetros, sistema de dosagem e equipamento de monitorização de temperatura, devem cumprir com os requisitos indicados no Quadro 2 da EN 13108-21.

O produtor deve identificar a pessoa com a autoridade apropriada, conhecimento e experiência para supervisionar o Controlo da Produção em Fábrica e assegurar que os requisitos do plano da qualidade são devidamente implementados e mantidos.

18.2.4.2. Centrais betuminosas

O fabrico de misturas betuminosas a quente será assegurado por centrais de produção do tipo contínuo ou descontínuo, com capacidade suficiente para garantir os rendimentos previstos, sem paragens ou interrupções.

Centrais de tipo descontínuo

A central deverá possuir:

- ✘ Um secador e aquecedor de agregados convenientemente equipado com dispositivo termométrico junto da descarga e mostrador localizado em lugar bem visível e de fácil acesso.
- ✘ Um seleccionador de agregados com malhas convenientemente escolhidas de forma a separar o material em fracções tais que permita manter a granulometria da mistura dentro das tolerâncias especificadas.
- ✘ Uma bateria de três ou mais silos que permitam armazenar as fracções da mistura ao abrigo da intempérie.
- ✘ Um silo para filler, situado em local convenientemente mantido em ambiente seco.
- ✘ Um dispositivo de pesagem que garanta a composição da mistura dentro das tolerâncias especificadas. Este dispositivo deve ser sensível a 0,5% do peso considerado.
- ✘ Um dispositivo que permita a dosagem do betume na mistura. Se se utilizar um dispositivo de medida do volume ou peso escoado, o sistema deve ser aferido com betume à temperatura especificada, pois a viscosidade do betume varia com a temperatura.
- ✘ Um misturador convenientemente equipado com um número suficiente de pás ou lâminas, de forma a assegurar uma mistura homogénea e no tempo especificado. Se a mistura não sair homogénea e o agregado recoberto de betume no tempo especificado para a mistura, a Fiscalização tem o direito de impor o aumento do tempo de mistura.
- ✘ A central deverá estar equipada com os meios que permitam essa regulação. O tempo de mistura deverá ser considerado como o intervalo de tempo entre a entrada de betume no misturador e a saída das massas.
- ✘ Uma ou duas caldeiras para aquecimento do betume antes de ser conduzido ao misturador. O aquecimento deve ser feito por meio de serpentinas com vapor ou qualquer outro sistema adequado. Em nenhuma circunstância o aquecimento deverá ser feito sob a acção directa das chamas.

Centrais de tipo contínuo

Tal como no processo descrito anteriormente, a central de produção contínua deverá possuir os silos para os diversos componentes, secador, peneiros e misturador (amassador mecânico),

conforme acima descrito, ligados entre si por transportadores de correia e de alcatruzes. O betume será aquecido em caldeiras e conduzido ao misturador por tubagens aquecidas.

Assim, o funcionamento do sistema deverá obedecer ao seguinte:

- ✘ O sistema de alimentação de massas deve estar equipado com um contador de rotações possibilitando a leitura de uma centena de voltas.
- ✘ A central de produção contínua disporá de um transportador para cada componente e a dosagem deve ser assegurada de forma satisfatória através do débito do componente, por um orifício calibrado e regulável.
- ✘ Os silos contendo os componentes aquecidos devem possuir um dispositivo termométrico, junto da tremonha de saída, com quadrante colocado em sítio bem visível.
- ✘ Os silos alimentadores do misturador, devem possuir um sistema de alarme indicativo da existência de uma quantidade mínima destes componentes. Este dispositivo de alarme pode ser luminoso ou acústico, mas de preferência será luminoso.
- ✘ A introdução do betume no misturador deve fazer-se através de um injector devidamente calibrado à temperatura especificada para o betume e com possibilidade de regulação do débito.
- ✘ A dosagem do filler poderá ser ajustada no alimentador, depois de se ter calibrado a velocidade deste em relação aos débitos.
- ✘ Uma vez ajustada a central para a composição especificada, o controle de produção far-se-á sobre o peso das massas.

Ambos os tipos de centrais deverão estar equipados com um sistema de despoeiramento que garanta um nível de emissão inferior ao limite máximo estipulado na legislação em vigor, aconselhando-se a utilização de um sistema por via seca.

As centrais estarão dotadas de um sistema que memorize as fórmulas a produzir. Terão um sistema de aquisição de dados de fabrico ou possibilitar a ligação a um sistema exterior que execute as mesmas funções. Os dados armazenados permitem apreciar a qualidade média do produto fabricado.

18.2.4.3. Processo de produção

O fornecimento de materiais constituintes deve assegurar a manutenção dos níveis de produção e de entrega planeados, sem prejuízo da conformidade do produto.

Para o pré-doseamento dos diversos materiais agregados que entrem na composição da mistura, com excepção do filer, deve 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 não se circunscreve só às centrais de produção contínua, aplicando-se também às de produção descontinua.

- ✘ Antes de entrar no misturador, os agregados devem ser secos e aquecidos, de modo a que o teor em água não exceda 0,5%.
- ✘ A temperatura dos agregados antes da mistura destes com o betume deve ser compatível com a temperatura da mistura, definida no estudo de formulação.
- ✘ O betume deve ser aquecido lenta e uniformemente, até à temperatura da mistura definida no estudo.
- ✘ Não deverão ser aplicadas em obra, as misturas que imediatamente após o fabrico, apresentem temperaturas superiores aos valores definidos nos respectivos estudos. Em tal caso, serão conduzidas, de imediato, a vazadouro e não serão consideradas para efeitos de medição.
- ✘ As misturas deverão ser fabricadas e transportadas por forma a que tenha lugar o seu rápido espalhamento. A sua temperatura nesta fase deverá estar compreendida na gama de valores definida no estudo e, se tal não vier a suceder mesmo que imediatamente após a actuação da pavimentadora, constituirá motivo para rejeição, devendo ser imediatamente removidas antes do seu total arrefecimento e conduzidas a vazadouro, não sendo, obviamente, consideradas para efeitos de medição.

18.2.4.4. Controlo de qualidade e tolerâncias na produção

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 - Controlo de Qualidade.

As tolerâncias admitidas - em percentagem absoluta - em relação à fórmula de composição da mistura aprovada (**composição determinada por estudo laboratorial**), cumprindo o especificado no capítulo 14.03.02 deste Caderno de Encargos, são as indicadas no Quadro 15.03.2b, consoante a máxima dimensão (D) do agregado.

Quadro 15.03.2b- Tolerância na produção

Peneiros	Unidade	Amostras individuais Tolerância sobre a fórmula da mistura	
		D < 16 mm	D ≥ 16 mm

1,4 D	%	-2	-2
D	%	-8 +5	-9 +5
Peneiro característico intermédio e extra opcional entre D e 2mm	%	± 7	± 9
2 mm	%	± 6	± 7
Peneiro característico intermédio e extra opcional entre 2 e 0,063 mm	%	± 4	± 5
0,063 mm	%	± 2	± 3
Percentagem em ligante	%	± 0,3	± 0,3

18.2.5. ARMAZENAMENTO

Os locais de armazenamento deverão ser previamente aprovados pela Fiscalização e ter uma pendente de forma a evitar acumulação de água.

Os silos, zonas de armazenamento e tanques deverão estar devidamente identificados através da sua etiquetagem.

Antes do início do processo de produção e durante o período de execução dos trabalhos, é obrigatório o armazenamento dos materiais necessários à produção estimada de 15 dias.

18.2.5.1. Armazenamento do agregado e do fíler

Diferentes tipos de materiais e granulometrias devem ser transportados e armazenados de forma a evitar a mistura, a contaminação e a deterioração, que poderão afectar a qualidade e a conformidade do produto. Assim, os agregados deverão ser arrumados em estaleiro, de modo a que não possam misturar-se as fracções granulométricas distintas e espalhados por camadas de espessura não superior a 0,5 m a fim de se minimizar a segregação. A sua recolha deverá ser feita por desmonte frontal e, no caso dos agregados terem sido depositados sobre o terreno natural, não será permitida de modo algum a utilização dos 15 cm inferiores.

Os materiais finos (0-4 ou areia) devem estar obrigatoriamente cobertos.

O fíler armazenado na central betuminosa deverá satisfazer as prescrições deste Caderno de Encargos e das Clausulas Técnicas Especiais, se aplicável, salvo outras condições particulares que sejam aprovadas de comum acordo entre Fiscalização e o Adjudicatário.

18.2.5.1.1. Lotes de Materiais

Um lote corresponde a cada fornecimento devidamente caracterizado e acompanhado pelas respectivas fichas de produto e de controlo em fábrica.

O adjudicatário não está autorizado a manter o fornecimento da central betuminosa se a quantidade de fíler armazenada em estaleiro for inferior a 3 dias de produção, a menos que

apenas faltem 3 dias para a produção ficar completa, ou caso existam condições especiais em que a Fiscalização dispense este requisito.

18.2.5.1.2. Armazenamento

O fíler de recuperação e o fíler comercial deverão ser armazenados em separado e em silos que os mantenham secos.

18.2.5.1.3. Colocação em obra

O fíler deve ser misturado mecanicamente com o agregado mineral, antes da adição do betume.

Cada tipo de fíler deve ser pesado numa cinta de pesagem ou com outro sistema de pesagem aprovado, com um totalizador de peso, antes de entrar no aparelho de mistura mecânica. Este aparelho deve ser um tipo de misturadora de argamassa (“pugmill type”) com pelo menos dois eixos motorizados com pás misturadoras.

No caso de ser utilizada uma composição de fíler recuperado e de fíler comercial deverá existir um sistema que permita o controlo das proporções de cada tipo de fíler adicionado à mistura.

O adjudicatário deve diariamente apresentar à Fiscalização documentação que comprove que foi incorporada na mistura betuminosa a quantidade prevista de fíler (com a decomposição por tipos, se aplicável).

18.2.5.2. Armazenamento do ligante

As cisternas para o armazenamento do ligante betuminoso serão devidamente isoladas termicamente e terão uma capacidade que permita assegurar de forma contínua um dia de funcionamento.

Disporão um sistema de aquecimento que não provoque a queima do ligante betuminoso.

Quando numa mesma obra forem utilizados mais do que um tipo de ligante betuminoso, cada um disporá de cisterna própria, devidamente identificada para evitar misturas prejudiciais.

Quando o ligante for um betume modificado a cisterna terá de estar equipada com um sistema de agitação adequado que garanta a homogeneidade.

No caso do betume modificado com alta percentagem de borracha, o seu armazenamento não deverá exceder 10 horas, a uma temperatura superior a 160 ° C, e nunca excedendo 195 ° C, em permanente agitação, de forma a garantir a homogeneidade do ligante. Em casos excepcionais devidamente justificados, poder-se-á armazená-lo por períodos superiores, devendo neste caso, o ligante ser mantido a uma temperatura nominal de 130 ° C. Uma vez terminado o período de armazenamento, o ligante a ser utilizado na mistura betuminosa deverá ser homogeneizado e novamente aquecido, lenta e uniformemente, até atingir a temperatura de fornecimento.

O aquecimento e circulação será efectuado por tubagens isoladas e válvulas de controle e segurança.

O fluxo do ligante betuminoso será assegurado por dispositivo próprio com o respectivo medidor de caudais.

O operador deverá ter a possibilidade de verificar na cabine de controlo a temperatura.

18.2.5.3. Armazenamento do granulado de borracha

O granulado de borracha deve ser transportado em cisternas ou sacos prefabricados com material impermeável, de modo a evitar a entrada de água.

Os sacos devem ser armazenados em locais secos, protegidos da chuva e da luz solar.

A borracha deve fluir livremente

18.2.5.4. Armazenamento de misturas betuminosas

O armazenamento das misturas betuminosas será efectuado de forma a limitar o mais possível a segregação.

O armazenamento será efectuado em silos com isolamento térmico.

Nos silos cuja capacidade seja superior a 100 ton. deverão dispor de um isolamento térmico adequado e deverão ter o cone e as bocas de descarga aquecidos.

Nestes silos é desejável que seja impedida a circulação de ar. No sistema de transporte contínuo deverá existir um dispositivo anti-segregação.

18.2.6. TRANSPORTE

18.2.6.1. Equipamento

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 recepção com altura tal que não haja qualquer contacto com a tremonha da pavimentadora;
- ✘ Toldo plastificado capaz de evitar o arrefecimento das misturas.

18.2.6.2. Condicionamentos do transporte

A mistura será transportada em viaturas basculantes de caixa aberta com fundo liso e perfeitamente limpo, devendo ser sempre cobertas com uma lona que tape toda a caixa da viatura.

18.2.7. ESPALHAMENTO

18.2.7.1. Equipamento

O equipamento de espalhamento deverá ser constituído por pavimentadoras de rastos (preferencialmente) com mesas flutuantes de extensão hidráulica ou fixas, capazes de repartir uniformemente as misturas betuminosas.

As pavimentadoras serão compostas por:

- ✘ Tractor motriz
- ✘ Mesa pré-compactadora
- ✘ Sistema automático de nivelamento progressive

O motor terá potência suficiente para garantir o bom funcionamento de todos os órgãos da máquina.

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

A alimentação far-se-á sobre uma tremonha dimensionada de forma a permitir a descarga do camião. Deverá conter um mínimo de material a fim de garantir a presença constante na frente da mesa.

A ligação entre o tractor e a mesa que apoia sobre o material a colocar, é feita por duas longarinas articuladas.

A altura das articulações das longarinas, de comando individual, poder-se-á fazer manualmente ou através de um sistema de nivelamento automático.

A fixação das longarinas deverá permitir a regulação do ângulo de incidência, isto é, possibilitar a modificação das espessuras de material a colocar.

O material é transportado para a parte traseira da máquina e aí, através de senfins, é distribuído de uma forma uniforme. Quando forem montadas extensões mecânicas, estas deverão ser acompanhadas das extensões dos respectivos senfins.

Estará dotada de um sistema que garanta a alimentação constante em toda a largura de trabalho, de tal forma que haja sempre material a cobrir completamente os senfins de distribuição.

A mesa vibradora será do tipo fixo ou extensível e capaz de produzir de forma homogénea a toda a largura de espalhamento, um grau de compactação mínimo de 90% quando referido ao ensaio Marshall. A compactação será garantida por sistemas de apiloamento (“tamper”) e/ou vibração para adaptação às condições de espalhamento mais adequadas ao tipo de mistura.

As mesas deverão estar munidas de cofragens laterais para garantir um bom acabamento e uma adequada compactação dos bordos da camada.

Terão obrigatoriamente um sistema automático de nivelamento progressivo, para perfis longitudinais e/ou transversais, constituído por sensores e por pêndulo.

Ao aplicar-se uma camada betuminosa sobre outra, a largura da mesa será fixada de modo a que as juntas longitudinais das duas camadas não coincidam no mesmo plano vertical, devendo as mesmas estarem desfasadas pelo menos 0,15 metros. Do mesmo modo, as juntas transversais deverão estar desfasadas pelo menos 5,0 metros.

Quando haja necessidade de efectuar remates em zonas não acessíveis à mesa espalhadora, a mistura betuminosa poderá ser espalhada manualmente, utilizando-se para o efeito, pás e rodos previamente aquecidos.

Não serão autorizadas mesas trabalhando em paralelo, sempre que as mesmas apresentem mobilidades diferentes.

18.2.7.2. Particularidades do processo de espalhamento

O espalhamento não deve ser precedido da aplicação manual de misturas betuminosas, correntemente designado por ensaibramento.

O espalhamento da mistura betuminosa deverá aguardar a rotura da emulsão aplicada em rega de colagem.

O espalhamento deverá ser feito de maneira contínua e executado com tempo seco e com a temperatura ambiente nunca inferior a 10 °C.

No caso de rampas acentuadas com extensão significativa o espalhamento deve realizar-se, preferencialmente, no sentido ascendente.

Com excepção da camada de desgaste, o espalhamento poderá prosseguir sob chuveiro ou chuva fraca, sob condição de já se ter verificado a rotura da rega de colagem entretanto feita; porém, esta rega deverá ser imediatamente interrompida até que cesse a precipitação.

O nivelamento das camadas de misturas betuminosas deverá ser garantido a partir da utilização dos seguintes sistemas:

- ✘ fio cotado apoiado em estacas com afastamento máximo de 6,25 metros para a primeira camada aplicada sobre materiais granulares;
- ✘ fio cotado satisfazendo ao acima referido ou régua com comprimento mínimo de 15 metros na aplicação de uma primeira camada de reforço sobre um pavimento existente - régua com 7 metros no caso de estrada da rede secundária;

- ✘ régua com comprimento mínimo de 15 metros (7 metros na rede secundária) na aplicação da segunda camada e seguintes, à excepção da camada de desgaste em IP's e IC's;
- ✘ sistema manual de nivelamento com espessura constante na execução da camada de desgaste em IP's e IC's ou na aplicação de camadas finas em todo o tipo de estradas.

O fio a utilizar será unifilar, de 2 mm de diâmetro, comprimento inferior a 200 m e com uma tensão na ordem dos 80 kg. O fio deverá ser compatível com as condições de apoio, de modo a evitar ressaltos dos sensores.

As réguas de nivelamento de comprimento igual ou superior a 15 m são constituídas por três corpos: um corpo apoiado em rodas que desliza no pavimento já executado; um caixilho central de ligação à pavimentadora. Nele está montado o sensor. Um terceiro corpo colocado na frente da máquina, o qual apoia no suporte da camada a colocar. A diferença entre a leitura frontal e a traseira é a espessura a colocar.

Poderão ser utilizados outros sistemas de nivelamento, tais como ultra sons, lazer, etc. desde que previamente aprovados pela Fiscalização.

Sempre que as características da pavimentadora não permitam a execução da camada em toda a largura da faixa de rodagem deverão ser utilizadas duas pavimentadoras em paralelo. Neste caso recorrer-se-á aos sistemas de nivelamento acima referidos, complementando a segunda pavimentadora com o apoio sobre a camada já executada.

Em AE's e IP's é aconselhável o uso de um alimentador a fim de garantir a alimentação em contínuo, evitando juntas e perdas de temperatura.

Cuidados a ter no início dos trabalhos de espalhamento:

- ✘ O percurso deverá estar limpo de quaisquer obstáculos.
- ✘ O material não poderá transbordar da tremonha da máquina.
- ✘ Na troca de camiões, a tremonha não deverá ficar completamente vazia, excepto quando houver paragens muito prolongadas.
- ✘ Verificar se todos os componentes do nivelamento estão em perfeitas condições de funcionamento.
- ✘ Verificar se os suportes dos sensores estão convenientemente apertados.
- ✘ Verificar se os sensores estão montados fora da influência do "tamper" e se estão a responder rapidamente às modificações de regulação.
- ✘ Verificar se o fio de apoio dos sensores está convenientemente tensionado e com apoios suficientes para impedir a formação de flecha.

- ✘ Verificar a precisão da mira, quando se utiliza o laser.
- ✘ O arranque da máquina far-se-á após execução de junta transversal e o apoio da mesa sobre calços de madeira.
- ✘ No final do trabalho a máquina deverá ficar completamente vazia, retirada do local e convenientemente limpa.
- ✘ Quando a largura da mesa é aumentada com o acoplamento de extensões mecânicas, deverá ser assegurada a sua rigidez, através da montagem de tirantes.
- ✘ Deverá ser assegurado o seu perfeito alinhamento, por forma a não criar vincos.
- ✘ Sempre que se montem extensões mecânicas estas deverão ser acompanhadas das respectivas extensões de senfins e deflectores.

18.2.8. COMPACTAÇÃO

18.2.8.1. Equipamento

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

- ✘ Rolo de rasto liso
- ✘ Pneus
- ✘ Combinados

Os cilindros disporão de sistema de rega adequado, e os cilindros de pneus serão equipados com "saías de protecção", tendo por objectivo a manutenção de um ambiente quente sob o cilindro, evitando ou reduzindo as variações térmicas.

18.2.8.2. Particularidades do processo de compactação

- ✘ As operações de compactação devem ser iniciadas assim que os cilindros possam circular sem deixarem deformações exageradas na mistura (quando a mistura atingir a temperatura referida nos boletins de fornecimento de betumes e correspondentes a viscosidades de 280 ± 30 cSt) e devem ser efectuadas enquanto a temperatura no material betuminoso é superior à temperatura mínima de compactação recomendada para cada tipo de betume e definidas no estudo de formulação;
- ✘ O cilindramento deve ser efectuado até terem desaparecido as marcas dos rolos da superfície da camada e se ter atingido uma porosidade que se situe dentro dos intervalos indicados no Quadro 15.03.2g.
- ✘ Quando os valores da baridade do dia variarem $\pm 0,05$ t/m³ em relação à baridade do estudo de composição este terá que ser respeitado, caso contrário deverá ser efectuada uma reavaliação da validade do estudo de formulação em vigor;

- ✘ A superfície acabada deve ficar bem desempenada, com perfis longitudinal e transversal correctos e livres de depressões, alteamentos e vincos;
- ✘ O trem de compactação será definido no trecho experimental;
- ✘ A velocidade dos cilindros deverá ser contínua e regular para não provocar desagregação das misturas;
- ✘ Os cilindros vibradores devem dispor de dispositivos automáticos de corte da vibração, um certo tempo antes de chegar ao ponto de mudança de direcção, início e fim do troço;
- ✘ Alguns dispositivos existentes no pavimento, tais como caixas de visita, etc., podem ficar danificados pela passagem dos rolos vibradores. Nestes casos é usual desligar a vibração 0,50 m antes desses dispositivos e empregar nestes locais rolos estáticos ou mesmo compactação manual;
- ✘ Nos troços construídos em sobreelevações, a compactação deve ser iniciada da berma mais baixa, devendo-se reduzir a velocidade e a frequência de vibração do cilindro vibrador, quando utilizado;
- ✘ Os cilindros só deverão proceder a mudanças de direcção quando se encontrem em áreas já cilindradas com, pelo menos, duas passagens;
- ✘ Nas zonas com declive significativo, o cilindramento deve ser preferencialmente realizado de baixo para cima e dos bordos para o centro;
- ✘ Deverá ser dada especial atenção à compactação das juntas;
- ✘ Para espessuras superiores a 0,13 m, será necessário recorrer a pavimentadoras com alto poder de compactação; de qualquer modo, o equipamento a utilizar na densificação da camada, deverá ser suficiente para se garantir as características fixadas neste Caderno de Encargos;
- ✘ O trânsito nunca deverá ser estabelecido sobre a mistura betuminosa nas 2 horas posteriores ao fim do cilindramento, devendo, no entanto, aquele prazo ser aumentado sempre que tal for possível. Se tal não for viável, a velocidade dos veículos deverá ser limitada a 40 km/h.

As camadas de base, ligação e regularização não poderão permanecer sujeitas ao tráfego de obra durante um tempo significativo de modo a evitar-se a introdução de danos significativos nas características mecânicas do material e o comprometimento da sua capacidade estrutural, por excesso de solicitação (sobrecargas). Assim, deverá o Adjudicatário promover as medidas adequadas para minimizar o tráfego de obra sobre aquelas camadas, que terão de ser cobertas tão cedo quanto for possível

18.2.9. JUNTAS DE TRABALHO

É obrigatória a execução de juntas de trabalho transversais entre os troços executados em dias consecutivos e, no caso de se proceder à aplicação por meias-faixas, de juntas longitudinais, umas e outras de modo a assegurar a ligação perfeita das secções executadas em ocasiões diferentes.

As juntas de trabalho (longitudinais e transversais) serão executadas por serragem da camada já terminada, para que o seu bordo fique vertical. O seu corte deve ser realizado preferencialmente com recurso a meios mecânicos, como por exemplo, uma serra de disco diamantado.

Os topos, já cortados, do troço executado anteriormente, deverão ser limpos e pintados levemente com emulsão do tipo das indicadas em 14.03.0 -4, iniciando-se depois o espalhamento das misturas betuminosas do novo troço. Igualmente deverão ser pintadas com emulsão todas as superfícies de contacto da mistura com caixas de visita, lancis, etc..

Quando se execute uma sequência de várias camadas, deverá haver a preocupação de desfasar as juntas de trabalho, no caso das juntas transversais deverá ser no mínimo de 5,0 metros e nas longitudinais no mínimo de 0,15 metros.

A execução de juntas longitudinais a frio deverão ser evitadas, pelo menos na camada de desgaste e no caso de terem que ser criadas deverá haver a preocupação destas não coincidirem com a zona de circulação dos veículos, mas sim com as zonas de pintura.

18.2.10. EQUIPAMENTOS

O Adjudicatário deverá dispor e manter em boas condições de serviço o equipamento apropriado para o trabalho, o qual será previamente submetido à apreciação da Fiscalização com entrega de documentos comprovativos da última revisão.

O equipamento deverá, quando for caso disso, ser montado no local previamente aceite pela Fiscalização com a suficiente antecipação sobre o início da obra, de modo a permitir uma cuidadosa inspecção, 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 objectivo, aquando da apresentação do estudo de composição, o Adjudicatário fornecerá à Fiscalização um "dossier" técnico, que incluirá uma descrição tão detalhada quanto possível de:

- ✧ Localização da área de implantação da central e respectivo “lay-out” e planos de armazenamento de agregados e fíleres;

- ✘ 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 e justificação;
- ✘ Dimensionamento dos meios humanos, com indicação dos responsáveis técnicos pelas unidades de fabrico e de transporte, espalhamento e compactação.

Em obras em que a medição das quantidades é feita em peso, a Fiscalização poderá impor a instalação de balanças com características apropriadas para a pesagem das viaturas de transporte das misturas betuminosas, junto da central de fabrico, não tendo o Adjudicatário direito a qualquer pagamento pela eventual implementação da referida medida, a menos que no projecto esteja contemplada a instalação de tais dispositivos, a coberto de rubricas orçamentais específicas.

18.3. CAMADA DE BASE

O Quadro 15.03.2c especifica as condições de execução da camada de base.

São abrangidos os diferentes tipos de mistura, cujas características satisfazem ao estipulado em 14.03.2.1 e cujos processos de produção, transporte, espalhamento e compactação obedecem ao indicado em 15.03.2.2.

Deverão ainda obedecer ao estipulado em 15.03.2.7- Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas.

Quadro 15.03.2c: Execução da camada de base

Camada de base			
Procedimentos	Tipo de mistura		
	AC 32 base (MB)	AC 20 base (MB)	AC20 base (MBAM)
	rubrica 14.03.2.1.1	rubrica 14.03.2.1.2	rubrica 14.03.2.1.3
Produção, transporte, espalhamento e compactação	O processo de produção, transporte, espalhamento e compactação devem obedecer ao estipulado em 15.03.2.2.		
Estudo (a)	Determina-se em laboratório a granulometria da mistura de agregados, composta a partir da combinação das fracções que irão ser utilizadas no fabrico da mistura. A curva granulométrica assim obtida deve situar-se dentro do fuso granulométrico definido no Quadro 14.03.2b, para a mistura em causa. O relatório deverá indicar a percentagem de cada uma das fracções dos agregados - denominada fórmula da mistura - e incluirá os	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.1 para a mistura em causa.	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.1 para a mistura em causa.

Camada de base			
Procedimentos	Tipo de mistura		
	AC 32 base (MB)	AC 20 base (MB)	AC20 base (MBAM)
	rubrica 14.03.2.1.1	rubrica 14.03.2.1.2	rubrica 14.03.2.1.3
	boletins relativos aos ensaios, quando aplicáveis, mencionados em 15.03.2.2-1. A percentagem de betume a incorporar na mistura será seleccionada através dos resultados obtidos no trecho experimental, de modo a obter-se uma porosidade, situada entre 4 e 8%.		
Transposição para a central	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-2.		
Execução do trecho experimental	Para além dos procedimentos referidos em 15.03.2.2-3, dever-se-á ter em conta o seguinte: Aplicam-se três misturas betuminosas, com percentagens de betume diferentes: ■ uma com 4,2 %; ■ duas com incrementos de + 0,2 ou 0,3 %, em relação ao valor mínimo (4,2%) A compactação das duas misturas, será feita de modo a subdividir cada subtrecho, em duas zonas bem localizadas, onde se varia o processo de compactação, com o controlo do número de passagens dos cilindros, da temperatura das misturas, da ordem de intervenção dos cilindros, da frequência e amplitude da energia de compactação, etc. Serão colhidas amostras de cada uma das misturas testadas para elaboração dos seguintes ensaios: - determinação da percentagem de betume; - análises granulométricas das misturas dos agregados, projectando-se as curvas no fuso das tolerâncias determinado para a curva obtida na transposição para a central; - determinação da baridade máxima teórica, através do picnómetro de vácuo. No dia seguinte, após a mistura arrefecida proceder-se-á a uma campanha de carotagem para extracção de provetes tendo por objectivo principal a determinação das baridades e porosidades de cada subtrecho. De acordo com os resultados obtidos para cada uma das misturas ensaiadas, a selecção da percentagem de betume e da energia de compactação será feita, de modo a que se obtenha um valor de porosidade da mistura aplicada, situada entre 4 e 8%.	Especificações mencionadas em 15.3.2.2-3.	Especificações mencionadas em 15.3.2.2-3.
Particularidades do processo construtivo	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,10 e 0,15 m. O nivelamento desta camada deverá, em princípio, ser realizado através de um sistema de guiamento electrónico apoiado num fio com fixação de 5 em 5 m.(b)	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,05 e 0,09 m. O nivelamento desta camada deverá, em	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,07 e 0,12 m. O nivelamento desta camada deverá, em

Camada de base			
Procedimentos	Tipo de mistura		
	AC 32 base (MB)	AC 20 base (MB)	AC20 base (MBAM)
	rubrica 14.03.2.1.1	rubrica 14.03.2.1.2	rubrica 14.03.2.1.3
		princípio, ser realizado através de um sistema de guiamento electrónico apoiado num fio com fixação de 5 em 5 m.(b)	princípio, ser realizado através de um sistema de guiamento electrónico apoiado num fio com fixação de 5 em 5 m.(b)
(a) Os estudos devem ser apresentados pelo Adjudicatário com uma antecedência mínima de 30 dias, antes do início previsível dos trabalhos. (b) Em estradas de traçado antigo em que a utilização deste sistema leve à colocação de espessuras exageradas recorrer-se-à utilização de réguas de comprimento mínimo de 7,0 m.			

18.4. CAMADA DE LIGAÇÃO

O Quadro 15.03.2d especifica as condições de execução da camada de ligação.

São abrangidos os diferentes tipos de mistura, cujas características satisfazem ao estipulado em 14.03.2.2 e cujos processos de produção, transporte, espalhamento e compactação obedecem ao indicado em 15.03.2.2.

Deverão ainda obedecer ao estipulado em 15.03.2.7- Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas.

Quadro 15.03.2d: Execução da camada de ligação

Camada de Ligação					
Procedimentos	Tipo de mistura				
	AC 20 bin (MB)	AC 20 bin (MBD)	AC16 bin (MBAM)	AC14 bin (BB)	AC14 bin (AB)
	rubrica 14.03.2.2.1	rubrica 14.03.2.2.2	rubrica 14.03.2.2.3	rubrica 14.03.2.2.4	rubrica 14.03.2.2.5
Produção, transporte, espalhamento e compactação	O processo de produção, transporte, espalhamento e compactação devem obedecer ao estipulado em 15.03.2.2.				
Estudo (a)	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.2 para a mistura em causa.				
Transposição para a central	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-2.				
Execução do trecho experimental	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-3.	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-3.	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-3.	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-3.	
Particularidades do processo construtivo	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,05 e 0,09 m. Dever-se-á observar para esta camada os mesmos procedimentos de nivelamento	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,05 e 0,09 m.	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,06 e 0,09 m. O nivelamento destas camadas deverá, em princípio, ser realizado através	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,04 e 0,06 m.	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. Não deverá ter uma espessura superior a 0,03 m. Também não deverá permitir-se a circulação de veículos automóveis e em particular de velocípedes, antes que a temperatura

Camada de Ligação					
Procedimentos	Tipo de mistura				
	AC 20 bin (MB)	AC 20 bin (MBD)	AC16 bin (MBAM)	AC14 bin (BB)	AC14 bin (AB)
	rubrica 14.03.2.2.1	rubrica 14.03.2.2.2	rubrica 14.03.2.2.3	rubrica 14.03.2.2.4	rubrica 14.03.2.2.5
	indicados para o AC32.		de um sistema de guiamento electrónico apoiado num fio com fixação de 5 em 5 m.(b)		baixe dos 50 °C. Deverá mesmo evitar-se a circulação de peões enquanto a temperatura se mantiver superior a 80 °C.(c)
(a) Os estudos devem ser apresentados pelo Adjudicatário com uma antecedência mínima de 30 dias, antes do início previsível dos trabalhos. (b) Em estradas de traçado antigo em que a utilização deste sistema leve à colocação de espessuras exageradas recorrer-se-á à utilização de réguas de comprimento mínimo de 7,0 m. (c) No caso de surgirem esporadicamente na mistura espalhada, agregados com dimensão superior a 10 mm ou elementos estranhos acidentais, deverão estes ser pronta e manualmente removidos (antes da compactação), procedendo-se de imediato às necessárias correcções com o auxílio de rodos apropriados.					

18.5. CAMADA DE REGULARIZAÇÃO

O Quadro 15.03.2e especifica as condições de execução da camada de regularização.

São abrangidos os diferentes tipos de mistura, cujas características satisfazem ao estipulado em 14.03.2.3 e cujos processos de produção, transporte, espalhamento e compactação obedecem ao indicado em 15.03.2.2.

Deverão ainda obedecer ao estipulado em 15.03.2.7- Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas.

Quadro 15.03.2e: Execução da camada de regularização

Camada de regularização				
Procedimentos	Tipo de mistura			
	AC 20 reg (MB)	AC 20 reg (MBD)	AC14 reg (BB)	AC4 reg (AB)
	rubrica 14.03.2.3.1	rubrica 14.03.2.3.2	rubrica 14.03.2.3.3	rubrica 14.03.2.3.4
Produção, transporte, espalhamento e compactação	O processo de produção, transporte, espalhamento e compactação devem obedecer ao estipulado em 15.03.2.2.			
Estudo (a)	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados na rubrica 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas na rubrica 14.03.2.3.			
Transposição para a central	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-2.			
Execução do trecho experimental	Especificações mencionadas em 15.3.2.2-3.			—
Particularidades do processo construtivo	—	—	—	Não deverá permitir-se a circulação de veículos automóveis e em particular de velocípedes, antes que a temperatura baixe dos 50 °C - deverá mesmo evitar-se a circulação de peões enquanto a temperatura se

				manter superior a 80 °C.(b)
(a) Os estudos devem ser apresentados pelo Adjudicatário com uma antecedência mínima de 30 dias, antes do início previsível dos trabalhos. (b)No caso de surgirem esporadicamente na mistura espalhada, agregados com dimensão superior a 10 mm ou elementos estranhos acidentais, deverão estes ser pronta e manualmente removidos (antes da compactação), procedendo-se de imediato às necessárias correções com o auxílio de rodos apropriados.				

18.6. CAMADA DE DESGASTE

O Quadro 15.03.2f especifica as condições de execução da camada de desgaste.

São abrangidos os diferentes tipos de mistura, cujas características satisfazem ao estipulado em 14.03.2.4 e cujos processos de produção, transporte, espalhamento e compactação obedecem ao indicado em 15.03.2.2.

Deverão ainda obedecer ao estipulado em 15.03.2.7- Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas.

Quadro 15.03.2f: Execução da camada de desgaste

Camada de desgaste			
Procedimentos	Tipo de mistura		
	AC 14 surf (BB)	PA 12,5 (BBd)	AC10 surf (mBBr)
	Rubrica 14.03.2.4.1	Rubrica 14.03.2.4.2	rubrica 14.03.2.4.3
Produção, transporte, espalhamento e compactação	O processo de produção, transporte, espalhamento e compactação devem obedecer ao estipulado em 15.03.2.1		
Estudo (a)	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.4 para a mistura em causa.	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.4, para a mistura em causa.	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.4, para a mistura em causa.
Transposição para a central	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-2.		
Execução do trecho experimental	Especificações mencionadas em 15.3.2.2-3.	Para além dos procedimentos referidos em 15.03.2.2-3, dever-se-á ter em conta o seguinte: Aplicam-se três misturas betuminosas, com percentagens de betume diferentes: ■ uma com 4,0 %; ■ duas com incrementos de + 0,2 ou 0,3 %, em relação ao valor mínimo (4,0%) De acordo com os resultados obtidos para cada uma das misturas ensaiadas, a selecção da percentagem de betume e da energia de compactação será feita, de modo a que se obtenha um valor da porosidade e da resistência conservada da mistura aplicada, definidos em 14.03.2.4 para a mistura em causa. Os valores da permeabilidade à água, medida com o permeâmetro LCS deverão estar	Para além dos procedimentos referidos em 15.03.2.2-3, dever-se-á ter em conta o seguinte: Aplicam-se três misturas betuminosas, com percentagens de betume diferentes: ■ uma com 5,0 %; ■ duas com incrementos de + 0,2 ou 0,3 %, em relação ao valor mínimo (5,0%) De acordo com os resultados obtidos para cada uma das misturas ensaiadas, a selecção da percentagem de betume e da energia de compactação será feita, de modo a que se obtenha um valor da porosidade e da resistência conservada da mistura aplicada, definidos em 14.03.2.4 para a mistura em causa. Caso se verifique que ambas as percentagens de betume utilizadas

Camada de desgaste			
Procedimentos	Tipo de mistura		
	AC 14 surf (BB)	PA 12,5 (BBd)	AC10 surf (mBBr)
	Rubrica 14.03.2.4.1	Rubrica 14.03.2.4.2	rubrica 14.03.2.4.3
		compreendidos entre 10 e 30 segundos. Caso se verifique que ambas as percentagens de betume utilizadas verificam as especificações definidas em 14.03.2.4 para a mistura em causa, será adoptada a menor.	verificam as especificações definidas em 14.03.2.4 para a mistura em causa, será adoptada a menor.
Particularidades do processo construtivo	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,04 e 0,06 m.	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,04 e 0,05 m. O nivelamento deve ser efectuado com sistema manual, com espessura constante. Após as operações de limpeza, far-se-á a aplicação de uma rega de colagem que será em emulsão betuminosa mencionada em 14.03.0-4, aplicada a uma taxa de betume residual de 350 a 400 g/m ² . O fabrico deste tipo de misturas betuminosas deverá ser efectuado de preferência numa central de tipo descontínua, ou do tipo contínuo desde que com controlo ponderal da dosagem de finos em báscula individual e com a capacidade necessária de dosificação da fracção mais fina, com um rendimento tal que assegure um abastecimento contínuo das misturas às pavimentadoras. A temperatura de fabrico destas misturas deverá ser mais elevada, da ordem de 160 a 180°C (cerca de 20 °C superior à das misturas tradicionais), em virtude da elevada viscosidade do betume modificado. No entanto, a temperatura não deverá exceder os 190°C, de modo a evitar a degradação do próprio polímero e a oxidação do betume, pelo que deverão ser tomadas as precauções necessárias. O tempo de transporte das misturas betuminosas deverá ser o menor possível, de modo a evitar a segregação do material, o escorrimento do betume modificado e o arrefecimento da mistura. O número de camiões deverá ser tal que assegure também um abastecimento contínuo das misturas às pavimentadoras. Os camiões deverão ser obrigatoriamente cobertos, pois em virtude de a mistura ser de granulometria descontínua a perda de temperatura é superior à das misturas convencionais. O espalhamento das misturas deverá ser efectuado por duas pavimentadoras de grande largura em paralelo, capazes de estender as misturas betuminosas em perfeitas	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,025 e 0,035 m. O nivelamento deve ser efectuado com sistema manual, com espessura constante. Após as operações de limpeza, far-se-á a aplicação de uma rega de colagem que será em emulsão betuminosa mencionada em 14.03.0-4, aplicada a uma taxa de betume residual de 350 a 400 g/m ² . O fabrico deste tipo de misturas betuminosas deverá ser efectuado de preferência numa central de tipo descontínua, ou do tipo contínuo desde que com controlo ponderal da dosagem de finos em báscula individual e com a capacidade necessária de dosificação da fracção mais fina, com um rendimento tal que assegure um abastecimento contínuo das misturas às pavimentadoras. A temperatura de fabrico destas misturas deverá ser mais elevada, da ordem de 160 a 180°C (cerca de 20 °C superior à das misturas tradicionais), em virtude da elevada viscosidade do betume modificado. No entanto, a temperatura não deverá exceder os 190°C, de modo a evitar a degradação do próprio polímero e a oxidação do betume, pelo que deverão ser tomadas as precauções necessárias. O tempo de transporte das misturas betuminosas deverá ser o menor possível, de modo a evitar a segregação do material, o escorrimento do betume modificado e o arrefecimento da mistura. O número de camiões deverá ser tal que assegure também um abastecimento contínuo das misturas às pavimentadoras. Os camiões deverão ser obrigatoriamente cobertos, pois em virtude de a mistura ser de granulometria descontínua a perda de temperatura é superior à das misturas convencionais. O espalhamento das misturas deverá ser efectuado por duas pavimentadoras de grande largura em paralelo, capazes de estender as misturas betuminosas em perfeitas

Camada de desgaste			
Procedimentos	Tipo de mistura		
	AC 14 surf (BB)	PA 12,5 (BBd)	AC10 surf (mBBr)
	Rubrica 14.03.2.4.1	Rubrica 14.03.2.4.2	rubrica 14.03.2.4.3
		<p>condições e de forma a abranger a largura da faixa de rodagem. A temperatura de compactação deste tipo de material, com betume modificado, será da ordem de 140 °C a 160 °C. Esta operação não poderá ser efectuada para temperaturas do ar inferior a 10 °C, tempo chuvoso ou velocidades do vento excessivas (superiores a 30 km/h).</p> <p>O equipamento de compactação deve ser constituído por cilindros de rasto liso estáticos, de 10 a 12 tf, molhados de modo a evitar a aderência do ligante betuminoso aos rolos. Geralmente, são necessárias poucas passagens de cilindros, não sendo permitida a utilização de cilindros de pneus. Nas zonas onde a inclinação transversal é nula, deverá ser executada anhuragem na camada de regularização, com sulcos espaçados de 2 em 2 metros, com uma espessura de 1 cm e profundidade variável (média de 4 cm). Estes sulcos ficarão localizados em um e outro lado em relação ao ponto zero da inclinação transversal, numa extensão de 25 metros para cada lado. Nas zonas onde a inclinação longitudinal for superior a 4% deverão ser colocados drenos do tipo Asphadrain 60x16 ou equivalente, de 100 em 100 metros, ao longo da descida; e, ainda, junto aos viadutos e às passagens inferiores.</p>	<p>condições e de forma a abranger a largura da faixa de rodagem. A temperatura de compactação deste tipo de material, com betume modificado, será da ordem de 140 °C a 160 °C. Esta operação não poderá ser efectuada para temperaturas do ar inferior a 10 °C, tempo chuvoso ou velocidades do vento excessivas (superiores a 30 km/h).</p> <p>O equipamento de compactação deve ser constituído por cilindros de rasto liso estáticos, de 10 a 12 tf, molhados de modo a evitar a aderência do ligante betuminoso aos rolos. Geralmente, são necessárias poucas passagens de cilindros, não sendo permitida a utilização de cilindros de pneus.</p>

Continuação do Quadro 15.03.2f: Execução da camada de desgaste

Camada de desgaste		
Procedimentos	Tipo de mistura	
	AC14 surf (BBr)	AC 14 surf (BB) com incrustação de agregados duros
	rubrica 14.03.2.4.4	rubrica 14.03.2.4.5
Produção, transporte, espalhamento e compactação	O processo de produção, transporte, espalhamento e compactação devem obedecer ao estipulado em 15.03.2.1	
Estudo (a)	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.4 para a mistura em causa.	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.4 para a mistura em causa.
Transposição para a central	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-2.	
Execução do trecho experimental	Especificações mencionadas em 15.3.2.2-3.	Especificações mencionadas em 15.3.2.2-3.

Camada de desgaste		
Procedimentos	Tipo de mistura	
	AC14 surf (BBr)	AC 14 surf (BB) com incrustação de agregados duros
	rubrica 14.03.2.4.4	rubrica 14.03.2.4.5
Particularidades do processo construtivo	<p>A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,04 e 0,06 m.</p>	<p>A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,05 e 0,06 m.</p> <p>A incrustação com recurso a agregados de fracção granulométrica 10/14 mm, no betão betuminoso aplicado em camada de desgaste, deverá cumprir as seguintes disposições:</p> <p>Os agregados serão secos a menos de 0,5% de teor em água residual e pré-envolvidos, em central adequada para fabrico de betão betuminoso, de acordo com o definido em 14.03.2.4.5;</p> <p>Os agregados pré-envolvidos serão transportados por viaturas obrigatoriamente cobertas, só podendo ser espalhados e iniciado o processo de compactação desde que a temperatura do betão betuminoso onde vão ser incrustados se mantiver acima dos 135 °C para betumes 50/70 e 140 °C para betumes 35/50;</p> <p>O espalhamento será tão uniforme quanto possível, sem no entanto se recobrir completamente o betão betuminoso, e deverá ser executado imediatamente depois do espalhamento daquela mistura, antes de se iniciar a operação de compactação. O espalhamento poderá ser efectuado por dois tipos de gravilhadora: as que circulam sobre o betão betuminoso e as que circulam apoiadas de um e outro lado da faixa pavimentada. Devem apresentar, ainda, uma fraca altura de queda dos agregados e uma velocidade de avanço suficientemente baixa, compatível com a da pavimentadora;</p> <p>A operação de compactação do conjunto "agregado / betão betuminoso" deve ser realizada tão rapidamente quanto possível, e iniciando-se com recurso a cilindros de rasto liso de 8 a 12 t, seguindo-se o processo de compactação da mistura como habitualmente;</p> <p>Nos pavimentos ladeados com lancis deverá garantir-se uma largura junto aos bordos superior a 0,15 m sem agregados incrustados, de forma a facilitar a drenagem da água superficial para o sistema de drenagem;</p> <p>O mesmo se aconselha para as zonas limítrofes das faixas de rodagem aonde se localizarão as pinturas correspondentes à sinalização horizontal;</p> <p>Deverá garantir-se o espalhamento dos agregados nas zonas das juntas longitudinais e transversais em tempo útil para poderem ser correctamente incrustadas;</p> <p>Antes da entrada em serviço do pavimento, deverá proceder-se a uma operação de limpeza dos agregados soltos com recurso a vassouras mecânicas apropriadas ou a camiões-aspiradores.</p>

Continuação do Quadro 15.03.2f: Execução da camada de desgaste

Camada de desgaste		
Procedimentos	Tipo de mistura	
	MBA-BBA	MBR-BBA
	rubrica 14.03.2.4.6	rubrica 14.03.2.4.7
Produção, transporte,		

Camada de desgaste		
Procedimentos	Tipo de mistura	
	MBA-BBA	MBR-BBA
	rubrica 14.03.2.4.6	rubrica 14.03.2.4.7
espalhamento e compactação	Estas misturas devem ser fabricadas em centrais descontínuas devendo a temperatura de fabrico estar compreendida entre 175 ° C e 190 °c. Nas demais disposições de fabrico serão respeitadas as especificações deste Caderno de Encargos. O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.4 para a mistura em causa. O estudo de formulação da mistura deve incluir o estudo de formulação do betume modificado com borracha, tendo em conta o betume base e o granulado de borracha a utilizar. Deste estudo devem constar (incluindo os respectivos boletins de ensaio): a) Características do betume base a modificar e respectiva origem; b) Características físicas do granulado de borracha e respectiva origem; c) Quantidade do granulado de borracha a adicionar ao betume base; d) Tempo e temperatura de reacção e fornecimento com indicação dos valores máximo e mínimo admissíveis; e) Temperatura a respeitar durante a adição da borracha ao betume base, com indicação dos valores máximo e mínimo admissíveis; f) Propriedades físicas do betume modificado: Viscosidade, Penetração e Temperatura de anel e bola; g) Deverá ser apresentada a correlação entre a viscosidade Brookfield e Haeke, caso esta última venha a ser utilizada em obra para caracterização da viscosidade; h) Temperatura de compactação.	
Transposição para a central	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-2.	
Execução do trecho experimental	O estudo de composição culmina com a execução de um trecho experimental, de acordo com as especificações mencionadas em 15.3.2.2-3, devendo ser testadas, no máximo, duas misturas distintas, de acordo com os resultados do estudo. Após a realização do trecho experimental onde, após retiradas as devidas conclusões, será definida a composição final da mistura a utilizar em obra, que deverá ser igualmente submetida à aprovação da Fiscalização.	
Particularidades do processo construtivo	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,025 e 0,04 m. De forma a garantir uma boa aderência para este tipo de mistura betuminosa a rega de colagem deve ser executada com emulsão betuminosa a partir de betume modificado convencional, devendo garantir-se, como mínimo, cerca de 400 a 500 g/m2 de betume modificado residual A mistura betuminosa deve ser colocada e acabada através de pavimentadoras de grande largura, trabalhando simultaneamente em paralelo, para que seja abrangida toda a faixa de rodagem, sem necessidade de execução de juntas longitudinais de construção. De modo a conseguir, tanto quanto possível, uma operação contínua, a velocidade da pavimentadora deve ser coordenada com a produção da central de fabrico. Se a pavimentadora estiver parada mais que 15 minutos, ou se existir um intervalo de 15 minutos ou mais entre o fim da descarga de um camião e o início da descarga de outro, a pavimentadora deverá ser afastada do tapete para permitir que os cilindros compactadores compactem essa área. Uma junta de construção transversal deve ser realizada com uma metodologia aprovada pela Fiscalização. O adjudicatário obriga-se a dimensionar os meios de transporte da mistura de modo a garantir que exista sempre um camião cheio com mistura em espera junto à pavimentadora. O sistema de nivelamento a utilizar no espalhamento desta mistura betuminosa deverá ser o da espalhadora com a mesa trancada para	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,03 e 0,06 m. De forma a garantir uma boa aderência para este tipo de mistura betuminosa a rega de colagem deve ser executada com emulsão betuminosa a partir de betume modificado convencional, devendo garantir-se, como mínimo, cerca de 400 a 500 g/m2 de betume modificado residual. A mistura betuminosa deve ser colocada e acabada através de pavimentadoras de grande largura, trabalhando simultaneamente em paralelo, para que seja abrangida toda a faixa de rodagem, sem necessidade de execução de juntas longitudinais de construção. De modo a conseguir, tanto quanto possível, uma operação contínua, a velocidade da pavimentadora deve ser coordenada com a produção da central de fabrico. Se a pavimentadora estiver parada mais que 15 minutos, ou se existir um intervalo de 15 minutos ou mais entre o fim da descarga de um camião e o início da descarga de outro, a pavimentadora deverá ser afastada do tapete para permitir que os cilindros compactadores compactem essa área. Uma junta de construção transversal deve ser realizada com uma metodologia aprovada pela Fiscalização. O adjudicatário obriga-se a dimensionar os meios de transporte da mistura de modo a garantir que exista sempre um camião cheio com mistura em espera junto à pavimentadora. O sistema de nivelamento a utilizar no espalhamento desta mistura betuminosa deverá ser o da espalhadora com a mesa trancada para

Camada de desgaste		
Procedimentos	Tipo de mistura	
	MBA-BBA	MBR-BBA
	rubrica 14.03.2.4.6	rubrica 14.03.2.4.7
	uma espessura que permita a obtenção da espessura de projecto após compactação. O transporte da mistura desde a central de fabrico até à colocação em obra deverá ser feito com recurso a camiões com meios de cobertura de modo a permitirem que a mistura esteja sempre coberta até à descarga na pavimentadora.	uma espessura que permita a obtenção da espessura de projecto após compactação. O transporte da mistura desde a central de fabrico até à colocação em obra deverá ser feito com recurso a camiões com meios de cobertura de modo a permitirem que a mistura esteja sempre coberta até à descarga na pavimentadora.
Particularidades do processo construtivo	<p>O Adjudicatário deverá utilizar, no mínimo, um cilindro de rasto liso estático e dois de rasto liso vibradores, em função da largura do espalhamento, de forma a cobrir a largura total da pavimentadora. No caso de serem utilizadas duas espalhadoras em paralelo, o número mínimo de cilindros será de quatro unidades. Se a produção de mistura betuminosa exceder as 160 ton por hora, deve existir um compactador estático adicional. Os compactadores devem ter um peso entre 8 e 10 ton.</p> <p>Os compactadores devem ter propulsão autónoma e devem ser operados com a roda de tracção em posição anterior. Todos os compactadores devem estar equipados com pás e sistema de humedecimento para impedir a aderência da mistura betuminosa aos cilindros de compactação.</p> <p>O 1.º conjunto de compactadores deve ser mantido atrás da pavimentadora, a não mais de 30 m desta, devendo compactar a mistura na gama de temperaturas definida no estudo de formulação. O segundo conjunto de compactadores - utilizado com o objectivo de retirar "vincos" - deve seguir o mais perto possível do 1.º conjunto. Deverão ser efectuadas as passagens necessárias, de acordo com o definido no estudo de formulação, antes da mistura atingir o valor mínimo especificado naquele estudo. Se a temperatura ambiente for inferior a 15.ºC, a distância acima indicada deve ser diminuída para 15 m e existir mais um compactador vibratório. De qualquer modo, se a temperatura ambiente for inferior ou igual a 10ºC os trabalhos devem ser imediatamente suspensos.</p>	<p>O Adjudicatário deverá utilizar, no mínimo, um cilindro de rasto liso estático e dois de rasto liso vibradores, em função da largura do espalhamento, de forma a cobrir a largura total da pavimentadora. No caso de serem utilizadas duas espalhadoras em paralelo, o número mínimo de cilindros será de quatro unidades. Se a produção de mistura betuminosa exceder as 160 ton por hora, deve existir um compactador estático adicional. Os compactadores devem ter um peso entre 8 a 10 ton.</p> <p>Os compactadores devem ter propulsão autónoma e devem ser operados com a roda de tracção em posição anterior. Devem estar equipados com pás e sistema de humedecimento para impedir a aderência da mistura betuminosa aos cilindros de compactação.</p> <p>O 1.º conjunto de compactadores deve ser mantido atrás da pavimentadora, a não mais de 30 m desta, devendo compactar a mistura na gama de temperaturas definida no estudo de formulação. O segundo conjunto de compactadores - utilizado com o objectivo de retirar "vincos" - deve seguir o mais perto possível do 1.º conjunto. Deverão ser efectuadas as passagens necessárias, de acordo com o definido no estudo de formulação, antes da mistura atingir o valor mínimo especificado naquele estudo. Se a temperatura ambiente for inferior a 15.ºC, a distância acima indicada deve ser diminuída para 15 m e existir mais um compactador vibratório. De qualquer modo, se a temperatura ambiente for inferior ou igual a 10ºC os trabalhos devem ser imediatamente suspensos.</p>
(a) Os estudos devem ser apresentados pelo Adjudicatário com uma antecedência mínima de 30 dias, antes do início previsível dos trabalhos.		
Produção, transporte, espalhamento e compactação	rubrica 14.03.2.4.8	rubrica 14.03.2.4.9
	O processo de produção, transporte, espalhamento e compactação devem obedecer ao estipulado em 15.03.2.1.	
Estudo (a)	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.4 para a mistura em causa.	
Transposição para a central	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-2.	
Execução do trecho experimental	<p>O estudo de composição culmina com a execução de um trecho experimental, de acordo com as especificações mencionadas em 15.3.2.2-3, devendo ser testadas no mínimo três misturas distintas, de acordo com os resultados do estudo. Aplicam-se três misturas betuminosas, com percentagens de betume diferentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ uma com 5,0 %; ■ duas com incrementos de + 0,2 ou 0,3 %, em relação ao valor mínimo (5,0%). <p>De acordo com os resultados obtidos para cada uma das misturas ensaiadas, a selecção da percentagem de betume e da energia de compactação será feita, de modo a que se obtenha o valor da porosidade, da resistência</p>	<p>O estudo de composição culmina com a execução de um trecho experimental, de acordo com as especificações mencionadas em 15.3.2.2-3, devendo ser testadas no mínimo três misturas distintas, de acordo com os resultados do estudo. Aplicam-se três misturas betuminosas, com percentagens de betume diferentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ uma com 4,0 %; ■ duas com incrementos de + 0,2 ou 0,3 %, em relação ao valor mínimo (4,0%). <p>De acordo com os resultados obtidos para cada uma das misturas ensaiadas, a selecção da percentagem de betume e da energia de compactação será feita, de modo a que se obtenha os valores da porosidade e da resistência</p>

Camada de desgaste		
Procedimentos	Tipo de mistura	
	MBA-BBA	MBR-BBA
	rubrica 14.03.2.4.6	rubrica 14.03.2.4.7
	<p>conservada e do cântabro húmido definidos em 14.03.2.4 para a mistura em causa.</p> <p>Caso se verifique que duas das percentagens de betume utilizadas verificam as especificações definidas em 14.03.2.4 para a mistura em causa, será adoptada a menor.</p> <p>Após a realização do trecho experimental onde, após retiradas as devidas conclusões, será definida a composição final da mistura a utilizar em obra, que deverá ser igualmente submetida à aprovação da Fiscalização.</p>	<p>conservada definidos em 14.03.2.4 para a mistura em causa.</p> <p>Caso se verifique que duas das percentagens de betume utilizadas verificam as especificações definidas em 14.03.2.4 para a mistura em causa, será adoptada a menor.</p> <p>Após a realização do trecho experimental onde, após retiradas as devidas conclusões, será definida a composição final da mistura a utilizar em obra, que deverá ser igualmente submetida à aprovação da Fiscalização.</p>

Continuação do Quadro 15.03.2f: Execução da camada de desgaste

Camada de desgaste		
Procedimentos	Tipo de mistura	
	MBA-BBA	MBR-BBA
	rubrica 14.03.2.4.8	Rubrica 14.03.2.4.9
Particularidades do processo construtivo	<p>A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,03 e 0,04 m.</p> <p>De forma a garantir uma boa aderência para este tipo de mistura betuminosa a rega de colagem deve ser executada com emulsão betuminosa a partir de betume modificado convencional, devendo garantir-se, como mínimo, cerca de 400 a 500 g/m² de betume modificado residual</p> <p>A mistura betuminosa deve ser colocada e acabada através de pavimentadoras de grande largura, trabalhando simultaneamente em paralelo, para que seja abrangida toda a faixa de rodagem, sem necessidade de execução de juntas longitudinais de construção.</p> <p>De modo a conseguir, tanto quanto possível, uma operação contínua, a velocidade da pavimentadora deve ser coordenada com a produção da central de fabrico. Se a pavimentadora estiver parada mais que 15 minutos, ou se existir um intervalo de 15 minutos ou mais entre o fim da descarga de um camião e o início da descarga de outro, a pavimentadora deverá ser afastada do tapete para permitir que os cilindros compactadores compactem essa área. Uma junta de construção transversal deve ser realizada com uma metodologia aprovada pela Fiscalização. O adjudicatário obriga-se a dimensionar os meios de transporte da mistura de modo a garantir que exista sempre um camião cheio com mistura em espera junto à pavimentadora.</p> <p>O sistema de nivelamento a utilizar no espalhamento desta mistura betuminosa deverá ser o da espalhadora com a mesa trancada para uma espessura que permita a obtenção da espessura de projecto após compactação.</p> <p>O transporte da mistura desde a central de fabrico até à colocação em obra deverá ser feito com recurso a camiões com meios de cobertura de modo a permitirem que a mistura esteja sempre coberta até à descarga na pavimentadora. O Adjudicatário deverá utilizar, no mínimo, um cilindro de rasto liso estático e dois de rasto liso vibradores, em função da largura do espalhamento, de forma a cobrir a largura total da pavimentadora. No caso de serem utilizadas duas espalhadoras em paralelo, o número mínimo</p>	<p>A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,03 e 0,04 m.</p> <p>De forma a garantir uma boa aderência para este tipo de mistura betuminosa a rega de colagem deve ser executada com emulsão betuminosa a partir de betume modificado convencional, devendo garantir-se, como mínimo, cerca de 400 a 500 g/m² de betume modificado residual</p> <p>A mistura betuminosa deve ser colocada e acabada através de pavimentadoras de grande largura, trabalhando simultaneamente em paralelo, para que seja abrangida toda a faixa de rodagem, sem necessidade de execução de juntas longitudinais de construção.</p> <p>De modo a conseguir, tanto quanto possível, uma operação contínua, a velocidade da pavimentadora deve ser coordenada com a produção da central de fabrico. Se a pavimentadora estiver parada mais que 15 minutos, ou se existir um intervalo de 15 minutos ou mais entre o fim da descarga de um camião e o início da descarga de outro, a pavimentadora deverá ser afastada do tapete para permitir que os cilindros compactadores compactem essa área. Uma junta de construção transversal deve ser realizada com uma metodologia aprovada pela Fiscalização. O adjudicatário obriga-se a dimensionar os meios de transporte da mistura de modo a garantir que exista sempre um camião cheio com mistura em espera junto à pavimentadora.</p> <p>O sistema de nivelamento a utilizar no espalhamento desta mistura betuminosa deverá ser o da espalhadora com a mesa trancada para uma espessura que permita a obtenção da espessura de projecto após compactação.</p> <p>O transporte da mistura desde a central de fabrico até à colocação em obra deverá ser feito com recurso a camiões com meios de cobertura de modo a permitirem que a mistura esteja sempre coberta até à descarga na pavimentadora. O Adjudicatário deverá utilizar, no mínimo, um cilindro de rasto liso estático e dois de rasto liso vibradores, em função da largura do espalhamento, de forma a cobrir a largura total da pavimentadora. No caso de serem utilizadas duas espalhadoras em paralelo, o número mínimo</p>

Camada de desgaste		
Procedimentos	Tipo de mistura	
	MBA-BBA	MBR-BBA
	rubrica 14.03.2.4.8	Rubrica 14.03.2.4.9
	<p>de cilindros será de quatro unidades. Se a produção de mistura betuminosa exceder as 160 ton por hora, deve existir um compactador estático adicional. Os compactadores devem ter um peso entre 8 e 10 ton.</p> <p>Os compactadores devem ter propulsão autónoma e devem ser operados com a roda de tracção em posição anterior. Todos os compactadores devem estar equipados com pás e sistema de humedecimento para impedir a aderência da mistura betuminosa aos cilindros de compactação. Este tipo de mistura tem uma maior aderência que as misturas convencionais.</p> <p>O 1.º conjunto de compactadores deve ser mantido atrás da pavimentadora, a não mais de 30 m desta, devendo compactar a mistura na gama de temperaturas definida no estudo de formulação. O segundo conjunto de compactadores - utilizado com o objectivo de retirar "vincos" - deve seguir o mais perto possível do 1.º conjunto. A compactação será muito difícil se a temperatura da mistura for inferior a 120 °C. Assim, a temperatura de compactação será da ordem dos 135 a 160 °C, com a compactação principal a terminar até se alcançarem os 130 °C, alcançarem os 115 °C.</p>	<p>de cilindros será de quatro unidades. Se a produção de mistura betuminosa exceder as 160 ton por hora, deve existir um compactador estático adicional. Os compactadores devem ter um peso entre 8 e 10 ton.</p> <p>Os compactadores devem ter propulsão autónoma e devem ser operados com a roda de tracção em posição anterior. Todos os compactadores devem estar equipados com pás e sistema de humedecimento para impedir a aderência da mistura betuminosa aos cilindros de compactação. Este tipo de mistura tem uma maior aderência que as misturas convencionais.</p> <p>O 1.º conjunto de compactadores deve ser mantido atrás da pavimentadora, a não mais de 30 m desta, devendo compactar a mistura na gama de temperaturas definida no estudo de formulação. O segundo conjunto de compactadores - utilizado com o objectivo de retirar "vincos" - deve seguir o mais perto possível do 1.º conjunto. A compactação será muito difícil se a temperatura da mistura for inferior a 120 °C. Assim, a temperatura de compactação será da ordem dos 135 a 160 °C, com a compactação principal a terminar até se alcançarem os 130 °C, devendo a compactação de superfície terminar até se alcançarem os 115 °C.</p>
Particularidades do processo construtivo	<p>Em caso algum, mesmo durante o fabrico, a temperatura da mistura poderá exceder os 180 °C. Se a temperatura ambiente for inferior a 15.°C, a distância acima indicada deve ser diminuída para 15 m e existir mais um compactador vibratório. De qualquer modo, se a temperatura ambiente ou da camada inferior for menor ou igual a 10°C os trabalhos devem ser imediatamente suspensos pois a mistura arrefecerá muito rapidamente e será muito difícil a sua colocação em obra.</p> <p>Caso se utilizem solventes na determinação da quantidade de betume, o valor que se obtém corresponderá ao betume e ao extracto solúvel de borracha, mais a parte fina do pó de borracha que pode passar através do papel de filtro ou do peneiro de extracção. Por este motivo a quantidade efectiva de betume será ligeiramente inferior ao valor obtido no ensaio.</p> <p>Caso se utilize o método da combustão a quantiddae de betume efectiva deverá ser análoga ao valor obtido no ensaio.</p> <p>Por este motivo será necessário efectuar uma calibração prévia do procedimento adoptado, incorporando ao betume, em laboratório, uma quantidade conhecida de borracha. A posterior extracção do betume ou recuperação de agregados com o procedimento que se utilizará no controlo de qualidade permitirá determinar o coeficiente de calibração. Este coeficiente deverá ser comprovado em amassaduras de prova.</p>	<p>Em caso algum, mesmo durante o fabrico, a temperatura da mistura poderá exceder os 180 °C. Se a temperatura ambiente for inferior a 15.°C, a distância acima indicada deve ser diminuída para 15 m e existir mais um compactador vibratório. De qualquer modo, se a temperatura ambiente ou da camada inferior for menor ou igual a 10°C os trabalhos devem ser imediatamente suspensos pois a mistura arrefecerá muito rapidamente e será muito difícil a sua colocação em obra.</p> <p>Caso se utilizem solventes na determinação da quantidade de betume, o valor que se obtém corresponderá ao betume e ao extracto solúvel de borracha, mais a parte fina do pó de borracha que pode passar através do papel de filtro ou do peneiro de extracção. Por este motivo a quantidade efectiva de betume será ligeiramente inferior ao valor obtido no ensaio.</p> <p>Caso se utilize o método da combustão a quantiddae de betume efectiva deverá ser análoga ao valor obtido no ensaio.</p> <p>Por este motivo será necessário efectuar uma calibração prévia do procedimento adoptado, incorporando ao betume, em laboratório, uma quantidade conhecida de borracha. A posterior extracção do betume ou recuperação de agregados com o procedimento que se utilizará no controlo de qualidade permitirá determinar o coeficiente de calibração. Este coeficiente deverá ser comprovado em amassaduras de prova.</p>

18.7. ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO PARA UNIDADES TERMINADAS

Todos os ensaios definidos no presente item constituem encargo do Adjudicatário à semelhança dos ensaios especificados em 14.00 - CONTROLO DE QUALIDADE.

A verificação da conformidade da unidade terminada será efectuada por lotes, segundo a definição apresentada no início do presente capítulo.

Em cada lote serão extraídos tarolos (carotes) em pontos aleatoriamente seleccionados, em número não inferior a cinco (5) em que serão determinados a porosidade e a espessura, a aderência, entre outros, segundo o especificado nos parágrafos seguintes.

A regularidade superficial de cada lote será controlada 24 horas após a execução da camada e sempre previamente à execução da camada seguinte, de acordo com o especificado em 1.4 do presente item.

As camadas de desgaste terão uma segunda fase de verificação de conformidade após a conclusão dos trabalhos e antes da recepção provisória da obra, designada por “Caracterização Final do Pavimento” (ver item 2). Só após a verificação da conformidade no final desta fase se poderá proceder à aceitação da camada de desgaste. Os ensaios a efectuar nesta fase serão:

- ✘ Avaliação da irregularidade longitudinal superficial com determinação do IRI em toda a extensão da obra e antes da abertura ao tráfego, segundo o procedimento referido em 1.4.
- ✘ Avaliação da macrotextura superficial, segundo o procedimento referido em 1.6;
- ✘ Avaliação do coeficiente de atrito, segundo o procedimento mencionado em 1.7;
- ✘ Avaliação da capacidade estrutural do pavimento construído, segundo o procedimento mencionado em 2.4.

Nos itens seguintes serão apresentados os parâmetros e respectivos valores que deverão ser verificados e cumpridos para a aceitação de um lote de uma determinada camada constituída por uma mistura betuminosa a quente. No caso dos parâmetros IRI, rugosidade e coeficiente de atrito da camada de desgaste, a sua avaliação poderá realizar-se-á apenas após a conclusão da camada de desgaste em toda a extensão da obra, no âmbito da Caracterização Final do Pavimento.

Não obstante o presente caderno de encargos definir critérios de aceitação/rejeição que, para determinadas condições, pressupõe a aceitação de camadas associadas a penalizações financeiras, é sempre prerrogativa do dono de obra rejeitar essa camada desde que a mesma não verifique os requisitos de conformidade definidos.

18.7.1. VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE POR LOTE NO DECORRER DA OBRA

18.7.1.1. Características Gerais da Mistura

Os resultados obtidos com a análise granulométrica dos agregados e para a percentagem de ligante devem obedecer às tolerâncias definidas em 15.03.2.2-4.4. As restantes características devem obedecer ao definido em 14.03.2 e 15.03.2.

18.7.1.2. Espessura das camadas

As camadas de regularização, dado terem espessura variável não são abrangidas pelas especificações apresentadas no presente item.

Requisitos de conformidade

A **espessura média de cada camada** não deverá ser inferior ao especificado em projecto e não mais de dois provetes em cada lote poderão apresentar valores individuais de espessura que sejam inferiores ao especificado em mais de 10 %.

Critérios de aceitação/rejeição

Se as espessuras médias avaliadas para cada lote ou fracção de lote (neste último caso a definir pela Fiscalização), por medição em tarolos, não cumprirem o especificado em projecto poderá proceder-se da seguinte forma:

Camadas de base

Se a espessura média de um lote ou fracção de lote for inferior a 80 % do valor de projecto, o lote ou fracção será rejeitado e executada uma nova camada por conta do Adjudicatário;

Se a espessura média for superior a 80 % do valor especificado em projecto e não existam problemas de acumulação de água, a espessura deficitária será compensada na camada seguinte, a custos do adjudicatário.

Camadas de ligação

Se a espessura média de um lote ou fracção de lote for inferior a 90 % do valor de projecto, o lote ou fracção será rejeitado cabendo ao Adjudicatário, por sua conta, retirar a camada por fresagem e executar uma nova camada. Caso não hajam problemas de gabarit ou de sobrecarga de estruturas poderá também pôr-se a hipótese de executar nova camada sobre a camada rejeitada;

Se a espessura média for superior a 90 % do valor especificado em projecto e não existam problemas de acumulação de água, a camada será aceite com uma penalização económica que resultará da aplicação da expressão [1]:

$$\text{valor da penalização} = \left[P_{\text{unit}} - \left(P_{\text{unit}} \times \frac{e_{\text{real}}}{e_{\text{proj}}} \right) + (P_{\text{unit}} \times 0,20) \right] \times A \quad [1]$$

em que:

P_{unit} \equiv preço unitário da camada;

e_{real} \equiv espessura medida em obra;

e_{proj} \equiv espessura preconizada em projecto;

A \equiv área do lote ou da fracção do lote não conforme

Camadas de desgaste

Se a espessura média for superior a 92 % do valor especificado em projecto e não existam problemas de acumulação de água, a camada será aceite com uma penalização económica que resultará da aplicação da expressão [1];

Se a espessura média de um lote ou fracção de lote for inferior a 92 % do valor de projecto, o lote ou fracção será rejeitado cabendo ao Adjudicatário, por sua conta, retirar a camada por fresagem e executar uma nova camada. Caso não hajam problemas de gabarit ou de sobrecarga de estruturas poderá também pôr-se a hipótese de executar nova camada sobre a camada rejeitada;

Para além do controlo da espessura de cada camada betuminosa deverá ser efectuado o controlo da espessura total de misturas betuminosas.

Requisitos de conformidade

A **espessura total de misturas betuminosas** será igual à preconizada em projecto e não mais de dois provetes em cada lote poderão apresentar valores individuais de espessura inferiores à espessura preconizada em projecto.

Critérios de aceitação/rejeição

Se a espessura média total de misturas betuminosas num determinado lote ou fracção for inferior ao especificado em projecto poderá proceder-se da seguinte forma:

- ✘ Se a espessura média de um lote for superior ou igual a 95 % da espessura preconizada em projecto, a fracção do lote não conforme (área a definir pela Fiscalização) poderá ser aceite mediante a aplicação de uma penalização equivalente a 20 % do preço unitário da camada de desgaste;

- ✘ Se a espessura média de um lote for inferior a 95 % da espessura preconizada em projecto, fracção do lote não conforme (área a definir pela Fiscalização) caberá ao Adjudicatário apresentar para aprovação da Fiscalização uma proposta para resolução da não conformidade.

A espessura total de misturas betuminosas será avaliada aquando da extracção de tarolos para avaliação da espessura da camada de desgaste. Por esta razão aqueles tarolos deverão intersectar todas as camadas de misturas betuminosas e não, apenas, a camada de desgaste.

18.7.1.3. Porosidade

Requisitos de conformidade

Para a aprovação de cada lote terão de ser cumpridos os critérios apresentados no Quadro 15.03.2g relativos à porosidade.

Quadro 15.03.2g - Requisitos para os valores de porosidade

Requisitos / Propriedades	Unid .	Utilização						
		AC32 (MB)	AC20 (MB) AC20bin (MB) AC20bin (MBD) AC20reg (MB) AC20reg (MBD) AC10surf (mBBR) AC14surf (BBR) AC4 (AB). MBR-BBA MBR-BBM	AC20 (MBAM)	AC16bin (MBAM)	AC14bin (BB) AC14reg (BB) AC14surf (BB)	PA12,5 (BBd)	MBA - BBA MBA-BBM
Especificidades de utilização		Calculada com base na baridade máxima teórica determinada pelo método do picnómetro de vácuo para a percentagem óptima de betume, ou pelo método geométrico, de acordo com o especificado em 14.03.2.						
Porosidade média de um lote	%	4 - 8	3 - 8	2 - 8	2 - 7	3 - 7	22 - 32	12 - 20
Porosidade individual de cada tarolo	%	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 9	≤ 9	22 - 34	12 - 22

Crítérios de aceitação/rejeição

A porosidade média de cada lote terá que enquadrar-se no intervalo de valores especificados no Quadro 15.03.2g.

Acresce que não mais de um provete em cada lote poderá apresentar valor individual de porosidade desenquadrado com os limites estabelecidos para a porosidade média do lote e para a porosidade individual de cada tarolo. Se o valor médio da porosidade obtido para um lote ou fracção de lote diferir dos valores especificados poderá proceder-se da seguinte forma:

- ✘ Se a porosidade média diferir em menos de dois pontos percentuais relativamente aos limites superiores especificados (Quadro 15.03.2g), a camada será aceite

mediante a aplicação de uma penalização económica que resultará da aplicação da expressão:

$$\text{valor da penalização} = 0,20 \times P_{\text{unit}} \times A \quad [2]$$

em que:

P_{unit} \equiv preço unitário da camada;

$A \equiv$ área do lote ou da fracção do lote não conforme

- ✘ Se a porosidade média diferir em mais de dois pontos percentuais relativamente aos limites superiores estabelecidos, ou inferior aos valores mínimos estabelecidos, a camada será removida por fresagem e reposta por conta do Adjudicatário.

18.7.1.4. Regularidade superficial

18.7.1.4.1. Controlo topográfico

Requisitos de conformidade

Será efectuado o controlo topográfico face aos perfis transversais e longitudinal de projecto, de cada uma das camadas betuminosas efectuadas, de modo a controlar as cotas e a largura da camada executada.

No eixo e nos bordos dos perfis transversais serão dispostas marcas de referência niveladas ao milímetro em relação ao projecto, cujo afastamento não deve exceder metade da distância entre os perfis de projecto.

A superfície acabada deve ficar bem desempenada, com um perfil transversal correcto e livre de depressões, alteamentos e vincos, não podendo, em qualquer ponto, apresentar diferenças superiores a 0,015 m em relativamente aos perfis longitudinal e transversal estabelecidos.

As tolerâncias altimétricas não poderão em caso algum comprometer a espessura total da estrutura de pavimento.

A largura do pavimento será comprovada a cada 12,5 metros, não podendo em caso algum ser inferior à estabelecida no projecto.

18.7.1.4.2. Regularidade longitudinal e transversal

Requisitos de conformidade

A regularidade da camada deverá ser avaliada em pontos distanciados de 25 m por meio da utilização de uma régua fixa (caso da regularidade transversal) ou móvel (para a regularidade longitudinal) com 3 metros de comprimento. Os valores medidos por lote deverão cumprir os critérios de regularidade definidos no Quadro 15.03.2k.

Quadro 15.03.2k- Critérios de regularidade para camadas em misturas betuminosas quando não se proceda à determinação do IRI

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização	
		Camada de desgaste	1ª camada e seguintes subjacentes à camada de desgaste
Especificidades de utilização		Avaliação da irregularidade por meio de régua de 3 metros com um espaçamento de 25 m	
Irregularidades máximas	mm	≤ 4	≤ 8

Critérios de aceitação/rejeição

- ✘ As incorrecções verificadas nas camadas subjacentes à camada de desgaste deverão ser rectificadas com a execução das camadas que a antecedem;
- ✘ Caso não seja possível compensar nas camadas subsequentes, o Adjudicatário deverá propor uma solução para a rectificação da não conformidade, sendo no entanto sempre da sua inteira responsabilidade a verificação dos requisitos de conformidade relativamente à regularidade da camada de desgaste;

Nota: Caso o Adjudicatário assim o entenda poderá proceder à avaliação da irregularidade longitudinal de cada camada por medição em contínuo segundo o especificado em 2.1.

18.7.1.5. Aderência entre camadas

Não serão aceites os lotes em que os tarolos venham a revelar a não existência de colagem ou de uma colagem deficiente entre quaisquer duas camadas betuminosas, comprovada *in situ* pelo desprendimento de uma ou mais secções dos tarolos extraídos.

18.7.1.6. Macrotextura

Requisitos de conformidade

A superfície de qualquer camada em mistura betuminosa a quente deverá apresentar uma macrotextura homogénea, uniforme e isenta de segregações.

No decorrer da obra, a macrotextura poderá ser determinada pelo método volumétrico da mancha (anexo A da ISO 10844:1994) caso o adjudicatário entenda adequado proceder à aferição prévia dos valores de macrotextura que a camada de desgaste irá apresentar aquando da Caracterização Final do Pavimento, única determinação com função de aceitação/rejeição da

camada. O espaçamento recomendado entre cada ensaio será de 100 metros, ao longo da rodeira externa de cada lote e recorrendo à realização de ensaios de altura de areia (MTD) - método da mancha volumétrica. Os resultados assim obtidos deverão satisfazer os valores mínimos indicados no Quadro 15.03.2l.

Quadro 15.03.2l - Valores mínimos de macrotextura superficial a obter em fase de obra com o método volumétrico da mancha em camadas de desgastes

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização					
		AC10 surf (mBBr)	AC14surf f (BBr)	AC14surf (BB)	PA12,5 (BBd)	MBR-BBA MBR-BBM	MBA-BBA MBA-BBM
Especificidades de utilização		Determinação da profundidade de textura pelo método volumétrico da mancha (MTD)					
MTD - profundidade média de textura	mm	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 0,7	≥ 1,2	≥ 1,0	≥ 1,1

18.7.1.7. Coeficiente de atrito

Requisitos de conformidade

No decorrer da execução da camada o coeficiente de atrito poderá ser avaliado por meio da realização de ensaios a efectuar com o pêndulo britânico (EN 13036-4) caso o adjudicatário entenda adequado proceder à aferição prévia dos valores de coeficiente de atrito que a camada irá apresentar aquando da Caracterização Final do Pavimento, única determinação com função de aceitação/rejeição.

Recomenda-se que estes ensaios sejam realizados de 100 em 100 m, com um deslizador grande munido com borracha CEN e utilizando a Escala C. Os valores assim obtidos terão como única função a previsão do coeficiente de atrito pontual Nas condições expostas os resultados obtidos deverão satisfazer os valores mínimos indicados no Quadro 15.03.2m.

Quadro 15.03.2m - Valores de coeficiente de atrito pontual (Pendulum Test Value)

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização
Especificidades de utilização		Ensaio com o pêndulo britânico; Deslizador grande com borracha CEN; Escala C
Coeficiente de atrito pontual (Pendulum Test Value)	PTV	≥ 60

18.7.2. VERIFICAÇÃO DA CAMADA POR LOTE EM TODA A EXTENSÃO DA CAMADA DE DESGASTE APÓS A CONCLUSÃO DA OBRA - CARACTERIZAÇÃO FINAL DO PAVIMENTO

Para efeitos de Caracterização Final do Pavimento um lote corresponde a 500 m de extensão em cada uma das vias existentes. No que se refere aos ensaios efectuados em contínuo considerar-se-á como valor individual o valor correspondente à média num trecho de 100 metros.

A Caracterização Final do Pavimento será realizada em toda a extensão da obra após conclusão de todos os trabalhos no pavimento e antes da abertura ao tráfego. O respectivo relatório deverá ser entregue antes da recepção provisória da obra e dele deverá constar a identificação dos locais de ensaio, a descrição do equipamento utilizado na realização dos ensaios, a indicação da metodologia adoptada e os valores registados, relativamente aos seguintes parâmetros a avaliar:

1. Determinação do Índice de Irregularidade Internacional - IRI;
2. Macrotextura superficial;
3. Coeficiente de atrito;
4. Capacidade estrutural do pavimento construído.

Nota: A avaliação da capacidade estrutural só será efectuada para obras em que a estrutura de pavimentação seja construída na íntegra e em obras de beneficiação em que haja um reforço de misturas betuminosas superior a 0,10 metros.

Para todas as medições em contínuo deverão ser elaborados gráficos que ilustrem a variação do parâmetro em causa ao longo de toda a extensão ensaiada, para além dos cálculos necessários à avaliação por lote.

18.7.2.1. Índice de Irregularidade Longitudinal - IRI

A avaliação da irregularidade longitudinal da camada de desgaste deverá proceder-se, no final de todos os trabalhos de pavimentação, por medição em contínuo recorrendo a equipamentos munidos de sensores tipo *laser* (geralmente do tipo multifunção) que permitam o levantamento do perfil longitudinal da superfície e a obtenção do IRI (Índice de Irregularidade Internacional), ou a equipamentos tipo APL (Analyseur du Profil en Long). A medição da irregularidade longitudinal deverá ser efectuada ao longo da rodeira externa ou, preferencialmente ao longo das duas rodeiras de cada um dos lotes ensaiados.

Os valores de IRI são calculados por troços de 100 m e o valor médio obtido nas duas rodeiras por cada troço de 100 m será o representativo desse troço.

Nota: não se deverá confundir troço (100 metros) com lote. Por exemplo em cada lote de 500 metros de extensão existirão 5 ou 10 valores de IRI (consoante o ensaio seja efectuado ao longo de uma ou de duas rodeiras) correspondentes à média por troços de 100 metros.

Não deverão ser utilizados equipamentos que efectuem a medição da irregularidade com base na resposta da suspensão de um veículo (designados por equipamentos tipo “resposta”), atendendo às limitações que estes equipamentos apresentam. Considera-se, com efeito, desejável o fornecimento dos resultados em termos de perfil longitudinal da superfície segundo o alinhamento ensaiado, para além dos valores do IRI por troços de 100 m, de modo a poderem visualizar-se quaisquer deficiências pontuais existentes na superfície, facilitando a sua localização e tendo em vista a posterior correcção das mesmas quando se justifique.

Requisitos de conformidade

Na irregularidade longitudinal devem ser respeitados os valores admissíveis para o IRI (Índice de Irregularidade Internacional) definidos nos Quadros 15.03.2h ou 15.03.2i.

Quadro 15.03.2h- Valores admissíveis de IRI (m/km), calculados por troços de 100 metros

Requisito/Propriedade		Unidade	Utilização		
Especificidades de utilização			Percentagem da extensão do lote		
			50%	80%	100%
Valores admissíveis de IRI	Camada de desgaste	m/km	≤ 1,5	≤ 2,5	≤ 3,0
	1ª camada sob a camada de desgaste		≤ 2,5	≤ 3,5	≤ 4,5
	2ª camada e seguintes sob a camada de desgaste		≤ 3,5	≤ 5,0	≤ 6,5

Quadro 15.03.2i- Valores admissíveis de IRI (m/km) calculados por troços de 100 metros em pavimentos reabilitados com espessura de misturas betuminosas igual ou inferior a 0,10 m

Requisito/Propriedade		Unidade	Utilização		
Especificidades de utilização			Percentagem da extensão do lote		
			50%	80%	100%
Valores admissíveis de IRI	Camada de desgaste	m/km	≤ 2,0	≤ 3,0	≤ 3,5

Aos valores apresentados nos Quadros 15.03.2h e 15.03.2i aplica-se a classificação apresentada no Quadro 15.03.2j.

Quadro 15.03.2j - Classificação dos valores de IRI

Muito Bom	Excede largamente os parâmetros exigidos
Bom	Cumprir os parâmetros exigidos excepção feita à percentagem da extensão do traçado com valores inferiores a 3,0 e 3,5, que deverá ser superior ou igual a 95%
Razoável	Cumprir os parâmetros exigidos, excepção feita às percentagens de extensão do traçado com valores inferiores a 1,5 e 2,0 e 3,0 e 3,5, onde se admitem respectivamente as percentagens de 40 e 90
Medíocre	Não cumpre as exigências anteriores (razoável), mas apresenta valores de IRI de 1,5; 2,5 e 3,0 e 2,0, 3,0 e 3,5 em percentagens do traçado superiores a 15, 60 e 85, respectivamente
Mau	Não cumpre os parâmetros exigidos nas classificações anteriores

Do relatório final deverá constar a representação do perfil longitudinal da superfície, bem como os valores individuais de IRI (médias por trechos de 100 m), ao longo dos alinhamentos ensaiados.

Critérios de aceitação/rejeição

Se os resultados da avaliação da irregularidade superficial por cada lote ou fracção da camada terminada excederem os valores limites especificados deverá proceder-se do seguinte modo:

Para camadas de desgaste drenantes:

- ✘ O lote será removido e o material levado a vazadouro e será executada uma nova camada por conta do Adjudicatário.

Para os restantes casos de camadas de desgaste:

- ✘ Se os resultados obtidos excederem os limites estabelecidos nos Quadros 15.03.2h ou 15.03.2i para os valores de IRI em 10 %, esta poderá ser aceite mediante a aplicação de uma penalização calculada de acordo com a expressão [2];
- ✘ Se os resultados da irregularidade superficial da camada acabada excederem os limites estabelecidos nos Quadros 15.03.2h ou 15.03.2i para os valores de IRI em 10 %, a camada não conforme será removida, o material levado a vazadouro e executada por conta do Adjudicatário uma nova camada de mistura betuminosa.

18.7.2.2. Macrotextura

Será efectuada uma campanha para medição em contínuo da profundidade de textura da camada de desgaste, recorrendo a equipamentos tipo laser, quer se trate de equipamentos de operação manual ou de equipamentos multifunções, acoplados a um veículo. Esta avaliação será efectuada ao longo da rodeira externa de cada uma das vias construídas.

A macrotextura superficial deverá ser avaliada pela determinação da profundidade média do perfil - MPD (NP ISO 13473-1).

Requisitos de conformidade

Os resultados obtidos por lotes deverão cumprir as exigências especificadas no Quadro 15.03.2n.

Quadro 15.03.2n - Valores mínimos de profundidade média de textura superficial a obter por lote em camadas de desgaste por medição em contínuo

Requisitos/Propriedades	Unidad e	Utilização					
		AC10 surf (mBBR)	AC14surf (BBr)	AC14surf (BB)	PA12,5 (BBd)	MBR-BBA MBR-BBM	MBA-BBA MBA-BBM
Especificidades de utilização		Valores de MPD por trechos de 100 metros					
MPD - profundidade média do perfil	mm	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 0,63	≥ 1,25	≥ 1,0	≥ 1,13

Critérios de aceitação/rejeição

O valor médio do ensaio em cada lote não será inferior ao valor preconizado no Quadro 15.03.2n. Apenas um valor individual (valor médio por trechos de 100 metros) por lote poderá apresentar um resultado inferior em mais de 25 % àquele valor.

Se o valor médio por lote ou fracção for inferior ao valor especificado no Quadro 15.03.2n poderá proceder-se da seguinte forma:

- ✘ Se o valor médio for superior ou igual a 90 % do valor preconizado será aplicada uma penalização económica que será calculada de acordo com a expressão [2];
- ✘ Se o valor médio for inferior a 90 % do valor preconizado, o lote não conforme será removido por fresagem, levado a vazadouro e será executada nova camada na mistura betuminosa correspondente por conta do Adjudicatário.

18.7.2.3. Coeficiente de atrito

A medição do coeficiente de atrito será efectuada em contínuo, com piso molhado, ao longo da rodeira externa de cada uma das vias construídas.

Esta medição deverá ser efectuada a uma velocidade de 50 km/h recorrendo a equipamentos tipo *SCRIM* ou tipo *GRIP TESTER* que deverão ser munidos de sistema de rega automática, de forma a garantir uma película de água com 0,5 mm de espessura sobre a superfície ensaiada.

Admite-se a utilização de equipamentos distintos dos anteriormente referidos desde que o adjudicatário apresente correlações comprovadas entre os resultados obtidos com o equipamento utilizado e os equipamentos *SCRIM* ou *GRIP TESTER*. Nestas circunstâncias as condições de ensaio poderão ser também ajustadas ao respectivo equipamento desde que devidamente justificadas e fundamentadas.

Em alternativa e somente em casos particulares devidamente definidos e aceites pela Fiscalização, o coeficiente de atrito poderá ser avaliado através de ensaios para determinação do coeficiente de atrito pontual, a efectuar com o pêndulo britânico segundo as condições apresentadas em 1.7.

Requisitos de conformidade

Os valores obtidos deverão cumprir o especificado no Quadro 15.03.2o.

Quadro 15.03.2o - Valores para o coeficiente de atrito em contínuo

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização	
		Equipamento tipo <i>SCRIM</i> (BS 7941-1)	Equipamento tipo <i>GRIP TESTER</i> (BS 7941-2)
Especificidades de utilização		Valor médio por lote. Medição em contínuo a 50 km/h e com uma película de água com 0,5 mm de espessura	

Coeficiente de atrito à velocidade de 50 km/h	-	$\geq 0,50$	$\geq 0,60$
---	---	-------------	-------------

Os agregados que constituem a camada de desgaste, logo após a sua execução, poderão apresentar-se envolvidos por uma película de betume que poderá contribuir para a diminuição do valor registado para o coeficiente de atrito. Assim, se do ensaio efectuado antes da abertura ao tráfego resultarem valores de coeficiente de atrito não conformes, o ensaio para avaliação do coeficiente de atrito será repetido ao fim de três meses de entrada em serviço da via, após a película de betume que envolve os agregados à superfície ser removida pela passagem do tráfego. Esta nova avaliação será objecto de um relatório, a apresentar ao Dono de Obra até quinze dias após a realização do ensaio, no qual deverão ser apresentados gráficos do registo em contínuo ao longo de toda a extensão ensaiada e os valores de coeficiente de atrito calculados por lotes.

Critérios de aceitação/rejeição

O valor médio por lote não poderá ser inferior ao valor mínimo especificado nos Quadros 15.03.2m e 15.03.2o. Apenas um valor individual (média por trechos de 100 metros) por lote poderá apresentar um resultado inferior em mais de 10 % ao valor mínimo estabelecido.

Se o valor médio por lote ou fracção for inferior ao valor mínimo estabelecido nos Quadros 15.03.2m e 15.03.2o deverá proceder-se da seguinte forma:

- ✘ Se o valor médio for superior a 95 % do valor mínimo preconizado será aplicada uma penalização económica correspondente a 20 % do preço unitário da camada;
- ✘ Se o valor médio for inferior ou igual a 95 % do valor mínimo preconizado a camada não conforme deverá ser removida, o material levado a vazadouro e será executada uma nova camada no lote não conforme, por conta do Adjudicatário.

18.7.2.4. Avaliação da capacidade estrutural

A avaliação da capacidade estrutural só será efectuada para obras em que a estrutura de pavimentação seja construída na íntegra e em obras de beneficiação em que haja um reforço de misturas betuminosas superior a 0,10 metros.

A capacidade estrutural do pavimento construído deverá ser avaliada por meio da realização de ensaios com o Deflectómetro de Impacto (FWD) segundo os requisitos indicados no Quadro 15.03.2p. No decurso da campanha de ensaios deverão ser registadas as temperaturas do ar e das camadas betuminosas em intervalos não superiores a 1 hora.

Quadro 15.03.2p- Requisitos para a execução dos ensaios com o deflectómetro de impacto

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização
-------------------------	---------	------------

Especificidades de utilização		Condições de realização do ensaio com o deflectómetro de impacto (FWD)
Nível de carga	kN	65
Número de impactos por ponto de ensaio	-	3
Diâmetro da placa de carga	m	0,3
Posição dos geofones relativamente ao centro da área carregada	m	0 - 0,30 - 0,45 - 0,60 - 0,90 - 1,20 - 1,80 - 2,10 ⁽¹⁾
Localização dos ensaios	-	Na rodeira externa de cada uma das vias
Afastamento entre pontos de ensaio	m	100 (vias mais solicitadas) 200 (nas restantes vias)
Temperaturas limite das camadas betuminosas para a execução dos ensaios	° C	0 - 30 ⁽²⁾
Termómetros para medição da temperatura	Resolução	°C
	Precisão	°C
Resolução da leitura dos geofones	mm	≥ 1
Resolução da leitura da célula de carga	kN	≥ 0,1
A localização dos geofones poderá variar desde que devidamente fundamentada e na condição de haver geofones às distâncias de 0 - 0,30 - 0,60 e 0,90 metros do centro da área carregada		
Temperaturas medidas a profundidades ≥ 40 mm		

Do relatório de análise dos resultados dos ensaios de carga constará um estudo de interpretação dos resultados obtidos, tendo em vista a caracterização estrutural do pavimento executado, do qual deverá constar:

1. A normalização das deflexões para o nível de carga utilizado, isto é, para 65 kN;
2. Para cada ponto de ensaio deve ser apresentada a seguinte informação: código da localização (por exemplo o pk), a data e hora de registo, as temperaturas do ar, da superfície e do pavimento e as deflexões normalizadas. Após devidamente justificado dever-se-ão eliminar os valores claramente anómalos (por exemplo as medições efectuadas em cima de obras de arte);
3. A apresentação de gráficos que explicitem para todos os geofones a variação das deflexões normalizadas ao longo de toda a extensão ensaiada, devidamente referenciados;
4. Divisão em trechos homogéneos que deverão ser caracterizados pelo respectivo coeficiente de variação e pela identificação das deformadas características. Estas corresponderão às deformadas em que as deflexões medidas em cada um dos geofones mais se aproximem do percentil 85 % do conjunto de valores medidos em cada trecho homogéneo (admitindo-se que aqueles valores seguem uma distribuição normal);
5. O cálculo inverso dos módulos de rigidez para cada uma das deformadas características de cada zona homogénea adoptando sempre que aplicável os valores preconizados em fase de projecto. Os módulos assim obtidos terão que ser corrigidos para as temperaturas de projecto;
6. Uma análise comparativa com os pressupostos de projecto, devendo ser avaliada a capacidade de carga do pavimento construído, definido em termos de vida restante, assumindo sempre que necessário os pressupostos de projecto.

CrITÉRIOS de aceitação/rejeição

Em cada trecho homogéneo o valor estimado para a vida restante no final do período de dimensionamento não será inferior ao valor considerado no Projecto de Execução.

Se o valor médio da vida restante, por trecho homogéneo, for inferior ao valor estabelecido no Projecto de Execução poderá proceder-se da seguinte forma:

- ✘ Se o valor médio estimado para a vida restante do pavimento executado for superior a 90 % do valor considerado em projecto, será aplicada uma penalização económica de acordo com a expressão:

$$\text{valor da penalização} = 0,20 \times P_{\text{unit}} \times A \quad [3]$$

em que:

P_{unit} ≡ somatório do preço unitário das camadas betuminosas

A ≡ área do lote ou da fracção do lote não conforme

- ✘ Se o valor médio estimado para a vida restante for inferior ou igual a 90 % do valor considerado no projecto, o pavimento deverá ser removido, o material levado a vazadouro e executada uma nova estrutura de pavimentação por conta do Adjudicatário.

19. MISTURAS BETUMINOSAS A FRIO

Dando cumprimento ao disposto no Decreto - Lei 4/2007, de 8 de Janeiro, devem ser entregues para todos os materiais constituintes das misturas, quando aplicável, as declarações de conformidade CE emitidas pelos fabricantes, os certificados de conformidade emitidos pelos organismos notificados e as fichas de produto.

Armazenamento

As plataformas de armazenamento do agregado deverão ser previamente aprovados pela Fiscalização e ter uma pendente de forma a evitar acumulação de água, permitindo uma adequada drenagem dos locais.

Os silos, zonas de armazenamento, tanques e respectivos conteúdos deverão estar devidamente identificados.

O armazenamento deve assegurar condições de não contaminação e deterioração dos materiais permitindo a manutenção da sua conformidade.

Antes do início do processo de fabrico da mistura é obrigatório o armazenamento em estaleiro de agregados necessários à produção estimada de 15 dias de trabalho.

Os agregados deverão ser arrumados em estaleiro por camadas de espessura não superior a 0,5 m a fim de minimizar a segregação. A sua recolha deverá ser feita por desmonte frontal, no caso dos agregados terem sido depositados sobre o terreno natural, não será permitida a utilização dos 15 cm inferiores.

Transporte

A mistura será transportada em viaturas basculantes de caixa aberta com fundo liso e perfeitamente limpo.

Caso exista o risco de ocorrência de chuva ou em presença de temperatura ambiente elevada, deverá cobrir-se o material transportado, com uma lona.

Espalhamento

Não deverá proceder-se à aplicação das misturas com risco de ocorrência de chuva ou a temperatura ambiente à sombra inferior a 5°C, condições que deverão implicar a suspensão dos trabalhos.

19.1. AGREGADO BRITADO DE GRANULOMETRIA EXTENSA, TRATADO COM EMULSÃO BETUMINOSA

Este item refere-se à execução de camadas de base, ligação e regularização em agregado britado de granulometria extensa tratado com emulsão, cujas características satisfazem o estipulado nos Quadros 14.03.3a, 14.03.3b e 14.03.3d deste Caderno de Encargos.

19.1.1. PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE SUBJACENTE

A execução da camada de agregado de granulometria extensa tratado com emulsão só deverá ser iniciada após a verificação da conformidade da camada subjacente de acordo com os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

Para obras de conservação/reabilitação os critérios especificados não são aplicáveis devendo as condições da superfície subjacente ser definidas em projecto em função da especificidade da obra e estado da superfície do pavimento existente.

As regas de impregnação e colagem deverão ser realizadas nas condições expressas neste Caderno de Encargos, no item 15.03.8.

19.1.2. DISPOSIÇÕES GERAIS PARA O ESTUDO, FABRICO, TRANSPORTE, ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO

19.1.2.1. Estudo de composição

O adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da Fiscalização, com um prazo mínimo de 30 dias, o estudo de composição laboratorial da mistura.

O estudo deverá integrar a metodologia a seguir na transposição para central e para o trecho experimental, assim como, a inventariação dos equipamentos a utilizar e documentação referente à manutenção dos mesmos, de acordo com o especificado em 15.03.2.2-10.

O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, para a definição da fórmula da mistura, incluirá a seguinte informação sobre a caracterização laboratorial dos materiais e mistura e correspondentes boletins de ensaio:

19.1.2.1.1. Ligante

Ficha de produto e ensaios de caracterização do lote de emulsão a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.0-4h.

19.1.2.1.2. Agregados

Ficha de produto e ensaios de caracterização dos agregados a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.3a.

A curva granulométrica de referência proposta deve cumprir os requisitos granulométricos definidos no Quadro 14.03.3b.

19.1.2.1.3. Mistura

Determinação do teor em água necessário à pré-molhagem dos inertes secos; (a)

Determinação do teor óptimo em líquidos, para fins de compactação; (a)

Definição da baridade mínima a obter em obra; (b)

Ensaio de imersão-compressão sobre a mistura betuminosa para fixar a percentagem de emulsão, realizado de acordo com as condições especificadas no quadro 14.03.3d

Notas:

- a) Os valores obtidos em laboratório deverão ser ajustados no trecho experimental, face às características do equipamento disponível.
- b) A baridade mínima de referência para aplicação do material em obra será obtida no ensaio de compactação Proctor, de acordo com a EN 13286-2.

Os requisitos gerais e de amostragem necessários à determinação da baridade e do teor de água estão definidos na EN 13286-1.

Deverá ser determinado o conteúdo de finos da amostra utilizada no ensaio.

Deve ser considerada uma correcção ao valor da baridade seca, tendo em conta as partículas retidas no peneiro de 31,5 mm, de acordo com as indicações dadas na EN 13286-2, Anexo C.

O relatório de ensaio elaborado de acordo com a EN 13286-2, incluindo a informação opcional, deve ser anexado ao estudo de caracterização laboratorial a apresentar.

19.1.2.2. Transposição do estudo de composição para a central

A aplicação em obra da mistura betuminosa, será condicionada, à aprovação do estudo de composição e à ratificação da Fiscalização das condições de transposição daquele estudo para a central de fabrico. O Adjudicatário deverá apresentar os ensaios comprovativos da precisão com que a transposição foi realizada.

Aprovada a transposição, não poderão ser efectuadas quaisquer alterações sem conhecimento da Fiscalização.

19.1.2.3. Execução de trechos experimentais

Após aprovação do estudo e da correspondente transposição para central o adjudicatário deverá submeter à aprovação da Fiscalização a metodologia a seguir e os meios a utilizar na execução do trecho experimental. O relatório do trecho experimental deve ser apresentado à Fiscalização para aprovação, pelo menos 5 dias antes do início dos trabalhos.

A realização do trecho experimental deverá permitir verificar o cumprimento das características da mistura (aferição da fórmula de trabalho), do processo construtivo proposto e regularidade da superfície da camada.

O trecho experimental deverá ter aproximadamente 150 m de comprimento por 2,5 m de largura mínima, utilizando uma plataforma de apoio idêntica e recorrendo ao equipamento que se propõe utilizar continuamente em obra.

Deverá ser verificada a homogeneidade da mistura adequação do teor em água e a sua conformidade, de acordo com o Quadro 14.03.3b e ensaios definidos no Quadro 14.03.3d deste Caderno de Encargos. Deverá também ser verificada a eficácia dos meios de compactação (avaliação da compacidade da mistura).

A definição da programação em obra será função dos resultados obtidos no trecho experimental atendendo fundamentalmente ao teor em água e processo de cura.

A execução do trecho experimental deverá também permitir aferir o intervalo de tempo necessário para que a abertura ao tráfego ocorra sem danos para a estrutura do pavimento.

Quando os ensaios efectuados revelarem desadequação do material utilizado e do processo construtivo às condições especificadas, deverão ser introduzidas as correcções julgadas necessárias que poderão significar a alteração da fórmula de trabalho. Efectuadas as correcções, deverá repetir-se o trecho experimental. O processo será iterativo até à obtenção dos requisitos exigíveis.

O valor da baridade de referência a utilizar no controlo de compactação, na fase de execução, será o obtido no trecho experimental caso se verifique ser superior ao do ensaio Proctor modificado.

19.1.2.4. Produção

O teor em água para pré-molhagem dos agregados será o mínimo necessário para se conseguir uma boa dispersão da emulsão. Para a sua determinação realizar-se-ão, em laboratório, operações de mistura com baixa percentagem de emulsão a utilizar, seleccionando-se o teor em água que, por observação visual, conduza aos melhores resultados.

O teor óptimo em líquidos, para fins de compactação, bem como a baridade máxima de referência correspondente, determinar-se-ão com base no ensaio Proctor Modificado, adoptando-se, para baridade mínima a obter em obra, 98% daquele valor. Para a determinação da quantidade de água a adicionar em central deduz-se, do teor óptimo em líquidos, um valor referente à fase contínua da emulsão, bem como uma quantidade equivalente aos efeitos da fase dispersa, que é praticamente nula no caso das emulsões catiónicas.

O valor da água de adição deverá ser ajustado em obra para ter em conta a dessecação durante o transporte da mistura, em função das condições climatéricas e distância (o aumento é na generalidade aproximadamente 1%).

A percentagem em emulsão será determinada através do ensaio de imersão-compressão (ASTM D 1075). A compressão simples será determinada de acordo com a ASTM D 1074, com as condições definidas nas NLT 161 e 162 referidas no Quadro 14.03.3d, (tendo em conta os critérios definidos para determinação do teor em água para pré-molhagem dos agregados secos e do teor óptimo em líquidos, quando se procede à compactação dos provetes).

19.1.2.4.1. Centrais betuminosas

A mistura do agregado de granulometria extensa tratado com a emulsão será realizada em central apropriada devendo apresentar uma boa homogeneidade. A central deverá ser capaz de assegurar uma produção mínima adequada ao planeamento da obra.

O plano de instalação da central e equipamento deverá ser submetido à apreciação da Fiscalização com uma antecedência mínima de 60 dias antes do início do processo de fabrico.

Dadas as implicações da operação de mistura no processo de rotura da emulsão, deverá recorrer-se a centrais de tipo contínuo, dotadas de dispositivos que permitam dosificar independentemente os agregados, a água e a emulsão, com uma precisão compatível com as tolerâncias admissíveis, permitindo um tempo de mistura adequado.

A central para mistura do agregado com a emulsão, deverá satisfazer as seguintes condições:

- ✘ As tremonhas para dosagem dos agregados deverão ser dotadas de dispositivos individuais para ajustar o caudal de cada uma das fracções granulométricas;
- ✘ O sistema de alimentação de agregados ao misturador deve estar sincronizado com os mecanismos de dosagem da água e da emulsão;
- ✘ Deverá ser dotada de sistema de regulação do tempo de mistura;
- ✘ O sistema de armazenamento e alimentação de ligante deverá possibilitar boas condições de circulação, caudais uniformes e uma boa dispersão sobre os agregados;
- ✘ Caso se incorporem aditivos na mistura, a central deverá ser dotada de um sistema de dosagem adequado e independente.

Numa central de tipo contínuo, introduz-se sucessivamente no misturador os agregados, a água e a emulsão, com intervalos de tempo convenientes e pré-estabelecidos. Caso a central seja de tipo descontínuo juntar-se-ão sucessivamente, depois de introduzidos os agregados no misturador, a água e a emulsão, nas quantidades necessárias para cada amassadura; o tempo de mistura deverá ser determinado durante o fabrico da mistura para a realização do trecho experimental referido no início deste item.

19.1.2.4.2. Controlo de qualidade e tolerâncias na produção

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 - Controlo de Qualidade.

As tolerâncias admitidas na produção em relação à fórmula da mistura aprovada, são as indicadas no Quadro 15.03.3a.

Quadro 15.03.3a - Tolerância na produção em relação à fórmula da mistura aprovada

Peneiros (mm)	Unidade	Amostra individuais Tolerância sobre a fórmula da mistura
Dimensão máxima	%	-2
4 ou de malha mais larga	%	± 5
2	%	± 4
0,125	%	± 2
0,063	%	± 1
Percentagem de ligante residual	%	± 0,5

19.1.2.5. Transporte

O tempo de transporte deverá ser dimensionado de forma a evitar a segregação excessiva da mistura e a rotura total da emulsão, que deverá ocorrer durante o processo de compactação.

19.1.2.6. Espalhamento

As operações de descarga e espalhamento executar-se-ão com as precauções necessárias para evitar segregações e eventuais contaminações do agregado tratado.

Se antes da aplicação da mistura o teor em líquidos for superior ao determinado no estudo, esta deverá ser arejada, prolongando-se, para tal, a operação de espalhamento, até se alcançar o referido teor. Os trabalhos de compactação só serão permitidos após a obtenção do teor adequado.

O espalhamento do material será executado mecanicamente. Após compactação dever-se-á obter a geometria fixada no projecto de acordo com os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos.

No caso de se utilizar motoniveladora no espalhamento do agregado tratado, aquela deverá ser provida de placas laterais para contenção do material e, ainda, trabalhar com a lâmina cheia e quase perpendicular ao eixo da via, tendo em vista minimizar a segregação.

19.1.2.7. Compactação

Na compactação do agregado britado de granulometria extensa tratado com emulsão betuminosa poderão ser utilizados cilindros de pneus, vibradores ou mistos, devendo conseguir-se um grau de compactação igual ou superior ao de referência.

Os meios de compactação, conforme definidos no trecho experimental, deverão ser suficientes para que se consiga expulsar a maior quantidade possível de água e obter um grau de compactação uniforme em toda a espessura da camada. Se a consecução destes objectivos não for possível, o espalhamento e compactação deverão executar-se por sub-camadas, em conformidade com os critérios da Fiscalização, que poderá eventualmente optar, se verificar ser necessário, pelo reforço dos meios de compactação.

Deverá assegurar-se que no processo de espalhamento e compactação por sub-camadas, a camada subjacente seja devidamente compactada e que se conclua o processo de eliminação da água que constituía a fase contínua da emulsão, antes da colocação da camada seguinte.

Nos casos em que o agregado tratado seja utilizado para regularizar pavimentos muito deformados no sentido de eliminar eventuais consequências dos assentamentos diferenciais no processo de densificação, deverá proceder-se a uma regularização adicional, por motoniveladora, após a primeira passagem do equipamento de compactação.

O processo de compactação deve ser contínuo e complementado, quando necessário, com operações manuais de correcção de eventuais irregularidades ou com recurso a maços metálicos, no caso de zonas inacessíveis aos compactadores mecânicos.

Para obtenção de uma boa regularidade superficial deverão manter-se bem limpos todos os elementos de compactação e, se tal se revelar necessário, húmidos.

19.1.2.8. Juntas de trabalho

É obrigatória a execução de juntas de trabalho transversais ou longitudinais, sempre que haja suspensão ou interrupção de trabalhos superiores a um dia, de forma a promover uma perfeita ligação das secções executadas.

As juntas de trabalho serão executadas para que o respectivo bordo se apresente vertical.

Antes do início da aplicação do agregado tratado, deverá ser aplicada, no bordo da junta, emulsão betuminosa com funções de rega colagem. A aplicação de emulsão deve ser extensiva a outras superfícies de contacto com a mistura tal como lancis, caixas de visita.

Quando a aplicação do agregado tratado for realizada por sub-camadas, as juntas de trabalho deverão ser desfasadas no mínimo de 5,0 m no caso de juntas transversais e 0,15 m nas longitudinais.

19.1.2.9. Particularidades

A execução da camada sobrejacente só deverá ocorrer após estabilização do teor em água na mistura. Sempre que seja necessário a abertura ao tráfego de trechos em que não tenha sido executada a camada de desgaste, preconizada no projecto, deve proceder-se a um tratamento superficial, consistindo numa rega com um ligante betuminoso do tipo descrito em 14.03.0-4h à taxa de betume residual de 300 a 500 g/m², coberta de gravilha 2/4 com uma taxa de aplicação de 3 a 4 l/m².

19.2. ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO PARA UNIDADES TERMINADAS

Quadro 15.03.3b - Critérios de aceitação/rejeição da unidade terminada da camada de base, ligação e regularização em agregado britado de granulometria extensa tratado com emulsão

Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Compactação relativa	Média de resultados $\geq 98\%$	Mais de 90% de resultados individuais $> 98\%$	Não aplicável
		Mais de 10 % de resultados individuais $< 98\%$	Refazer a camada
Espessura da Camada	Média igual à espessura de projecto podendo ter 5 % de resultados individuais $< 90\%$ da espessura de projecto	Média $\geq 95\%$ espessura de projecto	Não aplicável
		$85\% \leq$ Média $< 95\%$ espessura de projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
		Média $< 85\%$ da espessura de projecto	Corrigir a camada
Cota da camada	A cota de projecto	Até -15 mm relativamente à cota de projecto	Não aplicável

		Entre -16 mm e - 20 mm (inclusive) relativamente à cota de projecto	Compensar na camada seguinte
		Inferior a -21 mm ou superior à cota de projecto	Corrigir a camada

No caso de ser utilizada como camada de regularização não se aplicam os critérios de aceitação relativos à espessura, dado tratar-se de uma camada de espessura variável.

19.2.1. REGULARIDADE SUPERFICIAL

19.2.1.1. Controlo topográfico

Deverá ser cumprido o estipulado em 15.03.2.7 - 1.4.1.

19.2.1.2. Regularidade longitudinal e transversal

A verificação da regularidade da camada deve ser efectuada com régua de 3 m, (transversal e longitudinalmente) devendo os resultados estar em conformidade com as tolerâncias definidas no Quadro 15.03.3c.

Quadro 15.03.3c- Critérios de regularidade para camadas em agregado britado de granulometria extensa tratado com emulsão caso não se proceda à determinação do IRI

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização		
		camada de base	Camada de ligação	Camada de regularização
Especificidades de utilização		Avaliação da regularidade por meio de régua de 3 metros com um espaçamento de 25 m		
Irregularidades máximas	mm	≤ 15	≤ 10	≤ 20

Critérios de aceitação/rejeição

Se os resultados da avaliação da regularidade superficial por cada lote ou fracção da camada terminada excederem os valores limites especificados deverá proceder-se do seguinte modo:

- ✘ As incorrecções verificadas deverão rectificadas com a execução das camadas subsequentes.

19.3. MISTURAS BETUMINOSAS ABERTAS A FRIO

Refere-se à execução de camadas de base, ligação e regularização em mistura betuminosa aberta a frio, cujas características satisfazem o estipulado nos Quadros 14.03.3a, 14.03.3c, 14.03.3e e 14.03.3f deste Caderno de Encargos.

19.3.1. PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE SUBJACENTE

As condições de preparação da superfície subjacente são as estipuladas em 15.3.3.1.1.

Para obras de conservação/reabilitação os critérios especificados não são aplicáveis devendo as condições da superfície subjacente ser definidas em projecto em função da especificidade da obra e estado da superfície do pavimento existente, podendo implicar a execução de uma camada de pré-regularização.

As regas de impregnação e colagem deverão ser realizadas nas condições expressas neste Caderno de Encargos, no item 15.03.8.

19.3.2. DISPOSIÇÕES GERAIS PARA O ESTUDO, FABRICO, TRANSPORTE, ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO

19.3.2.1. Estudo da composição

O adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da Fiscalização, com um prazo mínimo de 30 dias, o estudo de composição laboratorial da mistura.

O estudo deverá integrar a transposição para central e a metodologia a adoptar no trecho experimental, assim como a inventariação dos equipamentos a utilizar e documentação referente à manutenção dos mesmos, de acordo com o especificado em 15.03.2.2-10.

O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, para a definição da fórmula de trabalho, incluirá a seguinte informação sobre a caracterização laboratorial dos materiais e mistura e correspondentes boletins de ensaio:

19.3.2.1.1. *Ligante*

Ficha de produto e ensaios de caracterização do lote de emulsão a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.0-4h;

19.3.2.1.2. *Agregados*

Ficha de produto e ensaios de caracterização dos agregados a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.3a;

A curva granulométrica de referência proposta deve cumprir os requisitos granulométricos definidos no Quadro 14.03.3c.

19.3.2.1.3. *Mistura*

Determinação da percentagem de betume de acordo com a fórmula da superfície específica definida no Quadro 14.03.3e;

A percentagem de emulsão deverá ser a máxima comportada pela mistura sem que se verifique escorrência (normalmente entre 7% e 9% em peso) com um mínimo absoluto calculado mediante aplicação da fórmula corrente da superfície específica, adoptando-se um valor para o módulo de

riqueza de 4,0 em betume residual. Não sendo possível exceder o limite inferior calculado deverá reformular-se o estudo de composição alterando eventualmente a emulsão e/ou agregados.

A mistura deve, relativamente à coesão, cumprir o especificado no Quadro 14.03.3f.

Deve ser feita a avaliação da envolvimento do agregado pelo ligante: os agregados deverão apresentar, pelo menos, 80% de recobrimento, não se verificando escorrência significativa do ligante.

19.3.2.2. Transposição do estudo de composição para a central

As condições/disposições gerais são estipuladas em 15.3.3.1.2 - 2

19.3.2.3. Execução de trechos experimentais

As condições/disposições gerais as estipuladas em 15.3.3.1.2 - 3.

A execução do trecho experimental é essencial para aferir o processo construtivo e avaliar a progressão da cura das misturas.

Atendendo a que não existe um procedimento de ensaio para a obtenção de um valor de referência da baridade, a execução do trecho experimental, para as misturas abertas a frio, é fundamental para a definição/controlo das condições de compactação e espalhamento.

19.3.2.4. Fabrico da mistura

19.3.2.4.1. Centrais betuminosas

A mistura aberta a frio será realizada em central adequada, com pulverização da emulsão, por bicos difusores, sobre o agregado no misturador.

Quando no fabrico forem utilizadas centrais do tipo contínuo, estas devem ser dotadas de dispositivos que permitam dosificar independentemente os agregados e a emulsão.

A central para mistura do agregado com emulsão, deverá satisfazer ainda as seguintes condições:

- ✘ As tremonhas para dosagem dos agregados deverão ser dotadas de dispositivos individuais para ajustar o caudal de cada uma das fracções granulométricas utilizadas;
- ✘ O sistema de alimentação de agregados ao misturador deve estar sincronizado com os mecanismos de dosagem da emulsão;
- ✘ Deve possuir um sistema para regulação do tempo de mistura;
- ✘ O sistema de armazenamento e alimentação de ligante deverá possibilitar boas condições de circulação, caudais uniformes e uma dispersão sobre os agregados;

- ✱ Caso se incorporem aditivos na mistura, a central deverá possuir um sistema de dosagem adequado e independente.

Quando a opção for o armazenamento prévio da mistura, as pilhas de armazenamento devem ser executadas em locais com condições adequadas para o efeito (fundação e drenagem) e isoladas do terreno natural, quando particularmente em presença de solos finos.

19.3.2.4.2. Controlo de qualidade e tolerâncias na produção

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 - Controlo de Qualidade.

As tolerâncias admitidas, em relação à fórmula de trabalho aprovada, são as especificadas no Quadro 15.03.3d.

Quadro 15.03.3d - Tolerância na produção em relação à fórmula da mistura aprovada

Peneiros (mm)	Unidade	Amostra individuais Tolerância sobre a fórmula da mistura
Dimensão máxima	%	-2
4 ou de malha mais larga	%	± 5
2	%	± 4
0,063	%	± 1
Percentagem de ligante residual	%	± 0,5

19.3.2.5. Espalhamento

Em obras de pequena dimensão ou em áreas pouco acessíveis o espalhamento poderá ser manual, sem prejuízo da consecução da regularidade estipulada para a camada.

19.3.2.6. Compactação

Na compactação serão utilizados cilindros de rasto liso com peso estático da ordem de 8 a 10 ton..

O processo de compactação pode ser descontínuo e só deve ser iniciado depois de se concluir a rotura da emulsão.

Para a obtenção de uma boa regularidade superficial deverão manter-se bem limpos todos os rolos de compactação e, se tal se revelar necessário, húmidos.

Concluído o processo de compactação com cilindros de rasto liso e antes da abertura ao tráfego quando necessário, deverá proceder-se ao espalhamento uniforme de uma gravilha 2/4 à taxa aproximada de 3 a 4 l/m², com vista a evitar a aderência aos pneus dos veículos. Deve evitar-se a deposição de gravilha em excesso, que poderá prejudicar ou mesmo inviabilizar o processo de

cura das misturas. Após espalhamento do agregado de recobrimento, deve actuar um cilindro de pneus.

19.3.2.7. Abertura ao tráfego e cura

Atendendo à vulnerabilidade da mistura relativamente à passagem do tráfego, nos primeiros dias após a execução da camada, deverá ser imposta a limitação de velocidade de circulação durante pelo menos uma semana. O limite a estabelecer depende da geometria do traçado e das características da própria camada não devendo, porém, ser superior a 50 km/h.

19.3.3. ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO PARA UNIDADES TERMINADAS

Quadro 15.03.3e - Critérios de aceitação da unidade terminada da camada de base, ligação ou regularização em Mistura betuminosa aberta a frio

Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Espessura da Camada	Média igual à espessura de projecto podendo ter 5 % de resultados individuais < 90 % da espessura de projecto	Média \geq 95 % espessura de projecto	Não aplicável
		$85 \% \leq$ Média < 95 % espessura de projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
		Média < 85 % da espessura de projecto	Corrigir a camada
Cota da camada	A cota de projecto	Até -15 mm relativamente à cota de projecto	Não aplicável
		Entre -16 mm e - 20 mm (inclusive) relativamente à cota de projecto	Compensar na camada seguinte
		Inferior a -21 mm ou superior à cota de projecto	Corrigir a camada

No caso de ser utilizada como camada de regularização não se aplicam os critérios de aceitação relativos à espessura, dado tratar-se de uma camada de espessura variável.

19.3.3.1. Regularidade superficial

Deve, quanto a este parâmetro, ser cumprido o estipulado em 15.03.3.1.3 - 1 e aplicados os respectivos critérios de aceitação/rejeição.

20. TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

Dando cumprimento ao disposto no Decreto - Lei 4/2007, de 8 de Janeiro, devem ser entregues para todos os materiais constituintes da mistura, quando aplicável, as declarações de conformidade CE emitidas pelos fabricantes, os certificados de conformidade emitidos pelos organismos notificados e as fichas de produto

20.1. EM MICROAGLOMERADO BETUMINOSO A FRIO OU SLURRY SEAL

20.1.1. PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE SUBJACENTE

A execução da camada em microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal só deverá ser iniciada após a verificação da conformidade da camada subjacente de acordo com os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

Para obras de conservação/reabilitação os critérios especificados não são aplicáveis devendo as condições da superfície subjacente ser definidas em projecto em função da especificidade da obra e estado da superfície do pavimento existente, o que poderá implicar a reparação prévia de áreas restritas, incluindo o preenchimento de deformações, correspondentes a zonas degradadas do pavimento.

A superfície a tratar deve apresentar-se isenta de material solto, sujidades, detritos e poeiras. A execução da camada deverá ser precedida da remoção de elementos finos eventualmente retidos na superfície com recurso a vassoura mecânica e jacto de ar comprimido.

20.1.2. DISPOSIÇÕES GERAIS PARA O ESTUDO, FABRICO, TRANSPORTE, ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO

20.1.2.1. Estudo da composição

O adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da Fiscalização, com um prazo mínimo de 30 dias, o estudo de composição laboratorial da mistura.

O estudo deverá integrar a transposição para central e a metodologia a adoptar no trecho experimental, assim como a inventariação dos equipamentos a utilizar e documentação referente à manutenção dos mesmos, de acordo com o especificado em 15.03.2.2-10.

O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, para a definição da fórmula de trabalho, incluirá a seguinte informação sobre a caracterização laboratorial dos materiais e mistura e correspondentes boletins de ensaio:

20.1.2.1.1. *Ligante*

Ficha de produto e ensaios de caracterização do lote de emulsão a utilizar que deverão estar em conformidade com o especificado nos Quadros 14.03.0-4h ou 14.03.0-4i em função do preconizado em projecto.

20.1.2.1.2. *Agregados*

Ficha de produto e ensaios de caracterização dos agregados a utilizar que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.4a.

A curva granulométrica de referência proposta deve cumprir os requisitos granulométricos definidos no Quadro 14.03.4b.

20.1.2.1.3. Mistura

A percentagem de água de amassadura em relação ao agregado seco;

Caracterização da emulsão betuminosa a utilizar e a percentagem de ligante residual;

Dosagem de aditivos, quando aplicável;

O tempo de cura e o tempo necessário para permitir a abertura ao tráfego;

A taxa de aplicação de cada operação de espalhamento da mistura betuminosa, em quilogramas por metro quadrado (kg/m²);

Em síntese a mistura deverá cumprir o especificado no Quadro 14.03.4c - Requisitos/propriedades da mistura.

20.1.2.2. Transposição do estudo laboratorial para a central móvel de fabrico da mistura betuminosa

As disposições gerais são especificadas em 15.3.3.1.2 - 2

20.1.2.3. Execução de trechos experimentais

As disposições gerais são estipuladas em 15.3.3.1.2 - 3

Deverão ser particularmente analisados os seguintes aspectos:

- ✘ Comportamento do material no espalhamento;
- ✘ Homogeneidade da mistura, espessura e características superficiais;
- ✘ Aferição das taxas de aplicação do material;
- ✘ Avaliação das condições de rotura da emulsão;
- ✘ A percentagem da água de amassadura poderá ser ajustada durante a execução dos trabalhos.

Poder-se-á estudar, sujeito a aprovação pela Fiscalização, uma nova composição da mistura durante o decorrer da obra, caso a variação dos componentes da mistura e/ou as condições ambientais o justifiquem.

20.1.2.4. Fabrico da mistura betuminosa

O fabrico da mistura betuminosa deve ser realizado em central móvel contínua autopropulsora constituída por:

- ✘ Tremonha para agregados;

- ✘ Tremonha para filer comercial;
- ✘ Depósitos diferenciados para água, emulsão betuminosa e aditivo;
- ✘ Dispositivos adequados que assegurem uma correcta e sincronizada dosagem e transporte dos componentes, por separado, à misturadora;
- ✘ Misturadora, que permita um envolvimento perfeito do agregado e o seu envio para a grade de espalhamento.

A central móvel deverá ainda estar preferencialmente equipada com barra pulverizadora de água, para que sempre que a Fiscalização o entenda, se proceda à humedificação da superfície a revestir, de forma a facilitar o processo de espalhamento.

20.1.2.4.1. Controlo de qualidade e tolerâncias na produção

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 - Controlo de Qualidade.

As tolerâncias admitidas, em relação à fórmula de trabalho aprovada, são as especificadas no Quadro 15.03.4a.

Quadro 15.03.4^a - Tolerância na produção em relação à fórmula da mistura aprovada

Peneiros (mm)	Unidade	Amostra individuais Tolerância sobre a fórmula da mistura
Dimensão máxima	%	-2
4 ou de malha mais larga	%	± 5
2	%	± 4
1	%	± 4
0,500	%	± 4
0,250	%	± 4
0,125	%	± 3
0,063	%	± 2
Percentagem de ligante residual	%	± 0,3

20.1.2.5. Armazenamento

As disposições gerais são estipuladas em 15.3.3.1.2 - 5

20.1.2.6. Espalhamento

Não deverá proceder-se à aplicação da mistura a frio com risco de ocorrência de chuva ou a temperatura ambiente, à sombra, inferior a 5°C, condições que deverão implicar a suspensão dos trabalhos.

O espalhamento da mistura betuminosa realizar-se-á de forma contínua, em princípio, com uma grade metálica de forma rectangular e largura variável, dotada de parafusos niveladores que permitem regular a espessura da camada aplicada.

Esta grade deverá conter uns senfins incorporados para assegurar uma homogeneização perfeita da mistura em toda a largura de trabalho. Este conjunto será rebocado pela central móvel sobre a superfície a revestir, sendo o despejo da mistura na grade feita através de um colector de dupla saída situado no centro da mesma, à saída da misturadora, cujo desnível deverá ser regulado de forma a que não produza segregações.

Qualquer mistura betuminosa heterogénea, ou que apresente um envolvimento insuficiente dos agregados pela emulsão deverá ser liminarmente rejeitada.

A velocidade do conjunto deverá ser tal, que permita o espalhamento em toda a largura da taxa prevista no projecto e uma textura uniforme.

Quando preconizado em projecto a aplicação de camadas sucessivas, antes da execução de nova camada a anterior deverá ser submetida à acção do tráfego, durante pelo menos um dia seguido de limpeza e remoção do material solto.

A abertura ao tráfego só poderá efectuar-se após a rotura da emulsão, desde que a mistura apresente a coesão necessária para evitar qualquer deterioração da camada por efeito da acção do tráfego, devendo a circulação processar-se a uma velocidade reduzida não superior a 50 km/h.

20.1.2.7. Juntas de trabalho

Sempre que o espalhamento da mistura betuminosa se realize por faixas longitudinais, deve ser realizada uma sobreposição de cerca de dez centímetros (10 cm) entre faixas contíguas.

Ao finalizar o espalhamento de cada faixa, dever-se-á executar uma junta transversal de trabalho, de forma que esta fique recta e perpendicular ao eixo da via.

Quando o espalhamento da mistura betuminosa se efectuar em duas camadas, dever-se-á evitar coincidir as sobreposições longitudinais e as juntas transversais de ambas as camadas.

20.1.3. ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO PARA UNIDADES TERMINADAS

As taxas de aplicação serão comprovadas pelo quociente entre o peso total dos materiais correspondentes a cada carga, medido por diferença de peso do equipamento de fabrico e espalhamento antes e depois de carregado e a superfície efectivamente revestida medida em obra.

A Fiscalização poderá solicitar a comprovação das taxas médias de aplicação da mistura por outros meios.

A superfície deverá apresentar uma macrotextura homogênea, uniforme e isenta de segregações.

O Quadro 15.03.4b especifica os requisitos/propriedades relativos às características de superfície da unidade terminada: macrotextura e coeficiente de atrito.

Quadro 15.03.4b: Tratamentos superficiais_ Requisitos/Propriedades da superfície

Requisitos/ Propriedades	Referência normativa	Especificaçã o	Unid .	Tipo de mistura					
				Microaglomerado betuminoso a frio			Slurry Seal		
				Simple	Duplo 1ª aplicação	Duplo 2ª aplicação	Simple	Duplo 1ª aplicação	Duplo 2ª aplicação
				rubrica 14.03.4.1. 1.1	rubrica 14.04.4.1.1.2		rubrica 14.03.4.1. 2.1	rubrica 14.03.4.1.2.2	
Profundidade da macrotextura	EN 13036-1	Método Volumétrico da Mancha de Areia	mm	≥ 0,7	-	≥ 0,9	≥ 0,7	-	≥ 0,7
Coeficiente de Atrito Pontual	EN 13036-4	Ensaio do Pêndulo Britânico- Pendulum Test Value (Deslizador grande com borracha CEN; Escala C)	PTV	≥ 60					

A avaliação da profundidade da textura deve ser efectuada através da determinação da mancha volumétrica de areia e o coeficiente de atrito será determinado com a realização do ensaio do pêndulo britânico (EN 13036-4), tendo em conta a frequência preconizada no capítulo 14.00.

Os resultados, assim obtidos, servirão apenas para aferição do processo construtivo e características da mistura durante a fase de construção.

Os valores supramencionados servirão de indicadores para a previsão dos resultados dos ensaios a obter no âmbito da Caracterização Final - 1ª fase. Esta avaliação posterior, será efectuada em contínuo, de acordo com os procedimentos (condições de ensaio) especificados no item 15.03.2.7-2 Verificação da camada por lote em toda a extensão da camada de desgaste após conclusão da obra - Caracterização Final do Pavimento - 1ª Fase, designadamente em 2.2 Macrotextura e 2.3 Coeficiente de atrito. Esta determinação será a única com função de aceitação/rejeição sendo os critérios estabelecidos no mesmo item.

No sentido de uma maior fiabilidade de resultados a determinação da macrotextura e coeficiente de atrito deverá ser efectuada no mínimo, respectivamente 15 e 60 dias após a execução.

A calendarização de outros prazos para a realização dos ensaios ficará ao critério da fiscalização, em função da especificidade da obra. Se entendido necessário, por questões de segurança, estes poderão ser realizados antes da abertura ao tráfego.

20.2. REVESTIMENTOS SUPERFICIAIS BETUMINOSOS

Este item refere-se à execução de revestimentos superficiais betuminosos, cujas características satisfazem o estipulado nos Quadros 14.03.4a, 14.03.4c, 14.03.4d, 14.03.4e, 14.03.4f.

O tipo de revestimento a utilizar é função das características e do estado de conservação da superfície do pavimento ou da plataforma de apoio e do âmbito da intervenção/reabilitação a executar:

Revestimento superficial simples - Preconiza-se a sua utilização para tratamentos de reabilitação funcional dos pavimentos designadamente melhoria das condições de aderência (resistência ao deslizamento). Adequado a volumes de tráfego baixos, sem esforços tangenciais significativos. A plataforma de apoio deverá ser constituída por materiais betuminosos, ser regular, homogênea e não muito porosa.

Revestimento superficial simples com duas aplicações de agregado - Preconiza-se a sua utilização em superfícies com alguma heterogeneidade, sendo particularmente recomendável para situações de exsudação de ligante de difícil eliminação.

Revestimento superficial duplo - Preconiza-se a sua utilização para superfícies constituídas por materiais tratadas com ligantes betuminosos ou hidráulicos apresentando razoáveis condições de conservação.

20.2.1. REVESTIMENTO SUPERFICIAL SIMPLES

As operações de execução do revestimento superficial simples, consistem na execução de uma rega com ligante seguida da aplicação de uma camada de agregado. As taxas de aplicação dos agregados e ligante são as especificadas no Quadro 14.03.4d.

20.2.1.1. Preparação da superfície subjacente

As disposições gerais são estipuladas em 15.3.4.1.1.

20.2.1.2. Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação

20.2.1.2.1. Estudo da composição

O adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da Fiscalização, um estudo laboratorial de caracterização dos materiais com um prazo mínimo de 30 dias.

O estudo deverá integrar a metodologia a seguir no trecho experimental assim como a inventariação dos equipamentos a utilizar e documentação referente à manutenção dos mesmos, de acordo com o especificado em 15.03.2.2-10.

O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, incluirá a seguinte informação sobre a caracterização laboratorial dos materiais e mistura e correspondentes boletins de ensaio:

20.2.1.2.1.1. Ligante

Ficha de produto e ensaios de caracterização do lote de emulsão a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado nos quadros 14.03.0-4h ou 14.03.0-4i em função do preconizado em projecto.

20.2.1.2.1.2. Agregado

Ficha de produto e ensaios de caracterização dos agregados a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no quadro 14.03.4a.

As dimensões das fracções granulométricas de referência são as especificadas no Quadro 14.03.4c.

20.2.1.2.1.3. Mistura

Taxas de aplicação do ligante betuminoso (respectivo valor de betume residual (kg/m^2)) e fracção de agregado (l/m^2) em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.4d.

20.2.1.2.2. Trecho experimental

No trecho experimental deverá proceder-se à aferição das taxas de aplicação de agregados e de ligante, que serão função da especificidade da obra e das condições de utilização, designadamente:

- ✘ Importância da via/solicitação de tráfego estimada;
- ✘ Características e condições climáticas da região;
- ✘ Condições da superfície subjacente, designadamente no que se refere à sua regularidade, capacidade de suporte e permeabilidade.

Deverá igualmente proceder-se à avaliação da adequabilidade do equipamento e metodologia de execução.

A execução do trecho experimental será de acordo com as condições/disposições gerais estipuladas em 15.3.4.1.1 - 2

20.2.1.2.3. Armazenamento

As condições/disposições gerais são estipuladas em 15.3.3.1.2 - 5.

O volume mínimo de armazenamento do(s) ligante(s) betuminoso(s) a utilizar deverá ser o correspondente a um dia de produção.

Deverão efectuar-se os correspondentes controlos de procedência e recepção de materiais, assim como os de execução do revestimento superficial.

20.2.1.2.4. Espalhamento

20.2.1.2.4.1. Equipamento

20.2.1.2.4.1.1. Equipamento de espalhamento do ligante betuminoso

O espalhamento do ligante betuminoso efectuar-se-á utilizando uma cisterna de rega auto-propulsionável que deverá ser capaz de aplicar a dosagem de ligante prevista, à temperatura adequada e com uniformidade de espalhamento transversal e longitudinal.

A cisterna de rega deverá estar equipada, pelo menos, com os seguintes elementos:

- ✘ Barra de espalhamento com pulverizadores, sendo a largura mínima de quatro metros (4 m). Os pulverizadores deverão estar equidistantes entre si, devendo a separação entre eles estar compreendida entre oito e vinte centímetros (8-20 cm). Preferencialmente a abertura e fecho dos pulverizadores deverá ser automática e simultânea, permitindo também alterar a largura da rampa de espalhamento sem necessidade de paragem;
- ✘ A cisterna deverá dispor de dispositivos que permitam a recirculação do ligante betuminoso;
- ✘ A cisterna deverá estar isolada termicamente e dotada de um dispositivo de aquecimento do ligante, assim como de um termómetro de controlo da temperatura do mesmo, cuja sonda não poderá estar situada próximo do elemento de aquecimento;
- ✘ A bomba de impulsão do ligante deverá estar equipada com um filtro, uma válvula de segurança e um indicador de pressão;
- ✘ O camião deverá estar equipado com um velocímetro mecânico ou electrónico de precisão, directamente visível pelo condutor, que permita controlar a velocidade do camião com um intervalo de zero a quinhentos metros por minuto (0 - 500 m/min).

Preferencialmente todos os mecanismos deverão ser automáticos. São recomendáveis cisternas dotadas de um sistema automático de ajuste do caudal, de largura de aplicação e velocidade de circulação do camião.

Em condições de difícil acessibilidade a este equipamento ou para correcção de pequenas deficiências poder-se-á utilizar um equipamento ligeiro, dotado de lança de mão.

20.2.1.2.4.1.2. Equipamento de espalhamento dos agregados

Dever-se-ão utilizar auto-gravilhadores mecânicos ou acoplados ao camião, que assegurem uma adequada e homogénea distribuição do agregado, transversal e longitudinalmente. Em locais particulares ou inacessíveis a este tipo de equipamento será permitido espalhar o agregado manualmente.

20.2.1.2.4.2. Particularidades do processo espalhamento

20.2.1.2.4.2.1. Aplicação do ligante betuminoso

Antes de começar a aplicação, dever-se-á verificar o correcto funcionamento de todos os pulverizadores da cisterna, a adequação do ângulo de inclinação e altura.

O espalhamento far-se-á com a dosagem prevista no projecto de maneira uniforme, não devendo variar longitudinalmente mais do que 15%, e na largura efectiva mais do que 10%, e evitando a duplicação da dosagem nas juntas transversais.

A área do trecho regado, deverá corresponder no máximo à superfície que o(s) gravilhador(es) seja capaz de cobrir com uma só carga.

Deverão proteger-se, os elementos construtivos ou acessórios que possam estar sujeitos à rega.

20.2.1.2.4.2.2. Espalhamento do agregado

O espalhamento do agregado deverá ser realizado de maneira uniforme, de forma a obter uma superfície regular, sem falhas e sobreposições, nas dosagens preconizadas no projecto. Dever-se-á evitar o contacto das rodas do camião de espalhamento com o ligante não coberto.

Quando o revestimento se realizar por faixas, o agregado espalhar-se-á de forma a não cobrir uma faixa de aproximadamente vinte centímetros (20 cm), sendo esta recoberta na execução da faixa contígua permitindo a sobreposição ao aplicar o ligante na faixa contígua.

Quando a largura de espalhamento do ligante betuminoso for superior ao máximo do gravilhador, dever-se-ão utilizar-se dois gravilhadores em paralelo, com um desfasamento máximo de vinte metros (20 m) entre eles.

20.2.1.2.4.2.3. Condicionantes gerais do espalhamento

Imediatamente após o espalhamento do agregado, deve proceder-se a uma rápida inspecção, para detectar eventuais falhas ou possíveis excessos de agregado que deverá ser respectivamente reposto ou eliminado.

O revestimento superficial poderá realizar-se quando a temperatura ambiente for superior a 5°C e não exista o risco de ocorrência de precipitação, devendo ser imediatamente interrompido sempre que tal ocorra.

O espalhamento do agregado deve ter início logo após a aplicação do ligante betuminoso e ser executado de forma sincronizada evitando grandes distanciamentos.

20.2.1.2.5. Compactação

20.2.1.2.5.1. Equipamento

Na compactação do revestimento superficial, dever-se-ão utilizar preferencialmente compactadores de pneus, equipados com dispositivos de limpeza e inversores de sentido de marcha de acção suave.

Poder-se-ão utilizar compactadores de rasto liso, unicamente como compactadores auxiliares para a primeira operação de espalhamento de agregado e com prévia autorização da Fiscalização, devendo ser suficientemente ligeiros para garantir que não se produza o esmagamento do agregado. Deverão igualmente dispor de dispositivos de limpeza dos rolos.

Em lugares de difícil acessibilidade aos compactadores normais, poder-se-ão utilizar outros meios mecânicos aprovados pela Fiscalização, procurando-se atingir resultados similares.

O número de compactadores deverá ser o suficiente para efectuar o cilindramento de forma contínua, sem interrupções nem atrasos.

20.2.1.2.5.2. Particularidades do processo de compactação

Imediatamente após o espalhamento da camada de agregado, dever-se-á proceder à compactação do revestimento. Far-se-á no sentido longitudinal, progredindo até ao centro e sobrepondo cada passagem com a anterior até obter uma superfície lisa e estável, devendo no entanto, cessar logo que se note algum esmagamento do agregado. Em princípio dever-se-á adoptar um mínimo de três (3) passagens do compactador.

A velocidade não deverá ser superior a seis a oito quilómetros por hora (6 - 8 km/h) nas primeiras passagens (2 a 3), podendo aumentar até quinze a vinte quilómetros por hora (15-20 km/h) nas restantes. No caso dos cilindros de rasto liso o peso não deverá ser superior a oito toneladas (8 ton.) e a velocidade não deverá ser superior a quatro quilómetros por hora (4 km/h).

A compactação deverá terminar antes de decorridos trinta minutos após o espalhamento do agregado.

20.2.1.2.6. Juntas de trabalho

Na execução das juntas de ligação do espalhamento, não deverão verificar-se faltas ou sobreposição de materiais que alterem a dosagem prevista.

Para tal nas juntas transversais de trabalho, colocar-se-ão tiras de papel ou outro material por baixo dos pulverizadores nas zonas onde se inicie ou interrompa o revestimento.

Sempre que o revestimento se realize por faixas, procurar-se-á uma sobreposição do ligante na união das duas faixas contíguas conforme descrito em 4.2.2.

20.2.1.2.7. Eliminação do agregado solto e abertura ao tráfego

A abertura ao tráfego só será permitida vinte e quatro horas (24h) após conclusão dos trabalhos de compactação. Não sendo possível a interdição de tráfego, dever-se-á limitar a velocidade de circulação a quarenta quilómetros por hora (40 km/h), devidamente sinalizado com perigo de projecção de gravilhas.

Após o referido prazo, que poderá ser alargado caso a Fiscalização entenda como necessário para um melhor encastramento das gravilhas e para que o ligante adquira a coesão necessária de forma a permitir a circulação normal, deverá eliminar-se com vassoura mecânica o agregado em excesso na superfície para evitar a sua projecção. As vassouras devem ser munidas de um sistema de aspiração quando a realização dos trabalhos se desenvolver em zonas urbanas

Terminada esta operação abrir-se-á o trecho à circulação normal ainda que mantendo a sinalização de perigo por projecção de gravilhas.

Após quinze (15) dias da abertura à circulação normal, e salvo indicação em contrário da Fiscalização, deverá efectuar-se uma limpeza definitiva com vassoura mecânica e retirar-se-á a sinalização da obra.

Nota: Dever-se-á evitar que a abertura ao tráfego de alguns trechos, implique a paragem dos veículos sobre o revestimento executado nesse mesmo dia.

Não deverá ser permitida a abertura ao tráfego da primeira camada de revestimento, o que impõe a necessidade de se realizar diariamente as duas fases daquele tratamento, exceptuando-se apenas a faixa com cerca de um metro (1m), correspondente ao desfasamento da junta transversal.

20.2.2. REVESTIMENTOS SUPERFICIAIS SIMPLES DE DUAS APLICAÇÕES DE AGREGADO

O revestimento superficial simples com duas camadas de agregado, consiste na aplicação de uma primeira camada de agregado seguida de rega com o ligante, sobre o qual é aplicada uma segunda camada de agregado. As taxas de aplicação dos agregados e ligante são as especificadas no

Quadro 14.03.4e. A execução do revestimento superficial simples com duas aplicações de agregado, deve estar de acordo com o disposto no item 15.03.4.2.1, para o revestimento superficial simples, com os seguintes ajustamentos:

Após o espalhamento da primeira camada de agregado, deverá proceder-se ao seu cilindramento. O número de passagens do compactador em cada ponto deve em princípio restringir-se a três.

20.2.3. REVESTIMENTOS SUPERFICIAIS DUPLOS

O revestimento superficial duplo consiste na execução de duas aplicações sucessivas de ligante e agregado. As taxas de aplicação dos agregados e ligante são as especificadas no Quadro 14.03.4f. A execução do revestimento superficial duplo, deve estar de acordo com o disposto no item 15.03.4.2.1, para o revestimento superficial simples, com os seguintes ajustamentos:

As operações de espalhamento das duas camadas de agregado, serão efectuadas de forma idêntica nas taxas especificadas.

A segunda operação de espalhamento do ligante betuminoso, será executada à temperatura e taxa prevista, da mesma forma que a primeira, imediatamente após o espalhamento e cilindramento da primeira camada de agregado.

O cilindramento da primeira camada de agregado, deve efectuar-se imediatamente após o seu espalhamento. O número de passagens do compactador em cada ponto deve em princípio restringir-se a três.

Num revestimento superficial duplo, as juntas de trabalho transversais relativas a cada fase não devem ser coincidentes.

Nas juntas longitudinais em que se verifica a sobreposição, não deverão coincidir a primeira com a segunda operação de espalhamento.

20.2.4. ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO PARA UNIDADES TERMINADAS

Para os revestimentos superficiais não são definidos critérios de aceitação/rejeição para as unidades terminadas, em termos de macrotextura e coeficiente de atrito, atendendo a que são soluções na generalidade preconizadas para vias com solicitações de tráfego reduzidas e baixas velocidades. A aceitação das unidades terminadas ficará no entanto dependente dos resultados do controlo de qualidade realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos no Capítulo 14.00.

As taxas de ligante betuminoso e agregado serão comprovadas através de pesagem de bandejas ou chapas metálicas, colocadas sobre a superfície do pavimento, durante o espalhamento do

agregado ou do ligante, em pelo menos cinco pontos distintos por lote, sempre que a Fiscalização entenda necessário. A Fiscalização poderá exigir a comprovação das taxas aplicadas por outros meios.

Os revestimentos superficiais devem apresentar aspecto e textura uniformes e estar isentos de defeitos localizados tais como exsudações de ligante, desprendimento de agregado ou desagregação do material.

21. CAMADAS DE MISTURAS TRATADAS COM LIGANTES HIDRÁULICOS

Este item contempla os métodos construtivos para a execução de camadas em solos tratados com ligantes hidráulicos com características de sub-base e camadas de agregados britados de granulometria extensa tratados com ligantes hidráulicos com características de sub-base, base e regularização no enchimento de bermas, cujas características estão definidas em 14.03.5.

21.1. CAMADAS DE SOLOS TRATADOS

Este item abrange a execução de camadas com características de sub-base em solo tratado com ligantes hidráulicos (solo-cimento e solo-cal fabricados em central e “in situ”)

As disposições gerais discriminadas de seguida relativas ao fabrico, transporte e espalhamento dizem respeito ao fabrico em central. No caso de misturas tratadas “in situ” as disposições construtivas estão especificadas em 15.01.2.

21.1.1. PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE SUBJACENTE

A camada sobre a qual será espalhada a mistura deve ter sido previamente aprovada pela fiscalização de acordo com os critérios especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

Será previamente humidificada, não sendo todavia permitido o aparecimento de água livre.

21.1.2. DISPOSIÇÕES GERAIS PARA O ESTUDO, FABRICO, TRANSPORTE, ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO

21.1.2.1. Estudo de composição ou estudo laboratorial

A execução da mistura não deverá ser iniciada antes de ter sido estudada a correspondente composição, a qual terá de ser apresentada com 60 dias de antecedência em relação à data de execução do trecho experimental, para fins de aprovação da Fiscalização.

Juntamente com a apresentação do estudo deve ser entregue toda documentação relativa aos materiais (fichas de produto, marcação CE, etc.) e relativa aos equipamentos a utilizar no fabrico da mistura.

O estudo indicará:

- ✘ As características e proveniência do solo;
- ✘ As características do ligante;
- ✘ A percentagem de ligante;
- ✘ O teor de água do solo no momento da mistura e da mistura no momento da compactação;
- ✘ O valor mínimo da densidade a obter;
- ✘ A percentagem de eventuais adições e aditivos;
- ✘ O valor de CBR imediato;
- ✘ Resistência à compressão.

No decorrer dos trabalhos, a Fiscalização poderá corrigir a composição de trabalho, com o objectivo de melhorar a qualidade do tratamento. Deverá ser justificada devidamente, mediante um novo estudo e ensaios oportunos.

A aceitação do estudo exigirá a aprovação do local de proveniência do solo (de escavação na linha ou de empréstimo) e a confirmação da existência dos volumes disponíveis pela Fiscalização.

21.1.2.2. Transposição do estudo laboratorial para a central de produção

Após a aprovação do estudo este será transposto para a central com vista ao início do fabrico do solo tratado com ligante hidráulico.

A aplicação em obra da mistura tratada com ligantes hidráulicos será condicionada, não só à aprovação do estudo de composição, mas também a uma ratificação da Fiscalização às condições de transposição daquele estudo para a central de fabrico, cabendo ao adjudicatário a apresentação dos ensaios comprovativos da precisão com que a transposição foi realizada.

Uma vez aprovada determinada transposição para a central a mesma não poderá, em circunstância alguma, ser alterada sem conhecimento da Fiscalização.

21.1.2.3. Execução de trechos experimentais

Após ter sido adoptada a composição para a mistura, proceder-se-á à realização de um trecho experimental, localizado de acordo com a Fiscalização e que terá um comprimento mínimo de 150 m, no qual será aprovado o equipamento de compactação e se determinará o plano de trabalho.

Serão retiradas amostras de solo tratado, que serão ensaiadas para se determinar se estarão de acordo com as condições especificadas quanto ao grau de desagregação do solo, humidade, espessura da camada, densidade, percentagem de ligante e demais requisitos exigidos.

Se os resultados não forem satisfatórios deverão iniciar-se imediatamente as necessárias correcções e, se for necessário, modificar-se-á a composição de trabalho, repetindo-se as secções de ensaio uma vez efectuadas as correcções.

21.1.2.4. Fabrico

O fabrico da mistura será feito em central apropriada, capaz de assegurar uma produção mínima adequada ao planeamento da obra, em regularidade e qualidade. O plano de instalação da central, incluindo o equipamento, deverá ser submetido à apreciação da Fiscalização juntamente com o estudo de composição.

Antes do início do processo de fabrico e durante o período de execução dos trabalhos, é obrigatório o armazenamento permanente em estaleiro dos materiais necessários à produção de 15 dias.

Só será permitido o início do fabrico após confirmação, pela Fiscalização, dos volumes e características das zonas de empréstimo.

O solo a ser estabilizado deverá ser desagregado previamente, até se conseguir uma eficácia mínima de 100%, referida ao peneiro de 25 mm (1") ASTM e de 80%, referida ao peneiro nº 4 (4,75 mm) ASTM. Por eficácia de desagregação entende-se a relação entre retido e o passado no peneiro a que se refere antes e depois da desagregação.

A humidade do solo desagregado, imediatamente antes da sua mistura com o ligante, deverá ser tal, que permita uma mistura uniforme e íntima de ambos com o equipamento utilizado, e não deverá estar abaixo da fixada na composição de trabalho; se necessário, poder-se-á humedecer previamente o solo, para facilitar a dita mistura.

Não se poderá distribuir o ligante quando houver concentrações de humidade.

Os solos coesivos secos deverão ser humedecidos no dia anterior à execução da mistura, para que todos os grumos fiquem interiormente molhados.

O fabrico da mistura será feito em central apropriada, de tal modo que permita a obtenção da composição pré-fixada no estudo laboratorial. Esta central deverá ser provida de tremonhas doseadoras, que permitam dosear, em separado, o solo desagregado com a humidade adequada, o ligante e a água.

Uma vez misturados o ligante e a água, de modo que a mistura seja homogénea e sem grumos, deverá ser adicionada a água necessária para se atingir a humidade fixada na composição pré-fixada no estudo laboratorial. O adjudicatário deverá ter em conta a precipitação e a evaporação da água que poderá ocorrer durante a execução dos trabalhos.

A mistura deverá continuar até se obter material homogéneo.

A central de fabrico deve ser capaz de fornecer um rápido abastecimento, para que a progressão dos trabalhos seja ininterrupta, com a consequente minimização das juntas de construção.

Os aditivos serão dissolvidos na água de amassadura.

A duração do tempo de mistura, dependente do tipo de misturadora, será fixada pela Fiscalização, mediante ensaio prévio.

Admitir-se-á uma tolerância na dosagem do ligante, em relação à fixada na composição de trabalho, de $\pm 0,3\%$ do peso seco do solo.

Os tratamentos com ligante hidráulico só deverão em princípio ser efectuadas quando a temperatura ambiente, à sombra, for superior a 5 °C e não exista receio de geadas. No entanto, se a temperatura ambiente tender a aumentar, poderá fixar-se aquela temperatura limite em 2°C.

21.1.2.5. Transporte

O processo de transporte deve ser tal que minimize a exposição às condições atmosféricas, devendo aquele ter a menor duração possível.

O tempo decorrido desde o início da mistura até ao início da compactação não deverá ser superior a 1 hora, caso não se utilize retardador de presa. Caso a temperatura ambiente seja superior a 30 °C, este período de tempo é reduzido para metade.

21.1.2.6. Espalhamento

A camada em solo tratado só poderá ser executada enquanto a temperatura ambiente, à sombra, for superior a 5 °C e não se preveja formação de gelo.

O espalhamento e a regularização da camada serão simultâneos e de tal forma que a sua espessura, depois da compactação, seja a prevista no projecto.

Caso haja risco de ocorrência de chuvas durante o período dos trabalhos, estes deverão ser imediatamente suspensos e deverá ser aplicado o tratamento de cura preconizado.

21.1.2.7. Compactação

No início da compactação, a humidade do solo tratado não deverá diferir da fixada na composição de trabalho em mais de 2% do peso da mistura. Se, apesar da humidade estar de acordo com o especificado, durante as operações ocorrerem fenómenos de instabilidade, deverá reduzir-se a humidade e/ou promover o arejamento, até que deixem de produzir-se tais fenómenos.

No caso de ser necessário juntar água, esta operação deverá ser efectuada de forma a que a humidificação dos materiais seja uniforme.

No momento de se iniciar a compactação, a mistura deverá estar solta em toda a sua espessura. O sistema de compactação deverá ser constituído, pelo menos, por um cilindro vibrador com peso não inferior a 9 t e por um cilindro de pneus cuja carga por roda seja superior a 2 t e com uma pressão de enchimento à volta de 5 kg/cm².

O número de passagens do cilindro vibrador será em princípio de 4, só sendo aumentado se a experiência demonstrar que não tem efeitos contraproducentes. Para alguns tipos de solos, nomeadamente os de litologia granítica, deverá evitar-se que a primeira passagem do cilindro seja estática (como é habitual), tendo em vista evitar que uma precoce densificação das partículas mais superficiais determine o surgimento de fissuração generalizada, não eliminável pelas posteriores passagens do cilindro de pneus.

O número de passagens do cilindro de pneus será determinado de tal forma que a baridade seca, referida ao ensaio Proctor Modificado, seja superior a 97%.

Durante toda a operação de compactação, deverá ser mantido um processo manual de regularização e acabamento de tal forma que a superfície fique lisa, uniforme, isenta de fendas e ondulações, de modo a obter-se a rasante e as secções definidas no projecto, com as tolerâncias estabelecidas neste Caderno de Encargos.

Não poderá ser superior a 3 horas o tempo decorrido entre a mistura do cimento com o solo e o fim da compactação.

A espessura mínima da camada deverá ser de 0,20 m, após boa compactação. No caso de se obterem cotas inferiores às fixadas não será permitida a construção de camadas delgadas a fim de se obter a geometria superficial projectada. Para espessuras inferiores às previstas a Fiscalização poderá determinar a demolição da camada e sua posterior reconstrução sempre que não sejam verificados os critérios de aceitação definidos.

Uma vez finalizada a compactação da camada, não será permitido o seu acréscimo. No entanto e sempre dentro do prazo máximo de execução estabelecido, poderá haver corte com a motoniveladora até se conseguir a rasante e as secções definidas no projecto, com as tolerâncias estabelecidas no Caderno de Encargos. A seguir deverá proceder-se à eliminação de todo o material solto por meio de varredores mecânicos, ou outros meios adequados, e será recompactada a área corrigida.

Concluídas as operações de compactação e acabamento, as quais deverão ser tão rapidamente executadas quanto possível, não será permitido qualquer tráfego de obra sobre a camada em solo tratado até que seja considerado terminado o processo de cura, exceptuando naturalmente o equipamento necessário à aplicação do tratamento para a referida cura.

21.1.2.8. Cura da mistura e tratamento superficial

A mistura deverá ser mantida húmida, pelo menos durante um período de 7 dias após ter sido concluída. Para tal e antes de terem decorrido 24 h do final das operações de acabamento e enquanto a superfície está húmida, deverá ser aplicado um tratamento betuminoso de cura.

O elemento betuminoso será uma emulsão do tipo referido em 14.03.5 espalhada a uma taxa de betume residual da ordem de 1,0 kg/m², operação essa que deverá ser imediatamente complementada pelo espalhamento dum areão de partículas duras, ou de gravilha 6/10 mm (especificação idêntica à das gravilhas para revestimentos betuminosos superficiais), numa quantidade tal que recubra perfeitamente toda a superfície regada. Este tratamento, para além de constituir um processo de cura, é muito importante, na medida em que possibilitará boas condições de ligação à camada suprajacente, suposta betuminada (por incremento do atrito na interface), aspecto que se pode considerar estruturalmente relevante. Quando o solo tratado se integre numa estrutura de tipo "inverso", deixa de ser importante a consecução de uma perfeita aderência do material de recobrimento da rega betuminosa, o qual passa a ser necessário unicamente por razões de ordem prática.

A circulação dos veículos, mesmo ligeiros, será interdita pelo menos durante 7 dias, após a aplicação dos solos estabilizados com cimento e a aplicação do sequente tratamento de cura. Só será autorizada a circulação após confirmação dos resultados referentes ao ensaio de compressão diametral aos 7 dias, indicados no Quadro 15.03.5^a

21.1.2.9. Execução de juntas

As juntas de trabalho devem ser cortadas verticalmente.

As juntas transversais devem ser executadas sempre que o processo construtivo seja interrompido por mais de 3 horas e as longitudinais, quando tal suceda por mais de 1 hora.

As juntas deverão ser limpas e humidificadas antes da ligação com o novo trecho e, se necessário, cortadas novamente.

21.1.3. ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO

Os critérios de aceitação/rejeição para a camada de sub-base em solos tratados com ligantes hidráulicos são os constantes no Quadro 15.03.5a.

Quadro 15.03.5a - Critérios de aceitação/rejeição para solos tratados com ligantes hidráulicos

Especificações		Critérios de aceitação/rejeição	Acção correctiva
Resistência à Compressão Diametral	Média resultados ≥ 0,2MPa aos 7 dias e ≥ 0,3MPa aos 28 dias ou valor de projecto	Mais de 90% de resultados individuais cumprem os requisitos	NA
		Mais de 10% de resultados não cumprem os requisitos	Demolir e refazer camada

Especificações		CrITÉRIOS de aceitação/rejeição	Acção correctiva
Compactação relativa	Média resultados $\geq 97\%$	Mais de 90 % de resultados individuais $> 97\%$	NA
		Mais de 10 % de resultados individuais $< 97\%$	Demolir e refazer a camada
Espessura da Camada (verificada ou determinada topograficamente)	Média \geq espessura de projecto	Até 5 % de resultados $< 90\%$ da espessura de projecto	NA
		Média $< 85\%$ da espessura de projecto	Demolir e refazer camada
		Média $\geq 85\%$ espessura de projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
Cota da camada	Igual à cota de projecto	Cota da camada \leq a 15 mm relativamente à cota de projecto	NA
		Cota da camada está mais baixa do que 15mm Inferior à cota de projecto e não existe retenção de água.	Compensar na camada seguinte
		Cota da camada é superior à cota de projecto.	Corrigir a camada (a)

(a) As zonas que não cumpram as tolerâncias indicadas ou que retenham água sobre a superfície, deverão ser corrigidas sendo permitido o corte, escarificação e recompactação se estiver dentro do prazo máximo fixado para a aplicação em obra. Se houver passado o dito prazo, deverá ser reconstruída totalmente a zona afectada, de acordo com as indicações da Fiscalização.

21.2. CAMADAS DE AGREGADOS BRITADOS DE GRANULOMETRIA EXTENSA TRATADOS COM LIGANTES HIDRÁULICOS

Este item abrange a execução de camadas com características de sub-base, base e regularização no enchimento de bermas em agregado britado de granulometria extensa tratado com ligantes hidráulicos.

21.2.1. PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE SUBJACENTE

A camada sobre a qual será espalhada a mistura deve ter sido previamente aprovada pela fiscalização de acordo com os critérios especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas e deve estar livre de materiais soltos.

Será previamente humidificada, não sendo todavia permitido o aparecimento de água livre.

21.2.2. DISPOSIÇÕES GERAIS PARA O ESTUDO, FABRICO, TRANSPORTE, ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO

21.2.2.1. Estudo de composição ou estudo laboratorial

A execução da mistura não deverá ser iniciada antes de ter sido estudada a correspondente composição, a qual terá de ser apresentada com 60 dias de antecedência em relação à data de execução do trecho experimental, para fins de aprovação da Fiscalização.

Juntamente com a apresentação do estudo deve ser entregue toda a documentação relativa aos materiais (fichas de produto, marcação CE, etc.) e relativa aos equipamentos a utilizar no fabrico da mistura.

O estudo indicará:

- ✘ As características e proveniência dos agregados;
- ✘ A curva granulométrica de referência;
- ✘ As características do ligante;
- ✘ A percentagem de ligante;
- ✘ O teor em água óptimo;
- ✘ A baridade seca de referência;
- ✘ A percentagem de eventuais adições e aditivos;
- ✘ Resistência à compressão.

A mistura de agregados, não incluindo o ligante, deverá ter uma granulometria que se situe dentro do fuso indicado em 14.03.5 e apresentar um andamento regular dentro deste. A curva granulométrica estabelecida servirá de referência às misturas a fabricar durante a realização dos trabalhos.

Refira-se que a escolha de um material com curva granulométrica próxima do limite inferior do fuso é preferível do ponto de vista do comportamento mecânico da mistura. No entanto um material da zona inferior do fuso é de mais difícil compactação. A escolha depende, pois dos materiais disponíveis e do equipamento a utilizar na compactação em obra.

O teor em água óptimo para aplicação do material em obra será o teor óptimo (W_{opt}) obtido em ensaio de compactação Proctor, de acordo com a EN 13286-2.

A amostra utilizada para a realização do ensaio deve ter uma granulometria que não exceda os valores declarados pelo fornecedor em $\pm 5 \%$, considerando cada um dos peneiros. O conteúdo de finos da amostra utilizada no ensaio deve ser determinado.

Deve ser considerada uma correcção ao valor da baridade seca, tendo em conta as partículas retidas no peneiro de 31,5 mm, de acordo com as indicações dadas na EN 13286-2, Anexo C.

O relatório de ensaio elaborado de acordo com a EN 13286-2, incluindo a informação opcional, deve ser anexado ao estudo de caracterização laboratorial a apresentar.

A adição de retardador de presa poderá ser adoptada caso seja necessário aumentar o período de trabalhabilidade. Caso não seja utilizado retardador de presa, não deverá ser superior a duas horas o tempo decorrido desde o fabrico até ao final da compactação da mistura. Caso a

temperatura ambiente seja superior a 30 °C este período de trabalhabilidade é reduzido para metade.

O período de trabalhabilidade será o espaço de tempo decorrido entre a amassadura e a compactação da mistura que origina uma perda de 10% da resistência relativamente à situação da compactação imediatamente após a amassadura e em princípio não deve exceder as 3 horas.

A dosagem de retardador de presa deverá ser estabelecida tendo em atenção o período de trabalhabilidade necessário. A sua utilização só poderá ser feita após apresentação à Fiscalização dos efeitos por ele produzidos, nomeadamente na trabalhabilidade, na consistência e na resistência da mistura.

21.2.2.2. Transposição do estudo laboratorial para a central de produção

Após a aprovação do estudo este será transposto para a central com vista ao início do fabrico do material granular britado tratado com ligante hidráulico.

A aplicação em obra da mistura tratada com ligantes hidráulicos será condicionada, não só à aprovação do estudo de composição, mas também a uma ratificação da Fiscalização às condições de transposição daquele estudo para a central de fabrico, cabendo ao adjudicatário a apresentação dos ensaios comprovativos da precisão como a transposição foi realizada.

Uma vez aprovada determinada transposição para a central a mesma não poderá, em circunstância alguma, ser alterada sem conhecimento da Fiscalização.

Deverão ser realizados ensaios prévios em obra, 60 dias antes da aplicação do material em obra. Estes ensaios têm por objectivo comprovar que com o equipamento de fabrico se obtém uma mistura com as características exigidas.

Para a composição, determinada a partir do estudo laboratorial, serão executadas 6 amassaduras diferentes. De cada uma serão moldados e conservados 9 provetes (total de 54 provetes) de acordo com a Norma Europeia EN 13286-50.

De cada amassadura são ensaiados três provetes aos 7 dias, outros três aos 14 dias, e os restantes três aos 28 dias, à compressão acordo com a Norma Europeia EN 13286-41. A composição é aceite se o valor médio da resistência à compressão aos 28 dias for superior ou igual ao valor previsto no projecto.

Caso as resistências aos 7 e 14 dias sejam iguais ou superiores às obtidas no estudo laboratorial, poderá a Fiscalização decidir proceder à realização de um trecho experimental tendo a mistura a composição ensaiada. Tal não obsta, caso a resistência aos 28 dias não cumpra o definido, que esta seja rejeitada e que se proceda a ajustes na composição e/ou fabrico, com a consequente

moldagem de novos provetes. Este ajuste poderá ser iniciado caso as resistências aos 7 e 14 dias não sejam as exigidas.

21.2.2.3. Execução de trechos experimentais

Após ter sido adoptada uma composição para a mistura por meio dos ensaios prévios em obra, atrás descritos, proceder-se-á à realização de um trecho experimental com o mesmo tipo de plataforma de apoio, de equipamento, de ritmo de trabalhos e de métodos construtivos que se irão utilizar durante a execução da obra. O trecho experimental deve ser executado pelo menos 30 dias antes do início da aplicação.

O trecho experimental terá uma extensão mínima de 150 m e a sua localização deverá ser submetida à aprovação da Fiscalização.

Durante a realização do trecho experimental será verificado:

- ✘ Se os meios de transporte e colocação em obra permitem uma boa homogeneidade da camada;
- ✘ Se os meios de compactação permitem obter uma adequada compacidade da mistura;
- ✘ Se a espessura da camada e a sua regularidade superficial estão dentro dos limites especificados;
- ✘ Se o processo de protecção superficial da camada é o adequado;
- ✘ Se as juntas construtivas são realizadas correctamente.

Serão realizados os seguintes ensaios com a frequência mínima indicada:

- ✘ Medição da regularidade superficial com régua de 3 metros ao longo de um ou vários alinhamentos paralelos ao eixo longitudinal do trecho executado. A distância mínima entre ensaios consecutivos não será superior a 25 m;
- ✘ Medição da baridade húmida e do teor em água de colocação, após compactação da mistura, por aparelho nuclear e/ou por garrafa de areia. Os ensaios com garrafa de areia deverão ser executados em locais onde tenha sido realizado um ensaio com aparelho nuclear. O aparelho nuclear será o utilizado posteriormente no controlo dos trabalhos e as medições da baridade húmida deverão ser realizadas por transmissão directa desde a máxima profundidade permitida pelo equipamento e pela espessura da camada;
- ✘ Medição da espessura da camada pela recolha de amostras por carotagem. Em cada lote deverão ser recolhidas, pelo menos, 5 amostras, nos locais onde foi medida a baridade por aparelho nuclear e onde foi executado um ensaio com garrafa de areia.

Para além da medição da espessura, deve ser medida a baridade seca e a resistência à compressão, das amostras recolhidas do pavimento, para complementar as medições antes efectuadas;

- ✘ Medição da resistência à compressão de provetes moldados em laboratório de acordo com a EN 13286-50. Serão moldados, para cada secção, pelo menos 9 provetes, dos quais três serão ensaiados aos 7 dias, três aos 14 dias e os demais aos 28 dias, de acordo com a EN 13286-41.

Os resultados obtidos no trecho experimental serão apresentados à Fiscalização para aprovação, podendo esta mandar repetir a realização do trecho experimental e introduzir correcções à composição da mistura e/ou aos processos construtivos se os resultados não forem os especificados.

21.2.2.4. Fabrico

O fabrico da mistura será feito em central apropriada, capaz de assegurar uma produção mínima adequada ao planeamento da obra, em regularidade e qualidade. O plano de instalação da central, incluindo o equipamento, deverá ser submetido à apreciação da Fiscalização juntamente com o estudo de composição.

Antes do início do processo de fabrico de todas as misturas com ligantes hidráulicos é obrigatório o armazenamento em estaleiro do agregado necessário à produção de 15 dias de trabalho.

O agregado deverá ser arrumado em estaleiro, espalhado por camadas de espessura não superior a 0,5 m a fim de se minimizar a segregação. A sua recolha deverá ser feita por desmonte frontal e, no caso dos agregados terem sido depositados sobre o terreno natural, não será permitida de modo algum a utilização dos 15 cm inferiores.

As camas dos stocks deverão ser previamente aprovados pela Fiscalização e ter uma pendente de forma a evitar acumulação de água.

A aplicação da mistura em obra só poderá ser feita quando a temperatura ambiente, à sombra, for superior a 5 °C, e não se preveja a formação de gelo. Chama-se, ainda, a atenção para as limitações do período de trabalhabilidade quando a temperatura ambiente, à sombra, é superior a 30 °C.

Caso haja risco de ocorrência de chuvadas durante o período de realização dos trabalhos, estes deverão ser imediatamente suspensos, e deverá ser aplicada a rega de cura.

21.2.2.4.1. Tolerâncias de fabrico

As tolerâncias granulométricas admitidas em relação à fórmula de trabalho aprovada são as mesmas que para o material granular com características de base identificadas no Quadro 15.03.5b.

Quadro 15.03.5b - Tolerâncias para a granulometria dos lotes individuais para a mistura 0/31,5

Peneiros		Unidade	Amostras individuais Tolerância sobre a fórmula da mistura
40	1,4 D	%	-2
31,5	D	%	±3
16	A	%	± 8
8	B	%	± 8
4	C	%	± 8
2	E	%	±7
1	F	%	± 5
0,5	G	%	± 5
0,063		%	± 1
Percentagem em cimento		%	± 0,3
D - Abertura do peneiro superior que pode reter material, em milímetros A, B, C, E, F G - Peneiros para a granulometria, de acordo com EN 13285, secção 4.4.1			

21.2.2.5. Transporte

Os processos de enchimento dos camiões de transporte devem ser tais que minimizem a segregação e a exposição às condições atmosféricas, devendo o transporte ter a menor duração possível.

O tempo decorrido desde o início da mistura até ao início da compactação não deverá ser superior a 1 hora, caso não se utilize retardador de presa. Caso a temperatura ambiente seja superior a 30°C, este período de tempo é reduzido para metade.

21.2.2.6. Espalhamento

A mistura será espalhada numa largura mínima de 4,5 m por meio de máquina pavimentadora (não é permitido espalhamento com motoniveladora). Admite-se, no entanto, na regularização no enchimento de bermas com largura inferior à da máquina pavimentadora, a utilização de motoniveladora. Caso a largura de espalhamento seja inferior à largura a pavimentar, e o período decorrido entre o espalhamento de faixas adjacentes seja superior a 2 horas, deve ser realizada uma junta longitudinal de acordo com o que adiante se indica.

O equipamento e técnica utilizados no espalhamento devem assegurar a não segregação dos materiais, não sendo permitidas bolsas de material fino ou grosso, bem como a uniformidade

e precisão relativamente à espessura da camada. É extremamente importante a garantia da espessura final mínima prevista no projecto, uma vez que pequenas variações de espessura poderão motivar a ruína precoce do pavimento a curto prazo.

21.2.2.7. Compactação

A compactação deve seguir imediatamente o espalhamento da mistura. Não poderá ser superior a 3 horas o tempo decorrido entre o fabrico da mistura na central e o fim da compactação, caso não se utilizem aditivos. Se a temperatura ambiente for superior a 30 °C, este período de trabalhabilidade é encurtado para metade.

O equipamento de compactação deve incluir, pelo menos, um cilindro vibrador e um cilindro de pneus. O seu número deve, no entanto, ser estabelecido em função do rendimento esperado.

O número de passagens do cilindro de pneus será determinado de tal forma que a baridade seca, referida ao ensaio Proctor Modificado, seja superior a 97% para a sub-base e 98% para a base e regularização no enchimento de bermas. Dada a importância da compactação no comportamento mecânico da mistura a longo prazo, a Fiscalização reserva-se o direito de aprovar, ou não, o equipamento proposto pelo Adjudicatário.

A título informativo refere-se que o cilindro vibrador deverá ter uma carga estática por unidade de geratriz vibrante, superior a 30 kg/cm e o cilindro de pneus uma carga por roda superior a 3 tf (com pressão de enchimento dos pneus de cerca de 5 kgf/cm²).

Não será permitido o aumento da espessura da camada após o final da compactação.

21.2.2.8. Juntas de trabalho

As juntas de trabalho transversais ocorrerão sempre que o processo construtivo se interromper para além do período de trabalhabilidade e no final de cada período de trabalho. As juntas de trabalho longitudinais, entre faixas adjacentes, são necessárias sempre que a largura de espalhamento for inferior à largura a pavimentar e o período decorrido entre o espalhamento de faixas adjacentes for superior ao período de trabalhabilidade.

A técnica de tratamento a dar às juntas deve ser estabelecida aquando da realização do trecho experimental. As juntas transversais devem ser cortadas verticalmente para remoção do material não adequadamente compactado. Sempre que não existir uma cofragem para contenção lateral durante a compactação, as juntas longitudinais serão formadas através da remoção da zona lateral não compactada, criando uma face vertical. Quer no caso das juntas longitudinais, quer no caso das transversais, as faces cortadas expostas às acções ambientais, devem ser protegidas contra a perda de água necessária à cura do material. Aquando da ligação do novo trecho, devem ser bem limpas de todo o material solto e humidificadas e, se necessário, cortadas novamente.

21.2.2.9. Cura da mistura e tratamento superficial

Na superfície da camada deve ser aplicado um tratamento betuminoso de cura. A superfície deve ser mantida húmida até ao momento da aplicação deste tratamento, que deve ser feito tão cedo quanto possível, logo após a compactação e num prazo não superior a 4 horas.

Para o tratamento betuminoso de cura será aplicada uma emulsão do tipo referido em 14.03.5 a uma taxa de betume residual de cerca de 500 g/m². Caso se preveja a circulação de tráfego de obra directamente sobre a camada, deve ainda ser espalhada uma gravilha 4/6 à taxa de 7 a 8 litros/m². O tratamento de cura deve ser mantido e, se necessário, aplicado novamente até à execução da camada seguinte.

A circulação de veículos de obra sobre a camada deve ser restringida e será interdita durante 7 dias após construção. Caso, posteriormente, a camada seja frequentemente circulada pelo tráfego de obra, cuja carga seja compatível com a sua capacidade estrutural, a Fiscalização poderá mandar executar um revestimento superficial de protecção.

Antes da aplicação da camada sobrejacente, dever-se-á remover o tratamento de cura que se apresenta desligado da camada, usando-se para o efeito vassouras mecânicas.

21.2.3. ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO PARA CAMADAS COM CARACTERÍSTICAS DE SUB-BASE

Os critérios de aceitação/rejeição para a camada de sub-base em agregado britado de granulometria extensa tratado com ligantes hidráulicos são os constantes no Quadro 15.03.5c.

Quadro 15.03.5c - Critérios de aceitação/rejeição para agregados britados de granulometria extensa tratados com ligantes hidráulicos com características de sub-base

Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Resistência à compressão	Média resultados ≥ 1 MPa aos 28 dias ou valor de projecto	Média ≥ 1 MPa aos 28 dias ou valor de projecto	N.A.
		Média < que o requerido	Demolir e refazer camada
Compactação relativa	Média resultados $\geq 97\%$	Média $\geq 97\%$ e 95% de resultados individuais $\geq 97\%$	N.A.
		Média $> 97\%$ e mais de 5% de resultados individuais $< 97\%$	Demolir e refazer a camada
Espessura da Camada (verificada ou determinada topograficamente)	Média \geq Espessura de Projecto	Média \geq Espessura Projecto com 5% de resultados $< 90\%$ Espessura Projecto	N.A.
		Média $< 85\%$ Espessura Projecto	Demolir e refazer camada
		Média $\geq 85\%$ Espessura Projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
Cota da Camada	Igual à cota de projecto	Cota da camada \leq a 15 mm relativamente à cota de projecto	N.A.
		Cota da camada está mais baixa do que 15mm e não existe retenção de água. Inferior à cota de projecto	Compensar na camada seguinte

		Se superior à cota de projecto	Corrigir a camada
--	--	--------------------------------	-------------------

21.2.4. ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO PARA CAMADAS COM CARACTERÍSTICAS DE BASE

Os critérios de aceitação/rejeição para as camadas de base e regularização em enchimento de bermas em agregado britado de granulometria extensa tratado com ligantes hidráulicos são os constantes no Quadro 15.03.5.5d.

Quadro 15.03.5d - Critérios de aceitação/rejeição para agregados britados de granulometria extensa tratados com ligantes hidráulicos com características de base

Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Resistência à compressão	Média resultados ≥ 1 MPa aos 28 dias ou valor de projecto	Média ≥ 1 MPa aos 28 dias ou valor de projecto	N.A.
		Média < que o requerido	Demolir e refazer camada
Compactação relativa	Média resultados > 98 %	Média >98% e 95% de resultados individuais >97%	N.A.
		Média >98% e mais de 5% de resultados individuais <98%	Demolir e refazer a camada
Espessura da Camada (verificada ou determinada topograficamente)	Média \geq Espessura de Projecto	Média \geq Espessura Projecto com 5% de resultados <90% Espessura Projecto	N.A.
		Média <85% Espessura Projecto	Demolir e refazer camada
		Média $\geq 85\%$ Espessura Projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
Cota da Camada	Igual à cota de projecto	Cota da camada \leq a 15 mm relativamente à cota de projecto	N.A.
		Cota da camada está mais baixa do que 15mm e não existe retenção de água. Inferior à cota de projecto	Compensar na camada seguinte
		Se superior à cota de projecto	Corrigir a camada

21.3. CAMADAS DE BETÃO HIDRÁULICO

Este item abrange os métodos construtivos para a execução de camadas com características de desgaste em betão e a execução de camadas com características de sub-base, base e regularização no enchimento de bermas em betão pobre, cujas características estão definidas em 14.03.6.

Para além do especificado de seguida para o fabrico do betão hidráulico, devem ser respeitados os requisitos da Norma Europeia NP EN 206-1 Betão - Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade.

21.4. CAMADAS DE BETÃO E DE BETÃO POBRE

No fabrico e colocação da camada de betão pobre são de respeitar as prescrições feitas seguidamente, com excepção da serragem de juntas e do acabamento superficial.

21.4.1. PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE SUBJACENTE

A camada de betão não deverá ser executada sem que tenha sido previamente aprovada pela fiscalização a camada subjacente de acordo com os critérios especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

A camada subjacente deve estar livre de materiais soltos e deve ser previamente humidificada, não sendo todavia permitido o aparecimento de água livre.

Antes da colocação em obra do betão hidráulico da camada de desgaste, todas as fissuras existentes no betão pobre serão recobertas com folhas de plástico, aprovadas pela Fiscalização, de 0,5 mm de espessura, e com a largura suficiente de modo a ultrapassá-las pelo menos 0,5 m para cada lado, sendo ainda pregadas lateralmente, sobre as quais será espalhado areão.

Em qualquer caso, será proibida toda a circulação sobre a superfície preparada.

21.4.2. DISPOSIÇÕES GERAIS PARA O ESTUDO, FABRICO, TRANSPORTE, ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO

21.4.2.1. Estudo de composição ou estudo laboratorial

A produção do betão não deverá ser iniciada antes de ter sido estudada a correspondente composição em laboratório, a qual terá de ser apresentada com 60 dias de antecedência em relação à data de execução do trecho experimental, para fins de aprovação da Fiscalização.

Juntamente com a apresentação do estudo deve ser entregue toda documentação relativa aos materiais (fichas de produto, ensaios, marcação CE, etc.) e relativa aos equipamentos a utilizar no fabrico do betão.

O adjudicatário deverá entregar à Fiscalização amostras dos mesmos agregados utilizados no estudo para poderem ser comprovadas as suas características.

O estudo, de acordo com o definido em projecto, indicará:

- ✘ As características e proveniência dos materiais;
- ✘ A curva granulométrica de referência dos agregados;
- ✘ As características do ligante;
- ✘ A percentagem de ligante;
- ✘ A percentagem e características de eventuais adições e aditivos;
- ✘ Resistência à compressão;
- ✘ Resistência à flexão (apenas para betão para camada de desgaste);
- ✘ Consistência do betão;
- ✘ Outros ensaios, quando definidos em projecto.

Para cada composição de betão ensaiada deverá controlar-se a resistência à compressão e à flexão aos 7 e 28 dias e a sua consistência.

Os ensaios de resistência realizados pelos dois métodos indicados serão efectuados sobre provetes procedentes de 2 amassaduras diferentes de betão, mantendo a mesma composição, mesmo agregado e mesmo lote de cimento, moldando-se séries de 12 provetes por amassadura. No caso do betão pobre, os ensaios de resistência, serão apenas ensaios à compressão.

De cada série são ensaiadas à rotura por compressão e por flexão, 3 provetes aos 7 e os restantes 3 aos 28 dias, obtendo-se os valores médios dos 2 grupos de resultados. Os restantes provetes serão sujeitos ao ensaio de compressão diametral aos 7 e 28 dias.

Os valores médios assim calculados deverão ser superiores às resistências especificadas com margem suficiente para que seja razoável esperar que com a dispersão própria da execução em obra, a resistência característica real em obra ultrapasse também a especificada.

Para cada série de provetes deverá ainda controlar-se a consistência do betão.

21.4.2.2. Transposição do estudo laboratorial para a central de produção

Após a aprovação do estudo este será transposto para a central com vista ao início do fabrico do betão hidráulico.

A aplicação em obra do betão hidráulico será condicionada, não só à aprovação do estudo de composição, mas também a uma ratificação da Fiscalização às condições de transposição daquele estudo para a central de fabrico.

O adjudicatário deverá realizar ensaios prévios em obra, pelo menos 60 dias antes da primeira aplicação do betão em obra, que têm por objectivo comprovar que os meios disponíveis permitem a obtenção de um betão com as características exigidas e que a transposição para a central foi a adequada.

Para cada composição de possível aplicação em obra, determinada a partir do estudo da composição, serão executadas 6 amassaduras diferentes. De cada uma serão moldados e conservados em obra 2 provetes para ensaiar à compressão e 2 provetes para ensaiar à flexão, todos aos 7 dias. Para cada amassadura serão controlados ainda a consistência e o teor em ar incorporado, caso se utilize introdutor de ar.

Se o valor médio da resistência à compressão e à flexão, aos 7 dias, for superior ou igual a 70% da resistência característica especificada aos 28 dias e compatíveis com a curva de endurecimento do estudo de composição, e se os resultados correspondentes às determinações da consistência e teor em ar incorporado estiverem dentro dos limites especificados, poder-se-á proceder à realização de um trecho experimental com o betão correspondente a essa

composição. Caso contrário será necessário fornecer os devidos ajustes na composição, e serão realizados os ensaios característicos até se conseguir um betão que cumpra o exigido.

Uma vez aprovada determinada transposição para a central a mesma não poderá, em circunstância alguma, ser alterada sem conhecimento da Fiscalização.

21.4.2.3. Execução de trechos experimentais

Após ter sido adoptada uma composição proceder-se-á à realização de um trecho experimental com o mesmo tipo de plataforma de apoio, de equipamento, de ritmo de trabalhos e de métodos construtivos que se irão utilizar durante a execução da obra. O trecho experimental deve ser executado pelo menos 30 dias antes do início da aplicação do betão.

O trecho experimental terá uma extensão mínima de 150 m e a sua localização deverá ser submetida à aprovação da Fiscalização.

Durante a realização do trecho experimental deve ser verificado:

- ✘ Se as características do betão correspondem ao estudo de composição;
- ✘ Se os meios de transporte e colocação em obra permitem uma boa homogeneidade da camada;
- ✘ Se os meios de vibração fornecem uma compactação adequada ao betão em toda a espessura da laje;
- ✘ Se a espessura da camada e a sua regularidade e rugosidade superficiais estão dentro dos limites especificados;
- ✘ Se o processo de cura e protecção do betão fresco são os adequados;
- ✘ Se as juntas construtivas são realizadas correctamente.

Para a verificação das características do betão devem ser realizados ensaios de resistência à compressão e flexão, consistência e outros, quando previstos.

Para a verificação das características de regularidade da camada deverá ser utilizada uma régua de 3 metros ao longo de um ou vários alinhamentos paralelos ao eixo longitudinal do trecho executado. A distância mínima entre ensaios consecutivos não será superior a 25 m.

Para a verificação da espessura da camada e avaliação da resistência à compressão do betão devem ser recolhidos pelo menos 5 tarolos.

Os resultados obtidos no trecho experimental serão apresentados à Fiscalização para aprovação, podendo esta mandar repetir a realização do trecho experimental e introduzir correcções à composição da mistura e/ou aos processos construtivos se os resultados não forem os especificados.

21.4.2.4. Fabrico

O fabrico do betão será feito em central apropriada, capaz de assegurar uma produção mínima adequada ao planeamento da obra, em regularidade e qualidade. O plano de instalação da central, incluindo o equipamento, deverá ser submetido à apreciação da Fiscalização juntamente com o estudo de composição.

O armazenamento de todos os materiais deve cumprir o exigido nas normas aplicáveis, considerando sempre a necessidade de evitar a sua segregação e contaminação por elementos prejudiciais.

Antes do início do processo de fabrico do betão hidráulico é obrigatório o armazenamento, separadamente, em estaleiro dos agregados necessários à produção de 15 dias de trabalho.

As camas dos stocks devem ser previamente aprovadas pela Fiscalização. Estas devem ter uma pendente de forma a evitar acumulação de água, bem como devem ser tomadas as medidas necessárias para impedir a contaminação dos agregados em contacto com o solo.

No estaleiro deverão ser instalados silos que garantam o armazenamento mínimo de 360 t de cimento.

As adições, quando previstas, serão convenientemente protegidas da humidade e de possível contaminação, sendo observadas as mesmas precauções que no caso do cimento.

Os aditivos misturados sob forma líquida serão armazenados em recipientes estanques protegidos.

A água de amassadura a utilizar deve ser proveniente da rede de abastecimento pública ou de reservatório apropriado que garanta a preservação das suas características.

A central de betão será automática permitindo um controlo ponderal da composição em cada amassadura e garantindo com a precisão adequada:

- ✘ A medição e registo da potência do veio da misturadora durante a amassadura (controlo do “slump”);
- ✘ A medição, registo do teor em água nas areias e conversão automática da água de amassadura;
- ✘ O registo das quantidades de materiais de cada amassadura.

21.4.2.5. Transporte

O processo de enchimento dos camiões de transporte deve ser tal que minimize a segregação e a exposição às condições atmosféricas.

O transporte deve ter a menor duração possível de modo a evitar a desagregação, segregação, perda de água ou intrusão de elementos estranhos na massa.

As superfícies do equipamento de transporte que contactam com o betão não devem ser absorventes e antes do início da utilização, devem ser humedecidos com água, ou, de preferência pintadas com calda de cimento. Após a utilização estas superfícies devem ser convenientemente lavadas com água.

Em todas as operações de manuseamento do betão, incluindo a descarga, não devem ser-lhe impostas alturas de queda livre superiores a 1,5 m.

A descarga do betão deve estar terminada antes de ter decorrido 1 hora após o seu fabrico. No entanto e sob condições atmosféricas que causem um rápido endurecimento do betão ou quando a temperatura deste não for inferior a 30°C, o tempo de transporte não deverá exceder 45 minutos.

As durações de transporte indicadas poderão ser aumentadas desde que se utilizem retardadores de presa devidamente aprovados pela Fiscalização.

Antes da nova carga de betão os camiões deverão ser devidamente lavados com água.

21.4.2.6. Espalhamento

21.4.2.6.1. Equipamento

O equipamento para execução das camadas de betão (laje do pavimento e base em betão pobre) com recurso a cofragens deslizantes será:

- ✘ Pavimentadora de cofragens deslizantes com a finalidade de espalhar, compactar e nivelar uniformemente o betão. Deverá ainda, no caso da laje superior do pavimento, fornecer a este a rugosidade adequada.

A execução das camadas será executada com uma pavimentadora de cofragens deslizantes (“slipform”) que permita o seu espalhamento e compactação numa largura de 9,0 m. O controlo das espessuras das camadas será feito por um processo electrónico.

O número de vibradores de agulha de alta frequência deve ser estudado de forma a garantir uma boa vibração interna do betão.

A pavimentadora deverá estar equipada de dispositivos que permitam:

- ✘ Aplicar o produto filmogénico de cura em ambas as camadas;
- ✘ Conferir um bom acabamento à superfície do betão e efectuar a estriagem transversal.

A fim de permitir a introdução automática dos varões de transmissão de cargas (passadores) e das barras de união, deverá ser acoplado à pavimentadora um dispositivo que permita efectuar tal operação, sem ser necessário interromper a pavimentação. A introdução dos varões deverá ser feita com vibração.

A pavimentadora deve estar equipada com um sistema de guiamento adequado devendo os mecanismos de correcção actuar no caso de os desvios da pavimentadora relativamente àquele sistema serem superiores a 3 mm em perfil ou 10 mm em planta.

A pavimentadora deve estar dotada de cofragens móveis de dimensões, forma e resistência suficientes para suportar lateralmente o betão durante o tempo necessário para a execução do pavimento com a secção transversal requerida.

A pavimentadora deve compactar adequadamente o betão por vibração interna a toda a largura do pavimento, por meio de vibradores transversais ou por meio de uma série de unidades de vibração longitudinais. Neste último caso a separação entre unidades de vibração deve estar compreendida entre 70 e 75 cm, medidos de centro a centro. A distância entre o centro da unidade da vibração extrema e a face interna da cofragem correspondente não deve ser superior a 15 cm.

A frequência de vibração de cada unidade vibradora não deve ser inferior a 5.000 ciclos/minuto e a intensidade a suficiente para ser visível à superfície do betão a toda a largura e a uma distância do plano de vibração de 30 cm.

A largura da viga niveladora deve ser a suficiente para que não sejam notadas vibrações à superfície atrás do bordo posterior da viga.

- ✘ Serras com as características adequadas, em número suficiente para o ritmo da obra. O tipo de disco deverá ser aprovado pela Fiscalização.
- ✘ Um distribuidor de produtos filmogénicos de cura (se se utilizar este método) de modo a assegurar uma distribuição homogénea e sem perdas por acção do vento.

A central de betão e o equipamento de transporte devem ser capazes de fornecer a quantidade de betão necessária de modo a que a pavimentadora não tenha que interromper o trabalho durante todo o dia.

As cofragens poderão constituir por si mesmas a base de guiamento das máquinas de execução do pavimento ou caso contrário estarão equipadas com um carril para atender a essa função. De qualquer modo terão de ser suficientemente rígidas e isentas de empenos, deformações, entalhes ou outros defeitos não podendo, em nenhuma situação, utilizar-se cofragens defeituosas. A base de cofragem terá no mínimo uma largura de 20 cm.

Tanto cada elemento isolado como o conjunto dos mesmos terão de apresentar a mesma regularidade ao guiamento que a que é exigida ao pavimento acabado, estando perfeitamente apoiada na superfície inferior.

Em curva, as cofragens serão ajustadas de acordo com as poligonais mais convenientes, podendo empregar-se elementos de cofragem rectos rígidos com um comprimento máximo de 1,5 metros para raios de curvatura inferior a 30 m.

As cofragens serão fixas à camada inferior por meio de cavilhas de modo a impedir que possam mover-se quer lateral quer verticalmente, devendo dispor sempre cavilhas nas extremidades das cofragens. A distância máxima entre cavilhas será de 1 metro.

Uma vez colocadas as cofragens e depois da passagem do equipamento em vazio, com os vibradores em funcionamento, serão verificadas as variações do nivelamento da superfície de guiamento relativamente à rasante teórica, as quais não poderão ultrapassar 3 mm. Os desvios em planta não poderão ultrapassar 1 cm. Dispor da cofragem suficiente para que supondo um prazo mínimo de descofragem do betão de 16 horas se tenha em qualquer altura colocada à frente da máquina um comprimento de cofragens superior ao correspondente a 3 horas de betonagem.

A face inferior da cofragem terá de apresentar-se sempre limpa sem resíduos de betão aderente. Antes de se proceder à colocação em obra do betão, a face inferior será recoberta com um produto anti-aderente cuja composição e taxa de aplicação serão aprovados pela Fiscalização.

Quando o sistema de guiamento for por fio o espaçamento entre as estacas que o sustentam será inferior a 12 m. Os apoios do fio nas estacas terão a cota teórica e a flecha do fio entre duas estacas será inferior a 2 mm.

Quando se betonar uma faixa adjacente a outra já existente serão observadas as mesmas precauções que no caso de se utilizarem cofragens fixas.

Quando a execução do pavimento se realizar entre cofragens fixas nas aproximações às obras de arte, a descofragem não será efectuada antes de decorridas 16 horas a partir da colocação em obra do betão. Em qualquer caso, a Fiscalização poderá modificar este prazo em função da resistência alcançada pelo betão.

As cofragens serão retiradas com preocupações tais que não traga danos aos bordos nem deformações ou deteriorações das cofragens.

Nas zonas de transição do tipo de pavimento os bordos e os cantos das lages serão convenientemente protegidos.

21.4.2.6.2. Particularidades do espalhamento

O espalhamento e colocação em obra de betão serão efectuados entre cofragens.

Entre a fabricação do betão e a sua colocação em obra, compactação e início da cura não poderá decorrer mais de 1,5 hora. Este prazo se a Fiscalização assim o entender poderá ser aumentado até um máximo de 2 horas no caso de se tomarem as medidas devidas para retardar a presa ou quando existirem condições favoráveis de humidade e temperatura.

Em condições nenhuma se poderá colocar em obra betão que acuse princípio de presa, segregação ou dessecação.

A descarga e o espalhamento do betão serão realizados de tal forma que não seja alterado o posicionamento dos elementos construtivos já colocados. As superfícies onde se apoiam as máquinas quer sejam a face superior das cofragens ou o pavimento adjacente e a superfície de contacto das rodas serão mantidos perfeitamente limpos por meio de dispositivos adequados acoplados às máquinas.

Durante a compactação ter-se-á o cuidado de que na parte anterior da pavimentadora imediatamente antes da primeira viga vibradora exista sempre a toda a largura da pavimentação um excesso de betão em forma de cordão com vários centímetros de altura. Do mesmo modo e à frente da última viga da última máquina regularizadora será mantido um cordão de betão fresco com a menor altura possível.

Os elementos vibrantes das máquinas não poderão estar apoiados sobre o pavimento acabado ou sobre as cofragens laterais e no caso da pavimentadora de cofragens deslizantes terão de deixar de funcionar assim que esta pare.

Se se interromper o espalhamento por mais de 1/2 hora o betão será recoberto com serapilheiras húmidas. Se a interrupção for superior ao máximo admitido entre a fabricação e a colocação em obra dispor-se-á uma junta construtiva transversal.

A betonagem será executada por faixas de largura constante, separadas por juntas longitudinais de construção. Quando o pavimento for constituído por 2 ou mais vias no mesmo sentido de circulação, serão betonadas pelo menos 2 vias simultaneamente.

Os trabalhos de betonagem serão devidamente sinalizados de modo a proteger o pavimento.

Nos casos pontuais em que seja necessária uma compactação manual esta será efectuada por meio de placas vibradoras.

Quando a produção de betão for superior a 30 m³/hora e a compactação for manual, utilizar-se-ão pelo menos 2 placas vibradoras. Manter-se-á sempre um excesso de betão à frente da placa e

continuar-se-á a compactar até que se tenha conseguido a secção transversal do projecto e o betão flua ligeiramente à superfície.

21.4.2.6.3. Acabamento da betonagem

A menos que se instale uma iluminação suficiente, aprovada pela Fiscalização, a betonagem será determinada de modo a que todas as operações de acabamento se possam concluir com luz natural.

Será proibida a rega com água ou o espalhamento de argamassa sobre a superfície do betão para facilitar o acabamento. Quando for necessário acrescentar material para corrigir algum ponto baixo será empregue betão ainda não espalhado.

No caso de aparecerem fissuras na superfície do betão recente, antes da presa, será aplicada água com um pulverizador de forma a produzir uma neblina e não um rego, até que as operações de acabamento se concluam.

O equipamento de pavimentação disporá dos elementos necessários de acabamento para conseguir as tolerâncias exigidas. A superfície do pavimento não deverá ser retocada, salvo sejam detectadas zonas irregulares isoladas com uma régua de 5 metros, neste caso será utilizado uma regularização manual.

Terminadas as operações de regularização anteriormente descritas, e sobre o betão fresco, os bordos das lajes serão cuidadosamente arredondados com auxílio de uma trolha especial de 12 mm de raio.

Quando forem utilizadas cofragens deslizantes, qualquer irregularidade do bordo da laje com mais de 6 mm, descontado o arredondamento daquele, será corrigida antes da presa do betão.

As juntas transversais de construção e as juntas de dilatação serão arredondadas de modo idêntico aos bordos longitudinais, embora com um raio de 10 mm.

21.4.2.7. Protecção do betão fresco e cura

Durante a primeira fase do endurecimento, o betão fresco deverá ser protegido contra a chuva, dessecação rápida, especialmente em condições de baixa humidade relativa do ar, forte insolação e/ou vento e ainda contra as rápidas baixas de temperatura e a congelação.

Em obras a executar em zonas de clima chuvoso, poderá ser exigida a instalação de um toldo sobre as máquinas de colocação em obra com a finalidade de proteger o betão até que este adquira a resistência suficiente para que o seu acabamento não seja afectado pela chuva. De qualquer modo, em auto-estradas ou estradas para tráfego pesado, poderá ser exigida a colocação de toldos móveis e contínuos, baixos e de cor clara que cubram uma extensão de

pavimento pelo menos igual à que será acabada em 20 minutos de trabalho, sempre que a produção horária de betão não seja superior a 150 m³. Caso as lajes sofram uma lavagem por efeito da chuva, deverão estas posteriormente ser submetidas a uma ranhuragem que proporcione ao pavimento as características de textura superficial exigidas por este Caderno de Encargos.

Logo que o betão tenha adquirido a resistência suficiente para que o acabamento superficial não seja afectado, será submetido ao processo de cura preconizado. O referido processo prolongar-se-á durante o prazo fixado pela Fiscalização consoante o tipo de cimento utilizado e as condições climáticas não devendo em princípio ser inferior a sete dias.

O processo de cura deverá interessar todas as superfícies expostas do pavimento, incluindo os bordos livres.

Durante um período em geral nunca inferior a 3 dias desde a colocação do betão em obra, não poderá haver qualquer circulação sobre ele com excepção da necessária às operações de serragem das juntas e da verificação da regularidade superficial.

Quando na cura se utilizarem produtos filmogénicos estes devem ser aplicados imediatamente após as operações de acabamento e assim que tenha desaparecido completamente a água superficial livre.

Contudo, em condições climatéricas adversas, com baixa humidade relativa, altas temperaturas, ventos fortes ou chuva, a aplicação do produto deverá ser antecipada.

O produto da cura deverá ser aplicado de maneira uniforme. Caso se preveja que, durante a sua construção, o pavimento venha ser sujeito a condições atmosféricas muito variáveis poderá ser exigido pela Fiscalização uma dosagem apropriada a cada caso.

Caso as condições atmosféricas favoreçam a dessecação do betão, a Fiscalização poderá exigir um reforço da acção do produto de cura por meio de uma pulverização com água ou ainda por aplicação duma camada de areia, folhas de plástico ou quaisquer outros materiais que proporcionem um adequado isolamento. Estas medidas prolongar-se-ão pelo período que a Fiscalização entender necessário.

O produto de cura será aplicado em toda a superfície do pavimento por meios mecânicos os quais deverão assegurar uma fina e perfeita pulverização do produto de forma contínua e uniforme. O pulverizador deverá possuir um dispositivo que proporcione uma perfeita protecção do produto pulverizado contra a acção do vento. O produto de cura enquanto no depósito, deverá ser continuamente agitado, durante a sua aplicação sobre o pavimento por dispositivo adequado. Deverá ainda dispor de um manómetro para controlo da pressão da aplicação do produto, dum

medidor de rendimento e dos dispositivos necessários à sua modificação sempre que conveniente.

Os pulverizadores manuais só poderão ser utilizados em obras pequenas, zonas irregulares ou de difícil acesso aos meios mecânicos, mas somente após autorização por parte da Fiscalização.

O produto de cura será novamente aplicado sobre as juntas imediatamente após a sua serragem, caso seja este o processo utilizado. Igualmente se reaplicará o produto, durante o período estabelecido para a cura, nas zonas em que por qualquer circunstância tenha havido dano na película formada, com excepção das proximidades das juntas quando estas tenham já sido seladas com produtos betuminosos.

Durante o período de cura do betão e independentemente das precauções a adoptar no seu fabrico e colocação em obra, deverá proteger-se o pavimento contra a acção duma diminuição da temperatura ou do gelo.

Especialmente, quando se preveja um acentuado arrefecimento nocturno com uma amplitude térmica diária de mais de 25 °C será o pavimento obrigatoriamente protegido com materiais isolantes até à manhã do dia imediato à sua colocação em obra.

21.4.2.8. Juntas de trabalho

Nas juntas longitudinais resultantes da betonagem duma faixa contra outra já construída, ao betonar-se a nova faixa, aplicar-se-á na superfície de contacto um produto que evite a aderência do betão novo ao antigo.

Deverá prestar-se a maior atenção e cuidado de modo a que o betão colocado ao longo da junta seja homogéneo e fique perfeitamente compactado, especialmente tratando-se de junta do tipo macho-fêmea. A descofragem destas zonas delicadas deverá ser efectuada com o maior cuidado possível. Observando-se quaisquer imperfeições na ranhura estas deverão ser corrigidas antes da aplicação do produto anti-aderente.

Para as juntas transversais é fundamental que a serragem se efectue logo a seguir à presa, e antes do aparecimento de fendas de retracção, devendo executar-se logo que possível, sem que haja arrastamento de elementos grosseiros; normalmente o prazo que medeia entre o final da construção das lajes e a serragem das juntas situa-se entre 4 e 8 horas, dependendo das condições climatéricas, tipo de agregado e outros factores que afectam o endurecimento e retracção do betão. Com a execução do trecho experimental, a fixação da altura de início da serragem será um dos aspectos a ter em conta.

Para as juntas longitudinais, a serragem nunca deverá ser executada após 48 horas do final da betonagem.

As juntas de betonagem transversais terão lugar no final de cada dia de trabalho ou sempre que haja interrupção na betonagem e que seja de temer um início de presa na frente dos trabalhos. De qualquer modo uma paragem de 30 minutos em tempo seco e quente será causa suficiente para o estabelecimento de uma junta de betonagem.

Sempre que possível deverá coincidir estas juntas com as de retracção (ou de dilatação), modificando, se necessário, a sua posição de acordo com a Fiscalização.

Não sendo assim deverão dispor-se a mais de metro e meio de distância da junta mais próxima e serão executados de acordo com o projecto.

21.4.2.9. Condições de traficabilidade da camada

O pavimento poderá ser aberto à passagem de pessoas e equipamento para as operações de serragem e comprovação da regularização superficial a partir do momento em que não haja possibilidade de se produzirem marcas superficiais e desde que tenha secado o produto da cura.

O equipamento para a execução dos trabalhos finais do pavimento não poderá circular sobre o pavimento antes que tenha decorrido um mínimo de 3 dias do início da cura.

O tráfego da obra não poderá circular sobre o pavimento antes que tenham decorrido 7 dias ou que o betão tenha alcançado uma resistência à flexão de 80% da especificada para os 28 dias. Todas as juntas deverão já ter sido impermeabilizadas ou pelo menos obturadas provisoriamente. A abertura ao tráfego geral não poderá realizar-se antes de 14 dias a partir da finalização da betonagem.

21.4.3. ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO PARA CAMADAS DE SUB-BASE, BASE E REGULARIZAÇÃO NO ENCHIMENTO DE BERMAS EM BETÃO POBRE

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 - CONTROLO DE QUALIDADE.

Os critérios de aceitação/rejeição para as camadas de sub-base, base e regularização no enchimento de bermas em betão pobre são os constantes no Quadro 15.03.6a.

Quadro 15.03.6a - Critérios de aceitação/rejeição para o betão pobre

Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Resistência à compressão	Média resultados \geq C16/20 ou valor de projecto	Média \geq C16/20 ou valor de projecto	NA
		Média < que o requerido	Demolir e refazer camada
Espessura da Camada (verificada ou determinada topograficamente)	Média \geq Espessura de Projecto	Média \geq Espessura Projecto com 5% de resultados <90% Espessura Projecto	NA
		Média <85% Espessura Projecto	Demolir e refazer camada

Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
		Média \geq 85% Espessura Projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
Cota da Camada	Igual à cota de projecto	Cota da camada \leq a 15 mm relativamente à cota de projecto	NA
		Cota da camada está mais baixa do que 15mm e não existe retenção de água. Inferior à cota de projecto	Compensar na camada seguinte
		Se superior à cota de projecto	Corrigir a camada
NA - Não Aplicável			

21.4.4. ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO PARA CAMADAS DE BASE EM BETÃO

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 - CONTROLO DE QUALIDADE.

Os critérios de aceitação/rejeição para as camadas base em betão são os constantes no Quadro 15.03.6b.

Quadro 15.03.6b - Critérios de aceitação/rejeição para o betão hidráulico com características de base

Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Resistência à compressão e à flexão	Média resultados ≥ valor de projecto	Média ≥ valor de projecto	NA
		Média < que o requerido	Demolir e refazer camada
Espessura da Camada (verificada ou determinada topograficamente)	Média ≥ Espessura de Projecto	Média ≥ Espessura Projecto com 5% de resultados <90% Espessura Projecto	NA
		Média <85% Espessura Projecto	Demolir e refazer camada
		Média ≥ 85% Espessura Projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
Cota da Camada	Igual à cota de projecto	Cota da camada ≤ a 15 mm relativamente à cota de projecto	NA
		Cota da camada está mais baixa do que 15mm e não existe retenção de água. Inferior à cota de projecto	Compensar na camada seguinte
		Se superior à cota de projecto	Corrigir a camada
NA - Não Aplicável			

21.4.5. ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO PARA CAMADAS DE DESGASTE EM BETÃO HIDRÁULICO

O Adjudicatário por imposição contratual está obrigado a cumprir os requisitos de qualidade definidos pelos critérios de aceitação. O Dono de Obra terá sempre e em qualquer circunstância a prerrogativa de rejeitar a camada sempre que esta se apresente não conforme, pese embora

sejam apresentados critérios de rejeição que, para determinadas condições, passam pela penalização monetária, ao invés da rejeição.

Todos os ensaios definidos no presente item constituem encargo do Adjudicatário à semelhança dos ensaios especificados em 14.00 - CONTROLO DE QUALIDADE.

A verificação da conformidade da unidade terminada será efectuada por lotes, segundo a definição apresentada no início do presente capítulo.

Em cada lote serão extraídos tarolos em pontos aleatoriamente seleccionados, em número não inferior a cinco (5).

Haverá uma segunda fase de verificação de conformidade após a conclusão dos trabalhos e antes da recepção provisória da obra. Só no final desta fase se poderá proceder à aceitação/rejeição da camada de desgaste. Os ensaios a efectuar nesta fase serão:

- ✘ Determinação do Índice de Irregularidade Internacional (IRI) em toda a extensão da obra;
- ✘ Medição da macrotextura superficial antes da entrada em serviço da camada;
- ✘ Determinação da resistência ao deslizamento.

Nos itens seguintes serão apresentados os parâmetros e respectivos valores que deverão ser verificados e cumpridos para a aceitação de um lote de uma determinada camada constituída por betão hidráulico. No caso dos parâmetros IRI, rugosidade e resistência à derrapagem da camada de desgaste a sua avaliação realizar-se-á apenas após a conclusão da camada de desgaste em toda a extensão da obra, no âmbito da Caracterização Final do Pavimento.

21.4.5.1. Verificação da conformidade por lote no decorrer da obra

21.4.5.1.1. Características Gerais do Betão Hidráulico

Os valores obtidos para a granulometria dos agregados e percentagem em cimento devem obedecer às tolerâncias definidas no ponto 14.03.6.

21.4.5.1.2. Espessura das camadas

A espessura das lajes e a homogeneidade do betão será avaliada mediante a extracção de tarolos cilíndricos de 0,10 m de diâmetro, cuja localização será definida de modo aleatório. O número mínimo de tarolos por lote será dois, que no entanto passará a cinco se a espessura dos dois primeiros for inferior à especificada em projecto ou o seu aspecto indiciar uma compactação mal efectuada. As cavidades resultantes da extracção dos tarolos serão preenchidas com betão de qualidade idêntica ao aplicado aquando da execução da camada de desgaste que deverá ser devidamente nivelado e compactado.

Requisitos de conformidade

A espessura média deverá cumprir os valores preconizados em projecto e não mais de dois tarolos por lote poderão apresentar valores inferiores/superiores aos preconizados.

Critérios de aceitação/rejeição

Se a espessura média de um lote ou fracção de lote for inferior a 90 % do valor de projecto, o lote ou fracção será rejeitado cabendo ao Adjudicatário, por sua conta, retirar a camada por fresagem e executar uma nova camada;

Se a espessura média for superior a 90 % do valor especificado em projecto e não existam problemas de acumulação de água, a camada será aceite com uma penalização económica que resultará da aplicação da expressão [1]:

$$\text{valor da penalização} = P_{unit} - \left(P_{unit} \times \frac{e_{real}}{e_{proj}} \right) + (P_{unit} \times 0,20) \quad [1]$$

em que:

P_{unit} \equiv preço unitário da camada;

e_{real} \equiv espessura medida em obra;

e_{proj} \equiv espessura preconizada em projecto;

21.4.5.1.3. Armaduras

O posicionamento das armaduras deverá ser avaliado por tarolos cilíndricos de 10 m de diâmetro (deverão ser utilizadas os mesmos tarolos que serviram para medição da espessura).

Requisitos de conformidade

As armaduras deverão cumprir as especificações indicadas no projecto.

Critérios de aceitação/rejeição

Em caso de não conformidade com os requisitos e tolerâncias exigidos a secção correspondente ao tarolo não conforme será rejeitada.

21.4.5.1.4. Integridade

No caso da presente propriedade a unidade de aceitação ou rejeição será a laje individual definida pelas juntas, quer sejam estruturais, como no caso dos pavimentos em betão hidráulico com juntas, ou de trabalho no caso do betão armado contínuo.

Requisitos de conformidade

As lajes não apresentarão fissuras. Um conjunto de gretas de pequeno comprimento não interessando mais que a superfície das lajes não será considerado como fissura.

Critérios de aceitação/rejeição

- ✘ Os bordos das lajes e os lábios das juntas que se apresentem danificados serão reparados com resina *epoxi*, segundo as indicações da Fiscalização;
- ✘ As lajes não deverão apresentar fissuras. A Fiscalização poderá aceitar pequenas fissuras de retracção plástica de pequena extensão e que duvida alguma apenas afectem de modo limitado a superfície das lajes, podendo exigir a sua selagem;
- ✘ Se a laje apresenta uma única fissura não ramificada, sensivelmente paralela a uma junta, a Fiscalização poderá aceitar a laje desde que se cumpram as disposições seguintes:
- ✘ Se a junta mais próxima da fissura estiver fechada serão instalados na fissura passadores, ou barras de união, com disposição similar à existente na junta e proceder-se-á a fissura será selada;
- ✘ Se a junta mais próxima da fissura estiver aberta, proceder-se-á à selagem da fissura com uma resina *epoxi* aprovada pela Fiscalização, tão cedo quanto possível, para que as suas faces se mantenham unidas e seja restabelecida a continuidade da laje.

Em lajes com outros tipos de fissuras, como as de esquina, a Fiscalização poderá aceitá-las ou ordenar a demolição parcial da zona afectada com posterior reconstrução. No primeiro caso, a fissura será selada tão cedo quanto possível com uma resina “*epoxi*”, aprovada pela Fiscalização, para mater unidas as suas faces e restabelecer a continuidade da laje. Nenhum dos elementos da laje após reconstrução poderá ter uma das suas dimensões inferiores a 0,30 metros. A reposição será fixada ao resto da laje por meio de grampos.

Nota: A recepção definitiva de uma laje fissurada e não demolida não deverá ser efectuada, a não ser que no final do período de garantia as fissuras não se tenham agravado nem tenham ocorrido danos nas lajes vizinhas. Em caso contrário, a Fiscalização poderá ordenar a total demolição e posterior reconstrução das lajes fissuradas.

21.4.5.1.5. Regularidade superficial

Em todos os perfis será verificado se a superfície executada apresenta um aspecto uniforme, assim como, a ausência de defeitos superficiais importantes, tais como, segregações, falta de textura superficial, etc..

A regularidade deverá ser avaliada no prazo de 14 horas, contado a partir do final da execução de cada lote.

21.4.5.1.5.1. Controlo topográfico

Será efectuado o controlo topográfico face aos perfis transversais e longitudinal de projecto, de cada uma das camadas efectuadas, de modo a controlar as cotas e a largura da camada executada.

No eixo e nos bordos dos perfis transversais serão dispostas marcas de referência niveladas ao milímetro em relação ao projecto, cujo afastamento não deve exceder metade da distância entre os perfis de projecto.

Critérios de aceitação/rejeição

- ✘ Os desvios em planta relativamente ao perfil longitudinal de projecto não deverão ser superiores a 0,03 m e a superfície acabada deve apresentar as inclinações indicadas no projecto;
- ✘ A rasante executada não deverá ficar abaixo da rasante teórica definida em projecto em mais de 10 mm nem acima em qualquer ponto;
- ✘ Em todos os perfis se verificará a largura do pavimento que em nenhum ponto poderá ser inferior à largura teórica definida nos perfis transversais tipo estabelecidos em projecto.

21.4.5.1.5.2. Regularidade longitudinal

A regularidade da camada deverá ser avaliada em pontos distanciados de 25 m por meio da utilização de uma régua fixa (caso da regularidade transversal) ou móvel (para a regularidade longitudinal) com 3 metros de comprimento.

Requisitos de conformidade

Os valores medidos por lote deverão cumprir os critérios de regularidade definidos no Quadro 15.03.6c.

Quadro 15.03.6c - Critérios de regularidade para a camada de desgaste em betão hidráulico quando não se proceda à determinação do IRI

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização
		Camada de desgaste em betão hidráulico
Especificidades de utilização		Avaliação da regularidade por meio de régua de 3 metros com um espaçamento de 25 m
Irregularidades máximas	mm	≤ 4

Critérios de aceitação/rejeição

- Ficará à responsabilidade do Adjudicatário apresentar uma solução, para aprovação da Fiscalização, para a rectificação da não conformidade.

Caso o Adjudicatário assim o entenda poderá proceder à avaliação da irregularidade longitudinal da camada executada em contínuo devendo para isso cumprir o disposto em 1.2.1.

21.4.5.1.6. Macrotextura

A superfície da camada deverá apresentar uma textura uniforme e isenta de segregações.

No dia seguinte à execução da camada em betão hidráulico, em locais aleatoriamente escolhidos, serão realizados ensaios de altura de areia (MTD) pelo método da mancha volumétrica (anexo A da ISO 10844:1994), com um espaçamento de 100 metros, ao longo da rodeira externa de cada lote.

Requisitos de conformidade

Os resultados obtidos deverão satisfazer os valores mínimos indicados no Quadro 15.03.6f.

Quadro 15.03.6f - Valores mínimos de macrotextura superficial a obter em fase de obra com o método volumétrico da mancha em camadas de desgaste em betão hidráulico

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização
		Camada de desgaste em betão hidráulico
Especificidades de utilização		Determinação da profundidade de textura pelo método volumétrico da mancha (MTD)
MTD - profundidade média de textura	mm	0,6 - 0,9

Os valores obtidos terão como única função a previsão da macrotextura que a camada de desgaste irá apresentar aquando da Caracterização Final do Pavimento - 1ª Fase, única determinação com função de aceitação/rejeição da camada.

21.4.5.1.7. Coeficiente de atrito

No decorrer da execução da camada o coeficiente de atrito poderá ser avaliado por meio da realização de ensaios a efectuar com o pêndulo britânico (EN 13036-4). Estes ensaios serão realizados de 100 em 100 m, com um deslizador grande munido com borracha CEN e utilizando a Escala C. Os valores assim obtidos terão como única função a previsão do coeficiente de atrito pontual que a camada irá apresentar aquando da Caracterização Final do Pavimento - 1ª Fase, única determinação com função de aceitação/rejeição.

Requisitos de conformidade

Nestas condições os resultados obtidos deverão satisfazer os valores mínimos indicados no Quadro 15.03.6g.

Quadro 15.03.6g - Valores de coeficiente de atrito pontual (Pendulum Test Value) para camadas de desgaste em betão hidráulico

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização
Especificidades de utilização		Ensaio com o pêndulo britânico; Deslizador grande com borracha CEN; Escala C

Coeficiente de atrito pontual (Pendulum Test Value)	PTV	≥ 60
--	-----	-----------

21.4.5.1.8. Resistência

Requisitos de conformidade

A resistência característica à compressão e flexão a 28 dias quer seja em termos individuais, quer seja em termos de valores médios da camada deverá cumprir o especificado em projecto.

Critérios de aceitação/rejeição

A resistência média de um lote não deverá ser inferior ao valor mínimo exigido para a resistência característica. Não mais de um valor individual por lote poderá apresentar um resultado inferior em mais de 25 % ao valor mínimo exigido para a resistência característica.

Se o valor médio de resistência por lote ou fracção for inferior valor mínimo exigido para a resistência característica deverá proceder-se da seguinte forma:

- ✘ Se for igual ou superior a 95 % do valor mínimo exigido de resistência característica será aplicada uma penalização ao preço unitário do lote, em valor igual ao dobro da perda de resistência, ambas expressas em proporção;
- ✘ Se a resistência média for inferior a 95 % do valor exigido de resistência característica deverão ser extraídos 6 tarolos aos 54 dias de cura, em locais aleatoriamente escolhidos de modo a permitirem uma amostragem completa do lote não conforme, que deverão ser ensaiados à tracção indirecta aos 56 dias de cura, depois de terem sido conservados de acordo com o disposto na NP EN 206-1. Os resultados obtidos serão comparados com os resultados alcançados no trecho experimental, ou com os resultados obtidos numa lote cujas características sejam semelhantes ao lote em análise e proceder-se-á da seguinte forma:
- ✘ Se os valores obtidos não forem inferiores ao valor de comparação, o lote será aceite;
- ✘ Se forem inferiores ao valor de comparação o lote será removido, levado a vazadouro e reconstruído por conta do Adjudicatário.

21.4.5.1.8.1. Por lote em toda a extensão da camada em betão hidráulico após a conclusão da obra - Caracterização Final do Pavimento - 1ª Fase

Para efeitos de Caracterização Final do Pavimento - 1ª Fase um lote corresponde a 500 m de extensão em cada uma das vias existentes.

No que se refere aos ensaios efectuados em contínuo considerar-se-á como valor individual o valor correspondente à média num trecho de 100 metros.

A Caracterização Final do Pavimento - 1ª Fase será realizada em toda a extensão da obra após conclusão de todos os trabalhos no pavimento e antes da abertura ao tráfego. O respectivo relatório deverá ser entregue antes da recepção provisória da obra e dele deverá constar a identificação dos locais de ensaio, a descrição do equipamento utilizado na realização dos ensaios, a indicação da metodologia adoptada e os valores registados, relativamente aos seguintes parâmetros a avaliar:

- ✘ Determinação do Índice de Irregularidade Internacional - IRI;
- ✘ Macrotextura superficial;
- ✘ Coeficiente de atrito.

Para todas as medições em contínuo deverão ser elaborados gráficos que ilustrem a variação do parâmetro em causa ao longo de toda a extensão ensaiada, para além dos cálculos necessários à avaliação por lote.

21.4.5.1.8.1.1. Índice de Irregularidade internacional (IRI)

A avaliação da irregularidade longitudinal da camada executada deverá ser efectuada em contínuo recorrendo a equipamentos munidos de sensores tipo *laser* (geralmente do tipo multi-função) que permitam o levantamento do perfil longitudinal da superfície e a obtenção do IRI (Índice de Irregularidade Internacional), ou a equipamentos tipo APL (Analyseur du Profil en Long). A medição do IRI deverá ser efectuada ao longo da rodeira externa ou, preferencialmente ao longo das duas rodeiras de cada um dos lotes ensaiados.

Os valores de IRI são calculados por troços de 100 m e o valor médio obtido nas duas rodeiras por cada troço de 100 m será o representativo desse troço.

Do relatório final deverá constar a representação do perfil longitudinal da superfície, bem como os valores individuais de IRI (médias por trechos de 100 m) ao longo dos alinhamentos ensaiados.

Nota: Não se deverá confundir troço (100 metros) com lote (definido em 11.1). Por exemplo em cada lote de 500 metros de extensão existirão 5 ou 10 valores de IRI (consoante o ensaio seja efectuado ao longo de uma ou de duas rodeiras) correspondentes à média por troços de 100 metros.

Não deverão ser utilizados equipamentos que efectuem a medição do IRI com base na resposta da suspensão de um veículo (designados por equipamentos tipo “resposta”), atendendo às limitações que estes equipamentos apresentam. Considera-se, com efeito, desejável o fornecimento dos resultados em termos de perfil longitudinal da superfície segundo o alinhamento ensaiado, para além dos valores do IRI por troços de 100 m, de modo a poderem

visualizar-se quaisquer deficiências pontuais existentes na superfície, facilitando a sua localização e tendo em vista a posterior correcção das mesmas quando se justifique.

Requisitos de conformidade

Na regularidade longitudinal devem ser respeitados os valores admissíveis para o IRI (Índice de Irregularidade Internacional) definidos no Quadro 15.03.6d.

Quadro 15.03.6d: Valores admissíveis de IRI (m/km), calculados por troços de 100 metros em pavimentos rígidos

Requisito/Propriedade		Unidade	Utilização		
Especificidades de utilização			Percentagem da extensão da obra		
			50%	75%	90%
Valores admissíveis de IRI	Camada de desgaste	m/km	≤ 2,0	≤ 2,5	≤ 3,0

Aos valores apresentados no Quadro 15.03.6d poderá ser aplicada a classificação do Quadro 15.03.6e.

Quadro 15.03.6e - Classificação dos valores de IRI

Classificação	Descrição
Bom	cumprir os parâmetros exigidos
Razoável	não cumprir as exigências anteriores. Apresenta valores de IRI de 2,0; 2,5 e 3,0 em percentagens do traçado superiores a 15, 50 e 80, respectivamente
Mau	não cumprir os parâmetros exigidos nas classificações anteriores

Critérios de aceitação/rejeição

Se os resultados da avaliação da irregularidade superficial por cada lote da camada terminada excederem os valores limites especificados deverá proceder-se do seguinte modo:

- ✘ Se os resultados da regularidade superficial da camada acabada excederem os limites estabelecidos em menos de 10 %, esta poderá ser aceite mediante a aplicação de uma penalização de 20 % do preço unitário da camada, proporcional à percentagem não conforme da extensão do lote;
- ✘ Se os resultados da irregularidade superficial da camada acabada excederem os limites estabelecidos em mais de 10 % da extensão do lote controlado, a camada não conforme será removida, o material levado a vazadouro e executada por conta do Adjudicatário uma nova camada.

Os valores obtidos deverão enquadrar-se nos valores mínimos especificados no Quadro 15.03.6d.

21.4.5.1.8.2. Macrotextura

Deverá ser efectuada uma campanha para medição em contínuo da profundidade de textura da camada de desgaste, recorrendo a equipamentos tipo laser, quer se trate de equipamentos de operação manual ou de equipamentos multifunções, acoplados a um veículo. Esta avaliação será efectuada ao longo da rodeira externa de cada uma das vias construídas.

A macrotextura superficial deverá ser avaliada pela determinação da profundidade média do perfil - MPD (NP ISO 13473-1:2007).

Requisitos de conformidade

Os resultados obtidos deverão, por lotes, cumprir as exigências especificadas no Quadro 15.03.6h.

Quadro 15.03.6h - Valores mínimos de profundidade média de textura superficial a obter por lote em camadas de desgaste em betão hidráulico aquando da recepção provisória

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização
		Camada de desgaste em betão hidráulico
Especificidades de utilização		Valores de MPD por trechos de 100 metros
MPD - profundidade média do perfil	mm	0,50 - 0,87

Critérios de aceitação/rejeição

A profundidade média do perfil deverá estar compreendida entre os limites especificados e nenhum dos resultados individuais (média por troços de 100 metros) poderá ser inferior a 0,30 mm.

Se o valor médio por lote foi inferior ao valor mínimo estabelecido no Quadro 15.03.6h deverá proceder-se da seguinte forma:

- ✘ Se o valor médio for superior a 95 % do valor mínimo preconizado será aplicada uma penalização económica correspondente a 20 % do preço unitário da camada;
- ✘ Se o valor médio for inferior ou igual a 95 % do valor mínimo preconizado, a rugosidade do lote deverá ser reposta, por um método adequado proposto pelo Adjudicatário e aceite pela Fiscalização. Estes trabalhos serão efectuados por conta do Adjudicatário.

21.4.5.1.8.3. Coeficiente de atrito

A medição do coeficiente de atrito deverá ser efectuada em contínuo, com piso molhado, ao longo da rodeira externa de cada uma das vias construídas.

Esta medição deverá ser efectuada a uma velocidade de 50 km/h recorrendo a equipamentos tipo *SCRIM* ou tipo *GRIP TESTER* que deverão ser munidos de sistema de rega automática, de forma a garantir uma película de água com 0,5 mm de espessura sobre a superfície ensaiada.

Admite-se a utilização de equipamentos distintos dos anteriormente referidos desde que o adjudicatário apresente correlações comprovadas entre os resultados obtidos com o equipamento utilizado e os equipamentos *SCRIM* ou *GRIP TESTER*. Nestas circunstâncias as

condições de ensaio poderão ser também ajustadas ao respectivo equipamento desde que devidamente justificadas e fundamentadas.

Em alternativa e somente em casos particulares devidamente definidos e aceites pela Fiscalização a resistência à derrapagem poderá ser avaliada através de ensaios para determinação do coeficiente de atrito pontual, a efectuar com o pêndulo britânico segundo as condições apresentadas em 1.1.7.

Requisitos de conformidade

O valores obtidos deverão cumprir o especificado no Quadro 15.03.6i.

Quadro 15.03.6i - Valores para o coeficiente de atrito em contínuo para camadas de desgaste em betão hidráulico aquando da recepção provisória

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização	
		Equipamento tipo SCRIM (BS 7941-1)	Equipamento tipo GRIP TESTER (BS 7941 - 2)
Especificidades de utilização		Valor médio por lote. Medição em contínuo a 50 km/h e com uma película de água com 0,5 mm de espessura	
Coeficiente de atrito à velocidade de 50 km/h	-	≥ 0,50	≥ 0,60

Critérios de aceitação/rejeição

O valor médio por lote não poderá ser inferior ao valor mínimo especificado no Quadro 15.03.6i. Não mais de um valor individual (média por trechos de 100 metros) por lote poderá apresentar um resultado inferior em mais de 5 unidades ao valor mínimo estabelecido.

Se o valor médio por lote foi inferior ao valor mínimo estabelecido no Quadro 15.03.6i deverá proceder-se da seguinte forma:

- ✘ Se o valor médio for superior a 95 % do valor mínimo preconizado será aplicada uma penalização económica correspondente a 20 % do preço unitário da camada;
- ✘ Se o valor médio for inferior ou igual a 95 % do valor mínimo preconizado a camada no lote não conforme deverá ser demolida e reconstruída.

21.4.5.2. Por lote em toda a extensão da camada em betão hidráulico antes da recepção definitiva da obra - Caracterização Final do Pavimento - 2ª Fase

A Caracterização Final do Pavimento - 2ª Fase será realizada em toda a extensão da obra até seis meses antes de terminar o prazo de garantia e o respectivo relatório deverá ser entregue com dois meses de antecedência relativamente à data marcada para a recepção definitiva da obra. O relatório em questão será idêntico ao relatório elaborado para a Caracterização Inicial do Pavimento - 1ª Fase, pelo que em tudo o que for aplicável deverá cumprir-se o disposto em 1.2.

No decorrer do período de garantia da obra são múltiplos os factores que poderão contribuir para a degradação do pavimento. Por este motivo, a obrigatoriedade do cumprimento dos critérios de aceitação/rejeição em seguida apresentados só se aplica se as causas para a sua existência forem imputáveis ao Adjudicatário.

A evolução das características superficiais dependerá, em grande parte, do volume de tráfego que solicitará o pavimento ao longo do período do prazo de garantia. Por esta razão aquando da recepção definitiva da obra deverá proceder-se à estimativa do tráfego que terá solicitado a obra desde a sua entrada em serviço até à data da recepção definitiva.

À semelhança da Caracterização Final do Pavimento - 1ª Fase um lote corresponde à extensão de 500 metros. Para os ensaios de medição em contínuo serão determinados os valores médios por trechos de 100 metros, que funcionarão como valores individuais.

21.4.5.2.1. Irregularidade

Será determinado o Índice de Irregularidade Internacional (IRI) segundo as especificações apresentadas em 1.1.6.2.

Do relatório final deverá constar a representação do perfil longitudinal da superfície, bem como os valores individuais de IRI (médias por trechos de 100 m) ao longo dos alinhamentos ensaiados.

Os valores obtidos deverão enquadrar-se nos valores mínimos especificados no Quadro 15.03.6j.

Quadro 15.03.6j: Valores admissíveis de IRI (m/km), calculados por troços de 100 metros em pavimentos rígidos aquando da recepção definitiva

Requisito/Propriedade		Unidade	Utilização		
Especificidades de utilização			Percentagem da extensão da obra		
			50%	75%	90%
Valores admissíveis de IRI	Camada de desgaste	m/km	≤ 3,5	≤ 4,0	≤ 4,5

Critérios de aceitação/rejeição

Se os resultados do IRI excederem os limites estabelecidos em mais de 20 % da extensão total da obra será aplicada uma penalização no valor correspondente 5 % do preço unitário da camada. Esta penalização será a preços do contrato, acrescidos da respectiva revisão de preços. O Adjudicatário deverá ser notificado sobre o valor da penalização e caso não proceda ao respectivo pagamento será accionada a garantia bancária no valor correspondente.

21.4.5.2.2. Macrotextura

Em tudo o que for aplicável deverá cumprir-se o disposto em 1.1.6.3 e 1.2.2.

No que se refere aos valores de profundidade média de perfil deverão ser cumpridos os valores mínimos indicados no Quadro 15.03.6k.

Quadro 15.03.6k - Valores mínimos de profundidade média de textura superficial a obter por lote em camadas de desgaste em betão hidráulico aquando da recepção definitiva

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização
		Camada de desgaste em betão hidráulico
Especificidades de utilização		Valores de MPD por trechos de 100 metros
MPD - profundidade média do perfil	mm	0,25 - 0,63

Critérios de aceitação/rejeição

A profundidade média do perfil deverá estar compreendida entre os limites especificados e nenhum dos resultados individuais (média por troços de 100 metros) poderá ser inferior a 0,15 mm.

Se o valor médio por lote for inferior ao valor especificado no Quadro 15.03.6k deverá proceder-se da seguinte forma:

- ✘ Se o valor médio for inferior ou igual a 90 % do valor preconizado a rugosidade do lote deverá ser reposta, por um método adequado proposto pelo Adjudicatário e aceite pela Dono de Obra. Estes trabalhos serão efectuados por conta do Adjudicatário;
- ✘ Se o valor médio for superior a 90 % do valor preconizado será aplicada uma penalização económica correspondente a 10 % do valor da camada no lote não conforme a preços do contrato, acrescidos da respectiva revisão de preços. O Adjudicatário deverá ser notificado sobre o valor da penalização e caso não proceda ao respectivo pagamento será accionada a garantia bancária no valor correspondente.

21.4.5.2.3. Coeficiente de atrito

Em tudo o que for aplicável deverá cumprir-se o disposto em 1.1.7 e 1.2.3.

A medição do coeficiente de atrito deverá ser efectuada, preferencialmente, para a condição mais desfavorável, isto é, entre Maio e Dezembro, dado que será neste período que a película de sujidade e contaminação que se acumula à superfície do pavimento será mais espessa, implicando uma diminuição na microtextura dos agregados e na macrotextura da superfície.

No que se refere aos valores de coeficiente de atrito deverão ser cumpridos os valores mínimos indicados no Quadro 15.03.6l.

Quadro 15.03.6l - Valores para o coeficiente de atrito em contínuo para camadas de desgaste em betão hidráulico aquando da recepção definitiva

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização	
		Equipamento tipo SCRM (BS 7941-1:2006)	Equipamento tipo GRIP TESTER (BS 7941 - 2: 2000)
Especificidades de utilização		Valor médio por lote. Medição em contínuo a 50 km/h e com uma película de água com 0,5 mm de espessura	
Coeficiente de atrito à velocidade de 50 km/h	-	≥ 0,40	≥ 0,45

Em alternativa e somente em casos particulares devidamente definidos e aceites pela Fiscalização a resistência à derrapagem poderá ser avaliada através de ensaios para determinação do coeficiente de atrito pontual, a efectuar com o pêndulo britânico. Estes ensaios serão realizados de acordo com as disposições apresentadas em 1.2.3. Nestas condições a camada deverá apresentar um coeficiente de atrito pontual que cumpra o especificado no Quadro 15.03.6m.

Quadro 15.03.6m - Valores de coeficiente de atrito pontual (Pendulum Test Value) para camadas de desgaste em betão hidráulico aquando da recepção definitiva

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização
Especificidades de utilização		Ensaio com o pêndulo britânico; Deslizador grande com borracha CEN; Escala C
Coeficiente de atrito pontual (Pendulum Test Value)	PTV	≥ 50

CrITÉRIOS de aceitação/rejeição

O valor médio por lote não poderá ser inferior ao valor mínimo especificado no Quadro 15.03.6m. Não mais de um valor individual (média por trechos de 100 metros) por lote poderá apresentar um resultado inferiores aos especificados nos Quadros 15.03.6l e 15.03.6m.

Se o valor médio por lote foi inferior aos valores mínimos estabelecidos deverá proceder-se da seguinte forma:

- ✘ Se o valor médio for inferior ou igual a 90 % do valor preconizado o coeficiente de atrito do lote deverá ser repostado, por um método adequado proposto pelo Adjudicatário e aceite pelo Dono de Obra. Estes trabalhos serão efectuados por conta do Adjudicatário;
- ✘ Se o valor médio for superior a 90 % do valor mínimo preconizado será aplicada uma penalização no valor correspondente a 10 % do preço unitário da camada. Esta penalização será a preços do contrato, acrescidos da respectiva revisão de preços. O Adjudicatário deverá ser notificado sobre o valor da penalização e caso não

proceda ao respectivo pagamento será accionada a garantia bancária no valor correspondente.

21.4.5.2.4. Fendilhação

Deverá ser efectuada a avaliação em contínuo do estado de degradação superficial do pavimento não devendo a área fendilhada ser superior a 10 % da área total de cada lote.

Critérios de aceitação/rejeição

Se a área fendilhada por lote for superior ao valor máximo estabelecido deverá proceder-se da seguinte forma:

- ✘ Se o valor médio for inferior a 90 % do valor máximo preconizado será aplicada uma penalização no valor correspondente a 10 % do preço unitário da camada. Esta penalização será a preços do contrato, acrescidos da respectiva revisão de preços. O Adjudicatário deverá ser notificado sobre o valor da penalização e caso não proceda ao respectivo pagamento será accionada a garantia bancária no valor correspondente;
- ✘ Se o valor médio for superior ou igual a 90 % do valor máximo preconizado a camada será removida, o material levado a vazadouro e executada uma nova camada no lote não conforme, por conta do Adjudicatário.

22. TRABALHOS ESPECÍFICOS DOS PAVIMENTOS RÍGIDOS

22.1. ACABAMENTO DA SUPERFÍCIE

O acabamento de superfície dos pavimentos rígidos pode ser executado usando as seguintes metodologias:

- ✘ Ranhuragem;
- ✘ Escovagem;
- ✘ Denudagem química;
- ✘ Incrustação de gravilhas.

A textura superficial do pavimento deve ser obtida antes da presa do betão, excepto por denudagem química.

A textura superficial por ranhuragem será transversal e homogénea, obtida por meio de um pente de dentes de plástico, aço ou outro material ou com uma placa com as saliências correspondentes às ranhuras que se pretenderem. O dispositivo será aprovado pela Fiscalização. As ranhuras serão

paralelas entre si e terão uma largura e profundidade compreendidas entre 5 e 7 mm. A distância entre eixos será variável e compreendida entre 10 e 30 mm.

A textura superficial por estriado (escovagem) será obtida por aplicação manual ou mecânica de uma escova de cerdas em plástico, arame ou outro material aprovado pela Fiscalização.

Para além destes processos, o acabamento superficial do pavimento em betão poderá ser assegurado por denudagem química ou por incrustação de gravilhas.

No dia seguinte ao da betonagem será determinada a profundidade de textura pelo método da altura de areia em pelo menos 10 ensaios devendo obter-se uma profundidade média de 1 mm e uma profundidade mínima em qualquer ensaio de 0,60 mm.

22.2. VARÕES DE AÇO EM JUNTAS

A aplicação dos varões de transmissão de cargas (passadores) e dos varões de ligação deve ser realizada preferencialmente de forma automática, devendo para isso ser acoplado à pavimentadora um dispositivo que permita efectuar tal operação, sem ser necessário interromper a pavimentação.

A introdução dos varões deverá ser feita com vibração.

22.3. EXECUÇÃO DE JUNTAS

As juntas (transversais e longitudinais) podem ser executadas por serragem ou por outras técnicas definidas em projecto. Poderão também ser implementadas outras técnicas de execução, propostas e devidamente fundamentadas pelo adjudicatário, desde que aprovadas pela Fiscalização.

A execução das juntas transversais por serragem deve ser realizada antes de decorridas 24 horas após a colocação em obra do betão, previamente ao aparecimento de fendas de retracção e de modo a garantir bordos limpos e estáveis.

As juntas longitudinais por serragem deverão ser executadas entre as 24 e as 72 horas após a finalização do pavimento desde que seja garantida a não circulação de tráfego de obra. Sempre que se prevejam amplitudes térmicas superiores a 15° C, entre o dia e a noite, estas juntas deverão ser executadas em simultâneo com as transversais.

A serragem das juntas poderá ser realizada numa primeira fase até à profundidade definida no projecto, sendo o alargamento necessário para a colocação do produto de selagem efectuado numa segunda fase, desde que aprovado pela Fiscalização.

Sempre que ocorram danos nos bordos das juntas, estes deverão ser reparados com resina epoxi.

22.4. SELAGEM DE JUNTAS

Na selagem de juntas poderão ser aplicados os seguintes produtos:

- ✘ Selantes aplicados a quente;
- ✘ Selantes aplicados a frio;
- ✘ Perfis de selagem pré-moldados.

Após a cura do betão e previamente à aplicação dos produtos de selagem, as juntas serão limpas de forma cuidadosa e eficaz com recurso a rebarbadora ou outro equipamento que não danifique os seus bordos. O acabamento da limpeza deverá ser realizado com jacto de ar-comprimido.

Posteriormente à operação de limpeza será aplicado o produto selante definido em projecto, tendo o cuidado de obter um acabamento limpo e sem excesso de material sobranter.

22.5. SEPARAÇÃO ENTRE A LAJE DA CAMADA DE DESGASTE E A BASE

A separação entre a laje da camada de desgaste em betão e a base em betão pobre pode ser obtida pela aplicação de diversas técnicas:

- ✘ Folha de polietileno;
- ✘ Emulsão sobre cinzas ou areias;
- ✘ Revestimento superficial simples;
- ✘ Outras técnicas.

No caso da aplicação de folha de polietileno deverá ser garantida uma sobreposição mínima de 15 cm. A sobreposição entre folhas deverá ter em conta a inclinação transversal e longitudinal da camada subjacente, de modo a garantir a impermeabilização da camada.

Não será permitida a circulação sobre a superfície tratada excepto pelo pessoal e equipamento necessários à aplicação do betão.

Em épocas quentes e secas poderá ser necessária a humedificação da base tratada, evitando desse modo a desidratação do betão a aplicar.

22.6. APLICAÇÃO DE PRODUTO FILMOGÉNICO DE CURA

A aplicação de produtos filmogénicos de cura deve ser realizada após o acabamento superficial do betão e desde que este não apresente água livre.

Na aplicação dos produtos filmogénicos de cura devem ser utilizados meios mecânicos que assegurem uma distribuição contínua e uniforme em toda a largura da plataforma e bordos laterais.

Em zonas inacessíveis aos equipamentos acima referidos poderão ser utilizados pulverizadores manuais, desde que aprovados pela Fiscalização.

Será obrigatoriamente executada uma nova aplicação sempre que se verifique a deterioração da película protectora ou após a execução de juntas.

Em condições climatéricas desfavoráveis (altas temperaturas, baixa humidade relativa, vento forte ou chuva) a Fiscalização poderá determinar o aumento da dosagem e a aplicação antecipada dos produtos de cura.

22.7. BETÃO POROSO NA INTERFACE ENTRE A LAJE E A BERMA

O betão poroso a aplicar na interface entre a laje e a berma funcionará como elemento integrante do sistema de drenagem interna e será executado com as dimensões definidas em projecto.

A aplicação do betão deve ser feita em contínuo por equipamento que possa regular a altura do material a um nível tal que permitirá, após compactação, obter a altura pretendida.

Na aplicação do betão em obra deverá ter-se em conta as dificuldades de compactação, geralmente realizada por meio de régua vibrantes, por forma a conferir uma porosidade mínima de 22%. Esta poderá ser avaliada vertendo rapidamente 10 litros de água sobre um cilindro de betão poroso com 20 cm de diâmetro e espessura igual à da camada executada. A velocidade de percolação deverá ser da ordem dos 0,6 cm/s.

22.8. BETÃO POROSO NA INTERFACE ENTRE A LAJE E A BERMA, INCLUINDO DRENO

Idêntico ao descrito em 15.03.7.7, incluindo a execução de dreno longitudinal em PVC e as respectivas saídas laterais.

22.9. CAMADA DRENANTE EM BERMA COM 0,10 M DE ESPESSURA

Execução de camada drenante na berma que integra o sistema de drenagem interna da junta longitudinal existente entre a laje da camada de desgaste e a berma.

Esta camada pode ser construída em betão poroso ou em material granular de granulometria extensa com redução de 50% na fracção 0/6.

22.10. IMPERMEABILIZAÇÃO DA FUNDAÇÃO DA BERMA

Execução da impermeabilização da fundação da berma de modo a impedir o acesso de água proveniente de infiltrações a partir das juntas longitudinais entre a camada de desgaste e a berma.

A impermeabilização pode ser obtida por aplicação de geotêxtil impregnado com emulsão ou por outras técnicas definidas em projecto. Poderão ainda ser implementadas outras técnicas de execução, propostas e devidamente fundamentadas pelo adjudicatário, desde que aprovadas pela Fiscalização.

Execução de viga de betão armado, de acordo com o definido em projecto, encastradas no terreno. São usualmente executadas na aproximação das obras de arte e destinam-se a impedir movimentos do pavimento rígido.

23. REGAS BETUMINOSAS DE IMPREGNAÇÃO, COLAGEM OU CURA

23.1. REGA DE IMPREGNAÇÃO BETUMINOSA

Entende-se por rega de impregnação a aplicação de uma emulsão betuminosa sobre uma base granular de granulometria extensa sobre a qual será executada uma camada de mistura betuminosa. Será dispensada a sua aplicação caso o projecto explicitamente a dispense.

O equipamento a utilizar no espalhamento deve cumprir os requisitos legais para o transporte destes produtos e os requisitos de segurança e saúde necessários. Deve estar munido de um dispositivo de rega automático ou semi-automático que garanta uma distribuição uniforme do ligante à temperatura especificada. Nos casos de difícil acesso ou em situações muito específicas poder-se-á recorrer à distribuição do ligante com equipamento manual.

23.1.1. REPARAÇÃO DA CAMADA PARA POSTERIOR IMPREGNAÇÃO/LIMPEZA

Após a aprovação do trecho e previamente à aplicação da rega de impregnação, dever-se-á iniciar o processo de limpeza da camada granular. A superfície a impregnar deve apresentar-se livre de material solto, sujidades, detritos e poeiras que devem ser retirados do pavimento. A limpeza será basicamente efectuada por acção de escovas mecânicas e/ou jacto de ar comprimido que deverá deixar a descoberto as partículas com maiores dimensões, sem no entanto provocar a desagregação da camada. Deve obter-se o aspecto de um mosaico formado pelo topo das britas e gravilhas, devidamente travadas pelos materiais mais finos. Nos locais de difícil acesso a estes equipamentos a limpeza da camada deve ser feita com vassouras manuais.

Após concluída a limpeza, ficará interdito o tráfego de obra sobre a zona tratada até que seja executada a rega de impregnação.

Caso se verifique tendência para desagregação superficial, seja por limpeza excessiva, por distorção granulométrica ou segregação, ou ainda em virtude do tráfego de obra, a Fiscalização deverá determinar a escarificação da camada e o seu posterior tratamento em conformidade com os requisitos acima apresentados.

23.1.2. EXECUÇÃO DA REGA DE IMPREGNAÇÃO

Na execução da rega de impregnação betuminosa deve ser observado o seguinte:

- ✘ Previamente à aplicação do aglutinante a superfície deve ser humidificada de modo a facilitar a penetração do aglutinante na camada;
- ✘ O aglutinante e a taxa de aplicação a utilizar deverão ser os indicados no projecto e em conformidade com as especificações do Quadro 14.03.0-4h. O valor da taxa de espalhamento deverá ser ajustado experimentalmente sendo normalmente o correspondente ao que a camada pode absorver ao fim de 24 horas mas nunca inferior a 1,0 Kg/m² de betume residual;
- ✘ No momento de aplicação do aglutinante, a temperatura ambiente e do pavimento devem ser superiores a 5 °C;
- ✘ Não deve ser iniciado o processo de espalhamento se houver probabilidade de ocorrência de chuva;
- ✘ A aplicação da emulsão deverá ser feita por um camião cisterna com barra distribuidora semi-automática ou automática;
- ✘ A distribuição do aglutinante não pode variar na largura efectiva, 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;
- ✘ O tempo que decorrerá entre a impregnação e a aplicação da camada betuminosa seguinte será fixado pela Fiscalização, em face das condições climáticas.

23.1.3. CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO

A tolerância da taxa de aplicação da emulsão betuminosa para impregnação será de 15% em relação ao valor especificado, sendo esta verificada em relação à média de num conjunto de cinco ensaios (tabuleiro metálico ou folha de papel), apenas um ensaio poderá ultrapassar essa tolerância. Esta verificação será efectuada por lotes e sempre que a Fiscalização assim o entenda.

23.2. REGAS DE COLAGEM

Entende-se por rega de colagem a aplicação de uma emulsão betuminosa sobre: camadas tratadas com ligantes betuminosos, camadas em misturas betuminosas ou camadas/superfícies de betão sobre a qual será aplicada uma mistura betuminosa. Estas regas poderão ser realizadas com emulsões ou emulsões modificadas, devendo cumprir os requisitos especificados nos Quadros 14.03.0-4h e 14.03.0-4i. Quando no fabrico da camada sobrejacente for utilizado um betume modificado, a rega de colagem deve com emulsão modificada.

23.2.1. PREPARAÇÃO DA CAMADA

O adjudicatário só poderá dar início aos trabalhos de limpeza da camada sobre a qual será aplicada a rega de colagem, quando esta tiver sido aprovada pela Fiscalização tendo em conta os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camada. Deve ser dada particular atenção à limpeza dos topos das juntas de trabalho. Para a remoção dos detritos, material solto e sujidade da camada deverão ser utilizados os meios mais adequados tendo em conta o estado de limpeza da mesma, nomeadamente jacto de água, vassoura mecânica ou jacto de ar. Nas situações de difícil acesso aos referidos equipamentos deverá recorrer-se a vassouras manuais. O jacto de ar será contudo sempre considerado como processo de acabamento da limpeza da camada para a remoção dos materiais mais finos e pó. Os materiais resultantes do processo de limpeza deverão ser removidos do local de forma a não constituírem nova ameaça de contaminação.

23.2.2. EXECUÇÃO DA REGA DE COLAGEM

Na execução da rega de colagem deve ser observado o seguinte:

- ✘ A superfície deve estar seca para que o processo de cura seja mais rápido;
- ✘ O aglutinante e a taxa de aplicação a utilizar deverão ser os indicados no projecto e cumprir os requisitos especificados nos Quadros 14.03.0-4h e 14.03.0-4i. O valor da taxa de espalhamento de betume residual deverá ser de 0,5Kg/m²;
- ✘ No momento de aplicação do aglutinante, as temperaturas ambiente e do pavimento devem ser superiores a 5 °C;
- ✘ Não deve ser iniciado o processo de espalhamento se houver probabilidade de ocorrência de chuva;
- ✘ A aplicação da emulsão deverá ser feita por um camião cisterna com barra distribuidora semi-automática ou automática, no caso dos topos das juntas de trabalho ou outras superfícies verticais que ficarão em contacto com a mistura betuminosa, a aplicação poderá ser manual com recurso a cana;
- ✘ Quando tenha decorrido muito tempo ou tenha chovido após a aplicação, a fiscalização poderá exigir a execução de uma nova rega;
- ✘ A distribuição do aglutinante não pode variar na largura efectiva, mais do que 15%;
- ✘ Será interdita a circulação dos veículos sobre a rega, podendo a mesma ser excepcionalmente autorizada pela fiscalização, desde que seja devidamente fundamentada e tomadas as devidas precauções para que a rega não seja contaminada.

23.2.3. CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO

A tolerância na taxa de emulsão betuminosa para colagem será de 15% em relação ao valor especificado, sendo esta verificada em relação à média de num conjunto de cinco ensaios (tabuleiro metálico ou folha de papel), apenas um ensaio poderá ultrapassar essa tolerância. Esta verificação será efectuada por lotes e sempre que a Fiscalização assim o entenda.

23.3. REGAS DE CURA

Entende-se por rega de cura a aplicação de uma película contínua e uniforme de emulsão betuminosa para garantir a impermeabilização de camadas tratadas com ligantes hidráulicos.

23.3.1. PREPARAÇÃO DA CAMADA

A rega de cura só poderá ser aplicada após a aprovação por parte da fiscalização da camada tratada com ligantes hidráulicos, devendo estar em conformidade com os critérios definidos para esta camada, caso contrário deve ser corrigida.

A camada sobre a qual será aplicada a rega de cura, após aprovação, deverá ser limpa com recurso a vassoura mecânica ou jacto de ar por forma a remover o material solto ou pó. A camada deve também ser mantida húmida até à aplicação da rega. A aplicação da rega de cura não deve exceder as 12 horas após conclusão da camada.

23.3.2. EXECUÇÃO DA REGA DE CURA

Na execução da rega de cura deve ser observado o seguinte:

- ✘ O aglutinante e a taxa de aplicação a utilizar deverão ser os indicados no projecto e com as características definidas no Quadro 14.03.0-4h. O valor da taxa de espalhamento de betume residual deverá ser de 0,5 Kg/m²;
- ✘ A aplicação da emulsão deverá ser feita por um camião cisterna com barra distribuidora semi-automática ou automática;
- ✘ Quando tenha chovido após a aplicação, a fiscalização poderá exigir a execução de uma nova rega;
- ✘ A distribuição do aglutinante não pode variar na largura efectiva, mais do que 15%;
- ✘ Será interdita a circulação dos veículos sobre a rega, por um período nunca inferior a 7 dias. No entanto, caso se preveja que posteriormente venha a ocorrer a circulação de tráfego de obra deverá ser espalhada imediatamente após a aplicação da rega, uma gravilha 4/6 à taxa de 7 a 8 litros/m².

23.3.3. CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO

A tolerância na taxa de emulsão betuminosa para impregnação será de 15% em relação ao valor especificado, sendo esta verificada em relação à média de num conjunto de cinco ensaios (tabuleiro metálico ou folha de papel), apenas um ensaio poderá ultrapassar essa tolerância. Esta verificação será efectuada por lotes e sempre que a Fiscalização assim o entenda.

24. TRABALHOS ESPECIAIS DE PAVIMENTAÇÃO

24.1. FRESAGEM DE CAMADAS DE PAVIMENTOS EXISTENTES REMOÇÃO E TRANSPORTE A VAZADOURO DOS PRODUTOS ESCAVADOS OU REUTILIZAÇÃO, CONFORME DEFINIDO EM PROJECTO

Este item refere-se à execução de fresagens de misturas betuminosas, nos locais e espessuras definidas no projecto. A execução de trabalhos de fresagens está na generalidade associada a tratamentos de patologias do pavimento, para reabilitação das condições de superfície (aderência e regularidade) e/ou estruturais ou ainda para promover a ligação entre trechos, designadamente:

- ✘ zonas de fissuração generalizada;
- ✘ zonas de rodeiras acentuadas;
- ✘ correcções das irregularidades transversais/longitudinais;
- ✘ ligação ao pavimento existente no início e fim da intervenção;
- ✘ zonas de ligação da secção corrente aos ramos de Nós ou outras intersecções.

Estes trabalhos incluem a realização de eventuais desvios de tráfego e transporte dos produtos sobrantes a depósito ou a sua reutilização, conforme definido em projecto, considerando-se incluídos todos os custos inerentes a este processo. Quando aplicável, o tratamento ambiental e paisagístico das zonas de depósito, de acordo com a legislação vigente, serão também da inteira responsabilidade do adjudicatário.

Este item refere-se também à execução de microfresagens (espessuras inferiores a 0,05 m) de misturas betuminosas, nos locais e espessuras definidas no projecto, para a reabilitação das condições de superfície designadamente aderência e regularidade ou para a remoção de pinturas ou marcas rodoviárias. São a seguir enunciadas as particularidades do processo de execução, equipamentos e critérios de aceitação da unidade terminada.

24.1.1. DISPOSIÇÕES GERAIS PARA A EXECUÇÃO

A zona de trabalhos deverá ser devidamente delimitada/marcada no pavimento devendo considerar-se um acréscimo à zona degradada a definir pela Fiscalização.

A execução dos trabalhos deverá desenvolver-se com precaução de forma a não danificar a camada subjacente.

24.1.1.1. Equipamento

24.1.1.1.1. Fresagens

Os equipamentos de fresagem deverão possibilitar a remoção das misturas betuminosas por faixas, com a largura adequada ao tipo de intervenção. No caso de fresagens em toda a largura da plataforma a largura mínima deverá ser de 2,0m.

Deverão ser dotados de um sistema electrónico de nivelamento automático, munido de apalpadores assentes sobre vigas ou régua de nivelamento com um comprimento igual ou superior a 15 m.

A utilização de outros sistemas de nivelamento que conduzam a um bom desempenho da superfície, após fresagem, deverá ser objecto de aprovação prévia pela Fiscalização.

À medida que forem fresadas, as misturas devem ser carregadas directamente para um camião para transporte a vazadouro ou reutilização, de acordo com o definido em projecto ou posteriormente, mediante a aprovação da Fiscalização, cumprindo a regulamentação ambiental vigente.

24.1.1.1.2. Microfresagens

Os trabalhos de microfresagem serão executados por equipamentos com cilindros fresadores com dentes de corte de espaçamento inferior aos dos cilindros normais. O equipamento deverá cumprir os seguintes requisitos:

- ✘ Efectuar a microfresagem da superfície na direcção longitudinal paralela ao eixo, sem partir ou causar outro tipo de danos nas juntas ou outras singularidades existentes;
- ✘ Efectuar as correcções do perfil do pavimento com a inclinação transversal adequada para assegurar a drenagem da água;
- ✘ Equipado de dispositivo para remover todos os resíduos da microfresagem. Os resíduos deverão ser transportados para locais adequados ou reutilizados, conforme definido em projecto ou definido posteriormente mediante a aprovação da Fiscalização, cumprindo a regulamentação ambiental vigente.

24.1.1.2. Limpeza

Deverão ser colocados em obra os meios mecânicos de limpeza, necessários para assegurar a remoção dos produtos de fresagem que não forem carregados para o camião.

A área de fresagem após execução dos trabalhos deverá estar convenientemente limpa de acordo com os critérios definidos neste Caderno de Encargos para a preparação da superfície subjacente estipulados em 15.03.3.1.1

24.1.2. CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO PARA UNIDADES TERMINADAS

24.1.2.1. Fresagens

A superfície subjacente deverá cumprir os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para as diferentes camadas.

A regularidade da superfície após fresagem, será medida com a régua de 3 m. Não são aceites desvios superiores a 0.01m, com a régua colocada em qualquer direcção.

24.1.2.2. Microfresagens

Durante a execução dos trabalhos, a Fiscalização fará a avaliação/controle da superfície, no sentido de definir eventuais medidas correctivas a tomar.

A superfície final após execução da microfresagem deverá apresentar uma textura adequada. Os bordos das juntas ou fissuras devem ficar nivelados após a execução da microfresagem.

Quando entendido necessário pela fiscalização e em função da especificidade da intervenção de poderão ser efectuadas medições do IRI nas situações de reabilitação das condições de superfície, para aferição do valor obtido, de acordo com os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos.

Nota: Se a gestão dos produtos fresados for omissa em projecto, deverá o adjudicatário apresentar uma proposta, a validar pela Fiscalização, com a definição do procedimento a adoptar que deverá privilegiar a reciclagem/valorização dos materiais.

A Fiscalização poderá entender ser necessária a realização de ensaios de caracterização das misturas betuminosas fresadas/betume para identificação de substâncias perigosas

24.2. SANEAMENTOS EM PAVIMENTOS EXISTENTES, INCLUINDO ESCAVAÇÃO, REMOÇÃO E TRANSPORTE A VAZADOURO DOS PRODUTOS ESCAVADOS, EVENTUAL INDEMNIZAÇÃO POR DEPÓSITO, E O PREENCHIMENTO DE ACORDO COM O DEFINIDO NO PROJECTO

Estes trabalhos serão executados em zonas de pavimento contaminadas por materiais inadequados, na generalidade argilosos e siltosos, que inviabilizam as necessárias condições de suporte e drenagem da fundação. Os trabalhos consistem no saneamento e reconstrução dos volumes saneados de acordo com a localização e espessura definidas no projecto.

24.2.1. METODOLOGIA

Definição e delimitação da zona objecto de intervenção, marcando de forma geométrica a zona a reparar, excedendo em aproximadamente 0,20 m a superfície degradada.

Corte/serragem do pavimento com ferramentas adequadas, de preferência com disco de corte ou ferramenta hidráulica, escavação e remoção de todo o material com equipamento mecânico adequado, na profundidade definida em projecto, que poderá ser alterada pela Fiscalização, se a avaliação das condições in situ o exigirem.

24.2.2. TRANSPORTE

O transporte dos materiais, em função das suas características deve cumprir a legislação aplicável.

24.2.3. RECONSTRUÇÃO DO PAVIMENTO

A reconstrução da estrutura do pavimento, deverá ser feita de acordo com o definido no projecto, cumprindo os requisitos/propriedades exigíveis neste Caderno de Encargos para a execução das camadas preconizadas.

Devem ser devidamente asseguradas as condições de drenagem e se necessário a implementação de soluções que permitam a não contaminação dos solos.

O preenchimento dos volumes saneados só será permitido após a validação das condições de fundação pela Fiscalização.

24.3. ESCARIFICAÇÃO E RECOMPACTAÇÃO DE PAVIMENTOS EXISTENTES, DE ACORDO COM A ESPESSURA DEFINIDA NO PROJECTO

O processo de escarificação consiste na desagregação do pavimento existente, na espessura definida em projecto e posterior compactação para homogeneização da plataforma de apoio

conferindo-lhe características de acordo com os critérios de aceitação definidos neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

A escarificação poderá ainda ser efectuada para promover a ligação entre camadas.

Os trabalhos de compactação devem cumprir o estipulado no Capítulo 15.01 Terraplenagens.

A espessura dos trabalhos de escarificação deve ser definida em projecto e situar-se num intervalo entre 15 a 30 cm, salvo diferente indicação da fiscalização, em função das condições in situ.

24.4. ENCHIMENTO EM AGREGADO BRITADO DE GRANULOMETRIA EXTENSA COM CARACTERÍSTICAS DE BASE, PARA REGULARIZAÇÃO E/OU REPERFILAMENTO DE PAVIMENTOS EXISTENTES

As exigências de conformidade dos materiais são estipuladas nos Quadros 14.03.1b e 14.03.1c.

As disposições construtivas para a execução destes trabalhos e requisitos exigidos para o cumprimento dos critérios de aceitação definidos neste Caderno de Encargos são estipulados em 15.03.1.2.

Consideram-se incluídos nesta rubrica os trabalhos necessários, de acordo com a definição de projecto, de preparação da superfície subjacente, que deverá cumprir os critérios especificados neste Caderno de Encargos.

24.5. SELAGEM E/OU ELEMENTO RETARDADOR DA PROPAGAÇÃO DE FISSURAS EM PAVIMENTOS DEGRADADOS

24.5.1. COM MISTURAS BETUMINOSAS

As exigências de conformidade dos materiais, a metodologia de execução dos trabalhos e os requisitos exigidos para o cumprimento dos critérios de aceitação definidos neste Caderno de Encargos para a execução das misturas betuminosas são estipulados em 15.03.2, de acordo com a definição de projecto.

24.5.2. COM SLURRY SEAL

As exigências de conformidade dos materiais, a metodologia de execução dos trabalhos e os requisitos exigidos para o cumprimento dos critérios de aceitação definidos neste Caderno de Encargos para a execução da camada são estipulados em 15.03.4.1.

24.5.3. COM MICROAGLOMERADO A FRIO

As exigências de conformidade dos materiais, a metodologia de execução dos trabalhos e os requisitos exigidos para o cumprimento dos critérios de aceitação são estipulados em 15.03.4.1.

24.5.4. COM REVESTIMENTOS SUPERFICIAIS

As exigências de conformidade dos materiais, a metodologia de execução dos trabalhos e os requisitos exigidos para o cumprimento dos critérios de aceitação são estipulados em 15.03.4.2.

24.5.5. GEOTÊXTIL IMPREGNADO

Este item refere-se à aplicação de geotêxtil com funções de interface/membrana retardadora do processo de propagação de fissuras, cujas características satisfazem o estipulado em 14.03.9.5.5.

24.5.5.1. Preparação da superfície subjacente

A aplicação do geotêxtil só deverá ser iniciada após a avaliação das condições da superfície subjacente pela Fiscalização tendo em conta a metodologia de trabalhos estabelecida em projecto.

A superfície a tratar deverá apresentar-se isenta de sujidade, detritos e poeiras.

A avaliação das condições superficiais, desempenho e estado da superfície a tratar, poderá implicar a execução de trabalhos preparatórios de reparação, incluindo o preenchimento de deformações/correção de irregularidades e selagem de fissuras de abertura superior a 1,5 mm, a execução de camada em mistura betuminosa de pré-regularização ou trabalhos de fresagem pontuais. Em superfícies com fissuração do tipo “pele de crocodilo”, com fissuras de abertura superior a 5 mm, deverá proceder-se a trabalhos de fresagem, associados se necessário a uma pré-regularização. Estes procedimentos deverão ser definidos em projecto podendo em fase de obra ser ajustados em função da evolução das patologias verificadas.

24.5.5.2. Disposições gerais para a colocação do geotêxtil

Dando cumprimento ao disposto no Decreto - Lei 4/2007, de 8 de Janeiro, devem ser entregues para todos os materiais constituintes da mistura, quando aplicável, as declarações de conformidade CE emitidas pelos fabricantes, os certificados de conformidade emitidos pelos organismos notificados e as fichas de produto.

24.5.5.2.1. Geotêxtil, como base para interface retardadora da propagação de fissuras

Deverão ser, tal como referido em 15.3.9.5.4.1 corrigidas todas as depressões significativas e demais irregularidades, para que o pavimento a tratar apresente uma superfície desempenada para assentamento do geotêxtil.

Sobre a superfície assim preparada, aplicar-se-á uma rega com emulsão modificada conforme especificado no Quadro 14.03.0-4i, com uma taxa mínima de betume residual de 1,2 kg/m², aferida em trecho experimental a realizar.

Será então aplicado o geotêxtil, devendo garantir-se que:

- ✘ As peças serão aplicadas sem sobreposição (quando estritamente necessário a sobreposição será de 0,20m com aplicação emulsão entre as duas camadas de geotêxtil sobrepostas) não podendo apresentar vincos ou pregas;
- ✘ Nas curvas, deverá proceder-se ao corte prévio do geotêxtil em secções de geometria conveniente, que serão justapostas sobre a rega;
- ✘ A eliminação de potenciais pregas e ajustamento do geotêxtil, deverão ficar concluídas antes da rotura da emulsão utilizada, devendo o Adjudicatário tomar todas as medidas para que o geotêxtil já aplicado não se desloque com o vento ou mediante outras acções acidentais, podendo recorrer, designadamente, a uma pregagem com pregos metálicos dotados de cabeça "chata" e dimensões adequadas.

24.5.5.2.2. *Ligante*

O ligante a utilizar deverá estar de acordo com o especificado no Quadro 14.03.0-4i.

24.5.5.2.3. *Especificações para as unidades terminadas*

O geotêxtil deve apresentar-se homogeneamente impregnado de ligante e colado ao pavimento na sua totalidade.

Será interditada a circulação sobre o geotêxtil, devendo proceder-se a um ligeiro ensaibramento com mistura betuminosa, na zona de circulação dos camiões abastecedores da respectiva pavimentadora.

Concluída a aplicação do geotêxtil, deverá proceder-se de imediato ao espalhamento e compactação da mistura betuminosa de recobrimento.

A Fiscalização deverá, em obra, tomar as providências necessárias para que a camada de recobrimento do geotêxtil não venha a ser danificada devido à exposição por um tempo excessivamente prolongado ao tráfego, promovendo junto do Adjudicatário acções de planeamento tendentes a minimizar o desfasamento entre aquela situação e a conclusão da estrutura de reforço projectada.

24.5.6. ARGAMASSA COM BETUMES MODIFICADOS

As exigências de conformidade dos materiais, a metodologia de execução dos trabalhos e os requisitos exigidos para o cumprimento dos critérios de aceitação definidos neste Caderno de Encargos para a execução da camada são estipulados em 15.03.2.

24.5.7. MEMBRANA DE BETUME MODIFICADO COM BORRACHA

Este item refere-se à execução de membrana em betume modificado com borracha para retardamento da propagação de fissuras, cujas características satisfazem o estipulado em 14.03.9.5.7 deste Caderno de Encargos.

24.5.7.1. Preparação da superfície subjacente

A execução da membrana em betume modificado com borracha só deverá ser iniciada após a verificação da conformidade da camada subjacente de acordo com os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

Para obras de conservação/reabilitação os critérios especificados não são aplicáveis devendo as condições da superfície subjacente ser definidas em projecto em função da especificidade da obra e estado da superfície do pavimento existente. Podendo o cumprimento dos critérios de aceitação, quanto a regularidade, implicar a execução de camada de regularização prévia ou a execução de outros trabalhos preparatórios.

Antes da aplicação do ligante, deve ser efectuada uma pré-marcação com tinta, devendo as marcas estar distanciadas de 15 m nas rectas e 5 m nas curvas.

24.5.7.2. Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação

Dando cumprimento ao disposto no Decreto - Lei 4/2007, de 8 de Janeiro, devem ser entregues para todos os materiais constituintes da mistura, quando aplicável, as declarações de conformidade CE emitidas pelos fabricantes, os certificados de conformidade emitidos pelos organismos notificados e as fichas de produto.

24.5.7.2.1. Estudo de composição

O adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da Fiscalização, com um prazo mínimo de 30 dias, o estudo de composição laboratorial da mistura.

O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, para a definição da fórmula de trabalho, incluirá a seguinte informação sobre a caracterização laboratorial dos materiais e mistura e correspondentes boletins de ensaio:

24.5.7.2.1.1. Ligante

Ficha de produto e ensaios de caracterização do ligante a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.0-4e.

24.5.7.2.1.2. Agregado

Ficha de produto e ensaios de caracterização dos agregados a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.2m

A curva granulométrica de referência proposta deve cumprir os requisitos granulométricos definidos no Quadro 14.03.9a.

24.5.7.2.1.3. Mistura

As taxas de aplicação de referência do ligante são as indicadas no Quadro 14.03.9b.

24.5.7.2.2. Trecho experimental

Deverá ser executado um trecho experimental nas condições definidas em 15.03.3-3 com a caracterização do ligante e agregado, aferição das taxas de aplicação, verificação da homogeneidade, regularidade e avaliação da textura da mistura de acordo com o especificado neste Caderno de Encargos.

24.5.7.2.3. Fabrico

Para o fabrico de betume modificado com borracha, o betume base, previamente aquecido a uma temperatura aproximada de 190°C, é introduzido num misturador. Seguidamente proceder-se-á à admissão, em contínuo, da borracha reciclada de pneus moída, de acordo com a percentagem estabelecida no estudo de formulação. No misturador inicia-se a reacção do betume com a borracha, que terá continuidade na cisterna de armazenamento do betume modificado, para onde será transferido. Para concluir o processo de modificação do betume pela borracha, a mistura de betume e de borracha permanece na referida cisterna durante um período mínimo de 30 min, a uma temperatura de 185 °C, em permanente agitação e com controlo da temperatura.

No caso específico da aplicação em revestimentos superficiais, depois do fabrico e do tempo necessário à reacção do betume com a borracha, poderá ser adicionado um solvente hidrocarbonado (3 a 5% do ligante) para diminuir a viscosidade inicial do ligante. Este diluente evapora-se ao fim de algum tempo (habitualmente 1 hora) e permite uma maior adesividade do ligante aos agregados durante o período de compactação.

24.5.7.2.4. Armazenamento

As condições/disposições gerais são estipuladas em 15.03.3.1

Os agregados contaminados com sujidade (pó) e que apresentem uma percentagem passada no peneiro 0,500 mm maior do que a permitida não deverão ser utilizados no revestimento superficial.

24.5.7.2.4.1. Equipamento

24.5.7.2.4.2. Distribuidor de ligante

O equipamento a utilizar no espalhamento deve cumprir os requisitos legais para o transporte destes produtos e os requisitos de segurança e saúde necessários. Deve estar munido de um dispositivo de rega automático ou semi-automático que garanta uma distribuição uniforme do ligante à temperatura e taxas especificadas. Este equipamento deverá estar munido de controlo remoto da bomba de circulação do betume. A velocidade da bomba de circulação do ligante deverá ter rendimentos da ordem dos 300 litros/minuto.

24.5.7.2.5. Distribuidor de agregados

O distribuidor de agregados (gravilhadora) deverá ser capaz de fazer uma aplicação uniforme com larguras de trabalho de 2,5 a 4 m e ter mecanismos que o permitam ajustar a variações na taxa de aplicação. Preferencialmente deverão ser utilizadas gravilhadoras auto-propulsoras com controlo computadorizado da taxa de espalhamento em função da velocidade de circulação.

24.5.7.2.5.1. Vassouras

As vassouras a utilizar deverão ser preferencialmente rotativas com aspiração e dispositivo de armazenamento para agregados. A potência das vassouras deverá ser regulada de forma a evitar o desprendimento dos agregados parcialmente colados ao ligante.

24.5.7.2.6. Espalhamento

Antes do início dos trabalhos deverão ser confirmados as taxas de aplicação previstas para o ligante e agregados.

Deverá igualmente ser confirmado, que todo o equipamento está disponível e em condições para a sua imediata utilização.

O ligante deverá ser aplicado a temperaturas superiores a 175 °C. Imediatamente após a sua aplicação deverá ser coberto com os agregados.

No caso de revestimentos superficiais simples o uso de uma gravilhadora autopropulsionada é obrigatório. As gravilhadoras deverão iniciar o espalhamento tão próximo quanto possível do

equipamento que espalha o ligante, para que o filme de ligante seja coberto pelos agregados evitando a passagem dos pneus da gravilhadora ou dos tractores sobre este. Os agregados deverão ser espalhados antes de decorridos 15 minutos após a aplicação do ligante. A quantidade total de ligante a ser espalhada deverá corresponder à quantidade de agregados disponível na gravilhadora e nos camiões existentes no local de trabalho. O número de camiões de transporte de agregados deverá ser suficiente para permitir uma aplicação contínua do revestimento.

A taxa de aplicação dos agregados e do ligante não deverá variar mais de 10% da taxa especificada, definida em projecto.

Salvo indicações em contrário do projecto, a taxa de aplicação do ligante, betume de alta percentagem de borracha, deverá ser aproximadamente de $2.6 \pm 0,2$ litros por metro quadrado. A taxa de aplicação do ligante, betumes de média percentagem de borracha, deverá ser aproximadamente de $(1,8 - 2,6) \pm 0,2$ litros por metro quadrado.

24.5.7.2.6.1. Condições de execução

A taxa de aplicação dos agregados deverá ser de 12 kg/m². Estes valores poderão ser ajustados em obra face às condições da superfície a tratar.

As condições de temperatura mínimas, da estrada e ambiental, deverão ser respectivamente de 15 e 12°C.

Estas condições devem ser verificadas no início dos trabalhos. A temperatura mínima durante a noite não deverá ser inferior a 8°C. Se existirem previsões de que tal venha a acontecer deverá ser suspensa a aplicação do ligante.

Quando existirem ventos fortes, que possam interferir com a execução do trabalho, este deve ser imediatamente suspenso.

24.5.7.2.7. Compactação

24.5.7.2.7.1. Equipamentos

Deverão ser utilizados cilindros de pneus de acordo com os seguintes requisitos:

- ✘ Os cilindros de pneus deverão ser auto-propulsionados, com peso não inferior a 15 ton.
- ✘ Os cilindros deverão estar equipados com dispositivos mecânicos adequados para manter limpos os pneus durante a operação.
- ✘ O espaçamento dos pneus deverá ser tal que uma passagem do cilindro permita uma compactação idêntica na largura do cilindro. A pressão dos pneus deverá não ser inferior 700 KPa por pneu.

24.5.7.2.7.2. Particularidades do processo de construção

24.5.7.2.7.2.1. Compactação inicial

Deverá existir um número mínimo de cilindros que permita abranger a largura de espalhamento na primeira passagem.

A compactação inicial deverá iniciar-se imediatamente atrás da gravilhadora mantendo uma distância inferior a 10 metros deste equipamento na primeira passagem.

As áreas que apresentem deficiência na quantidade de agregados devem ser corrigidas manualmente de forma a existir uma perfeita homogeneidade em termos transversais e longitudinais.

24.5.7.2.7.2.2. Compactação final

A compactação final deverá ser executada com o recurso a cilindros pneumáticos com 15 a 20 ton com um mínimo de quatro passagens.

A superfície final deve apresentar uma aparência uniforme sem marcas de cilindro. Todos os agregados contaminados com óleo, fuel ou gorduras deverão ser removidos/rejeitados.

Todos os agregados que não estejam fixos ao ligante deverão ser removidos através de uma vassoura rotativa.

24.5.7.2.8. Juntas

Para evitar a sobreposição de ligante, deverá ser colocada uma folha de papel grosso (ou equivalente) sobre a superfície já revestida num comprimento tal que permita a aplicação da taxa requerida de ligante na superfície adjacente a revestir.

Preferencialmente, as juntas longitudinais deverão ser seladas com aplicação do revestimento superficial na via adjacente. Deverá existir uma sobreposição de ligante de aproximadamente 10 cm na zona da junta longitudinal.

24.5.7.2.9. Protecção de lancis, guardas de segurança e outros elementos

Os lancis, as guardas de segurança, as caixas dos colectores e outras estruturas adjacentes à zona de aplicação do revestimento deverão ser devidamente protegidas durante a operação.

24.5.7.2.10. Controlo de acessos

Qualquer estrada ou caminho de acesso não pavimentado deverá estar devidamente humidificado durante as operações decorrentes da execução do revestimento para evitar que qualquer sujidade se deposite sobre a superfície a revestir.

24.5.7.2.11. Abertura ao tráfego

Após a execução do revestimento deverão ser retirados os agregados em excesso através de uma vassoura mecânica ligeira ou por aspiração.

24.5.8. PRODUTOS DE SELAGEM A QUENTE DE FISSURAS

Este item refere-se à execução de selagem a quente de fissuras. As características dos produtos selantes devem cumprir o estipulado em 14.03.9.5.8 deste Caderno de Encargos.

24.5.8.1. Disposições gerais para a metodologia dos trabalhos

24.5.8.1.1. Limpeza

Imediatamente antes do início dos trabalhos dever-se-á proceder à limpeza e aquecimento da superfície interna da fissura e bordos adjacentes, permitindo uma maior adesão do produto selante.

As fissuras a selar deverão estar perfeitamente secas e isentas de pó, óleos ou qualquer outra matéria estranha.

Para limpeza das juntas deverá ser utilizado equipamento adequado (lança térmica) capaz de projectar ar comprimido a uma pressão mínima de 6 kg/m² e aquecer a superfície de aplicação a uma temperatura entre 100 a 130° C.

24.5.8.1.2. Aplicação

A aplicação do material selante deverá ser feita com equipamento mecânico adequado a este tipo de trabalho.

O produto não deverá ser aquecido de forma directa devendo o seu aquecimento ser feito com recurso ao processo de “banho-maria”. O aquecimento do produto selante deverá assim ser feito em caldeira especial, com banho de óleo, dotada de sistema de agitação, até uma temperatura de 180°, não devendo exceder os 210°.

A execução dos trabalhos de selagem não deverá ocorrer com temperatura ambiente inferior a 10 °C ou tempo chuvoso e o pavimento em questão não deverá estar húmido.

24.5.8.1.3. Abertura ao tráfego

A abertura ao tráfego só deverá ocorrer 1 a 2 horas após a aplicação do produto e será função da temperatura ambiente.

No sentido de evitar a aderência do produto às rodas dos veículos, em caso de necessidade de abertura imediata ao tráfego, deverá espalhar-se sobre a faixa intervencionada areia ou agregado fino, cuja aplicação deverá ser feita com o material selante ainda quente.

24.6. REPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS COM AS CARACTERÍSTICAS DOS EXISTENTES, DESIGNADAMENTE EM ZONAS DE ABERTURA DE VALAS PARA INSTALAÇÃO DE REDES DE SERVIÇOS PÚBLICOS OU OUTROS

Antes do início dos trabalhos o Adjudicatário deverá apresentar à Fiscalização, com antecedência mínima de 30 dias, uma proposta com a metodologia de execução dos trabalhos e equipamentos a utilizar. Os requisitos para a execução das camadas a executar são os definidos neste Caderno de Encargos nas respectivas rubricas.

24.7. PAVIMENTAÇÃO DE PASSEIOS, SEPARADORES OU ILHAS DIRECCIONAIS, INCLUINDO FUNDAÇÃO

24.7.1. EM BETONILHA

A estrutura da fundação deverá ser definida em projecto atendendo às condições e capacidade de suporte existentes. Se no projecto for omissa, a fundação deverá no mínimo ter a seguinte constituição:

Camada de agregado britado 20/40 com 0,10m de espessura ou camada em agregado britado de granulometria extensa (ABGE) com 0,15m, após compactação, sobre a qual será executada uma camada de 0,10m de espessura de betão C16/20, com juntas de dilatação de 1cm afastadas de 3m preenchidas com produto adequado.

Em zonas traficáveis deverá ser executado o reforço da fundação com uma rede electrossoldada do tipo CQ30 e um acréscimo de 0,05m na espessura de betão.

A camada de desgaste deverá ser definida em projecto atendendo à especificidade da obra. Em caso de omissão deverá ser constituída por betonilha de argamassa de cimento ao traço 1:2 (volume) com uma dosagem de 600 kg/m³, com 0,02m de espessura.

24.7.2. EM LAJETAS OU BLOCOS DE BETÃO

A estrutura da fundação deverá ser definida em projecto atendendo às condições e capacidade de suporte existentes. Se o projecto for omissa a fundação deverá ter, no mínimo, a seguinte constituição:

- ✧ Camada em ABGE com 0,20m de espessura após compactação, seguida de camada de areia com 0,05m de espessura regularizada/nivelada com régua sobre a qual serão assentes os elementos de betão.
- ✧ O trabalho será concluído com a passagem de placa vibratória seguida do espalhamento de uma areia fina, varrida de modo a preencher as juntas entre blocos.

- ✘ Em zonas traficáveis, particularmente em pavimentos de lajetas, a camada de areia deverá ser substituída por Betão C16/20 com 0,10m de espessura.

24.7.3. EM CALÇADA

As condições de fundação e assentamento serão função da tipologia, dimensão do material, e condições de suporte, devendo ser definidas em projecto. Em caso de omissão deverão ser respeitadas as seguintes condições:

- ✘ Cubos ou paralelepípedos com 0,10m de aresta - As condições de fundação e assentamento são as descritas em 14.03.9.7.2.
- ✘ Cubos de 0,05m de aresta - A fundação será constituída por 0,10m de agregado 20/40 ou 0,15m de agregado britado de granulometria extensa (ABGE) sobre a qual será aplicada uma camada de betão C16/20 com 0,10m de espessura. Em zonas traficáveis a camada de betão será reforçado com rede electrossoldada e a espessura acrescida de 0,05m. Estes materiais serão assentes em leito constituído por traço seco de areia e cimento, ao traço 3:1 (volume) com espessura de 0,03m.
- ✘ As juntas serão refechadas com traço seco de areia fina e cimento, 1:2 (volume).

24.8. REMOÇÃO DE PAVIMENTOS EXISTENTES, INCLUINDO FUNDAÇÃO E LANCIS, CARGA, TRANSPORTE E COLOCAÇÃO EM VAZADOURO DOS PRODUTOS SOBRANTES E EVENTUAL INDEMNIZAÇÃO POR DEPÓSITO

Antes do início dos trabalhos o Adjudicatário deverá apresentar à Fiscalização, com antecedência mínima de 30 dias, uma proposta com a metodologia de execução dos trabalhos e equipamentos a utilizar que serão função da especificidade da obra, da tipologia dos materiais, localização e extensão dos trabalhos.

O adjudicatário deverá tomar as necessárias medidas no sentido de acautelar/preservar eventuais infraestruturas existentes (cabos, canalização subterrânea...) cuja localização tenha decorrido do processo de identificação e levantamento de Serviços Afectados junto das entidades responsáveis aquando da elaboração do projecto. Em caso de omissão de projecto o adjudicatário deverá proceder ao referido levantamento antes da execução dos trabalhos.

Estes trabalhos incluem, a carga e transporte a vazadouro ou preferencialmente a reutilização dos produtos sobrantes, de acordo com a legislação vigente.

24.9. ENCHIMENTO E REGULARIZAÇÃO DE BERMAS EM SOLOS (SELECCIONADOS)

A metodologia de execução dos trabalhos será a descrita para execução das camadas em solos seleccionados estipulada em 15.03.1.

25. 15.03.10 - MISTURAS RECICLADAS

25.1. MISTURA RECICLADA “IN SITU” A FRIO, NA ESPESSURA DEFINIDA EM PROJECTO:

25.1.1. MISTURA RECICLADA “IN SITU” COM CIMENTO

25.1.1.1. Preparação da superfície do pavimento a reciclar

Previamente à execução dos trabalhos de reciclagem do pavimento deve-se proceder à limpeza e remoção de todos os materiais estranhos da plataforma de trabalho, independentemente da zona a tratar. Devem se proceder aos tratamentos prévios ou substituição de material em zonas localizadas, definidas em projecto ou indicadas pela fiscalização. No caso de necessidade de substituição de material poderão ser utilizados materiais fresados de outra proveniência desde que aprovados pela fiscalização. Sempre que prevista a correcção da granulometria do material fresado ou sempre que haja necessidade correcção altimétrica da plataforma, o espalhamento do agregado sobre a plataforma de ser executado previamente.

Sempre que estejam presentes na faixa a tratar tampas de caixas de visita, bocas de incêndio ou qualquer outro tipo de obstáculo similar, que impeça a realização do processo de reciclagem e tratamento em continuo devem ser previamente removidas.

Em seu lugar e a uma cota inferior à profundidade de fresagem deve ser colocada uma chapa de aço com características e dimensões adequadas, sobre a qual será depositado material, que poderá ser material fresado ou agregado de granulometria extensa previamente aprovado pela fiscalização. Esta chapa será posteriormente removida após o tratamento e compactação do material, colocadas as tampas à cota prevista e concluídos os trabalhos com material tratado com cimento devidamente compactado.

25.1.1.2. Disposições gerais para o estudo, fabrico, espalhamento e compactação

Para a realização do estudo de formulação, o adjudicatário deve efectuar uma inspecção da superfície a reciclar para confirmação dos pressupostos de projecto, identificando os diferentes tipos de trechos homogêneos, com diferentes patologias e tipos de intervenção. Em cada trecho homogêneo a tratar devem ser recolhidas pelo menos duas amostras de material fresado, na espessura prevista em projecto, recorrendo para tal ao equipamento que irá ser utilizado ou similar. Sobre estas amostras deverá ser determinado:

- ✘ Análise granulométrica
- ✘ Limites de Consistência
- ✘ Teor de sulfatos

- ✘ Teor de matéria orgânica
- ✘ Proctor modificado
- ✘ Presença de substâncias inibidoras de presa do cimento como seja a presença de sulfuretos (pirites) e cloretos (sal gema).

Estes ensaios servirão para aferir os pressupostos de projecto e a homogeneidade dos trechos. Consideram-se trechos homogêneos, quando:

Granulometria - a dimensão máxima das amostras é a mesma e a variação da percentagem de material passada no peneiro 4 é de $\pm 4\%$.

Baridade seca máxima (ensaio Proctor) - a dispersão admissível é de $\pm 3\%$.

Confirmando-se as características dos materiais e a homogeneidade do trecho deverão ser adoptados como valores de referência, o valor médio dos resultados obtidos para cada tipo de ensaio.

25.1.1.2.1. Estudo de composição

O estudo de composição deve ser submetido à aprovação da fiscalização com uma antecedência de cerca de 30 dias ao do início dos trabalhos.

O teor mínimo em ligante será o que satisfaz os critérios de resistência especificados neste caderno de encargos ou preconizadas em projecto. Deverão ser testadas pelo menos três composições distintas e moldados pelo menos 6 provetes por composição.

O estudo deverá integrar a metodologia a adoptar na execução na execução do trecho experimental ou trechos, dependendo das características de cada trecho homogêneo, assim como a inventariação dos equipamentos a utilizar e documentação conforme especificado 15.03.2.2-10.

O estudo a apresentar para a definição da fórmula de trabalho deverá conter ainda a seguinte informação sobre os constituintes e mistura.

25.1.1.2.1.1. Cimento

Deverá ser apresentada a ficha técnica de produto e declaração de conformidade.

25.1.1.2.1.2. Agregado

Quando prevista a incorporação de agregado devem ser apresentados os ensaios de caracterização, ficha técnica e declaração de conformidade.

25.1.1.2.1.3. Aditivos

Fichas técnicas dos aditivos e declaração de conformidade.

25.1.1.2.1.4. *Mistura*

Para além da curva granulométrica, limites de consistência e equivalente de areia do material reciclado deverá ser apresentada a curva granulométrica da mistura e as percentagens de cada constituinte nomeadamente material reciclado, agregado adicionado, cimento, água e adições.

Em relação ao cimento, quando este for espalhado directamente sobre a camada deverá também ser referida a taxa de aplicação por m².

Deverão ainda ser apresentados os boletins dos seguintes ensaios:

- ✘ Ensaio proctor modificado (UNE 103 501) com a indicação do teor de humidade óptimo e baridade seca máxima.
- ✘ Resistência à compressão simples aos 7 e 28 dias dos provetes moldados com um grau de compactação de 97% em relação ao ensaio Proctor e com a percentagem de ligante proposta.
- ✘ Determinação do período de trabalhabilidade da mistura com a indicação da temperatura a que foi realizado o ensaio, devendo esta ser idêntica às das condições de realização do trabalho.

Deverá também ser indicado o valor mínimo da baridade seca a obter em obra.

25.1.1.2.2. *Execução de trechos experimentais*

Para cada trecho homogéneo, deverá ser realizado um trecho experimental, uma vez que terão procedimentos distintos.

A localização e extensão do trecho experimental deverá ser previamente acordada com a fiscalização, sendo contudo recomendada a adopção de uma extensão da ordem dos 100 m. Os procedimentos e equipamentos a adoptar serão os propostos no estudo. No início do trecho deverá ser ajustada a velocidade de andamento do equipamento de fresagem/reciclagem, de forma a obter uma mistura homogénea e com uma granulometria adequada. Durante a execução do trecho experimental será verificado:

- ✘ Se a operação da recicladora permite uma boa homogeneidade da camada na profundidade prevista.
- ✘ Se a granulometria da mistura e teor de humidade são os previstos ou se necessitam de ajuste.
- ✘ Se os meios de compactação propostos permitem a obtenção da compacidade desejada.
- ✘ Se a espessura e regularidade superficial estão dentro das tolerâncias admissíveis.

- ✘ Se o tempo decorrido entre a mistura e conclusão da compactação são compatíveis com o período de trabalhabilidade.
- ✘ Se o processo de execução de juntas construtivas é executado correctamente.
- ✘ Se o tratamento de cura e protecção superficial é adequado.

Deverão ainda ser verificadas as características da mistura e comprovada a precisão dos doseadores de água, cimento e aditivos ou da calda de cimento quando a mistura é feita previamente. Serão realizados provetes com a mistura tratada para posterior confirmação da resistência à compressão aos 7 e 28 dias. Posteriormente serão recolhidas amostras por carotagem no mínimo de 5, preferencialmente onde tenha sido realizado o ensaio com gamadensímetro, medidas as espessuras, determinadas as baridades e resistências à compressão que serão comparados com os resultados dos provetes moldados para 97% de compactação.

Antes do início da compactação da camada tratada terão que ser realizadas as juntas construtivas de pré-fissuração em fresco.

Durante a realização do trecho deverá ser registada a evolução da densidade da camada com o número de passagens dos equipamentos de compactação e ordem de intervenção dos mesmos. Deverá ser efectuada a aferição do gamadensímetro utilizado no controlo de compactação com a garrafa de areia.

Com base nos resultados obtidos, deverá ser elaborado um relatório do trecho experimental que reúna toda a informação e conclusões obtidas, que será submetido à apreciação da fiscalização. Se necessário serão propostos ajustes ou mesmo a realização de novo trecho experimental, caso contrário será estabelecida a fórmula de trabalho definitiva.

25.1.1.2.3. Produção

A recicladora a utilizar na reciclagem “in situ” com cimento deverá ter capacidade para tratar espessuras compatíveis com as preconizadas em projecto, numa única passagem e ser dotada de um tambor com as características adequadas ao tipo de trabalho previsto. Deverá também possuir dispositivos de guiamento que lhe permitam, mediante apoio topográfico, garantir uma regularidade e espessura de mínima de camada tratada, compatível com as exigências de projecto. À recicladora será acoplado um equipamento para armazenamento de água e cimento e para a mistura dos dois componentes. Este equipamento deverá possuir um dispositivo para dosar a quantidade correcta de água e cimento em função da espessura a reciclar.

A velocidade de andamento do equipamento de fresagem e de rotação do cilindro fresador devem ser constantes. As paragens de equipamento deverão ser evitadas. Mas quando inevitáveis, deverá proceder-se ao corte imediato da injeção da calda de cimento e da água de forma a evitar sobredosagens e encharcamentos.

Deverão ser verificadas periodicamente as características da mistura, não sendo admissíveis variações superiores às preconizadas, caso contrário deverá ser parado o processo e revisto, corrigindo-se as anomalias detectadas.

A adição do cimento na mistura deverá preferencialmente ser efectuada em forma de calda de cimento “via húmida”. Poderá também em situações particulares ou obras de pequenas dimensões e após aprovação da fiscalização ser utilizado a distribuição do cimento em pó “via seca”. A dispersão do ligante na mistura deverá ser homogénea em toda a largura e profundidade da camada, situação que será reconhecida pela uniformidade da cor. Caso se verifique a existência de grumos de cimento, materiais não envolvidos, diferenças de concentração de água e ligante na superfície da camada o processo deve ser parado e corrigidas as anomalias.

Sempre que a largura da camada a reciclar seja superior à da largura do equipamento de furação, a execução do tratamento será efectuada por faixas paralelas, com uma sobreposição da ordem dos 10 a 20cm, com o objectivo de eliminar possíveis zonas de segregação e tratamento deficiente. Quando por necessidades construtivas, a área de sobreposição tiver que ser maior, os injectores de calda e água localizados nesta zona de sobreposição devem ser fechados numa das passagens para evitar sobredosagens ou encharcamentos. Será contudo desejável o recurso a equipamentos de furação a trabalhar em paralelo o que facilita a execução dos outros trabalhos, nomeadamente a execução das juntas construtivas e compactação da camada. O processo de compactação não deve ser superior a duas horas devendo ser reduzido para metade em condições de temperatura ambiental superior a 30°C. Diariamente ou sempre que seja interrompido o trabalho, deverá ser verificado o correcto funcionamento dos dispersores da calda de cimento e da água bem como os respectivos caudalímetros. O consumo efectivo de cimento deve ser comparado com os dados fornecidos pelo equipamento.

25.1.1.2.3.1. Juntas transversais a fresco - Pré-fissuração

Logo após a execução da mistura e antes do início da compactação devem ser realizadas as juntas transversais de pré-fissuração. O espaçamento destas deverá ser definido em projecto, sendo habitualmente da ordem dos 2,5 a 4m. Esta variação estará dependente da espessura das camadas superiores e do teor de ligante utilizado. Os equipamentos e procedimentos a utilizar deverão ser os aprovados na fase do trecho experimental. Este equipamento deverá permitir a execução de um sulco recto com uma profundidade correspondente a 2/3 da espessura da camada e que ao mesmo tempo seja capaz de introduzir no dito sulco um produto adequado para evitar o fecho do mesmo durante o processo de compactação. O produto normalmente utilizado é uma emulsão betuminosa de cura rápida, podendo contudo, a juízo da fiscalização, ser utilizados outros como seja o caso de cinta plástica flexível, perfil ondulado de plástico rígido ou outro material adequado para o efeito. Logo após a execução das juntas a fresco de pré-

fissuração, dar-se-á início à compactação da camada para evitar perdas de humidade e permitir a sua conclusão dentro do período de trabalhabilidade da mistura.

25.1.1.2.4. Controlo de qualidade e tolerâncias de produção

O controlo de qualidade será realizado por lotes, de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 - Controlo de Qualidade. As tolerâncias admissíveis para a mistura são as constantes no Quadro 15.03.10.1.1a.

Quadro 15.03.10.1.1a - Tolerâncias de fabrico da mistura

Características		Valores
Granulometria	Dimensão máxima	0
	Peneiros de dimensão > 4mm	±6
	Peneiros de dimensão ≤ 4mm	±4
	Peneiro de dimensão 0,063mm	±1,5
Percentagem de ligante		±0,3
Variação do teor de humidade em relação ao óptimo		-1,5 a +0,5
Resistência mecânica		≥ resistência de projecto
Grau de compactação		≥ 97%

Nota: A resistência mecânica à compressão simples aos 7 dias dos provetes moldados com a mistura reciclada, não deverá ser inferior ao definido em projecto, sendo usualmente da ordem dos 2 a 4MPa (NLT- 305). Quando se verificar que os resultados obtidos no controlo de obra são inferiores ao espectável, deverão ser recolhidos tarolos da camada para a realização de ensaios de confirmação de resistência, que serão comparados com outros da mesma idade, extraídos no trecho experimental, ou um trecho em que se tenha obtido resultados satisfatórios.

A densidade média do lote deve superior a 97% da baridade máxima obtida no ensaio Proctor modificado, verificada com equipamento do tipo gamadensímetro durante o processo de compactação e sobre tarolos recolhidos na camada em que para além da densidade também se avalia a espessura da camada. A quantidade de ensaios a realizar dependerá da dimensão do lote e da heterogeneidade dos resultados.

25.1.1.2.5. Compactação

Os equipamentos de compactação a utilizar durante a execução dos trabalhos devem ser os que foram aprovados aquando da realização do trecho experimental. O conjunto deve ser composto no mínimo por um cilindro vibrador de rasto liso (15 ton) e um cilindro de pneus (35ton) com características necessárias que permitam atingir um grau de compactação superior a 97% da baridade do ensaio proctor em toda a espessura da camada sem produzir a rotura do material

nem a formação de rodeiras. Os cilindros deverão dispor de sistema de auto-limpeza dos rolos e pneus e dotados de dispositivos que os permitam manter húmidos, se necessário.

A mistura não deverá permanecer mais de meia hora sem que se inicie a compactação nem deve terminar após o período de trabalhabilidade da mistura.

A compactação será realizada longitudinalmente de maneira continua até ser atingida a densidade prevista. Quando a execução do trabalho é efectuado por faixas, na zona de ligação entre camadas, a compactação deverá incidir também sobre a camada anterior numa largura de cerca de 20cm pelo menos. Quando a reciclagem está a ser executada por máquinas em paralelo a compactação das faixas será realizada de uma só vez com reforço de meios de compactação se necessário.

Após conclusão da compactação da camada não será permitido o acréscimo de material para correcção altimétrica. Será contudo permitido, desde que ainda dentro do período de trabalhabilidade da mistura, o rebaixamento por raspagem superficial da camada com recurso à lâmina de motoniveladora. Os materiais resultantes serão conduzidos a vazadouro, a camada será ligeiramente humedecida e finalizada com a passagem de um cilindro de rasto liso sem vibração.

25.1.1.2.6. Cura e protecção superficial

Concluída a compactação e realizados os ensaios de verificação e num período inferior a três horas deve ser aplicada uma rega de cura com emulsão betuminosa com as características definidas em 14.03.8.3. Durante este período, a superfície deve mantida húmida. Quando prevista a circulação de tráfego sobre a camada, logo após a aplicação da rega, deve ser aplicado um agregado de dimensões 0/6 à taxa de 7 a 8 litros/m². No entanto a abertura ao tráfego de obra deve ser restringida durante 7 dias após conclusão, devendo mesmo assim serem impostos condicionalismos ao tipo de tráfego e velocidade de circulação. Netas circunstâncias o tratamento preconizado deve ser mantido em perfeitas condições até à execução da camada superior em mistura betuminosa.

25.1.1.2.7. Juntas de trabalho

Quando o trabalho é executado por faixas será necessária a realização de juntas longitudinais sempre que o tempo que decorre entre a execução de duas faixas contíguas exceda o período de trabalhabilidade da mistura. Estas deverão ser em número reduzido e as mínimas necessárias tendo em conta os condicionalismos da obra e processo construtivo adoptado. A localização das juntas de trabalho longitudinais ou das juntas de ligação do material fresado ao pavimento existente, nunca deverão ser coincidentes com a zona de circulação dos rodados. Ou seja, quando

inevitáveis deverão localizar-se em zonas menos solicitadas, limites de faixas de rodagem ou mesmo no centro.

As juntas de trabalho transversais serão executas sempre que a interrupção do trabalho seja superior ao período de trabalhabilidade da mistura. A extensão da camada anterior a fresar será no mínimo a equivalente à medida do diâmetro do cilindro fresador e profundidade igual à da espessura da camada.

25.1.1.2.8. Particularidades

Será interdita a realização deste processo de reciclagem sempre que as condições de ambientais sejam desfavoráveis, nomeadamente para temperaturas à sombra superiores a 35°C ou inferiores a 5°C. Sempre que haja ocorrência de precipitação deve ser imediatamente interrompido o processo.

Nos casos em que seja autorizado a distribuição do cimento “via seca” sobre a camada a tratar, esta deve ser interrompida sempre que a velocidade do vento seja excessiva.

25.1.1.3. Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas

Os critérios de aceitação/rejeição para a camada reciclada com cimento são os constantes no Quadro 15.03.10.1.1b.

Quadro 15.03.10.1.1b - Critérios de aceitação/rejeição para camada reciclada com cimento

Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Resistência à compressão (Provetes)	Média resultados \geq valor de projecto	Média \geq valor de projecto	NA
		Média < valor de projecto mas > 90%	Aceite com penalização = 2x o decréscimo de resistência em termos percentuais do custo da camada
		Média < 90% do valor de projecto e resultados de tarolos são superiores aos do trecho de referência	NA
Resistência à compressão (Provetes)	Média resultados \geq valor de projecto	Média < 90% do valor de projecto e resultado de tarolos inferiores, mas > 90% do trecho de referência	Aceite com penalização = 2x o decréscimo de resistência em termos percentuais do custo da camada
		Média < 90% do valor de projecto e resultado de tarolos com valor médio entre os 90 e 70% em relação a trecho de referência	penalização = 2x o decréscimo de resistência em termos percentuais do custo da camada E reforço estrutural com camada superior
		Média < 90% do valor de projecto e resultado de tarolos com valor médio < 70% em relação a trecho de referência	Remoção da camada por fresagem

Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Densidade (tarolos)	Média resultados = baridade proctor	Média resultados $\geq 97\%$ da baridade proctor	NA
		Média resultados $\geq 95\%$ e $<97\%$	Penalização de 10% sobre o custo da camada
		Média resultados $< 95\%$	Remoção da camada por fresagem
Espessura (tarolos)	Média \geq Espessura de Projecto	Média \geq Espessura Projecto com máximo de dois carotes com resultados inferiores a 10% do previsto	NA
		Média $<85\%$ Espessura Projecto	Demolir e refazer camada
		Média $\geq 85\%$ Espessura Projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
Cota da Camada	Igual à cota de projecto	Cota da camada \leq a 15 mm relativamente à cota de projecto	NA
		Cota da camada está mais baixa do que 15mm e não existe retenção de água.	Compensar na camada seguinte
		Se superior à cota de projecto	Corrigir a camada por fresagem
Regularidade (régua de 3m)	$\leq 10\text{mm}$	Média resultados $\leq 10\text{mm}$ em 95% das medições	NA
		Média resultados $\leq 10\text{mm}$ em 80% das medições	Penalização de cerca 5% do custo da camada
		Não verifica situações anteriores	Propor acção correctiva (camada de pré-regularização ou fresagem desde garantida a espessura)
NA - Não Aplicável			

25.1.2. MISTURA RECICLADA “IN SITU” COM EMULSÃO

25.1.2.1. Preparação da superfície do pavimento a reciclar

Na preparação da superfície do pavimento, a reciclar com emulsão, deverão ser adoptados os mesmos procedimentos definidos para a reciclagem com cimento.

25.1.2.2. Disposições gerais para o estudo, fabrico, espalhamento e compactação

Para a realização do estudo de formulação, o adjudicatário deve efectuar uma inspecção da superfície a reciclar para confirmação dos pressupostos de projecto identificando os diferentes tipos de trechos homogéneos, com diferentes patologias e tipos de intervenção, e os possíveis locais susceptíveis de remoção e substituição. Em cada trecho homogéneo a tratar devem ser recolhidas pelo menos duas amostras de material fresado, na espessura prevista em projecto, recorrendo para tal ao equipamento que irá ser utilizado ou equipamento similar. Sobre estas amostras deverá ser efectuado um estudo prévio, determinando:

- ✘ Análise granulométrica do material fresado
- ✘ Percentagem de betume

- ✘ Ensaio de penetração e anel e bola do betume recuperado
- ✘ Identificação dos agregados recuperados
- ✘ Densidade in situ

Nota: Na secagem do material reciclado a temperatura máxima deve ser da ordem 30 a 35° C.

A caracterização do betume recuperado irá permitir a selecção da emulsão a utilizar.

Estes ensaios servirão para aferir os pressupostos de projecto e a homogeneidade dos trechos. Consideram-se trechos homogêneos, quando se verificam os pressupostos definidos no Quadro 15.03.10.1.2a.

Quadro 15.03.10.1.2a - Tolerâncias de fabrico da mistura

Características		Valores
Granulometria	Peneiros de dimensão > 2mm	±6
	Peneiros de dimensão ≤ 2mm	±3
	Peneiro de dimensão 0,063mm	±1,5
Percentagem de ligante		±0,5
Penetração de betume recuperado (0,1mm)		± 8
Densidade in situ (kg/m ³)		± 0,1%

Confirmando-se também as características dos materiais e a homogeneidade do trecho deverá ser adoptado, como valores de referência, o valor médio dos resultados obtidos para cada tipo de ensaio.

25.1.2.2.1. Estudo de composição

O estudo de composição deve ser submetido à aprovação da fiscalização com uma antecedência de cerca de 30 dias em relação ao início previsível dos trabalhos. Deverão ser elaborados estudos independentes para cada trecho homogêneo.

O estudo deverá integrar a metodologia a adoptar na execução de cada trecho experimental, assim como a inventariação dos equipamentos a utilizar e documentação conforme especificado 15.03.2.2-10.

Por cada lote homogêneo, o respectivo estudo deve contemplar os ensaios de identificação que servirão para a definição da fórmula de trabalho, a espessura de fresagem, toda a documentação relativa aos constituintes da mistura comprovativa da sua conformidade, bem como a constituição da mistura e respectivas características.

25.1.2.2.1.1. *Ligante*

O ligante será uma emulsão de catiónica de cura lenta adequada ao tipo de ligante existente no agregado reciclado. Deverá ser apresentada a ficha técnica de produto e declaração de conformidade.

25.1.2.2.1.2. *Agregado*

Quando prevista a incorporação de agregado para correcção granulométrica da mistura devem ser apresentados os ensaios de caracterização, a ficha técnica e a declaração de conformidade.

25.1.2.2.1.3. *Aditivos*

Sempre que se preveja serem utilizados aditivos para controlar a rotura da emulsão ou para melhorar as propriedades da mistura, estes devem ser previamente aprovados pela fiscalização. Deverão também ser apresentadas as fichas técnicas e declarações de conformidade.

25.1.2.2.1.4. *Material fresado*

O material que se vai reciclar será constituído por material pétrio recoberto ou não com ligante envelhecido, resultante da fresagem de uma ou várias camadas da estrutura de um pavimento. Não deverão ser utilizados materiais resultantes de fresagens de pavimentos contaminados, que contenham alcatrão ou que apresentem deformações plásticas.

A curva granulométrica do material fresado deverá enquadrar-se num dos fusos granulométricos preconizados no Capítulo 14.03.10.1.2.

25.1.2.2.1.5. *Mistura*

As características da mistura e percentagens de cada constituinte nomeadamente material reciclado, agregado adicionado, emulsão, água e adições devem ser declaradas. Deverá também ser indicada a humidade óptima de compactação da mistura e o valor mínimo de densidade a obter no trecho experimental. Estes dados deverão ser obtidos a partir da realização do ensaio Proctor modificado. No caso do teor de humidade óptimo para efeitos de compactação da mistura, poderá ser adoptado o valor do ensaio Proctor ao qual deverá ser deduzida a percentagem da componente aquosa da emulsão. Por sua vez a percentagem de emulsão (betume residual) a incorporar na mistura deverá ser determinada a partir da realização de ensaios de imersão-compressão (NLT 162) e valores de resistência conservada realizado sobre a mistura compactada segundo a Norma NLT 161. Estes provetes devem ser curados durante três dias a cinquenta graus (50° C). Para melhorar a resistência conservada poderão ser utilizados produtos como a cal ou o cimento numa percentagem de cerca de 1%.

Sempre que haja alteração das características da mistura, do material fresado, substituição de algum dos componentes ou alterações ambientais significativas deverá ser reformulado o estudo.

25.1.2.2.2. Execução de trechos experimentais

Para cada trecho homogêneo deverá ser realizado um trecho experimental, uma vez que terão procedimentos diferenciados.

A localização e extensão do trecho experimental deverá ser previamente acordada com a fiscalização, sendo contudo recomendada a adopção de uma extensão da ordem dos 100 a 150m. Os procedimentos e equipamentos a adoptar serão os propostos no estudo. No início do trecho deverá ser ajustada a velocidade de andamento do equipamento de fresagem e da rotação do tambor fresador, de forma a obter uma granulometria da mistura adequada e homogênea. Será confirmada a profundidade de fresagem, a granulometria da mistura e ajustada a dosagem de água. Deverão ser verificadas as características da mistura e comprovada a precisão dos doseadores de água, emulsão e aditivos. Com a mistura tratada serão realizados provetes para posterior confirmação da resistência em ensaios de imersão-compressão.

Durante a realização do trecho deverá ser registada a evolução da densidade da camada com o número de passagens dos equipamentos de compactação e ordem de intervenção dos mesmos. Posteriormente, após rotura da emulsão, serão retirados tarolos na camada para verificar espessuras, densidades e avaliar a evolução do processo de cura.

Com base nos resultados obtidos deverá ser elaborado um relatório do trecho experimental que reúna toda a informação e conclusões obtidas. Sempre que necessário serão propostos ajustes e será estabelecida a fórmula de trabalho definitiva, isto caso não seja necessário a realização de um novo trecho.

Aprovado o procedimento, os equipamentos e fórmula de trabalho poder-se-á dar início à produção.

25.1.2.2.3. Produção

A recicladora a utilizar na reciclagem “in situ” com emulsão deverá ter capacidade para tratar espessuras compatíveis com as preconizadas em projecto, numa única passagem e ser dotada de um tambor com as características adequadas ao tipo de trabalho previsto. Deverá também possuir dispositivos de guiamento que lhe permitam, mediante apoio topográfico, garantir uma regularidade e espessura de mínima de camada tratada, compatível com as exigências de projecto. À recicladora será acoplado um equipamento para armazenamento de água, emulsão e quando previsto cimento. Este equipamento deverá possuir dispositivos que permitam a correcta dosagem dos diferentes componentes.

A velocidade de andamento do equipamento de fresagem e do cilindro fresador devem ser constantes. As paragens de equipamento deverão ser evitadas, mas quando inevitáveis, deverá ser cortada de imediato a injeção da emulsão, da água e de eventuais aditivos ou correctivos de forma a evitar sobredosagens e encharcamentos.

Deverão ser verificadas periodicamente as características da mistura não sendo admissíveis variações superiores às preconizadas, caso contrário deverá ser parado o processo e revisto, corrigindo-se as anomalias detectadas.

A dispersão do ligante na mistura deverá ser homogénea em toda a largura e profundidade da camada, situação que será reconhecida pela uniformidade da cor. Caso se verifique a existência de materiais não envolvidos, diferenças de concentração de água e ligante na superfície da camada, segregação, contaminação ou irregularidades superficiais, o processo deve ser parado e corrigidas as anomalias.

Quando a largura da camada a reciclar for superior à da largura do equipamento de fresagem, a execução do tratamento será efectuada por faixas paralelas com uma sobreposição da ordem dos 15 a 30cm. Sendo contudo desejável o recurso a equipamentos de fresagem a trabalhar em paralelo sendo a compactação realizada em simultâneo ou sem grandes desfasamentos. Contudo, sempre que haja sobreposições deverão ser tomadas medidas que garantam a não existência de sobredosagens de emulsão, água ou outros componentes. Quando seja inevitável a execução de juntas longitudinais, a sua localização não deverá ser coincidente com a zona de circulação dos rodados.

Deverá também ser verificado diariamente ou sempre que seja interrompido o trabalho, o correcto funcionamento das bombas e dispersores da emulsão e água e respectivos caudalímetros.

O consumo efectivo de emulsão deve ser comparado com os dados fornecidos pelo equipamento.

A execução de camadas sobrejacentes à camada reciclada só deve ser efectuada após estabilização do teor de humidade e que deve ser da ordem dos 1%.

25.1.2.2.4. Controlo de qualidade e tolerâncias de produção

O controlo de qualidade será realizado por lote, de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00- Controlo de Qualidade. As tolerâncias admissíveis em relação à fórmula de trabalho são as constantes no Quadro 15.03.10.1.2b.

Quadro 15.03.10.1.2b - Tolerâncias em relação à formula de fabrico da mistura

Características		Valores
Granulometria	Dimensão máxima	0%

Características		Valores
	Peneiros de dimensão > 2mm	±6
	Peneiros de dimensão ≤ 2mm	±3
	Peneiro de dimensão 0,063mm	±1,5
Percentagem de ligante		±0,3
Variação do teor de humidade em relação ao óptimo		-1,5 a +0,5
Resistência à compressão simples, a seco		≥ resistência de projecto
Resistência à compressão simples, após imersão		≥ resistência de projecto
Resistência conservada		≥75%

Nota: A resistência mecânica, deve ser verificada através do ensaio de imersão-compressão de acordo com a NLT 162 sobre provetes moldados com a mistura reciclada de acordo com a NLT 161, que após serem desmoldados são curados durante três dias a 50° C. Quando preconizados em projecto outros valores de resistência estes devem ser respeitados.

Deverá ser avaliada a densidade da camada e teor de humidade após finalização do processo de compactação que deverá ser da mesma ordem de grandeza que a obtida no ensaio proctor modificado, com a utilização de material reciclado.

Após a cura da camada e antes de aplicação de uma camada sobrejacente serão realizados tarolos e verificada a espessura e densidade e se necessário a evolução da cura.

A regularidade da camada deve ser verificada em conformidade com régua de 3m não devendo ser detectadas irregularidades superiores a 8mm.

25.1.2.2.5. Compactação

Os equipamentos de compactação a utilizar durante a execução dos trabalhos devem ser os que foram aprovados aquando da realização do trecho experimental. O conjunto deve ser composto no mínimo por um cilindro vibrador de rasto liso (15 ton) e um cilindro de pneus (35ton) com características necessárias que permitam atingir a compacidade necessária em toda a espessura da camada sem produzir a rotura do material nem a formação de rodeiras. Os cilindros deverão dispor de sistema de auto-limpeza dos rolos e pneus e dotados de dispositivos que os permitam manter húmidos, se necessário.

Após espalhamento da camada a duração da compactação e finalização da camada não deve ser superior a meia hora.

A compactação será realizada longitudinalmente de maneira continua até ser atingida a densidade prevista. Quando a execução do trabalho é efectuado por faixas, na zona de ligação entre camadas, a compactação deverá incidir também sobre a camada anterior numa largura de cerca de 20cm pelo menos. Quando a reciclagem está a ser executada por máquinas em paralelo

a compactação das faixas será realizada de uma só vez com reforço de meios de compactação se necessário.

Após conclusão da compactação da camada não será permitido o acréscimo de material para correcção altimétrica da camada.

25.1.2.2.6. Juntas de trabalho

Quando o trabalho é executado por faixas será necessária a realização de juntas longitudinais sempre que o bordo da faixa anterior já não permita a sua compactação. Estas deverão ser em número reduzido e as mínimas necessárias tendo em conta os condicionalismos da obra e processo construtivo adoptado. A localização das juntas longitudinais de ligação do material fresado ao pavimento existente nunca deverão coincidir com a zona de circulação dos rodados, devendo localizarem-se preferencialmente fora da faixa de rodagem, se forem inevitáveis deverão localizar-se em zonas menos solicitadas como seja os limites da faixa de rodagem ou então no centro da faixa.

As juntas de trabalho transversais serão executas por fresagem da camada tratada, numa extensão mínima equivalente à medida do diâmetro do cilindro fresador e a uma profundidade igual à da espessura da camada.

25.1.2.2.7. Cura e protecção superficial

Quando por necessidade de desenvolvimento da obra haja necessidade de acelerar o processo de eliminação de água da mistura compactada a fiscalização poderá permitir a circulação de tráfego sobre a camada entre 15 a 30 dias em função das condições atmosféricas e da intensidade de tráfego, sendo aconselhável que este se distribua uniformemente a toda a largura da camada. Em locais onde seja susceptíveis de haver desagregação da camada, pela acção do tráfego, será realizado uma camada de protecção que consistirá na aplicação de uma emulsão betuminosa de cura rápida seguida do espalhamento de um agregado de dimensões 0/6 à taxa de 7 a 8 litros/m², seguido de cilindramento com cilindro de pneus.

No entanto para a execução de uma nova camada em mistura betuminosa sobre a camada reciclada só será permitida após confirmação de que a humidade no meio da camada é constante e inferior a 1%, sendo a altura ideal para a recolha de tarolos, uma vez que já não terão tendência para desagregar, o que permitirá o seu transporte e manuseamento em condições de realizar os ensaios previstos.

25.1.2.2.8. Particularidades

Este processo de reciclagem não deve ser realizado com chuva nem para condições de temperatura atmosférica inferiores a 5° C.

25.1.2.3. Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas

Os critérios de aceitação/rejeição para a camada reciclada com emulsão são os constantes no Quadro 15.03.10.1.2c.

Quadro 15.03.10.1.2c - Critérios de aceitação/rejeição para camada reciclada com emulsão

Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Densidade (tarolos)	Média resultados = baridade proctor	Média resultados = baridade proctor, com apenas 2 resultados inferiores ao previsto em cerca de 2%.	NA
		Média resultados ≥ 97%	Penalização de 10% sobre o custo da camada
		Média resultados < 97%	Remoção da camada por fresagem
Espessura (tarolos)	Média ≥ Espessura de Projecto	Média ≥ Espessura Projecto com máximo de dois tarolos com resultados inferiores a 10% do previsto	NA
		Média <85% Espessura Projecto	Demolir e refazer camada
		Média ≥ 85% Espessura Projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte com espessura equivalente
Cota da Camada	Igual à cota de projecto	Cota da camada ≤ a 15 mm relativamente à cota de projecto	NA
		Cota da camada está mais baixa do que 15mm e não existe retenção de água.	Compensar na camada seguinte
		Se superior à cota de projecto	Corrigir a camada por fresagem
Regularidade (régua de 3m)	≤ 10mm	Média resultados ≤10mm em 95% das medições	NA
		Média resultados ≤10mm em 80% das medições	Penalização de cerca 5% do custo da camada
		Não verifica situações anteriores	Propor acção correctiva (camada de pré-regularização ou fresagem desde garantida a espessura)
NA - Não Aplicável			

25.2. MISTURA RECICLADA A QUENTE EM CENTRAL

Dando cumprimento ao disposto no Decreto - Lei 4/2007, de 8 de Janeiro, devem ser entregues para todos os materiais constituintes das misturas, quando aplicável, as declarações de conformidade CE emitidas pelos fabricantes, os certificados de conformidade emitidos pelos organismos notificados e as fichas de produto.

25.2.1. PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE SUBJACENTE

A execução das camadas em misturas betuminosas recicladas só deverá ser iniciada após a verificação da conformidade da camada subjacente de acordo com os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

Para obras de conservação/reabilitação os critérios especificados não são aplicáveis devendo as condições da superfície subjacente ser definidas em projecto em função da especificidade da obra e estado da superfície do pavimento existente.

As regas de impregnação e colagem deverão ser realizadas nas condições expressas neste Caderno de Encargos, no item 15.03.8.

25.2.2. DISPOSIÇÕES GERAIS PARA O ESTUDO, FABRICO, TRANSPORTE, ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO

25.2.2.1. Estudo de composição

25.2.2.1.1. Considerações gerais

As misturas betuminosas recuperadas (RA) devem ser armazenados separadamente consoante a sua proveniência.

Devem ser constituídos pilhas diferenciadas para materiais fresados procedentes de diferentes camadas e/ou diferentes origens (fornecimentos).

Quando os materiais resultarem de trabalhos de fresagem preconizados em projecto, devem estes trabalhos ser executados por camadas e trechos homogéneos de acordo com o definido em projecto.


O material deverá ser colocado em pilhas homogéneas depois de previamente tratado (através de processos de trituração, eliminação de contaminantes e homogeneização) e caracterizado.

A homogeneidade dos materiais deverá estar em conformidade com os critérios definidos no Quadro 14.03.10.2d.

A percentagem de material betuminoso recuperado a incorporar será função do tipo de material em presença, do tipo de camada, das características da central de fabrico, tal como indicado no Quadro 14.03.10.2e.

25.2.2.1.2. Estudos de caracterização dos materiais a reciclar - trechos homogéneos

Quando o material recuperado for proveniente de trabalhos de fresagem, preconizados em projecto, devem estes trabalhos ser precedidos de uma análise de superfície para a identificação/reavaliação dos trechos homogéneos definidos em projecto. Os trabalhos de fresagem devem ser executados por camadas e trechos homogéneos.

-  Deverão ser recolhidas amostras representativas de cada trecho homogéneo, por meio da execução de sondagens à rotação (tarolos) e poços nas bermas para

comprovar a espessura e tipo de material das diferentes camadas. No mínimo deverão ser realizados dois tarolos e um poço na berma por km, ou por trecho homogéneo caso este tenha uma extensão inferior.

- ✘ Sobre os tarolos recolhidos em cada trecho homogéneo será determinada a densidade.
- ✘ Em cada trecho homogéneo deverão ser recolhidas amostras do material fresado, na profundidade preconizada em projecto para a operação de fresagem. A fresadora a utilizar deverá preferencialmente a mesma ou idêntica para que as características do material sejam semelhantes ao material fresado que irá ser produzido no decorrer da execução da obra.

Sobre as amostras de material fresado recolhidas em cada trecho homogéneo deverão ser efectuados os seguintes ensaios:

- a) Análise granulométrica do material desagregado (NP EN 933-1)
- b) Percentagem em ligante (EN12697-1)
- c) Penetração do ligante recuperado (EN1426) e ponto de amolecimento anel e bola (EN1427)
- d) Granulometria do agregado recuperado (EN12697-2)
- e) Solubilidade* (EN 12592)
- f) Percentagem de asfaltenos* (NLT-131)

* Ensaios a realizar quando solicitados

25.2.2.1.3. Estudo de formulação

O adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da Fiscalização, com um prazo mínimo de 30 dias, o estudo de composição laboratorial da mistura.

O estudo deverá integrar a metodologia a seguir na transposição para central e para o trecho experimental, assim como, a inventariação dos equipamentos a utilizar e documentação referente à manutenção dos mesmos, de acordo com o especificado em 15.03.2.2-10.

O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, para a definição da fórmula da mistura, incluirá a seguinte informação sobre a caracterização laboratorial dos materiais e mistura e correspondentes boletins de ensaio:

25.2.2.1.3.1. Ligante

Ficha de produto e ensaios de caracterização do lote de betume a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.0-4a.

25.2.2.1.3.2. Agregados

Ficha de produto e ensaios de caracterização dos agregados a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no Capítulo 14.03.2 para o tipo de camada em questão.

25.2.2.1.3.3. Material betuminoso recuperado

Ensaio preconizados para a caracterização dos materiais a reciclar conforme especificado no item 1.2.

25.2.2.1.3.4. Mistura

As características/requisitos da mistura devem cumprir o especificado para as misturas a quente definidas no Capítulo 14.03.2, conforme tipo de camada(s) preconizada(s) em projecto.

25.2.2.2. Transposição do estudo de composição para a central

A aplicação em obra da mistura betuminosa, será condicionada, à aprovação do estudo de composição e à ratificação da Fiscalização das condições de transposição daquele estudo para a central de fabrico. O Adjudicatário deverá apresentar os ensaios comprovativos da precisão com que a transposição foi realizada.

Aprovada a transposição, não poderão ser efectuadas quaisquer alterações sem conhecimento da Fiscalização.

25.2.3. EXECUÇÃO DE TRECHOS EXPERIMENTAIS

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 14.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

25.2.4. PRODUÇÃO

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 14.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

25.2.4.1. Centrais betuminosas

As centrais de fabrico devem permitir a adição, durante o processo de mistura a quente, do material betuminoso a reciclar, sem deterioração dos materiais. As centrais de fabrico terão de cumprir o disposto na legislação vigente em matéria ambiental.

Nas centrais de fabrico contínuas com tambor secador-misturador, o sistema de dosificação deverá ser ponderal para o material betuminoso a reciclar. A central deverá dispor de um dispositivo que permita a incorporação do material betuminoso a reciclar atrás da chama, de modo a que não exista risco de contacto com ela.

As centrais de fabrico de tambor secador-misturador, em que o fluxo de agregados coincide com o da tiragem de fumo, não serão utilizadas caso as quantidades de material betuminoso a reciclar sejam superiores a vinte e cinco por cento (25%).

Entre as centrais de fabrico contínuas de tambor secador-misturador deverão ser utilizadas preferencialmente aquelas em que o fluxo de agregados vá contra a tiragem do fumo ou as que tenham duplo tambor, que evitem a exposição directa à chama do material betuminoso a reciclar.

As centrais de fabrico descontínuas deverão estar providas de um tambor secador independente para o material betuminoso a reciclar de forma a maximizar a incorporação de material fresado nas novas misturas betuminosas. Independentemente da utilização ou não de um tambor secador paralelo, os gases produzidos no seu aquecimento deverão ser recolhidos e queimados durante o processo de fabrico da mistura, evitando-se em qualquer momento a sua emissão para a atmosfera. Estas centrais deverão estar igualmente providas de silos para armazenar a quente o material betuminoso a reciclar e um sistema de dosificação ponderal do material betuminoso a reciclar.

Neste último caso as percentagens a adicionar dependerão do teor em humidade das misturas betuminosas fresadas. O aquecimento dos agregados novos deve ser aumentado a uma temperatura que não exceda 250 °C.

As misturas betuminosas fresadas devem ser adicionadas aos agregados após passagem numa unidade de pesagem separada, o que permite a crivagem dos materiais novos sem a influência das misturas betuminosas fresadas e, por outro lado, a mistura dos agregados novos com as misturas betuminosas fresadas deve ser efectuada antes da adição do betume novo e durante o tempo necessário de modo a evitar o endurecimento deste.

25.2.4.2. Controlo de qualidade e tolerâncias na produção

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 - Controlo de Qualidade para as misturas a quente, bem como as tolerâncias de fabrico admissíveis em relação à fórmula da mistura aprovada.

25.2.5. TRANSPORTE

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

25.2.6. ESPALHAMENTO

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

25.2.7. COMPACTAÇÃO

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

25.2.8. JUNTAS DE TRABALHO

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

25.2.9. ARMAZENAMENTO DOS MATERIAIS

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para os agregados, filer e betume. No que diz respeito ao material betuminoso a recuperar (RA) este deve ser armazenado separadamente consoante a sua proveniência.

Devem ser constituídos pilhas diferenciadas/distintas para materiais fresados procedentes de diferentes camadas e/ou diferentes origens/fornecimentos.

25.2.9.1. Armazenamento do material betuminoso a reciclar em bruto

O material betuminoso a reciclar poderá utilizar-se na mesma obra ou armazenar-se para a sua posterior utilização noutra obra. 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. Quando se prevejam temperaturas superiores a trinta graus Celsius (30 °C), as pilhas não deverão superar os três metros (3 m) de altura, para evitar que o material betuminoso a reciclar se aglomere.

25.2.9.2. Central de trituração

Quando o material betuminoso a reciclar apresentar problemas de homogeneidade ou uma dimensão excessiva proceder-se-á sua trituração e homogeneização.

Para a trituração serão utilizadas instalações de trituração que proporcionem um produto granular uniforme. No caso de existirem contaminantes do tipo metálico a central de trituração deverá estar dotada de um dispositivo para sua detecção e eliminação

Depois de previamente tratado o material deverá ser colocado em pilhas homogéneas

Cada pilha homogénea será identificada e caracterizada podendo utilizar-se no fabrico de mistura betuminosa reciclada a quente com uma mesma fórmula de trabalho.

As pilhas de material betuminoso a reciclar tratado serão consideradas como lotes isolados, evitando que se misturem e contaminem entre eles. O volume de cada uma destas pilhas 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.

As pilhas deverão 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. Estes serão formados por camadas. Deverá vigiar-se a altura das pilhas para evitar que o material betuminoso se aglomere, especialmente com temperaturas altas, limitando-se aquela a três

metros (3 m). As pilhas deverão estar cobertas e o tempo de armazenamento será reduzido ao mínimo possível para evitar que o teor em água aumente excessivamente.

25.3. ESPECIFICAÇÕES E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO/REJEIÇÃO PARA UNIDADES TERMINADAS

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

25.3.1. MISTURA RECICLADA SEMI-QUENTE EM CENTRAL

Dando cumprimento ao disposto no Decreto - Lei 4/2007, de 8 de Janeiro, devem ser entregues para todos os materiais a incorporar neste tipo de misturas, quando aplicável, as declarações de conformidade CE emitidas pelos fabricantes, os certificados de conformidade emitidos pelos organismos notificados e as fichas de produto.

25.3.1.1. Preparação da superfície subjacente

A execução das camadas em misturas betuminosas recicladas só deverá ser iniciada após a verificação da conformidade da camada subjacente de acordo com os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

Para obras de conservação/reabilitação os critérios especificados não são aplicáveis devendo as condições da superfície subjacente ser definidas em projecto em função da especificidade da obra e estado da superfície do pavimento existente.

As regas de impregnação e colagem deverão ser realizadas nas condições expressas neste Caderno de Encargos, no item 15.03.8.

25.3.2. DISPOSIÇÕES GERAIS PARA O ESTUDO, FABRICO, TRANSPORTE, ESPALHAMENTO E COMPACTAÇÃO

25.3.2.1. Estudo de composição

25.3.2.1.1. Considerações gerais

As misturas betuminosas recuperadas (RA) devem ser armazenados separadamente consoante a sua proveniência.

Devem ser constituídas pilhas diferenciadas para materiais fresados procedentes de diferentes camadas e/ou diferentes origens (fornecimentos).

Quando os materiais resultarem de trabalhos de fresagem preconizados em projecto, devem estes trabalhos ser executados por camadas e trechos homogéneos de acordo com o definido em projecto.

Em todo o caso, o material betuminoso a reciclar não poderá conter mais de vinte por cento (20%) de misturas betuminosas distintas, do tipo fechadas.

Em princípio, todos os materiais recuperados de misturas betuminosas são susceptíveis de ser reciclados, excepto os que tenham apresentado deformações plásticas.

As misturas betuminosas que contenham na sua composição original adições modificadoras da reologia do ligante betuminoso ou do comportamento mecânico da mistura betuminosa (p.ex:fibras) deverão ser submetidas a um estudo especial devido à possível emissão de contaminantes para a atmosfera durante o processo de fabrico da nova mistura.

O material deverá ser colocado em pilhas homogêneas horizontais, depois de previamente tratado (através de processos de trituração, eliminação de contaminantes e homogeneização) e caracterizado. Estes materiais deverão ser protegidos da chuva por forma a que a sua humidade não exceda os 5% evitando assim consumos de energia desnecessários, sobreaquecimentos do material ou mesmo condicionar a produção destas misturas. Dever-se-á também proteger o material betuminoso recuperado da exposição a temperaturas elevadas, de modo a evitar a colagem ou mesmo a compactação, bem como o envelhecimento e oxidação do betume provocada pela radiação solar.

A homogeneidade dos materiais deverá estar em conformidade com os critérios definidos no Quadro 14.03.10.2d.

25.3.2.1.2. Estudos de caracterização dos materiais a reciclar - trechos homogêneos

Relativamente a este item deve ser seguidos os mesmos procedimentos já referidos para o material betuminoso a incorporar nas misturas betuminosas a quente.

25.3.2.1.3. Estudo de formulação

O adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da Fiscalização, com um prazo mínimo de 30 dias, o estudo de composição laboratorial da mistura.

O estudo deverá integrar a metodologia a seguir na transposição para central e para o trecho experimental, assim como, a inventariação dos equipamentos a utilizar e documentação referente à manutenção dos mesmos, de acordo com o especificado em 15.03.2.2-10.

O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, para a definição da fórmula da mistura, incluirá a seguinte informação sobre a caracterização laboratorial dos materiais e mistura e correspondentes boletins de ensaio:

25.3.2.1.3.1. *Ligante*

A emulsão betuminosa proposta para a execução da reciclagem semi-quente deverá ser acompanhada da respectiva Ficha Técnica do Produto relativa ao lote proposto para aplicação. Deverão ser executados os ensaios necessários à identificação das seguintes propriedades:

- a) Viscosidade SSF, 25 °C
- b) Carga das partículas
- c) Teor em água
- d) Teor em betume residual
- e) Fluidificante por destilação
- f) Sedimentación (a 7 días)
- g) Peneiração
- h) Penetração do resíduo de destilação a 25°C, 100g, 5s (0,1mm)

Deverá ser comprovada a compatibilidade da emulsão betuminosa com o material fresado mediante o ensaio segundo a norma NLT-196.

25.3.2.1.3.2. *Agregados*

Quando prevista a utilização de agregado, para correcção granulométrica do material betuminoso recuperado, deverá ser apresentada a ficha de produto e ensaios de caracterização, que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.3a., tendo em conta o tipo de camada em que irá ser utilizado.

25.3.2.1.3.3. *Material betuminoso recuperado*

Ensaio preconizados para a caracterização dos materiais a reciclar conforme especificado no item 1.2., para cada pilha de material homogênea. A granulometria do material deverá respeitar o fuso granulométrico respectivo tendo em conta a espessura da camada a executar, tal como especificado no Quadro 14.03.10.1.2a.

25.3.2.1.3.4. *Mistura betuminosa reciclada*

25.3.2.1.3.4.1. *Estudo da composição*

O Adjudicatário obriga-se a apresentar, para aprovação da Fiscalização, o estudo de composição da mistura betuminosa reciclada semi-quente, em tudo o que for aplicável, de acordo com o especificado para as misturas betuminosas a quente, no que diz respeito a disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte e aplicação.

O estudo de composição deverá fazer referência à formulação da mistura através da execução de ensaios de envolvimento (mínima dotação/máximo recobrimento) e de imersão-compressão a 6 toneladas como indicador para a execução do trecho experimental.

No entanto a composição final a adoptar em obra será a decorrente das conclusões retiradas do conjunto de informação resultante dos ensaios laboratoriais e da execução do trecho experimental.

A fórmula de trabalho proposta em estudo fixará a granulometria da mistura e as respectivas proporções dos diferentes constituintes. Deverá também referir as características da mistura e o valor mínimo da densidade a obter no trecho experimental.

Neste estudo deverão ainda ser incluídos os estudos prévios efectuados à emulsão e aos materiais fresados.

Deverá ser estudada e aprovada pela Fiscalização uma nova fórmula de trabalho, cada vez que se verifiquem alterações nas características do material a reciclar, ou em algum outro dos componentes da mistura.

25.3.2.1.3.4.2. Transposição do estudo de composição para a central

A aplicação em obra da mistura betuminosa, será condicionada, à aprovação do estudo de composição e à ratificação da Fiscalização das condições de transposição daquele estudo para a central de fabrico. O Adjudicatário deverá apresentar os ensaios comprovativos da precisão com que a transposição foi realizada.

Aprovada a transposição, não poderão ser efectuadas quaisquer alterações sem conhecimento da Fiscalização.

25.3.2.1.3.4.3. Execução de trechos experimentais

Deverão ser definidas no máximo duas misturas distintas a serem testadas no trecho experimental, para melhor avaliação do comportamento da mistura.

Assim, para se definir a percentagem de ligante, o tipo e número de passagens dos cilindros compactadores e a temperatura de compactação (com indicação de valores máximos e mínimos), deve ser construído um trecho experimental de acordo com o estipulado no Capítulo 15.03.2, em tudo o que for aplicável.

Após a execução do trecho experimental e a verificação dos parâmetros atrás referidos será elaborado o relatório final com as conclusões obtidas e a formulação da mistura betuminosa.

Contudo, poderá ser necessário reformular a composição da mistura betuminosa reciclada semi-quente devendo, nesse caso, ser apresentado um novo estudo de formulação, incluindo a execução de um novo trecho experimental, que terá de ser aprovado pela Fiscalização.

Só após a aprovação final do estudo de composição da mistura betuminosa reciclada semi-quente, por parte da Fiscalização, se poderá dar início ao fabrico da mistura betuminosa a colocar na obra.

25.3.2.1.4. Produção

Este tipo de misturas betuminosas poderá ser fabricado em centrais betuminosas descontínuas ou contínuas.

Durante o processo de fabrico da mistura betuminosa reciclada semi-quente, o material fresado deverá ser aquecido a uma temperatura de 85 e 100 °C no tambor-secador-misturador da central contínua, ou no tambor-secador da central descontínua. A emulsão deverá ser injectada a uma temperatura de 20 e 40 °C. A temperatura final da mistura deverá oscilar entre 80 e 95 °C. e em circunstância alguma pode exceder 100°C. A não satisfação deste pressuposto constitui motivo para rejeição do material. Se a mistura betuminosa for descarregada da misturadora para um silo de armazenamento, esse silo deve estar construído de modo a que seja minimizada a segregação da mistura betuminosa.

A mistura pode ser armazenada durante 24 horas sempre que o espalhamento e a compactação sejam efectuados à temperatura de 60 °C ou superior.

Para além dos procedimentos normais dessas centrais deve ter-se em atenção o seguinte:

- ✘ O material fresado e a emulsão são combinados proporcionalmente em função do volume, peso ou de uma combinação peso/volume.
- ✘ Quando o material fresado e o ligante betuminoso são proporcionados pelo peso, todas as caixas, funis de carga, baldes ou tolvas empregues para a pesagem dos materiais, juntamente com placas de qualquer tipo usadas no processamento dos materiais, devem ser isoladas da vibração ou do movimento do resto da unidade, devido ao funcionamento de qualquer equipamento, de modo a não permitir que o erro de pesagem que ocorre quando toda a unidade de processamento está a funcionar ultrapasse os 2% em qualquer circunstância, nem 1,5% para qualquer “amassadura”.
- ✘ A introdução do ligante betuminoso será controlada por um sistema automático completamente integrado com os controlos do material fresado.
- ✘ O ligante betuminoso deve ser pesado num balde aquecido e isolado suspenso numa balança sem sistema de mola.

25.3.2.1.5. *Controlo de qualidade e tolerâncias na produção*

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 - Controlo de Qualidade para este tipo de camadas.

As tolerâncias admissíveis relativamente à fórmula de trabalho serão as indicadas no Quadro 15.03.10.3a, tendo sempre em conta que em nenhum caso os valores obtidos poderão ser superiores aos valores limite estabelecidos.

Quadro 15.03.10.3a- Tolerâncias máximas admissíveis relativamente à fórmula de trabalho

Características		Unidades	Tolerâncias
Percentagem de material passado nos peneiros 1:	Dimensão máxima	%	0
	>2 mm		± 6
	≤ 2mm		± 3
	0,063mm		± 1,5
Ligante residual adicional			± 0,3
Porosidade			± 0,3

Se em qualquer ensaio a granulometria do material fresado não estiver dentro dos limites indicados, a produção da mistura betuminosa deve parar imediatamente e só deve recomeçar quando os ensaios de calibração (da balança dos inertes e do estado de conservação dos crivos instalados) mostrarem que a granulometria está dentro dos limites atrás indicados. Do mesmo modo a produção da mistura betuminosa cessará de imediato e a central de fabrico será recalibrada, caso se verifique que a percentagem de ligante betuminoso na mistura teve uma variação superior a $\pm 0,3\%$ do que estava previamente indicado no estudo de formulação da mistura aprovado.

25.3.2.1.6. *Transporte*

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

25.3.2.1.7. *Espalhamento*

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

25.3.2.1.8. *Compactação*

Para além do estipulado no Capítulo 15.03.2 em tudo o que for aplicável, devem ser verificados os seguintes pressupostos:

- ✱ A temperatura da mistura betuminosa durante a compactação deve estar de acordo com o definido no estudo de formulação;

- ✘ O valor da porosidade da camada em mistura betuminosa reciclada semi-quente deverá cumprir os requisitos do estudo de formulação;
- ✘ Os cilindros utilizados e respectivo número de passagens devem cumprir o estipulado no estudo de formulação.

Os cilindros compactadores devem ser humedecidos com água ou, se necessário com água e sabão para impedir a aderência da mistura betuminosa durante a fase de compactação.

O Adjudicatário deverá utilizar no mínimo um cilindro de rasto liso vibrador e um cilindro de pneus em função da largura de espalhamento de forma a cobrir a largura total da pavimentadora. No caso de serem utilizadas duas espalhadoras em paralelo o número mínimo de cilindros será de 4 unidades de forma a cobrirem a largura total de espalhamento.

Se a produção de mistura betuminosa exceder as 160 toneladas por hora, deve existir um compactador estático adicional.

Os compactadores devem ter um peso superior a 8 toneladas.

Os compactadores devem ter propulsão autónoma e devem ser operados com a roda de tracção em posição anterior.

O primeiro conjunto de compactadores deve ser mantido atrás da pavimentadora, a não mais de 30 m desta, devendo compactar a mistura na gama de temperaturas definida no estudo de formulação. O segundo conjunto de compactadores, utilizado para retirar possíveis “vincos”, deve seguir o mais perto possível do primeiro conjunto. Deverão ser efectuadas as passagens necessárias, de acordo com o definido no estudo de formulação antes da temperatura da mistura atingir o valor mínimo especificado naquele estudo.

Se a temperatura ambiente for inferior a 15 °C o adjudicatário deverá obrigatoriamente diminuir a distância acima indicada para 15 m e colocar no mínimo mais um cilindro com vibração.

De qualquer modo, se a temperatura ambiente for inferior ou igual a 10°C os trabalhos devem ser imediatamente suspensos.

25.3.2.1.9. Juntas de trabalho

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

25.3.2.1.10. Armazenamento dos materiais

No que diz respeito ao material betuminoso a recuperar (RA) este deve ser armazenado separadamente consoante a sua proveniência.

Devem ser constituídos pilhas distintas para materiais fresados procedentes de diferentes camadas e/ou diferentes origens/fornecimentos.

25.3.2.1.10.1. Armazenamento do material betuminoso a reciclar em bruto

O material betuminoso a reciclar poderá utilizar-se na mesma obra ou armazenar-se para a sua posterior utilização noutra obra. 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. Quando se prevejam temperaturas superiores a trinta graus Celsius (30 °C), as pilhas não deverão superar os três metros (3 m) de altura, para evitar que o material betuminoso a reciclar se aglomere.

25.3.2.1.10.2. Central de trituração

Quando o material betuminoso a reciclar apresentar problemas de homogeneidade ou uma dimensão excessiva proceder-se-á sua trituração e homogeneização.

Para a trituração serão utilizadas instalações de trituração que proporcionem um produto granular uniforme. No caso de existirem contaminantes do tipo metálico a central de trituração deverá estar dotada de um dispositivo para sua detecção e eliminação

Depois de previamente tratado o material deverá ser colocado em pilhas homogêneas

Cada pilha homogênea será identificado e caracterizado podendo utilizar-se no fabrico de mistura betuminosa reciclada a quente com uma mesma fórmula de trabalho.

As pilhas de material betuminoso a reciclar tratado serão consideradas como lotes isolados, evitando que se misturem e contaminem entre eles. O volume de cada uma destas pilhas 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.

As pilhas de material deverão 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. Estes serão formados por camadas. Deverá vigiar-se a altura das pilhas para evitar que o material betuminoso se aglomere, especialmente com temperaturas altas, limitando-se aquela a três metros (3 m). As pilhas deverão estar cobertas e o tempo de armazenamento será reduzido ao mínimo possível para evitar que o teor em água aumente excessivamente.

25.3.2.2. Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas

Os critérios de aceitação/rejeição das unidades terminadas pelo processo de reciclagem semi-quente devem cumprir o especificado no Quadro 15.03.10.3b.

Quadro 15.03.10.3b - Critérios de aceitação/rejeição para camada reciclada semi-quente

Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Densidade (tarolos)	Média resultados = baridade provetes	Média resultados \geq baridade provetes, com apenas 2 resultados inferiores ao previsto em cerca de 2%.	NA
		Média resultados \geq 97%	Penalização de 10% sobre o custo da camada
		Média resultados $<$ 97%	Remoção da camada por fresagem
Espessura (tarolos)	Média \geq Espessura de Projecto	Média \geq Espessura Projecto com máximo de dois tarolos com resultados inferiores a 10% do previsto	NA
		Média $<$ 85% Espessura Projecto	Demolir e refazer camada
		Média \geq 85% Espessura Projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte com espessura equivalente
Cota da Camada	Igual à cota de projecto	Cota da camada \leq a 15 mm relativamente à cota de projecto	NA
		Cota da camada está mais baixa do que 15mm e não existe retenção de água.	Compensar na camada seguinte
		Se superior à cota de projecto	Corrigir a camada por fresagem
Regularidade (régua de 3m)	\leq 10mm	Média resultados \leq 10mm em 95% das medições	NA
		Média resultados \leq 10mm em 80% das medições	Penalização de cerca 5% do custo da camada
		Não verifica situações anteriores	Propor acção correctiva (camada de pré-regularização ou fresagem desde garantida a espessura)
NA - Não Aplicável			

26. LANCIL

O lancil assentará para que apresente, na forma definitiva, um espelho de 12 cm acima do pavimento, nas zonas de passeio e 2 cm nas zonas galgáveis ou rebaixadas nas passagens de peões.

O lancil, quer em alinhamento recto quer em curva, deverá ficar perfeitamente alinhado e desempenado, tanto no seu espelho como na face superior.

As juntas não deverão exceder 0,3 cm e serão preenchidas com argamassa.

27. PAVIDREN

Modo de aplicação:

1 - Sub-base: Em princípio, qualquer sub-base (terreno existente) se pode considerar válida, sempre e quando seja suficientemente resistente. Deve inicialmente ser regularizada e nivelada para posterior compactação, nunca inferior a 95% do proctor modificado.

2 - Base em brita:

2.1 - Circulação pedonal / ciclovias: 13cm de brita de granulometria extensa de 2 a 25mm, devidamente nivelada e compactada. 2cm de brita bago de arroz de granulometria 2 a 5mm, devidamente nivelada e compactada.

2.2 - Circulação automóvel: 23cm de brita de granulometria extensa de 2 a 25mm, devidamente nivelada e compactada. 2cm de brita bago de arroz de granulometria 2 a 5mm, devidamente nivelada e compactada.

3 - Execução do pavimento:

3.1 - Mistura: Misturar os componentes A e B num reservatório, sendo essa mistura feita com um berbequim misturador, numa duração aproximada de 1 minuto. Colocar os inertes numa betoneira juntamente com a mistura da resina PAVIdren, durante cerca de 3 minutos, até se obter uma mistura homogênea.

3.2- Aplicação e nivelamento:

Assegurar que a base esteja corretamente preparada, dado que as suas irregularidades se vão refletir no pavimento.

No caso de a aplicação não estar previamente delimitada por lancis de contenção, é aconselhável que antes dessa execução se instalem cofragens, ou perfis limitadores amovíveis, para permitir nivelação e compactação do pavimento de forma correta. Aplicar a argamassa obtida, sobre a base em brita previamente preparada. Comprimir a argamassa espalhada com recurso a uma talocha mecânica. Devem ser executadas juntas de dilatação de 5 em 5 metros.

Condições atmosféricas:

1. Temperatura normal O PAVIdren pode ser aplicado sem precauções especiais, com temperaturas mínimas de 10°C.
2. Temperatura baixa É desaconselhável a aplicação do PAVIdren a temperaturas inferiores à 10°C
3. Chuva Ausência de chuva aquando da aplicação do PAVIdren

Abertura a tráfego:

Após instalação, é necessário esperar 24 horas para utilização pedonal. Alternativamente, é necessário esperar 48 horas, antes da abertura para circulação de veículos.

Testes realizados em laboratórios certificados ao pavimento PAVIdren:

- ✂ Teste de Permeabilidade
- ✂ Teste de Resistência mecânica (compressão/flexão)
- ✂ Teste de toxidade

Espessuras recomendadas:

- ✂ 2,5cm para circulação pedonal e ciclovias
- ✂ 4cm para circulação automóvel

28. CONTROLO DE QUALIDADE

Para além das prescrições constantes deste Capítulo, o controlo de qualidade deverá ser realizado de acordo com o tipo e frequência dos ensaios definidos no CONTROLO DE QUALIDADE, pela IP, S.A.

✂ *Engimind - Consultores de Engenharia e Planeamento, Lda.*