

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Pavimentação com Concreto Betuminoso Pré-misturado a Frio	2.03.12

01. DEFINIÇÃO

Consiste na aplicação na pista de concreto betuminoso pré-misturado a frio. O pré-misturado a

Pré-misturado a frio - mistura executada à temperatura ambiente em usina apropriada, composta de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e emulsão asfáltica, espalhada e comprimida a frio.

02. MÉTODO EXECUTIVO

Precauções iniciais

Antes de iniciar a execução da camada de pré-misturado, a superfície subjacente deverá estar limpa e pintada ou imprimada.

No caso de terem sido decorridos mais de sete dias da execução da imprimação, de ter havido tráfego sobre a superfície imprimada, ou, ainda de ter sido a imprimação recoberta com areia, pó-de-pedra etc., deverá ser feita uma pintura de ligação.

Transporte do Pré-Misturado

O pré-misturado produzido deverá ser transportado, da usina ao ponto de aplicação, em veículos basculantes apropriados.

Para que a mistura não sofra a ação das intempéries, cada carregamento deverá ser coberto com lona, com tamanho suficiente, devidamente amarrada para proteção

Quando necessário, os caminhões deverão permanecer em local apropriado para permitir a drenagem da água proveniente da ruptura da emulsão.

Distribuição e Compressão da Mistura

Os pré-misturados deverão ser distribuídos somente quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10 °C e com tempo não chuvoso.

A distribuição do pré-misturado deve ser feita por equipamentos apropriados.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas deverão ser sanadas pela adição manual de pré-misturado, sendo o espalhamento

frio pode ser empregado como revestimento, base, regularização ou reforço de pavimento.

Terminologia

Efetuada por meio de ancinhos e rodos metálicos, seguida da adequada compressão.

A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deverá começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. Cada passada do rolo deverá ser recoberta, na seguinte, de pelo menos a metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até atingir a compressão especificada.

A Contratada poderá optar ainda pela técnica de compressão que melhor lhe aprouver, desde que tenha havido uma experimentação inicial aprovada pela Fiscalização, fora do canteiro de serviço.

Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marchas, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas deverão ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar aderência da mistura.

Abertura ao Tráfego

A camada recém acabada poderá ser aberta ao tráfego imediatamente após o término do serviço de compressão, desde que não se note deformação ou desagregação.

Equipamentos

Caminhões para Transporte da Mistura

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do pré-misturado, deverão ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico ou solução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura às chapas. Não será permitida a utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante betuminoso, tais como óleo diesel, gasolina, etc.

A tampa traseira da caçamba deverá ser perfeitamente vedada, de modo a evitar derramamento de emulsão sobre a pista. Para isto, poderá ser necessária a fixação de dispositivo para

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Pavimentação com Concreto Betuminoso Pré-misturado a Frio	2.03.12

retenção, no interior da caçamba, e posterior remoção, da água oriunda de molhagem do agregado e da ruptura da emulsão asfáltica.

Equipamentos para Espalhamento do Pré-Misturado

O equipamento para espalhamento e acabamento deverá ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamentos requeridos. As acabadoras deverão ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar as misturas exatamente nas faixas especificadas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para frente e para trás. Preferencialmente, deverão possuir dispositivos eletrônicos para controle de espessura.

Quando não se dispuser de acabadora, deverá ser utilizado um distribuidor automotriz do tipo utilizado para espalhamento de agregados.

Quando não houver possibilidade de utilização dos equipamentos, ou quando o pré-misturado for estocado em montes ao longo da área a ser pavimentada, recomenda-se a utilização de motoniveladoras. Este tipo de equipamento poderá, também, ser utilizado nos casos onde o pré-misturado for empregado como camada de nivelamento e/ou regularização.

Equipamentos de Compressão

O equipamento de compressão será constituído de rolo liso vibratório ou rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem. O rolo vibratório deverá possuir amplitude e frequência de vibração compatíveis com o serviço a ser executado. Os rolos compressores, tipo tandem, deverão ter uma carga de 8 t a 12 t. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, deverão ser dotados de pneus que

permitam a calibragem de 2,5 kgf/cm² a 8,4kgf/cm² (35 a 120 psi).

03. CRITÉRIOS DE CONTROLE

Controle do Espalhamento e Compressão na Pista

Grau de Compressão

O controle do grau de compressão - GC da mistura betuminosa deverá ser feito, preferencialmente, medindo-se a massa específica aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e comprimida na pista, por meio de brocas rotativas.

Poderão ser empregados outros métodos para determinação da massa específica aparente na pista, desde que indicados no projeto.

Devem ser realizadas determinações em locais escolhidos aleatoriamente durante a jornada de trabalho, não sendo permitidos GC's inferiores a 95%.

O controle do grau de compressão poderá, também, ser feito medindo-se a massa específica aparente dos corpos-de-prova extraídos da pista e comparando-se com a massa específica aparente de corpos-de-prova moldados no local. As amostras para a moldagem destes corpos-de-prova deverão ser colhidas bem próximo ao local onde serão realizados os furos e antes da sua compactação.

Controle Estatístico do Grau de Compressão

O número de determinações do grau de compressão GC será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela Contratada, conforme a seguinte tabela:

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL														
n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = nº de amostras					k = Coeficiente multiplicador					= risco da Contratada				

Tabela 01.

<i>Infra-estrutura</i>	2
<i>Pavimentação Rodoviária</i>	2.03
<i>Pavimentação com Concreto Betuminoso Pré-misturado a Frio</i>	2.03.12

número mínimo de determinações por jornada de 8 horas de trabalho será de 5 (cinco).

Quanto ao controle estatístico do espalhamento e compressão do pré-misturado a frio na pista, deve-se analisar estatisticamente os resultados abaixo e verificar a condição seguinte (DNER-PRO 277/97):

Para o Grau de Compressão - GC - em que é especificado um valor mínimo a ser atingido, deve-se verificar a condição seguinte:

Se $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo admitido} \Rightarrow$ rejeita-se o serviço;

Se $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo admitido} \Rightarrow$ aceita-se o serviço.

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Onde:

$\bar{X} i$ - valores individuais.

$\bar{X}$ - média da amostra.

s - desvio padrão da amostra.

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - número de determinações.

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

Controle Geométrico

Espessura da Camada

Será medida a espessura por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura. Será admitida a variação de $\pm 5\%$ em relação as espessuras de projeto.

Alinhamentos

A verificação do eixo e bordos é feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. Poderá também ser a trena. Os desvios verificados não deverão exceder ± 5 cm.

Acabamento da Superfície

Durante a execução deverá ser feito o controle de acabamento da superfície da camada, em cada estaca da locação, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00 m e outra de 1,20 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deverá exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas.

O acabamento da superfície deverá ser verificado por "aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta" devidamente calibrados (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182). Neste caso, o Quociente de Irregularidade (QI) deverá apresentar valor inferior a 35 contagens/km.

Condições de Segurança para Estradas Pavimentadas

O revestimento acabado deverá apresentar VRD, Valor de Resistência a Derrapagem, superior a 55, medido com auxílio do Pêndulo Britânico SRT (Método HD 15/87 e HD 36/87 **Bristish Standard**), ou outros similares.

O projeto da mistura deverá ser verificado experimentalmente através de trecho experimental com extensão da ordem de 100m.

Poderá, também, ser empregado outro processo para avaliação da resistência à derrapagem, quando indicado no projeto. Os ensaios de controle da execução serão realizados para cada 200 m de pista, em locais escolhidos de maneira aleatória.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Não será permitida a execução dos serviços objeto desta Especificação em dias de chuva.

Manejo Ambiental

<i>Infra-estrutura</i>	<i>2</i>
<i>Pavimentação Rodoviária</i>	<i>2.03</i>
<i>Pavimentação com Concreto Betuminoso Pré-misturado a Frio</i>	<i>2.03.12</i>

Para execução da camada betuminosa do pré-misturado a frio serão necessários trabalhos envolvendo a utilização de emulsão asfáltica e agregados, além da instalação de usina misturadora.

Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e armazenamento de agregados, o estoque de ligante betuminoso e a operação da usina.

Tais cuidados estão descritos na Especificação "Concreto Betuminoso – Usinagem".

04. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A aplicação do pré-misturado a frio será medida por tonelada de mistura efetivamente aplicada na pista e comprimida, de acordo com a seção transversal do projeto e verificando-se a densidade compactada da camada.

Estão consideradas nestes preços todas as operações necessárias à aplicação do pré-misturado, tais como varredura e limpeza da pista, as perdas, a distribuição na pista, a compressão, as correções de eventuais falhas e a confecção e remoção de cunhas de concordância.

A fabricação do pré-misturado a frio, incluindo todos os seus insumos, será remunerada separadamente, conforme composição pertinente.

Não será medido material fabricado mas não aplicado.

O transporte da massa asfáltica da usina à pista será objeto de medição em separado, conforme composição específica.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual incluindo toda a mão-de-obra, equipamentos e encargos necessários à operação das usinas e fabricação dos materiais.

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Pavimentação com Concreto Betuminoso Pré-misturado a Frio	2.03.12

05. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
DNER	ES317/97	Pré misturado a frio
DNER	ME 002/94	Emulsão asfáltica - carga da partícula
DNER	ME 004/94	Materiais betuminosos - determinação da viscosidade " Saybolt - Furol " a alta temperatura
DNER	ME 005/94	Emulsão asfáltica - determinação da peneiração
DNER	ME 006/94	Emulsão asfáltica - determinação da sedimentação
DNER	ME 053/94	Misturas betuminosas - porcentagem de betume
DNER	ME 035/94	Agregado - determinação da abrasão " Los Angeles "
DNER	ME 043/64	Ensaio Marshall para misturas betuiminosas
DNER	ME 054/94	Equivalente de areia
DNER	ME 059/94	Emulsão asfáltica - determinação da resistência a água (adesividade)
DNER	ME 063/94	Emulsões asfálticas catiônicas - determinação da desemulsibilidade
DNER	ME 083/94	Agregados - análise granulométrica
DNER	ME 086/94	Agregado determinação de índice de forma
DNER	ME 089/94	Agregados avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
DNER	ME 107/94	Mistura betuminosa a frio, com emulsão asfáltica - ensaio Marshall
DNER	EM 369/97	Emulsões asfálticas catiônicas
DNER	ES 279/97	Caminhos de serviço
DNER	PRO 164/94	Calibração - controle de sistemas de irregularidade de superfície do pavimento (Sistema Integradores IPR/USP - Maysmeter)
DNER	PRO 182	Medição da irregularidade de superfície do pavimento com (Sistema Integradores IPR/USP - Maysmeter)
DNER	PRO 277/97	Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
IBP		Manual de Pré Misturados a Frio, 1992
British Standard	MET. HD 15/87 e HD 36/87	Determinação da VDR - resistência a derrapagem pelo pêndulo britânico
British Standard	MET. LCPC RG 2 1771	Determinação da rugosidade superficial pela altura da areia
ABNT	NBR6568	Emulsões asfálticas - resíduos por evaporação e destilação
ABNT	MB 721	Emulsão asfáltica - determinação da resistência a água (adesividade)