



**ESTADO DO PARANÁ
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**

**ESPECIFICAÇÕES
DE
SERVIÇOS RODOVIÁRIOS**

TOMO I

2005



**ESTADO DO PARANÁ
SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM**

ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS RODOVIÁRIOS

TOMO I

- INFORMAÇÕES E RECOMENDAÇÕES DE
ORDEM GERAL**
- PAVIMENTAÇÃO**

Elaboração: ENGEFOTO S.A.
Contrato nº 209/2004
Autor: DER/PR
Diretoria Geral
Assessoria de Planejamento

2005

Roberto Requião
Governador do Estado do Paraná

Waldyr Pugliesi
Secretaria de Estado dos Transportes

Departamento de Estradas de Rodagem – DER/PR

Rogério Wallbach Tizzot
Diretor Geral

Amauri Medeiros Cavalcanti
Diretor Técnico

José Pedro Weinand
Diretor de Operações

Ademir Ogliari
Diretor Administrativo Financeiro

Coordenação dos trabalhos:

**Diretoria Geral
Assessoria de Planejamento**

**Coordenador Geral
Oscar Alberto da Silva Gayer**

Coordenadores Técnicos

**Luiz Cesar Szabo
José Carlos de Carvalho**

Colaboradores de Apoio Técnico

**Angelo Camatti Junior
Carlos Rolando Razzini
Eduardo Augusto Moreira Junior
Elson Miranda Luiz
Gilberto Albuquerque Borborema
Gilberto Pereira Loyola
José Antônio Araújo Fernandes
Leno Fanchin
Luiz José Bendotti
Marcus Vinicius Talamini
Maria Bernadete Sulzek
Mario Antonio Faraco
Newton Merlin de Camargo
Oswaldo Martins Pereira Sobrinho
Setembrino Furlanetto Dalmolin
Wilson Luiz Bazzo**

Equipe Técnica da Consultora

Coordenador Geral
Djalma Rocha Al-Chueyr Martins Pereira

Consultores

Jacqueline R. Dantas de Melo e Bertin
Jackson Luiz Ramalho Seleme
José Luiz Fuzaro
Ricardo Egg Monteiro
Roberto Costa
Waldir Moura Ayres

Colaboradores de Apoio Técnico

Adriana Rose
Andréa Casimiro Costa
Carolina Burda Costa
Daniel Al-Chueyr Martins Pereira
Diogo Al-Chueyr Martins Pereira
Jonny Luis Chiumento
Mônica Sayoco Nishibe

Edição Gráfica

Felipe Saraiva
Lizete do Rocio Bertaçoni

Apresentação

A tecnologia de pavimentação no Estado do Paraná teve um desenvolvimento significativo a partir dos anos 70, possibilitando ao corpo técnico do Departamento de Estradas de Rodagem acumular experiência técnica, reconhecida a nível nacional e internacional, resultando em 1991 na edição das Especificações de Serviços Rodoviários do DER/PR.

A partir da década de 90, ocorreram novos aperfeiçoamentos e avanços tecnológicos decorrentes da maior participação das instituições brasileiras de ensino superior e das empresas de engenharia na pesquisa, no aprimoramento dos métodos construtivos, na maior produção e produtividade dos equipamentos, na seleção de novos materiais e, em especial, na utilização dos asfaltos modificados, na evolução da concepção de projetos estruturais de pavimentos e das responsabilidades e prerrogativas do contratante e do contratado.

Estes avanços tecnológicos mais recentes resultaram na necessidade de se promover ajustes e aperfeiçoamento técnico nas especificações de serviços rodoviários, inclusive editando-se novas especificações.

O presente volume de Especificações de Serviços Rodoviários do DER/PR é constituído por um total de 83 (oitenta e três) especificações de serviços, sendo 8 (oito) para serviços de terraplenagem, 14 (quatorze) para drenagem e obras de arte correntes, 9 (nove) para obras de arte especiais, 35 (trinta e cinco) para pavimentação e 17 (dezesete) para sinalização e obras complementares. A versão em meio digital das especificações de serviços está disponível para download na página do DER/PR (<http://www.pr.gov.br/derpr/>).

Estas especificações, objeto da presente revisão e atualização, introduzem novas técnicas e novos métodos de controle, além de apresentarem procedimentos relativos à preservação e ao manejo do meio ambiente.

Ressalta-se, ainda, que as presentes normas têm por objetivo definir a diretriz geral a ser considerada nos serviços de engenharia rodoviária. Evidentemente os estudos e projetos devem definir, para melhor adequar a qualidade dos serviços com a magnitude do investimento disponível, especificações complementares, quando necessárias, particularizando-se características e limites.

Esperamos desta forma, ter contribuído de modo significativo para o avanço tecnológico da engenharia rodoviária e para que os técnicos deste Departamento possam contar com um instrumento de apoio e suporte técnico eficaz e eficiente na gestão de projetos, construção e conservação rodoviária.

Curitiba, dezembro/2005.

Rogério Wallbach Tizzot
Diretor Geral do DER/PR



Departamento de
Estradas de Rodagem do
Estado do Paraná -
DER/PR

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
www.der.pr.gov.br

DER/PR – IG 01/18

INFORMAÇÕES E RECOMENDAÇÕES DE ORDEM GERAL

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 27/03/2018
Deliberação nº 060/2018
Autor: DER/PR (DT/CPD)
Este documento substitui DER/PR – IG 01/17

19 páginas

RESUMO

Este documento é dedicado à apresentação de um elenco amplo e diversificado de informações e recomendações que são extensivas às Especificações de Serviços Rodoviários do DER/PR. A aplicação de qualquer especificação de serviço do DER/PR está subordinada aos preceitos gerais aqui contidos.

SUMÁRIO

1	Das Definições	17	Relatório Mensal de Acompanhamento de Responsabilidade do DER/PR
2	Documentos Técnicos Associados	18	Participação dos Intervenientes em Serviços e Obras de Engenharia e Arquitetura
3	Necessidade de Especificações Complementares ou Particulares	19	Recebimento de Obras e/ou Serviços de Engenharia e Arquitetura
4	Equipamentos	20	Proteção e Conservação dos Serviços Executados
5	Cuidados com o Transporte de Materiais	21	Aditivo de Novos Preços Unitários de Serviços
6	Horário de Trabalho	22	Abrangência dos Preços Contratuais
7	Sinalização Provisória da Obra	23	Fornecimento de Materiais pelo DER/PR
8	Propriedade do Material Removido	24	Substituição por Peças Pré-Moldadas
9	Serviços Topográficos de Responsabilidade do DER/PR	25	Modulação de Ensaios
10	Serviços Topográficos de Responsabilidade da Executante	26	Caminhos de Serviço
11	Controle de Qualidade	27	Serviços Passíveis de Rejeição
12	Avanço Físico das Frentes de Serviço	28	Interferência com Serviços Públicos
13	Projeto de Dosagem	29	Garantia da Qualidade
14	Trecho Experimental	30	Garantia de Durabilidade
15	Livro de Registro de Ocorrências		
16	Relatório Mensal de Responsabilidade da Executante		

1 DAS DEFINIÇÕES

• DIRETORIA TÉCNICA

Competência

I- a coordenação da execução e fiscalização e monitoramento dos serviços de projetos, construção e restauração das obras rodoviárias, bem como sua aprovação e, ainda, as atividades voltadas à pesquisa e desenvolvimento de técnicas rodoviárias, considerando a variável ambiental; II - a orientação quanto ao processo de regularização do projeto e/ou obra de acordo com a legislação vigente, obtendo o respectivo licenciamento ambiental; III - a delegação e orientação às Superintendências Regionais, na execução de obras, restaurações, projetos rodoviários e atividades voltadas à pesquisa de desenvolvimento de técnicas rodoviárias; IV - a aprovação e a adequação dos cronogramas de execução dos serviços e obras rodoviárias; V- a emissão de ordens de serviço para execução de estudos, projetos, obras e serviços, quando necessárias; VI - a instauração e a homologação dos processos de licitação, realizados na sua área, observada a sua esfera de competência; VII - a autorização de despesas oriundas de contratações, observada sua esfera de competência; VIII - a aprovação de faturas correspondentes às medições de estudos e projetos, obras e serviços, convênios, observada sua esfera de competência; IX - a instauração de sindicâncias administrativas, observada sua esfera de competência; X- a manutenção atualizada dos sistemas gerenciais e cronogramas de obras e serviços em andamento e despesas a realizar a cada exercício; XI - o apoio técnico aos municípios, quando solicitado, na elaboração de seus planos e programas de obras rodoviárias; XII - o desempenho de outras atividades correlatas. Art. 29 – O Diretor Técnico conta com Assistentes para o desempenho das funções administrativas, cabendo-lhes: I- a assistência e apoio administrativo à direção; II - o atendimento, a orientação e o encaminhamento ao público em geral; III - o gerenciamento dos bens patrimoniais à disposição da diretoria; IV - a orientação, a coordenação e o controle dos trabalhos de secretaria decorrentes do recebimento, distribuição, informações e expedição da correspondência oficial do diretor; V- a atualização dos sistemas gerenciais; VI - o desempenho de outras atividades correlatas.

• DIRETORIA DE OPERAÇÕES

Competência

I- a programação, a coordenação, o acompanhamento e a avaliação dos resultados na execução dos serviços de conservação, restauração, melhoramentos e operação de rodovias estaduais e federais delegadas; II - a administração, o planejamento estratégico e a coordenação do sistema de concessões e pedagiamento; III - a segurança, a fiscalização do trânsito, a sinalização, o paisagismo e a arborização nas rodovias estaduais e nas federais delegadas, observando o cumprimento da legislação ambiental; IV - a coordenação e a orientação das Superintendências Regionais, nas atividades de operação, manutenção e conservação de rodovias; V- a coordenação e o desenvolvimento de estudos sobre o estado de conservação da rede rodoviária, para elaboração do programa anual de conservação de rodovias, considerando o passivo ambiental, recuperando as áreas degradadas e respectivo

monitoramento; VI - a fiscalização e a administração do uso da faixa de domínio das rodovias, sob sua jurisdição, em conjunto com a Procuradoria Jurídica, sempre que necessário; VII - a instauração e a homologação dos processos de licitação, na sua área, observada sua esfera de competência; VIII - a aprovação das faturas correspondentes às medições de obras e serviços, observada sua esfera de competência; IX - a aprovação e a adequação dos cronogramas de execução dos serviços e obras; X- a autorização da concessão de acessos às rodovias estaduais e federais delegadas, considerando a legislação ambiental vigente; XI - a autorização para ocupação e travessia de faixas de domínio; X II - a autorização para instalação de postos de serviços, abastecimento e comerciais e similares, em estabelecimentos terrenos marginais às Rodovias Estaduais; XIII - a coordenação de convênios relativos às atividades de policiamento rodoviário; XIV - o controle e a autorização de despesas oriundas de compras, serviços e obras, observada sua esfera de competência; XV - a instauração de sindicâncias administrativas, observada sua esfera de competência; XVI - a emissão de ordens de serviços para execução de obras e serviços, quando necessários; XVII - o gerenciamento do sistema de serviços de transporte comercial intermunicipal de passageiros; XVIII - a manutenção atualizada dos sistemas gerenciais e cronogramas de obras e serviços em andamento e despesas a realizar a cada exercício; XIX - o desempenho de outras atividades correlatas. Art. 35 – O Diretor de Operações conta com Assistentes para o desempenho das funções administrativas, cabendo-lhes: I- a assistência e apoio administrativo à direção; II - o atendimento, a orientação e o encaminhamento ao público em geral; III - o gerenciamento dos bens patrimoniais à disposição da diretoria; IV - a orientação, a coordenação e o controle dos trabalhos de secretaria decorrentes do recebimento, distribuição, despacho e expedição da correspondência oficial do diretor; V- a atualização dos sistemas gerenciais; VI - o desempenho de outras atividades correlatas.

1.1 **Superintendente Regional:** engenheiro designado, legalmente habilitado para coordenar a execução dos serviços de conservação, manutenção, pesquisas e projetos, restauração, construção de obras rodoviárias e operação das rodovias no âmbito de sua jurisdição.

1.2 **Coordenadoria de Programação e Acompanhamento de Obras e Serviços – CPAO:** unidade administrativa da Diretoria Técnica responsável pelo monitoramento do gerenciamento e da fiscalização dos contratos.

1.3 **Coordenadoria de Pesquisa e Desenvolvimento – CPD:** unidade administrativa da Diretoria Técnica, responsável pela colaboração com as outras diretorias no aperfeiçoamento de padrões e técnicas a serem observadas nas atividades relativas a projetos, construção e conservação de rodovias, através da coleta e análise de dados e informações, de natureza científica;

1.4 **Coordenadoria de Programação e Acompanhamento de Manutenção de Rodovias – CPAM:** unidade administrativa da Diretoria de Operações responsável pelo monitoramento do gerenciamento e da fiscalização dos contratos.

1.5 **Coordenadoria de Gerenciamento da Malha Rodoviária – CGM:** unidade administrativa da Diretoria de Operações responsável pelo gerenciamento da malha rodoviária.

1.6 **Gerente de Obras e Serviços:** engenheiro funcionário do DER/PR legalmente habilitado para verificar o cumprimento das disposições contratuais.

1.7 **Fiscalização:** equipe composta pelo Gerente de Obras e Serviços e por pessoal de nível técnico, com função de fiscalizar a boa execução da obra, sendo responsável pela quantificação dos serviços e avaliação por amostragem do controle tecnológico, em conformidade com as normas, especificações e recomendações definidas no projeto básico e/ou executivo de engenharia e nas demais condições técnicas estabelecidas no Edital e no contrato.

1.8 **Gerente Técnico:** engenheiro e funcionário do DER/PR, legalmente habilitado tecnicamente para análise e aceitação dos controles tecnológicos (qualidade), projetos de dosagens das misturas: de solos e aglomerantes hidráulicos, de agregados e asfálticas.

1.9 **Gerente de Operações Rodoviárias:** engenheiro funcionário do DER/PR, legalmente habilitado para assistir ao Superintendente Regional na coordenação das atividades da Superintendência, em especial aquelas pertinentes à conservação e operação rodoviária.

1.10 **CREMEP-SAM:** Conservação e Recuperação Descontínua com Melhoria do Estado do Pavimento com base no Sistema de Administração da Manutenção – SAM, composto de dois grupos de serviços – “grupo de serviços de segurança ao usuário e de proteção do pavimento”, e “grupo de serviços de melhoria do nível do conforto e de acréscimo de durabilidade do pavimento”, priorizados de acordo com as condições do pavimento e volume médio diário anual de tráfego.

1.11 **Grupo de serviços de segurança ao usuário e de proteção do pavimento:** consistem em corrigir todos os defeitos do pavimento existente, com execução de tapa-buracos, remendos superficiais e profundos, fresagens, reperfilagens com CAUQ, tratamentos superficiais com emulsão asfáltica polimerizada, CAUQ para conservação, drenagem de pavimento, selagem de trincas e sinalização provisória, em segmentos localizados e em trechos descontínuos, definidos em função das condições do pavimento e volume médio diário anual de tráfego, conforme projeto básico.

1.12 **Grupo de serviços para melhoria do nível do conforto e acréscimo de durabilidade do pavimento:** consistem em serviços para melhoria do estado do pavimento que garantam ao final do período de projeto, de 24 a 48 meses, uma condição do estado do pavimento de bom a muito bom, e regular, eliminando totalmente ou quase a totalidade de trechos em condição de pavimento ruim ou péssimo. Estes serviços são compostos de: fresagem contínua a frio, micro revesti mento asfáltico usinado a frio com emulsão asfáltica polimerizada, CAUQ com CAP 50/70 e com asfalto polímero, tratamentos superficiais com emulsão com polímero, de forma descontínua, ao longo do trecho rodoviário, definidos em função das condições do pavimento e volume médio diário anual de tráfego, conforme projeto, além da sinalização definitiva horizontal.

1.13 **Condição do pavimento por trecho rodoviário:** reflete o estado do pavimento existente, avaliado periodicamente pela equipe técnica da DOP/CGM.

1.14 **Controle de qualidade:** controle interno de responsabilidade da contratada, que consiste na elaboração dos projetos de dosagem das misturas de agregados para composição de brita graduada, solo cimento, misturas asfálticas usinadas a quente e a frio, tratamentos superficiais, microrevestimento asfáltico usinado a frio, e verificação dos materiais aplicados e serviços executados, para satisfazer as especificações ou normas técnicas correspondentes.

1.15 **Especificações de Serviços do DER/PR:** conjunto de especificações de serviços, aprovadas pelo Conselho Diretor do DER/PR, que definem os processos, materiais, procedimentos construtivos, controle de qualidade e critérios para medição e pagamento de serviços.

1.16 **Especificações Particulares de Serviços:** referem-se à particularidade de um serviço, devendo sempre ser observado que as demais condições obedecem à pertinente Especificação de Serviço Rodoviário do DER/PR.

1.17 **Comunicado da contratada:** comunicação mensal através de documento encaminhado até o 5º (quinto) dia útil do mês subsequente, para o Gerente Designado, comunicando o cumprimento da parcela dos serviços previstos no cronograma de execução do Plano de Trabalho, anexando relatório de controle de qualidade.

1.18 **Medição mensal:** documento elaborado pelo Gerente Designado, que contém as quantidades de serviços executados e aceitos, os preços unitários pertinentes constantes na proposta de preços da contratada, para fins de cumprimento das disposições contratuais.

1.19 **Medição final:** documento elaborado pelo Gerente Designado, destinado a ratificar ou a retificar as medições mensais, que contém as quantidades totais de serviços executados e aceitos no período contratual, os preços unitários pertinentes constantes na proposta de preços da contratada, para fins de cumprimento das disposições contratuais.

1.20 **Recebimento provisório do objeto contratado:** refere-se ao ato de aprovação e aceitação condicional de todos os serviços executados no período contratual, formalizado por Termo de Recebimento Provisório do objeto contratado, emitido pelo Gerente Designado em até 15 (quinze) dias do comunicado da contratada do término dos serviços.

1.21 **Recebimento definitivo do objeto contratado:** refere-se ao ato de aprovação e aceitação de todos os serviços executados no período contratual, formalizado por Termo de Recebimento Definitivo do objeto, emitido por comissão técnica de recebimento definitivo designada pela diretoria competente em até no máximo, 90 (noventa) dias do ato de recebimento provisório.

1.22 **Concreto Asfáltico Usinado a Quente – “CAUQ” e Concreto Betuminoso Usinado a Quente – “CBUQ”:** expressões equivalentes que se referem ao mesmo tipo de serviço.

1.23 **Laboratório da Gerência Técnica :** equipe composta pelo Gerente Técnico, e pessoal de nível técnico composto de laboratoristas e auxiliares, com instalações

e equipamentos de laboratório com função assessorar a fiscalização, sendo na avaliação por amostragem do controle tecnológico, em conformidade com as normas, especificações e recomendações definidas no projeto básico e/ou executivo de engenharia e nas demais condições técnicas estabelecidas no Edital e no contrato.

1.24 Projeto Básico de Engenharia: conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado para caracterizar o objeto contratual, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução.

1.25 Projeto Executivo de Engenharia: projeto detalhado com nível de precisão necessário para a perfeita definição da obra, do ponto de vista estrutural, construtivo, ambiental e econômico, a partir do Projeto Básico definido no item 1.23

1.26 Produto de madeira de origem nativa: madeira nativa em toras, toretes, postes, escoramentos, palanques roliços, dormentes, mourões, achas, lascas e lenha.

1.27 Subproduto de madeira de origem nativa: madeira nativa serrada sob qualquer forma, laminada, aglomerada, prensada, compensada, chapas de fibra desfolhada, faqueada e contraplaca.

1.28 Procedência legal: produtos e subprodutos de madeira de origem nativa, decorrentes de desmatamento autorizado ou de manejo florestal aprovados por órgão ambiental competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, com autorização de transporte expedida pelo Instituto Brasileiro Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.

1.29 Serviços auxiliares de drenagem, proteção ambiental ou de melhorias ambientais: consiste na execução de serviços de reparação, reconstrução ou implantação de dispositivos de drenagem, com a função de assegurar adequado escoamento das águas superficiais e/ou subsuperficiais, de forma a preservar as características de desempenho do pavimento existente, bem como corrigir ou evitar impactos ambientais negativos, obedecendo às especificações de serviços do DER/PR.

1.30 Ordem de Serviço: é o instrumento emitido pelo contratante autorizando a contratada a executar os serviços, indicando objeto, prazo, valor e outras considerações necessárias à perfeita caracterização do objeto contratual.

1.31 Nota de Serviço: documento emitido pelo Gerente de Obras e Serviços, que consiste em instruções escritas, definindo e detalhando a execução do objeto contratual ou parcela deste.

1.32 Plano de trabalho: documento emitido pela contratada, compatível com o cronograma de desembolso contido no Edital, que informa o local, rodovia ou segmento da rodovia onde as atividades devem ser desenvolvidas, por mês considerado, além de conter o memorial descritivo das atividades e os serviços a

serem realizados, o cronograma de execução e os principais profissionais e equipamentos envolvidos na realização dos serviços.

1.33 **Livro de Registro de Ocorrências:** tem por objetivo o registro por qualquer das partes, contratante ou contratada, dos fatos, observações e anotações pertinentes que, de forma direta ou indireta, tenham a ver com a execução dos serviços.

1.34 **Controle tecnológico:** controle interno de responsabilidade da contratada, que consiste na verificação dos materiais aplicados e serviços executados, para satisfazer as especificações ou normas técnicas correspondentes.

1.35 **Relatório parcial de acompanhamento de serviços de responsabilidade da contratada:** consiste na elaboração de relatório, a ser encaminhado juntamente com a medição mensal, detalhando as atividades relativas à produção e qualidade dos serviços, com base nos requisitos especificados pelo contratante.

1.36 **Relatório parcial de acompanhamento de serviços de responsabilidade da fiscalização:** consiste na elaboração de relatório, a ser encaminhado juntamente com a medição mensal, detalhando a quantificação dos serviços executados no período, bem como análise quanto às atividades relativas à produção e qualidade dos serviços, com base nos ensaios e determinações realizadas pela contratada no período.

1.37 **Relatório final de acompanhamento de serviços de responsabilidade da contratada:** consiste na elaboração de relatório, a ser encaminhado juntamente com a medição final, detalhando as atividades relativas à produção e qualidade dos serviços, com base nos requisitos especificados pelo contratante.

1.38 **Relatório final de acompanhamento de serviços de responsabilidade da fiscalização:** consiste na elaboração de relatório, a ser encaminhado juntamente com a medição final, detalhando a quantificação dos serviços executados no período contratual, bem como análise quanto às atividades relativas à produção e qualidade dos serviços, com base nos ensaios e determinações realizadas pela contratada durante todo o período contratual.

1.39 **Atesto dos serviços:** ato de certificar, por escrito, que no período de referência da medição, os serviços foram executados em conformidade com as normas, especificações e recomendações definidas no projeto básico e nas demais condições técnicas estabelecidas no Edital e no contrato, e que estão corretamente quantificados.

1.40 **Recuperação de Obras de Arte Especiais:** consiste na execução de serviços na infra, média ou superestrutura de obras de arte especiais, visando recompor e/ou aumentar a capacidade estrutural original das mesmas, obedecendo às especificações de serviços DER/PR: ES-OAE 01; ES-OAE 02; ES-OAE 03; ES-OAE 04; ES-OAE 05; ES-OAE 06; ES-OAE 07; ES-OAE 08 e ES-OAE 09.

1.41 **Serviços de sinalização:** consiste na implementação total de sinalização horizontal e execução parcial de renovação da sinalização vertical, obedecendo respectivamente às especificações de serviços DER/PR: ES-OC 01 e ES-OC 02.

1.42 **Tapa-buraco com CAUQ (manual):** consiste em reparar buraco ou defeito superficial no revestimento, com aplicação de mistura asfáltica usinada a quente, de modo a evitar maior dano ao pavimento, e obtendo uma superfície de rolamento segura e confortável, através de processo manual de execução.

1.43 **Tapa-buraco com CAUQ (mecânico):** consiste em reparar buraco ou defeito superficial no revestimento, cuja área seja superior a 20 m², com aplicação de mistura asfáltica usinada a quente, de modo a evitar maior dano ao pavimento, obtendo uma superfície de rolamento segura e confortável, com utilização de equipamentos que permitem produtividade maior em relação ao processo manual.

1.44 **Selagem de trinca com areia:** consiste no enchimento de trincas e fissuras no revestimento betuminoso, com material asfáltico, para impedir a penetração de água nas camadas inferiores do pavimento, cobrindo a área preenchida com areia, espalhada manualmente.

1.45 **Selagem de trinca com pó de pedra:** consiste no enchimento de trincas e fissuras no revestimento betuminoso, com material asfáltico, para impedir a penetração de água nas camadas inferiores do pavimento, cobrindo a área preenchida com pó de pedra, espalhado manualmente.

1.46 **Drenagem de pavimento:** define e orienta os procedimentos a serem seguidos na execução de desconfinamento lateral, recomposição de sarjeta de concreto, drenos transversais e longitudinais para preservação e melhoria da estrutura de pavimento existente em obras rodoviárias sob a jurisdição do DER/PR.

1.47 **Seleção de fontes de abastecimento de materiais e distâncias de transporte:** Cabe exclusivamente à contratada, sem ônus para o DER/PR, a seleção de instalações industriais próprias para britagem e usinagens, ou a seleção de fornecedores comerciais quanto:

- à disponibilidade dos materiais e insumos, na época da realização dos serviços;
- aos preços dos materiais e insumos;
- ao fornecimento dos materiais e insumos nas quantidades e prazos exigidos pelos cronogramas de execução dos serviços;
- à implantação e/ou manutenção das vias de acesso.

Cabe exclusivamente à contratada, sem ônus para o DER/PR:

- a definição das distâncias médias de transporte dos materiais e insumos (DMT), consideradas nas composições dos seus preços unitários;
- arcar com os custos das variações das DMT que por quaisquer motivos venham a ocorrer após o processo licitatório.

1.47 Deverão ser seguidas, ainda, as Orientações Administrativas da Procuradoria Geral do Estado do Paraná, disponíveis no sítio eletrônico www.pge.gov.br, ícone “orientações administrativas”.

2 DOCUMENTOS TÉCNICOS ASSOCIADOS

Recomenda-se a consulta complementar aos seguintes documentos técnicos do DER/PR:

2.1 Álbum de Projetos Tipo

Contém os padrões de apresentação e dispositivos-tipo de drenagem, obras de arte correntes, obras complementares e pontilhões, normalizados pelo DER/PR. As especificações de serviços elaboradas para estes itens são compatíveis com os dispositivos inclusos no “Álbum”.

2.2 Manual de Execução de Serviços Rodoviários

Documento que visa apresentar informações básicas a respeito da execução de serviços rodoviários, de forma didática, constituindo-se em instrumento de consulta complementar ao engenheiro ou técnico de obras rodoviárias.

Com freqüência, assuntos abordados nas especificações de serviços requerem maior detalhamento, ou mesmo comentários sobre técnicas e práticas alternativas. Nestes casos, geralmente a própria especificação de serviço sugere ao leitor reportar-se ao Manual de Execução, onde tais assuntos são mais bem esclarecidos.

Em algumas situações, claramente explicitadas no próprio Manual de Execução, apresentam-se “recomendações especiais” as quais, dada a sua relevância, possuem o mesmo nível de importância da própria especificação de serviço, tendo a força da mesma.

2.3 Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias

Este documento contém informações e instruções aos técnicos envolvidos nas diversas fases de um empreendimento rodoviário sobre os aspectos ambientais a serem considerados, desde o planejamento até a operação da rodovia, respeitando a legislação ambiental vigente no Brasil.

Com freqüência, assuntos ambientais abordados nas especificações de serviços requerem maior detalhamento ou compreensão sobre técnicas e práticas que são mais bem esclarecidas no Manual de Instruções Ambientais.

2.4 Manual de Segurança para Trabalhos em Rodovias

Conjunto de documentos que visa apresentar os cuidados e obrigações mínimas indispensáveis para a segurança ocupacional e sinalização de obras em execução pelo DER/PR.

Além das instruções e recomendações contidas neste Manual, deve a executante cumprir e responder às determinações previstas na legislação vigente, inclusive as portarias publicadas pelo Ministério do Trabalho relativas às normas de segurança e medicina no trabalho.

2.5 Especificações de Materiais para Serviços Rodoviários

Este documento técnico consubstancia as especificações de materiais adotadas pelo DER/PR. Trata-se da reprodução de normas e especificações aplicadas por entidades oficiais, tais como a ABNT, DNIT, ANP, etc..

2.6 Tabelas de Preços Rodoviários

Documento editado periodicamente pelo DER/PR contendo os preços de uma ampla gama de serviços rodoviários, a maioria dos quais é coberta pelas especificações de serviços.

O conhecimento de sua composição é de grande valia na fiscalização de serviços do DER/PR.

2.7 Métodos de Ensaio da ABNT, DNIT e outras entidades

Não existindo normalização específica do DER/PR a respeito de métodos de ensaio, as especificações de serviços reportam-se aos métodos brasileiros tradicionais, normalizados pela ABNT, pelo DNIT e outras entidades. Em casos particulares, métodos não normalizados são abordados no Manual de Execução de Serviços Rodoviários.

3 NECESSIDADE DE ESPECIFICAÇÕES COMPLEMENTARES OU PARTICULARES

As especificações de serviços do DER/PR foram concebidas com a intenção de apresentar caráter mais geral possível. Não obstante, reconhece-se que a grande amplitude dos assuntos envolvidos poderá levar, em casos especiais, à necessidade de especificações complementares ou particulares. Estas, quando necessárias, deverão fazer parte do próprio projeto.

4 EQUIPAMENTOS

As especificações de serviços apresentam sugestões a respeito dos equipamentos julgados mais apropriados à execução dos serviços. Em qualquer caso, compete à própria executante da obra assegurar que o canteiro de serviço esteja adequadamente montado, contando com todos os equipamentos necessários à perfeita execução e controle tecnológico dos serviços contratados, atendendo aos aspectos técnicos e ao cronograma previsto para a obra.

Todo equipamento deve ser inspecionado e aprovado pelo DER/PR. Sem este procedimento não é dada a autorização para o início do serviço.

5 CUIDADOS COM O TRANSPORTE DE MATERIAIS

A executante deve cercar-se de todas as precauções necessárias para que os materiais transportados não causem danos aos usuários das vias afetadas pela obra ou às próprias vias.

Eventuais danos causados a terceiros são de inteira responsabilidade da executante, a quem cabe qualquer ônus daí decorrente.

Os cuidados ambientais, inclusive de proteção e segurança, devem ser rigorosamente atendidos pela executante conforme previsto nas especificações de serviços e no Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias.

No transporte de materiais necessários à execução da obra, devem ser observados os limites de cargas, estabelecidos na legislação em vigor.

Além dos períodos determinados ou autorizados pelo DER/PR, é recomendável que o tráfego de obra não transite em excesso sobre os segmentos com serviços de pavimentação parcial ou totalmente concluídos, principalmente quando o referido tráfego for significativo em relação ao projetado para operação da rodovia.

6 HORÁRIO DE TRABALHO

A executante não pode trabalhar após o pôr-do-sol ou antes da aurora, sem o consentimento do DER/PR, em qualquer serviço que requeira ensaio ou verificação imediata, aprovação de material ou medição.

7 SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA DA OBRA

É de total responsabilidade da executante a concepção, a implantação, a operação e o remanejamento da sinalização provisória da obra, obedecido o disposto no Manual de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR, de acordo com a evolução das frentes de serviço, de forma a conferir segurança ao tráfego e ao pessoal em serviço, bem como minimizar transtornos aos usuários.

8 PROPRIEDADE DO MATERIAL REMOVIDO

Todo material objeto de desmatamento, limpeza, demolição ou remoção (tubos, cercas, pavimentos, etc.) é propriedade do DER/PR.

9 SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS DE RESPONSABILIDADE DO DER/PR

Ao DER/PR, ou à consultora de apoio à fiscalização, cabe o controle e o acompanhamento dos serviços topográficos relacionados à locação do eixo do traçado, nivelamento, seccionamento transversal, emissão de notas de serviço e quantificação de todos os serviços especificados que requeiram controle geométrico.

10 SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS DE RESPONSABILIDADE DA EXECUTANTE

À executante compete a execução dos serviços topográficos relacionados à locação do eixo do traçado, nivelamento e seccionamento transversal, assim como implantação dos “off-sets” e a conservação de todas as referências indicadas nas Notas de Serviço.

11 CONTROLE DE QUALIDADE

É definido como sendo o conjunto de ensaios, testes, verificações, medições e/ou aferições efetuados pela executante, que comprove a execução da obra em conformidade com o plano de trabalho, projeto e especificações.

Na execução dos ensaios, devem ser seguidos os “Métodos de Ensaios” adotados pelo DER/PR e/ou DNIT.

As coletas e/ou ensaios na pista devem ser executadas a 0,60 m dos bordos, ou no eixo, obedecendo à seguinte ordem de posicionamento: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, bordo direito, etc.

Quando julgar conveniente, DER/PR ou a executante pode optar pelo incremento do número de ensaios previstos nas especificações, em função do porte e do avanço físico da obra.

A executante deve, obrigatoriamente, elaborar “Relatórios Mensais”, conforme descrito no item 16.

O DER/PR poderá a qualquer momento solicitar o acompanhamento de ensaios de confirmação de resultados considerados insatisfatórios.

O DER/PR deve, obrigatoriamente, elaborar “Relatórios de Acompanhamento Mensais”, conforme descrito no item 17.

12 AVANÇO FÍSICO DAS FRENTES DE SERVIÇO

Com o objetivo de proteger e dar adequada serventia aos serviços executados constituintes da obra rodoviária, em função dos recursos públicos investidos em determinado período, e em conformidade com a Lei de Responsabilidade Fiscal e legislação ambiental vigente, é da competência do DER/PR definir o espaçamento máximo das diversas frentes de serviço e da responsabilidade da executora cumprir, rigorosamente, conforme descrito nos subitens a seguir.

12.1 A frente máxima de avanço físico da obra com a execução simultânea de todos os serviços indicados em projeto é de 4.000 m.

12.2 Os serviços de desmatamento, destocamento, limpeza e obras de arte correntes não podem avançar mais que 1.000 m em relação à execução de terraplenagem propriamente dita (escavações e aterros).

12.3 Os serviços de escavações e aterros são limitados à frente máxima de 3.000 m de avanço físico.

12.4 Os serviços de drenagem profunda e/ou sub-superficial e regularização do subleito devem possuir afastamento máximo de 1.000 m em relação à frente de serviços de terraplenagem (escavações e aterros). Os serviços de reforço do

subleito, se houver, e de sub-base devem possuir afastamento máximo de 500m em relação à frente de serviço de regularização do subleito e drenagem profunda e/ou drenagem sub-superficial.

12.5 A camada de base do pavimento deve possuir afastamento máximo de 500m em relação à frente de serviço de reforço do subleito e/ou camada de sub-base.

12.6 A camada de revestimento do pavimento deve possuir afastamento máximo de 500m em relação à frente de serviço de base.

12.7 A sinalização definitiva da obra deve ser implantada ao término de cada frente máxima, ou seja, a cada 4 km.

12.8 A frente máxima de avanço físico da obra pode ser reduzida ou ampliada, por proposição da executora, com aprovação da fiscalização e devidamente autorizada pelo Diretor Geral do DER/PR, nos casos que o porte da obra, prazo de execução e cronograma físico-financeiro forem compatíveis.

13 PROJETO DE DOSAGEM

Previamente à execução de serviços que requerem dosagem de materiais, compete à executora apresentar projeto de dosagem para análise e aprovação do DER/PR. Sem este procedimento não é dada a autorização para início dos trabalhos pertinentes.

As dosagens devem ser realizadas sempre objetivando procedimentos adequados e atualizados e apresentadas, impressas e devidamente assinadas pelos responsáveis técnicos, e/ou, em meio digital com memória de cálculos, planilhas, gráficos, etc.

14 TRECHO EXPERIMENTAL

Para o bom desempenho das soluções técnicas aplicadas, em todos os serviços especificados pelo DER/PR, considerados serviços relevantes, é obrigatória a execução de trecho ou segmento experimental conforme descrito a seguir:

14.1 Os serviços especificados nos quais é obrigatória a execução do trecho ou segmento experimental são:

- DER/PR ES-P 01 - REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO
- DER/PR ES-P 03 - MACADAME SECO
- DER/PR ES-P 04 - MACADAME HIDRÁULICO
- DER/PR ES-P 05 - BRITA GRADUADA
- DER/PR ES-P 06 - BRITA CORRIDA
- DER/PR ES-P 07 - CAMADA ESTABILIZADAS GRANULOMETRICAMENTE
- DER/PR ES-P 08 - SOLO ARENOSO FINO LATERÍTICO

- DER/PR ES-P 09 - SOLO ARENOSO-BRITA
- DER/PR ES-P 10 - SOLO ARGILOSO-BRITA
- DER/PR ES-P 11 - SOLO-CIMENTO E SOLO TRATADO COM CIMENTO
- DER/PR ES-P 15 - CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE COM ASFALTO MODIFICADO POR POLÍMERO
- DER/PR ES-P 16 - BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO
- DER/PR ES-P 17 – PINTURAS ASFÁLTICAS
- DER/PR ES-P 20 - MACADAME ASFÁLTICO
- DER/PR ES-P 21 - CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE
- DER/PR ES-P 22 - PRÉ-MISTURADO ABERTO A QUENTE
- DER/PR ES-P 23 - PRÉ-MISTURADO ABERTO A FRIO
- DER/PR ES-P 24 - LAMA ASFÁLTICA
- DER/PR ES-P 28 - CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE COM ASFALTO BORRACHA
- DER/PR ES-P 30 - MICRO-REVESTIMENTO ASFÁLTICO A FRIO COM EMULSÃO MODIFICADA POR POLÍMERO
- DER/PR ES-P 32 - RECICLAGEM DE PAVIMENTO A FRIO “IN SITU” COM ESPUMA DE ASFALTO
- DER/PR ES-P 33 - RECICLAGEM DE PAVIMENTO “IN SITU” COM CORREÇÃO GRANULOMÉTRICA
- DER/PR ES-P 34 - EXECUÇÃO DE PAVIMENTO RÍGIDO COM EQUIPAMENTO DE FÔRMA-DESLIZANTE, FÔRMA-TRILHO OU DE PEQUENO PORTE
- DER/PR ES-P 35 - SUB-BASE DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND
- DER/PR ES-P 36 - PAVIMENTAÇÃO: TRATAMENTOS SUPRFICIAIS – LIGANTES CONVENCIONAIS E MODIFICADOS

14.2 O segmento experimental pode ser exigido pela Fiscalização ou indicado em projeto para outros serviços não previstos em 14.1, sempre que os materiais aplicáveis e equipamentos utilizáveis forem distintos, no todo ou em parte, daqueles previstos nestas Especificações, devendo ser definidas as características do segmento experimental;

14.3 O segmento experimental para os serviços descritos em 14.1 deve atender as condições seguintes:

14.3.1 As dimensões mínimas do segmento experimental são de 300,0m de extensão e largura de 1/2 pista (3,30m a 3,60m).

14.3.2 O segmento experimental deve ser executado em total conformidade com as especificações de serviço pertinente, em especial, obedecendo as condições gerais, condições específicas, manejo ambiental, controles interno e externo da qualidade, e os critérios de aceitação e rejeição

14.4 É obrigatória a presença dos responsáveis técnicos indicados pela contratada e contratante, inclusive suas equipes de apoio técnico, na fase de execução do segmento experimental.

14.5 Após recebidos e aceitos pela Fiscalização do DER/PR todos os procedimentos especificados, em especial aqueles indicados em 14.3, deve ser elaborado Relatório de Segmento Experimental.

14.6 O Relatório de Segmento Experimental produzido com a participação de ambos os intervenientes (DER/PR e Contratada) apresenta procedimentos e ajustes para atendimento à especificação de serviços pertinente, resultando em documento eficiente para a continuidade e acompanhamento dos serviços.

15 LIVRO DE REGISTRO DE OCORRÊNCIAS

Este documento tem por objetivo o registro, por qualquer interveniente, durante a execução do empreendimento, dos fatos, observações e anotações pertinentes que, de forma direta ou indireta, tenham a ver com a responsabilidade de quem registra.

Toda obra e/ou serviço contratado deve possuir livro de registros de ocorrências, conforme modelo adotado pelo DER/PR.

16 RELATÓRIO MENSAL DE RESPONSABILIDADE DA EXECUTANTE

A empresa responsável pela execução da obra rodoviária deve elaborar relatório mensal detalhando todas as práticas, os recursos e a seqüência de atividades relativas à produção e qualidade da obra e/ou serviço, com base nos requisitos especificados pelo contratante, contendo no mínimo:

- 1) definição do empreendimento rodoviário: localização da obra e sua natureza, número do edital, número do contrato, prazo contratual, licenças ambientais de sua competência;
- 2) organograma geral do canteiro de obras;
- 3) cronograma físico-financeiro contratual: etapas previstas e executadas no período;
- 4) relação de equipamentos e de pessoal utilizados;
- 5) relação nominal, no período, dos responsáveis pela qualidade da obra e/ou serviços relativo à produção, execução e controle, inclusive daqueles responsáveis pela gestão ambiental e de higiene e segurança no trabalho;
- 6) relação e estimativa dos serviços produzidos com distinção entre concluídos e iniciados.
- 7) localização e identificação das frentes de serviços;

- 8) detalhamento, com tipos e quantidades, de ensaios, verificações, aferições e determinações que compõem os procedimentos de controles internos especificados para os serviços executados no período;
- 9) modelos de quadros-resumo de controles geométrico, tecnológico, estatístico e outros aplicáveis, com todos os parâmetros necessários à execução da obra;

17 RELATÓRIO MENSAL DE ACOMPANHAMENTO DE RESPONSABILIDADE DO DER/PR

Compete à Fiscalização do DER/PR elaborar relatório mensal de acompanhamento de obra e/ou serviço, detalhando todas as práticas e recursos utilizados com vistas à quantificação dos serviços executados no período, assim como, formar juízo quanto ao cumprimento das cláusulas contratuais, quanto à produção e à qualidade da obra e/ou serviço, com base nos requisitos especificados em projeto e/ou pelo DER/PR, contendo no mínimo:

- 1) definição do empreendimento rodoviário: localização da obra e sua natureza, número do edital, número do contrato, prazo contratual, licenças ambientais de competência do DER/PR;
- 2) parecer técnico quanto à adequação do organograma geral do canteiro de obras, instalado no período, em função do avanço físico das frentes de serviço em execução;
- 3) informação técnica, clara e precisa, quanto ao cronograma físico, se as etapas executadas são compatíveis com aquelas previstas e se a obra e/ou serviço pode ser considerado “dentro do cronograma”, “acima do cronograma” ou “abaixo do cronograma”;
 - 3.1) no caso de avaliação física de obra e/ou serviço “abaixo do cronograma”, explicitar as razões que resultaram na baixa produção de serviços no período de referência;
- 4) projeto(s) de dosagem(ens) analisados e aprovados, no período, pelo DER/PR para todos os serviços requeridos indicados nas Especificações de Serviços do DER/PR;
- 5) controle mensal de quantidade de materiais, apresentando as taxas reais encontradas e os limites toleráveis prescritos nas “especificações”;
- 6) comprovação se há conformidade da quantidade de ensaios e verificações de responsabilidade da executante, em relação aos serviços produzidos no mês de referência;

18 PARTICIPAÇÃO DOS INTERVENIENTES EM SERVIÇOS E OBRAS DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

Recomenda-se a todos os intervenientes a atenta leitura ao documento NBR 5671 da ABNT, que fixa as condições exigíveis de participação dos intervenientes em serviços e obras de engenharia e arquitetura, definindo suas responsabilidades e prerrogativas, visando garantir características adequadas aos empreendimentos. Esta ação resultará na melhor compreensão dos seus limites de competência e responsabilidade.

19 RECEBIMENTO DE OBRAS E/OU SERVIÇOS DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

Para o recebimento provisório e definitivo de obras e/ou serviços de engenharia e arquitetura pelo DER/PR, devem ser observadas rigorosamente as condições descritas a seguir:

- 1) NBR 5675 da ABNT, documento que fixa as condições gerais exigíveis para recebimento de obras e serviços de engenharia e arquitetura;
- 2) Lei Federal de Licitações e Contratos, Lei nº 8666/93, em especial o prescrito no artigo 73;
- 3) Lei Estadual nº 15608/07, em especial o prescrito no artigo 123;
- 4) Demais condições de recebimento previstas em contrato e no edital.

A leitura atenta destes documentos permitirá aos intervenientes a compreensão dos procedimentos gerais e particulares para recebimento de obras e/ou serviços de engenharia.

20 PROTEÇÃO E CONSERVAÇÃO DOS SERVIÇOS EXECUTADOS

Durante todo o período de tempo que durar a execução dos serviços e até o recebimento da obra, os materiais utilizados e os serviços executados devem ser protegidos contra a ação destrutiva das intempéries, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los, não cabendo qualquer remuneração adicional à executante por estas tarefas. Eventuais danos, perdas e as correções necessárias correm às expensas da própria executante.

21 ADITIVO DE NOVOS PREÇOS UNITÁRIOS DE SERVIÇOS

Na hipótese de inclusão de novos serviços e preços unitários, será aplicado o disposto no subitem 22.10.0 das Normas Gerais para Licitar e Contratar com o

DER/PR, com a redação dada pela Deliberação de seu Conselho Diretor nº 054 de 27 de abril de 2007.

22 ABRANGÊNCIA DOS PREÇOS CONTRATUAIS

Os preços unitários apresentados pela executante e integrantes do contrato celebrado com o DER/PR remuneram por completo os serviços especificados, incluindo todas as operações necessárias à completa execução dos serviços, transportes, materiais, armazenamento, perdas, mão-de-obra, equipamentos e ferramentas, indenizações de jazidas, royalties, encargos e eventuais, despesas indiretas, bonificação, controle de qualidade, etc.

23 FORNECIMENTO DE MATERIAIS PELO DER/PR

Sob certas circunstâncias, pode ser atribuição do próprio DER/PR o fornecimento de materiais como ligantes asfálticos, cimento Portland, etc. Nestes casos, os preços unitários devem prever esta situação, mesmo sendo necessário o aditamento de novos preços unitários.

24 SUBSTITUIÇÃO POR PEÇAS PRÉ-MOLDADAS

A substituição de soluções “in loco” por pré-moldadas pode ser permitida, a critério do DER/PR, desde que não haja prejuízo técnico nem financeiro para o contratante. Se houver diminuição de custos na solução, novos preços deverão ser aditados.

25 MODULAÇÃO DE ENSAIOS

Quando julgar conveniente, o DER/PR pode optar pelo incremento no número de ensaios previstos nas especificações, em função do porte e do avanço físico da obra.

26 CAMINHOS DE SERVIÇO

É da competência da executante o planejamento, a execução e a conservação dos caminhos de serviço necessários ao desenvolvimento da obra e/ou à manutenção do tráfego usuário, mesmo sob condições climáticas desfavoráveis.

Salvo se expressamente previsto em projeto ou Edital, não cabe qualquer remuneração direta à executante pelas atividades relacionadas aos caminhos de serviço executados.

27 SERVIÇOS PASSÍVEIS DE REJEIÇÃO

O controle tecnológico e geométrico que integra as especificações de serviços prevê as condições mínimas necessárias à aceitação de serviços executados. Em casos de deficiência executiva que possa conduzir à rejeição de serviços executados à vista da especificação, a fiscalização poderá solicitar à

Diretoria do DER/PR a designação de uma comissão técnica, que julgará, em cada caso, as medidas a serem tomadas.

28 INTERFERÊNCIA COM SERVIÇOS PÚBLICOS

É comum na construção rodoviária a ocorrência de interferências com outros serviços públicos, tais como: rede de distribuição de energia elétrica, telefônica, etc. Cabe à executante a comunicação do início das obras aos correspondentes órgãos que tenham dispositivos na área de construção. Eventuais danos causados são de responsabilidade da executante.

29 GARANTIA DA QUALIDADE

As especificações de serviço do DER/PR definem os critérios que orientam a aceitação e/ou recebimento de serviços em obras rodoviárias sob a jurisdição do DER/PR.

A execução ou fornecimento de um produto ou serviço que atenda aos critérios especificados é um bom indicativo quanto a qualidade do produto ou serviço.

30 GARANTIA DA DURABILIDADE

Um produto ou serviço que atenda rigorosamente à especificação de serviço pertinente pode apresentar durabilidade inferior àquela prevista ou indicada em projeto ou pelo fabricante, caso uma ou mais causas descritas a seguir, estejam presentes:

- 1) Deficiência das soluções de projeto;
- 2) Falta de proteção e conservação adequada do produto e/ou serviço;
- 3) Excesso de cargas;
- 4) Efeitos ambientais adversos de grande intensidade (cheias, enchentes, etc.)

30.1 Para eliminar as causas associadas à redução da durabilidade de um produto e/ou serviço é recomendável que:

- 1) O projeto de engenharia apresente padrões técnicos adequados e em conformidade com as instruções, manuais e normas do DER/PR, ABNT e DNIT;
- 2) Todo o produto e/ou serviço atenda as recomendações e exigências previstas para sua proteção e conservação;
- 3) A operação rodoviária atenda aos princípios básicos de segurança, inclusive quanto à pesagem rotineira de veículos de carga.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 01/05

PAVIMENTAÇÃO: REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005

Deliberação n.º 281/2005

Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 01/91

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: regularização, homogeneização,
compactação

10 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução do preparo da camada final de terraplenagem, através da regularização do subleito, para o recebimento das camadas que compõem a estrutura do pavimento. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 01/91 e as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no país.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na execução de regularização de subleito, em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- DNER-ME 024/94 - Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman;
- DNER ME 049/94 - Solos – determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas;
- DNER ME 080/94 - Solos – análise granulométrica por peneiramento;
- DNER ME 082/94 - Solos – determinação do limite de plasticidade;
- DNER ME 092/94 - Solo – determinação de massa específica aparente “in situ”, com emprego do frasco de areia;
- DNER ME 122/94 - Solos – determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito;
- DNER ME 129/94 - Solos compactação utilizando amostras não trabalhadas;
- DNER PRO 277/97 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;
- DNIT 011/2004 PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias;
- DNIT 068/2004 PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento;
- Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR;
- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR;
- Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR.

3 DEFINIÇÃO

3.1 Regularização do subleito é o conjunto de operações que visa conformar a camada final de terraplenagem, mediante cortes e/ou aterros de até 0,20 m, conferindo-lhe condições adequadas em termos geométricos e de compactação.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 A regularização do subleito deve ser empregada como camada final de suporte às demais camadas constituintes do pavimento.

4.2 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado pela finalização dos serviços de terraplenagem, atingindo a sua conformação final;

- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental, conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) em dias de chuva.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Os materiais a serem empregados na regularização do subleito deverão apresentar características iguais ou superiores às especificadas para camada final de terraplenagem, descritas a seguir:

- a) diâmetro máximo de partículas igual ou inferior a 76 mm;
- b) índice de suporte Califórnia (método DNER-ME 49-94), igual ou superior ao considerado para o subleito no dimensionamento do pavimento, para as condições da faixa de variação de umidade admitida. A energia de compactação a ser adotada pode ser a normal ou a intermediária (DNER-ME 129/94), na dependência do tipo de material e em conformidade com o projeto;
- c) expansão, determinada no ensaio de índice de suporte Califórnia (DNER-ME 49-94), utilizando-se a energia de referência selecionada, igual ou inferior a 2%.

5.2 Equipamentos

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução do serviço, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.2.2 O equipamento básico para a execução da regularização do subleito compreende as seguintes unidades:

- a) motoniveladora pesada, equipada com escarificador;
- b) caminhão-tanque irrigador;
- c) trator agrícola;
- d) grade de discos;
- e) rolos compactadores compatíveis com o tipo de material empregado e as condições de densificação especificadas;
- f) pá-carregadeira;

g) caminhões-basculantes.

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.3.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.3.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório frente aos limites aqui especificados, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.3.5 Preparo da superfície

a) Inicialmente é procedida uma verificação geral, mediante nivelamento geométrico, comparando-se as cotas da superfície existente (camada final de terraplenagem) com as cotas previstas no projeto.

5.3.6 Conformação e escarificação

a) O levantamento topográfico efetuado serve de orientação à atuação da motoniveladora, a qual, através de operações de corte e aterro, conforma a superfície existente, adequando-a ao projeto;

b) Segue-se a escarificação geral da superfície, até profundidade de 0,20 m abaixo da plataforma de projeto;

c) Caso seja necessária a importação de materiais, estes são lançados preferencialmente após a escarificação, complementando-se em seguida a conformação da plataforma;

d) Eventuais fragmentos de pedra com diâmetro superior a 76 mm, raízes ou outros materiais estranhos, são removidos;

e) Havendo a necessidade de execução de bota-fora com o material resultante de operação de corte, este é efetuado lançando-se o produto excedente nas proximidades dos pontos de passagem, em locais que não causem prejuízo à drenagem ou às obras de arte, ou em locais a serem designados pela Fiscalização;

f) Operações de corte ou aterro que excedam ao limite de 0,20 m, são tratadas como itens de terraplenagem.

5.3.7 Pulverização e homogeneização dos materiais secos

- a) O material espalhado é pulverizado e homogeneizado, mediante ação combinada da grade de discos e da motoniveladora;
- b) Estas operações devem prosseguir até que o material apresente-se visualmente homogêneo e isento de grumos ou torrões.

5.3.8 Correção e homogeneização do teor de umidade

- a) O teor de umidade dos materiais utilizados na regularização do subleito, para efeito da compactação, deve estar situado no intervalo que garanta um ISC no mínimo igual ao ISC de projeto, adotado para o subleito;
- b) Caso o teor de umidade apresente-se abaixo do limite mínimo especificado, procede-se ao umedecimento da camada, através de caminhão-tanque irrigador. Se, por outro lado, o teor de umidade de campo excede ao limite superior especificado, o material é aerado, mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora.

5.3.9 Compactação

- a) Concluída a correção da umidade, a camada é conformada pela ação da motoniveladora, e em seguida liberada para a compactação;
- b) O equipamento de compactação utilizado deve ser compatível com o tipo de material e as condições de densificação pretendidas para a regularização do subleito;
- c) A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando no bordo mais baixo e progredindo no sentido do bordo mais alto da seção transversal, exigindo-se que em cada passada do equipamento seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida;
- d) O grau de compactação mínimo a ser atingido é de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação adotado como referência (energia normal ou intermediária do método DNER-ME 129/94);
- e) A relação entre o “número de coberturas do equipamento de compactação utilizado” e o “grau de compactação”, para cada tipo de material empregado na regularização do subleito, deve ser obtida dos resultados apresentados no Relatório do Segmento Experimental.

5.3.10 Acabamento

- a) O acabamento é executado pela ação conjunta da motoniveladora e do rolo de pneus;
- b) A motoniveladora atua exclusivamente em operação de corte, sendo vedada a correção de depressões por adição de material;

- c) As pequenas depressões e saliências resultantes da atuação de rolo pé-de-carneiro de pata curta, podem ser toleradas, desde que o material não se apresente solto sob a forma de lamelas;
- d) Em complementação às operações de acabamento, deve ser procedida a remoção das "leiras" que se formam lateralmente à pista acabada, como resultado da conformação da superfície da regularização do subleito. Esta remoção pode ser feita pela ação da motoniveladora (nos casos de seção em aterro) ou de pá-carregadeira e caminhões basculantes (nos casos de seção em corte). Neste último caso o material removido pode ser depositado em áreas próximas aos pontos de passagem, de forma a não prejudicar o escoamento das águas superficiais, ou em locais designados pela Fiscalização.

5.3.11 Deve ser evitada a liberação da regularização do subleito ao tráfego usuário, face à possibilidade do mesmo causar danos ao serviço executado, em especial sob condições climáticas adversas.

5.3.12 Para os cortes em rocha sã ou alterada, as operações de regularização do subleito aqui descritas não são aplicáveis, prevendo-se o rebaixamento da plataforma e a reposição com material granular, conforme dispõe a especificação DER/PR ES-P 02/05.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a exploração de jazidas de ocorrência de materiais, em caso de necessidade de importação de material complementar para a regularização do subleito, e a movimentação de veículos sobre a camada a ser executada.

6.2 No caso de bota-foras decorrentes de materiais cortados nas operações de regularização do subleito, os mesmos devem ser compactados com a mesma energia utilizada nas camadas finais de aterros.

6.3 Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios apresentados nos Quadros 1 e 2, apresentados a seguir.

Quadro 1 - Solos	
Quantidade	Descrição
a) Para cada 750 m² de pista:	
01	Determinação de massa específica aparente seca “in situ” à profundidade de 0,20 m
01	Determinação de teor de umidade, pelo “método expedito da frigideira”, imediatamente antes do início da compactação
b) Para cada 4.500 m² de pista:	
01	Conjunto de ensaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria)
01	Ensaio de compactação com a energia especificada, com amostras coletadas na pista
c) Para cada 9.000 m² de pista:	
01	Ensaio de índice de suporte Califórnia com a energia de compactação adotada como referência para o trecho
Nota: Opcionalmente, o controle relativo à obtenção do ISC especificado em projeto poderá ser efetuado mediante emprego de curvas de “ISO-ISC”. A este respeito, observar o contido no Manual de Execução.	

Quadro 2 – Verificações de Campo	
Quantidade	Descrição do ensaio
a) Para cada 4.500 m² de pista:	
01	Um rolo de pneus, com o peso mínimo de 20 t e pressão de inflação de 5,6 kgf/cm ² (80 lb/pol ²), deslocar-se-á longitudinalmente a uma velocidade situada no entorno de 3 km/h, ao longo da posição correspondente à futura trilha de roda externa, em cada uma das faixas de tráfego; O deslocamento do equipamento será acompanhado pela Fiscalização, anotando-se as eventuais extensões que apresentem sinais de deficiência, exteriorizados na forma de rupturas, deformações excessivas e/ou ascensão de água à superfície sob a ação do rolo
b) Para cada 100 m de pista:	
01	Deve ter verificado o bom desempenho da regularização do subleito através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 m, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das medidas relacionadas no Quadro 3 a seguir:.

Quadro 3 – Controle geométrico	
Quantidade	Descrição da medida
Para cada 150 m² de pista:	
01	Relocação e nivelamento do eixo e dos bordos, envolvendo no mínimo, cinco pontos da seção transversal
01	Determinação da largura da plataforma acabada, por medidas à trena

8.4 Verificação das condições de acabamento: é feita em bases visuais.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação do controle geométrico

9.1.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) variação de cota máxima de $\pm 0,03$ m para o eixo e bordos;
- b) variação máxima de largura de + 0,30 m para a plataforma, não sendo admitida variação negativa;
- c) abaulamento transversal situado na faixa de $\pm 0,5\%$, em relação ao definido em projeto para a regularização do subleito, não se admitindo situações que permitam o acúmulo de água.

9.2 Aceitação do acabamento

9.2.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de acabamento, desde que o mesmo seja considerado satisfatório.

9.3 Aceitação do controle tecnológico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle tecnológico e para valores determinados estatisticamente, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) o valor do ISC deve ser igual ou superior ao ISC de projeto, e a expansão igual ou inferior a 2%;
- b) o grau de compactação, para a energia adotada, deve ser igual ou superior a 100%.

9.3.2 O cálculo estatístico é feito da seguinte maneira:

$X - ks \geq$ valor mínimo especificado, sendo:

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

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

$$n \geq 9$$

Onde:

- xi - valores individuais
- X - média da amostra
- s - desvio padrão da amostra
- n - número de determinações
- k = 1,25

9.3.3 Se o serviço for rejeitado por deficiência de compactação, os segmentos que não atingiram as condições mínimas de compactação devem ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e novamente compactados, de acordo com a massa específica aparente seca exigida.

9.3.4 Se o serviço for rejeitado por expansão superior à máxima e/ou ISC inferior ao valor mínimo, conforme definidos em 9.3.1, os segmentos que apresentam esta deficiência devem ser removidos, na profundidade da camada considerada, e substituídos por material selecionado, convenientemente aplicado de acordo com esta especificação.

9.3.5 A aceitação do serviço de regularização do subleito está condicionada, ainda, ao atendimento dos seguintes aspectos:

- a) O teor de umidade, por ocasião da compactação, atenda à faixa preconizada no item 5.3.8 desta especificação.
- b) O diâmetro máximo de partículas seja igual ou inferior a 76 mm.
- c) Os resultados das provas de carga efetuadas sejam satisfatórios.
- d) As medidas de deflexão devem ser inferiores à deflexão máxima admissível de projeto para a regularização do subleito.

9.3.6 Os resultados dos controles e dos critérios para aceitação ou rejeição dos serviços executados devem ser registrados em relatórios mensais ou periódicos de acompanhamento e associados à medição dos serviços.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 Os serviços executados e recebidos na forma descrita são medidos pela determinação da área regularizada, expressa em metros quadrados, fazendo-se distinção em relação à energia de compactação utilizada, da seguinte forma:

- Regularização do Subleito a 100% do Proctor Normal;
- Regularização do Subleito a 100% do Proctor Intermediário.

10.2 A largura de plataforma regularizada a ser considerada para efeito de medição, em cada caso, é a menor, dentre a largura de projeto e a largura real medida após a execução do serviço.

10.3 Particularidades relacionadas à superposição das operações aqui previstas e as camadas finais de terraplenagem são abordadas no Manual de Execução do DER/PR.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento se, juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é efetuado, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representam a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços. Estão compreendidos na execução da regularização do subleito cortes ou aterros de até 0,20 m de espessura e, inclusive, a remoção e disposição em local adequado de todo o material proveniente das operações de acabamento.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguazu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 02/05

PAVIMENTAÇÃO: PREENCHIMENTO DE REBAIXOS DE CORTE EM ROCHA

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005

Deliberação n.º 281/2005

Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 02/91

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: rebaixo, agregado, compactação, corte

11 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de preenchimento de rebaixo de corte em rocha. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 02/91 e as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no país.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção do produto e sua aplicação no preenchimento de rebaixos de cortes em rocha, em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

DNER-ME 035/98 - Agregados – determinação da abrasão “**Los Angeles**”
DNER-ME 054/97 - Equivalente de areia
DNER-ME 083/98 - Agregados – análise granulométrica
DNER-ME 089/94 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
Manual de Pavimentação – DNER, 1996
Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÕES

3.1 Preenchimento de rebaixos de cortes em rocha é uma camada executada com material permeável e insensível à ação da água, com a função de regularizar a superfície resultante da extração do material rochoso e assegurar adequadas condições de drenagem às águas que eventualmente ascendam à plataforma.

3.2 Tendo em vista as limitações definidas no “Álbum de Projetos-Tipo” do DER/PR, para a plataforma rebaixada, a espessura do preenchimento de rebaixos de cortes em rocha deve se situar entre os limites extremos de 0,10 m, no mínimo, a 0,40 m, no máximo. Aspectos particulares relacionados a este serviço integram o Manual de Execução.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 O preenchimento de rebaixo é empregado como camada de regularização da plataforma em cortes em rocha.

4.2 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;

- b) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 O preenchimento de rebaixos de cortes em rocha deve ser executado com um dos materiais a seguir discriminados:

- a) Material do próprio corte: o material resultante de extração do próprio corte pode ser utilizado, desde que obedecidos os seguintes requisitos:
 - a.1) o material seja efetivamente de 3ª categoria, sendo vedado o emprego de fragmentos moles, macios ou de fácil desintegração, ou que contenham contaminações prejudiciais;
 - a.2) o diâmetro máximo de partículas individuais não supere a 5”;
 - a.3) exista disponibilidade e conveniência econômica de aplicar material pétreo, de diâmetro inferior a 2”, capaz de preencher os vazios resultantes do material graúdo e proporcionar adequadas condições de “travamento” à camada, após compressão.
- b) Brita Corrida: o emprego de brita corrida, obtida a partir de britagem primária de rocha sã, deve ser efetuado com material que atenda aos seguintes requisitos:
 - b.1) ser constituído por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;
 - b.2) o diâmetro máximo de partículas individuais não supere a 3”;
 - b.3) a granulometria do produto resultante apresente características drenantes e, simultaneamente, permita condições adequadas de densificação, face aos equipamentos de compressão empregados. A respeito desse assunto, reportar-se ao Manual de Execução.
- c) Pedra Rachão:
 - c.1) o agregado graúdo e o agregado utilizado como material de enchimento devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;
 - c.2) o agregado graúdo deve ser obtido a partir de britagem primária de rocha sã, apresentando diâmetro máximo de partícula de 5”, e granulometria preferencialmente do tipo homométrico;

- c.3) o agregado para material de enchimento deve ser capaz de preencher os vazios resultantes do agregado graúdo, e proporcionar adequadas condições de "travamento" às camadas, após compressão;
- c.4) o agregado para material de enchimento pode ser obtido a partir de britagem secundária de rocha sã, com o emprego de uma ou mais frações de pedra britada, ou ainda, pelo uso de areia e brita. Em qualquer caso, a função de proporcionar adequado enchimento do agregado graúdo, sem comprometer as condições de permeabilidade da camada, deve ser atendida.
- d) Pedra Rachão sem britagem:
- d.1) para os casos particulares de ocorrências de basaltos vítreos, é possível a obtenção do agregado graúdo especificado para "rachão" pela ação de lâmina e escarificador de trator de esteira, ou por simples detonações. Nessas situações, o diâmetro máximo de partícula deve ser de 5", e as condições de forma, resistência e isenção de impurezas devem ser as mesmas especificadas no item c.1;
- d.2) o material de enchimento deve atender aos mesmos requisitos especificados nos itens c.3 e c.4.

5.2 Equipamentos

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.2.2 O equipamento básico para a execução do preenchimento de rebaixos em corte em rocha compreende as seguintes unidades:

- a) Com emprego de material do próprio corte:
- Pá-carregadeira;
 - Trator de esteira;
 - Motoniveladora;
 - Rolos compactadores vibratórios;
 - Ferramentas manuais diversas;
 - Compactadores portáteis vibratórios.
- b) Com emprego de brita corrida:
- Pá-carregadeira;
 - Caminhões basculantes;
 - Motoniveladora pesada;
 - Rolos compactadores do tipo liso vibratório;
 - Caminhão-tanque irrigador;
 - Compactadores portáteis vibratórios;
 - Ferramentas manuais diversas.
- c) Com emprego de Pedra Rachão ou de Pedra Rachão sem britagem:
- Pá-carregadeira;
 - Caminhões basculantes;
 - Trator de esteira;

- Rolos compactadores vibratórios de rodas lisas;
- Motoniveladora;
- Compactadores portáteis vibratórios;
- Ferramentas manuais diversas.

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental..

5.3.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.3.4 Com emprego de material do próprio corte

- a) O material resultante da detonação, e que atenda às características especificadas em 5.1.1.a, é selecionado e estocado em área bastante próxima ao corte material resultante da detonação.
- b) Eventuais fragmentos de tamanho excessivo, visíveis à superfície, devem ser removidos, ou submetidos à redução, seja através de "fogo secundário" e/ou processos manuais.
- c) O material selecionado é transportado e distribuído na área submetida ao rebaixamento de greide, através da ação de trator de esteira.
- d) Ao se efetuar os procedimentos de verificação do greide e seção transversal necessários à obtenção da conformação geométrica prevista, podem ser necessários os seguintes serviços complementares:
 - d.1) complementação da remoção de fragmentos de tamanho excessivo, visíveis à superfície (seleção complementar);
 - d.2) remoção de parte do agregado resultante de detonação (excesso de espessura);
 - d.3) adição de material resultante da detonação, para corrigir deficiência de material (espessura insuficiente). Opcionalmente, a correção de pequenas deficiências de espessura (menos do que 0,03 m) pode ser alcançada pelo emprego de agregado miúdo, desde que tal prática não leve ao comprometimento da obtenção de uma camada final homogênea, travada e adequadamente estável, sob o processo de compressão adotado.

- e) Após a conformação do material à plataforma de projeto, segue-se a acomodação prévia, através de coberturas do rolo especificado, atuando sem vibração.
- f) O material de enchimento, o mais seco possível, é espalhado através de motoniveladora, em quantidade apenas suficiente para o preenchimento dos vazios superficiais do material resultante da detonação.
- g) A compactação enérgica da camada deve ser efetuada pela ação do rolo vibratório.
- h) A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando no bordo mais baixo e progredindo no sentido do bordo mais alto da seção transversal, exigindo-se que em cada passada do equipamento seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida.
- i) Em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis vibratórios.
- j) O processo de compressão deve prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados.

5.3.5 Com emprego de brita corrida

- a) A brita corrida estocada no pátio da instalação de britagem é irrigada, revolvida e homogeneizada pela ação da pá-carregadeira.
- b) A brita corrida é carregada sobre caminhões basculantes pela ação da pá-carregadeira, transportada para a pista e descarregada diretamente dos basculantes sobre a superfície resultante do rebaixamento de greide.
- c) O espalhamento da brita corrida é efetuado pela ação da motoniveladora, procurando-se obter a conformação desejada para a plataforma.
- d) Segue-se a compressão da camada, pela ação do rolo liso vibratório.
- e) Nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo dos bordos para o eixo, e nas curvas, partindo do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir ao menos a metade da faixa anteriormente comprimida.
- f) Em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis vibratórios.
- g) Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento adicional da camada, mediante emprego do caminhão tanque irrigador.
- h) A compactação deve evoluir até que se obtenha o suficiente entrosamento da camada, avaliado através de inspeção visual.

- i) Eventuais defeitos localizados observados após as operações de compactação são objeto de tratamento específico, removendo-se o material existente e substituindo-se por nova brita corrida, e/ou acrescentando-se agregado fino para promover o necessário travamento. Todos os pontos recompostos são submetidos a um novo processo de compactação.

5.3.6 Com emprego de rachão

- a) O agregado graúdo é carregado nos depósitos ou pátios de estocagem da instalação de britagem. A operação de carga deve ser procedida de forma criteriosa, evitando-se a utilização de agregados graúdos lamelares ou com excesso de finos.
- b) Após o carregamento e o transporte por meio de caminhões basculantes, o agregado graúdo é descarregado sobre a superfície resultante do rebaixamento de greide, e espalhado pela ação do trator de esteiras.
- c) Fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície, devem ser substituídos por agregado graúdo representativo e de boa qualidade.
- d) Caso a verificação do greide e seção transversal indique deficiência de material, deve ser utilizado agregado graúdo para propiciar adequada conformação à plataforma.
- e) Efetuadas as correções necessárias e previamente ao lançamento do material de enchimento, é procedida a acomodação do agregado graúdo através de coberturas do rolo liso, atuando sem vibração.
- f) O material de enchimento, o mais seco possível, é espalhado através de motoniveladora, em quantidade suficiente para preencher os vazios superficiais do agregado graúdo.
- g) A compactação é efetuada de forma enérgica, pela ação de rolo liso vibratório.
- h) Nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo dos bordos para o eixo, e, nas curvas, partindo do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir ao menos a metade da faixa anteriormente comprimida.
- i) A ocorrência de regiões com deficiência de finos deve ser corrigida, mediante uma segunda aplicação de material de enchimento.
- j) A compactação deve evoluir até se obter um bom entrosamento da camada, avaliado através de inspeção visual.
- k) Eventuais defeitos localizados observados após as operações de compactação são objeto de tratamento específico, removendo-se o material existente e substituindo-o por novo material graúdo e de enchimento, adequadamente submetidos a processo de compactação.

- l) Em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis vibratórios.

5.3.7 Com emprego de rachão sem britagem

- a) O material resultante da detonação dos cortes em basalto vítreo é estocado em áreas próximas aos cortes, selecionando-se os fragmentos que atendam às condições especificadas em 5.1.1d.
- b) As operações executivas subseqüentes devem obedecer ao preconizado nas alíneas "b" a "l" do item 5.4.4.

6. MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de preenchimento de rebaixos de cortes em rocha, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de agregados.

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados.

6.3 Agregados

6.3.1 No decorrer do processo de obtenção de agregados de pedreiras, devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- a) a brita e a areia somente são aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/areal/usina, assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- f) construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Tendo em vista as características do serviço, o controle tecnológico do mesmo é efetuado em bases visuais, pela Fiscalização. Em particular, são avaliados os seguintes requisitos:

- a) As características de forma, granulometria, e isenção de impurezas dos agregados empregados.
- b) A eficiência das operações de homogeneização, travamento e compactação.

7.2 A critério do DER/PR, em especial quando houver dúvida quanto a qualquer das características dos agregados empregados, podem ser exigidos ensaios de granulometria (DNER-ME 83/98), durabilidade (DNER-ME 89/94), abrasão Los Angeles (DNER-ME 35/98) e/ou equivalente de areia (DNER-ME 54/97).

7.3 Ainda a critério do DER/PR, pode ser solicitado a execução de prova de carga, mediante atuação do próprio equipamento de compressão, a baixa velocidade. Esta última verificação torna-se importante para rodovias com tráfego superior a 10^6 aplicações do eixo-padrão de 8,2 tf.

7.4 Compete à executante a realização dos testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na verificação das condições estabelecidas no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 – Controle geométrico	
Quantidade	Descrição da medida
Para cada 150 m² de pista:	
01	Relocação e nivelamento do eixo e dos bordos, envolvendo no mínimo, cinco pontos da seção transversal
01	Determinação da largura da plataforma acabada, por medidas à trena

8.3 Verificação do acabamento da superfície: as condições de acabamento da superfície são apreciadas em bases visuais.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

9.1.1 Agregados: os agregados utilizados são aceitos, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) Os agregados utilizados sejam considerados satisfatórios em termos de forma, granulometria, isenção de impurezas ou contaminações e sanidade, com base em apreciação visual por parte da Fiscalização.
- b) A prova de carga efetuada, quando necessário, comprove o eficiente entrosamento dos agregados.
- c) Em caso de ocorrerem suspeitas quanto a características dos agregados empregados, a Fiscalização deve definir critérios de aceitação, face aos ensaios programados.

9.2 Aceitação do controle geométrico

9.2.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) quanto à largura da plataforma: não são admitidos valores inferiores aos previstos para a camada;
- b) quanto à espessura da camada acabada: não são admitidos valores individuais inferiores ao limite mínimo estabelecido (0,10 m);
- c) quanto às cotas de projeto: os valores individuais das cotas da camada acabada devem se situar na faixa de $-0,03$ a $+0,03$ m, em relação às cotas de projeto.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 Os serviços executados e recebidos na forma descrita, são medidos em metros cúbicos de material aplicado e compactado, conforme o tipo, segundo a seção transversal de projeto.

10.2 No cálculo dos volumes, é considerada a média aritmética das espessuras obtidas através do controle geométrico, determinada para segmentos de no máximo 200 m. Caso o valor médio obtido supere ao limite máximo padronizado no "Álbum de Projetos-Tipo" do DER/PR (0,40 m), é considerado este valor limite, para fins de medição. A este respeito, observar o contido no Manual de Execução.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/derpr

DER/PR ES-P 03/05

PAVIMENTAÇÃO: MACADAME SECO

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005

Deliberação n.º 281/2005

Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 03/91

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavras-chave: reforço do subleito; base; sub-base;
macadame seco

12 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de camada de pavimento com emprego de macadame seco. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a Especificação de Serviço DER/PR ES-P 03/91.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção do produto e sua aplicação em camadas de reforço do subleito, sub-base ou base de pavimentos rodoviários em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- DNER-ME 024/94 - Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman
DNER-ME 035/98 - Agregados – determinação da abrasão “**Los Angeles**”
DNER-ME 054/97 - Equivalente de areia
DNER-ME 083/98 - Agregados – análise granulométrica
DNER-ME 089/94 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
Manual de Pavimentação – DNER, 1996
Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÕES

3.1 Macadame seco é a camada granular composta por agregados graúdos, naturais ou britados, preenchidos a seco por agregados miúdos, cuja estabilidade é obtida pela ação mecânica enérgica de compactação.

3.2 Camada de bloqueio ou isolamento é a porção inferior da camada de macadame seco, limitada à espessura de 0,03 m após compactação, aplicada nos casos que o macadame seco é assentado diretamente sobre solos com mais de 35% passando na peneira nº 200.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio e aceitação da superfície de camada subjacente;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental, conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;

- d) sem a seleção prévia do diâmetro máximo do agregado graúdo, conforme indicação em projeto ou pelo DER/PR;
- e) em dias de chuva.

4.2 Na seleção do diâmetro máximo, da espessura individual por camada e na execução da camada, não é permitido:

- a) diâmetro máximo do agregado graúdo superior a 5”;
- b) diâmetro máximo do agregado da camada de bloqueio superior a 1”;
- c) diâmetro máximo do agregado do material de enchimento superior a 1”;
- d) espessura da camada individual acabada inferior a 0,12 m e superior a 0,20 m;
- e) utilização de finos sobre o agregado graúdo visando complementação de espessura para obtenção da espessura de projeto da camada de macadame seco acabada;

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Agregado graúdo

- a) O agregado graúdo, constituído por pedra britada resultante de britagem primária (pedra pulmão) de rocha sã ou, em casos especiais, oriundos de materiais pétreos naturais desmontados pela ação de lâmina e escarificador de trator de esteiras ou por simples detonações (basaltos vítreos), deve apresentar fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.
- b) Quando submetidos à avaliação de durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 089/94) deve apresentar perda igual ou inferior a 15%.
- c) A percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35/98) não deve ser superior a 45%. Aspectos particulares relacionados a valores típicos para as perdas neste ensaio são abordados no Manual de Execução.
- d) Deve ser dada preferência para utilização de agregado graúdo de um só tamanho, admitindo-se no máximo o emprego de agregado graúdo separado na peneira classificadora vibratória de 2” (material passante na peneira de ϕ máximo e retido na peneira de 2”).
- e) O diâmetro máximo do agregado graúdo deve estar compreendido entre $\frac{1}{2}$ e $\frac{2}{3}$ da espessura final de cada camada executada, não devendo ser superior a 5” (127 mm) e nem inferior a 3” (88,9 mm).

5.1.2 Agregado para enchimento

- a) O agregado para enchimento deve ser constituído por finos de britagem com as mesmas características físicas especificadas para o agregado graúdo (forma, resistência ao desgaste e isenção de impurezas), devendo atender a uma das seguintes faixas granulométricas.

Peneiras		Percentagem passando, em peso				
ASTM	Abertura, mm	Faixa I	Faixa II	Faixa III	Faixa IV	Faixa V
1"	25,4	100	-	-	-	-
¾"	19,1	-	100	100	-	-
⅜"	9,5	50 – 85	69 – 100	-	100	100
n.º 4	4,8	-	-	55 – 100	70 – 100	60 – 80
n.º 10	2,0	25 – 50	40 – 70	-	-	-
n.º 40	0,42	-	-	20 – 50	30 – 60	15 – 25
n.º 200	0,074	5 – 15	5 – 20	6 – 20	8 – 25	0 - 12

- b) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 89/94), os agregados utilizados devem apresentar perdas iguais ou inferiores aos seguintes limites:

- agregado graúdo = 12%;
- agregado miúdo = 15%.

- c) O equivalente de areia (método DNER-ME 54/97) para o agregado miúdo deve ser igual ou superior a 40%.

5.1.3 Agregado para camada de bloqueio ou isolamento

- a) Havendo necessidade de utilização de camada de bloqueio ou isolamento, conforme definido em 3.2, o agregado a ser utilizado deve ser constituído por finos de britagem atendendo aos seguintes requisitos de qualidade:

a.1) características físicas (forma, resistência ao desgaste e isenção de impurezas) equivalentes às especificações para o agregado graúdo;

a.2) quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 89/94), os agregados utilizados devem apresentar perdas iguais ou inferiores aos seguintes limites:

- agregado graúdo = 12%;
- agregado miúdo = 15%.

- b) Composição granulométrica idêntica à do material de enchimento especificado em 5.1.2. Em casos especiais, quando a espessura mínima da camada de macadame seco acabada for de 0,15 m e a espessura máxima da camada de bloqueio for de 0,03 m, admite-se a utilização de agregado de um só tamanho ($\frac{3}{4}$ " ou 19,1 mm).

5.2 Equipamento

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.2.2 O equipamento básico para execução do macadame seco compreende:

- trator de esteira;
- instalação de britagem compatível com as bitolas e as produções desejadas;
- pá-carregadeira;
- caminhão-tanque irrigador;
- caminhões basculantes;
- distribuidor de agregados e/ou motoniveladora pesada;
- rolos compressores de rodas lisas, vibratórios ou estáticos;
- equipamentos e ferramentas complementares, pás, carrinhos de mão, vassourões ou vassouras mecânicas entre outras.

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento "Informações e Recomendações de Ordem Geral", procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.3.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender valores e limites definidos nesta especificação e eventuais indicações particulares definidas em projeto, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.3.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.3.5 Preparo da superfície

- a) A superfície que for receber a camada de macadame seco deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- b) A superfície que for receber a camada de macadame seco deve apresentar-se sem leiras ou quaisquer obstáculos que possam provocar o confinamento lateral da camada de macadame seco.

5.3.6 Camada de isolamento ou bloqueio

- a) Quando indicada, atendidas as condições descritas em 3.1, esta camada é executada na largura da plataforma de projeto, com espessura máxima de 0,03 m, após compressão.
- b) Após a operação de carregamento, o transporte do material britado da fonte produtora (central de britagem) até o canteiro da obra é feito por caminhões basculantes com capacidade mínima de 9 m³, devidamente coberto e enlonados no caso do transporte por vias públicas em operação.
- c) O espalhamento do material de bloqueio é executado com motoniveladora.
- d) A acomodação da camada por compressão é feita com utilização de rolo estático liso, em uma ou no máximo duas passadas.

5.3.7 Camada de agregado graúdo

- a) A execução da camada de agregado graúdo inicia-se pelo carregamento do material nos depósitos ou pátios de estocagem da instalação de britagem. A operação de carga do material deve ser procedida de forma criteriosa, evitando-se a utilização de agregados graúdos lamelares ou com excesso de finos.
- b) Após a operação de carregamento e o transporte por caminhões basculantes, faz-se o espalhamento em uma camada de espessura uniforme e homogênea, uniformemente solta. O espalhamento é feito com motoniveladora pesada ou distribuidor de agregados, na dependência do diâmetro máximo do agregado utilizado.
- c) Após o espalhamento do agregado graúdo, podem ser necessárias as seguintes correções:
 - c.1) remoção de fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície e substituição por agregado graúdo representativo e de boa qualidade;
 - c.2) correção de pontos com excesso ou deficiência de material, após verificação do greide e seção transversal com cordéis, gabaritos e outros instrumentos. No caso de existir deficiência de material, utilizar sempre agregado graúdo representativo e de boa qualidade, sendo vedado o uso de agregado miúdo.
- d) Efetuadas as correções necessárias e previamente ao lançamento do material de enchimento, pode ser obtida uma melhor acomodação do agregado graúdo através de uma única passada do rolo liso, sem vibração.

5.3.8 Operações de enchimento e travamento

- a) O material de enchimento, obedecendo a uma das faixas granulométricas especificadas, o mais seco possível, é espalhado com motoniveladora ou distribuidor de agregados, em quantidade suficiente para preencher os vazios do agregado graúdo.

- b) A aplicação do material de enchimento deve ser feita um uma ou mais vezes, até se obter um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial. Normalmente essas aplicações se processam em ocasiões diferentes.
- c) A compactação enérgica da camada é realizada com rolo liso vibratório.
- d) Nos trechos em tangente, a compactação deve sempre partir dos bordos para o eixo e, nas curvas, do bordo interno para o bordo externo.
- e) Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir ao menos a metade da faixa anteriormente comprimida.
- f) Logo após se obter a cobertura completa da área a ser comprimida, deve ser feita uma nova verificação do greide e seção transversal, efetivando-se as correções necessárias, normalmente de dois tipos:
 - f.1) deficiência de finos – processa-se o espalhamento da 2ª camada de material de enchimento, podendo ser empregado apenas agregado miúdo (pedrisco + pó) para possibilitar melhor e mais compatível travamento;
 - f.2) excesso de finos – processa-se a sua necessária remoção através de meio manuais ou mecânicos, utilizando-se ferramentas auxiliares (enxada, pá, rastelo, carrinho de mão e vassoura mecânica).
- g) A compactação deve prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados componentes da camada de macadame seco.
- h) Após a compactação e as correções necessárias, a camada deve ser aberta ao tráfego da obra e dos usuários, de forma controlada e direcionada, mantendo-se a superfície umedecida. Esta etapa se estende por um período suficiente de forma a garantir a verificação de eventuais problemas localizados de travamento deficiente. Se necessário, as operações corretivas descritas anteriormente são novamente aplicadas (ver a respeito o contido no Manual de Execução).
- i) Após a limpeza da pista, caso se trate de camada de base, é feito o umedecimento e nova rolagem de acabamento com rolo liso, sem vibração, preparando-se a base para sua impermeabilização através dos serviços de imprimação.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de reforços, bases ou sub-bases de macadame seco são necessários trabalhos envolvendo a utilização de agregados, além da instalação de britagem.

6.2 Na exploração das ocorrências de materiais:

6.2.1 Quando utilizado material pétreo, os seguintes cuidados devem ser observados na exploração das ocorrências de materiais:

- a) a brita somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações (pedreira e britagem), assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- f) construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;

6.2.2 Em função destes agentes, devem ser obedecidos os seguintes princípios:

- a) Quanto à operação
 - a.1) Os cuidados, para a preservação ambiental, se referem à disciplina do tráfego e ao estacionamento dos equipamentos.
 - a.2) Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos à vegetação e interferências à drenagem natural.
- b) As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução, referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios apresentados nos quadros 1 e 2, apresentados a seguir.

Quadro 1:		Agregados
Tipo da camada	Quantidade	Descrição do ensaio/verificação
Reforço subleito	→ a cada 600 m ³	{ 01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo 01 ensaio de granulometria de cada produto de britagem
Sub-base	→ a cada 400 m ³	
Base	→ a cada 400 m ³	
Nota: sempre que visualmente se observar alterações mineralógicas na bancada da pedra deve ser feito 01 ensaio de abrasão Los Angeles e 01 ensaio de durabilidade com sulfato de sódio.		

Quadro 2:		Controle de execução na pista
Tipo da camada	Quantidade	Descrição do ensaio/verificação
Reforço subleito	→ a cada 600 m ³	{ 03 determinações da espessura da camada de bloqueio ou isolamento 03 verificações das condições de enchimento dos vazios do agregado graúdo e travamento através de abertura de poços de inspeção em pontos aleatórios 03 determinações da espessura da fração fina depositada sobre a superfície do agregado graúdo 01 ensaio de granulometria da mistura de agregados utilizada como enchimento ou travamento
Sub-base	→ a cada 400 m ³	
Base	→ a cada 400 m ³	
Nota: para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.		

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

- a) Espessura da camada acabada: deve ser medida, no máximo, a cada 20 m, procedendo-se à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, envolvendo, pelo menos, cinco pontos da seção transversal.
- b) Largura da camada acabada: a largura da plataforma acabada é obtida por medidas à trena, executadas a cada 20 m.

8.4 Acabamento: as condições de acabamento da superfície são apreciadas em bases visuais, não podendo existir leiras e outros confinamentos laterais, nem camada de macadame seco instável, seja por deficiência de travamento ou excesso de finos superficiais.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação

9.1.1 O agregado graúdo deve atender aos requisitos desta especificação no que tange à abrasão Los Angeles e durabilidade.

9.1.2 O agregado miúdo deve atender aos requisitos desta especificação no que tange aos ensaios de equivalente de areais e durabilidade.

9.1.3 Durante a produção, a granulometria da mistura pode sofrer variações em relação à curva de projeto, respeitadas as seguintes tolerâncias e os limites da faixa granulométrica adotada.

Peneira		% Passando, em Peso
ASTM	mm	
3/8" a 1"	9,5 a 25,4	± 7
nº 40 a nº 4	0,42 a 4,8	± 5
nº 80	0,18	± 3
nº 200	0,074	± 2

9.1.4 Os serviços executados são aceitos, quanto ao controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) quanto à largura da plataforma: não são admitidos valores inferiores aos previstos para a camada;
- b) quanto à espessura da camada acabada:

b.1) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = X - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

$N \geq 9$ (número de determinações efetuadas)

- b.2) a espessura média determinada estatisticamente deve situar-se no intervalo de $\pm 5\%$, em relação à espessura prevista em projeto;

- b.3) não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de $\pm 10\%$, em relação à espessura prevista em projeto.

9.1.5 As medidas de deflexão devem ser inferiores à deflexão máxima admissível de projeto para o tipo da camada.

9.2 Condições de conformidade e não conformidade

9.2.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;
 $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i = valores individuais
 X = média da amostra
 s = desvio padrão
 k = adotado o valor 1,25
 n = número de determinações, no mínimo 9

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;
 Se $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;
 Se $X + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.2.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.2.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.2.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de macadame seco, executado e recebido na forma descrita, é medido pela determinação do volume de material compactado na pista, expresso em metros cúbicos, calculado segundo a seção transversal de projeto.

10.2 No cálculo de volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média X , calculada como indicado anteriormente. Quando X for inferior à espessura de projeto, é considerado o valor de X . No caso de X ser maior do que a espessura de projeto, é considerada a espessura de projeto.

10.3 Considera-se o talude do macadame seco, para fins de cálculo da largura média, igual a 1 : 1.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 Quando for necessário o emprego de camada de bloqueio, conforme descrito nesta especificação, esta não é considerada como objeto de remuneração em separado.

11.4 O preço unitário deve ser compatível com:

- a) a função pretendida para a camada de macadame seco (reforço, sub-base ou base);
- b) com o tipo de material de enchimento utilizado (brita graduada, brita corrida ou outros materiais de enchimento);
- c) com a necessidade ou não de britagem do agregado graúdo.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguazu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/derpr

DER/PR ES-P 04/05

PAVIMENTAÇÃO: MACADAME HIDRÁULICO

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005
Deliberação n.º 281/2005
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 04/91
Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: base; sub-base; macadame hidráulico

12 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de camada de pavimento com emprego de macadame hidráulico. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a Especificação de Serviço DER/PR ES-P 04/91.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção do produto e sua aplicação em camadas de sub-base ou base de pavimentos rodoviários em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- DNER-ME 024/94 - Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman
DNER-ME 035/98 - Agregados – determinação da abrasão “**Los Angeles**”
DNER-ME 054/97 - Equivalente de areia
DNER-ME 083/98 - Agregados – análise granulométrica
DNER-ME 089/94 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
Manual de Pavimentação – DNER, 1996
Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÕES

3.1 Macadame hidráulico é a camada granular composta por agregados graúdos, naturais ou britados, preenchidos por agregados miúdos e aglutinados pela água, cuja estabilidade é obtida pela ação mecânica enérgica de compactação.

3.2 Camada de bloqueio ou isolamento é a porção inferior da camada de macadame hidráulico, limitada à espessura de 0,03 m após compactação, aplicada nos casos em que o macadame hidráulico é assentado diretamente sobre solos com mais de 35% passando na peneira nº 200.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio e aceitação da superfície de camada subjacente;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;

- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a seleção prévia do diâmetro máximo do agregado graúdo, conforme indicação em projeto ou pelo DER/PR;
- e) em dias de chuva.

4.2 Na seleção do diâmetro máximo, da espessura individual por camada e na execução da camada, não é permitido:

- a) diâmetro máximo do agregado graúdo superior a 4" (101,6 mm);
- b) diâmetro máximo do agregado da camada de bloqueio superior a 3/4" (19,1 mm);
- c) diâmetro máximo do agregado do material de enchimento superior a 3/4" (19,1 mm);
- d) espessura da camada individual acabada inferior a 0,12 m e superior a 0,20 m;
- e) utilização de finos sobre o agregado graúdo visando complementação da espessura de projeto da camada de macadame hidráulico acabada;

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Agregado graúdo

- a) O agregado graúdo, constituído por pedra britada resultante de britagem primária (pedra pulmão) de rocha sã ou, em casos especiais, oriundos de materiais pétreos naturais desmontados pela ação de lâmina e escarificador de trator de esteiras ou por simples detonações (basaltos vítreos), deve apresentar fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.
- b) Quando submetidos à avaliação de durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 089/94) deve apresentar perda igual ou inferior a 12%.
- c) A percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35/98) não deve ser superior a 45%. Aspectos particulares relacionados a valores típicos para as perdas neste ensaio são abordados no Manual de Execução.
- d) Deve ser dada preferência para utilização de agregado graúdo de um só tamanho, admitindo-se no máximo o emprego de agregado graúdo separado na peneira classificadora vibratória de 2" (material passante na peneira de ϕ máximo e retido na peneira de 2").

- e) O diâmetro máximo do agregado graúdo deve estar compreendido entre $\frac{1}{2}$ e $\frac{2}{3}$ da espessura final de cada camada executada, não devendo ser superior a 4" (101,6 mm) e nem inferior a 2½" (63,5 mm).
- f) A granulometria do agregado graúdo deve satisfazer a uma das seguintes faixas granulométricas:

Peneiras		Percentagem passando, em peso		
ASTM	Abertura, mm	Faixa A	Faixa B	Faixa C
4"	101,6	100	-	-
3 ½"	88,9	90-100	-	-
3"	76,2	-	100	-
2 ½"	63,5	25-60	90-100	100
2"	50,8	-	35-70	90-100
1 ½"	38,1	0-15	0-15	35-70
1"	25,4	-	-	0-15
¾"	19,1	0-5	0-5	-
½"	12,7	-	-	0-5
Espessura máxima das camadas		0,20 m	0,15 m	0,12 m

5.1.2 Agregado para enchimento

- a) O agregado para enchimento deve ser constituído por finos de britagem com as mesmas características físicas especificadas para o agregado graúdo (forma, resistência ao desgaste e isenção de impurezas), devendo atender a uma das seguintes faixas granulométricas:

Peneiras		Percentagem passando, em peso	
ASTM	Abertura, mm	Faixa A	Faixa B
¾"	19,1	100	-
½"	12,7	85-100	-
⅜"	9,5	-	100
n.º 4	4,8	-	85-100
n.º 10	2,0	55-70	65-83
n.º 40	0,42	30-50	35-50

- b) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 89/94), os agregados utilizados devem apresentar perdas iguais ou inferiores aos seguintes limites:

- agregado graúdo = 12%;
- agregado miúdo = 15%.

- c) O equivalente de areia (método DNER-ME 54/97) para o agregado miúdo deve ser igual ou superior a 40%.

5.1.3 Agregado para camada de bloqueio ou isolamento

- a) Havendo necessidade de utilização de camada de bloqueio ou isolamento, conforme definido em 3.1, o agregado a ser utilizado deve ser constituído de finos de britagem atendendo aos seguintes requisitos de qualidade:
- a.1) características físicas (forma, resistência ao desgaste e isenção de impurezas) equivalentes às especificações para o agregado graúdo;
- a.2) quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 89/94), os agregados utilizados devem apresentar perdas iguais ou inferiores aos seguintes limites:
- agregado graúdo = 12%;
 - agregado miúdo = 15%.
- b) Composição granulométrica idêntica à do material de enchimento especificado em 5.1.2. Em casos especiais, quando a espessura mínima da camada de macadame hidráulico acabada for de 0,15 m e a espessura máxima da camada de bloqueio for de 0,03 m, admite-se a utilização de agregado de um só tamanho ($\frac{3}{4}'' = 19,1$ mm).

5.2 Equipamento

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.2.2 O equipamento básico para execução do macadame hidráulico compreende:

- trator de esteira;
- instalação de britagem compatível com as bitolas e as produções desejadas;
- pá-carregadeira;
- caminhões basculantes;
- distribuidor de agregados e/ou motoniveladora pesada;
- rolo compressor do tipo liso de três rodas ou tandem de 10 a 12 t, ou liso vibratório;
- caminhão-tanque irrigador;
- compactadores portáteis vibratórios;
- equipamentos e ferramentas complementares: pás, carrinhos de mão, marretas, vassourões ou vassouras mecânicas entre outras.

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.3.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender valores e limites definidos nesta especificação e eventuais indicações particulares definidas em projeto, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.3.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.3.5 Preparo da superfície

- a) A superfície que vai receber a camada de macadame hidráulico deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- b) A superfície que vai receber a camada de macadame hidráulico deve apresentar-se sem leiras ou quaisquer obstáculos que possam provocar o confinamento lateral da camada de macadame hidráulico.

5.3.6 Camada de isolamento ou bloqueio

- a) Quando indicada, atendidas as condições descritas em 3.1, esta camada é executada na largura da plataforma de projeto, com espessura máxima de 0,03 m, após compressão.
- b) Após a operação de carregamento, o transporte do material britado da fonte produtora (central de britagem) até o canteiro da obra é feito por caminhões basculantes com capacidade mínima de 9 m³, devidamente cobertos e enlonados, no caso do transporte por vias públicas em operação.
- c) O espalhamento do material de bloqueio é executado com motoniveladora.
- d) A acomodação da camada por compressão é feita com utilização de rolo estático liso, em uma ou no máximo duas passadas.

5.3.7 Camada de agregado graúdo

- a) A execução da camada de agregado graúdo inicia-se pelo carregamento do material nos depósitos ou pátios de estocagem da instalação de britagem. A operação de carga do material deve ser procedida de forma criteriosa, evitando-se a utilização de agregados graúdos lamelares ou com excesso de finos.
- b) Após a operação de carregamento e o transporte por caminhões basculantes, faz-se o espalhamento em uma camada de espessura uniforme e homogênea, uniformemente solta. O espalhamento é feito com motoniveladora pesada ou distribuidor de agregados, na dependência do diâmetro máximo do agregado utilizado.

- c) Após o espalhamento do agregado graúdo, podem ser necessárias as seguintes correções:
 - c.1) remoção de fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície e substituição por agregado graúdo representativo e de boa qualidade;
 - c.2) correção de pontos com excesso ou deficiência de material, após verificação do greide e seção transversal com cordéis, gabaritos e outros instrumentos. No caso de existir deficiência de material, utilizar sempre agregado graúdo representativo e de boa qualidade, sendo vedado o uso de agregado miúdo.
- d) Efetuadas as correções necessárias e previamente ao lançamento do material de enchimento, pode ser obtida uma melhor acomodação do agregado graúdo através de uma única passada do rolo liso, sem vibração.

5.3.8 Operações de enchimento e travamento

- a) O material de enchimento, obedecendo a uma das faixas granulométricas especificadas, o mais seco possível, é espalhado com motoniveladora ou distribuidor de agregados, em quantidade suficiente para preencher os vazios do agregado graúdo.
- b) A aplicação do material de enchimento deve ser feita uma ou mais vezes, durante o que deve-se continuar a compressão e forçar a sua penetração nos vazios do agregado graúdo, com uso de vassouras manuais ou mecânicas.
- c) Quando não for mais possível a penetração do material de enchimento a seco, é iniciada a irrigação da camada. Simultaneamente, deve-se espalhar mais material de enchimento e prosseguir com as operações de compressão.
- d) A irrigação e a aplicação do material de enchimento deve prosseguir até que se forme, na frente do rolo, uma pasta de material de enchimento e água.
- e) A compressão é dada como concluída quando desaparecerem as ondulações à frente do rolo e a camada se apresentar estável e compacta.
- f) Após a compactação e as correções necessárias, a camada deve ser aberta ao tráfego da obra e dos usuários, de forma controlada e direcionada, mantendo-se a superfície umedecida. Esta etapa estende-se por um período suficiente, de forma a garantir a verificação de eventuais problemas localizados de travamento deficiente. Se necessário, eficientes operações corretivas devem ser aplicadas (ver a respeito o contido no Manual de Execução).
- g) Após a limpeza da pista, caso se trate de camada de base, é feito o umedecimento e nova rolagem de acabamento com rolo liso vibratório, preparando-se a base para sua impermeabilização através dos serviços de imprimação.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de reforços, bases ou sub-bases de macadame hidráulico são necessários trabalhos envolvendo a utilização de agregados, além da instalação de britagem.

6.2 Na exploração das ocorrências de materiais:

6.2.1 Quando utilizado material pétreo, os seguintes cuidados devem ser observados na exploração das ocorrências de materiais:

- a) a brita somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações (pedreira e britagem), assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- f) construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;

6.2.2 Em função destes agentes, devem ser obedecidos os seguintes princípios:

- a) Quanto à operação
 - a.1) Os cuidados, para a preservação ambiental, se referem à disciplina do tráfego e ao estacionamento dos equipamentos.
 - a.2) Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos à vegetação e interferências à drenagem natural.
- b) As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução, referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios apresentados nos quadros 1 e 2, apresentados a seguir.

Quadro 1:		Agregados
Tipo da camada	Quantidade	Descrição do ensaio/verificação
Sub-base	→ a cada 400 m ³	{ 01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo 01 ensaio de granulometria de cada produto de britagem
Base	→ a cada 400 m ³	
Nota: sempre que visualmente se observar alterações mineralógicas na bancada da pedreira deve ser feito 01 ensaio de abrasão Los Angeles e 01 ensaio de durabilidade com sulfato de sódio.		

Quadro 2:		Controle de execução na pista
Tipo da camada	Quantidade	Descrição do ensaio/verificação
Sub-base	→ a cada 400 m ³	{ 03 determinações da espessura da camada de bloqueio ou isolamento 03 verificações das condições de enchimento dos vazios do agregado graúdo e travamento através de abertura de poços de inspeção em pontos aleatórios 03 determinações da espessura da fração fina depositada sobre a superfície do agregado graúdo 01 ensaio de granulometria da mistura de agregados utilizada como enchimento ou travamento
Base	→ a cada 400 m ³	
Nota: para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.		

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

- a) Espessura da camada acabada: deve ser medida, no máximo, a cada 20 m, procedendo-se à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, envolvendo, pelo menos, cinco pontos da seção transversal.
- b) Largura da camada acabada: a largura da plataforma acabada é obtida por medidas à trena, executadas a cada 20 m.

8.4 Verificação do acabamento: as condições de acabamento da superfície são apreciadas em bases visuais, não podendo existir leiras e outros confinamentos laterais, nem camada de macadame hidráulico instável, seja por deficiência de travamento ou excesso de finos superficiais.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação

9.1.1 O agregado graúdo deve atender aos requisitos desta especificação no que tange à abrasão Los Angeles e durabilidade.

9.1.2 O agregado miúdo deve atender aos requisitos desta especificação no que tange aos ensaios de equivalente de areia e durabilidade.

9.1.3 Durante a produção, a granulometria dos agregados pode sofrer variações em relação à curva de projeto, respeitadas as seguintes tolerâncias e os limites da faixa granulométrica adotada:

Peneira		% Passando, em Peso
ASTM	mm	
3/8" a 4"	9,5 a 101,6	± 7
nº 10 a nº 4	2,0 a 4,8	± 5
nº 40	0,42	± 3

9.1.4 Os serviços executados são aceitos, quanto ao controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) quanto à largura da plataforma: não são admitidos valores inferiores aos previstos para a camada;
- b) quanto à espessura da camada acabada:
 - b.1) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = X - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

$N \geq 9$ (número de determinações efetuadas)

- b.2) a espessura média determinada estatisticamente deve situar-se no intervalo de $\pm 5\%$, em relação à espessura prevista em projeto;
- b.3) não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de $\pm 10\%$, em relação à espessura prevista em projeto.

9.1.5 As medidas de deflexão devem ser inferiores àquela deflexão máxima admissível de projeto para o tipo da camada.

9.2 Condições de conformidade e não conformidade

9.2.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;
 $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i = valores individuais
 X = média da amostra
 s = desvio padrão
 k = adotado o valor 1,25
 n = número de determinações, no mínimo 9

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;
 Se $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;
 Se $X + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.2.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.2.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.2.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de macadame hidráulico, executado e recebido na forma descrita, é medido pela determinação do volume de material compactado na pista, expresso em metros cúbicos, calculado segundo a seção transversal de projeto.

10.2 No cálculo de volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média X , calculada como indicado anteriormente. Quando X for inferior à espessura de projeto, é considerado o valor de X . No caso de X ser maior do que a espessura de projeto, é considerada a espessura de projeto.

10.3 Considera-se o talude do macadame hidráulico, para fins de cálculo da largura média, igual a 1:1.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 Quando for necessário o emprego de camada de bloqueio, conforme descrito nesta especificação, esta não é considerada como objeto de remuneração em separado.

11.4 O preço unitário deve ser compatível com:

- a) a função pretendida para a camada de macadame hidráulico (sub-base ou base);
- b) com o tipo de material de enchimento utilizado (brita graduada, brita corrida ou outros materiais de enchimento);
- c) com a necessidade ou não de britagem do agregado graúdo.



**Departamento de
Estradas de Rodagem
do Estado do Paraná -
DER/PR**

Avenida Iguazu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
www.der.pr.gov.br

DER/PR ES-P 05/18

PAVIMENTAÇÃO: BRITA GRADUADA

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 27/03/2018
Deliberação n.º 060/2018
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 05/05
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavra-chave: base, sub-base, brita graduada

13
páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de camada de bases ou sub-bases de pavimento através da confecção de brita graduada. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 05/05 e as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no país.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na produção e aplicação de bases ou sub-bases granulares, do tipo brita graduada, com o objetivo de construir ou conservar pavimentos.

2 REFERÊNCIAS

- DNER-ME 024 - Determinação das deflexões pela viga Benkelman
- DNER-ME 035 - Determinação da abrasão Los Angeles
- DNER-ME 054 - Equivalente de areia
- DNER-ME 083 - Análise granulométrica
- DNER-ME 089 - Avaliação da durabilidade pelo emprego de solução de sulfato de sódio ou de magnésio
- DNER-ME 092 - Determinação da massa específica aparente "in situ"
- DNER-PRO 277 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
- DNIT 164 ME - Compactação utilizando amostras não trabalhadas
- DNIT 172 ME - Determinação do ISC utilizando amostras não trabalhadas
- DNIT 011-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias
- Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
- Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÃO

3.1 Brita graduada é a camada de base ou sub-base, composta por mistura em usina de produtos de britagem, apresentando granulometria contínua, cuja estabilização é obtida pela ação mecânica do equipamento de compactação.

4 CONDIÇÕES GERAIS

- 4.1 A brita graduada pode ser empregada como base ou sub-base de pavimento.
- 4.2 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície a receber a camada de brita graduada (regularização do subleito ou sub-base), caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) em dias de chuva.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Agregados

- a) Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem e classificação de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.
- b) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 89, os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
 - agregados graúdos 12 %
 - agregados miúdos 15 %
- c) Para o agregado retido na peneira nº 10, a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35) não deve ser superior a 50%. Aspectos particulares, relacionados a valores típicos para as perdas nesse ensaio, são abordados no Manual de Execução.
- d) A fração passante na peneira nº 4 deve apresentar o equivalente de areia, determinado pelo método DNER-ME 54, superior a 40%.
- e) A percentagem de grãos de forma defeituosa, obtida no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução, não deve ser superior a 20%.

5.1.2 Brita Graduada

- a) A composição granulométrica da brita graduada deve estar enquadrada em uma das seguintes faixas:

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso		
ABNT	Abertura, mm	Faixa I	Faixa II	Faixa III
2"	50,8	100	-	-
1 1/2"	38,1	90-100	100	100
1"	25,4	-	-	77-100
3/4"	19,1	50-85	60-95	66-88
3/8"	9,5	35-65	40-75	46-71
n.º 4	4,8	25-45	25-60	30-56
n.º 10	2,0	18-35	15-45	20-44
n.º 40	0,42	8-22	8-25	8-25
n.º 200	0,074	3-9	2-10	5-10

NOTA. Outras faixas granulométricas, poderão ser utilizadas, desde que devidamente justificadas pelo projeto e aprovadas pelo DER/PR.

- b) A percentagem de material que passa na peneira nº 200 não deve ultrapassar a 2/3 da percentagem que passa na peneira nº 40.
- c) Para camadas de base, a percentagem passante na peneira nº 40 não deve ser inferior a 12%.
- d) A diferença entre as percentagens passantes nas peneiras nº 4 e no 40 deve estar compreendida entre 20 e 30%.
- e) O índice de suporte Califórnia, obtido através do ensaio DNIT 172 ME, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%.

5.2 Equipamentos

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o início da execução dos serviços.

5.2.2 Os seguintes equipamentos são utilizados para a execução de camadas de brita graduada:

- a) Instalação de britagem: adequadamente projetada de forma a produzir bitolas que permitam a obtenção da granulometria pretendida para a brita graduada, atendendo aos cronogramas previstos para a obra;
- b) Pá-carregadeira;
- c) Central de mistura dotada de unidade dosadora com, no mínimo, três silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill";
- d) Caminhões basculantes;

- e) Caminhão-tanque irrigador;
- f) Motoniveladora pesada;
- g) Vibroacabadora ou distribuidor de agregados autopropulsionado;
- h) Rolos compactadores do tipo liso vibratório;
- i) Rolos compactadores de pneumáticos de pressão regulável;
- j) Compactadores portáteis, manuais ou mecânicos;
- k) Ferramentas manuais diversas.

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos nas informações e recomendações de Ordem Geral procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.3.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.3.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.3.5 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental exclusivamente por deficiência de espessura, não há necessidade de remover, mas de promover eventuais ajustes necessários através de nova aplicação de brita graduada sobre a superfície do segmento experimental originalmente executado, homogeneização, correção de umidade e recompactação.

5.3.6 Preparo da superfície

- a) A superfície que receber a camada de base ou sub-base de brita graduada deve apresentar-se desempenada e limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- b) Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à distribuição da brita graduada.

5.3.7 Produção da brita graduada

- a) A rocha são extraída da pedreira indicada é previamente britada e classificada em bitolas, a serem definidas em função da granulometria objetivada para a mistura.
- b) A central de mistura deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.
- c) As bitolas obtidas, acumuladas nos silos da central de mistura, são combinadas no misturador, acrescentando-se ainda a água necessária à condução da mistura de agregados à respectiva umidade ótima, mais o acréscimo destinado a fazer frente às perdas verificadas nas operações construtivas subseqüentes. Deve ser previsto o eficiente abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção.

5.3.8 Transporte da brita graduada

- a) A brita graduada produzida na central é descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e em seguida transportada para a pista.
- b) Não é permitida a estocagem do material usinado.
- c) Não é permitido o transporte de brita para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhada, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.

5.3.9 Distribuição da mistura

- a) A definição da espessura do colchão de material solto que, após compressão, permita a obtenção da espessura de projeto e sua conformação adequada, deve ser obtida a partir da verificação dos resultados do trecho experimental.
- b) A distribuição da mistura, sobre a camada anterior previamente liberada pelo DER/PR, é realizada com vibroacabadora ou distribuidor de agregados, capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação.
- c) Opcionalmente, e a exclusivo juízo do DER/PR, a distribuição da brita graduada pode ser procedida pela ação de motoniveladora. Neste caso, a brita graduada é descarregada dos basculantes em leiras, sobre a camada anterior liberada pelo DER/PR, devendo ser estabelecidos critérios de trabalho que assegurem a qualidade do serviço.
- d) É vedado o uso, no espalhamento, de equipamentos ou processos que causem segregação do material.
- e) A espessura da camada individual acabada deve situar-se no intervalo de 0,10 a 0,17 m, no máximo. Quando se desejar camadas de bases ou sub-bases de maior espessura, os serviços devem ser executados em mais de

uma camada, segundo os critérios descritos no Manual de Execução. Espessuras no intervalo de 0,17 a 0,20 m somente são aceitas, quando executadas em camada única, se a eficiência do equipamento de compressão for atestada, pela obtenção de grau de compactação uniforme em toda a espessura da camada.

- f) A distribuição da mistura deve ser procedida de forma a evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.

5.3.10 Compressão

- a) A energia de compactação a ser adotada como referência para a execução da brita graduada é, no mínimo, a modificada. No entanto, na execução do trecho experimental deve-se verificar se a camada em execução aceita energia superior à modificada. Se isto for possível, esta nova energia de compactação é adotada, e respaldada laboratorialmente por ensaio de compactação adaptado, o qual define a umidade ótima e a massa específica aparente seca máxima de referência. Para esta finalidade, laboratorialmente devem ser ensaiadas energias de compactação com variação de número de golpes/camada superiores aos especificados para a energia modificada.
- b) A compactação da camada deve ser executada, idealmente, no ramo seco, com umidade cerca de 1% abaixo da ótima obtida no ensaio de compactação (energia modificada ou nova energia adotada a partir da execução do trecho experimental). De qualquer forma, o teor da umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de - 2%, a + 1% em relação à umidade ótima.
- c) A compactação da brita graduada é executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.
- d) Nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo dos bordos para o eixo, e nas curvas, partindo do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida.
- e) Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego do caminhão-tanque irrigador.
- f) Eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais devem se processar fora da área de compressão.
- g) A compactação deve evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNIT 164 ME, executado com a energia adotada (modificada ou superior). O número de passadas do equipamento compactador necessário

para a obtenção das condições de densificação especificadas, é definido em função dos resultados obtidos dos trechos experimentais.

- h) Em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

5.3.11 Observações gerais

- a) A sub-base (ou base) de brita graduada não deve ser submetida à ação direta do tráfego. Em caráter excepcional, o DER/PR pode autorizar a liberação de tráfego, por curto intervalo de tempo e desde que tal fato não prejudique a qualidade do serviço.
- b) Quando é prevista a imprimação da camada de brita graduada, a mesma deve ser realizada após a conclusão da compactação, tão logo se constate a evaporação do excesso de umidade superficial. Antes da aplicação da pintura betuminosa, a superfície deve ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de bases ou sub-bases de brita graduada são necessários trabalhos envolvendo a utilização de agregados, além da instalação de britagem.

6.2 Na exploração das ocorrências de materiais:

6.2.1 Quando utilizado material pétreo, os seguintes cuidados devem ser observados na exploração das ocorrências de materiais:

- a) a brita somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações (pedreira e britagem), assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;

- f) construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;

6.2.2 Em função destes agentes, devem ser obedecidos os seguintes princípios:

a) Quanto à operação

- a.1) Os cuidados, para a preservação ambiental, se referem à disciplina do tráfego e ao estacionamento dos equipamentos.
- a.2) Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos à vegetação e interferências à drenagem natural.
- a.3) As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios apresentados nos Quadros 1, 2 e 3 apresentados a seguir.

Quadro 1 – Agregados	
Quantidade	Descrição
No início da obra e sempre que houver variação nas características da pedreira	
01	Abrasão Los Angeles
01	Durabilidade com sulfato de sódio (gráudo e miúdo)
01	Lameralidade (ver Manual de Execução DER/PR)

Quadro 2 – Brita graduada na usina	
Quantidade	Descrição
Para cada 400 m³ de mistura produzida:	
01	Determinação do teor de umidade – Método expedito da frigideira
01	Granulometria por via lavada
01	Equivalente de areia

Quadro 3 – Brita graduada na pista	
Quantidade	Descrição
a) Para cada 150 m³ de mistura aplicada:	
01	Determinação de massa específica aparente seca “in situ”, após compactação
01	Determinação do teor de umidade antes da compactação – método expedito da frigideira
b) Para cada 8.000 m³ de mistura aplicada:	
01	Determinação do índice de suporte Califórnia

Nota: para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho com medidas de deflexão (DNER-ME 24) em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR, quando julgar necessário, a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 Verificação final da qualidade

8.2.1 Espessura da camada: deve ser medida a espessura, no mínimo a cada 20m por nivelamento do eixo e dos bordos, após a execução da camada, envolvendo no mínimo cinco pontos da seção transversal.

8.2.2 Largura executada: a verificação da largura da plataforma, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena em espaçamento de, pelo menos, 20m.

8.2.3 Acabamento da superfície: as condições de acabamento da superfície são apreciadas em bases visuais. Especial atenção deve ser conferida à verificação da presença de segregação superficial. A este respeito, reportar-se ao Manual de Execução.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais e da brita graduada

9.1.1 Os agregados utilizados são aceitos desde que:

- a) Sejam atendidos os requisitos desta especificação no que tange à abrasão Los Angeles, durabilidade, lamelaridade e equivalente de areia;

9.1.2 A brita graduada é aceita desde que atendidas as seguintes condições:

- a) A composição e demais requisitos granulométricos das amostras de brita

graduada ensaiadas atendam ao estabelecido nas alíneas “a” a “d” do item 5.1.2 desta especificação;

- b) Durante a produção, a granulometria da mistura pode sofrer variações em relação à curva de projeto, desde que respeitadas as seguintes tolerâncias e os limites da faixa granulométrica adotada:

Peneira		%Passando, em Peso	
ASTM	mm	Sub-base	Base
2”	50,8	± 5	± 5
nº 4 a 1 ½”	4,8 a 38,1	± 10	± 8
nº 40 a nº 10	0,42 a 2,00	± 5	± 3
nº 200	0,074	± 3	± 3

Nota Importante: Não são aceitas composições granulométricas de amostras de brita graduada ensaiadas que, embora estejam contidas na “faixa de trabalho”, não atendam aos requisitos estabelecidos nas alíneas “b”, “c” e “d” do item 5.1.2 desta especificação.

9.2 Aceitação do controle geométrico e de acabamento

9.2.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de controle geométrico e de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada;
- b) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = \bar{X} - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

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

$N \geq 9$ (nº de determinações efetuadas)

- a espessura média determinada estatisticamente não deve ser menor do que a espessura de projeto menos 0,01 m;
- não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo $\pm 0,02$ m em relação à espessura de projeto;
- em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de brita graduada com espessura média inferior à de projeto, a diferença é compensada estruturalmente na (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
- em caso de aceitação de camada de brita graduada, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura superior à de projeto, a diferença não é deduzida da (s) espessura (s) da (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).

- as condições de acabamento, apreciadas pelo DER/PR em bases visuais, devem ser julgadas satisfatórias.

9.3 Condições de conformidade e não conformidade

9.3.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;

\bar{X} – média da amostra;

s – desvio padrão;

k – adotado o valor 1,25;

n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.3.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.3.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.3.4 Qualquer serviço só é aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de brita graduada, executado e recebido na forma descrita, é medido em metros cúbicos de sub-base ou base compactada na pista, fazendo-se distinção em relação à energia de compactação empregada. Considera-se o talude da brita graduada equivalente a 1:1,5, para fins de cálculo da largura média de projeto.

10.2 No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média \bar{X} calculada como indicado anteriormente, limitada à espessura de projeto;

10.3 Volumes superiores aos limites referidos nos parágrafos anteriores, para cada trecho, só são medidos e encaminhados para pagamento se previamente justificados pelo DER/PR e aprovados pelo diretor do DER/PR responsável pela obra.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada na energia de compactação empregada.



**Departamento de
Estradas de Rodagem
do Estado do Paraná -
DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 06/18

PAVIMENTAÇÃO – BRITA CORRIDA

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 27/03/2018
Deliberação n.º 060/2018
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 06/05
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavra-chave: base, sub-base, brita corrida

13 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de bases ou sub-bases de brita corrida. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação de serviço DER/PR ES-P 06/05 e as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no país.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na execução de bases ou sub-bases de brita corrida, com o objetivo de construir ou reforçar pavimentos.

2 REFERÊNCIAS

- DNER-ME 024 - Determinação das deflexões pela viga Benkelman
- DNER-ME 035 - Determinação da abrasão Los Angeles
- DNER-ME 054 - Equivalente de areia
- DNER-ME 083 - Análise granulométrica
- DNER-ME 089 - Avaliação da durabilidade pelo emprego de solução de sulfato de sódio ou de magnésio
- DNER-ME 092 - Determinação da massa específica aparente "in situ"
- DNER-PRO 277 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
- DNIT 164 ME - Compactação utilizando amostras não trabalhadas
- DNIT 172 ME - Determinação do ISC utilizando amostras não trabalhadas
- DNIT 011-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias
- Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
- Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÕES

Brita corrida é a camada de base ou sub-base composta por produtos resultantes de britagem primária de rocha sã, enquadrados em uma condição granulométrica contínua, que assegure estabilidade à camada, após adequadas operações de espalhamento e compactação.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 A brita corrida pode ser empregada como base ou sub-base de pavimentos.

4.2 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície a receber a camada de brita corrida, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;

- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) em dias de chuva.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Agregados

- a) Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.
- b) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 89/94, os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
- agregados graúdos 12 %
 - agregados miúdos 15 %
- c) Para o agregado retido na peneira nº 10, a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35) não deve ser superior a 50%. Aspectos particulares relacionados a valores típicos para as perdas nesse ensaio são abordados no Manual de Execução.

5.1.2 Brita Corrida

- a) A composição granulométrica da brita corrida pode estar enquadrada em uma das seguintes faixas:

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso		
ABNT	Abertura, mm	Faixa I	Faixa II	Faixa III
2"	50,8	100	-	-
1 ½"	38,1	90-100	100	100
1"	25,4	-	-	77-100
¾"	19,1	50-85	60-95	66-88
⅝"	9,5	35-65	40-75	46-71
n.º 4	4,8	25-45	25-60	30-56
n.º 10	2,0	18-35	15-45	20-44
n.º 40	0,42	8-22	8-25	8-25
n.º 200	0,074	3-9	2-10	5-10

- b) A percentagem de material que passa na peneira nº 200 não deve ultrapassar a 2/3 da percentagem que passa na peneira nº 40.
- c) A fração passante na peneira nº 4 deve apresentar o equivalente de areia, determinado pelo método DNER-ME 54, superior a 40%.
- d) A percentagem de grãos de forma defeituosa, obtida no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução, não deve ser superior a 20%.
- e) O índice de suporte Califórnia, obtido através do ensaio DNIT 172 ME, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%.
- f) O emprego de outras faixas granulométricas é abordado no Manual de Execução.

5.2 Equipamentos

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o início da execução dos serviços.

5.2.2 Os seguintes equipamentos são utilizados para a execução de camada de brita corrida:

- a) Instalação de britagem: adequadamente projetada de forma a produzir bitolas que permitam a obtenção da granulometria pretendida para a brita corrida, atendendo aos cronogramas previstos para a obra;
- b) Pá-carregadeira;
- c) Caminhões basculantes;
- d) Caminhão-tanque irrigador;
- e) Motoniveladora pesada;
- f) Vibroacabadora ou distribuidor de agregados autopropulsionado;
- g) Rolos compactadores do tipo liso vibratório;
- h) Rolos compactadores de pneumáticos de pressão regulável;
- i) Compactadores portáteis, manuais ou mecânicos;
- j) Ferramentas manuais diversas.

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos nas informações e recomendações de Ordem Geral procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.3.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.3.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.3.5 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental exclusivamente por deficiência de espessura, não há necessidade de remover, mas de promover eventuais ajustes necessários através de nova aplicação de brita corrida sobre a superfície do segmento experimental originalmente executado, homogeneização, correção de umidade e recompactação.

5.3.6 Preparo da superfície

- a) A superfície que recebe a camada de base ou sub-base de brita corrida deve apresentar-se desempenada e limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- b) Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à distribuição da brita corrida.

5.3.7 Produção da brita corrida

- a) A rocha sã extraída da pedreira indicada é submetida à britagem primária, devendo resultar um produto de granulometria contínua, enquadrado em uma das faixas granulométricas especificadas.

5.3.8 Carga e transporte da brita corrida

- a) A brita corrida produzida e estocada em pilhas é carregada nos caminhões basculantes pela ação da pá-carregadeira especificada. Durante a operação de carga devem ser tomadas todas as precauções necessárias para evitar a contaminação com materiais estranhos à brita corrida, assim como segregação do material.
- b) A brita corrida é transportada para a pista e descarregada em leiras, sobre a camada anterior liberada pela Fiscalização.

- c) Não é permitido o transporte da brita corrida para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhada, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.

5.3.9 Distribuição e incorporação de água

- a) A definição da espessura do colchão de material solto que, após compressão, permita a obtenção da espessura de projeto e sua conformação adequada, deve ser obtida a partir da verificação dos resultados do trecho experimental.
- a) A distribuição da brita corrida, sobre a camada anterior previamente liberada pelo DER/PR, é realizada com vibroacabadora ou distribuidor de agregados, capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação. Opcionalmente, e a exclusivo juízo do DER/PR, a distribuição da brita graduada pode ser procedida pela ação de motoniveladora. Neste caso, a brita corrida é descarregada dos basculantes em leiras, devendo ser estabelecidos critérios de trabalho que assegurem a qualidade do serviço
- b) A espessura da camada individual acabada deve situar-se no intervalo de 0,10 a 0,17 m. Quando se desejar camadas de bases ou sub-bases de maior espessura, os serviços deverão ser executados em mais de uma camada, segundo os critérios descritos no Manual de Execução. Espessuras no intervalo de 0,17 a 0,20 m somente serão aceitas, quando executadas em camada única, se a eficiência do equipamento de compressão for atestada, pela obtenção de grau de compactação uniforme em toda a espessura da camada.
- c) Concluído o espalhamento da brita corrida, são executadas as operações de incorporação de água à camada, pela ação do caminhão-tanque irrigador, e de revolvimento e homogeneização com a lâmina da motoniveladora. O teor de umidade da mistura homogeneizada deve estar compreendido no intervalo de - 2% a + 1% em relação à umidade ótima obtida no ensaio de compactação DNIT 164 ME, executado com a energia especificada (energia modificada ou energia superior, adotada a partir da execução do trecho experimental). É desejável a obtenção de um teor de umidade situado no ramo seco, cerca de 1% abaixo da umidade ótima.
- d) É vedado o uso, no espalhamento, de equipamentos ou processos que causem segregação do material. A ocorrência de locais em que se evidencie o fenômeno de segregação, deve ser objeto de tratamento específico, previamente ao início da compressão. Detalhes a respeito integram o Manual de Execução.
- e) A camada em execução recebe, em seguida, a conformação final, sendo preparada para a compactação.

5.3.10 Compactação

- a) A energia de compactação a ser adotada como referência para a execução da brita corrida é, no mínimo, a modificada. No entanto, na execução do trecho experimental deve-se verificar se a camada em execução aceita energia superior à modificada. Se isto for possível, esta nova energia de compactação é adotada, e respaldada laboratorialmente por ensaio de compactação adaptado, o qual define a umidade ótima e a massa específica aparente seca máxima de referência. Para esta finalidade, laboratorialmente devem ser ensaiadas energias de compactação com variação de número de golpes/camada iguais, respectivamente, a 55 (energia modificada), 75, 100, 125 e 150 golpes
- b) A compactação da brita corrida é executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.
- c) Nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo dos bordos para o eixo, e nas curvas, partindo do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida.
- d) Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego do caminhão-tanque irrigador.
- e) Eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais, devem se processar fora da área de compressão.
- f) A compactação deve evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNIT 164 ME, executando com a energia adotada (modificada ou superior). O número de passadas do equipamento compactador necessário para a obtenção das condições de densificação especificadas, é definido em função dos resultados obtidos do trecho experimental.
- g) Em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

5.3.11 Observações gerais

- a) Especial atenção deve ser conferida às etapas referentes à descarga, ao espalhamento e à homogeneização da umidade da brita corrida, de modo a minimizar a segregação.
- b) Eventuais defeitos localizados observados após as operações de compactação são objeto específico de tratamento, removendo-se o material existente e substituindo-o por nova brita corrida, adequadamente submetida a processos de umedecimento e compactação.

- c) A ocorrência de regiões em que se evidencie a falta de finos requer operação de "salgamento", pela adição de finos de britagem, irrigação e posterior compactação. Deve-se evitar o excesso de finos na superfície, que possam gerar "lamelas" prejudiciais ao bom desempenho da camada.
- d) A sub-base ou base de brita corrida não deve ser submetida à ação direta do tráfego. Em caráter excepcional, a Fiscalização pode autorizar a liberação ao tráfego, por curto espaço de tempo e desde que tal fato não prejudique a qualidade do serviço.
- e) Quando for prevista a imprimação da camada de brita corrida, a mesma é realizada após a conclusão da compactação, tão logo se constate a evaporação do excesso de umidade superficial. Antes da aplicação da pintura betuminosa, a superfície deve ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de bases ou sub-bases de brita corrida são necessários trabalhos envolvendo a utilização de agregados, além da instalação de britagem.

6.2 Na exploração das ocorrências de materiais:

6.2.1 Quando utilizado material pétreo, os seguintes cuidados devem ser observados na exploração das ocorrências de materiais:

- a) a brita somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações (pedreira e britagem), assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- f) construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;

6.2.2 Em função destes agentes, devem ser obedecidos os seguintes princípios:

a) Quanto à operação

- a.1) Os cuidados, para a preservação ambiental, se referem à disciplina do tráfego e do estacionamento dos equipamentos.
- a.2) Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências à drenagem natural.
- a.3) As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios apresentados nos Quadros 1, 2 e 3 apresentados a seguir.

Quadro 1 – Agregados	
Quantidade	Descrição
No início da obra e sempre que houver variação nas características da pedra	
01	Abrasão Los Angeles
01	Durabilidade com sulfato de sódio (gráudo e miúdo)
01	Lameralidade (ver Manual de Execução DER/PR)

Quadro 2 – Brita corrida na britagem	
Quantidade	Descrição
Para cada 400 m³ de brita corrida produzida:	
02	Ensaio de granulometria por via lavada
01	Ensaio de lamelaridade (ver Manual de Execução DER/PR)
01	Equivalente de areia

Quadro 3 – Brita corrida na pista	
Quantidade	Descrição
a) Para cada 150 m³ de brita corrida aplicada:	
01	Determinação do teor de umidade antes da compactação – Método expedito da frigideira
01	Determinação de massa específica aparente seca “in situ”, após compactação
c) Para cada 8.000 m³ de brita corrida aplicada:	
01	Ensaio de índice de suporte Califórnia

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR, quando julgar necessário, a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 Verificação final da qualidade

8.2.1 Espessura da camada: deve ser medida a espessura, no mínimo a cada 20 m por nivelamento do eixo e dos bordos, após a execução da camada, envolvendo no mínimo cinco pontos da seção transversal.

8.2.2 Largura executada: a verificação da largura da plataforma, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena em espaçamento de, pelo menos, 20m.

8.2.3 Acabamento da superfície: as condições de acabamento da superfície são apreciadas em bases visuais. Especial atenção deve ser conferida à verificação da presença de segregação superficial. A este respeito, reportar-se ao Manual de Execução.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais e da brita corrida:

9.1.1 Os agregados utilizados são aceitos desde que:

- a) Sejam atendidos os requisitos desta especificação no que tange à abrasão Los Angeles, durabilidade, lamelaridade e equivalente de areia;

9.1.2 A brita corrida é aceita desde que atendidas as seguintes condições:

- a) A composição e demais requisitos granulométricos das amostras de brita corrida ensaiadas atendam ao estabelecido nas alíneas “a” a “c” do item 5.1.2 desta especificação;
- b) Durante a produção, a granulometria da mistura pode sofrer variações em relação à curva de projeto, desde que respeitadas as seguintes tolerâncias e os limites da faixa granulométrica adotada:

Peneira		%Passando, em Peso	
ASTM	mm	Sub-base	Base
2”	50,8	± 5	± 5
nº 4 a 1 ½”	4,8 a 38,1	± 10	± 8
nº 40 a nº 10	0,42 a 2,00	± 5	± 3
nº 200	0,074	± 3	± 3

Nota Importante: Não são aceitas composições granulométricas de amostras de

brita corrida ensaiadas que, embora estejam contidas na “faixa de trabalho”, não atendam aos requisitos estabelecidos nas alíneas “b” e “c” do item 5.1.2 desta especificação.

9.2 Aceitação do controle geométrico e de acabamento

9.2.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de controle geométrico e de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

- a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada;
- a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = \bar{X} - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

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

$N \geq 9$ (nº de determinações efetuadas)

- a espessura média determinada estatisticamente não deve ser menor do que a espessura de projeto menos 0,01 m;
- não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo $\pm 0,02$ m em relação à espessura de projeto;
- em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de brita graduada com espessura média inferior à de projeto, a diferença é compensada estruturalmente na (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
- em caso de aceitação de camada de brita graduada, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura superior à de projeto, a diferença não é deduzida da (s) espessura (s) da (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
- as condições de acabamento, apreciadas pelo DER/PR em bases visuais, devem ser julgadas satisfatórias.

9.3 Condições de conformidade e não conformidade

9.3.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;

$\bar{X} - ks \geq$ valor mínimo especificado e $\bar{X} + ks \leq$ valor máximo de projeto: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;

\bar{X} – média da amostra;

s – desvio padrão;

k – adotado o valor 1,25;

n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} - ks <$ valor mínimo especificado: não conformidade;

Se $\bar{X} - ks \geq$ valor mínimo especificado: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} + ks >$ valor máximo especificado: não conformidade;

Se $\bar{X} + ks \leq$ valor máximo especificado: conformidade.

9.3.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.3.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.3.4 Qualquer serviço só é aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de brita corrida, executado e recebido na forma descrita, é medido em metros cúbicos de sub-base ou base compactada na pista, fazendo-se distinção em relação à energia de compactação empregada (modificada ou superior à modificada). Considerar-se-á o talude da brita corida equivalente a 1:1,5, para fins de cálculo da largura média de projeto.

10.2 No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média \bar{X} calculada como indicado anteriormente, limitada à espessura de projeto;

10.3 Volumes superiores aos limites referidos nos parágrafos anteriores, para cada trecho, só são medidos e encaminhados para pagamento se previamente justificados pelo DER/PR e aprovados pelo diretor do DER/PR responsável pela obra.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada na energia de compactação empregada.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguazu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 07/05

PAVIMENTAÇÃO: CAMADAS ESTABILIZADAS GRANULOMETRICAMENTE

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005

Deliberação n.º 281/2005

Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 07/91

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: base; sub-base; reforço do subleito;
estabilização granulométrica

16 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de camadas estabilizadas granulometricamente. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos a materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação de serviço DER/PR ES-P 07/91 e as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no país.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção do produto e sua aplicação em camadas de reforço do subleito, sub-base ou base de pavimentos rodoviários em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- DNER-ME 024/94 - Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman;
- DNER-ME 035/98 - Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”;
- DNER-ME 049/94 - Solos – determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas;
- DNER-ME 080/94 - Solos – análise granulométrica por peneiramento;
- DNER-ME 082/94 - Solos – determinação do limite de plasticidade;
- DNER-ME 122/94 - Solos – determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito;
- DNER-ME 092/94 - Solo - determinação da massa específica aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia;
- DNER-ME 129/94 - Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas;
- DNER-PRO 277/97 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;
- DNIT 011/2004-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias;
- DNIT 068/2004-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento;
- Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR;
- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR;
- Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÕES

3.1 Camadas estabilizadas granulometricamente compreendem os reforços do subleito, sub-bases ou bases, constituídas por solos naturais, rochas alteradas, mistura de solos, mistura de diferentes tipos de agregados (brita, areia, etc.) ou ainda quaisquer combinações de materiais granulares que apresentem estabilidade e durabilidade adequadas, para resistir às cargas previstas e à ação dos agentes climáticos, quando convenientemente compactadas.

3.2 As camadas estabilizadas granulometricamente com emprego de solos arenosos finos lateríticos, misturas do tipo solo-brita, britas graduadas, britas corridas e macadames hidráulicos e secos, são objeto de especificações de serviço próprias.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Camadas estabilizadas granulometricamente podem ser empregadas como base, sub-base ou reforço do subleito de pavimentos.

4.2 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície a receber a camada, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) em dias de chuva.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Para reforço de subleito

- a) Os materiais utilizados em camadas de reforço do subleito devem ser isentos de matéria vegetal e impurezas prejudiciais:
- b) O índice de suporte Califórnia, determinado segundo o método DNER-ME 49/94, deve ser igual ou superior ao valor do índice de suporte Califórnia considerado no projeto para o subleito. A energia de compactação utilizada pode ser a normal ou a intermediária, na dependência do tipo de material empregado.
- c) A expansão obtida no mesmo ensaio deve ser, no máximo, de 0,5%.
- d) O diâmetro máximo de partículas deve ser de 3", e compatível com a espessura da camada acabada.

5.1.2 Para sub-base

- a) Os materiais utilizados em camadas de sub-base devem ser isentos de matéria vegetal e impurezas prejudiciais:
- b) O índice de suporte Califórnia, determinado segundo o método DNER-ME 49/94, deve ser de, no mínimo, 30%. A energia de compactação utilizada pode ser a intermediária ou a modificada, na dependência do tipo de material empregado.
- c) A expansão obtida no referido ensaio deve ser, no máximo, de 0,5%.

- d) O diâmetro máximo de partículas deve ser de 2".
- e) O índice de grupo deve ser igual a zero.

5.1.3 Para base

- a) Os materiais utilizados como base devem ser isentos de matéria vegetal e impurezas prejudiciais:
- b) A composição granulométrica da camada estabilizada granulometricamente pode estar enquadrada em uma das seguintes faixas:

Peneira		% Passando, em Peso					
ASTM	mm	I	II	III	IV	V	VI
2"	50,8	100	100	-	-	-	-
1"	25,4	-	75-90	100	100	100	100
3/8"	9,5	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-
n° 4	4,8	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	70-100
n° 10	2,0	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100
n° 40	0,42	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
n° 200	0,074	2-8	5-15	5-20	5-20	6-20	8-25
TRÁFEGO		LEVE/MÉDIO/PESADO				LEVE/MÉDIO	
NÚMERO "N"		-				$\leq 5 \times 10^6$	

- c) A percentagem de material que passa na peneira n° 200 não deve ultrapassar a 2/3 da percentagem que passa na peneira n° 40.
- d) O agregado retido na peneira n° 10 não deve ter partículas moles nem impurezas nocivas, devendo apresentar perda máxima no ensaio de abrasão Los Angeles (método DNER-ME 35/98) de 55%. Aspectos particulares relacionados a este requisito são abordados no Manual de Execução.
- e) O limite de liquidez (DNER-ME 122/94) deve ser igual ou inferior a 25%, e o índice de plasticidade (DNER-ME 82/94) igual ou inferior a 6%.
- f) O índice de suporte Califórnia (DNER-ME 49/94), deve apresentar os seguintes valores mínimos:
- f.1) para $N \leq 5 \times 10^6$: 60%;
- f.2) para $N > 5 \times 10^6$: 80%;
- f.3) a energia de compactação utilizada pode ser a intermediária ou a modificada, na dependência do tipo de material empregado.
- g) A expansão medida no ensaio do ISC não deve ser superior a 0,3%.

- h) Pode ser admitida a utilização de outros materiais, conforme discriminado no Manual de Execução.

5.2 Equipamentos

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.2.2 Os seguintes equipamentos são utilizados para a execução na pista (com ou sem mistura de materiais) de camadas estabilizadas granulometricamente:

- a) Trator de esteiras;
- b) Pá-carregadeira;
- c) Caminhões basculantes;
- d) Motoniveladora pesada;
- e) Grade de discos e/ou pulvimisturador;
- f) Trator agrícola;
- g) Caminhão-tanque irrigador;
- h) Rolos compactadores do tipo pé-de-carneiro vibratório, ou liso vibratório e pneumático de pressão regulável.

5.2.3 Caso os serviços sejam executados com mistura em usina, outros equipamentos são necessários, a saber:

- a) Central de mistura dotada de unidade dosadora com 3 silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill";
- b) Distribuidor de agregados (para solos) autopropulsionado.

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento "Informações e Recomendações de Ordem Geral", procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.3.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender valores e limites definidos nesta especificação e eventuais indicações particulares definidas em projeto, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com

as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.3.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.3.5 Serviços executados na pista (com ou sem mistura de materiais)

a) Preparo da superfície

a.1) a superfície a receber a camada estabilizada granulometricamente deve estar perfeitamente limpa e desempenada, devendo ter recebido a prévia aprovação por parte da Fiscalização;

a.2) eventuais defeitos existentes devem ser necessariamente reparados, antes da distribuição do material.

b) Extração dos materiais nas jazidas

b.1) a(s) jazida(s) indicada(s) no projeto deve (m) ser objeto de criterioso zoneamento, com vistas à seleção de materiais que atendam às características especificadas;

b.2) durante a operação de carga, devem ser tomadas as precauções necessárias para evitar a contaminação por materiais estranhos.

c) Transporte e distribuição

c.1) não é permitido o transporte do material para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhado (a), não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento;

c.2) os caminhões basculantes descarregam as respectivas cargas em pilhas sobre a pista, com adequado espaçamento;

c.3) o espalhamento é efetuado mediante atuação da motoniveladora;

c.4) em caso de utilização de dois materiais, admitem-se os seguintes procedimentos de mistura alternativos:

Mistura Prévia:

1. A dosagem é executada com base na determinação dos pesos secos ao ar, das medidas-padrão dos dois materiais. A medida-padrão pode ser a concha da pá carregadeira utilizada no carregamento do material;
2. Conhecidos os números de medidas-padrão de cada material, que melhor reproduzam a dosagem projetada, é iniciado o processo de mistura, em local próximo a uma das jazidas;
3. Depositam-se alternadamente os dois materiais, em lugar apropriado e na proporção desejada. A mistura é então processada, revolvendo-se o monte formado com evoluções da concha da pá carregadeira;
4. Para evitar eventuais erros na contagem do número de medidas-padrão dos

materiais, recomenda-se que a etapa descrita no item anterior seja executada, dosando-se um ciclo da mistura por vez;

5. Após a mistura prévia, o material é transportado, através de caminhões basculantes, depositando-se sobre a pista em montes adequadamente espaçados;
6. Segue-se o espalhamento pela ação da motoniveladora.

Mistura na Pista:

1. É inicialmente distribuído na pista o material que entra na composição da mistura em maior quantidade;
2. Segue-se o espalhamento do segundo material, em quantidade que assegure o atendimento à dosagem e à espessura pretendidas;
3. O material espalhado deve receber adequada conformação, de forma que a camada apresente espessura constante;
4. A espessura da camada individual acabada deve se situar no intervalo de 0,10 m, no mínimo, a 0,20 m, no máximo. A espessura máxima é tal que não prejudique a uniformidade na compactação da camada.

d) Homogeneização e pulverização

- d.1) o material distribuído é homogeneizado e pulverizado mediante ação combinada de grade de discos e motoniveladora;
- d.2) o processo de homogeneização, para o caso de emprego de dois materiais, deve ter prosseguimento até que visualmente não se faça distinção de um em relação ao outro;
- d.3) no decorrer desta etapa, devem ser removidos materiais estranhos ou fragmentos de tamanho excessivo;
- d.4) a utilização de pulvimisturador, no processo de homogeneização e pulverização, é essencial quando os materiais envolvidos apresentem graduação fina. Em qualquer caso, desde que os materiais apresentem adequada trabalhabilidade, o emprego de pulvimisturador é desejável.

e) Correção e homogeneização da umidade

- e.1) caso seja necessária a aeração do material para se atingir a faixa de umidade desejada, esta deve ser provida pela atuação conjunta da grade de discos e motoniveladora ou pulvimisturador;
- e.2) se houver necessidade de umedecimento do material, este é obtido através de aspersão de água pelo caminhão tanque irrigador, seguindo-se a homogeneização pela atuação de grade de discos, motoniveladora ou pulvimisturador;
- e.3) a "faixa de trabalho" para o teor de umidade na compactação deve ser determinada através da curva ISC x umidade, tomando-se como referência o intervalo de umidade no qual obtém-se valores de ISC iguais ou superiores ao fixado no projeto.

f) Conformação final e compressão

- f.1) concluída a correção e homogeneização da umidade, o material é conformado, de acordo com a seção transversal e espessuras desejadas. Nesta fase, especial atenção deve ser conferida à definição da espessura da camada solta, objetivando-se evitar a adição de material na fase de acabamento;
- f.2) a definição dos tipos de rolos e da técnica de rolagem mais adequados, bem como o número de coberturas necessário à obtenção do grau de compactação desejado, deve ser obtida no segmento experimental;
- f.3) normalmente, a compactação é executada mediante emprego de rolos lisos vibratórios e rolos de pneumáticos de pressão regulável, atuando de forma isolada ou conjugados. Em função do material, pode ser necessária a utilização de rolos pé-de-carneiro vibratórios ou estáticos, na etapa inicial de compressão;
- f.4) o grau de compactação a ser obtido deve ser de, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca correspondente à energia adotada como referência;
- f.5) eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais, devem se processar fora da área de compressão;
- f.6) em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

g) Acabamento

- g.1) o acabamento é executado mediante o emprego de motoniveladora atuando exclusivamente em operação de corte. Complementarmente, a camada recebe um número adequado de coberturas com o emprego dos rolos compactadores utilizados;
- g.2) quando for prevista a imprimação da camada, a mesma deve ser realizada após a fase de acabamento, tão logo se constate a evaporação do excesso de umidade superficial.

h) Abertura ao tráfego

- h.1) a camada acabada não deve ser submetida à ação direta do tráfego;
- h.2) em caráter excepcional, a Fiscalização pode autorizar a liberação ao tráfego por curto espaço de tempo, desde que tal fato não prejudique a qualidade do serviço.

5.3.6 Mistura em usina

a) Preparo da superfície

-
- a.1) a superfície a receber a camada estabilizada granulometricamente deve estar perfeitamente limpa e desempenada, devendo ter recebido a prévia aprovação por parte da Fiscalização;
 - a.2) eventuais defeitos existentes devem ser necessariamente reparados, antes da distribuição do material.
 - b) Extração dos materiais nas jazidas
 - b.1) a(s) jazida(s) indicada(s) no projeto deve (m) ser objeto de criterioso zoneamento, com vistas à seleção de materiais que atendam às características especificadas;
 - b.2) durante a operação de carga, devem ser tomadas as precauções necessárias para evitar a contaminação por materiais estranhos.
 - c) Produção da mistura
 - c.1) os materiais que integram a mistura são acumulados nos silos da usina, devendo ser previsto o eficiente abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção;
 - c.2) a usina deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura dos materiais;
 - c.3) a mistura deve sair da usina perfeitamente homogeneizada, com teor de umidade ligeiramente acima da umidade ótima, de forma a fazer frente às perdas no decorrer das operações construtivas subsequentes.
 - d) Transporte e distribuição
 - d.1) a mistura produzida é descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e em seguida transportada para a pista;
 - d.2) não é permitida a estocagem do material usinado;
 - d.3) não é permitido o transporte da mistura para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhado (a), não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento;
 - d.4) a distribuição da mistura, sobre a camada anterior previamente liberada pela Fiscalização, deve ser realizada com distribuidor de agregados, capaz de distribuir o material em espessura uniforme, sem produzir segregação;
 - d.5) opcionalmente, em função das características da mistura e com a autorização da Fiscalização, a distribuição pode ser procedida pela ação de motoniveladora. Neste caso, a mistura é descarregada dos basculantes em leiras, sobre a camada anterior liberada pela Fiscalização, devendo ser estabelecidos critérios de trabalho que assegurem a qualidade do serviço;
 - d.6) é vedado o uso, no espalhamento, de equipamentos ou processos que causem segregação do material;
-

d.7) a espessura da camada individual acabada deve se situar no intervalo de 0,10 m, no mínimo, a 0,20 m, no máximo. A espessura máxima é tal que não prejudique a uniformidade na compactação da camada.

e) Compactação e distribuição

e.1) a definição dos equipamentos mais adequados, bem como o número de coberturas necessário à obtenção do grau de compactação especificado, é obtida no segmento experimental;

e.2) a "faixa de trabalho" para o teor de umidade na compactação deve ser determinada através da curva ISC x umidade, tomando-se como referência o intervalo de umidade no qual obtém-se valores de ISC iguais ou superiores ao fixado no projeto;

e.3) normalmente, a compactação é executada mediante emprego de rolos lisos vibratórios e rolos de pneumáticos de pressão regulável, atuando de forma conjugada ou isoladamente. Em função do material, pode ser necessária a utilização de rolos pé-de-carneiro, vibratórios ou estáticos, na fase inicial da compressão;

e.4) o grau de compactação a ser obtido deve ser de, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima correspondente à energia adotada como referência;

e.5) a compactação deve atender aos procedimentos convencionais, descritos no item 5.3.5.f;

e.6) o grau de compactação a ser obtido deve ser de, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca correspondente à energia adotada como referência;

e.7) eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais, devem se processar fora da área de compressão;

e.8) em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

f) Acabamento

f.1) O acabamento é executado mediante o emprego de motoniveladora atuando exclusivamente em operação de corte. Complementarmente, a camada recebe um número adequado de coberturas com o emprego dos rolos compactadores utilizados;

f.2) Quando for prevista a imprimação da camada, a mesma deve ser realizada após a fase de acabamento, tão logo se constate a evaporação do excesso de umidade superficial.

g) Abertura ao tráfego

g.1) A camada acabada não deve ser submetida à ação direta do tráfego;

g.2) Em caráter excepcional, a Fiscalização pode autorizar a liberação ao tráfego por curto espaço de tempo, desde que tal fato não prejudique a qualidade do serviço.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para a execução de camadas estabilizadas granulometricamente, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de solos e/ou agregados.

6.2 Quando utilizado material pétreo ou solo de jazida os seguintes cuidados devem ser observados na exploração das ocorrências de materiais:

- a) a brita ou solo somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedra ou jazida, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações (pedreira, britagem ou jazida), assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da pedreira, das instalações de britagem ou de jazidas em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira ou jazida de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- f) construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;

6.3 Em função destes agentes, devem ser obedecidos os seguintes princípios:

- a) Quanto à operação
 - a.1) Os cuidados para a preservação ambiental se referem à disciplina do tráfego e ao estacionamento dos equipamentos.
 - a.2) Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos à vegetação e interferências à drenagem natural.
 - a.3) As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios apresentados nos quadros 1 e 2 a seguir.

Quadro 1 - Materiais	
Quantidade	Descrição
No Início da obra e sempre que houver variação nas características do material:	
01	Traçado das curvas de "ISO-ISC", mediante execução de ensaios de compactação e ISC em 3 energias
01	Ensaio de abrasão Los Angeles (exclusivamente para camadas de base)

Quadro 2 – Camada estabilizada granulometricamente	
Quantidade	Descrição
a) Para cada 600 m³ de material distribuído:	
01	Ensaio de compactação na energia especificada
01	Ensaio de índice de suporte Califórnia
b) Para cada 400 m³ de material distribuído:	
01	Determinação do limite de liquidez
01	Determinação do limite de plasticidade
01	Ensaio de granulometria
c) Para cada 200 m³ de material distribuído:	
01	Determinação do teor de umidade – Método expedito da frigideira
01	Determinação de massa específica aparente seca "in situ"
Nota: para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.	

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

8.3.1 Espessura da camada: deve ser medida a espessura, no mínimo a cada 20m por nivelamento do eixo e dos bordos, após a execução da camada, envolvendo no mínimo cinco pontos da seção transversal.

8.3.2 Largura executada: a verificação da largura da plataforma, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena em espaçamento de, pelo menos, 20m.

8.4 Verificação do acabamento da superfície: as condições de acabamento da superfície são apreciadas em bases visuais. Especial atenção deve ser conferida à verificação da presença de segregação superficial. A este respeito, reportar-se ao Manual de Execução.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais e da camada estabilizada: os materiais utilizados e a camada granulometricamente estabilizada executada são aceitos, sob o ponto de vista tecnológico, desde que sejam atendidas as seguintes condições:

- a) Todos os materiais utilizados apresentem-se isentos de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais.
- b) Os valores individuais requeridos para o material de reforço do subleito em termos de diâmetro máximo de partícula e expansão atendam aos limites definidos no subitem 5.1.1.
- c) Os valores individuais requeridos para o material de sub-base em termos de diâmetro máximo de partícula, expansão e índice de grupo atendam aos limites definidos no subitem 5.1.2.
- d) Os valores individuais requeridos para o material de base, em termos de abrasão Los Angeles e expansão atendam aos limites definidos no subitem 5.1.3.
- e) Os valores obtidos estatisticamente para a granulometria da camada de base estabilizada granulometricamente podem sofrer variações em relação à curva de projeto, desde que respeitadas as seguintes tolerâncias e os limites da faixa granulométrica adotada:

Peneira		%Passando, em Peso	
ASTM	mm	Mistura na Pista	Mistura em Usina
2"	50,8	± 5	± 5
n° 4 a 1 1/2"	4,8 a 38,1	± 10	± 8
n° 40 a n° 10	0,42 a 2,00	± 5	± 3
n° 200	0,074	± 3	± 3

- f) As granulometrias de amostras individuais de base estabilizada granulometricamente ensaiadas atendam ao estabelecido na alínea "c" do item 5.1.3 desta especificação.
- g) Os valores calculados estatisticamente para o índice de suporte Califórnia, obtidos nas curvas de "ISO-ISC", devem ser iguais ou superiores ao valor mínimo especificado para reforço do subleito, sub-base ou base.

- h) Os valores mínimos calculados estatisticamente para o grau de compactação, sejam iguais ou superiores a 100%, conforme a energia especificada para a camada.
- i) As medidas de deflexão sejam inferiores à deflexão máxima admissível de projeto, para o tipo da camada.

9.2 Aceitação do controle geométrico e de acabamento

9.2.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico e de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) a largura da plataforma não seja menor do que a prevista para a camada;
- b) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = X - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

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

$N \geq 9$ (nº de determinações efetuadas)

- a espessura média determinada estatisticamente não deve ser menor do que a espessura de projeto menos 0,02 m, para o reforço do subleito, e a espessura de projeto menos 0,01 m, para a sub-base ou base.
 - não são tolerados valores individuais de espessura fora dos seguintes intervalos em relação à espessura de projeto:
 - reforço do subleito: $\pm 0,03$ m
 - sub-base: $\pm 0,02$ m
 - base: $-0,01$ a $+0,02$ m
 - em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de brita graduada com espessura média inferior à de projeto, a diferença é compensada estruturalmente na (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
 - em caso de aceitação de camada estabilizada granulometricamente, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura superior à de projeto, a diferença não é deduzida da (s) espessura (s) da (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
- c) as condições de acabamento, apreciadas pelo DER/PR em bases visuais, sejam julgadas satisfatórias.

9.3 Condições de conformidade e não conformidade

9.3.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;
 $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;
 X – média da amostra;
 s – desvio padrão;
 k – adotado o valor 1,25;
 n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;
 Se $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;
 Se $X + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.3.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.3.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.3.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 Os serviços executados e recebidos na forma descrita, são medidos em metros cúbicos de reforço do subleito, sub-base ou base estabilizada granulometricamente compactada na pista, segundo a seção transversal de projeto, discriminando-se a energia de compactação empregada. Para fins de cálculo da largura média, é considerado o talude da camada igual a 1H:1,5V;

10.2 No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média X calculada como indicado anteriormente;

10.3 Quando X for inferior à espessura de projeto, é considerado o valor X , e quando X for superior à espessura de projeto, é considerada a espessura de projeto.

10.4 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representam a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representam a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada na energia de compactação empregada.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguazu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 08/05

PAVIMENTAÇÃO: SOLO ARENOSO FINO LATERÍTICO

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005

Deliberação n.º 281/2005

Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 08/91

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: base; sub-base; solo arenoso fino
laterítico

12 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de camadas de pavimento de solo arenoso fino laterítico. Aqui são definidos os requisitos relativos a materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 08/91. Uma abordagem alternativa à aqui considerada, baseada na classificação MCT, é apresentada no Manual de Execução.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na execução de camadas de pavimento de solo arenoso fino laterítico, com o objetivo de construir pavimentos.

2 REFERÊNCIAS

DNER-ME 024/94	- Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman
DNER-ME 049/94	- Solos – determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas
DNER-ME 080/94	- Solos – análise granulométrica por peneiramento
DNER-ME 082/94	- Solos – determinação do limite de plasticidade;
DNER-ME 092/94	- Solo - determinação da massa específica aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia
DNER-ME 122/94	- Solo – determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito;
DNER-ME 129/94	- Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas
DNER-PRO 277/97	- Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
DNIT 011/2004-PRO	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias
DNIT 068/2004-PRO	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento
Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR	
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR	
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR	

3 DEFINIÇÕES

3.1 Solo arenoso fino laterítico é a camada de base ou sub-base composta por solo arenoso, em que predomina a fração areia fina, e que foi submetido, durante sua formação, aos processos geológicos designados genericamente por laterização. São características típicas dos solos arenosos finos lateríticos:

- a) a presença considerável de óxidos hidratados de ferro e/ou alumínio.
- b) a presença da caulinita, na condição de argilo-mineral praticamente exclusivo.
- c) macroestrutura e microestrutura da parte fina porosas.
- d) coloração vermelha, amarela, marrom e alaranjada.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície a receber a camada de solo arenoso fino laterítico (regularização do subleito ou sub-base), caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental, conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) em dias de chuva.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Solo:

- a) O solo a ser utilizado deve atender aos requisitos constantes do quadro abaixo:

ITEM	SUB-BASE	BASE
% passando na peneira nº 40	85 a 100	85 a 100
% passando na peneira nº 200	20 a 40	23 a 35
IP (%)	NP a 10	5 a 10
ISC (%)	> 40	> 80 para $N \geq 10^5$
		> 60 para $N < 10^5$
Expansão (%)	< 0,1	< 0,1
Teor de argila (%)	> 12	> 12

- b) A energia de compactação a adotar como referência é a intermediária ou a modificada, para sub-base, e a modificada, para base.

5.2 Equipamentos

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.2.2 Os seguintes equipamentos são utilizados para a execução de camadas de solo arenoso fino laterítico:

- a) Trator de esteira;
- b) Pá-carregadeira;

- c) Caminhões basculantes;
- d) Caminhão-tanque irrigador;
- e) Motoniveladora pesada;
- f) Trator agrícola;
- g) Pulvimisturador ou, opcionalmente, enxada rotativa acionada por unidade tratora adequada;
- h) Rolo compactador pé de carneiro "pata longa";
- i) Rolo compactador vibratório corrugado autopropelido;
- j) Rolo compactador pneumático, de pressão regulável;
- k) Compactadores portáteis manuais ou mecânicos;
- l) Compressor de ar;
- m) Equipamentos e ferramentas complementares como: vassourões, vassouras mecânicas, soquetes e outros aceitos pela Fiscalização.

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.3.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.3.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.3.5 Preparo da superfície

- a) A superfície que recebe a camada de base ou sub-base de solo arenoso fino laterítico deve apresentar-se desempenada e limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.

- b) Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à distribuição do solo arenoso fino laterítico.

5.3.6 Transporte, espalhamento e homogeneização na pista

- a) Não é permitido o transporte do material para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhado, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.
- b) O solo arenoso fino laterítico, selecionado e escavado na jazida, é transportado para a pista através de caminhões basculantes, sendo depositado em montes espaçados de forma a garantir as condições geométricas (largura e espessura) previstas no projeto.
- c) O espalhamento é efetuado mediante atuação da motoniveladora.
- d) O material espalhado deve receber adequada conformação, de forma que a camada apresente espessura constante.
- e) A espessura da camada individual acabada deve se situar no intervalo de 0,10 m, no mínimo, a 0,17 m, no máximo. Quando se desejar camadas de base ou sub-base de maior espessura, os serviços devem ser executados em mais de uma camada, segundo os critérios descritos no Manual de Execução.
- f) Na distribuição do material deve ser aplicada a quantidade adicional para as operações de corte, normalmente de 0,02 m de espessura compactada.

5.3.7 Pulverização e correção da umidade

- a) Concluídas as operações de espalhamento, é procedida a pulverização e o umedecimento (ou secagem) visando obter, em toda a camada solta, uma condição de umidade homogênea.
- b) A correção e a uniformização da umidade são conseguidos através da ação combinada de grade de discos, pulvimisturadora ou enxada rotativa, e eventual aspersão de água pelo caminhão irrigador. Devem ser tomados os cuidados necessários de forma a evitar a superposição das faixas irrigadas, criando diferenças de umidade que não possam ser corrigidas pelos equipamentos misturadores.
- c) A "faixa de trabalho" para o teor de umidade na compactação deve ser determinada através da curva ISC x umidade, tomando-se como referência o intervalo de umidade no qual se obtém valores de ISC iguais ou superiores ao fixado no projeto.

5.3.8 Conformação e compressão

- a) Concluída a correção e a homogeneização da umidade, o material é conformado, de acordo com a seção transversal e espessura desejadas. Nesta fase, especial atenção deve ser conferida à definição da espessura da camada solta, objetivando-se evitar a adição de material na fase de acabamento.

- b) Como sistemática básica para a compactação, adota-se normalmente a seguinte seqüência:
 - b.1) A compactação deve ser iniciada com emprego de rolo pé-de-carneiro de patas longas, cuja atuação deve prosseguir até que não haja mais penetração das patas na camada.
 - b.2) Segue-se a atuação de rolo corrugado vibratório, até se atingir o grau de compactação desejado.
 - b.3) A compactação de acabamento deve ser feita pela atuação do rolo de pneumáticos.
- c) O grau de compactação a ser obtido deve ser de 100% em relação à massa específica aparente seca correspondente à energia adotada como referência.
- d) A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando no bordo mais baixo e progredindo no sentido do ponto mais alto da seção transversal, exigindo-se que em cada passada do equipamento seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida.
- e) Especial atenção deve ser conferida à compressão da área próxima aos bordos da camada de solo arenoso fino laterítico, de modo a evitar a ocorrência de áreas com compactação deficiente.
- f) Nas áreas adjacentes ao início e fim do segmento em construção, a compactação deve ser complementada pela atuação dos equipamentos transversalmente ao eixo.
- g) Eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais, devem ser processadas fora da área de compressão.
- h) Em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores vibratórios portáteis, manuais ou mecânicos.

5.3.9 Conformação final e acabamento

- a) A conformação final da camada de solo arenoso fino laterítico à seção de projeto envolve as seguintes operações:
 - a.1) irrigação leve da camada compactada.
 - a.2) execução do corte superficial da camada através da ação da motoniveladora, com o objetivo de eliminar todas as saliências e lamelas eventualmente existentes. A profundidade usual para o corte superficial é de 0,02 m, para camada de base, e de 0,01 m, para camada de sub-base.
 - a.3) compactação de acabamento com rolo de pneumáticos.
- b) Em nenhuma hipótese, se admite o acabamento por adição de material.

5.3.10 Período de cura

- a) Após o acabamento, a camada deve ser submetida, desde que as condições climáticas permitam, a um período de cura por secagem, suficiente para o desenvolvimento pleno das trincas de contração, proibindo-se o trânsito sobre a mesma antes desta ser imprimada. Para maiores detalhes, reportar-se ao Manual de Execução.
- b) Após a imprimação, a base deve ficar sem sofrer a ação do tráfego, por um período mínimo de 48 a 72 horas, na dependência das condições locais.

5.3.11 Abertura ao tráfego

- a) As camadas de solo arenoso fino laterítico não devem ser submetidas à ação direta das cargas e da abrasão do tráfego.
- b) Excepcionalmente, a liberação ao tráfego sobre a camada de solo arenoso fino laterítico pode ser autorizada pela Fiscalização, desde que a imprimação esteja curada e não haja prejuízos à qualidade dos serviços.

5.3.12 Observações gerais

- a) É fundamental ao bom desempenho da camada de solo arenoso fino laterítico que se evitem práticas de compactação que levem à formação de lamelas. Para tal, somente utilizar rolos que possuam patas de superfície plana.
- b) A imprimação deve promover a coesão superficial por penetração do material asfáltico, para base, entre 6 e 10 mm. Para que isso ocorra, a imprimação é feita com a camada na adequada umidade.
- c) Técnicas de compactação alternativas são abordadas no Manual de Execução.
- d) Todo o material excedente das operações de pista deve ser removido para fora do corpo estradal, devendo ser disposto em áreas indicadas pela Fiscalização, de forma a não prejudicar o escoamento das águas superficiais.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de camadas de solo arenoso fino laterítico, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de solos.

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de solos.

6.3 Exploração de jazidas de solos

6.3.1 No decorrer do processo de obtenção de solos nas jazidas devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- a) a exploração da (s) jazida (s) somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) exigir a documentação atestando a regularidade das instalações da jazida, assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da jazida em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da jazida de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- f) construir junto à jazida bacias de retenção e sistemas de drenagem, evitando o carreamento da parte fina dos solos para cursos d'água.

6.4 Devem ser obedecidos os seguintes princípios, quanto à operação:

- a) Os cuidados, para a preservação ambiental, se referem à disciplina do tráfego e ao estacionamento dos equipamentos.
- b) Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos à vegetação e interferências à drenagem natural.
- c) As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de qualidade referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade do material consta, no mínimo, dos ensaios apresentados no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Solo (na jazida)	
Quantidade	Descrição
a) Para cada 600 m³ de material a ser aplicado:	
01	Ensaio de limite de liquidez
01	Ensaio de limite de plasticidade
01	Ensaio de granulometria

7.4 O controle interno de qualidade da execução consta, no mínimo, dos ensaios apresentados no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 – Controle na pista	
Quantidade	Descrição
a) Para cada 1200 m³ de material distribuído:	
01	Ensaio de compactação na energia especificada
01	Ensaio de índice de suporte Califórnia
b) Para cada 100 m³ de material distribuído:	
01	Determinação do teor de umidade – Método expedito da frigideira
01	Determinação de massa específica aparente seca “in situ”
Nota 1: Opcionalmente, o controle relativo à obtenção do ISC especificado em projeto pode ser efetuado mediante emprego das curvas “ISO-ISC”. A este respeito, observar o contido no Manual de Execução	
Nota 2: Deve ser verificado o bom desempenho da camada, através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.	

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

8.3.1 Espessura da camada: deve ser medida a espessura, no mínimo a cada 20m por nivelamento do eixo e dos bordos, após a execução da camada, envolvendo no mínimo cinco pontos da seção transversal.

8.3.2 Largura executada: a verificação da largura da plataforma, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena em espaçamento de, pelo menos, 20m.

8.4 Verificação do acabamento: as condições de acabamento da superfície são apreciadas em bases visuais.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

- a) Todos os ensaios indicados em 7.3 devem atender aos requisitos especificados em 5.1.

9.2 Aceitação da execução

- b) Compressão: os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente conforme os procedimentos descritos no item 9.5.1, devem ser iguais ou superiores a 100%, para a energia especificada.
- c) O índice de suporte Califórnia e a expansão devem atender ao especificado em 5.1.
- d) As medidas de deflexão sejam inferiores à deflexão máxima admissível de projeto, para o tipo da camada.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada;
- b) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = X - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

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

$N \geq 9$ (nº de determinações efetuadas)

- a espessura média determinada estatisticamente não deve ser menor do que a espessura de projeto menos 0,01 m;
- não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo $\pm 0,02$ m em relação à espessura de projeto;
- em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de solo arenoso fino laterítico com espessura média inferior à de projeto, a diferença é compensada estruturalmente na (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
- em caso de aceitação de camada de solo arenoso fino laterítico, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura superior à de projeto, a diferença não é deduzida da (s) espessura (s) da (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).

9.4 Aceitação do acabamento

- a) As condições de acabamento, apreciadas pelo DER/PR em bases visuais, devem ser julgadas satisfatórias.
- b) A superfície deve se apresentar bem desempenada, não ocorrendo lamelas e marcas indesejáveis do equipamento de compressão.

9.5 Condições de conformidade e não conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;
 $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;
 X – média da amostra;
 s – desvio padrão;
 k – adotado o valor 1,25;
 n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;
 Se $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;
 Se $X + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só é aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de solo arenoso fino laterítico, executado e recebido na forma descrita, é medido em metros cúbicos de sub-base ou base compactada na pista, fazendo-se distinção em relação à energia de compactação empregada. Considera-se o talude solo arenoso fino equivalente a 1:1, para fins de cálculo da largura média de projeto.

10.2 No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média X calculada como indicado anteriormente, limitada à espessura de projeto;

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguaçú 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 09/05

PAVIMENTAÇÃO: SOLO ARENOSO- BRITA

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005

Deliberação n.º 281/2005

Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 09/91

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: base; sub-base; solo arenoso-brita

11 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de camadas de pavimento de solo arenoso-brita. Aqui são definidos os requisitos relativos a materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 09/91.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na execução de camadas de pavimento de solo arenoso-brita, com o objetivo de construir pavimentos.

2 REFERÊNCIAS

- DNER-ME 024/94 - Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman
- DNER-ME 035/98 - Agregados – determinação da abrasão “**Los Angeles**”;
- DNER-ME 049/94 - Solos – determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas
- DNER-ME 080/94 - Solos – análise granulométrica por peneiramento;
- DNER-ME 083/98 - Agregados – análise granulométrica
- DNER-ME 089/94 - Agregados - avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
- DNER-ME 092/94 - Solo - determinação da massa específica aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia
- DNER-ME 122/94 - Solo – determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito;
- DNER-ME 129/94 - Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas
- DNER-PRO 277/97 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
- DNIT 011/2004-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias
- DNIT 068/2004-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento
- Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
- Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÃO

3.1 Solo arenoso-brita é camada de base ou sub-base, composta por mistura de solo arenoso de comportamento laterítico e brita corrida, cuja estabilização, após a devida homogeneização, é obtida pela ação mecânica do equipamento de compactação.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície a receber a camada de solo arenos-brita (regularização do subleito ou sub-base), caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;

- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental, conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Solo:

- a) Os solos utilizados devem atender às exigências contidas na especificação DER/PR ES-P 08/05 - Solo Arenoso Fino Laterítico.
- b) Se outro tipo de solo for previsto, suas características devem ser indicadas em projeto.

5.1.2 Agregados

- a) Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.
- b) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 89/94, os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
 - agregados graúdos 12%
 - agregados miúdos 15%
- c) Para o agregado retido na peneira nº 10, a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35/98) não deve ser superior a 50%. Aspectos particulares relacionados a valores típicos para as perdas nesse ensaio são abordados no Manual de Execução.
- d) A brita corrida recomendada deve atender ao disposto na DER/PR ES-P 06/05 e apresentar diâmetro máximo de 1 1/2". Esclarecimentos complementares integram o Manual de Execução.
- e) Para agregados retidos na peneira nº 4, a percentagem de grãos de forma defeituosa, obtida no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução, não pode ser superior a 20%.

5.2 Mistura

- a) O índice de suporte Califórnia não deve ser inferior a 80%, quando a camada tiver a função de base, e 60% para camada de sub-base, e a expansão máxima é de 0,2%,

quando determinados segundo o método DNER-ME 49/94 e com a energia modificada. Observações a respeito do assunto são feitas no Manual de Execução.

- b) Recomenda-se que a percentagem máxima, em peso de solo seco a incorporar à mistura seja de 40%.
- c) Esta especificação trata da mistura executada sem a usinagem dos materiais.

5.3 Equipamentos

5.3.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.3.2 Os seguintes equipamentos são utilizados para a execução de camadas de solo arenoso-brita:

- a) Trator de esteira;
- b) Pá-carregadeira;
- c) Caminhões basculantes;
- d) Caminhão-tanque irrigador;
- e) Motoniveladora pesada;
- f) Trator agrícola;
- g) Pulvimisturador e/ou grade de discos pesada;
- h) Rolo compactador vibratório "pata curta";
- i) Rolo compactador vibratório liso;
- j) Rolo compactador pneumático, de pressão regulável;
- k) Compactadores portáteis manuais ou mecânicos;
- l) Equipamentos e ferramentas complementares como: vassourões, vassouras mecânicas, soquetes e outros aceitos pela Fiscalização.

5.4 Execução

5.4.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.4.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento "Informações e Recomendações de Ordem Geral", procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.4.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.4.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.4.5 Preparo da superfície

- a) A superfície que receber a camada de solo arenoso-brita deve apresentar-se desempenada e limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- b) Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à distribuição do solo arenoso-brita.

5.4.6 Dosagem

- a) As percentagens em peso seco, de solo arenoso e de brita corrida que devem compor a mistura, são definidas em projeto.
- b) A dosagem em campo é executada com base na determinação dos pesos secos ao ar, das medidas-padrão de solo e de brita corrida. A medida-padrão pode ser a concha da pá-carregadeira utilizada no carregamento do solo. Informações a respeito integram o Manual de Execução.

5.4.7 Mistura

- a) Conhecidos os números de medidas-padrão de cada material que melhor reproduzem a dosagem projetada, é iniciado o processo de mistura em local adequado ou próximo à jazida de solo.
- b) Deposita-se alternadamente o solo e a brita corrida, em lugar apropriado e na proporção desejada. A mistura é então processada revolvendo-se o monte formado com evoluções da concha da pá-carregadeira.
- c) Para evitar eventuais erros na contagem do número de medidas-padrão dos materiais, recomenda-se que a etapa descrita no item anterior seja executada dosando-se um ciclo de mistura por vez.

5.4.8 Transporte, espalhamento e homogeneização na pista

- a) Não é permitido o transporte do material para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhado, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.
- b) Após a mistura, transporta-se o material através de caminhões basculantes, depositando-o sobre a pista em montes espaçados de forma a garantir as condições geométricas (largura e espessura) previstas no projeto.

- c) O espalhamento da mistura é efetuado mediante atuação da motoniveladora.
- d) Com a camada solta, na espessura desejada, processa-se a adição de água, até atingir-se umidade em torno da ótima, porém sempre com tendência ao ramo seco. A homogeneização do material na umidade desejada é obtida com a utilização de pulverizador e/ou grade de discos pesada.

5.4.9 Compactação e acabamento

- a) Concluída a mistura e a homogeneização na pista, conforma-se a plataforma e inicia-se a compactação.
- b) A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando no bordo mais baixo e progredindo no sentido do bordo mais alto da seção transversal, exigindo-se que em cada passada do equipamento seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida.
- c) Sugere-se a seguinte seqüência de rolagem:
 - c.1) inicia-se a compactação com o rolo compressor vibratório liso, prosseguindo até se atingir o grau de compactação desejado;
 - c.2) executa-se o acabamento e a compressão final com a passagem do rolo de pneus.
- d) Finalmente, promove-se a varredura da superfície da pista, mantendo-a levemente umedecida até que seja executada a imprimação.
- e) O grau de compactação deve ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio DNER-ME 129/94, com a energia modificada.
- f) A "faixa de trabalho" para o teor de umidade na compactação é determinada através da curva ISC x umidade, tomando-se como referência o intervalo de umidade no qual se obtém valores de ISC iguais ou superiores ao fixado no projeto.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de camadas de solo arenoso-brita, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de agregados e solos

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção de agregados e aplicação de solos e agregados.

6.3 Agregados e solos

6.3.1 No decorrer do processo de obtenção de agregados de pedreiras, e na extração de solos da jazida, devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- a) a brita/solo somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/jazida, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/jazida, assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem, assim como da jazida, em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira/jazida de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- f) construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.4 Devem ser obedecidos os seguintes princípios, quanto à operação:

- a) Os cuidados, para a preservação ambiental, se referem à disciplina do tráfego e ao estacionamento dos equipamentos.
- b) Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos à vegetação e interferências à drenagem natural.
- c) As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de qualidade referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade do material consta, no mínimo, dos ensaios apresentados nos Quadros 1 e 2 a seguir.

Quadro 1 – Solo (na jazida)	
Quantidade	Descrição
Para cada 600 m³ de mistura a ser produzida:	
01	Ensaio de limite de liquidez
01	Ensaio de limite de plasticidade
01	Ensaio de granulometria

Quadro 2 - Agregados	
Quantidade	Descrição
Para cada 600 m³ de mistura a ser produzida:	
01	Ensaio de granulometria
No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedreira:	
01	Ensaio de desgaste Los Angeles
01	Ensaio de lameridade
01	Ensaio de durabilidade

7.4 O controle interno de qualidade da execução consta, no mínimo, dos ensaios apresentados no Quadro 3 a seguir.

Quadro 3 – Controle na pista	
Quantidade	Descrição
Para cada 1200 m³ de material distribuído:	
01	Ensaio de compactação na energia especificada
01	Ensaio de índice de suporte Califórnia
Para cada 300 m³ de material distribuído:	
01	Ensaio de granulometria
Para cada 100 m³ de material distribuído:	
01	Determinação do teor de umidade – Método expedito da frigideira
01	Determinação de massa específica aparente seca “in situ”
Nota 1: Opcionalmente, o controle relativo à obtenção do ISC especificado em projeto pode ser efetuado mediante emprego das curvas “ISO-ISC”. A este respeito, observar o contido no Manual de Execução.	
Nota 2: Deve ser verificado o bom desempenho da camada, através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.	

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

8.3.1 Espessura da camada: deve ser medida a espessura, no mínimo a cada 20m por nivelamento do eixo e dos bordos, após a execução da camada, envolvendo no mínimo cinco pontos da seção transversal.

8.3.2 Largura executada: a verificação da largura da plataforma, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena em espaçamento de, pelo menos, 20m.

8.4 Verificação do acabamento: as condições de acabamento da superfície são apreciadas em bases visuais. Especial atenção deve ser conferida à verificação da presença de segregação superficial. A este respeito, reportar-se ao Manual de Execução.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

- a) Todos os ensaios indicados em 7.3 devem atender aos requisitos especificados em 5.1.

9.2 Aceitação da execução

- a) Compressão: os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente conforme os procedimentos descritos no item 9.5.1, devem ser iguais ou superiores a 100%, para a energia especificada.
- b) Composição granulométrica: a granulometria das amostras de solo-brita deve atender aos limites de tolerância especificados a seguir, para valores individuais:

TOLERÂNCIA PARA A FAIXA DE TRABALHO		
Peneira		(% passando em peso)
ASTM	mm	
3/8" a 1 1/2"	9,5 a 38,1	± 10
n° 40 a n° 4	0,42 a 4,8	± 6
n° 200	0,074	± 4

- c) O índice de suporte Califórnia e a expansão devem atender ao especificado em 5.2.
- d) As medidas de deflexão devem ser inferiores à deflexão máxima admissível de projeto, para o tipo da camada.

9.3 Aceitação do controle geométrico e de acabamento

9.3.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de controle geométrico e de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada;
- b) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = X - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

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

$N \geq 9$ (nº de determinações efetuadas)

- a espessura média determinada estatisticamente não deve ser menor do que a espessura de projeto menos 0,01 m;
- não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo $\pm 0,02$ m em relação à espessura de projeto;
- em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de solo arenoso-brita com espessura média inferior à de projeto, a diferença é compensada estruturalmente na (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
- em caso de aceitação de camada de solo arenoso-brita, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura superior à de projeto, a diferença não é deduzida da (s) espessura (s) da (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).

9.4 Aceitação do acabamento

- a) As condições de acabamento, apreciadas pelo DER/PR em bases visuais, devem ser julgadas satisfatórias.
- b) A superfície deve se apresentar bem desempenada, não ocorrendo lamelas e marcas indesejáveis do equipamento de compressão.

9.5 Condições de conformidade e não conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;
 $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;
 X – média da amostra;

s – desvio padrão;
 k – adotado o valor 1,25;
 n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;
Se $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;
Se $X + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só é aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de solo arenoso-brita, executado e recebido na forma descrita, é medido em metros cúbicos de sub-base ou base compactada na pista. Considera-se o talude solo arenoso-brita equivalente a 1:1,5, para fins de cálculo da largura média de projeto.

10.2 No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média X calculada como indicado anteriormente, limitada à espessura de projeto;

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguazu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 10/05

PAVIMENTAÇÃO: SOLO ARGILOSO- BRITA

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005

Deliberação n.º 281/2005

Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 10/91

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: base; sub-base; solo argiloso-brita

12 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de camadas de pavimento de solo argiloso-brita. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos a materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 10/91.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na execução de camadas de pavimento de solo argiloso-brita, com o objetivo de construir pavimentos.

2 REFERÊNCIAS

DNER-ME 024/94	- Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman
DNER-ME 035/98	- Agregados – determinação da abrasão “ Los Angeles ”;
DNER-ME 049/94	- Solos – determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas
DNER-ME 082/94	- Solos – determinação do limite de plasticidade;
DNER-ME 083/98	- Agregados – análise granulométrica
DNER-ME 080/94	- Solos – análise granulométrica por peneiramento;
DNER-ME 089/94	- Agregados - avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
DNER-ME 092/94	- Solo - determinação da massa específica aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia
DNER-ME 122/94	- Solo - determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito;
DNER-ME 129/94	- Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas
DNER-PRO 277/97	- Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
DNIT 011/2004-PRO	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias
DNIT 068/2004-PRO	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento
Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR	
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR	
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR	

3 DEFINIÇÕES

3.1 Solo argiloso-brita é camada de base ou sub-base, composta por mistura de solo argiloso e brita corrida, cuja estabilização, após a devida homogeneização, é obtida pela ação mecânica do equipamento de compactação.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície a receber a camada de solo argiloso-brita (regularização do subleito ou sub-base), caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental, conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) em dias de chuva.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Solo:

- a) O solo recomendado é o latossolo roxo oriundo dos basaltos da formação Serra Geral. Esclarecimentos adicionais integram o Manual de Execução.

5.1.2 Agregados

- a) Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.
- b) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 89/94, os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
 - agregados graúdos 12%
 - agregados miúdos 15%
- c) Para o agregado retido na peneira nº 10, a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35/98) não deve ser superior a 50%. Aspectos particulares relacionados a valores típicos para as perdas nesse ensaio são abordados no Manual de Execução.
- d) A brita corrida recomendada deve atender ao disposto na DER/PR ES-P 06/05 apresentar diâmetro máximo de 1 1/2". Esclarecimentos complementares integram o Manual de Execução.
- e) Para agregados retidos na peneira nº 4, a percentagem de grãos de forma defeituosa, obtida no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução, não pode ser superior a 20%.

5.2 Mistura

- a) O índice de suporte Califórnia deve ser definido no projeto, e a expansão máxima deve ser de 0,5%, determinados segundo o método do DNER-ME 49/94 e com a energia intermediária (DNER-ME 129/94). Valores típicos do ISC são relatados em capítulo específico do Manual de Execução.
- b) Recomenda-se que a percentagem máxima em peso de solo seco a incorporar à mistura seja de 35%.
- c) Esta especificação trata da mistura executada sem a usinagem dos materiais.

5.3 Equipamentos

5.3.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.3.2 Os seguintes equipamentos são utilizados para a execução de camadas de solo argiloso-brita:

- a) Trator de esteira;
- b) Pá-carregadeira;
- c) Caminhões basculantes;
- d) Caminhão-tanque irrigador;
- e) Motoniveladora pesada;
- f) Trator agrícola;
- g) Grade de discos pesada;
- h) Rolo compactador estático "pata longa";
- i) Rolo compactador vibratório liso;
- j) Rolo compactador pneumático, de pressão regulável;
- k) Rolo compactador vibratório "pata curta";
- l) Compactadores portáteis manuais ou mecânicos;
- m) Equipamentos e ferramentas complementares como: vassourões, vassouras mecânicas, soquetes e outros aceitos pela Fiscalização.

5.4 Execução

5.4.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.4.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.4.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.4.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.4.5 Preparo da superfície

- a) A superfície que receber a camada de solo argiloso-brita deve apresentar-se desempenada e limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- b) Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à distribuição do solo argiloso-brita.

5.4.6 Dosagem

- a) As percentagens em peso seco de solo argiloso e de brita corrida, que devem compor a mistura, são definidas em projeto.
- b) A dosagem em campo é executada com base na determinação dos pesos secos ao ar, das medidas-padrão de solo e de brita corrida. A medida-padrão pode ser a concha da pá-carregadeira utilizada no carregamento do solo. Informações a respeito integram o Manual de Execução.

5.4.7 Mistura

- a) Conhecidos os números de medidas-padrão de cada material, que melhor reproduzam a dosagem projetada, é iniciado o processo de mistura em local adequado ou próximo à jazida de solo.
- b) Deposita-se alternadamente o solo e a brita corrida, em lugar apropriado e na proporção desejada. A mistura é então processada revolvendo-se o monte formado com evoluções da concha da pá-carregadeira.
- c) Para evitar eventuais erros na contagem do número de medidas-padrão dos materiais, recomenda-se que a etapa descrita no item anterior seja executada dosando-se um ciclo da mistura por vez.

5.4.8 Transporte, espalhamento e homogeneização na pista

- a) Não é permitido o transporte do material para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhado, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.
- b) Após a mistura, transporta-se o material através de caminhões basculantes, depositando-o sobre a pista em montes espaçados de forma a garantir as condições geométricas (largura e espessura) previstas no projeto.
- c) O espalhamento da mistura é efetuado mediante atuação da motoniveladora.
- d) Com a camada solta, na espessura desejada, processa-se a adição de água, até atingir-se umidade em torno da ótima, porém sempre com tendência ao ramo seco. A homogeneização do material na umidade desejada é obtida com a utilização da grade discos.

5.4.9 Compactação e acabamento

- a) Concluída a mistura e a homogeneização na pista, conforma-se a plataforma e inicia-se a compactação.
- b) A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando no bordo mais baixo e progredindo no sentido do bordo mais alto da seção transversal, exigindo-se que em cada passada do equipamento seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida.
- c) Sugere-se a seguinte seqüência de rolagem:
 - c.1) Inicia-se a compactação utilizando-se o rolo estático de pata longa (pé de carneiro) e/ou o vibratório de pata curta. Esta fase cessa quando for verificado, em bases visuais, que as marcas produzidas pelas "patas" do rolo compressor, tenham pequena profundidade, o que implica na contra-indicação do prosseguimento deste tipo de compactação.
 - c.2) Faz-se então um corte de acabamento com a motoniveladora, aproveitando-se essa operação para a retirada das leiras laterais.
 - c.3) Complementa-se a compactação com o rolo vibratório liso, até se atingir o grau de compactação desejado.
 - c.4) O acabamento e a compressão final devem ser obtidos com a passagem do rolo pneumático.
 - c.5) Finalmente, promove-se a varredura da superfície da pista, mantendo-a levemente umedecida até que seja executada a imprimação.
 - c.6) O grau de compactação deve ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio DNER-ME 129/94 (energia intermediária).

- c.7) A "faixa de trabalho" para o teor de umidade na compactação é determinada através da curva ISC x umidade, tomando-se como referência o intervalo de umidade no qual se obtém valores de ISC iguais ou superiores ao fixado no projeto.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de camadas de solo argiloso-brita, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de agregados e solos

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção de agregados e aplicação de solos e agregados.

6.3 Agregados e solos

6.3.1 No decorrer do processo de obtenção de agregados de pedreiras, e na extração de solos da jazida, devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- a) a brita/solo somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/jazida, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/jazida, assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem, assim como da jazida, em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira/jazida de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- f) construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.4 Devem ser obedecidos os seguintes princípios, quanto à operação:

- a) Os cuidados, para a preservação ambiental, se referem à disciplina do tráfego e ao estacionamento dos equipamentos.
- b) Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos à vegetação e interferências à drenagem natural.

- c) As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de qualidade referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade do material consta, no mínimo, dos ensaios apresentados nos Quadros 1 e 2 a seguir.

Quadro 1 – Solo (na jazida)	
Quantidade	Descrição
Para cada 600 m³ de mistura a ser produzida:	
01	Ensaio de limite de liquidez
01	Ensaio de limite de plasticidade
01	Ensaio de granulometria

Quadro 2 - Agregados	
Quantidade	Descrição
Para cada 600 m³ de mistura a ser produzida:	
01	Ensaio de granulometria
No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedra:	
01	Ensaio de desgaste Los Angeles
01	Ensaio de lameridade
01	Ensaio de durabilidade

7.4 O controle interno de qualidade da execução consta, no mínimo, dos ensaios apresentados no Quadro 3 a seguir.

Quadro 3 – Controle na pista	
Quantidade	Descrição
Para cada 1200 m³ de material distribuído:	
01	Ensaio de compactação na energia especificada
01	Ensaio de índice de suporte Califórnia
Para cada 300 m³ de material distribuído:	
01	Ensaio de granulometria
Para cada 100 m³ de material distribuído:	
01	Determinação do teor de umidade – Método expedito da frigideira
01	Determinação de massa específica aparente seca “in situ”
Nota 1: Opcionalmente, o controle relativo à obtenção do ISC especificado em projeto pode ser efetuado mediante emprego das curvas “ISO-ISC”. A este respeito, observar o contido no Manual de Execução.	
Nota 2: Deve ser verificado o bom desempenho da camada, através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.	

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

8.3.1 Espessura da camada: deve ser medida a espessura, no mínimo a cada 20m por nivelamento do eixo e dos bordos, após a execução da camada, envolvendo no mínimo cinco pontos da seção transversal.

8.3.2 Largura executada: a verificação da largura da plataforma, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena em espaçamento de, pelo menos, 20m.

8.4 Verificação do acabamento: as condições de acabamento da superfície são apreciadas em bases visuais. Especial atenção deve ser conferida à verificação da presença de segregação superficial. A este respeito, reportar-se ao Manual de Execução.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

- a) Todos os ensaios indicados em 7.3 devem atender aos requisitos especificados em 5.1.

9.2 Aceitação da execução

- a) Compressão: os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente conforme os procedimentos descritos no item 9.5.1, devem ser iguais ou superiores a 100%, para a energia especificada.
- b) Composição granulométrica das amostras de solo-brita: deve atender aos limites de tolerância especificados a seguir, para valores individuais.

TOLERÂNCIA PARA A FAIXA DE TRABALHO		
Peneira		(% passando em peso)
ASTM	mm	
3/8" a 1 1/2"	9,5 a 38,1	± 10
nº 40 a nº 4	0,42 a 4,8	± 6
nº 200	0,074	± 4

- c) O índice de suporte Califórnia e a expansão devem atender ao especificado em 5.2.

- d) As medidas de deflexão devem ser inferiores à deflexão máxima admissível de projeto, para o tipo da camada.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada;
- b) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = X - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

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

$N \geq 9$ (nº de determinações efetuadas)

- a espessura média determinada estatisticamente não deve ser menor do que a espessura de projeto menos 0,01 m;
- não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo $\pm 0,02$ m em relação à espessura de projeto;
- em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de solo argiloso-brita com espessura média inferior à de projeto, a diferença é compensada estruturalmente na (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
- em caso de aceitação de camada de solo argiloso-brita, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura superior à de projeto, a diferença não é deduzida da (s) espessura (s) da (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).

9.4 Aceitação do acabamento

- a) As condições de acabamento, apreciadas pelo DER/PR em bases visuais, devem ser julgadas satisfatórias.
- b) A superfície deve se apresentar bem desempenada, não ocorrendo lamelas e marcas indesejáveis do equipamento de compressão.

9.5 Condições de conformidade e não conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;
 $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;
 X – média da amostra;
 s – desvio padrão;
 k – adotado o valor 1,25;
 n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;
 Se $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;
 Se $X + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só é aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de solo argiloso-brita, executado e recebido na forma descrita, é medido em metros cúbicos de sub-base ou base compactada na pista, fazendo-se distinção em relação à energia de compactação empregada. Considera-se o talude do solo argiloso-brita equivalente a 1:1,5, para fins de cálculo da largura média de projeto.

10.2 No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média X calculada como indicado anteriormente, limitada à espessura de projeto;

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.



**Departamento de
Estradas de Rodagem
do Estado do Paraná -
DER/PR**

Avenida Iguazu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
www.der.pr.gov.br

DER/PR ES-P 11/18

PAVIMENTAÇÃO: SOLO-CIMENTO E SOLO TRATADO COM CIMENTO

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 27/03/2018
Deliberação n.º 060/2018
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 11/05
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavras-chave: base, sub-base, solo, cimento

19 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de bases ou sub-bases de solo-cimento e solo tratado com cimento. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG- 01.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0. PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento dos serviços em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 11/05 e as referências técnicas das aplicações recentes realizadas no país.

1. OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção do produto e sua aplicação em camadas de sub-base ou base de pavimentos rodoviários em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2. REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 5732 - Cimento Portland comum;
- ABNT NBR 5735 - Cimento Portland de alto forno;
- ABNT NBR 5736 - Cimento Portland pozolânico;
- ABNT NBR 5739 - Concreto – ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos;
- ABNT NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto – procedimento;
- ABNT NBR 7182 - Solo – ensaio de compactação.
- DNER-ME 024 - Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman;
- DNER-ME 080 - Solos – análise granulométrica por peneiramento;
- DNER-ME 082 - Solos – determinação do limite de plasticidade;
- DNER-ME 092 - Solo - determinação da massa específica aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia;
- DNER-ME 122 - Solos – determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito;
- DNER-ME 129 - Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas;
- DNER-ME 201 - Solo-cimento – compressão axial de corpos de prova cilíndricos;
- DNER-ME 202 - Solo-cimento – moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos;
- DNIT 011 - PRO Gestão da qualidade em obras rodoviárias;
- Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR;
- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR;
- Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR;

3. DEFINIÇÕES

3.1 Solo-cimento e solo tratado com cimento são misturas íntimas, executadas na pista ou em usina, compostas por solo, cimento e água, adequadamente compactadas e submetidas a processo eficiente de cura.

3.2 Para os fins desta especificação, a distinção entre os dois tipos de serviço é baseada no comportamento da camada, avaliado através da resistência à compressão simples da mistura, aos sete dias de idade, de acordo com os seguintes valores:

- a) solo tratado com cimento: de 1,2 a 2,1 MPa;
- b) solo-cimento: superior a 2,1 MPa.

4. CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta Especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem;
- e) em dias de chuva.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais

5.1.1 Todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.2 Cimento Portland

- a) Podem ser utilizados os seguintes tipos de cimento Portland especificados pela ABNT:
 - cimento Portland comum NBR 5732
 - cimento Portland de alto fornoNBR 5735
 - cimento Portland pozolânico NBR 5736
- b) O emprego de outros tipos de cimento (cimento Portland de alta resistência

inicial), é abordado no Manual de Execução;

- c) Com relação às condições de armazenamento do cimento, observar o disposto a respeito no Manual de Execução.

5.1.3 Água

- a) A água utilizada deve ser isenta de materiais estranhos prejudiciais ao comportamento da mistura.

5.1.4 Solo

5.1.4.1 Os solos empregados na execução de sub-bases ou bases de solo-cimento ou de solo tratado com cimento devem apresentar as seguintes características:

- a) condições granulométricas:

PENEIRAS		% Passando, Em Peso
ASTM	mm	
2"	50,8	100
nº 4	4,8	55-100
nº 200	0,075	5-45

- b) o material empregado deve possuir trabalhabilidade adequada à realização das operações de construção da sub-base ou base (ver Manual de Execução);
- c) o material não deve conter matéria orgânica ou outras impurezas nocivas;
- d) a respeito da utilização de ensaios físicos (limites de liquidez e plasticidade) na definição do emprego de solos em mistura com cimento, reportar-se ao Manual de Execução.

5.1.5 Composição da mistura

5.1.5.1 A mistura de solo-cimento ou de solo tratado com cimento deve ser dosada de acordo com os critérios apresentados no Manual de Execução.

5.1.5.2 A resistência à compressão simples da mistura, aos sete dias, deve atender aos seguintes limites:

- a) solo tratado com cimento:
- sub-base: 1,2 a 2,1 MPa.
 - base: 1,5 a 2,1 MPa.
- b) solo-cimento:
- sub-base ou base: superior a 2,1 MPa.

5.1.5.3 Misturas do tipo solo tratado com cimento poderão, complementarmente, ser dosadas em função do índice de suporte Califórnia da mistura. Detalhes a respeito integram o Manual de Execução.

5.1.5.4 A energia de compactação a adotar será:

- a) solo tratado com cimento: intermediária;
- b) solo-cimento: normal.

5.1.5.5 Opcionalmente, em função das características da mistura e do dimensionamento, podem ser empregadas energias diferentes das especificadas. Comentários a respeito integram o Manual de Execução.

5.2 Equipamentos

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.2.2 Mistura na pista:

- a) pá-carregadeira;
- b) caminhões basculantes;
- c) motoniveladora pesada com escarificador;
- d) recicladora;
- e) rolos compactadores do tipo pé-de-carneiro;
- f) rolos compactadores vibratórios corrugados;
- g) rolos compactadores pneumáticos, de pressão regulável ;
- h) compactadores portáteis, manuais ou mecânicos;
- i) ferramentas manuais diversas (pás, garfos, enxadas, rastelos e outros).

5.2.3 Mistura na usina:

- a) central de mistura, provida de silos para solo e para cimento, depósito de água e dispositivos de controle das proporções de materiais componentes da mistura, capaz de propiciar umedecimento e produção de mistura homogênea.
- b) pá-carregadeira;
- c) caminhões basculantes;
- d) distribuidor de agregados autopropulsionado;

- e) motoniveladora;
- f) rolos compactadores do tipo pé-de-carneiro;
- g) rolos compactadores vibratórios corrugados;
- h) rolos compactadores pneumáticos, de pressão regulável;
- i) compactadores portáteis, manuais ou mecânicos;
- j) ferramentas manuais diversas (pás, garfos, enxadas, rastelos e outros).

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.3.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender o projeto de dosagem, valores e limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.3.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental, este deve ser removido e reconstruído em condições de execução ajustadas, até que todos os parâmetros sejam satisfatórios.

5.3.5 Mistura na pista:

5.3.5.1 Preparo da superfície

- a) A superfície que vai receber a camada de base ou sub-base de solo-cimento ou solo tratado com cimento deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- b) Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura.

5.3.5.2 Extração dos materiais na jazida

- a) a(s) jazidas(s) indicada(s) no projeto deve(m) ser objeto de criterioso zoneamento, com vistas à seleção de materiais que atendam às características especificadas;

- b) durante a operação de carga, devem ser tomadas as precauções necessárias para evitar a contaminação por materiais estranhos.

5.3.5.3 Transporte e distribuição do solo

- a) não é permitido o transporte do material para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiverem molhados, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento;
- b) os caminhões basculantes descarregam as respectivas cargas em pilhas sobre a pista, com adequado espaçamento;
- c) o espalhamento é efetuado mediante atuação da motoniveladora;
- d) a definição da espessura do colchão de material solto que, após compressão, permita a obtenção da espessura de projeto e sua conformação adequada, deve ser obtida a partir da criteriosa observação no Segmento Experimental;
- e) a espessura da camada individual acabada deve se situar no intervalo de 0,10 m, no mínimo, a 0,17 m, no máximo. A espessura máxima deve ser tal que não prejudique a uniformidade de mistura e da compactação da camada. Para maiores informações a respeito, reportar-se ao Manual de Execução.

5.3.5.4 Distribuição do cimento

- a) concluído o espalhamento e a conformação do colchão de solo, o cimento deve ser distribuído uniformemente na superfície, em toda a largura de faixa, segundo o teor especificado pela dosagem, por processo manual ou mecânico;
- b) quando se empregar a distribuição em sacos, estes devem ser dispostos de modo a assegurar uniformidade na distribuição. Os sacos são contados, anotados, e em seguida distribuídos com rodos de madeira. Quando se utilizar a distribuição a granel, por processo mecânico, o equipamento deve ser aferido e aprovado pela Fiscalização. É sempre preferível a distribuição mecânica do cimento;
- c) imediatamente após a distribuição do cimento, é procedida a mistura deste com o solo, pela ação da recicladora, que simultaneamente promove a devida pulverização, umidificação e homogeneização;
- d) o grau de pulverização especificado é de, no mínimo, 70% para solo tratado com cimento, e 80% para solo-cimento. Comentários a respeito integram o Manual de Execução;
- a) concluída a mistura, o teor de umidade deve estar compreendido na faixa de - 0,5 a +1,5%, em relação à umidade ótima indicada pelo ensaio de compactação, com a energia adotada em projeto;

5.3.5.5 Conformação, compactação e acabamento

- a) encerrada a fase de mistura, com emprego da motoniveladora é feita a conformação da camada em obediência à seção de projeto;
- b) as operações de compactação devem ser iniciadas imediatamente após o término da conformação;
- c) normalmente, a compactação de solos arenosos ou pouco argilosos é feita com o emprego de rolos vibratórios corrugados e rolos pneumáticos de pressão regulável. Já a compactação de solos com fração argila mais significativa, deve ser iniciada com o emprego de rolos pé-de-carneiro e concluída com rolos vibratórios corrugados e de pneumáticos de pressão regulável;
- d) a compressão é executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto;
- e) em cada passada, o equipamento deve propiciar cobertura de, no mínimo, metade da faixa anteriormente coberta;
- f) após a conclusão da compactação, é feito o acerto da superfície, de modo a satisfazer o projeto, pela eliminação de saliências, com o emprego da motoniveladora. Não é permitida a correção de depressões pela adição de material. A superfície da camada é comprimida até que se apresente lisa e isenta de partes soltas ou sulcadas. A respeito do assunto, reportar-se ao Manual de Execução;
- g) a compactação e o acabamento finais são obtidos com o emprego de rolo de pneumáticos de pressão regulável;
- h) o grau de compactação deve ser de 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, adotada como referência na dosagem da mistura (normal ou intermediária);
- i) o tempo decorrido entre o início da compactação e o acabamento final da camada não deve exceder a duas horas;
- j) eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais, devem se processar fora da área de compressão;
- k) em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

5.3.5.6 Juntas de construção

- a) as juntas de construção transversais devem ser executadas de acordo com procedimentos que assegurem a sua eficiência e bom acabamento. Sugestões

a respeito do assunto integram o Manual de Execução;

- b) juntas de construção longitudinais devem ser evitadas, executando-se a camada de solo-cimento ou solo tratado com cimento em toda a largura da pista, em uma única etapa.

5.3.5.7 Proteção e cura

- a) a camada acabada é submetida de imediato a processo de cura, devendo para este fim ser protegida contra a perda rápida de umidade, por período de, no mínimo, sete dias;
- b) o processo de cura consiste da aplicação de pintura asfáltica, com emulsão diluída em água;
- c) antes da aplicação, a superfície deve ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados. Se necessário, para assegurar a adequada limpeza, a Fiscalização pode exigir o emprego de jatos de ar comprimido;
- d) previamente à aplicação da pintura de cura, a camada deve estar adequadamente umedecida;
- e) a razão de diluição e a taxa de aplicação do ligante devem ser definidas na obra, na ocasião do Segmento Experimental, objetivando-se a formação de uma película impermeável e homogênea;
- f) o emprego de processos de cura alternativos, de comprovada eficiência, pode ser admitido, a critério da Fiscalização. Detalhes a respeito integram o Manual de Execução.

5.3.5.8 Liberação ao tráfego

- a) não é permitido o tráfego diretamente sobre os trechos recém-concluídos;
- b) o tráfego é permitido desde que a superfície tenha endurecido suficientemente, de modo a evitar estragos, o que normalmente ocorre depois de decorridos sete dias;
- c) no caso de travessias e acessos, deve ser aplicada uma proteção com camada de solo com, pelo menos, 0,15 m de espessura.

5.3.6 Mistura em usina:

5.3.6.1 Preparo da superfície

- a) devem ser atendidas as recomendações constantes do subitem 5.3.6.1 desta especificação.

5.3.6.2 Extração dos materiais na jazida

-
- b) devem ser atendidas as recomendações constantes do subitem 5.3.6.2 desta especificação.

5.3.6.3 Produção da mistura

- a) os materiais que integram a mistura são acumulados nos silos da usina, devendo ser previsto o eficiente abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção;
- b) a usina deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura dos materiais;
- c) o grau de pulverização exigido é de 70%, no mínimo, para solo tratado com cimento, e de 80%, no mínimo, para solo-cimento;
- d) a mistura deve sair da usina perfeitamente homogeneizada, com teor de umidade ligeiramente acima da umidade ótima, de forma a fazer frente às perdas no decorrer das operações construtivas subseqüentes.

5.3.6.4 Transporte da mistura

- a) o transporte da mistura, da usina para a pista, deve ser feito em caminhões basculantes;
- b) não é permitida a estocagem do material usinado;
- c) os veículos de transporte devem ser cobertos com lonas, de modo a evitar perda de umidade por evaporação, ou excesso de umidade da mistura pela ação de chuvas;
- d) não é permitido o transporte da mistura para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiverem molhados, não sendo capazes de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.

5.3.6.5 Distribuição da mistura

- a) a distribuição da mistura, sobre a camada anterior previamente liberada pela Fiscalização, deve ser realizada com distribuidor de agregados, capaz de distribuir o material em espessura uniforme, sem produzir segregação;
- b) opcionalmente, em função das características da mistura e com a autorização da Fiscalização, a distribuição pode ser procedida pela ação de motoniveladora. Neste caso, a mistura é descarregada dos basculantes em leiras, sobre a camada anterior liberada pela Fiscalização, devendo ser estabelecidos critérios de trabalho que assegurem a qualidade do serviço;
- c) o espalhamento da mistura deve ser efetuado em espessura tal que, após compressão, resulte a espessura de projeto;
- d) é vedado o uso, no espalhamento, de equipamentos ou processos que causem segregação do material;

- e) a espessura da camada individual acabada deve se situar no intervalo de 0,01 m, no mínimo, a 0,17 m, no máximo. A espessura máxima deve ser tal que não prejudique a uniformidade na compactação da camada. Este assunto é abordado no Manual de Execução.

5.3.6.6 Compactação e acabamento

- a) as operações de compactação devem ser iniciadas imediatamente após o término da mistura;
- b) o segmento experimental é utilizado para definir o padrão necessário à obtenção do grau de compactação desejado;
- c) normalmente, a compactação de solos arenosos ou pouco argilosos é feita com o emprego de rolos vibratórios corrugados e rolos pneumáticos de pressão regulável. Já a compactação de solos com fração argila mais significativa, deve ser iniciada com o emprego de rolos pé-de-carneiro e concluída com rolos vibratórios corrugados e de pneumáticos de pressão regulável;
- d) o teor de umidade da mistura no início da compactação, deve situar-se na faixa de - 0,5% a +1,5%, em relação à umidade ótima adotada como referência;
- e) a compressão é executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto;
- f) em cada passada, o equipamento deve propiciar cobertura de, no mínimo, metade da faixa anteriormente coberta;
- g) após a conclusão da compactação, é feito o acerto da superfície, de modo a satisfazer o projeto, pela eliminação de saliências, com o emprego da motoniveladora. Não é permitida a correção de depressões pela adição de material. A superfície da camada é comprimida até que se apresente lisa e isenta de partes soltas ou sulcadas. A respeito do assunto, reportar-se ao Manual de Execução;
- h) a compactação e o acabamento finais são obtidos com o emprego de rolo de pneumáticos de pressão regulável;
- i) o grau de compactação deve ser de 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, adotada como referência na dosagem da mistura (normal ou intermediária);
- j) o tempo decorrido entre o início da compactação e o acabamento final da camada não deve exceder a três horas;
- k) eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais, devem se processar fora da área de compressão;

-
- l) em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

5.3.6.7 Juntas de construção

- a) devem ser atendidas as recomendações contidas no subitem 5.3.6.8 desta especificação.

5.3.6.8 Proteção e cura

- a) devem ser atendidas as recomendações contidas no subitem 5.3.6.9 desta especificação.

5.3.6.9 Liberação ao tráfego

- a) devem ser atendidas as recomendações contidas no subitem 5.3.6.10 desta especificação.

6. MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de solo-cimento e solo tratado com cimento, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de cimento e solos.

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a exploração de jazidas e a execução de trabalhos na pista.

6.3 Exploração de jazidas de solos e usinagem (se prevista)

6.3.1 No decorrer do processo de obtenção de solos nas jazidas devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- a) a exploração da (s) jazida (s) somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) exigir a documentação atestando a regularidade das instalações da jazida e usina (se prevista no processo executivo), assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da jazida e usina em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da jazida de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) tomar todas as precauções para que o manuseio e armazenamento do cimento sejam feitos de forma correta, evitando danos ao meio-ambiente, aos envolvidos na obra e aos usuários.

- f) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- g) construir junto à jazida/usina bacias de retenção e sistemas de drenagem, evitando o carreamento da parte fina dos solos para cursos d'água.

6.4 Execução na pista

6.4.1 Os cuidados para a preservação ambiental se referem à disciplina do tráfego, ao estacionamento dos equipamentos e ao manuseio do cimento (se prevista a mistura na pista).

6.4.2 Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências à drenagem natural.

6.4.3 As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água.

6.4.4 No caso de execução pelo processo de mistura na pista, tomar todas as precauções para que o manuseio do cimento e sua incorporação sejam feitos de forma correta, evitando danos ao meio-ambiente, aos envolvidos na obra e aos usuários.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução se referem às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios relacionados nos Quadros 1 a 3, para mistura na pista, e 4 a 6, para mistura em usina, a seguir apresentados:

7.3.1 Mistura na pista

Quadro 1 - Solos	
Quantidade	Descrição
Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 1 vez por dia trabalhado:	
1	Ensaio de granulometria

Quadro 2 – Controle de execução na pista (continua...)	
Quantidade	Descrição do ensaio
Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 2 vezes por dia trabalhado:	
1	Determinação do grau de pulverização, após adição do cimento (ver Manual de Execução)
1	Determinação do teor de umidade, imediatamente antes da compactação
1	Determinação da massa específica aparente seca "in situ", após compactação
Para cada 100 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 2 vezes por dia trabalhado:	
1	Determinação da espessura da camada de mistura solta, com o cimento incorporado, imediatamente antes da compactação
Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 1 vez por dia trabalhado:	
1	Ensaio de compactação, na energia selecionada, com amostras coletadas na pista imediatamente antes da compactação
1	Ensaio de resistência à compressão simples aos 7 dias, com amostras coletadas na pista imediatamente antes da compactação
1	Avaliação visual da eficiência e homogeneidade do processo de cura aplicado
Para cada 1000 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 1 vez a cada 2 dias trabalhados:	
1	Determinação do teor de cimento (método de titulação, descrito na Manual de Execução), para o caso de distribuição do cimento a granel
Nota: para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada. Medir as deflexões após 28 dias de cura.	

7.3.2 Mistura em usina

Quadro 3 - Solos	
Quantidade	Descrição
Para cada 400 m³ de mistura a ser aplicada na pista e no mínimo 1 vez por dia trabalhado:	
1	Ensaio de granulometria

Quadro 4 – Controle de execução	
Quantidade	Descrição do ensaio
Para cada 500 m³ de mistura e no mínimo 2 vezes por dia trabalhado (na usina):	
1	Determinação do teor de umidade da mistura, na saída do misturador
Para cada 500 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 2 vezes por dia trabalhado	
1	Determinação do teor de umidade, imediatamente antes da compactação
1	Determinação da massa específica aparente seca “in situ”, após compactação
Para cada 100 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 2 vezes por dia trabalhado:	
1	Determinação da espessura da camada de mistura solta, imediatamente antes da compactação
Para cada 1000 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 1 vez por dia trabalhado:	
1	Ensaio de compactação, na energia selecionada, com amostras coletadas na pista imediatamente antes da compactação
1	Ensaio de resistência à compressão simples aos 7 dias, com amostras coletadas na pista imediatamente antes da compactação
1	Controle dos tempos despendidos para a execução das seguintes atividades: <ul style="list-style-type: none"> • mistura com cimento: tempo total decorrido desde incorporação do cimento à mistura na central até o início da compactação. • compactação e acabamento: tempo decorrido desde o início da compactação até o final das operações de acabamento.
1	Avaliação visual da eficiência e homogeneidade do processo de cura aplicado
Para cada 1000 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 1 vez por dia trabalhado:	
1	Determinação do teor de cimento (método de titulação, descrito na Manual de Execução)
Para cada 3.000 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 1 vez por semana trabalhada	
1	Aferição racional da usina
Nota: para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.	

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR, quando julgar necessário, a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

8.2.1 Espessura da camada: deve ser medida a espessura, no máximo a cada 100 m, pelo nivelamento do eixo e dos bordos.

8.2.2 Alinhamentos: a verificação dos alinhamentos do eixo e bordos, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena.

8.3 Verificação da proteção à cura e acabamento

- a) cabe à Fiscalização a avaliação sistemática da eficiência do processo de proteção à cura, com base em inspeção visual, para averiguação das condições de umedecimento da superfície e manutenção da integridade da pintura de cura;
- b) as condições de acabamento da superfície são apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais, exigindo-se maior rigor em função da posição relativa da camada na estrutura (base ou sub-base).

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

9.1.1 O cimento utilizado é aceito desde que obedeça ao especificado na correspondente especificação da ABNT.

9.1.2 Os solos utilizados são aceitos desde que se apresentem satisfatórios face às exigências desta especificação, em termos de trabalhabilidade, isenção de partículas moles, matéria orgânica ou impurezas nocivas, atendendo ainda aos requisitos previstos para granulometria, para amostras individuais.

9.2 Aceitação da execução

9.2.1 Os valores individuais dos graus de pulverização obtidos devem atender ao especificado para o tipo de mistura empregado.

9.2.2 Os tempos máximos especificados para cada etapa executiva não devem ser ultrapassados.

9.2.3 Compressão: os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente conforme os procedimentos descritos no item 9.4.1, devem ser iguais ou superiores a 100% para solo-cimento e 97% para solo tratado com cimento.

9.2.4 O teor de cimento da mistura aplicada deve situar-se, para cada segmento executado, na faixa de $\pm 0,5\%$ em relação ao valor de projeto. A média aritmética obtida não deve, no entanto, ser inferior ao teor de projeto.

9.2.5 A resistência à compressão simples, aos sete dias de idade, seja no mínimo igual à adotada no projeto de mistura, para valores determinados estatisticamente.

9.2.6 A eficiência do processo de proteção de cura, avaliada visualmente pela Fiscalização, deve ser considerada satisfatória.

9.2.7 As medidas de deflexão sejam inferiores à deflexão máxima admissível de projeto, para o tipo da camada.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) a largura da plataforma não deve ser menor do que a prevista para a camada;
- b) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = \bar{X} - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

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

$N \geq 9$ (nº de determinações efetuadas)

- a espessura média determinada estatisticamente não deve ser menor do que a espessura de projeto menos 0,01 m;
- não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo $\pm 0,02$ m em relação à espessura de projeto;
- em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de solo-cimento ou de solo tratado com cimento com espessura média inferior à de projeto, a diferença é compensada estruturalmente na (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
- em caso de aceitação de camada de solo-cimento ou de solo tratado com cimento, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura superior à de projeto, a diferença não é deduzida da (s) espessura (s) da (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
- as condições de acabamento, apreciadas pelo DER/PR em bases visuais, devem ser julgadas satisfatórias.

9.4 Condições de conformidade e não conformidade

9.4.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos:

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;

\bar{X} – média da amostra;

s – desvio padrão;

k – adotado o valor 1,25;

n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.4.2 Os serviços só são aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.4.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.4.4 Qualquer serviço só é aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de solo-cimento ou solo tratado com cimento, executado e recebido na forma descrita, é medido pela determinação do volume de mistura aplicada e compactada, expresso em metros cúbicos, fazendo-se distinção em relação ao processo de execução (mistura na pista ou em usina), aos teores aplicados e à energia de compactação empregada. Considera-se o talude das camadas tratadas com cimento equivalente a 1:1,5, para fins de cálculo da largura média de projeto.

10.2 No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média X calculada como indicado anteriormente, limitada à espessura de projeto.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada no teor de cimento empregado.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 12/05

PAVIMENTAÇÃO: REPARO SUPERFICIAL

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 09/05/2005
Deliberação n.º 086/2005

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavras-chave: tapa-buraco, reparo superficial,
remendo

7 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de reparo superficial. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, manejo ambiental, controle de qualidade, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a experiência do corpo técnico do DER/PR.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na produção e aplicação de reparo superficial, com o objetivo de conservar pavimentos em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR;
Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR;
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR.

3 DEFINIÇÃO

3.1 Panelas (buracos): são cavidades formadas inicialmente no revestimento do pavimento e que possuem dimensões variadas. O defeito é de natureza muito grave, uma vez que afeta estruturalmente o pavimento, permitindo o acesso das águas superficiais indesejáveis às demais camadas da estrutura. Também é grave no que se refere às condições funcionais, pois interfere no parâmetro de irregularidade longitudinal e, por consequência, na segurança do tráfego e no custo operacional. As causas prováveis deste defeito estão relacionadas com o estágio terminal de trincamento por fadiga e/ou desintegração localizada na superfície do pavimento (desgaste ou desagregação de severidade alta).

3.2 Reparo superficial manual: é o reparo superficial do pavimento asfáltico existente, na profundidade da camada de revestimento asfáltico, cuja execução se faz por processo preponderantemente manual.

3.3 Reparo superficial mecânico: é o reparo superficial do pavimento asfáltico existente, na profundidade da camada de revestimento asfáltico, cuja execução se faz por processo preponderantemente mecânico. Considera-se que todo reparo com área a ser recuperada superior a 20m² é reparo superficial mecânico.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- b) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;

- c) em dias de chuva;
- d) sem a marcação prévia do perímetro da área a ser reparada.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Material: o concreto asfáltico usinado à quente (CAUQ) a ser empregado no preenchimento dos buracos deve atender ao disposto na especificação de serviço DER/PR ES-P 21/2005, no que couber.

5.2 Equipamento

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução do serviço, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.2.2 Os equipamentos utilizados na execução de reparo superficial manual são:

- a) serra corte concreto/asfalto;
- b) compactador vibratório manual ou portátil;
- c) trator agrícola com carreta depósito.
- d) picareta, enxada, pá, carrinho de mão, vassoura, rastelo e demais ferramentas manuais;

5.2.3 Os equipamentos utilizados na execução de reparo superficial mecânico são:

- a) serra corte concreto/asfalto;
- b) compressor de ar;
- c) martelotes pneumáticos;
- d) fresadora a frio (opcional);
- e) mini carregadeira de pneus;
- f) motoniveladora;
- g) compactador vibratório manual ou portátil;
- h) rolo de pneus autopropelido;
- i) caminhão basculante;
- j) ferramentas manuais.

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 As operações de reparo superficial subordinam-se aos elementos técnicos constantes do projeto e/ou indicados pelo DER/PR, compreendendo as etapas executivas descritas a seguir.

- a) Corte ou escavação com dimensões e profundidades variadas, até obter-se a configuração de figura plana regular com lados paralelos ao eixo do pavimento e outros ortogonais ao mesmo eixo, cuja profundidade de corte atinja a espessura total da

camada de revestimento asfáltico existente, sendo obrigatório que as paredes da região afetada resultem verticais.

- b) No reparo superficial manual, a escavação ou corte se processa com o emprego de serra corte concreto/asfalto, combinado com o emprego de ferramenta manual (picareta).
- c) No reparo superficial mecânico, a escavação ou corte se processa com o emprego de serra corte concreto/asfalto, combinado com perfuratrizes pneumáticas com implemento de corte. Opcionalmente, a atividade de corte pode ser executada com máquina fresadora a frio.
- d) A remoção da camada de revestimento asfáltico deteriorado é feita, no caso de reparo superficial manual, com o emprego de pás, enxadas e vassouras manuais.
- e) A remoção da camada de revestimento asfáltico deteriorado é feita, no caso de reparo superficial mecânico, com o emprego de mini-carregadeira.
- f) Após a operação de remoção, inclusive de eventuais fragmentos soltos ocorrentes no interior da caixa, processa-se a varredura e limpeza da superfície a ser preenchida.
- g) Em seguida, executa-se o serviço de pintura de ligação do fundo e das paredes da caixa com emprego de material asfáltico indicado em projeto e/ou pelo DER/PR, cujo serviço deve obedecer à especificação DER/PR ES-P 17/2005.
- h) O preenchimento da caixa é feito com concreto asfáltico usinado à quente, na espessura indicada em projeto e/ou pelo DER/PR, cujo serviço deve obedecer à especificação DER/PR ES-P 21/2005, no que couber.
- i) A distribuição do concreto asfáltico, no reparo superficial manual, é feita com o emprego de ferramentas manuais, tais como, pás, enxadas, rastelos e rodos.
- j) A distribuição do concreto asfáltico, no caso de reparo superficial mecânico, é feita com o emprego de motoniveladora.
- k) O concreto betuminoso é disposto em uma camada única, quando a profundidade da caixa não for superior a 0,05 m. Para profundidades maiores, o preenchimento se processa em duas ou mais camadas, na dependência da espessura do revestimento asfáltico existente, sendo que cada camada individual compactada não pode ser superior a 0,05 m.
- l) A compactação da massa asfáltica com CAUQ para preenchimento da caixa, no caso de reparo superficial manual, é feita com o emprego de compactador vibratório portátil, mediante o processamento de um número de passadas suficientes para a obtenção do grau de compactação especificado.
- m) A compactação da massa asfáltica com CAUQ para preenchimento da caixa, no caso de reparo superficial mecânico, é feita de forma preponderante com o emprego de rolo de pneus autopropelido, podendo ser necessário, na superfície da caixa e na fase inicial, o uso auxiliar de compactador vibratório portátil. O número de passadas

necessárias equivale à quantidade requerida para obtenção do grau de compactação especificado.

- n) Libera-se o tráfego imediatamente após o completo resfriamento do CAUQ de preenchimento.
- o) O material removido na operação de corte e eventuais sobras de massa asfáltica (CAUQ) de preenchimento devem ser depositados em local indicado em projeto ou determinado pelo DER/PR.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Durante a execução dos serviços de reparo superficial devem ser preservadas as condições ambientais exigindo-se, entre outros, os procedimentos descritos a seguir.

- a) Todo o material resultante da operação de corte ou remoção e/ou sobras de massa asfáltica de preenchimento devem ser removidas das proximidades do local de reparo e, transportadas e depositadas em locais previamente indicados em projeto e/ou selecionados pelo DER/PR.
- b) A seleção do local e tipo de depósito para o material removido deve, preferencialmente, atender à sua condição de reutilização, por parte do DER/PR.
- c) O local de depósito selecionado não deve obstruir os sistemas de drenagem natural.

6.2 Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem as características físicas e mecânicas do material empregado (CAUQ), conforme previsto na especificação DER/PR ES-P 21/2005, no que couber, e a realização do serviço de boa qualidade em conformidade com esta especificação.

7.2 Previamente à execução do reparo superficial, a executante deve apresentar cópia do projeto de dosagem utilizado pelo fornecedor e demonstrar que as características dos materiais e massa produzida atendem ao especificado no item 5 da especificação DER/PR ES-P 21/2005.

7.3 Controle de temperatura da massa asfáltica: para todo carregamento que chegar à obra deve ser medida a temperatura imediatamente antes da compactação.

7.4 Controle de compressão: deve ser definido o número de passadas do compactador vibratório portátil ou do rolo de pneus autopropelido, no início dos serviços, determinando-se a massa específica aparente in situ (DNER-ME 117/94), correlacionando-a com a densidade aparente máxima do projeto de dosagem. O grau de compactação obtido deve estar no intervalo de 95% a 101%.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 O controle geométrico, de responsabilidade exclusiva do DER/PR, consiste em medir a espessura e a área de cada reparo superficial, determinando o volume de massa aplicada (CBUQ).

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Para o grau de compactação em que é especificado uma faixa de valores mínimos e máximos deve ser verificada a seguinte condição:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;

$X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;

X – média da amostra;

s – desvio padrão;

k – adotado o valor 1,25;

n – número de determinações, no mínimo 9.

9.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.3 Todo remendo incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço é medido pelo volume de reparo superficial executado, expresso em metros cúbicos, de acordo com os alinhamentos e cotas de projeto, distinguindo-se o tipo de reparo superficial, manual ou mecânico, conforme definido no subitem 3 desta especificação

10.2 No cálculo dos volumes é considerada a área e a espessura medida em cada reparo.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é efetuado, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representam a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais ou insumos, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos, lucro, controle de qualidade e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O serviço de pintura de ligação é medido e pago separadamente, de acordo com a especificação DER/PR ES-P 17/2005.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 13/05

PAVIMENTAÇÃO: REPARO PROFUNDO

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005
Deliberação n.º 281/2005

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavras-chave: reparo profundo, remendo.

7 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de reparos profundos. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, manejo ambiental, controle de qualidade, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a experiência do corpo técnico do DER/PR.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na produção e aplicação de reparos profundos, com o objetivo de conservar pavimentos, em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÃO

3.1 Reparo profundo é o reparo do pavimento asfáltico existente, atingindo a profundidade da camada de base e podendo chegar até o subleito, cuja execução se faz por processo mecânico.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- b) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- c) em dias de chuva;
- d) sem a marcação prévia do perímetro da área a ser reparada.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 O concreto asfáltico usinado à quente (CAUQ) a ser empregado no preenchimento dos reparos profundos deve atender ao disposto na especificação de serviço DER/PR ES-P 21/2005, no que couber.

5.1.2 Base ou sub-base: podem ser utilizados materiais granulares ou camadas cimentadas, de acordo com o projeto e atendendo, no que couber, às especificações DER/PR ES-P 05/05, DER/PR ES-P 06/05, DER/PR ES-P 07/05, DER/PR ES-P 11/05 ou DER/PR ES-P 16/05.

5.2 Equipamento

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução do serviço, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.2.2 Os equipamentos utilizados na execução de reparos profundos são:

- a) perfuratrizes pneumáticas com implemento de corte;
- b) serra corte concreto/asfalto;
- c) fresadora a frio (opcional);
- d) mini carregadeira de pneus;
- e) motoniveladora;
- f) compressor de ar;
- g) caminhão basculante;
- h) soquetes mecânicos portáteis e/ou placas vibratórias;
- i) rolo pneumático autopropulsionado de pressão variável (35 a 120 lb/pol²);
- j) distribuidor de asfalto autopropulsionado, ou rebocável, equipado com espargidor manual;
- k) vassouras manuais;
- l) ferramentas manuais.

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 As operações de reparos profundos subordinam-se aos elementos técnicos constantes do projeto e/ou indicados pelo DER/PR, compreendendo as etapas executivas descritas a seguir.

- a) Corte ou escavação com dimensões e profundidades definidas no projeto ou pelo DER/PR, de forma a se obter a configuração de figura plana regular, com dois lados paralelos ao eixo do pavimento e os outros dois ortogonais ao mesmo eixo, e paredes

verticais. A profundidade de corte deve atingir a espessura total da camada a ser reparada.

- b) A escavação ou corte se processa com o emprego de serra corte concreto/asfalto, combinado com perfuratrizes pneumáticas com implemento de corte. No caso de camadas coesivas, opcionalmente o corte poderá ser feito com máquina fresadora.
- c) A remoção das camadas deterioradas é feita com o emprego de mini-carregadeira.
- d) Drenagem da caixa: caso previsto em projeto ou quando indicado pelo DER/PR, deve ser assegurada a drenagem da caixa de remoção, mediante a confecção de sangras laterais, pela adequada conformação do fundo das caixas e pela aplicação de colchão drenante de areia, o qual deverá atender ao disposto na DER/PR ES-P 26/05.
- e) Após a operação de remoção, inclusive de eventuais fragmentos soltos ocorrentes no interior da caixa, processa-se a varredura e limpeza da superfície a ser preenchida.
- f) Na seqüência é efetuada a regularização e compactação da superfície resultante no fundo da caixa, mediante emprego de placas vibratórias ou soquetes mecânicos.
- g) Atendendo ao especificado em projeto e/ou pelo DER/PR, tanto com relação a materiais quanto a espessuras, a caixa é preenchida com o material de base e/ou sub-base selecionado. As camadas individuais aplicadas não devem ultrapassar a espessura compactada de 0,15 m. A compressão é feita mediante o emprego de placas vibratórias ou soquetes mecânicos, devendo ser atingido o grau de compactação mínimo indicado na especificação do DER/PR correspondente ao material utilizado.
- h) Em seguida, aplica-se imprimação no fundo e nas paredes da caixa com emprego de material asfáltico indicado em projeto e/ou pelo DER/PR, em obediência à DER/PR ES-P 17/2005.
- i) O preenchimento da porção superior da caixa é feito com concreto asfáltico usinado à quente, na espessura indicada em projeto e/ou pelo DER/PR, em obediência à especificação DER/PR ES-P 21/2005, no que couber.
- j) A distribuição do concreto asfáltico é feita com o emprego de motoniveladora ou, em reparos de pequenas proporções, por processo manual..
- k) O concreto betuminoso é disposto em uma camada única, quando a profundidade da caixa não for superior a 0,05 m. Para profundidades maiores, o preenchimento se processa em duas ou mais camadas, na dependência da espessura do revestimento asfáltico previsto, sendo que cada camada individual compactada não deve ser superior a 0,05 m.
- l) A compactação da massa asfáltica com CAUQ para preenchimento da caixa é feita de forma preponderante com o emprego de rolo de pneus autopropelido, podendo ser necessário, na superfície da caixa e na fase inicial, o uso auxiliar de compactador vibratório portátil. O número de passadas necessárias deve permitir a obtenção de grau de compactação na faixa de 97% a 101%.

- m) Libera-se o tráfego imediatamente após o completo resfriamento do CAUQ de preenchimento.
- n) O material removido na operação de corte e eventuais sobras de materiais utilizados no preenchimento devem ser depositados em local indicado em projeto ou determinado pelo DER/PR.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Durante a execução dos serviços de reparos profundos devem ser preservadas as condições ambientais exigindo-se, entre outros, os procedimentos descritos a seguir.

- a) Todo o material resultante da operação de corte ou remoção e/ou sobras de massa asfáltica de preenchimento devem ser removidas das proximidades do local de reparo e, transportadas e depositadas em locais previamente indicados em projeto e/ou selecionados pelo DER/PR.
- b) A seleção do local e tipo de depósito para o material removido deve, preferencialmente, atender à sua condição de reutilização, por parte do DER/PR.
- c) O local de depósito selecionado não deve obstruir os sistemas de drenagem natural.

6.2 Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem as características físicas e mecânicas do material empregado para revestimento ou camada de base/sub-base, conforme previsto na correspondente especificação do DER/PR, no que couber, e a realização do serviço de boa qualidade em conformidade com esta especificação.

7.2 Previamente à execução do reparo superficial, a executante deve apresentar cópia do projeto de dosagem de cada camada e demonstrar que as características dos materiais produzidos atendem ao especificado na correspondente especificação do DER/PR.

7.3 Controle de compressão: deve ser definido o número de passadas do rolo de pneus autopropelido ou aplicações do compactador vibratório portátil, no início dos serviços, determinando-se a massa específica aparente in situ de cada camada, correlacionando-a com a densidade aparente máxima do projeto de dosagem. O grau de compactação obtido deve estar no intervalo de 97% a 101%, para CAUQ, sendo no mínimo de 100%, para camadas granulares ou cimentadas.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 O controle geométrico, de responsabilidade exclusiva do DER/PR, consiste em medir a espessura de cada camada e a área de cada reparo profundo, determinando os volumes de materiais aplicados.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Para o grau de compactação, em que é especificado uma faixa de valores mínimos e máximos deve ser verificada a seguinte condição:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;

$X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;

X – média da amostra;

s – desvio padrão;

k – adotado o valor 1,25;

n – número de determinações, no mínimo 9.

9.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.3 Todo reparo incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de abertura da caixa do reparo profundo é medido pelo volume de remoção executado, expresso em metros cúbicos, de acordo com os alinhamentos e cotas de projeto.

10.2 No cálculo dos volumes de remoção é considerada a área e a espessura medida em cada reparo.

10.3 Os demais serviços utilizados na reposição de materiais do reparo profundo, inclusive colchão drenante de areia e imprimação das paredes da caixa, são medidos separadamente, de acordo com a correspondente especificação de serviço.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é efetuado, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representam a compensação integral para todas as operações, transportes, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos, lucro, controle de qualidade e eventuais necessários à completa execução dos serviços.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguazu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 14/05

PAVIMENTAÇÃO: SOLO-CAL-CIMENTO

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005

Deliberação n.º 281/2005

Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 12/91

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavras-chave: reforço do subleito, base, sub-base,
solo-cal-cimento

14 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de bases ou sub-bases de solo-cal-cimento. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento dos serviços em epígrafe, tendo como base a antiga especificação DER/PR ES-P 12/91 e as referências técnicas das aplicações recentes realizadas no país.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na produção e aplicação de bases, sub-bases ou reforço de subleito de solo-cal-cimento, com o objetivo de construir pavimentos em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

ABNT NBR 5732	- Cimento Portland comum
ABNT NBR 5736	- Cimento Portland pozolânico
ABNT NBR 5739	- Concreto – ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos
ABNT NBR 6118	- Projeto de estruturas de concreto – procedimento
ABNT NBR 6473	- Cal virgem e cal hidratada – análise química
ABNT NBR 7182	- Solo – ensaio de compactação
ABNT NBR 9202	- Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da finura por meio da peneira 0,044mm (número 325)
DNER-ME 024/94	- Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman
DNER-ME 080/94	- Solos – análise granulométrica por peneiramento
DNER-ME 082/94	- Solos – determinação do limite de plasticidade
DNER-ME 092/94	- Solo - determinação da massa específica aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia
DNER-ME 122/94	- Solos – determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito
DNER-ME 129/94	- Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas
DNER-ME 201/94	- compressão axial de corpos de prova cilíndricos
DNER-ME 202/94	- moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos
DNER-PRO 277/97	- Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
DNIT 011/2004-PRO	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias
DNIT 068/2004-PRO	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento
Manual de Execução de Serviços Rodoviários	- DER/PR
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias	- DER/PR
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias	- DER/PR

3 DEFINIÇÃO

3.1 Solo-cal-cimento é a mistura íntima, executada na pista, composta por solo, cimento, cal e água, adequadamente compactada e submetida a processo eficiente de cura.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta Especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem;
- e) em dias de chuva.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais

5.1.1 Todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.2 Cimento Portland

- a) Podem ser utilizados os seguintes tipos de cimento Portland especificados pela ABNT:
 - cimento Portland comum NBR 5732/91
 - cimento Portland pozolânico NBR 5736/91
- b) O emprego de outros tipos de cimento (cimento Portland de alta resistência inicial ou de alto forno), é abordado no Manual de Execução;
- c) O índice de finura do cimento utilizado (NBR 9202/85) deve ser satisfatório, face às exigências da especificação correspondente;
- d) Com relação às condições de armazenamento do cimento, observar o disposto a respeito no Manual de Execução.

5.1.3 Cal

- a) A cal recomendada é a cal hidratada cálcica, com teor mínimo de 50% de cal solúvel ($\text{CaO} + \text{CaOH}_2$), determinado segundo o método da NBR 6473 da ABNT.
- b) Com relação às condições de armazenamento da cal, observar o disposto a respeito no Manual de Execução.

5.1.4 Água

- a) A água utilizada deve ser isenta de materiais estranhos prejudiciais ao comportamento da mistura.

5.1.5 Solo

- a) Os solos utilizados na execução de misturas de solo-cal-cimento devem ser solos derivados de rochas basálticas, do tipo "latossolo roxo", ou "latossolo vermelho escuro". Estes solos apresentam boa reação com a cal e o cimento, cuja estabilização possibilita melhores características de resistência mecânica em relação ao solo natural, sob adequadas condições de compactação e cura.
- b) O emprego de outros tipos de solos pode ser admitido, desde que haja reatividade com a cal e o cimento e a dosagem efetuada comprove as suas características de resistência, dentro dos limites estabelecidos no projeto.
- c) O material não deve conter matéria orgânica ou outras impurezas nocivas.

5.1.6 Composição da mistura

- a) A mistura de solo-cal-cimento deve ser dosada de acordo com os critérios apresentados no Manual de Execução.
- b) Os teores mínimos a serem adotados na composição da mistura, tanto para a cal como para o cimento, são de 3%, em relação à massa de solo seco, para possibilitar uma adequada incorporação e homogeneização da cal e do cimento ao solo.
- c) A energia de compactação a ser adotada é a normal ou a intermediária, de acordo com o projeto.

5.2 Equipamentos

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

- a) trator de esteira com escarificador;
- b) pá-carregadeira;
- c) caminhões basculantes;
- d) motoniveladora pesada com escarificador;
- e) recicladora;
- f) caminhão-tanque irrigador;
- g) rolos compactadores do tipo pé-de-carneiro "pata longa";

- h) rolos compactadores vibratórios corrugados;
- i) rolos compactadores pneumáticos, de pressão regulável ;
- j) compactadores portáteis, manuais ou mecânicos;
- k) ferramentas manuais diversas (pás, garfos, enxadas, rastelos e outros).

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.3.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender o projeto de dosagem, valores e limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.3.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental, este deve ser removido e reconstruído em condições de execução ajustadas, até que todos os parâmetros sejam satisfatórios.

5.3.5 Preparo da superfície

- a) A superfície que vai receber a camada de reforço do subleito, base ou sub-base de solo-cal-cimento deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- b) Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura.

5.3.6 Extração dos materiais na jazida

- a) A(s) jazidas(s) indicada(s) no projeto deve(m) ser objeto de criterioso zoneamento, com vistas à seleção de materiais que atendam às características especificadas;
- b) Durante a operação de carga, devem ser tomadas as precauções necessárias para evitar a contaminação por materiais estranhos.

5.3.7 Transporte e distribuição do solo

- a) Não é permitido o transporte do material para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiverem molhados, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.

- b) Os caminhões basculantes descarregam as respectivas cargas em pilhas sobre a pista, com adequado espaçamento.
- c) O espalhamento é efetuado mediante atuação da motoniveladora.
- d) A definição da espessura do colchão de material solto que, após compressão, permita a obtenção da espessura de projeto e sua conformação adequada, deve ser obtida a partir da criteriosa observação no Segmento Experimental.
- e) A espessura da camada individual acabada deve se situar no intervalo de 0,10 m, no mínimo, a 0,17 m, no máximo. A espessura máxima deve ser tal que não prejudique a uniformidade de mistura e da compactação da camada. Para maiores informações a respeito, reportar-se ao Manual de Execução.

5.3.8 Pulverização e homogeneização do solo

- a) A pulverização e homogeneização do solo é efetuada pela ação da recicladora, atuando em toda a espessura da camada de solo solta;
- a) A pulverização é considerada satisfatória quando ao menos 50% do material, em peso, passar na peneira nº 4.
- b) Ao final da operação de pulverização, a camada resultante deve estar completamente solta, o mais homogênea possível e conformada de acordo com as características geométricas adequadas para o atendimento do projeto.
- c) Devem ser tomados os cuidados necessários para que a ação dos equipamentos de pulverização não atinja a camada subjacente, a ponto de prejudicá-la.

5.3.9 Distribuição e pré-mistura da cal

- b) Concluída a pulverização do solo, deve ser verificada a conformação geométrica da camada e, se necessário, efetuadas as eventuais correções pela ação da motoniveladora.
- c) A cal deve ser distribuída uniformemente na superfície, em toda a largura da faixa, segundo o teor especificado, por processo manual (emprego de sacos de cal) ou mecânico (a granel). A este respeito, consultar o Manual de Execução.
- d) Quando se empregar a distribuição em sacos, estes são contados, anotados, abertos e em seguida distribuídos manualmente, com o auxílio de rodos de madeira.
- e) Quando se utilizar a distribuição a granel, por processo mecânico, o equipamento deve ser aferido e aprovado pela Fiscalização.
- f) Especial atenção deve ser conferida à distribuição, com o intuito de evitar perdas decorrentes da ação do vento e do tráfego dos equipamentos utilizados nesta fase.
- g) Imediatamente após a distribuição da cal, é procedida a pré-mistura desta, visando a sua boa incorporação em meio ao solo, pela ação da recicladora.

- h) Concluída a pré-mistura da cal, a camada é submetida a uma leve compactação, destinada a selá-la superficialmente, ficando em repouso por um período de 24 a 48 h, quando então se dá seqüência ao processo executivo. Durante esse período, deve ser mantida a superfície da camada umedecida.

5.3.10 Pulverização e distribuição do cimento

- a) Decorrido o período de repouso da camada de solo à qual foi incorporada a cal, é procedida uma nova homogeneização e pulverização da mistura em toda a espessura da camada, pela ação da recicladora, e a conformação à seção de projeto, pela motoniveladora. O grau de pulverização mínimo a ser alcançado, durante esta etapa, é de 60%.
- b) Segue-se a distribuição uniforme do cimento, em toda a largura da faixa, por processo manual ou mecânico, objetivando-se a obtenção do teor especificado. A este respeito, observar o contido no Manual de Execução.
- c) Quando se empregar a distribuição em sacos, estes são contados, anotados, abertos e em seguida distribuídos manualmente, com o auxílio de rodos de madeira.
- d) Quando se utilizar a distribuição a granel, por processo mecânico, o equipamento deve ser aferido e aprovado pela Fiscalização.
- e) Especial atenção deve ser conferida à distribuição, com o intuito de evitar perdas decorrentes da ação do vento e do tráfego de equipamentos utilizados nesta fase.

5.3.11 Mistura e homogeneização do solo-cal com o cimento

- a) Imediatamente após a distribuição do cimento, é procedida a mistura seca da camada de solo-cal-cimento, pela atuação da recicladora.
- b) Nesta etapa, deve ser obtido um grau de pulverização mínimo de 70% e, além disso, a observação visual deve atestar a homogeneidade do processo de mistura, pela existência de coloração uniforme, ao longo de toda a espessura da camada.
- c) Enquanto a operação de mistura estiver em processamento, nenhum equipamento, exceto os que operam nessa fase, pode trafegar sobre a mistura.

5.3.12 Adição de água e mistura úmida

- a) Considerada satisfatória a mistura seca do solo, da cal e do cimento, nova passada da recicladora é efetuada, desta feita com adição do teor de água necessário à compactação, procedendo-se a mistura úmida.
- b) Concluída a mistura úmida, o teor de umidade deve estar compreendido na faixa de $\pm 1,0\%$, em relação à umidade ótima indicada pelo ensaio de compactação com a energia adotada em projeto.
- c) Enquanto a operação de mistura úmida estiver em processamento, nenhum equipamento, exceto os que operam nessa fase, pode trafegar sobre a mistura.

5.3.13 Compactação e acabamento

- a) As operações de compactação devem ser iniciadas imediatamente após o término da mistura úmida.
- b) Normalmente, a compactação deve ser iniciada com o emprego de rolos pé-de-carneiro e concluída com rolos vibratórios corrugados e de pneumáticos de pressão regulável.
- c) A compressão é executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto.
- d) Em cada passada, o equipamento deve propiciar cobertura de, no mínimo, metade da faixa anteriormente coberta.
- e) Após a conclusão da compactação, é feito o acerto da superfície, de modo a satisfazer o projeto, pela eliminação de saliências, com o emprego da motoniveladora. Não é permitida a correção de depressões pela adição de material. A superfície da camada é comprimida até que se apresente lisa e isenta de partes soltas ou sulcadas. A respeito do assunto, reportar-se ao Manual de Execução.
- f) A compactação e o acabamento finais são obtidos com o emprego de rolo de pneumáticos de pressão regulável.
- g) O grau de compactação deve ser de 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, adotada como referência na dosagem da mistura (normal ou intermediária).
- h) O tempo decorrido entre o início da compactação e o acabamento final da camada não deve exceder a duas horas.
- i) Eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais, devem se processar fora da área de compressão.
- j) Em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

5.3.14 Juntas de construção

- a) As juntas de construção transversais devem ser executadas de acordo com procedimentos que assegurem a sua eficiência e bom acabamento. Sugestões a respeito do assunto integram o Manual de Execução.
- b) Juntas de construção longitudinais devem ser evitadas, executando-se a camada de solo-cal-cimento em toda a largura da pista, em uma única etapa.

5.3.15 Proteção e cura

- a) A camada acabada é submetida de imediato a processo de cura, devendo para este fim ser protegida contra a perda rápida de umidade, por período de, no mínimo, sete dias.

- b) O processo de cura consiste da aplicação de pintura asfáltica, com emulsão diluída em água.
- c) Antes da aplicação, a superfície deve ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados. Se necessário, para assegurar a adequada limpeza, a Fiscalização pode exigir o emprego de jatos de ar comprimido.
- d) Previamente à aplicação da pintura de cura, a camada deve estar adequadamente umedecida.
- e) O emprego de processos de cura alternativos, de comprovada eficiência, pode ser admitido, a critério da Fiscalização. Detalhes a respeito integram o Manual de Execução.

5.3.16 Liberação ao tráfego

- a) Não é permitido o tráfego diretamente sobre os trechos recém-concluídos.
- b) O tráfego é permitido desde que a superfície tenha endurecido suficientemente, de modo a evitar estragos, o que normalmente ocorre depois de decorridos sete dias.
- c) No caso de travessias e acessos, deve ser aplicada uma proteção com camada de solo com, pelo menos, 0,15 m de espessura.

6. MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de solo-cal-cimento, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de cimento, cal e solos.

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a exploração de jazidas, o uso de aglomerantes hidráulicos e a execução de trabalhos na pista.

6.3 Exploração de jazidas de solos

6.3.1 No decorrer do processo de obtenção de solos nas jazidas devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- a) a exploração da (s) jazida (s) somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) exigir a documentação atestando a regularidade das instalações da jazida e usina (se prevista no processo executivo), assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da jazida e usina em área de preservação ambiental;

- d) planejar adequadamente a exploração da jazida de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) tomar todas as precauções para que o manuseio e armazenamento do cimento sejam feitos de forma correta, evitando danos ao meio-ambiente, aos envolvidos na obra e aos usuários.
- f) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- g) construir junto à jazida bacias de retenção e sistemas de drenagem, evitando o carreamento da parte fina dos solos para cursos d'água.

6.4 Execução na pista

6.4.1 Os cuidados para a preservação ambiental se referem à disciplina do tráfego, ao estacionamento dos equipamentos e ao manuseio do cimento (se prevista a mistura na pista).

6.4.2 Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências à drenagem natural.

6.4.3 As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água.

6.4.4 No caso de execução pelo processo de mistura na pista, tomar todas as precauções para que o manuseio do cimento e sua incorporação sejam feitos de forma correta, evitando danos ao meio-ambiente, aos envolvidos na obra e aos usuários.

7. CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução se referem às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios relacionados nos Quadros 1 a 4, a seguir apresentados:

Quadro 1 - Cimento Portland	
Quantidade	Descrição
Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista:	
01	Ensaio de finura do cimento

Quadro 2 – Cal	
Quantidade	Descrição
Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista:	
01	Determinação do teor de cal solúvel

Quadro 3 - Solos	
Quantidade	Descrição
Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista e no mínimo 1 vez por dia trabalhado:	
01	Ensaio de granulometria

Quadro 4 – Controle de execução na pista	
Quantidade	Descrição do ensaio
Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista:	
01	Determinação do grau de pulverização, antes da adição do cimento (ver Manual de Execução)
01	Determinação do grau de pulverização, após adição do cimento (ver Manual de Execução)
01	Determinação do teor de umidade, imediatamente antes da compactação
01	Determinação da massa específica aparente seca “in situ”, após compactação
Para cada 100 m³ de mistura aplicada na pista:	
01	Determinação da espessura da camada de solo solta, antes da incorporação do cimento
01	Determinação da espessura da camada de mistura solta, com o cimento incorporado, imediatamente antes da compactação
Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista:	
01	Ensaio de compactação, na energia selecionada, com amostras coletadas na pista imediatamente antes da compactação
01	Ensaio de resistência à compressão simples aos 7 dias, com amostras coletadas na pista imediatamente antes da compactação
01	Avaliação visual da eficiência e homogeneidade do processo de cura aplicado
Nota: para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), após 7 dias de cura, em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.	

8. CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

8.3.1 Espessura da camada: deve ser medida a espessura, no máximo a cada 100 m, pelo nivelamento do eixo e dos bordos.

8.3.2 Alinhamentos: a verificação dos alinhamentos do eixo e bordos, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena.

8.4 Verificação da proteção à cura e acabamento

- a) cabe à Fiscalização a avaliação sistemática da eficiência do processo de proteção à cura, com base em inspeção visual, para averiguação das condições de umedecimento da superfície e manutenção da integridade da pintura de cura;
- b) as condições de acabamento da superfície são apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais, exigindo-se maior rigor em função da posição relativa da camada na estrutura (reforço do subleito, base ou sub-base).

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

9.1.1 O cimento utilizado é aceito desde que obedeça ao especificado na correspondente especificação da ABNT e apresente índice de finura satisfatório.

9.1.2 A cal utilizada é aceita desde que atenda ao especificado no item 5.1.3.

9.1.3 Os solos utilizados são aceitos desde que se apresentem satisfatórios face às exigências desta especificação, em termos de trabalhabilidade, isenção de partículas moles, matéria orgânica ou impurezas nocivas, atendendo ainda aos requisitos previstos para granulometria, para amostras individuais.

9.2 Aceitação da execução

9.2.1 Os valores individuais dos graus de pulverização obtidos devem atender ao especificado para o tipo de mistura empregado.

9.2.2 Compressão: os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente, devem ser iguais ou superiores a 100%.

9.2.3 A resistência à compressão simples, aos sete dias de idade, deve ser no mínimo igual à adotada no projeto de mistura, para valores determinados estatisticamente.

9.2.4 A eficiência do processo de proteção de cura, avaliada visualmente pela Fiscalização, deve ser considerada satisfatória.

9.2.5 As medidas de deflexão sejam inferiores à deflexão máxima admissível de projeto, para o tipo da camada.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a largura da plataforma não deve ser menor do que a prevista para a camada;
- a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = X - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

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

$N \geq 9$ (nº de determinações efetuadas)

- a espessura média determinada estatisticamente não deve ser menor do que a espessura de projeto menos 0,01 m;
- não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo $\pm 0,02$ m em relação à espessura de projeto;
- em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de solo-cal-cimento com espessura média inferior à de projeto, a diferença é compensada estruturalmente na (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
- em caso de aceitação de camada de solo-cal-cimento, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura superior à de projeto, a diferença não é deduzida da (s) espessura (s) da (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
- as condições de acabamento, apreciadas pelo DER/PR em bases visuais, devem ser julgadas satisfatórias.

9.4 Condições de conformidade e não conformidade

9.4.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos:

- Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;
 $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;

X – média da amostra;
 s – desvio padrão;
 k – adotado o valor 1,25;
 n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X - ks <$ valor mínimo especificado: não conformidade;
Se $X - ks \geq$ valor mínimo especificado: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X + ks >$ valor máximo especificado: não conformidade;
Se $X + ks \leq$ valor máximo especificado: conformidade.

9.4.2 Os serviços só são aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.4.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.4.4 Qualquer serviço só é aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de solo-cal-cimento, executado e recebido na forma descrita, é medido pela determinação da massa de mistura aplicada e compactada, expressa em metros cúbicos, fazendo-se distinção em relação aos teores aplicados e a energia de compactação empregada. Considera-se o talude das camadas tratadas com cimento equivalente a 1:1,5, para fins de cálculo da largura média de projeto.

10.2 No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média X calculada como indicado anteriormente, limitada à espessura de projeto.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada no teor de cimento empregado.



**Departamento de
Estradas de Rodagem
do Estado do Paraná -
DER/PR**

Avenida Iguazu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
www.der.pr.gov.br

DER/PR ES-P 15/17

PAVIMENTAÇÃO: CONCRETO ASFÁLTICO USINADO À QUENTE COM ASFALTO POLÍMERO

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 28/08/2017
Deliberação n.º 140/2017
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavra-chave: asfalto polímero, concreto
asfáltico

22 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de camada de pavimento através da confecção de concreto asfáltico usinado a quente com asfalto polímero. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/17.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 21/05.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na produção e aplicação de misturas asfálticas densas e contínuas, com cimento asfáltico modificado com polímero, com o objetivo de construir, reforçar, rejuvenescer ou conservar pavimentos.

2 REFERÊNCIAS

- AASHTO T-209 - Theoretical Maximum Specific Gravity and Density of Bituminous Paving Mixtures (Ensaio Rice);
- AASHTO T324-11 - Hamburg Wheel-Track Testing of Compacted Hot Mix Asphalt (HMA)
- ABNT-NBR 14329 - Determinação expedita da resistência à água (adesividade) sobre agregados graúdos;
- ABNT-NBR 15617 - Determinação do dano por umidade induzida;
- ANP - Cimento asfáltico de petróleo modificados por polímeros elastoméricos - Resolução nº 32/10;
- ASTM-D 2172 - Quantitative Extraction of Betumen From Bituminous Paving Mixtures – Método B;
- ASTM E-303 - Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester;
- ASTM E-965 - Measuring Pavement Macrotecture Depth Using a Volumetric Technique;
- DNER-ME 024 - Pavimento – determinação das deflexões pela viga *Benkelman*;
- DNER-ME 035 - Agregados – determinação da abrasão Los Angeles;
- DNER-ME 043 - Misturas betuminosas a quente – ensaio Marshall;
- DNER-ME 053 - Misturas betuminosas – percentagem de betume;
- DNER-ME 054 - Equivalente de areia;
- DNER-ME 083 - Agregados – análise granulométrica;
- DNER-ME 089 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- DNER-ME 117 - Mistura betuminosa – determinação da densidade aparente;
- DNER-PRO 164 - Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores - IPR/USP e **Maysmeter**);
- DNER-PRO 182 - Medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores - IPR/USP e **Maysmeter**;
- DNER-PRO 277 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;
- DNIT 011-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias;

- DNIT 136-ME - Misturas betuminosas – determinação da resistência a tração por compressão diametral;
- DNIT - Manual de Pavimentação
- Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR;
- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR;
- NF P-98-253 Norme Française - Déformation permanente des mélanges hydrocarbonés;
- Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR.

3 DEFINIÇÃO

3.1 Concreto asfáltico usinado a quente com asfalto polímero (CAUQP): é uma mistura asfáltica executada em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo modificado por polímero elastomérico, espalhada e comprimida a quente.

3.2 De acordo com o tipo e função na estrutura, a mistura de concreto asfáltico modificado por polímero elastomérico deve atender a características especiais em sua formulação, recebendo geralmente as seguintes designações:

- a) Camada de rolamento ou simplesmente "capa asfáltica": camada superior da estrutura destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deve apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego, mesmo sob condições climáticas e geométricas adversas;
- b) Camada de ligação ou "binder": camada posicionada imediatamente abaixo da "capa". Apresenta, em relação à mistura utilizada para camada de rolamento, diferenças de comportamento decorrentes do emprego de agregado de maior diâmetro máximo, existência de maior percentagem de vazios, menor consumo de filer (quando previsto) e de ligante;
- c) Camada de nivelamento ou "reperfilagem": camada de massa asfáltica de graduação fina, com a função de corrigir irregularidades superficiais de um antigo revestimento e, simultaneamente, promover a selagem de fissuras existentes.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução de serviços com concreto asfáltico usinado a quente com asfalto polímero:

- a) sem o preparo prévio da superfície, limpeza e reparação preliminar;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalho em Rodovias do DER/PR;

- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aceitação do DER/PR, do projeto de dosagem da mistura asfáltica;
- e) quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C;
- f) em dias de chuva.

4.2 Todo carregamento de ligante betuminoso modificado por polímero elastomérico que chegar à obra, deve apresentar o Certificado de Qualidade (Ensaio de especificação) correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento e transporte para o canteiro de serviço. Deve trazer também indicação clara da procedência, tipo, quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a fonte de produção e o canteiro de serviço.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais

5.1.1 Todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.2 Material Asfáltico

5.1.2.1 O material a ser empregado é o cimento asfáltico de petróleo modificado por polímero elastomérico atendendo a especificação ANP nº 32/2010. O emprego de outros tipos de cimentos asfálticos que venham a ser produzidos e especificados no país pode ser admitido, desde que tecnicamente justificado e sob a devida aprovação do DER/PR.

5.1.3 Agregados

5.1.3.1 O agregado graúdo deve ser constituído por pedra britada ou seixo rolado britado, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:

- a) quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 089), devem apresentar perdas inferiores a 12%;
- b) a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 035) não deve ser superior a 50 %;
- c) a percentagem de grãos de forma defeituosa, determinada no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução do DER/PR, não pode ultrapassar a 25%;

- d) no caso de emprego de seixos rolados britados, exige-se que 90% dos fragmentos, em peso, apresentem pelo menos uma face fragmentada pela britagem.

5.1.3.2 O agregado miúdo deve ser constituído por areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos, apresentando partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Devem ser atendidos, ainda, os seguintes requisitos:

- a) as perdas no ensaio de durabilidade (DNER-ME 089), em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, devem ser inferiores a 15%;
- b) o equivalente de areia (DNER-ME 054) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deve ser igual ou superior a 55%;
- c) é vedado o emprego de areia proveniente de depósitos em barrancas de rios.

5.1.3.3 O material de enchimento ("filler"), deve estar seco e isento de grumos para ser aplicado, e deve ser constituído necessariamente por cal hidratada tipo CH-I, atendendo a seguinte granulometria (DNER-ME 083):

Peneira de malha quadrada		Porcentagem passando em peso
ABNT	Abertura, mm	
n.º 40	0,42	100
n.º 80	0,18	95 – 100
n.º 200	0,074	65 - 100

5.1.4 Melhorador de adesividade

5.1.4.1 O uso recomendado de cal hidratada tipo CH-I como material de enchimento deve suprimir a necessidade de incorporação de aditivo melhorador de adesividade (dope) ao ligante betuminoso. O DER/PR pode aceitar o uso de dope incorporado ao ligante, como alternativa ao emprego da cal hidratada. De qualquer forma o bom desempenho da mistura, quanto a adesividade, deverá ser comprovado através do ensaio de danos por umidade induzida (NBR 15617), com razão de resistência à tração por compressão diametral superior a 0,7.

5.1.4.2 É admitida a adição da cal na mistura de agregados, somente antes do secador da usina.

5.2 Composição da mistura

5.2.1 A composição da mistura deve satisfazer aos requisitos do quadro apresentado a seguir e ao percentual do ligante betuminoso determinado no projeto:

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso					
ABNT	Abertura, mm	Faixa A	Faixa B	Faixa C	Faixa D	Faixa E	Faixa F
1 ½"	38,10	100	100	–	–	–	–
1"	25,40	95 – 100	90 – 100	100	–	–	–
¾"	19,10	80 – 100	–	90 – 100	100	100	–
½"	12,70	–	56 – 80	–	80 – 100	90 – 100	–
⅜"	9,50	45 – 80	–	56 – 80	70 – 90	75 – 90	100
n.º 4	4,80	28 – 60	29 – 59	35 – 65	50 – 70	45 – 65	75 – 100
n.º 10	2,00	20 – 45	18 – 42	22 – 46	33 – 48	25 – 35	50 – 90
n.º 40	0,42	10 – 32	8 – 22	8 – 24	15 – 25	8 – 17	20 – 50
n.º 80	0,18	8 – 20	–	–	8 – 17	5 – 13	7 – 28
n.º 200	0,075	3 – 8	1 – 7	2 – 8	4 – 10	2 – 10	3 – 10
Utilização como		Ligação		Rolamento			Reperfilagem
Varição do teor de projeto		4,0 – 5,5		4,5 – 6,0			5,0 – 6,5
Espessura máx., cm		6,0		5,0			3,0

NOTA. Outras faixas granulométricas, poderão ser utilizadas, desde que devidamente justificadas pelo projeto e aprovadas pelo DER/PR.

5.2.1.1 A faixa utilizada deve apresentar diâmetro máximo inferior a ⅔ da espessura da camada asfáltica.

5.2.1.2 No projeto da curva granulométrica para camada de revestimento, deve ser considerada a segurança do usuário, atendendo-se aos padrões de aderência contidos nesta especificação.

5.2.1.3 Para todos os tipos, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4% do total.

5.2.2 Dosagem e características da mistura

5.2.2.1 Deve ser adotado o ensaio Marshall na dosagem de misturas betuminosas (DNER-ME 043), para verificação das condições de vazios, estabilidade e fluência da mistura betuminosa, complementado com os ensaios de resistência à tração por compressão diametral (DNIT 136-ME) a 25°C, atendendo-se aos seguintes valores:

Ensaio	Característica	Camada de rolamento	Camada de ligação
DNER-ME 043	Porcentagem de vazios	3 a 5	4 a 6
DNER-ME 043	Relação betume/vazios	70 – 82	65 – 75
DNER-ME 043	Estabilidade, mínima	850kgf	700kgf
DNER-ME 043	Fluência, mm	2,0 – 4,0	2,5 – 3,5
DNIT 136-ME	Resistência à tração por compressão diametral a 25°C, MPa	0,80 (mínima)	0,65 (mínima)
–	Relação finos/betume	0,8 – 1,6	0,6 – 1,6

5.2.2.2 As condições de vazios da mistura, na fase de dosagem, devem ser verificadas a partir da determinação da Densidade Máxima da Mistura Betuminosa pelo método de Rice (AASHTO T-209).

5.2.2.3 Os vazios do agregado mineral (%VAM), definidos em função do tamanho máximo nominal (TMN) do agregado empregado, devem atender aos seguintes valores mínimos:

Tamanho Máximo Nominal *		% VAM, mínimo	
ABNT	mm	Vazios 4 %	Vazios 5 %
1 ½"	38,1	11	12
1"	25,4	12	13
¾"	19,1	13	14
½"	12,7	14	15
⅜"	9,5	15	16

* **TMN** – É o diâmetro da malha acima daquela que primeiro retém mais do que 10 % do material

5.2.2.4 No caso de estar previsto no projeto solicitação para tráfego superior a 1×10^7 operações do eixo-padrão de 8,2 tf (critério USACE), o traço da mistura betuminosa utilizada deve ser verificado à deformação permanente com o equipamento "Orniéreur" do LCPC, ou segundo AASHTO T 324-11 (Hamburg Wheel-Track Testing). O afundamento admissível deve ser definido em projeto, em função da mistura adotada.

5.3 Equipamentos

5.3.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para início da execução dos serviços.

5.3.2 Depósito para cimento asfáltico modificado por polímero:

5.3.2.1 Os depósitos para o cimento asfáltico com polímero devem possuir dispositivos capazes de aquecer o ligante nas temperaturas fixadas nesta especificação. Estes dispositivos devem, também, evitar qualquer superaquecimento localizado, atender às exigências técnicas estabelecidas e aos seguintes requisitos:

- a) o sistema de circulação do cimento asfáltico deve garantir a circulação desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação;
- b) todas as tubulações e acessórios devem ser dotados de isolamento térmico, a fim de evitar perdas de calor;
- c) a capacidade dos depósitos de cimento asfáltico deve ser suficiente para o atendimento de, no mínimo, três dias de serviço.

5.3.3 Depósitos para agregados (silos)

5.3.3.1 Os silos devem ser em número adequado a quantidade de agregados utilizados na dosagem, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações dos agregados, impossibilitando de maneira eficaz o transbordamento e a conseqüente contaminação entre dois silos adjacentes.

5.3.3.2 Cada compartimento deve possuir dispositivos adequados de descarga, passíveis de regulação.

5.3.3.3 O sistema de alimentação deve ser sincronizado, de forma a assegurar a adequada proporção dos agregados frios e a constância da alimentação.

5.3.3.4 O material de enchimento ("filler") é armazenado em silo apropriado, conjugado com dispositivos que permitam a sua dosagem.

5.3.3.5 A capacidade total de armazenamento dos silos deve ser, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador.

5.3.3.6 As condições de armazenamento do material de enchimento ("filler"), estão definidas no Manual de Execução do DER/PR.

5.3.4 Usinas para misturas asfálticas

5.3.4.1 A usina deve ter condições de produzir misturas asfálticas uniformes, devendo estar totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção.

A) Preferencialmente, são empregadas usinas gravimétricas.

5.3.4.2 A usina deve ser equipada com unidade classificadora de agregados após o secador para distribuição do material para os silos quentes.

5.3.4.3 As balanças utilizadas nas usinas gravimétricas para pesagem de agregados e para a pesagem do ligante asfáltico devem apresentar precisão de 0,5% quando aferidas com pesos – padrão.

5.3.4.4 O sistema de coleta do pó deve ser comprovadamente eficiente para minimizar os impactos ambientais. O material fino coletado deve ser devolvido, no todo ou em parte, ao misturador.

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

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

- um termômetro com escala em "dial", pirômetro elétrico ou outros instrumentos termométricos adequados, instalados na descarga do secador e em cada silo quente para registrar a temperatura dos agregados;
- um termômetro com proteção metálica e graduação de 90° a 210°C instalado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga no misturador.

B) Pode ser utilizada, quando autorizado pelo DER/PR, usinas do tipo Fluxo Contínuo, atendendo as características mínimas a seguir:

- Secador contrafluxo,
- Um silo para cada material,
- Dosador de filler,
- Alimentação de agregados com velocidade variável,
- Sistema de controle de dosagem, preferencialmente automatizado e sincronizado que permita aumentar ou diminuir a velocidade sem alterar as proporções,
- Balança para agregados,
- Alarme para falta de fluxo de material,
- Misturador externo rotativo ou pug-mill,
- Controle de temperatura.

5.3.4.7 Especial atenção deve ser dada à segurança dos operadores da usina, particularmente no que tange a eficácia dos corrimões das plataformas e escadas, à proteção de peças móveis e a área de circulação dos equipamentos de alimentação de silos e transporte da mistura.

5.3.5 Caminhão para transporte da mistura

5.3.5.1 O transporte da mistura asfáltica deve ser efetuado com caminhão basculante com caçamba metálica.

5.3.6 Equipamento para distribuição

5.3.6.1 A distribuição da mistura asfáltica é normalmente efetuada com acabadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura ao alinhamento, cotas e abaulamento requeridos.

5.3.6.2 A acabadora deve ser preferencialmente equipada com esteiras metálicas para sua locomoção. O uso de acabadoras de pneus só é admitido se for comprovado que a qualidade do serviço não é afetada por variações na carga da acabadora.

5.3.6.3 A acabadora ainda deve possuir:

- a) sistema composto por parafuso-sem-fim, capaz de distribuir adequadamente a mistura, em toda a largura da faixa de trabalho;
- b) sistema rápido e eficiente de direção, além de marchas para a frente e para trás;
- c) alisadores, vibradores e dispositivos para seu aquecimento à temperatura especificada, de modo que não haja irregularidade na distribuição da massa;
- d) sistema de nivelamento eletrônico.

5.3.6.4 A distribuição da massa asfáltica destinada a camadas de reperfilagem, pode ser executada com motoniveladora, obrigatoriamente com pneus lisos, capaz de espalhar e conformar a mistura, de maneira eficiente e econômica, às deformações do pavimento existente. A borda cortante da lâmina deve ser substituída sempre que se apresentar desgastada ou irregular.

5.3.7 Equipamento para compressão

5.3.7.1 A compressão da mistura asfáltica é efetuada pela ação combinada de rolo de pneumáticos e rolo liso tandem, ambos autopropelidos.

5.3.7.2 É obrigatória a utilização de pneus uniformes, de modo a se evitar marcas indesejáveis na mistura comprimida.

5.3.7.3 O rolo compressor de rodas metálicas lisas tipo tandem deve ter peso compatível com a espessura da camada.

5.3.7.4 O emprego de rolos lisos vibratórios pode ser admitido, desde que a frequência e a amplitude de vibração sejam ajustadas às necessidades do serviço.

5.3.7.5 Em qualquer caso, os equipamentos utilizados devem ser eficientes no que tange à obtenção das densidades objetivadas, enquanto a mistura se apresentar em condições de temperatura que lhe assegurem adequada trabalhabilidade.

5.3.8 As seguintes ferramentas e equipamentos acessórios são utilizados, complementarmente:

- a) soquete mecânico ou placa vibratória, para a compressão de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- b) pás, garfos, rodos e ancinhos, para operações eventuais.

5.4 Execução

5.4.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.4.2 Para a perfeita execução, bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, os procedimentos sobre a execução prévia e obrigatória de segmento experimental a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR.

5.4.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender valores e limites definidos nesta especificação e eventuais indicações particulares definidas em projeto, deve ser emitido o Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, que devem ser obedecidas em toda a fase de execução desse serviço pela executante.

5.4.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental, exclusivamente por condições granulométricas, espessura, tempo de cura e liberação ao tráfego, não há necessidade de remover, mas de promover eventuais ajustes necessários com nova calibração e aplicação de CAUQP sobre a superfície do segmento experimental originalmente executado.

5.4.5 Preparo da superfície

5.4.5.1 A superfície que recebe a camada de concreto asfáltico com asfalto polímero deve estar limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.

5.4.5.2 Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura.

5.4.5.3 A pintura de ligação deve apresentar película homogênea e adequadas condições de aderência para execução do concreto asfáltico com polímero e se necessário, nova pintura de ligação deve ser aplicada, previamente à distribuição da mistura.

5.4.5.4 No caso de desdobramento da espessura total de concreto asfáltico com polímero em duas camadas, a pintura de ligação entre essas pode ser dispensada, se a execução da segunda camada for feita logo após à execução da primeira.

5.4.6 Produção do concreto asfáltico usinado a quente com asfalto modificado por polímero

5.4.6.1 O concreto asfáltico com asfalto polímero deve ser produzido em usina apropriada, calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura, atendendo aos requisitos apresentados no item 5.3.4 desta especificação.

5.4.6.2 A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico modificado por polímero empregado deve ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade Brookfield do ligante, definido pelo fabricante.

5.4.6.3 Não é permitido o aquecimento do cimento asfáltico acima de 177°C.

5.4.6.4 A temperatura de aquecimento dos agregados, medida nos silos quentes, deve ser de 10 a 15°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 177°C.

5.4.6.5 A produção do concreto asfáltico e a frota de veículos de transporte devem assegurar a operação contínua da vibroacabadora.

5.4.7 Transporte do concreto asfáltico usinado a quente com asfalto modificado por polímero

5.4.7.1 O caminhão deve ser carregado de maneira a evitar segregação da mistura dentro da caçamba, a primeira carga na frente, a segunda na traseira e por último no meio.

5.4.7.2 O concreto asfáltico com asfalto polímero produzido é transportado da usina ao local de aplicação, em caminhão basculante atendendo ao especificado no subitem 5.3.5.

5.4.7.3 A aderência da mistura às chapas da caçamba é evitada com aspersão prévia de solução de cal (uma parte de cal para três de água), água e sabão, ou produto específico para este fim, que não derivados de petróleo (óleo diesel, querosene, etc.). Em qualquer caso, o excesso de solução deve ser retirado, antes do carregamento da mistura, basculando-se a caçamba.

5.4.7.4 A caçamba do veículo deve ser coberta com lona impermeável durante o transporte, de forma a proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventual contaminação por poeira e, especialmente, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

5.4.8 Distribuição da mistura

5.4.8.1 No emprego de concreto asfáltico com asfalto polímero como camada de rolamento ou de ligação, a mistura deve ser distribuída por uma ou mais acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificados.

5.4.8.2 Previamente ao início dos trabalhos, deve ser assegurado o conveniente aquecimento da mesa alisadora da acabadora, à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. Observar que o sistema de aquecimento destina-se exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora, e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia.

5.4.8.3 As irregularidades que aparecerem na superfície da camada acabada, devem ser corrigidas de imediato, com a adição manual de massa e espalhamento

efetuado com ancinhos e/ou rodos metálicos. No entanto essa alternativa deve ser minimizada, pois o excesso de reparo manual compromete a qualidade do serviço.

5.4.9 Compressão

5.4.9.1 A compressão da mistura asfáltica com asfalto polímero tem início imediatamente após a sua distribuição.

5.4.9.2 Como norma geral, deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, temperatura essa fixada experimentalmente em cada caso.

5.4.9.3 A sequência de rolagem e os diferentes tipos de rolos compactadores, devem estar em conformidade com os melhores resultados obtidos no trecho experimental.

5.4.9.4 O número de coberturas de cada equipamento é definido experimentalmente, de forma a se atingir as condições de densidade.

5.4.9.5 As coberturas dos equipamentos de compressão utilizados devem atender às seguintes orientações gerais:

- a) A compressão deve ser executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto;
- b) Em cada passada, o equipamento deve recobrir, ao menos, a metade da largura rolada na passada anterior.

5.4.9.6 A espessura máxima de cada camada após compressão, deve ser definida na obra pelo DER/PR, em função das características de trabalhabilidade da mistura e da eficiência do processo de compressão. Para maiores detalhes, consultar o Manual de Execução do DER/PR.

5.4.9 O processo de execução das juntas transversais e longitudinais, deve assegurar adequada condição de acabamento. Para maiores detalhes consultar o Manual de Execução do DER/PR.

5.4.11 A camada de concreto asfáltico com asfalto polímero recém-acabada somente deve ser liberada ao tráfego após o seu completo resfriamento.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Os cuidados a serem observados para preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados e o estoque de ligante asfáltico.

6.2 Agregados

6.2.1 Receber a brita e a areia somente com a apresentação da licença ambiental de operação da pedra/areal, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Registro de Ocorrências da obra.

6.2.2 Exigir a documentação emitida pelo órgão ambiental competente atestando a regularidade das instalações e da operação da pedra/areal/usina, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros.

6.2.3 Evitar a localização da pedra e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.

6.2.4 Planejar adequadamente a exploração da pedra de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a produção e possibilitar a recuperação ambiental após a retirada de todos os materiais e equipamentos.

6.2.5 Construir junto às instalações de britagem bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.2.6 É proibida a utilização de queimadas como forma de desmatamento e limpeza. Para desmatamento é necessário obter a respectiva autorização junto ao órgão ambiental competente.

6.3 Ligante asfáltico

6.3.1 Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água.

6.3.2 Reaproveitar o refugo dos materiais para melhoramento de acessos às pequenas propriedades lindeiras conforme as condições a seguir descritas ou ter disposição final de acordo com a Lei Estadual nº 12.493/99, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 6.674/02 e pelas normas e especificações vigentes:

- a) o refugo em sólido (massa) pode ser reaproveitado desde que devidamente espalhado e compactado;
- b) o refugo em estágio líquido pode ser reaproveitado desde que misturado com qualquer agregado, inclusive solo local que permita condição de tráfego, sendo devidamente espalhado e compactado.

6.4. As operações em usinas misturadoras a quente englobam:

- a) estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;
- b) transporte, peneiramento, estocagem e pesagem de agregados quentes;
- c) transporte e estocagem de filler;
- d) transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e cimento asfáltico.

Agentes e fontes poluidoras	
Agente poluidor	Fonte poluidora
I. Emissão de partículas	A principal fonte é o secador rotativo. Outras fontes são: peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem e tráfego de veículos e vias de acesso.
II. Emissão de gases	Combustão do óleo: óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos.
III. Emissões fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura. São quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar o seu fluxo.

6.4.1 Em função desses agentes, devem ser obedecidos os princípios a seguir descritos.

6.4.1.1 Quanto à instalação:

- a) a contratante é responsável pela obtenção da licença de instalação e operação do empreendimento;
- b) a executante é responsável pela obtenção da licença de instalação para canteiro de obra, depósitos e pedreira industrial, quando for o caso;
- c) não permitir a instalação de usinas de asfalto a quente a uma distância inferior a 200 m (duzentos metros), medidos a partir da base da chaminé, de residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas, asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversão e outras construções comunitárias;
- d) as áreas afetadas pelas operações de construção e execução devem ser recuperadas com a remoção da usina, dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.

6.4.1.2 Quanto à operação:

- a) instalar sistemas de controle de poluição do ar, constituídos por ciclones e filtro de mangas ou de equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos na legislação vigente;
- b) apresentar junto com o projeto para obtenção de licença, os resultados de medições em chaminés que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental;
- c) equipar os silos de estocagem de agregados de proteções laterais e cobertura para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento;

- d) enclausurar a correia transportadora de agregado frio adotando procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera;
- e) manter pressão negativa no secador rotativo enquanto a usina estiver em operação para evitar emissões de partículas na entrada e saída do mesmo.

6.5 Além desses procedimentos devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante apresentar relatório dos testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 Para controle interno de execução, devem ser feitos ensaios nas quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.2.1 A fiscalização poderá a qualquer momento, solicitar acompanhamento da execução de ensaio de confirmação de resultados considerados insatisfatórios.

7.3 Ensaios mínimos necessários para o controle interno de qualidade dos materiais:

7.3.1 Cimento asfáltico de petróleo modificado por polímero

7.3.1.1 Item 4.2 das Condições Gerais

7.3.2 Agregados

Quantidade	Descrição
a) No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedra:	
01	Ensaio de desgaste <i>Los Angeles</i>
01	Ensaio de lamelaridade (ver Manual de Execução DER/PR)
01	Ensaio de durabilidade graúdo e miúdo
01	Ensaio de danos por umidade induzida
b) Para cada 500 t de mistura produzida:	
01	Ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo
01	Ensaio de granulometria do agregado de cada silo
c) Para cada 3000 t de mistura produzida:	
01	Ensaio de granulometria do "filler"

7.3.3 Controle de Produção

Quantidade	Descrição
Para cada 200 t de mistura produzida:	
02	Medidas de temperatura dos agregados nos silos quentes, do ligante antes da entrada do misturador e da mistura na saída do misturador
Para cada incorporação de dope ao ligante, e sempre que o ligante dopado for armazenado por mais de 5 dias:	
01	Determinação expedita da resistência à água (adesividade)

7.3.4 Controle de Execução na Pista

Quantidade	Descrição
Espalhamento e compactação:	
02	Temperatura durante o espalhamento e imediatamente antes da compactação
Para cada 200 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da acabadora:	
01	Extração do ligante da mistura
01	Granulometria da mistura de agregados resultante da extração de betume
Para cada 2000 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da acabadora:	
01	Densidade Máxima da Mistura Betuminosa (RICE)
Para cada 100 t de mistura aplicada e compactada, em amostra indeformada extraída por sonda rotativa:	
01	Densidade aparente
01	Resistência a Tração por Compressão Diametral
<p>Nota 1: Paralelamente aos ensaios de extração de betume pelo método de centrifugação são realizados a cada 3.000 t de massa produzida, um ensaio de extração segundo ASTM D-2172 – método B para ajuste de possíveis desvios no ensaio do Rotarex.</p> <p>Nota 2: Os pontos de coleta de materiais por sonda rotativa obrigatoriamente devem coincidir com os pontos de coleta de amostras para ensaios de extração de betume e RICE. Do material coletado por sonda rotativa devem ser calculadas as percentagens de vazios totais, vazios do agregado mineral e relação betume/vazio.</p> <p>Nota 3: Para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho com medidas de deflexão (DNER-ME 24) em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.</p>	

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR, quando julgar necessário, a realização aleatória de testes e ensaios previstos no item 7 para comprovar os resultados obtidos pela executante, bem como formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço.

8.2 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico que consiste na verificação de larguras, extensões e espessuras para determinação das quantidades executadas por unidade de serviço.

8.3 A espessura da camada deve ser medida a cada 100 m, por extração de corpos-de-prova na pista ou pelo nivelamento do eixo e dos bordos antes e depois do espalhamento e compactação da mistura.

8.3.1 A verificação dos alinhamentos do eixo e bordos nas diversas seções correspondentes às estacas da locação é feita à trena.

8.4 Verificação final da qualidade - acabamento e segurança

8.4.1 O acabamento da superfície deve ser verificado em todas as faixas de tráfego com “aparelho medidor de irregularidade tipo resposta”, devidamente calibrado (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182), ou por sistemas a laser desde que aceitos e aprovados pelo DER/PR. Os resultados de irregularidade longitudinal devem ser integrados a lances de 200 m.

8.4.2 A macrotextura é avaliada pelo ensaio de mancha de areia à razão de uma determinação a cada 500 m de faixa. Opcionalmente, os ensaios de mancha de areia podem ser substituídos, a critério do DER/PR, por medições a laser em panos de 20 m situados a cada 500 m de faixa.

8.4.3 Medições indiretas de atrito com o pêndulo britânico (ASTM-E 303) devem ser efetuadas nos mesmos locais de avaliação indicados para a macrotextura.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

9.1.1 O cimento asfáltico modificado por polímero recebido no canteiro é aceito, desde que atendidos os seguintes requisitos:

- a) Os ensaios de controle de qualidade do CAP constantes no certificado emitido pelo distribuidor (item 4.2 Condições Gerais), devem ser satisfatórios.

9.1.2 Os agregados graúdo, miúdo e o filler utilizados, são aceitos desde que atendidas as seguintes condições:

- a) o agregado graúdo atenda aos requisitos desta especificação no que tange à abrasão Los Angeles, durabilidade e percentagem de grãos defeituosos;
- b) o agregado miúdo deve atender aos requisitos desta especificação no que se refere aos ensaios de equivalente de areia e durabilidade;
- c) o filler (cal hidratada CH-I) deve apresentar-se seco, sem grumos, e enquadrado na granulometria especificada.

9.2 Aceitação da execução

9.2.1 Temperatura

9.2.1.1 A produção da mistura asfáltica com asfalto polímero é aceita quando as temperaturas medidas na linha de alimentação do cimento asfáltico com polímero efetuado ao longo do dia de produção estiverem situadas na faixa desejável,

definida em função da curva "viscosidade x temperatura" do ligante empregado.

9.2.2 Quantidade de ligante e graduação da mistura de agregados

9.2.2.1 A quantidade de cimento asfáltico modificado por polímero obtida pelos ensaios de extração, em amostras individuais, não deve variar, em relação ao teor de projeto, de mais do que 0,3%, para mais ou para menos.

9.2.2.2 Durante a produção, a granulometria da mistura pode sofrer variações em relação à curva de projeto, respeitadas as seguintes tolerâncias e os limites da faixa granulométrica adotada conforme quadro a seguir:

Peneira		%Passando, em Peso
ASTM	mm	
3/8" a 1 1/2"	9,5 a 38,1	± 7
nº 40 a nº 4	0,42 a 4,8	± 5
nº 80	0,18	± 3
nº 200	0,074	± 2

9.2.3 Características da mistura

9.2.3.1 Os valores de percentual de vazios, vazios do agregado mineral, relação betume-vazios, resistência a tração por compressão diametral devem atender ao prescrito no subitem 5.2.2.1.

9.2.3.2 A eventual ocorrência de valores que não atendam ao especificado, resulta na não aceitação do serviço. As deficiências devem ser corrigidas mediante ajustes racionais na formulação do traço e/ou no processo executivo.

9.2.4. Os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente conforme os procedimentos descritos no item 9.5.1, devem estar no intervalo de 97% a 101%.

9.2.5. A camada de concreto asfáltico com asfalto polímero é aceita se as medidas de deflexão forem inferiores à deflexão máxima admissível de projeto para o tipo da camada.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos desde que atendidas as seguintes condições:

- a) a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada;
- b) espessura da camada acabada:
 - b.1) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = \bar{X} - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

$N \geq 9$ (nº de determinações efetuadas)

b.2) a espessura média determinada estatisticamente deve situar-se no intervalo de $\pm 5\%$, em relação à espessura prevista em projeto;

b.3) não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de $\pm 10\%$, em relação à espessura prevista em projeto.

c) eventuais locais em que se constate deficiência de espessura são objeto de amostragem complementar, com novas extrações de corpos de prova com sonda rotativa. As áreas deficientes, devidamente delimitadas, devem ser reforçadas, às expensas da executante.

9.4 Aceitação do acabamento e das condições de segurança

9.4.1 O serviço é aceito desde que atendidas as seguintes condições:

- a) as juntas executadas apresentem-se homogêneas, em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências indesejáveis;
- b) a superfície apresente-se desempenada, não ocorrendo marcas indesejáveis do equipamento de compressão;
- c) os valores do Índice Internacional de Irregularidade - IRI devem ser de no máximo 2,7 m/km;
- d) os valores da altura de areia (HS) obtidos com o ensaio de mancha de areia devem ser igual $0,60 \text{ mm} \leq HS \leq 1,20 \text{ mm}$ para análises estatísticas;
- e) os valores de resistência à derrapagem (VRD) obtidos com o pêndulo britânico devem ser igual a $VRD \geq 45$.

9.4.2 No caso de trechos rodoviários que recebam solução de conservação preventiva periódica, os valores admissíveis para o índice internacional de irregularidade (IRI) são de, no máximo 4,0 m/km para valores individuais e 3,5 m/km para análises estatísticas, conforme definido no Manual de Gerência de Pavimentos – DNIT.

9.5 Condições de conformidade e não conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir as condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a descritos na sequência.

9.5.1.1 Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser

verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;

\bar{X} – média da amostra;

s – desvio padrão;

k – adotado o valor 1,25;

n – número de determinações, no mínimo 9.

9.5.1.2 Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

9.5.1.3 Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às condições desta especificação.

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas estiverem em conformidade com o disposto nesta especificação.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de concreto asfáltico com asfalto polímero, executado e recebido na forma descrita, é medido pela determinação da massa de mistura aplicada e compactada, expressa em toneladas, fazendo-se distinção em relação à função da camada (rolamento, intermediária ou reperfilagem).

10.2 Para o caso de reperfilagem, a determinação da massa aplicada é efetuada com base na pesagem dos caminhões na saída da usina, em balança periodicamente aferida, e sob o devido controle de um técnico do DER/PR.

10.3 Para camada de rolamento ou intermediária, a medição da massa aplicada é efetuada pelo produto dos volumes executados pela massa específica aparente média \bar{X} da mistura aplicada na pista. No cálculo dos volumes considera-se, obedecidas as tolerâncias especificadas, para cada segmento, sua extensão, a largura média da plataforma tratada e a espessura média \bar{X} da camada aplicada, a qual não podem superar à espessura de projeto.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, que representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada no traço aprovado pelo DER/PR.

11.4 O teor de ligante a ser considerado deve ser igual à média estatística dos teores de ligante obtidos por meio da extração de betume das massa aplicadas.



**Departamento de
Estradas de Rodagem
do Estado do Paraná -
DER/PR**

Avenida Iguazu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
www.der.pr.gov.br

PAVIMENTAÇÃO: BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 27/03/2018
Deliberação n.º 060/2018
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 16/05
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavra-chave: base; sub-base; brita graduada
tratada com cimento

14
páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de bases ou sub-bases de brita graduada tratada com cimento. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação, é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece a sistemática empregada na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação de serviço DER/PR ES-P 16/05 e as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no país.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na execução de bases ou sub-bases de brita graduada tratada com cimento, com o objetivo de construir pavimentos.

2 REFERÊNCIAS

ABNT NBR 5738	- Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova
ABNT NBR 5739	- Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos
ABNT NBR 12261	- Dosagem de brita graduada tratada com cimento
ABNT NBR 7182	- Solo – Ensaio de Compactação
DER-PR ES-P 17	- Pinturas Asfálticas
DNER-ME 024	- Determinação das deflexões pela viga Benkelman
DNER-ME 035	- Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”
DNER-ME 054	- Equivalente de areia
DNER-ME 083	- Agregados – análise granulométrica
DNER-ME 089	- Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
DNER-ME 092	- Determinação da massa específica aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia
DNER-PRO 277	- Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
DNIT 011-PRO	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias
Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR	
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR	
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR	

3 DEFINIÇÕES

3.1 Brita graduada tratada com cimento é a camada de base ou sub-base, composta por mistura em usina de produtos de britagem, cimento e água, adequadamente compactada e submetida a processo eficiente de cura.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 A brita graduada tratada com cimento pode ser empregada como base ou sub-base de pavimentos.

4.2 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta Especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície a receber a camada de brita graduada tratada com cimento, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;

- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental, conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) em dias de chuva.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Cimento Portland

- a) podem ser utilizados os seguintes tipos de cimento Portland especificados pela ABNT:

Cimento Portland comum	NBR 5732
Cimento Portland pozolânico	NBR 5736
Cimento Portland de alto-forno	NBR 5735
Cimento Portland composto	NBR 11578

- b) com relação às condições de armazenamento do cimento, observar ao disposto a respeito no Manual de Execução;
- c) ao cimento deve ser incorporado um aditivo retardador de pega para conferir à mistura final a maneabilidade durante um período de 6 horas.

5.1.2 Água

- a) a água utilizada deve ser isenta de materiais estranhos prejudiciais ao comportamento da mistura;

5.1.3 Agregados

- a) os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem e classificação de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.
- b) quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 089, os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:

agregados graúdos	12 %
agregados miúdos	15 %

- c) para o agregado retido na peneira nº 10, a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 035) não deve ser superior a 50%. Aspectos particulares, relacionados a valores típicos para as perdas nesse ensaio, são abordados no Manual de Execução.
- d) A fração passante na peneira nº 4 deve apresentar o equivalente de areia, determinado pelo método DNER-ME 54, superior a 50 %.
- e) A percentagem de grãos de forma defeituosa, obtida no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução, não deve ser superior a 20%.

5.1.4 Brita graduada tratada com cimento

- a) a composição granulométrica da brita graduada tratada com cimento deve estar enquadrada em uma das seguintes faixas:

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso		
ABNT	Abertura, mm	Faixa I	Faixa II	Faixa III
2"	50,8	100	-	-
1 ½"	38,1	90-100	100	-
1"	25,4	-	-	100
¾"	19,1	50-85	60-95	88-100
⅜"	9,5	35-65	40-75	55-75
n.º 4	4,8	25-45	25-60	41-56
n.º 10	2,0	18-35	15-45	30-44
n.º 40	0,42	8-22	8-25	15-25
n.º 200	0,074	3-9	2-10	2-7

NOTA. Outras faixas granulométricas, poderão ser utilizadas, desde que devidamente justificadas pelo projeto e aprovadas pelo DER/PR.

- b) a percentagem de material que passa na peneira nº 200 não deve ultrapassar a 2/3 da percentagem que passa na peneira nº 40.
- c) a mistura de brita graduada tratada com cimento, quando dosada, deve apresentar resistência à compressão simples, aos sete dias, mínima de 3,5 MPa e máxima de 8,0 MPa.

5.2 Equipamentos

5.2.1 Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser examinado e estar de acordo com esta Especificação.

5.2.2 Os seguintes equipamentos são utilizados para a execução de camadas de brita graduada tratada com cimento:

- a) instalação de britagem: adequadamente projetada de forma a produzir bitolas que permitam a obtenção da granulometria pretendida para a brita graduada tratada com cimento, atendendo aos cronogramas previstos para a obra;
- b) pá-carregadeira;
- c) central de mistura dotada de unidade dosadora com, no mínimo, três silos para agregados, silo individual para cimento, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill";
- d) caminhões basculantes;
- e) caminhão-tanque irrigador;
- f) motoniveladora pesada;
- g) vibroacabadora ou distribuidor de agregados autopropulsionado;
- h) rolos compactadores do tipo liso vibratório;
- i) rolos compactadores de pneumáticos de pressão regulável;
- j) compactadores portáteis vibratórios;
- k) ferramentas manuais diversas.

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento "Informações e Recomendações de Ordem Geral" procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.3.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.3.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.3.5 Preparo da superfície

- a) a superfície a receber a camada de base ou sub-base de brita graduada tratada com cimento deve estar perfeitamente limpa e desempenada;
- b) eventuais defeitos existentes devem ser necessariamente reparados, antes da distribuição da brita graduada tratada com cimento;
- c) previamente à distribuição da camada de brita graduada tratada com cimento, a superfície a ser recoberta é umedecida e mantida úmida, sem estar excessivamente molhada.

5.3.6 Produção da brita graduada tratada com cimento

- a) a rocha sã extraída da pedreira indicada, é previamente britada e classificada em bitolas, a serem definidas em função da granulometria objetivada para a mistura;
- b) as bitolas obtidas, acumuladas nos silos da central de mistura, são combinadas com o cimento no misturador. É acrescentada no misturador a água necessária à condução da mistura de agregados à respectiva umidade ótima, mais o acréscimo destinado a fazer frente às perdas verificadas nas operações construtivas subseqüentes;
- c) a usina deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura;
- d) deve ser previsto o eficiente abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção.

5.3.7 Transporte da brita graduada tratada com cimento

- a) mistura produzida na central é descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e em seguida transportada para a pista;
- b) os caminhões basculantes são cobertos por lonas, de forma a minimizar a perda de umidade da mistura;
- c) não é permitido o transporte da brita graduada tratada com cimento para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhada, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento;
- d) não é permitida a estocagem do material usinado.

5.3.8 Distribuição da mistura

- a) a definição da espessura do colchão de material solto que, após compressão, permita a obtenção da espessura de projeto e sua conformação adequada, deve ser obtida na segmento experimental;
- b) a distribuição da mistura, sobre a camada anterior previamente liberada pela Fiscalização, é realizada preferencialmente com vibroacabadora, ou

equipamento capaz de distribuir a brita graduada tratada com cimento em espessura uniforme, sem produzir segregação;

- c) é vedado o uso, no espalhamento, de equipamentos ou processos que causem segregação do material;
- d) o sistema de distribuição empregado deve proporcionar espalhamento adequado, de modo que o material fique em condições de ser compactado, sem conformação suplementar;
- e) no espalhamento da brita graduada tratada com cimento deve ser obedecido o limite mínimo de 15 cm para a espessura acabada. Em qualquer caso, observar as disposições contidas no Manual de Execução a respeito de espessuras mínimas para camadas cimentadas, tendo em vista aspectos relacionados à mecânica de pavimentos. A espessura máxima é tal que não prejudique a uniformidade na compactação da camada.

5.3.9 Compactação

- a) a definição dos tipos de equipamentos de compressão e a seqüência executiva mais apropriados, objetivando alcançar, da forma mais eficaz, o grau de compactação especificado, é obtida no segmento experimental;
- b) o teor da umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de $\pm 1\%$, em relação à umidade ótima obtida no ensaio de compactação, executado com a energia intermediária;
- c) as operações de compactação devem ser iniciadas imediatamente após o término da distribuição da mistura;
- d) a compactação da brita graduada tratada com cimento é executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável;
- e) nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo dos bordos para o eixo, e nas curvas, partindo do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida;
- f) durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego do caminhão-tanque irrigador;
- g) eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais, devem se processar fora da área de compressão;
- h) a compactação deve evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação, executado com a energia intermediária;

- i) em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos;
- j) o tempo decorrido entre a incorporação de cimento à mistura na central e o início da compressão, não pode exceder a três horas;
- k) o tempo decorrido entre o início da compactação e o final do acabamento da camada, não deve exceder a três horas.

5.3.10 Juntas de construção

- a) ao término de cada jornada de trabalho, ou em caso de interrupção súbita dos serviços por problemas técnicos, deve ser executada uma junta de construção, mediante corte vertical da camada segundo seção transversal ao eixo. Nesta operação, podem ser utilizadas ferramentas manuais ou a lâmina de motoniveladora;
- b) as juntas longitudinais devem ser evitadas, pela execução simultânea das faixas previstas. Caso sejam necessárias, proceder ao corte vertical com ferramentas manuais ou motoniveladora;
- c) na ocasião do reinício dos serviços, umedecer a parede da junta executada.

5.3.11 Cura

- a) a superfície da camada executada deve receber uma pintura de cura.
- b) antes da aplicação, a superfície deve ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados. Se necessário, para assegurar a adequada limpeza, a Fiscalização pode exigir o emprego de jatos de ar comprimido;
- c) previamente à aplicação da pintura de cura, a camada deve ser adequadamente umedecida;
- d) a pintura de cura deve ser aplicada imediatamente após a conclusão da compactação, devendo manter sua eficiência por um período de, no mínimo, sete dias;
- e) emprego de processos de cura alternativos, de comprovada eficiência, pode ser admitido, a critério da Fiscalização. Detalhes a respeito integram o Manual de Execução.

5.3.12 Liberação ao tráfego: o tráfego de veículos sobre a camada executada poderá ser liberado após um período mínimo de sete dias, desde que a superfície da camada esteja suficientemente endurecida.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de bases ou sub-bases de brita graduada tratada com cimento são necessários trabalhos envolvendo a utilização de agregados, com manuseio de cimento, além da instalação de britagem.

6.2 Na exploração das ocorrências de materiais:

6.2.1 Os seguintes cuidados devem ser observados na exploração das ocorrências de materiais:

- a) a brita somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações (pedreira e britagem), assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) tomar todas as precauções para que o manuseio e armazenamento do cimento sejam feitos de forma correta, evitando danos ao meio-ambiente, aos envolvidos na obra e aos usuários;
- f) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- g) construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;

6.2.2 Em função destes agentes, devem ser obedecidos os seguintes princípios:

- a) Quanto à operação
 - a.1) Os cuidados, para a preservação ambiental, se referem à disciplina do tráfego e ao estacionamento dos equipamentos.
 - a.2) Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos à vegetação e interferências à drenagem natural.
 - a.3) As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução, referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliadas para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios apresentados nos Quadros 1 a 3 a seguir.

Quadro 1 – Agregados	
Quantidade	Descrição
No início da obra e sempre que houver variação nas características da pedreira	
01	Ensaio de abrasão Los Angeles
01	Ensaio de durabilidade com sulfato de sódio
01	Ensaio de lameridade (ver Manual de Execução DER/PR)

Quadro 2 – Brita graduada tratada com cimento na usina	
Quantidade	Descrição
Para cada 400 m³ de mistura produzida	
02	Determinação do teor de umidade – Método expedito da frigideira
02	Ensaio de granulometria por via lavada
02	Ensaio de Equivalente de areia
01	Determinação do teor de cimento (método de titulação, descrito na Manual de Execução)

Quadro 3 – Brita graduada tratada com cimento na pista	
Quantidade	Descrição
a) Para cada 150 m³ de mistura aplicada	
01	Determinação do teor de umidade antes da compactação – método expedito da frigideira
b) Para cada 250 m³ de mistura aplicada:	
01	Determinação de massa específica aparente seca “in situ”, após compactação
c) Para cada 300 m³ de mistura aplicada na pista	
01	Ensaio de resistência à compressão simples aos 7 dias, com amostras coletadas na pista imediatamente antes da compactação.

Nota : para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho com medidas de deflexão (DNER-ME 024) em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR, quando julgar necessário, a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 Verificação final da qualidade

8.2.1 Espessura da camada: deve ser medida a espessura a cada 20m, por nivelamento do eixo e dos bordos, após a execução da camada, envolvendo no mínimo cinco pontos da seção transversal.

8.2.2 Largura executada: a verificação da largura da plataforma, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena em espaçamento de, pelo menos, 20m.

8.2.3 Proteção à cura e acabamento

- a) cabe à Fiscalização a avaliação sistemática da eficiência do processo de proteção à cura, com base em inspeção visual, para averiguação das condições de umedecimento da superfície e manutenção da integridade da pintura de cura;
- b) as condições de acabamento da superfície são apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais, exigindo-se maior rigor em função da posição relativa da camada na estrutura (base ou sub-base). Especial atenção deve ser conferida à verificação da presença de segregação superficial. A este respeito, reportar-se ao Manual de Execução

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

9.1.1 O cimento utilizado é aceito desde que obedeça ao especificado na correspondente especificação da ABNT.

9.1.2 Agregados: os agregados utilizados são aceitos, desde que atendidos os requisitos desta especificação no que tange à abrasão Los Angeles, durabilidade, lamerlidade e equivalente de areia;

9.2 Aceitação da execução

9.2.1 Graduação da mistura de agregados

- a) A composição e demais requisitos granulométricos das amostras de brita graduada tratada com cimento ensaiadas atendam ao estabelecido nas alíneas “a” e “b” do item 5.1.4 desta especificação;

- b) Durante a produção, a granulometria da mistura pode sofrer variações em relação à curva de projeto, respeitadas as seguintes tolerâncias e os limites da faixa granulométrica adotada:

Peneira		%Passando, em Peso
ASTM	mm	
2"	50,8	± 5
nº 4 a 1 ½"	4,8 a 38,1	± 8
nº 40 a nº 10	0,42 a 2,0	± 3
nº 200	0,074	± 3

9.2.2 Os tempos máximos especificados para cada etapa executiva não devem ser ultrapassados.

9.2.3 Compressão: os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente conforme os procedimentos descritos no item 9.4.1, devem ser iguais ou superiores a 100%.

9.2.4 O teor de cimento da mistura aplicada deve situar-se, para cada segmento executado, na faixa de ± 0,5% em relação ao valor de projeto. A média aritmética obtida não deve, no entanto, ser inferior ao teor de projeto.

9.2.5 A resistência à compressão simples, aos sete dias de idade, deve ser no mínimo igual à adotada no projeto de mistura, para valores determinados estatisticamente.

9.2.6 A eficiência do processo de proteção à cura, avaliada visualmente pela Fiscalização, deve ser considerada satisfatória.

9.3 Aceitação do controle geométrico e de acabamento

9.3.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de controle geométrico e de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

- a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada;
- a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = \bar{X} - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

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

$N \geq 9$ (nº de determinações efetuadas)

- a espessura média determinada estatisticamente não deve ser menor do

- que a espessura de projeto menos 0,01 m;
- não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo $\pm 0,02$ m em relação à espessura de projeto;
 - em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de brita graduada tratada com cimento com espessura média inferior à de projeto, a diferença é compensada estruturalmente na (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
 - em caso de aceitação de camada de brita graduada, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura superior à de projeto, a diferença não é deduzida da (s) espessura (s) da (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).
 - as condições de acabamento, apreciadas pelo DER/PR em bases visuais, devem ser julgadas satisfatórias.

9.4 Condições de conformidade e não conformidade

9.4.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto}$:
não conformidade;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$:
conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;

\bar{X} – média da amostra;

s – desvio padrão;

k – adotado o valor 1,25;

n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

- Se $\bar{X} + ks >$ valor máximo especificado: não conformidade;
Se $\bar{X} + ks \leq$ valor máximo especificado: conformidade.

9.4.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.4.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.4.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário será rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de brita graduada tratada com cimento, executado e recebido na forma descrita, é medido em metros cúbicos de sub-base ou base compactada na pista, fazendo-se distinção em relação aos teores aplicados. Considera-se o talude da brita graduada tratada com cimento equivalente a 1:1,5, para fins de cálculo da largura média de projeto.

10.2 No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média X calculada como indicado anteriormente, limitada à espessura de projeto;

10.3 Volumes superiores aos limites referidos nos parágrafos anteriores, para cada trecho, só são medidos e encaminhados para pagamento se previamente justificados pelo DER/PR e aprovados pelo diretor do DER/PR responsável pela obra.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada no teor de cimento empregado.



**Departamento de
Estradas de Rodagem
do Estado do Paraná -
DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
www.der.pr.gov.br

DER/PR ES-P 17/17

PAVIMENTAÇÃO: PINTURAS ASFÁLTICAS

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 28/08/2017
Deliberação n.º 140/2017
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 17/05
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavra-chave: pinturas asfálticas

10
páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de pinturas asfálticas sobre a superfície de camada de pavimento com a função de promover coesão, impermeabilização, ligação entre camadas ou proteção à cura em serviços de construção, restauração e conservação de pavimentos. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/17

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 17/05.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na aplicação uniforme de película de material asfáltico sobre camada de pavimento com o objetivo de impermeabilizar, aumentar a coesão, promover a ligação entre camadas ou proteger as condições de cura de camadas constituintes de pavimentos.

2 REFERÊNCIAS

ANP - Asfaltos Diluídos de Petróleo – Resolução nº 30, 09/10/2007
ANP - Emulsões asfálticas – Resolução nº 36, 13/11/2012
DNER-PRO 277 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
Manual de Pavimentação – DNIT
Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÃO

3.1 Imprimação: é a pintura asfáltica executada sobre a superfície de uma camada de base para promover certa coesão à superfície da camada pela penetração do ligante asfáltico aplicado, impermeabilizar e conferir condições adequadas de ligação entre a camada de base e a camada asfáltica a ser sobreposta. É aplicável em camadas de base de pavimentos flexíveis e também, em casos especiais indicados em projeto, em camadas de sub-base.

3.2 Pintura de ligação: é a pintura asfáltica executada com a função básica de promover a aderência ou ligação da superfície da camada pintada com a camada asfáltica a ser sobreposta. É aplicável em camadas de base, em camadas de ligação ou intermediárias de duas ou mais camadas asfálticas na construção de pavimentos flexíveis e ainda, sobre antigos revestimentos asfálticos, previamente à execução de um reforço, recapeamento e rejuvenescimento superficial com lama asfáltica, micro revestimento e reperfilagens com misturas asfálticas a frio ou a quente.

3.3 Pintura de cura: é a pintura asfáltica aplicada sobre camadas tratadas com cimento Portland ou cal hidratada recém executadas, com a função de evitar a perda acelerada de umidade e, conseqüentemente, promover condições adequadas para o desenvolvimento do processo de cura, além de conferir aderência entre a camada tratada e a camada asfáltica a ser sobreposta. É aplicável em bases de solo-

cimento, solo-cal, solo-cal-cimento, cascalho-cal, cascalho-cal-cimento e brita graduada tratada com cimento.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C;
- b) em dias de chuva;
- c) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza;
- d) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- e) sem o devido licenciamento/autorização ambiental, conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- f) sem a calibragem dos dispositivos de espargimento.

4.2 Além dos procedimentos definidos nesta especificação de serviço devem ser obedecidas as recomendações de ordem geral, constantes no capítulo inicial da Instruções Gerais do DER/PR edição 2017.

4.3 Todo carregamento de material asfáltico que chegar à obra, deve apresentar o Certificado de Qualidade (Ensaio de Especificação). Deve trazer também indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a fonte de produção e o canteiro de serviço.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Materiais asfálticos (Especificações Técnicas ANP)

5.1.1.1 Imprimação

- CM 30
- Emulsão tipo EAI⁽¹⁾ (2)

(1) - Um leve umedecimento da superfície a ser tratada, propicia comportamento adequado da película de ligante aplicado.

(2) - Características do agregado utilizado, podem exigir adequação na formulação da emulsão.

5.1.1.2 Pintura de ligação e cura

- RR-1C, RR-2C,
- RR1C-E, RR2C-E

5.1.1.3 Pintura de cura

- RM-1C, RM-2C

5.1.2 Água

- a) Deve ser limpa, isenta de matéria orgânica, óleo, sal e outras substâncias prejudiciais à ruptura da emulsão asfáltica. É empregada para diluição ou recorte da emulsão asfáltica utilizada em serviços de pintura de ligação e pintura de cura, na quantidade necessária que promova uniformidade na distribuição do ligante.

5.2 Dosagem da taxa de aplicação do ligante asfáltico

- a) Preliminarmente, a taxa de aplicação do ligante asfáltico deve obedecer à indicação de projeto.
- b) Considerando as condições locais, inclusive ambientais, deve ser determinada a taxa de aplicação de ligante asfáltico mais eficiente, como descrito a seguir.

5.2.1 Asfalto diluído de cura média (CM-30) e emulsão tipo EAI utilizados para imprimação

- a) A definição do teor de ligante asfáltico é obtida experimentalmente variando-se a taxa de aplicação de 0,8 l/m² a 1,7 l/m² e, após 24 horas, observando-se a que produziu maior eficiência em termos de penetração e formou uma película asfáltica consistente na superfície imprimada, sem excessos ou deficiências.

5.2.2 Emulsão asfáltica de ruptura rápida (RR-1C, RR-2C ou RR1C-E, RR2C-E)

- a) A definição do teor de ligante asfáltico é obtida experimentalmente, no canteiro da obra, variando-se a taxa de aplicação de 0,5 l/m² a 0,8 l/m² de emulsão asfáltica, acrescentando-se proporcionalmente água variando de 0,5 l/m² a 0,2 l/m², de forma que a taxa total de emulsão e água seja sempre igual a 1,0 l/m².
- b) Deve ser observado, após o tempo de cura requerido, normalmente de 4 a 6 horas, qual o teor total de emulsão e água que não provocou escorrimento do ligante para os bordos e formou uma película superficial consistente, sem excessos ou deficiências.

5.2.3 Emulsão asfáltica de cura média (RM-1C ou RM-2C)

- a) A definição do teor de ligante asfáltico é obtida experimentalmente, no canteiro da obra, variando-se a taxa de aplicação de 0,5 l/m² a 0,7 l/m² de emulsão, acrescentando-se proporcionalmente água variando de 0,5 l/m² a 0,3 l/m², de forma que a taxa total de emulsão e água seja sempre igual a 1,0 l/m².
- b) Deve ser observado, após o tempo de cura requerido, normalmente de 12 a 24 horas, a taxa de ligante e água que não provocou escorrimento do ligante para os bordos e formou uma película superficial consistente, sem excessos ou deficiências.

5.3 Equipamentos

5.3.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o início da execução dos serviços.

5.3.2 É obrigatório, para o início dos trabalhos, que o canteiro de serviço esteja instalado, contando no mínimo com a quantidade de equipamentos indicada em projeto, classificados conforme descrito a seguir.

- a) Equipamento de limpeza:
 - vassoura mecânica rotativa;
 - compressor de ar;
 - caminhão-pipa.
- b) Equipamento de transporte e estocagem de material:
 - tanque para armazenamento do ligante asfáltico;
 - tanque de depósito para água.
- c) Equipamento para aplicação do ligante asfáltico:
 - distribuidor de material asfáltico (caminhão espargidor de asfalto) equipado com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, capaz de promover a aplicação uniforme do ligante, devendo possuir:
 - 1º) barra de distribuição do tipo “circulação plena”, que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento;
 - 2º) tacômetro, termômetros e espargidor manual, sendo este aplicável ao tratamento de pequenas áreas e correções localizadas.

5.4 Execução

5.4.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.4.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.4.3 A superfície a ser pintada deve ser varrida, eliminado o pó e todo e qualquer material solto, podendo também, ser necessário o emprego de jato de ar comprimido.

5.4.4 Antes da aplicação do ligante betuminoso, no caso de bases de solos coesivos, tratados ou não, a superfície da base deve ser levemente umedecida.

5.4.5 Nas demais superfícies a serem pintadas é permitido o ligeiro umedecimento, visando facilitar a penetração do ligante.

5.4.6 Aplica-se a seguir, o ligante asfáltico selecionado, recortado ou não, e na quantidade ou taxa de aplicação obtida experimentalmente conforme descrito em 5.2, de maneira mais uniforme possível.

- A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade correspondente.

5.4.7 A fim de evitar a superposição de ligante nas juntas, devem se colocadas faixas ou tiras de papel transversalmente à pista, de modo que o início e o término da aplicação situem-se sobre estas faixas ou tiras de papel, as quais devem a seguir ser retiradas e removidas para local ambientalmente correto.

5.4.8 Havendo falha na aplicação do ligante, deve ser imediatamente corrigido com o emprego do espargidor manual (“caneta”), ou em alguns casos, até mesmo com o refazimento da pintura asfáltica.

5.4.9 Após a aplicação do ligante deve-se esperar o escoamento da água e evaporação em decorrência da ruptura, nos casos de pintura de ligação e pintura de cura, ou a evaporação do solvente, nos casos de imprimação.

5.4.10 Disposições gerais

- a) Caso a ação do tráfego e do tempo venha a produzir falhas ou tornar a pintura asfáltica fosca, diminuindo o seu poder ligante, deve ser aplicada uma nova pintura de ligação. Esta medida pode ser dispensada, se o revestimento previsto for executado por penetração (tratamentos superficiais e macadame asfáltico).

- b) A pintura de cura deve ser aplicada logo após a conclusão das operações de compactação e acabamento da camada tratada com aglomerante hidráulico.
- c) Tanto a pintura de ligação como a pintura de cura devem produzir película de ligante delgada, sendo dispensável a penetração na camada e indesejável o acúmulo de ligante à superfície.
- d) A diluição em água da emulsão asfáltica utilizada na pintura de ligação e na pintura de cura deve ser feita no caminhão distribuidor, tomando-se os necessários cuidados para assegurar a correta proporção entre os dois componentes e a sua necessária homogeneização.
- e) O tempo de cura do serviço é função do tipo de ligante asfáltico empregado, das condições climáticas e da natureza da superfície da camada. Assim sendo, a determinação do tempo necessário à liberação da pintura é definida, em cada caso, em função das condições particulares vigentes.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Durante a execução deste serviço devem ser preservadas as condições ambientais exigindo-se, entre outros, os procedimentos a seguir descritos.

- a) Evitar a instalação de depósitos de ligante asfáltico próximo a cursos d'água.
- b) Impedir o refugo de materiais na faixa de domínio e áreas lindeiras, evitando prejuízo ambiental.
- c) Recuperar a área afetada pelas operações de construção e execução mediante a remoção dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.

6.2 Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 Controle interno de qualidade do ligante asfáltico: observar item 4.3 Condições Gerais.

7.4 Controle de execução

- a) A operação de diluição em água da emulsão utilizada em pinturas de cura ou de ligação deve obedecer ao grau de diluição desejado e obtido conforme descrito em 5.2, assim como garantir a perfeita circulação da emulsão diluída no reservatório do caminhão espargidor de asfalto. Esta verificação deve ser feita e anotada pela executante, toda vez que for necessária a realização desta operação.
- b) A temperatura de aplicação é controlada permanentemente no caminhão espargidor.
- c) O controle da taxa de aplicação é feito pelo “Método da Bandeja”, descrito no Manual de Execução.
- d) A homogeneidade de aplicação da pintura, a penetração do ligante na camada, no caso de imprimação, e a efetiva cura do ligante aplicado, devem ser avaliadas de forma visual.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR, quando julgar necessário, a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na medição à trena da largura efetivamente executada e pela extensão recoberta, não se admitindo largura inferior, nem largura superior a 0,10 m daquela prevista em projeto.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

- 9.1 O serviço é aceito desde que atendidas as condições a seguir descritas.
- a) O ligante empregado atenda às características do material especificadas em 5.1.
 - b) As condições de diluição em água, no caso de emulsão asfáltica recortada, sejam consideradas satisfatórias.
 - c) A taxa de aplicação não difira do valor obtido em 5.2 (taxa de dosagem), de mais do que:
 - $\pm 15\%$ para imprimação;
 - $\pm 10\%$ para pintura de ligação e pintura de cura.
 - d) O serviço seja considerado homogêneo em função de inspeção visual.

- e) A cura do ligante aplicado seja considerada satisfatória.
- f) A temperatura de aplicação seja considerada adequada, em função da curva viscosidade x temperatura, para cada tipo de ligante empregado.

9.2 Condições de conformidade e não conformidade

9.2.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i = valores individuais

\bar{X} = média da amostra

s = desvio padrão

k = adotado o valor 1,25

n = número de determinações, no mínimo 9

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.2.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.2.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.2.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 Os serviços aceitos são medidos, conforme o tipo de pintura e ligante utilizado, pela determinação da área executada, obedecidas as tolerâncias indicadas em 8.3, expressa em metros quadrados.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário deve estar relacionado ao tipo da pintura asfáltica utilizada.

11.4 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseado na taxa real de aplicação do ligante aceito pelo DER/PR.



**Departamento de
Estradas de Rodagem
do Estado do Paraná -
DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
www.der.pr.gov.br

PAVIMENTAÇÃO: CAPA SELANTE

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 28/08/2017
Deliberação n.º 140/2017
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 19/05
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavra-chave: capa selante

13
páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de capa selante para impermeabilização e melhoria superficial das condições de rolamento de revestimentos asfálticos porosos e/ou desgastados. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/17.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece a sistemática empregada na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a Especificação de Serviço DER/PR-ES P 19/05.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção de produtos e sua aplicação sobre a superfície de revestimentos asfálticos porosos e/ou desgastados, em obras rodoviárias sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- ANP - Emulsões asfálticas para pavimentação – Resolução nº 36/2012
 - ANP - Emulsões asfálticas catiônicas modificadas por polímeros elastoméricos – Resolução nº 36/2012
 - ASTM E-965 - Measuring Pavement Macrotecture Depth Using a Volumetric Technique
 - DNER-ME 035 - Agregados – determinação da abrasão Los Angeles
 - DNER-ME 054 - Agregados – determinação de equivalente de areia
 - DNER-ME 059 - Emulsões asfálticas – determinação da resistência à água
 - DNER-ME 079 - Agregado – adesividade a ligante betuminoso
 - DNER-ME 083 - Agregados – análise granulométrica
 - DNER-ME 089 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
- Manual de Pavimentação – DNER
Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÃO

3.1 Capa selante com emulsão: é o serviço executado por penetração invertida, envolvendo uma aplicação de emulsão asfáltica e uma aplicação de agregado miúdo. Sua execução tem por finalidade principal o incremento das condições de impermeabilização de revestimentos asfálticos semi-abertos e abertos (revestimentos asfálticos recém construídos do tipo PMFA, PMFSD e macadame asfáltico), e também, de revestimentos asfálticos compostos de misturas asfálticas densas, desgastadas superficialmente pela exposição à ação do tráfego e das intempéries.

3.2 Capa selante com emulsão polimerizada: é o serviço executado por penetração invertida, envolvendo uma aplicação de emulsão asfáltica polimerizada e uma aplicação de agregado miúdo. Sua execução tem por finalidade principal o

incremento das condições de impermeabilização de revestimentos asfálticos, recém construídos, semi-abertos e abertos (PMFA, PMFSD e macadame asfáltico), com VDM acima de 1.000 veículos/dia, e também, de revestimentos asfálticos compostos de misturas asfálticas densas, desgastadas e com trincamento de severidade baixa a média, em função da exposição à ação do tráfego e das intempéries.

3.3 Penetração invertida ou indireta: corresponde à classificação da forma de penetração do ligante asfáltico, que é espargido antes da aplicação da camada de agregado miúdo.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem aprovação pelo DER/PR da calibragem do equipamento espargidor, conforme descrito no Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR;
- e) quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C;
- f) em dias de chuva.

4.2 Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra, deve apresentar o Certificado de Qualidade (Ensaio de especificação) correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento e transporte para o canteiro de serviço. Deve trazer também indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a fonte de produção e o canteiro de serviço.

4.3 A temperatura de aplicação do material asfáltico deve ser determinada para o ligante empregado, em função da relação temperatura-viscosidade, adequada para o espalhamento.

4.4 No caso das emulsões, deve ser evitada a sedimentação nos depósitos, através da circulação periódica da mesma.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Materiais asfálticos

a) É recomendado o emprego dos seguintes materiais:

- emulsão asfáltica de ruptura rápida tipo RR-2C
- emulsão asfáltica polimerizada tipo RR2C-E .

b) O emprego de outros ligantes pode ser admitido desde que tecnicamente justificado e com aprovação do DER/PR.

5.1.2 Agregados: os agregados utilizados podem ser constituídos de areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais devem ser resistentes e apresentar moderada angulosidade, livre de torrões de argila e outras substâncias nocivas, e apresentar as características a seguir descritas.

a) O material que deu origem ao agregado miúdo deve apresentar desgaste Los Angeles igual ou inferior a 40% (DNER-ME 035), durabilidade com perda inferior a 15% (DNER-ME 089) e adesividade satisfatória (DNER-ME 059).

b) Quando submetidos ao ensaio de equivalente de areia (DNER-ME 054), os agregados devem apresentar valores iguais ou superiores a 60%.

c) A graduação dos agregados miúdos deve atender às condições de promover o melhor entrosamento possível e melhorar a macrotextura e as condições de segurança da superfície dos revestimentos asfálticos a serem tratados.

d.1) Os agregados utilizados são produtos de britagem (pedrisco, pó-de-pedra, granilha) e areia natural ou artificial (média a grossa).

d.2) De acordo com as rochas matrizes principais (basalto e granito) e em função dos tipos de conjuntos de britagem, instalados nas pedreiras no Estado do Paraná, usualmente os produtos britados apresentam as seguintes características granulométricas.

Peneiras de malha quadrada		Percentagem passando, em peso			
ABNT	Abertura, mm	Pedrisco	Granilha	Pó-de-pedra	Pedrisco + pó-de-pedra
$\frac{3}{8}$ "	9,5	100	–	100	100
nº 4	4,8	40 – 50	100	95 – 100	80 – 100
nº 10	2,0	5 – 10	10 – 20	65 – 80	60 – 80
nº 40	0,42	2 – 8	0 – 5	30 – 40	15 – 30
nº 80	0,18	2 – 5	0 – 5	18 – 30	10 – 20
nº 200	0,074	0 – 2	0 – 2	12 – 25	5 – 12

- d.3) As areias média e grossa, usualmente extraídas nos portos de areia do Estado do Paraná, apresentam as seguintes características granulométricas.

Peneiras de malha quadrada		Porcentagem passando, em peso	
ABNT	Abertura, mm	Areia média	Areia grossa
nº 4	4,8	95 – 100	95 – 100
nº 10	2,0	85 – 100	60 – 70
nº 40	0,42	40 – 60	18 – 30
nº 80	0,18	0 – 10	5 – 12
nº 200	0,074	0 – 2	0 – 2

5.2 Dosagem

5.2.1 Não é possível uma dosagem racional da capa selante, por método direto ou indireto, devido a sua natureza e a influência preponderante das características da superfície a ser tratada. Geralmente, usam-se taxas de agregado e de ligante asfáltico estabelecidos pela experiência, conforme valores demonstrados a seguir.

Taxas	Tratamentos superficiais recém construídos	Misturas asfálticas densas, desgastadas superficialmente e moderadamente trincadas	Misturas asfálticas a frio abertas ou semi densas	Misturas asfálticas, muito desgastadas superficialmente e moderadamente trincadas
Agregado miúdo	2 a 4 kg/m ²	2 a 3 kg/m ²	3 a 5 kg/m ²	4 a 6 kg/m ²
RR-2C, pura	0,5 l/m ²	–	0,8 l/m ²	–
RR-2C, diluída em água para aplicação	1,0 l/m ²	–	1,0 l/m ²	–
RR com polímero	–	0,6 a 0,7 l/m ²	0,7 l/m ²	0,8 a 1,0 l/m ²

5.3 Equipamento

5.3.1 Todo o equipamento, antes do início da execução dos serviços, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.3.2 É obrigatório, para o início dos trabalhos, que o canteiro de serviço esteja instalado, contando no mínimo com as quantidades de equipamentos indicadas em projeto, classificados em:

- a) área conveniente para estocagem dos diversos tipos de agregados, com o objetivo de impedir mistura entre eles, bem como protegê-los de poeira ou partículas lançadas pelo tráfego de estradas próximas;

- b) depósitos de material asfáltico, que permitam o aquecimento de maneira uniforme e sem riscos de oxidação e que tenham capacidade compatível com o consumo da obra;
- c) equipamento espargidor de material asfáltico, equipado com bomba reguladora de pressão e sistema completo e adequado de aquecimento, capaz de aplicar o material em quantidade e temperatura uniformes. As barras de distribuição devem ser de circulação plena, com ajuste vertical e largura variável. Deve ser equipado ainda com tacômetro, termômetros, medidor de volume e dispositivo de aplicação manual para pequenas correções;
- d) distribuidor de agregados rebocável ou automotriz, capaz de proporcionar distribuição homogênea dos agregados;
- e) rolo de pneus autopropulsor, de pressão regulável;
- f) rolo compactador tipo tandem;
- g) compressor de ar com potência suficiente para promover, por jateamento, a perfeita limpeza da superfície a revestir, antes do início do tratamento superficial;
- h) caminhões basculantes;
- i) pá-carregadeira ou retro-escavadeira;
- j) caminhão irrigador, equipado com moto-bomba;
- k) vassouras mecânicas ou manuais;
- l) dispositivos que permitam manter constante a altura da barra espargidora em relação à superfície de espargimento;
- m) vassouras de arrasto ou dispositivos similares, para corrigir possíveis falhas de distribuição dos agregados;
- n) ferramenta apropriada para possibilitar a colocação de qualquer bico espargidor no ângulo correto formado entre a fresta do bico e a barra espargidora;
- o) ferramentas manuais, tais como: pás, enxadas, ancinhos, garfos, rastelos e demais ferramentas.

5.4 Execução

5.4.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.4.2 Previamente, deve ser feita a limpeza e varredura da superfície a tratar, aplicando-se pintura asfáltica (pintura de ligação), na taxa de 0,6 a 0,8 l/m² de RR-2C diluída na proporção de 1:1 (50% emulsão + 50% água).

5.4.3 Sobre a pista, convenientemente demarcada, é iniciado o serviço com a primeira aplicação de ligante asfáltico, de modo uniforme, na taxa especificada em projeto e em temperatura que proporcione viscosidade adequada de aplicação. Eventuais excessos ou falta de material devem ser imediatamente corrigidos.

5.4.4 Imediatamente após a aplicação do material asfáltico, o agregado especificado deve ser uniformemente espalhado, com o equipamento de distribuição de agregados aceito pelo DER/PR e na quantidade indicada em projeto. Eventuais falhas de aplicação devem ser prontamente corrigidas.

5.4.5 A rolagem deve ter início imediato, com a utilização do rolo de pneumáticos, utilizando-se um número de coberturas apenas suficiente para proporcionar perfeita acomodação do agregado, sem causar danos à superfície a revestir.

5.4.6 Após a compressão com rolo de pneus, emprega-se o rolo liso tipo tandem, com sobreposição, para complementar e dar a conformação final do serviços.

5.4.7 No caso de paralisação súbita e imprevista do equipamento distribuidor de agregados, o agregado é espalhado manualmente, na superfície já coberta com o material asfáltico, procedendo-se à compressão o mais rápido possível.

5.4.8 O esquema de espargimento adotado deve proporcionar recobrimento triplo, em toda a largura da camada. Especial atenção deve ser conferida às regiões anexas ao eixo e bordos, de forma a evitar, nesses locais, a falta ou o excesso relativos de ligante.

5.4.9 A compressão da camada é executada no sentido longitudinal, iniciando no lado mais baixo da seção transversal e progredindo no sentido do lado mais alto.

5.4.10 Em cada passada, o equipamento deve recobrir, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida, com os cuidados necessários para evitar deslocamentos, esmagamento do agregado e contaminações prejudiciais.

5.4.11 Para evitar excesso de ligante na junta transversal, é colocada sobre a superfície tratada com capa selante, uma faixa de papel adequado, com largura mínima de 0,80 m.

5.4.12 Deve ser evitada a coincidência das juntas longitudinais para cada aplicação de ligante.

5.4.13 A aplicação de ligante, na largura da camada, deve ser feita com o menor número possível de passagens do equipamento espargidor.

5.4.14 Durante a operação de espalhamento dos agregados, deve ser evitada a aplicação em excesso, já que sua correção é mais difícil do que a adição de material faltante.

5.4.15 Não é permitido o tráfego quando da aplicação do ligante asfáltico ou do agregado miúdo.

5.4.16 O tráfego somente é liberado após decorridos no mínimo 30 minutos da conformação final da superfície, de maneira controlada por um período mínimo de 24 horas.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de capa selante, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de emulsão asfáltica e agregados.

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados e o estoque de ligante asfáltico.

6.3 Agregados: no decorrer do processo de obtenção de agregados de pedreiras, devem ser considerados os cuidados principais a seguir descritos.

- a) A brita somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Registro de Ocorrências da obra.
- b) Exigir a documentação atestando a regularidade das instalações da pedreira, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente, caso os agregados sejam fornecidos por terceiros.
- c) Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.
- d) Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos.
- e) Impedir queimadas como forma de desmatamento.
- f) Construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.4 Emulsão asfáltica catiônica

- a) Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água.
- b) Vedar o refugo de materiais usados à beira da estrada ou em outros locais onde possam causar prejuízos ambientais.

6.5 Quanto à instalação

- a) Atribuir à contratante (DER/PR) responsabilidade pela obtenção da licença de instalação e operação do empreendimento.
- b) Atribuir à executante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação para canteiro de obra, depósitos e pedra industrial, quando for o caso.
- c) Recuperar a área afetada pelas operações de construção e execução, mediante a remoção dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.

6.6 Operação

- a) Dotar os silos de estocagem de agregados de proteções laterais e cobertura, para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.
- b) Manter em boas condições de operação todos os equipamentos de processo e de controle.

6.7 Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução, referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.2.1 A fiscalização poderá a qualquer momento, solicitar acompanhamento de execução de ensaio de confirmação de resultados considerados insatisfatórios.

7.3 O controle interno de qualidade do material consta, no mínimo, dos ensaios a seguir descritos.

7.3.1 Emulsão asfáltica

- Observar item 4.2 das Condições Gerais

7.3.2 Agregados

- um ensaio de granulometria, por via lavada, no mínimo, para cada tipo de agregado, a cada 2.500 m² de aplicação;
- um ensaio de abrasão Los Angeles no início da obra, e sempre que houver variação na natureza do material;

- um ensaio de durabilidade no início do serviço, e sempre que houver variação na natureza do material;
- um ensaio de adesividade, no início do serviço, para verificação da compatibilidade da emulsão - agregado mineral. Repetir, se houver alteração nos materiais.

7.4 Controle interno da execução

7.4.1 Controle da aplicação do agregado mineral: a determinação da taxa de agregado por faixa de espalhamento, expressa em kg/m², é feita com uma determinação para cada 700 m². A metodologia é abordada no Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR.

7.4.2 Controle da aplicação do ligante asfáltico

- a) A temperatura do ligante asfáltico deve ser medida no caminhão espargidor imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz a temperatura preconizada.
- b) A taxa de ligante é determinada em l/m², por aplicação e por faixa de espalhamento, a cada 700 m². A metodologia é detalhada no Manual de Execução do DER/PR.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR, quando julgar necessário, a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na verificação da largura da plataforma, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, por medidas à trena em espaçamento de, pelo menos, 20 m.

8.3 Controle de acabamento da superfície: são apreciadas em bases visuais.

8.4 Verificação final da qualidade

8.4.1 Acabamento e segurança

- a) A macrotextura é avaliada, à razão de uma determinação a cada 500 m de faixa, pelo ensaio de mancha de areia (ASTM E-965). Opcionalmente, os ensaios de mancha de areia podem ser substituídos, a critério do DER/PR, por medições a laser, em panos de 20 m situados a cada 500 m de faixa.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

- a) Todos os ensaios dos materiais indicados em 7.3 devem atender aos requisitos especificados em 5.1.

9.2 Aceitação da execução

- a) Os equipamentos espargidores tenham sido devidamente aferidos e, juntamente com os demais, mantenham adequadas condições de funcionamento ao longo da obra.
- b) A quantidade de ligante, por aplicação, situe-se no intervalo de $\pm 15\%$, em relação à taxa de dosagem. Para a taxa total, admite-se tolerância de $\pm 8\%$ em relação ao projeto.
- c) A quantidade total do agregado mineral situe-se no intervalo de $\pm 15\%$, em relação à taxa de dosagem.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas a seguinte condição:

- a) a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada.

9.4 Aceitação do acabamento e das condições de segurança

9.4.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de acabamento e segurança, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) as juntas executadas apresentem-se homogêneas, em relação ao conjunto do serviço, isentas de desníveis e saliências indesejáveis;
- b) a superfície apresente-se desempenada e homogênea;
- c) os valores da altura de areia (HS) obtidos com o ensaio de mancha de areia devem ser igual $0,60 \text{ mm} \leq HS \leq 1,20 \text{ mm}$ para análises estatísticas.

9.5 Condições de conformidade e não-conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado ou } \bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto: não conformidade;}$

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado ou } \bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto: conformidade;}$

Sendo:

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

Onde:

x_i = valores individuais

\bar{X} = média da amostra

s = desvio padrão

k = adotado o valor 1,25

n = número de determinações, no mínimo 9

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.5.3 Todo serviço incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 Os serviços aceitos são medidos pela determinação da área executada, expressa em metros quadrados.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é efetuado, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representam a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito à nova composição, baseada nas taxas efetivamente aplicadas de agregados e de ligante.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/derpr

DER/PR ES-P 20/05

PAVIMENTAÇÃO: MACADAME ASFÁLTICO

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005
Deliberação n.º 281/05
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 20/91
Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: revestimento; base; macadame
asfáltico

18 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de bases e revestimentos de macadame asfáltico. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a Especificação de Serviço DER/PR ES-P 20/91.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção dos produtos e sua aplicação em bases e revestimentos de pavimentos asfálticos em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- ABNT NBR-6560/00 - Materiais betuminosos – Determinação de ponto de amolecimento
 ABNT NBR-6568/99 - Emulsões asfálticas – Determinação do resíduo de destilação
 DNER-EM 204/95 - Cimentos asfálticos de petróleo
 DNER-EM 369/97 - Emulsões asfálticas catiônicas
 DNER-ME 002/94 - Emulsão asfáltica – carga de partícula
 DNER-ME 003/94 - Materiais betuminosos – determinação da penetração
 DNER-ME 004/94 - Materiais betuminosos – determinação da viscosidade “**Saybolt-furol**” a alta temperatura (ABNT-NBR 14950/03)
 DNER-ME 005/94 - Emulsão asfáltica – determinação da peneiração
 DNER-ME 024/94 - Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman
 DNER-ME 035/98 - Agregados – determinação da abrasão “**Los Angeles**”
 DNER-ME 063/94 - Emulsões asfálticas catiônicas – determinação da desemulsibilidade
 DNER-ME 078/94 - Agregado graúdo – adesividade a ligante betuminoso
 DNER-ME 079/94 - Agregado – adesividade a ligante betuminoso
 DNER-ME 083/94 - Agregados – análise granulométrica
 DNER-ME 086/94 - Agregado – determinação do índice de forma
 DNER-ME 089/94 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
 DNER-ME 148/94 - Material betuminoso – determinação dos pontos de fulgor e combustão (vaso aberto **Cleveland** - ABNT-NBR 11341/04)
 DNER-PRO 164/94 - Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores - IPR/USP e **Maysmeter**)
 DNER-PRO 182/94 - Medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores - IPR/USP e **Maysmeter**
 DNER-PRO 277/97 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
 DNIT 011/2004-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias
 DNIT 068/2004-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento
 Manual de Pavimentação – DNER, 1996
 Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
 Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
 Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÕES

3.1 Macadame asfáltico: é o serviço por penetração que envolve aplicações alternadas de ligante asfáltico e agregados minerais. O emprego deste tipo de serviço pode se dar como base ou revestimento, sendo neste último caso necessária a aplicação de uma capa selante.

3.2 Penetração direta: corresponde à classificação da forma de penetração do ligante, que neste caso é espargido sobre a camada de agregado mineral.

3.3 Penetração indireta: corresponde à classificação da forma de penetração do ligante, que neste caso é espargido antes da aplicação da camada de agregado mineral.

3.4 Penetração mista: corresponde à classificação da forma de penetração do ligante, que neste caso é espargido parte da taxa de ligante betuminoso antes da aplicação da camada do agregado mineral e a outra parte da taxa de ligante betuminoso sobre a camada do agregado mineral.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem;
- e) sem aprovação pelo DER/PR da calibragem do equipamento espargidor, conforme descrito no Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR;
- f) quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C;
- g) em dias de chuva.

4.2 Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra deve apresentar certificado de análise, além de trazer indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a refinaria ou fábrica e o canteiro de serviço.

4.3 A temperatura de aplicação do material asfáltico deve ser determinada para o ligante empregado, em função da relação temperatura-viscosidade, adequada para o espalhamento.

4.4 Devem ser observados os seguintes limites, no espargimento:

- para o cimento asfáltico: viscosidade Saybolt-Furol na faixa de 30 a 60 segundos, respeitando-se a temperatura máxima de aquecimento de 177°C;
- para a emulsão asfáltica: viscosidade Saybolt-Furol de 150 a 300 segundos, na temperatura de ensaio de 50°C.

4.5 No caso da utilização de melhorador de adesividade, deve ser exigido que este aditivo seja adicionado ao ligante no canteiro da obra, sendo obrigatória a circulação da mistura ligante-aditivo. De preferência, deve-se fazer essa mistura com a circulação do ligante asfáltico no próprio equipamento espargidor.

4.6 No caso das emulsões, deve ser evitada a sedimentação nos depósitos, através da circulação periódica da mesma.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Materiais asfálticos

- a) É recomendado o emprego dos seguintes materiais:
 - cimento asfáltico de petróleo tipo CAP-7 (DNER-EM 204/95), ou CAP 150-200, atendendo ao Regulamento Técnico ANP N°. 3/2005. O emprego de outros tipos de cimentos asfálticos que venham a ser produzidos e especificados no país pode ser admitido, desde que tecnicamente justificado e sob a devida aprovação do DER/PR.
 - emulsão asfáltica catiônica de ruptura rápida tipo RR-2C (DNER-EM 369/97).
- b) O emprego de outros ligantes pode ser admitido desde que tecnicamente justificado e com aprovação do DER/PR.

5.1.2 Melhorador de adesividade

- a) Deve ser utilizado quando se constatar a necessidade de melhorar a adesividade do par “ligante asfáltico – agregado”.
- b) A quantidade deve ser definida em projeto, devendo ser mantidas as propriedades do melhorador de adesividade após sua adição ao ligante asfáltico e circulação no equipamento espargidor, na temperatura normal de aplicação.

5.1.3 Agregados: os agregados utilizados podem ser constituídos por rocha sã ou seixo rolado, britados. O emprego de outros materiais é abordado no Manual de Execução do DER/PR. Em qualquer caso, devem ser atendidas as condições gerais, a seguir relacionadas, para o agregado empregado.

- a) Devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.
- b) Na composição do macadame asfáltico devem ser utilizados agregados de mesma natureza. Alternativas são abordadas no Manual de Execução.

- c) Os agregados não devem possuir mais do que um por cento passando na peneira n.º 200, em peneiramento efetuado por lavagem do agregado.
- d) Para o agregado retido na peneira n.º 10, a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão **Los Angeles** (DNER-ME 35/98) não deve ser superior a 40%. Aspectos particulares relacionados a valores típicos para as perdas nesse ensaio são abordados no Manual de Execução.
- e) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 89/94, os agregados utilizados devem apresentar perdas iguais ou inferiores aos seguintes limites:
- agregado graúdo: 12%;
 - agregado miúdo: 15%.
- f) Quando o agregado for obtido por britagem de seixos rolados, ao menos 95% dos fragmentos retidos na peneira n.º 4, em peso, devem apresentar uma ou mais faces resultantes de fratura.
- g) Para os agregados retidos na peneira n.º 4, a percentagem de grãos de forma defeituosa, obtida no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução, não pode ser superior a 20%.
- h) A graduação dos agregados deve atender às condições a seguir descritas.
- h.1) Em cada camada, o tamanho dos agregados deve ser o mais uniforme possível (condição homométrica), isto é, os agregados devem tender a um só tamanho. Os agregados assim considerados são definidos pela relação:

d / D

onde:

d (tamanho mínimo efetivo) – é o tamanho em milímetros, obtido a partir da curva granulométrica e que corresponde a:

25% passando, em peso, para $VDM \leq 2.000$ ou,
15% passando, em peso, para $VDM > 2.000$

D (tamanho máximo efetivo) – é o tamanho em milímetros, obtido a partir da curva granulométrica e que corresponde a:

80% passando, em peso, para $VDM \leq 2.000$ ou,
90% passando, em peso, para $VDM > 2.000$

A relação **d / D** deve ser:

$\geq 0,65$ para $VDM > 2.000$

$\geq 0,50$ para $VDM \leq 2.000$.

Para maiores esclarecimentos, reportar-se ao Manual de Execução do DER/PR.

- h.2) No macadame asfáltico, o tamanho relativo do agregado, nas várias camadas, deve ser escolhido de forma tal que o tamanho médio $(D + d) / 2$, do agregado de cada camada, seja aproximadamente a metade do correspondente tamanho médio da camada imediatamente inferior. Estas duas condições tem o objetivo de promover um bom travamento entre as camadas, proporcionando ao macadame asfáltico maior durabilidade e menor consumo de materiais.
- i) A granulometria dos agregados (DNER-ME 083/94), deve obedecer as faixas granulométricas dos quadros 1 e 2, correlacionadas ao tipo de ligante betuminoso, asfalto (CAP) e emulsão asfáltica.

Quadro 1: Faixas granulométricas e uso de ligante (CAP 150 – 200)										
Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso								Tolerâncias da faixa de projeto
ABNT	Abertura, mm	A		B		C		D		
		1ª cam.	2ª cam.	1ª cam.	2ª cam.	1ª cam.	2ª cam.	1ª cam.	2ª cam.	
3"	76,2	100	-	100	-	-	-	-	-	± 7
2 ½"	63,5	90-100	-	90-100	-	100	-	-	-	± 7
2"	50,8	35-70	-	35-70	-	95-100	-	100	-	± 7
1 ½"	38,1	0-15	-	0-15	-	35-70	-	95-100	-	± 7
1"	25,4	-	100	-	100	0-15	100	20-55	-	± 7
¾"	19,1	0-5	90-100	-	90-100	-	90-100	0-15	100	± 7
½"	12,7	-	-	-	-	0-5	-	-	90-100	± 7
⅜"	9,5	-	20-55	-	20-55	-	20-55	0-5	40-75	± 7
nº 4	4,8	-	0-10	-	0-10	-	0-10	-	5-25	± 5
nº 10	2,0	-	0-5	-	0-5	-	0-5	-	0-10	± 5
nº 40	0,42	-	-	-	-	-	-	-	0-5	± 5

Quadro 2: Faixas granulométricas e uso de ligante (emulsão)								
Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso						Tolerâncias da faixa de projeto
ABNT	Abertura, mm	1ª camada					2ª camada	
		A	B	C	D	E	F	
3"	76,2	100	-	-	-	-	-	± 7
2 ½"	63,5	75-95	100	-	-	-	-	± 7
2"	50,8	60-80	70-90	100	-	-	-	± 7
1 ½"	38,1	40-65	50-70	65-85	100	-	-	± 7
1"	25,4	20-40	25-45	35-55	55-75	100	-	± 7
¾"	19,1	10-30	15-35	15-35	35-55	60-80	100	± 7
½"	12,7	0-15	0-15	0-15	10-30	20-40	90-100	± 7
⅜"	9,5	-	-	-	0-15	-	40-75	± 5
nº 4	4,8	0-5	0-5	0-5	0-5	0-10	0-10	± 5
nº 10	2,0	-	-	-	-	-	0-5	± 5
nº 40	0,42	-	-	-	-	0-5	-	± 5

Nota 1: a 2ª camada é aplicada em todas as faixas de A à E.

Nota 2: a emulsão asfáltica refere-se a 65% do asfalto residual. Para teores diferentes a 65%, deve ser feita a necessária correção.

- j) A faixa granulométrica empregada deve ser aquela cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a $\frac{2}{3}$ da espessura da camada do macadame asfáltico.

5.1.4 Dosagem

- a) A partir da seleção da composição granulométrica desejada e do respectivo ligante, a dosagem deve ser efetuada em laboratório, com base em recomendação contida no Manual de Execução.
- b) As taxas de aplicação de agregados e ligante usuais são:

Macadame asfáltico com CAP 7 ou CAP 150-200								
Características usuais	Faixa A		Faixa B		Faixa C		Faixa D	
	1ª cam.	2ª cam.	1ª cam.	2ª cam.	1ª cam.	2ª cam.	1ª cam.	2ª cam.
Espessura (m)	0,09 – 010		0,065 – 0,075		0,05 – 0,065		0,04 – 0,05	
Taxa de ligante em kg/m ²	7,9 – 10,0		5,6 – 7,9		4,5 – 6,8		3,4 – 5,4	
Taxa de agregados em kg/m ²	190-217	19-27	136-163	14-22	109-136	11-19	81-109	8-14

Macadame asfáltico com emulsão asfáltica						
Características usuais	1ª camada					2ª camada
	Faixa A	Faixa B	Faixa C	Faixa D	Faixa E	Faixa F (aplicável como 1ª cam. das faixas A à E)
Espessura (m)	0,10	0,09	0,075	0,065	0,05	-
Taxa de agregados em kg/m ²	195	171	146	123	98	16
Taxa de emulsão em l/m ²						
1ª aplicação	6,8 – 8,1	4,5 – 6,8	4,5 – 5,4	4,1 – 5,0	3,2 – 4,1	-
2ª aplicação	5,4 – 6,8	5,4 – 6,8	5,4 – 6,8	3,2 – 4,5	3,6 – 4,5	-
Total de emulsão	12,2 – 14,9	9,9 – 13,2	9,9 – 12,2	7,3 – 9,5	6,8 – 8,6	-

Nota: à critério do DER/PR, na execução do segmento experimental, pode ser autorizado o desdobramento de duas aplicações de ligante asfáltico para três aplicações com vistas a promover melhor cobertura asfáltica e evitar arrancamento ou descolamento de agregado superficial, com a ação do tráfego.

5.2 Equipamento

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início dos serviços, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.2.2 É obrigatório, para o início dos trabalhos, que o canteiro de serviço esteja instalado, contando no mínimo com as quantidades de equipamentos indicadas em projeto, classificados em:

- a) área conveniente para estocagem dos diversos tipos de agregados, com o objetivo de impedir mistura entre eles, bem como protegê-los de poeira ou partículas lançadas pelo tráfego de estradas próximas;
- b) depósitos de material asfáltico, que permitam o aquecimento de maneira uniforme e sem riscos de oxidação e que tenham capacidade compatível com o consumo da obra;
- c) equipamento espargidor de material asfáltico, equipado com bomba reguladora de pressão e sistema completo e adequado de aquecimento, capaz de aplicar o material em quantidade e temperatura uniformes. As barras de distribuição devem ser de circulação plena, com ajuste vertical e largura variável. Deve ser equipado ainda com tacômetro, termômetros, medidor de volume e dispositivo de aplicação manual para pequenas correções;
- d) distribuidor de agregados rebocável ou automotriz, capaz de proporcionar distribuição homogênea dos agregados;
- e) rolo de pneus autopropulsor, de pressão regulável;
- f) rolo compactador tipo tandem;
- g) compressor de ar com potência suficiente para promover, por jateamento, a perfeita limpeza da superfície a revestir, antes do início do tratamento superficial;
- h) caminhões basculantes;
- i) pá-carregadeira ou retro-escavadeira;
- j) caminhão irrigador, equipado com moto-bomba;
- k) vassouras mecânicas ou manuais;
- l) dispositivos que permitam manter constante a altura da barra espargidora em relação à superfície de espargimento;
- m) vassouras de arrasto ou dispositivos similares, para corrigir possíveis falhas de distribuição dos agregados;
- n) ferramenta apropriada para possibilitar a colocação de qualquer bico espargidor no ângulo correto formado entre a fresta do bico e a barra espargidora;
- o) ferramentas manuais, tais como: pás, enxadas, ancinhos, garfos, rastelos e demais ferramentas.

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.3.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender as condições de calibragem do equipamento espargidor, o projeto de dosagem e valores e limites definidos nesta especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.3.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental, exclusivamente por condições granulométricas, taxas de aplicação dos agregados, espessura, tempo necessário para rompimento, tempo de cura e liberação ao tráfego, não há necessidade de remover, mas de promover eventuais ajustes necessários através de nova calibração e/ou novo projeto de dosagem, e execução do macadame asfáltico especificado sobre a superfície do segmento experimental originalmente executado.

5.3.5 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório resultante do mau travamento, cobertura asfáltica insuficiente, perda significativa de agregado de uma ou mais camadas, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.3.6 A continuidade dos serviços, depois de autorizado pelo DER/PR, deve obedecer ao procedimento construtivo indicado no segmento experimental aceito, conforme relatório descrito em 5.4.3.

5.3.7 Se o ligante for emulsão catiônica de ruptura rápida

- a) Sobre a pista, convenientemente demarcada, é iniciado o serviço com a distribuição da primeira camada de agregados, com o equipamento aceito pelo DER/PR, na taxa especificada em projeto.
- b) Após a aplicação dos agregados, verifica-se cuidadosamente a homogeneidade de espalhamento, promovendo-se a correção das falhas eventuais, tanto de falta quanto de excesso de material.
- c) Na seqüência, procede-se à rolagem da camada, com a utilização apenas do rolo pneumático, variando-se a pressão, com número de coberturas apenas suficiente para proporcionar a perfeita acomodação do agregado, sem causar danos à superfície a revestir.
- d) A operação seguinte consiste na primeira aplicação direta de ligante asfáltico, de modo uniforme, na taxa especificada em projeto e em temperatura que proporcione viscosidade adequada de aplicação.
- e) Após a aplicação do ligante, verifica-se cuidadosamente a homogeneidade da mesma promovendo-se a correção das falhas eventuais. As correções de falta de ligante são realizadas com o equipamento manual do espargidor, com cuidado para evitar

excessos. O excesso de ligante, se considerado nocivo e não compensável, deve ser removido.

- f) A seguir, aplica-se a taxa de agregados indicada no projeto de dosagem, fazendo-se a 2ª aplicação e/ou da 3ª aplicação da taxa de emulsão asfáltica (se definida no segmento experimental), operações de aplicação de agregados e ligantes com as mesmas recomendações e cuidados descritos anteriormente.
- g) O esquema de rolagem da 2ª camada de agregados é o descrito a seguir.
 - g.1) No caso de não ser definido no segmento experimental a 3ª aplicação de ligante asfáltico, a 2ª camada de agregados é feita com a utilização de rolo de pneumáticos, variando-se a pressão e complementando-se a rolagem com a passagem do rolo liso tipo tandem, em uma só passada, com sobreposição.
 - g.2) Utilizando a técnica da 3ª aplicação do ligante asfáltico, previamente à rolagem, deve ser feita uma “salga” com pedrisco + pó, na taxa de 3 a 4 kg/m² e, em seguida promover a seqüência de rolagem descrita em “g.1”.
- h) O tráfego não deve ser liberado no período de 24 horas a 48 horas, dependendo das condições climáticas. Após esse período, o macadame asfáltico deve ser rolado com o complemento de mais uma passada do rolo de pneumáticos com pressão de 120 lb/pol² e uma passada de acabamento com rolo liso tipo tandem.

5.3.8 Se o ligante for cimento asfáltico de petróleo

- a) A superfície a tratar, deve estar perfeitamente limpa e sem falhas na imprimação ou pintura de ligação.
- b) Sobre a pista, convenientemente demarcada, é iniciado o serviço com a primeira aplicação de ligante asfáltico, de modo uniforme, na taxa especificada em projeto e em temperatura que proporcione viscosidade adequada de aplicação. Eventuais excessos ou falta de material devem ser imediatamente corrigidos.
- c) Imediatamente após a aplicação do material asfáltico, o agregado especificado deve ser uniformemente espalhado, com o equipamento de distribuição de agregados aceito pelo DER/PR e na quantidade indicada em projeto. Eventuais falhas de aplicação devem ser prontamente corrigidas.
- d) A rolagem deve ter início imediato, com a utilização do rolo de pneumáticos, variando-se a pressão, utilizando-se um número de coberturas apenas suficiente para proporcionar perfeita acomodação do agregado, sem causar danos à superfície a revestir.
- e) Para a 2ª camada, as operações de aplicação de agregado e ligante asfáltico (CAP 150-200) são executadas com as mesmas recomendações e cuidados descritos anteriormente.
- f) A compressão das demais camadas de agregados é iniciada com o rolo pneumático, variando-se a pressão e complementando-se a mesma com a passagem do rolo liso tipo

tandem, uma só passada, com sobreposição.

- g) Sendo o material asfáltico aplicado a altas temperaturas, superiores a 150°C, é importante executar as etapas com a maior rapidez possível, para aproveitar a viscosidade do ligante aquecido, o que é garantia de melhor qualidade do tratamento. Também por esta razão, a extensão do material asfáltico aplicado deve ficar condicionada à capacidade de cobertura imediata com agregado.
- h) No caso de paralisação súbita e imprevista do equipamento distribuidor de agregados, o agregado é espalhado manualmente, na superfície já coberta com o material asfáltico, procedendo-se à compressão o mais rápido possível.
- i) Com o emprego de CAP, a presença de umidade no agregado é altamente nociva, devendo ser evitada.

5.3.9 Condições de execução aplicáveis para qualquer macadame asfáltico

- a) O esquema de espargimento adotado deve proporcionar recobrimento triplo, em toda a largura da camada. Especial atenção deve ser conferida às regiões anexas ao eixo e bordos, de forma a evitar, nesses locais, a falta ou o excesso relativos de ligante.
- b) A compressão da camada é executada no sentido longitudinal, iniciando no lado mais baixo da seção transversal e progredindo no sentido do lado mais alto.
- c) Em cada passada, o equipamento deve recobrir, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida, com os cuidados necessários para evitar deslocamentos, esmagamento do agregado e contaminações prejudiciais.
- d) Pequenas correções de ligante e agregados podem ser necessárias, caso sejam constatadas falhas, nas inspeções visuais, efetuadas em cada aplicação.
- e) Não deve haver coincidência entre as juntas transversais de duas camadas sucessivas, devendo-se prever uma defasagem de, pelo menos, dois metros entre elas.
- f) Para evitar excesso de ligante na junta transversal, é colocada sobre a superfície da camada anterior, uma faixa de papel adequado, com largura mínima de 0,80 m.
- g) Deve ser evitada a coincidência das juntas longitudinais para cada aplicação de ligante.
- h) A aplicação de ligante, na largura da camada, deve ser feita com o menor número possível de passagens do equipamento espargidor.
- i) Durante a operação de espalhamento dos agregados, deve ser evitada a aplicação em excesso, já que sua correção é mais difícil do que a adição de material faltante.
- j) As aplicações, por camada, devem ser feitas de modo a permitir a compensação de eventuais diferenças, nas aplicações subseqüentes. A respeito do assunto, observar o contido no Manual de Execução do DER/PR.

- k) A utilização de materiais asfálticos diferentes, no mesmo tanque do espargidor, só deve ser feita após esgotamento e limpeza, a fim de evitar misturas prejudiciais ao ligante e ao próprio espargimento. A respeito do assunto observar o contido no Manual de Execução do DER/PR.

5.3.10 Liberação ao tráfego

- a) Não é permitido o tráfego quando da aplicação do ligante asfáltico ou do agregado.
- b) O tráfego somente é liberado após a conformação final da superfície conforme descrito em 5.3.7 “h”, de maneira controlada por um período mínimo de 48 horas.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de macadame asfáltico são necessários trabalhos envolvendo a utilização de ligante asfáltico e agregados.

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados e o estoque de ligante asfáltico.

6.3 Agregados: no decorrer do processo de obtenção de agregados de pedreiras, devem ser considerados os cuidados principais a seguir descritos.

- a) A brita somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Registro de Ocorrências da obra.
- b) Exigir a documentação atestando a regularidade das instalações da pedreira, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente, caso os agregados sejam fornecidos por terceiros.
- c) Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.
- d) Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos.
- e) Impedir queimadas como forma de desmatamento.
- f) Construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.4 Ligante asfáltico

- a) Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água.

- b) Vedar o refugo de materiais usados à beira da estrada ou em outros locais onde possam causar prejuízos ambientais.

6.5 Quanto à instalação

- a) Atribuir à contratante (DER/PR) responsabilidade pela obtenção da licença de instalação e operação do empreendimento.
- b) Atribuir à executante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação para canteiro de obra, depósitos e pedreira industrial, quando for o caso.
- c) Recuperar a área afetada pelas operações de construção e execução, mediante a remoção dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.

6.6 Operação

- a) Dotar os silos de estocagem de agregados de proteções laterais e cobertura, para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.
- b) Manter em boas condições de operação todos os equipamentos de processo e de controle.

6.7 Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução, referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 Materiais

7.3.1 Cimento asfáltico

- a) Para cada carregamento de cimento asfáltico que chegar à obra:
 - um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol A 135°C;
 - um ensaio de ponto de fulgor;
 - aquecimento do ligante a 175°C, para observar se há formação de espuma;
 - um ensaio de penetração a 25°C.

7.3.2 Emulsão asfáltica

- a) Para cada carregamento de emulsão asfáltica que chegar à obra:

- um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol;
- um ensaio de determinação do resíduo de CAP, pelo método do fogareiro (constante do Manual de Execução);
- um ensaio de peneiramento.

7.3.3 Melhorador de adesividade

- a) A eficácia do melhorador de adesividade, quando utilizado, deve ser verificada pela execução de três ensaios de adesividade, no início da obra e sempre que forem constatadas mudanças no agregado.

7.3.4 Agregados

- um ensaio de granulometria por via lavada, no mínimo, para cada 100 m³ que chegar à obra
- um ensaio de granulometria, por via lavada, no mínimo, para cada tipo de agregado, a cada 100 m³ de aplicação
- uma verificação da homometria, em cada ensaio de granulometria
- um ensaio de lamelaridade (% de partículas defeituosas, método descrito no Manual de Execução) para cada 100 m³ do agregado da primeira e da segunda camadas
- um ensaio de abrasão Los Angeles no início do serviço, e sempre que houver variação na natureza do material
- um ensaio de durabilidade no início do serviço, e sempre que houver variação na natureza do material
- um ensaio de adesividade, no início do serviço, para verificação da compatibilidade da emulsão - agregado mineral. Repetir, se houver alteração nos materiais
- um ensaio de adesividade para todo carregamento de ligante CAP que chegar à obra, e sempre que houver variação na natureza do agregado.

7.4 Controle interno da execução

7.4.1 Controle da aplicação do agregado mineral: a determinação da taxa de agregado em kg/m², por camada, é no mínimo, uma para cada faixa de espalhamento, e no máximo, uma para cada 700 m². A metodologia é abordada no Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR.

7.4.2 Controle da aplicação do ligante asfáltico

- a) Execução de um ensaio de determinação do resíduo asfáltico, quando o ligante for emulsão asfáltica, para cada carregamento do equipamento espargidor (Método do Fogareiro).
- b) Elaboração do gráfico viscosidade – temperatura (mínimo três pontos), para todo carregamento que chegar à obra.
- c) A temperatura do ligante asfáltico deve ser medida no caminhão espargidor imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz a temperatura preconizada.

- d) A taxa de ligante é determinada em l/m², por aplicação, no mínimo, uma para cada faixa de espalhamento e, no máximo, a cada 700 m² de aplicação. A metodologia é detalhada no Manual de Execução.

7.4.3 Melhorador de adesividade

- a) O controle da aplicação do melhorador de adesividade consiste da verificação sistemática da quantidade a ser incorporada ao cimento asfáltico, da forma de incorporação e do tempo de circulação.

7.4.4 A qualidade estrutural deve ser verificada através de medidas de deflexão, em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR, o controle geométrico que consiste na realização de medidas para verificação de larguras, extensões e espessuras, executadas com vistas a aceitação deste critério e a determinação das quantidades executadas por unidade de serviço.

- a) Extensão da camada acabada: é medida com o emprego de distanciômetros eletrônicos ou por medidas à trena, executadas a cada 20 metros.
- b) Largura da camada acabada: é obtida por medidas à trena, executadas a cada 20 metros.
- c) Espessura da camada acabada: deve ser medida, no máximo, a cada 20 metros, procedendo-se à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, envolvendo, pelo menos, cinco pontos da seção transversal.

8.4 Controle de acabamento da superfície: é executado através da apreciação em bases visuais.

8.5 Verificação final da qualidade

8.5.1 Acabamento e segurança

- a) O acabamento da superfície, no caso de revestimento em macadame asfáltico, deve ser verificado, em todas as faixas de tráfego, por “aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta”, devidamente calibrados (DNER-PRO 164/94 e DNER-PRO 182/94), ou

por sistemas a laser, desde que devidamente aceitos e aprovados pelo DER/PR. Os resultados de irregularidade longitudinal devem ser integrados a lances de 200 m.

- b) A macrotextura é avaliada, também no caso de revestimento em macadame asfáltico, à razão de uma determinação a cada 500 m de faixa, pelo ensaio de mancha de areia (NF P-38). Opcionalmente, os ensaios de mancha de areia podem ser substituídos, a critério do DER/PR, por medições a laser, em panos de 20 m situados a cada 500 m de faixa.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Todos os ensaios dos materiais indicados em 7.3 devem atender aos requisitos especificados em 5.1.

9.2 Os equipamentos espargidores devem ter sido devidamente aferidos e, juntamente com os demais, manter adequadas condições de funcionamento ao longo da obra.

9.3 A granulometria dos agregados deve estar dentro da faixa de trabalho, definida em projeto.

9.4 A quantidade de ligante, por aplicação, deve situar-se no intervalo de $\pm 15\%$, em relação à taxa de dosagem. Para a taxa total, admite-se tolerância de $\pm 8\%$ em relação ao projeto.

9.5 A quantidade total do agregado mineral deve situar-se no intervalo de $\pm 15\%$, em relação à taxa de dosagem.

9.5.1 Quando ocorrer variação para mais, na taxa de agregado mineral, é necessário que a quantidade de ligante também seja acrescida, em proporção equivalente. A respeito deste tema, observar o contido no Manual de Execução.

9.6 Aceitação do acabamento e das condições de segurança

9.6.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de acabamento e segurança, desde que atendidas as seguintes condições.

- a) Quanto à largura da plataforma: não são admitidos valores inferiores aos previstos para a camada.
- b) O acabamento do serviço, apreciado em bases visuais, seja julgado satisfatório.
- c) A superfície apresente-se desempenada, não ocorrendo marcas indesejáveis do equipamento de compressão.
- d) Os valores do índice internacional de irregularidade (IRI) sejam no máximo 2,8 m/km para valores individuais e 2,5 m/km para análises estatísticas, em caso de macadame asfáltico utilizado como camada de rolamento. Para uso de macadame asfáltico em camada de base, os limites de aceitação para o índice internacional de irregularidade (IRI) são 0,5 m/km superiores aos indicados para camada de rolamento.

- e) Os valores da altura de areia (HS) obtidos com o ensaio de mancha de areia sejam $HS \geq 0,40$ mm para valores individuais e $0,40 \text{ mm} \leq HS \leq 1,20$ mm para análises estatísticas.
- f) No caso de trechos rodoviários que recebam soluções de conservação preventiva periódica, conforme definido no Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos do DNIT, edição 1998, os valores admissíveis do Índice Internacional de Irregularidade – IRI são no máximo igual a 4,0 m/km para valores individuais e 3,5 m/km para análises estatísticas.

9.7 As medidas de deflexão (DNER-ME 24/94), devem ser inferiores à deflexão máxima admissível de projeto para o tipo da camada.

9.8 Condições de conformidade e não-conformidade

9.8.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;
 $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i = valores individuais
 X = média da amostra
 s = desvio padrão
 k = adotado o valor 1,25
 n = número de determinações, no mínimo 9

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;
 Se $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;
 Se $X + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.8.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.8.3 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 Os serviços executados e recebidos na forma descrita, são medidos segundo a seção transversal de projeto, conforme descrito a seguir.

- a) Macadame asfáltico, com espessura inferior ou igual a 0,05 m: pela determinação da área tratada expressa em metros quadrados, não sendo computado o que exceder à seção de projeto.
- b) Macadame asfáltico com espessura superior a 0,05 m: pela determinação do volume da camada acabada expresso em metros cúbicos. No cálculo de volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média X , calculada como indicado anteriormente. Quando X for inferior à espessura de projeto, é considerado o valor de X . No caso de X ser maior do que a espessura de projeto, é considerada a espessura de projeto. Considera-se o talude do macadame seco, para fins de cálculo da largura média, igual a 1:1.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é efetivado, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada nas taxas efetivamente aplicadas de agregados e de ligante.



**Departamento de
Estradas de Rodagem
do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
www.der.pr.gov.br

DER/PR ES-P 21/17

PAVIMENTAÇÃO: CONCRETO ASFÁLTICO USINADO À QUENTE

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Diretor em 28/08/2017

Deliberação n.º 140/2017

Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 21/05

Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavras-chave: revestimento; concreto asfáltico

23 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de camada de pavimento através da confecção de concreto asfáltico usinado a quente. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/17.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição dos serviços
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 21/05.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção do produto e sua aplicação em camadas de revestimento, recapeamento ou reperfilagem de pavimentos rodoviários em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- AASHTO T-209 - Theoretical Maximum Specific Gravity and Density of Bituminous Paving Mixtures (Ensaio Rice);
- AASHTO T 324-11 – Hamburg Wheel-Track Testing of Compacted Hot Mix Asphalt (HMA)
- ABNT - NBR 14329 - Determinação expedita da resistência à água (adesividade) sobre agregados graúdos;
- ABNT - NBR 15617 - Determinação do dano por umidade induzida;
- ANP - Cimentos Asfálticos de Petróleo - Resolução N° 19 de 11/07/2005;
- ASTM D-2172 - Quantitative Extraction of Betumen From Bituminous Paving Mixtures - Método B;
- ASTM E-303 - Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester;
- ASTM E-965 - Measuring Pavement Macrotexture Depth Using a Volumetric Technique;
- DNER-ME 024 - Pavimento – determinação das deflexões pela viga *Benkelman*;
- DNER-ME 035 - Agregados – determinação da abrasão *Los Angeles*;
- DNER-ME 043 - Misturas betuminosas a quente – ensaio *Marshall*;
- DNER-ME 053 - Misturas betuminosas – percentagem de betume;
- DNER-ME 054 - Equivalente de areia;
- DNER-ME 083 - Agregados – análise granulométrica;
- DNER-ME 089 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- DNER-ME 117 - Mistura betuminosa – determinação da densidade aparente;
- DNER-PRO 164 - Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores - IPR/USP e *Maysmeter*);
- DNER-PRO 182 - Medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores - IPR/USP e *Maysmeter*;
- DNER-PRO 277- Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;
- DNIT 011-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias;

- DNIT 136-ME - Pavimentação asfáltica - Misturas Asfálticas - determinação da resistência a tração por compressão diametral;
- DNIT - Manual de Pavimentação;
- Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR;
- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR.
- NF P-98-253 Norme Française - Déformation permanente des mélanges hydrocarbonés;
- Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR;

3 DEFINIÇÕES

3.1 Concreto asfáltico usinado a quente (CAUQ): é uma mistura asfáltica executada em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente.

3.2 De acordo com a posição relativa e a função na estrutura, a mistura de concreto asfáltico deve atender as características especiais em sua formulação, recebendo geralmente as designações a seguir apresentadas.

- a) Camada de rolamento ou simplesmente "capa asfáltica": camada superior da estrutura destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deve apresentar estabilidade e flexibilidade compatível com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego. A este respeito, observar as recomendações contidas no Manual de Execução do DER/PR;
- b) Camada de ligação ou "binder": camada posicionada imediatamente abaixo da "capa". Apresenta, em relação à mistura utilizada para camada de rolamento, diferenças de comportamento, decorrentes do emprego de agregado de maior diâmetro máximo, existência de maior percentagem de vazios, menor consumo de "filler" (quando previsto) e de ligante;
- c) Camada de nivelamento ou "reperfilagem": serviço executado com massa asfáltica de graduação fina, com a função de corrigir deformações ocorrentes na superfície de um antigo revestimento e, simultaneamente, promover a selagem de fissuras existentes.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução de serviços com concreto asfáltico usinado a quente:

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme as Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;

- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme o Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aprovação prévia pelo DER/PR do projeto de dosagem da mistura;
- e) quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C;
- f) em dias de chuva.

4.2 Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra, deve apresentar o Certificado de Qualidade (Ensaio de especificação) correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento e transporte para o canteiro de serviço. Deve trazer também indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a fonte de produção e o canteiro de serviço.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Material

5.1.1 Todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.2 Material asfáltico

5.1.2.1 É recomendado o emprego de cimentos asfálticos atendendo a Resolução ANP N° 19/2005. O emprego de outros tipos de cimentos asfálticos que venham a ser produzidos e especificados no país pode ser admitido, desde que tecnicamente justificado e sob a devida aprovação do DER/PR.

5.1.3 Agregados

5.1.3.1 O agregado graúdo deve ser constituído por pedra britada ou seixo rolado britado, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:

- a) quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio em cinco ciclos (método DNER-ME 089), os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores a 12%;
- b) a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 035) não deve ser superior a 50%, aspectos particulares relacionados a valores típicos para as perdas neste ensaio são abordados no Manual de Execução do DER/PR;

- c) a percentagem de grãos de forma defeituosa determinada no ensaio de lamelaridade, descrito no Manual de Execução do DER/PR, não pode ultrapassar a 25%;
- d) no caso de emprego de seixos rolados britados, exige-se que 90% dos fragmentos em peso apresentem pelo menos uma face fragmentada pela britagem.

5.1.3.2 O agregado miúdo deve ser constituído por areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos, apresentando partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Devem ser atendidos, ainda, os seguintes requisitos:

- a) as perdas no ensaio de durabilidade (DNER-ME 089) em cinco ciclos com solução de sulfato de sódio, devem ser inferiores a 15%;
- b) o equivalente de areia (DNER-ME 054) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deve ser igual ou superior a 55%;
- c) é vedado o emprego de areia proveniente de depósitos em barrancas de rios;

5.1.3.3 O material de enchimento (“filler”) quando necessário, deve estar seco e isento de grumos para ser aplicado, constituído, necessariamente, por cal hidratada tipo CH-I atendendo à seguinte granulometria (DNER-ME 083):

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando em peso
ABNT	Abertura, mm	
n.º 40	0,42	100
n.º 80	0,18	95 – 100
n.º 200	0,074	65 – 100

5.1.4 Melhorador de adesividade

5.1.4.1 O uso recomendado de cal hidratada tipo CH-I como material de enchimento deve suprimir a necessidade de incorporação de aditivo melhorador de adesividade (dope) ao ligante betuminoso. O DER/PR pode aceitar o uso de dope incorporado ao ligante como alternativa ao emprego da cal hidratada. De qualquer forma o bom desempenho da mistura, quanto a adesividade, deverá ser comprovado através do ensaio de danos por umidade induzida (NBR 15617) com razão de resistência à tração por compressão diametral superior a 0,7.

5.1.4.2 É admitida a adição da cal na mistura de agregados, somente antes do secador da usina.

5.2 Composição da mistura

5.2.1 A composição da mistura deve satisfazer aos requisitos do quadro apresentado a seguir e ao percentual do ligante betuminoso determinado no projeto:

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso					
ABNT	Abertura, mm	Faixa A	Faixa B	Faixa C	Faixa D	Faixa E	Faixa F
1 ½"	38,1	100	100	–	–	–	–
1"	25,4	95 – 100	90 – 100	100	–	–	–
¾"	19,1	80 – 100	–	90 – 100	100	100	–
½"	12,7	–	56 – 80	–	80 – 100	90 – 100	–
⅜"	9,5	45 – 80	–	56 – 80	70 – 90	75 – 90	100
n.º 4	4,8	28 – 60	29 – 59	35 – 65	50 – 70	45 – 65	75 – 100
n.º 10	2,00	20 – 45	18 – 42	22 – 46	33 – 48	25 – 35	50 – 90
n.º 40	0,42	10 – 32	8 – 22	8 – 24	15 – 25	8 – 17	20 – 50
n.º 80	0,18	8 – 20	–	–	8 – 17	5 – 13	7 – 28
n.º 200	0,075	3 – 8	1 – 7	2 – 8	4 – 10	2 – 10	3 – 10
Utilização como		Ligação		Rolamento			Reperfilagem
Variação do teor de ligante		4,0 – 5,5		4,5 – 6,0			5,0 – 6,5
Espessura máx., cm		6,0		5,0			3,0

NOTA. Outras faixas granulométricas, poderão ser utilizadas, desde que devidamente justificadas pelo projeto e aprovadas pelo DER/PR.

5.2.1.1 A faixa utilizada deve apresentar diâmetro máximo inferior a ⅔ da espessura da camada asfáltica.

5.2.1.2 No projeto da curva granulométrica para camada de revestimento deve ser considerada a segurança do usuário atendendo-se aos padrões de aderência desta especificação.

5.2.1.3 Para todos os tipos, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4% do total.

5.2.2 Dosagem e características da mistura

5.2.2.1 Deve ser adotado o ensaio *Marshall* na dosagem de misturas betuminosas (DNER-ME 043) para verificação das condições de vazios, estabilidade e fluência da mistura betuminosa complementado com os ensaios de resistência à tração por compressão diametral (DNIT 136-ME) a 25°C, atendendo-se aos seguintes valores:

Ensaio	Característica	Camada de rolamento	Camada de ligação
DNER-ME 043	Porcentagem de vazios	3 a 5	4 a 6
DNER-ME 043	Relação betume/vazios	70 – 82	65 – 75
DNER-ME 043	Estabilidade, mínima	850kgf	700kgf
DNER-ME 043	Fluência, mm	2,0 – 4,0	2,5 – 3,5
DNIT 136-ME	Resistência à tração por compressão diametral a 25°C, MPa	0,80 (mínima)	0,65 (mínima)
–	Relação finos/betume	0,8 – 1,6	0,6 – 1,6

5.2.2.2 As condições de vazios da mistura na fase de dosagem devem ser verificadas a partir da determinação da densidade máxima da Mistura Betuminosa pelo método de Rice (AASHTO T - 209).

5.2.2.3 Os vazios do agregado mineral (%VAM), são definidos em função do tamanho máximo nominal (TMN) do agregado empregado, devem atender aos seguintes valores mínimos:

Tamanho Máximo Nominal *		% VAM, mínimo	
ABNT	mm	Vazios 4 %	Vazios 5 %
1 ½"	38,1	11	12
1"	25,4	12	13
¾"	19,1	13	14
½"	12,7	14	15
⅜"	9,5	15	16

* **TMN** – É o diâmetro da malha acima daquela que primeiro retém mais do que 10 % do material.

5.2.2.4 Em caso de estar previsto em projeto solicitação pelo tráfego superior a 1×10^7 operações do eixo-padrão de 8,2 tf (critério USACE), o traço da mistura betuminosa utilizada deve ser verificado à deformação permanente com o equipamento "Orniéreur" do LCPC, ou segundo AASHTO T 324-11 (Hamburg Wheel-Track Testing). O afundamento admissível deve ser definido em projeto em função da mistura adotada.

5.3 Equipamentos

5.3.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR sem o que não é dada a autorização para o início dos serviços.

5.3.2 Depósito para cimento asfáltico

5.3.2.1 Os depósitos para o cimento asfáltico devem ser capazes de aquecer o material conforme as exigências técnicas estabelecidas, atendendo aos seguintes requisitos:

- a) o aquecimento deve ser efetuado com serpentinas a vapor, óleo, eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato direto de chamas com o depósito;
- b) o sistema de circulação do cimento asfáltico deve garantir a circulação contínua do depósito ao misturador durante todo o período de operação;
- c) todas as tubulações e acessórios devem ser dotados de isolamento térmico a fim de evitar perdas de calor;
- d) a capacidade dos depósitos de cimento asfáltico deve ser suficiente para o atendimento de, no mínimo, três dias de serviço.

5.3.3 Depósito para agregados (silos)

5.3.3.1 Os silos devem ser em número adequado a quantidade de agregados utilizados na dosagem, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações dos agregados, impossibilitando de maneira eficaz o transbordamento e a consequente contaminação entre dois silos adjacentes

5.3.3.2 Cada compartimento deve possuir dispositivos adequados de descarga passíveis de regulação.

5.3.3.3 O sistema de alimentação deve ser sincronizado de forma a assegurar a adequada proporção dos agregados frios e constância da alimentação.

5.3.3.4 O material de enchimento ("filler") é armazenado em silo apropriado conjugado com dispositivos que permitam a sua dosagem.

5.3.3.5 A capacidade total de armazenamento dos silos deve ser, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador.

5.3.3.6 As condições de armazenamento do material de enchimento ("filler") estão definidas no Manual de Execução do DER/PR.

5.3.4 Usina para misturas asfálticas

5.3.4.1 A usina deve ter condições de produzir misturas asfálticas uniformes, devendo estar totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção.

A) Preferencialmente, são empregadas usinas gravimétricas.

5.3.4.2 A usina deve ser equipada com unidade classificadora de agregados após o secador para distribuição do material para os silos quentes.

5.3.4.3 As balanças utilizadas nas usinas gravimétricas para pesagem de agregados e para a pesagem do ligante asfáltico devem apresentar precisão de 0,5% quando aferidas com pesos – padrão.

5.3.4.4 O sistema de coleta do pó deve ser comprovadamente eficiente para minimizar os impactos ambientais. O material fino coletado deve ser devolvido, no todo ou em parte, ao misturador.

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

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

- um termômetro com escala em "dial", pirômetro elétrico ou outros instrumentos termométricos adequados, instalados na descarga do secador e em cada silo quente para registrar a temperatura dos agregados;
- um termômetro com proteção metálica e graduação de 90° a 210°C instalado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga no misturador.

B) Pode ser utilizada, quando autorizado pelo DER/PR, usinas do tipo Fluxo Contínuo, atendendo as características mínimas a seguir:

- Secador contrafluxo,
- Um silo para cada material,
- Dosador de filler,
- Alimentação de agregados com velocidade variável,
- Sistema de controle de dosagem, preferencialmente automatizado e sincronizado que permita aumentar ou diminuir a velocidade sem alterar as proporções,
- Balança para agregados,
- Alarme para falta de fluxo de material,
- Misturador externo rotativo ou pug-mill,
- Controle de temperatura.

5.3.4.7 Especial atenção deve ser dada à segurança dos operadores da usina, particularmente no que tange a eficácia dos corrimões das plataformas e escadas, à proteção de peças móveis e a área de circulação dos equipamentos de alimentação de silos e transporte da mistura.

5.3.5 Caminhão para transporte da mistura

5.3.5.1 O transporte da mistura asfáltica deve ser feito com caminhão basculante com caçamba metálica.

5.3.6 Equipamento para distribuição

5.3.6.1 A distribuição da mistura asfáltica é normalmente feita com acabadora automotriz capaz de espalhar e conformar a mistura ao alinhamento, cotas e abaulamento requeridos.

5.3.6.2 A acabadora deve ser, preferencialmente, equipada com esteiras metálicas para seu deslocamento. O uso de acabadoras de pneus só é admitido se for comprovado que a qualidade do serviço não é afetada por variações na carga da acabadora.

5.3.6.3 A acabadora deve também estar equipada com:

- a) sistema composto por parafuso-sem-fim, capaz de distribuir adequadamente a mistura, em toda a largura da faixa de trabalho;
- b) sistema rápido e eficiente de direção, além de marchas para a frente e para trás;
- c) alisadores, vibradores e dispositivos para seu aquecimento à temperatura especificada de modo que não haja irregularidade na distribuição da massa;
- d) sistema de nivelamento eletrônico.

5.3.6.4 A distribuição da massa asfáltica destinada a camadas de reperfilagem pode ser executada com motoniveladora, obrigatoriamente com pneus lisos, capaz de espalhar e conformar a mistura, de maneira eficiente e econômica, às deformações do pavimento existente. A borda cortante da lâmina deve ser substituída sempre que se apresentar desgastada ou irregular.

5.3.7 Equipamento para compressão

5.3.7.1 A compressão da mistura asfáltica é efetuada pela ação combinada de rolo de pneumáticos e rolo liso tandem, ambos autopropelidos.

5.3.7.2 É obrigatória a utilização de pneus uniformes de modo a se evitar marcas indesejáveis na mistura comprimida.

5.3.7.3 O rolo compressor de rodas metálicas lisas tipo tandem deve ter peso compatível com a espessura da camada.

5.3.7.4 O emprego de rolo liso vibratório pode ser admitido desde que a frequência e a amplitude de vibração sejam ajustadas às necessidades do serviço.

5.3.7.5 Em qualquer caso, os equipamentos utilizados devem ser eficientes para obtenção das densidades objetivadas enquanto a mistura se apresentar em condições de temperatura que lhe assegurem adequada trabalhabilidade.

5.3.8 As seguintes ferramentas e equipamentos acessórios são utilizados complementarmente:

- a) soquete mecânico ou placa vibratória para a compressão de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- b) pás, garfos, rodos e ancinhos, para operações eventuais.

5.4 Execução

5.4.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.4.2 Para a perfeita execução, bom acompanhamento e fiscalização do serviço são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral” os procedimentos relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR.

5.4.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender ao projeto de dosagem e valores e limites definidos nesta especificação, deve ser emitido o Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR que devem ser obedecidas em toda a fase de execução do serviço.

5.4.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental exclusivamente por condições granulométricas, espessura, tempo de cura e liberação ao tráfego não há necessidade de remover, mas de promover eventuais ajustes necessários com nova calibração e aplicação de CAUQ sobre a superfície do segmento experimental originalmente executado.

5.4.5 Preparo da superfície:

5.4.5.1 A superfície que receber a camada de concreto asfáltico deve estar limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.

5.4.5.2 Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados previamente à aplicação da mistura.

5.4.5.3 A pintura de ligação deve apresentar película homogênea e ter adequadas condições de aderência para execução do concreto asfáltico e, se necessário, nova pintura de ligação deve ser aplicada previamente à distribuição da mistura.

5.4.5.4 No caso de desdobramento da espessura total de concreto asfáltico em duas camadas, a pintura de ligação entre essas pode ser dispensada se a execução da segunda camada for feita logo após à execução da primeira.

5.4.6 Produção do concreto asfáltico

5.4.6.1 O concreto asfáltico deve ser produzido em usina apropriada, calibrada racionalmente de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura, atendendo aos requisitos apresentados no item 5.3.4 desta especificação.

5.4.6.2 A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico empregado deve ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade do ligante. A temperatura mais conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta viscosidade *Saybolt-Furol* na faixa de 75 a 95 segundos.

5.4.6.3 Não é permitido o aquecimento do cimento asfáltico acima de 177°C.

5.4.6.4 A temperatura de aquecimento dos agregados deve ser de 10 a 15°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 177°C.

5.4.6.5 A produção do concreto asfáltico e a frota de veículos de transporte devem assegurar a operação contínua da vibroacabadora.

5.4.7 Transporte do concreto asfáltico:

5.4.7.1 O caminhão deve ser carregado de maneira a evitar segregação da mistura dentro da caçamba, a primeira carga na frente, a segunda na traseira e por último no meio.

5.4.7.2 O concreto produzido é transportado da usina ao local de aplicação em caminhão basculante atendendo ao especificado no subitem 5.3.5.

5.4.7.3 A aderência da mistura às chapas da caçamba é evitada com aspersão prévia de solução de cal (uma parte de cal para três de água), água e sabão, ou produto específico para este fim, que não derivados de petróleo (óleo diesel, querosene, etc.). Em qualquer caso, o excesso de solução deve ser retirado antes do carregamento da mistura basculando-se a caçamba.

5.4.7.4 A caçamba do veículo deve ser coberta com lona impermeável durante o transporte, para proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventual contaminação por poeira e, especialmente, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

5.4.8 Distribuição da mistura

5.4.8.1 No emprego de concreto asfáltico como camada de rolamento ou de ligação, a mistura deve ser distribuída por uma ou mais acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificados.

5.4.8.2 Previamente ao início dos trabalhos, deve ser assegurado o conveniente aquecimento da mesa alisadora da acabadora à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. Observar que o sistema de aquecimento destina-se exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia.

5.4.8.3 As irregularidades que aparecerem na superfície da camada acabada, devem ser corrigidas de imediato pela adição manual de massa e espalhamento efetuado com ancinhos e/ou rodos metálicos. No entanto, essa alternativa deve ser minimizada pois o excesso de reparo manual compromete a qualidade do serviço.

5.4.9 Compressão

5.4.9.1 A compressão da mistura asfáltica tem início imediatamente após a sua distribuição.

5.4.9.2 Como norma geral, deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, essa temperatura é fixada experimentalmente em cada caso.

5.4.9.3 A sequência de rolagem e os diferentes tipos de rolos compactadores devem estar em conformidade com os melhores resultados obtidos no trecho experimental.

5.4.9.4 O número de coberturas de cada equipamento é definido experimentalmente de forma a se atingir as condições de densidade.

5.4.9.5 As coberturas dos equipamentos de compressão utilizados devem atender às seguintes orientações gerais:

- a) a compressão deve ser executada em faixas longitudinais sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal e progredindo no sentido do ponto mais alto;
- b) em cada passada o equipamento deve recobrir, ao menos, a metade da largura rolada na passada anterior.

5.4.9.6 A espessura máxima de cada camada após compressão deve ser definida na obra pelo DER/PR em função das características de trabalhabilidade da mistura e da eficiência do processo de compressão. Para maiores detalhes consultar o Manual de Execução do DER/PR.

5.4.10 O processo de execução das juntas transversais e longitudinais deve assegurar adequada condição de acabamento. Para maiores detalhes consultar o Manual de Execução do DER/PR.

5.4.11 A camada de concreto asfáltico recém-acabada somente deve ser liberada ao tráfego após o seu completo resfriamento.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Os cuidados a serem observados para preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados e o estoque de ligante asfáltico.

6.2 Agregados

6.2.1 Receber a brita e a areia somente com a apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Registro de Ocorrências da obra.

6.2.2 Exigir a documentação emitida pelo órgão ambiental competente atestando a regularidade das instalações e da operação da pedreira/areal/usina, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros.

6.2.3 Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.

6.2.4 Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a produção e possibilitar a recuperação ambiental após a retirada de todos os materiais e equipamentos.

6.2.5 Construir junto às instalações de britagem bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.2.6 É proibida a utilização de queimadas como forma de desmatamento e limpeza. Para desmatamento é necessário obter a respectiva autorização junto ao órgão ambiental competente.

6.3 Ligante asfáltico

6.3.1 Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água.

6.3.2 Reaproveitar o refugo dos materiais para melhoramento de acessos às pequenas propriedades lindeiras conforme as condições a seguir descritas ou ter disposição final de acordo com a Lei Estadual nº 12.493/99, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 6.674/02 e pelas normas e especificações vigentes:

- a) o refugo em sólido (massa) pode ser reaproveitado desde que devidamente espalhado e compactado;
- b) o refugo em estágio líquido pode ser reaproveitado desde que misturado com qualquer agregado, inclusive solo local que permita condição de tráfego, sendo devidamente espalhado e compactado.

6.4 As operações em usinas misturadoras a quente englobam:

- a) estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;
- b) transporte, peneiramento, estocagem e pesagem de agregados quentes;
- c) transporte e estocagem de filler;
- d) transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e cimento asfáltico.

Agentes e fontes poluidoras	
Agente poluidor	Fonte poluidora
I. Emissão de partículas	A principal fonte é o secador rotativo. Outras fontes são: peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem e tráfego de veículos e vias de acesso.
II. Emissão de gases	Combustão do óleo: óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos.
III. Emissões fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura. São quaisquer lançamentos ao ambiente sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar o seu fluxo.

6.4.1 Em função desses agentes, devem ser obedecidos os princípios a seguir descritos.

6.4.1.1 Quanto à instalação:

- a) a contratante é responsável pela obtenção da licença de instalação e operação do empreendimento;
- b) a executante é responsável pela obtenção da licença de instalação para canteiro de obra, depósitos e pedreira industrial, quando for o caso;
- c) não permitir a instalação de usinas de asfalto a quente a uma distância inferior a 200 m (duzentos metros), medidos a partir da base da chaminé, de residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas, asilos,

orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversão e outras construções comunitárias;

- d) as áreas afetadas pelas operações de construção e execução devem ser recuperadas com a remoção da usina, dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.

6.4.1.2 Quanto à operação:

- a) instalar sistemas de controle de poluição do ar com ciclones e filtro de mangas ou de equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos na legislação vigente;
- b) apresentar junto com o projeto para obtenção de licença, os resultados de medições em chaminés que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto, para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental;
- c) equipar os silos de estocagem de agregados de proteções laterais e cobertura para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento;
- d) enclausurar a correia transportadora de agregado frio adotando procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera;
- e) manter pressão negativa no secador rotativo enquanto a usina estiver em operação para evitar emissões de partículas na entrada e saída do mesmo.

6.5 Além desses procedimentos devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante apresentar relatório dos testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 Para o controle interno de execução devem ser realizados ensaios nas quantidades mínimas aceitáveis, podendo o critério do DER/PR ou da executante serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.2.1 A fiscalização poderá a qualquer momento, solicitar acompanhamento de execução de ensaio de confirmação de resultados considerados insatisfatórios.

7.3 Ensaios mínimos necessários para o controle interno de qualidade do material.

7.3.1 Cimento asfáltico de Petróleo - CAP

7.3.1.1 Item 4.2 das Condições Gerais

7.3.2 Agregados

Quantidade	Descrição
a) No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedreira:	
01	Ensaio de desgaste Los Angeles
01	Ensaio de lamelaridade (ver Manual de Execução DER/PR)
01	Ensaio de durabilidade gráudo e miúdo
01	Ensaio de danos por umidade induzida
b) Para cada 500 t de mistura produzida:	
01	Ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo
01	Ensaio de granulometria do agregado de cada silo
c) Para cada 3000 t de mistura produzida:	
01	Ensaio de granulometria do "filler"

7.3.3 Controle de Produção

Quantidade	Descrição
Para cada 200 t de mistura produzida:	
02	Medidas de temperatura dos agregados nos silos quentes, do ligante antes da entrada do misturador e da mistura na saída do misturador

Quantidade	Descrição
Para cada incorporação de dope ao ligante, e sempre que o ligante dopado for armazenado por mais de 5 dias:	
01	Determinação expedita da resistência à água (adesividade)

7.3.4 Controle de Execução na Pista

Quantidade	Descrição
Espalhamento e compactação:	
02	Temperatura durante o espalhamento e imediatamente antes da compactação
Para cada 200 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da acabadora:	
01	Extração do ligante da mistura
01	Granulometria da mistura de agregados resultante da extração de ligante
Para cada 2000 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da acabadora:	
01	Densidade Máxima da Mistura Betuminosa (RICE)

Para cada 100 t de mistura aplicada e compactada, em amostra indeformada extraída por sonda rotativa:

01	Densidade aparente
01	Resistência a Tração por Compressão Diametral

Nota 1: paralelamente aos ensaios de extração de betume pelo método de centrifugação são realizados a cada 3.000 t de massa produzida, um ensaio de extração segundo ASTM D-2172 – método B para ajuste de possíveis desvios no ensaio do Rotarex.

Nota 2: os pontos de coleta de materiais por sonda rotativa obrigatoriamente devem coincidir com os pontos de coleta de amostras para ensaios de extração de ligante e RICE. Do material coletado por sonda rotativa devem ser calculadas as percentagens de vazios totais, vazios do agregado mineral e relação betume/vazio.

Nota 3: para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho com medidas de deflexão (DNER-ME 24) em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR, quando julgar necessário, a realização aleatória de testes e ensaios previstos no item 7 para comprovar os resultados obtidos pela executante, bem como formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço.

8.2 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico que consiste na verificação de larguras, extensões e espessuras para determinação das quantidades executadas por unidade de serviço.

8.3 A espessura da camada deve ser medida a cada 100 m, por extração de corpos-de-prova na pista ou pelo nivelamento do eixo e dos bordos antes e depois do espalhamento e compactação da mistura.

8.3.1 A verificação dos alinhamentos do eixo e bordos nas diversas seções correspondentes às estacas da locação é feita à trena.

8.4 Verificação final da qualidade - acabamento e segurança

8.4.1 O acabamento da superfície deve ser verificado em todas as faixas de tráfego com “aparelho medidor de irregularidade tipo resposta”, devidamente calibrado (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182), ou por sistemas a laser desde que aceitos e aprovados pelo DER/PR. Os resultados de irregularidade longitudinal devem ser integrados a lances de 200 m.

8.4.2 A macrotextura é avaliada pelo ensaio de mancha de areia à razão de uma determinação a cada 500 m de faixa. Opcionalmente, os ensaios de mancha de areia podem ser substituídos, a critério do DER/PR, por medições a laser em panos de 20 m situados a cada 500 m de faixa.

8.4.3 Medições indiretas de atrito com o pêndulo britânico (ASTM-E 303) devem ser efetuadas nos mesmos locais de avaliação indicados para a macrotextura.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

9.1.1 O cimento asfáltico recebido no canteiro é aceito desde que atendidos os seguintes requisitos:

- a) Os ensaios de controle de qualidade do CAP constantes no certificado emitido pelo distribuidor (item 4.2 Condições Gerais), devem ser satisfatórios.

9.1.2 Os agregados graúdo, miúdo e o filler utilizados são aceitos desde que atendidas as seguintes condições:

- a) o agregado graúdo deve atender aos requisitos desta especificação no que tange à abrasão Los Angeles, durabilidade e percentagem de grãos defeituosos;
- b) o agregado miúdo deve atender aos requisitos desta especificação no que se refere aos ensaios de equivalente de areia e durabilidade;
- c) o filler (cal hidratada CH-I) deve apresentar-se seco, sem grumos e enquadrado na granulometria especificada.

9.2 Aceitação da execução

9.2.1 Temperatura

9.2.1.1 A produção da mistura asfáltica é aceita quando as temperaturas medidas na linha de alimentação do cimento asfáltico, efetuadas ao longo do dia de produção estiverem situadas na faixa desejável, definida em função da curva "viscosidade x temperatura" do ligante empregado.

9.2.2 Quantidade de ligante e graduação da mistura de agregados

9.2.2.1 A quantidade de cimento asfáltico obtida nos ensaios de extração em amostras individuais não deve variar em relação ao teor de projeto de mais do que 0,3% para mais ou para menos.

9.2.2.2 Durante a produção a granulometria da mistura pode sofrer variações em relação à curva de projeto respeitadas as tolerâncias e os limites da faixa granulométrica adotada conforme quadro a seguir.

Peneira		%Passando, em Peso
ASTM	mm	
3/8" a 1 1/2"	9,5 a 38,1	± 7
nº 40 a nº 4	0,42 a 4,8	± 5
nº 80	0,18	± 3
nº 200	0,074	± 2

9.2.3 Características da mistura

9.2.3.1 Os valores de percentual de vazios, vazios do agregado mineral, relação betume-vazios, resistência a tração por compressão diametral devem atender ao estabelecido no subitem 5.2.2.1.

9.2.3.2 A eventual ocorrência de valores que não atendam ao especificado resulta na não aceitação do serviço. As deficiências devem ser corrigidas mediante ajustes racionais na formulação do traço e/ou no processo executivo.

9.2.4 Os valores do grau de compactação calculados estatisticamente conforme os procedimentos descritos no item 9.5.1 devem estar no intervalo de 97% a 101%.

9.2.5 A camada de concreto asfáltico é aceita se as medidas de deflexão forem inferiores à deflexão máxima admissível de projeto para o tipo da camada.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos desde que atendidas as seguintes condições:

- a) a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada;
- b) espessura da camada acabada:
 - b.1) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = \bar{X} - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

$N \geq 9$ (nº de determinações efetuadas)

- b.2) a espessura média determinada estatisticamente deve situar-se no intervalo de ± 5% em relação à espessura prevista em projeto;
- b.3) não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de ±

10% em relação à espessura prevista em projeto;

- c) eventuais locais em que se constate deficiência de espessura são objeto de amostragem complementar com novas extrações de corpos de prova com sonda rotativa. As áreas deficientes devidamente delimitadas devem ser reforçadas às expensas da executante.

9.4 Aceitação do acabamento e das condições de segurança

9.4.1 O serviço é aceito desde que atendidas as seguintes condições:

- a) as juntas executadas apresentem-se homogêneas em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências indesejáveis;
- b) a superfície apresente-se desempenada não ocorrendo marcas indesejáveis do equipamento de compressão;
- c) os valores do Índice Internacional de Irregularidade - IRI devem ser de no máximo 2,7 m/km;
- d) os valores da altura de areia (HS) obtidos com o ensaio de mancha de areia devem ser igual $0,60 \text{ mm} \leq HS \leq 1,20 \text{ mm}$ para análises estatísticas;
- e) os valores de resistência à derrapagem (VRD) obtidos com o pêndulo britânico devem ser igual a $VRD \geq 45$.

9.4.2 No caso de trechos rodoviários que recebam solução de conservação preventiva periódica os valores admissíveis para o IRI devem ser de, no máximo 4,0 m/km para valores individuais e 3,5 m/km para análises estatísticas, conforme definido no Manual de Gerência de Pavimentos - DNIT.

9.5 Condições de conformidade e não conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir as condições gerais e específicas desta especificação técnica e estar de acordo com os critérios descritos na sequência.

9.5.1.1 Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade.

Sendo:

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

onde:

- x_i – valores individuais;
- \bar{X} – média da amostra;
- s – desvio padrão;
- k – adotado o valor 1,25;
- n – número de determinações, no mínimo 9.

9.5.1.2 Quando especificado um valor mínimo a ser atingido devem ser verificadas as seguintes condições:

- Se $\bar{X} - ks <$ valor mínimo especificado: não conformidade;
- Se $\bar{X} - ks \geq$ valor mínimo especificado: conformidade.

9.5.1.3 Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

- Se $\bar{X} + ks >$ valor máximo especificado: não conformidade;
- Se $\bar{X} + ks \leq$ valor máximo especificado: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às condições desta especificação.

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas estiverem em conformidade com o disposto nesta especificação.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de concreto asfáltico, executado e recebido na forma descrita, é medido pela determinação da massa de mistura aplicada e compactada, expressa em toneladas, fazendo-se distinção em relação à função da camada (rolamento, intermediária ou reperfilagem).

10.2 Para o caso de reperfilagem, a determinação da massa aplicada é efetuada com base na pesagem dos caminhões na saída da usina, em balança periodicamente aferida, e sob o devido controle de um técnico do DER/PR.

10.3 Para camada de rolamento ou intermediária, a medição da massa aplicada é efetuada pelo produto dos volumes executados pela massa específica aparente

média \bar{X} da mistura aplicada na pista. No cálculo dos volumes considera-se, obedecidas as tolerâncias especificadas, para cada segmento, sua extensão, a largura média da plataforma tratada e a espessura média \bar{X} da camada aplicada, a qual não podem superar à espessura de projeto.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual que representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição baseada no traço aprovado pelo DER/PR.

11.4 O teor de ligante a ser considerado deve ser igual à média estatística dos teores de ligante obtidos por meio da extração de betume das massa aplicadas.



Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná - DER/PR

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
www.der.pr.gov.br

PAVIMENTAÇÃO: MISTURAS ASFÁLTICAS ABERTAS USINADAS A QUENTE

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 28/08/2017
Deliberação n.º 140/2017
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 22/05
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavra-chave: Revestimento, camada porosa de atrito.

19 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de camada de pavimento através da confecção de misturas asfálticas do tipo pré-misturado aberto a quente. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/17.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 22/05 e as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no país.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção do produto e sua aplicação em camadas de regularização, base ou revestimento de pavimentos rodoviários em obras sob jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- ABNT- NBR14329 - Determinação expedita da resistência à água (adesividade) sobre agregados graúdos
- ANP - Cimentos asfálticos de petróleo (CAP) Resolução nº19/2005
- ANP - Cimento asfáltico de petróleo modificados por polímeros elastoméricos - Resolução nº 32/2010;
- ASTM-D 2172 - Quantitative Extraction of Betumen From Bituminous Paving Mixtures – Método B;
- DNER-ME 024 - Pavimento – determinação das deflexões pela viga *Benkelman*;
- DNER-ME 035 - Agregados – determinação da abrasão Los Angeles;
- DNER-ME 043 - Misturas betuminosas a quente – ensaio Marshall;
- DNER-ME 053 - Misturas betuminosas – percentagem de betume;
- DNER-ME 083 - Agregados – análise granulométrica;
- DNER-ME 089 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- DNER-ME 117 - Mistura betuminosa – determinação da densidade aparente;
- DNER-ME 383 - Desgaste por abrasão de misturas betuminosas com asfalto polímero – Ensaio Cantabro;
- DNER-PRO 164 - Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores - IPR/USP e Maysmeter);
- DNER-PRO 182 - Medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores - IPR/USP e Maysmeter;
- DNER-PRO 277 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;
- DNIT 011-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias;
- Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR;
- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR;
- Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR.

3 DEFINIÇÃO

3.1 Mistura Asfáltica Aberta Usinada a Quente (MAAUQ) é a mistura asfáltica executada em usina apropriada, composta de agregados minerais de granulometria descontínua e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente, com volume de vazios maior do que 12 %.

3.2 De acordo com a posição relativa e a função na estrutura, a MAAUQ deve atender a características especiais em sua formulação, recebendo geralmente as designações a seguir apresentadas:

- a) Camada de regularização, em obras de restauração onde, além da função estrutural, deseja-se corrigir deformações da pista existente.
- b) Camada intermediária, posicionada imediatamente abaixo do revestimento.
- c) Camada de revestimento.
- d) Camada delgada, aplicada sobre revestimentos, para prevenção contra derrapagens, compondo-se a mistura, neste caso, com agregado de limitado diâmetro máximo (camada porosa de atrito – CPA).

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental, conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem da mistura;
- e) quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C;
- f) em dias de chuva.

4.2 Todo carregamento de ligante betuminoso, que chegar à obra, deve apresentar o Certificado de Qualidade (Ensaio de especificação) correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento e transporte para o canteiro de serviço. Deve trazer também indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a fonte de produção e o canteiro de serviço.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Materiais asfálticos:

- a) Cimentos asfálticos de petróleo (CAP) atendendo a resolução nº 19/2005 da ANP;
- b) Cimentos asfálticos de petróleo modificados por polímeros elastoméricos atendendo a Resolução nº 32/2010 da ANP;
- c) O emprego de outros tipos de cimentos asfálticos, modificados ou não, que venham a ser produzidos e especificados no país pode ser admitido, desde que tecnicamente justificado e sob a devida aprovação do DER/PR.

5.1.2 Agregados

- a) O agregado, preponderantemente graúdo, deve ser constituído por pedra britada ou seixo rolado britado, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:
- b) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 089, os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
 - agregados graúdos 12%
 - agregados miúdos 15%
- c) a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 035) não deve ser superior a 40%. Aspectos particulares relacionados a valores típicos para as perdas neste ensaio, são abordados no Manual de Execução;
- d) a percentagem de grãos de forma defeituosa, determinada no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução, não pode ultrapassar a 20%.

5.1.3 Melhorador de adesividade: a utilização de melhorador de adesividade deverá ser definida através da execução de ensaio de adesividade (DNER-ME 078).

5.2 Composição da mistura: deve satisfazer aos requisitos do quadro a seguir.

Peneira de malha quadrada		Porcentagem passando, em peso				
ABNT	Abertura, mm	I	II	III	IV	V
1 1/2"	38,1	100	-	-	-	-
1"	25,4	95 – 100	100	-	-	-
3/4"	19,1	-	-	100	-	-
1/2"	12,7	25 – 60	45 – 75	65 – 95	100	100
3/8"	9,5	-	-	-	70 – 100	80 – 100
nº 4	4,8	0 – 10	5 – 30	5 – 35	20 – 40	20 – 40
nº 10	2,0	0 – 4	0 – 6	0 – 10	5 – 20	12 – 20
nº 40	0,6	-	-	-	-	8 – 14
nº 80	0,18	-	-	-	2 – 8	-
nº 200	0,074	0 – 2	0 – 2	0 – 2	0 – 4	3 – 5
Utilização como		Base ou revestimento			CPA	

- A faixa utilizada deve apresentar diâmetro máximo inferior a 2/3 da espessura da camada asfáltica.
- Para a dosagem da mistura, devem ser atendidas as orientações a respeito contidas no Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR

5.3 Equipamentos

5.3.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o início da execução dos serviços.

5.3.2 Depósitos para cimento asfáltico: os depósitos para o cimento asfáltico devem ser capazes de aquecer o material, conforme as exigências técnicas estabelecidas, atendendo aos seguintes requisitos:

- o aquecimento deve ser efetuado por meio de serpentinas a vapor, óleo, eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato direto de chamas com o depósito;
- o sistema de circulação do cimento asfáltico deve garantir a circulação desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação;
- todas as tubulações e acessórios devem ser dotados de isolamento térmico, a fim de evitar perdas de calor;
- a capacidade dos depósitos de cimento asfáltico deve ser suficiente para o atendimento de, no mínimo, três dias de serviço.

5.3.3 Depósitos para agregados (silos)

- a) Os silos devem ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações dos agregados.
- b) Cada compartimento deve possuir dispositivos adequados de descarga, passíveis de regulação.
- c) O sistema de alimentação deve ser sincronizado, de forma a assegurar a adequada proporção dos agregados frios e a constância da alimentação.
- d) Em conjunto, a capacidade de armazenamento dos silos deve ser, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador.

5.3.4 Usina para misturas asfálticas

A usina deve ter condições de produzir misturas asfálticas uniformes, devendo estar totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção.

A) Preferencialmente, são empregadas usinas gravimétricas.

- A usina deve ser equipada com unidade classificadora de agregados após o secador para distribuição do material para os silos quentes.
- As balanças utilizadas nas usinas gravimétricas para pesagem de agregados e para a pesagem do ligante asfáltico devem apresentar precisão de 0,5% quando aferidas com pesos – padrão.
- O sistema de coleta do pó deve ser comprovadamente eficiente para minimizar os impactos ambientais. O material fino coletado deve ser devolvido, no todo ou em parte, ao misturador.
- O misturador deve ser do tipo "pugmill" com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, devendo possuir dispositivo de descarga de fundo ajustável e controlador do ciclo completo da mistura.
- A usina deve ser equipada com os seguintes sistemas de controle de temperatura:
 - a) um termômetro com escala em "dial", pirômetro elétrico ou outros instrumentos termométricos adequados, instalados na descarga do secador e em cada silo quente para registrar a temperatura dos agregados;
 - b) um termômetro com proteção metálica e graduação de 90° a 210°C instalado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga no misturador.

B) Podem ser utilizadas ainda, quando autorizado pelo DER/PR, usinas do tipo Fluxo Contínuo, atendendo as características mínimas a seguir:

- Usinas com secador contrafluxo,
- Um silo para cada material,
- Dosador de filler,
- Alimentação de agregados com velocidade variável,
- Sistema de controle de dosagem, preferencialmente automatizado e sincronizado que permita aumentar ou diminuir a velocidade sem alterar as proporções,
- Balança para agregados,
- Alarme para falta de fluxo de material,
- Misturador externo rotativo ou pug-mill,
- Controle de temperatura.

NOTA. Especial atenção deve ser dada à segurança dos operadores da usina, particularmente no que tange a eficácia dos corrimões das plataformas e escadas, à proteção de peças móveis e a área de circulação dos equipamentos de alimentação de silos e transporte da mistura.

5.3.5 Caminhões para transporte da mistura: o transporte da mistura asfáltica deve ser efetuado através de caminhões basculantes com caçambas metálicas.

5.3.6 Equipamento para distribuição

- a) A distribuição da mistura asfáltica é normalmente efetuada através de acabadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura ao alinhamento, cotas e abaulamento requeridos.
- b) A acabadora deve ser preferencialmente equipada com esteiras metálicas para sua locomoção. O uso de acabadoras de pneus só é admitido se for comprovado que a qualidade do serviço não é afetada por variações na carga acabadora.
- c) A acabadora deve possuir, ainda:
 - c.1) sistema composto por parafuso-sem-fim, capaz de distribuir adequadamente a mistura, em toda a largura da faixa de trabalho;
 - c.2) sistema rápido e eficiente de direção, além de marchas para a frente e para trás;
 - c.3) alisadores, vibradores e dispositivos para seu aquecimento à temperatura especificada, de modo que não haja irregularidade na distribuição da massa;
 - c.4) sistema de nivelamento eletrônico.

5.3.7 Equipamento para compressão

- a) A compressão da mistura asfáltica é efetuada pela ação combinada de rolo de pneumáticos e rolo liso tandem, ambos autopropelidos.
- b) É obrigatória a utilização de pneus uniformes, de modo a se evitar marcas indesejáveis na mistura comprimida.
- c) O rolo compressor de rodas metálicas lisas tipo tandem deve ter peso compatível com a espessura da camada.
- d) O emprego de rolos lisos vibratórios pode ser admitido, desde que a frequência e a amplitude de vibração sejam ajustadas às necessidades do serviço, e que sua utilização tenha sido comprovado em serviços similares.
- e) Em qualquer caso, os equipamentos utilizados devem ser eficientes no que tange à obtenção das densidades objetivadas, enquanto a mistura se apresentar em condições de temperatura que lhe assegurem adequada trabalhabilidade.

5.3.8 As seguintes ferramentas e equipamentos acessórios são utilizados, complementarmente:

- a) soquetes mecânicos ou placas vibratórias, para a compressão de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- b) pás, garfos, rodos e ancinhos, para operações eventuais.

5.4 Execução

5.4.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.4.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento "Informações e Recomendações de Ordem Geral", procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.4.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender valores e limites definidos nesta especificação e eventuais indicações particulares definidas em projeto, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.4.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.4.5 Preparo da superfície

- a) A superfície que receber a camada de MAAUQ deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- b) Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura.
- c) A pintura de ligação deve apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência, quando da execução da MAAUQ. Se necessário, nova pintura de ligação deve ser aplicada, previamente à distribuição da mistura.
- d) No caso de desdobramento da espessura total de MAAUQ em duas camadas, a pintura de ligação entre estas pode ser dispensada, se a execução da segunda camada ocorrer logo após à execução da primeira.

5.4.6 Produção da MAAUQ

- a) A MAAUQ deve ser produzida em usina apropriada, atendendo aos requisitos apresentados no item 5.3.4 desta especificação. A usina deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.
- b) A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico empregado deve ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade do ligante, definida pelo fabricante.
- c) Não é permitido o aquecimento do cimento asfáltico acima de 177°C.
- d) A temperatura de aquecimento dos agregados, medida nos silos quentes, deve ser de 5 a 10°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 177°C.

5.4.7 Transporte da MAAUQ

- a) A MAAUQ produzida é transportada da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes atendendo ao especificado em 5.3.5.
- b) A aderência da mistura às chapas da caçamba é evitada mediante a aspersão prévia de solução de cal (uma parte de cal para três de água) ou água e sabão. Em qualquer caso, o excesso de solução deve ser retirado, antes do carregamento da mistura, basculando-se a caçamba.
- c) As caçambas dos veículos devem ser cobertas com lonas impermeáveis durante o transporte, de forma a proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventual contaminação por poeira e, especialmente, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

5.4.8 Distribuição da mistura

- a) A distribuição é efetuada através de vibroacabadora, atendendo às prescrições contidas a respeito em 5.3.6.
- b) Deve ser assegurado, previamente ao início dos trabalhos, o conveniente aquecimento da mesa alisadora da acabadora, à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. Observar que o sistema de aquecimento destina-se exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora, e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia.
- c) Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas devem ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa, sendo o espalhamento desta efetuado por meio de ancinhos e/ou rodos metálicos. Esta alternativa deve ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço.

5.4.9 Compressão

- a) A compressão da mistura asfáltica tem início imediatamente após a distribuição da mesma.
- b) Como norma geral, deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, temperatura essa fixada experimentalmente, em cada caso.
- c) Para misturas abertas utilizadas para base ou revestimento (faixas I, II e III), a rolagem inicial é executada através de rolo de pneumáticos autopropulsionado
- d) Para o acabamento da fase de compressão, é utilizado rolo tandem de rodas lisas.
- e) Já para misturas abertas empregadas como camada anti-derrapante (faixas IV e V), recomenda-se a rolagem com rolo liso tandem de rodas metálicas com peso compatível à espessura da camada.
- f) As operações de rolagem devem atender às seguintes orientações gerais:
 - g.1) a compressão é executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto;
 - g.2) em cada nova faixa a ser compactada, o equipamento deve recobrir, ao menos, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida.
- g) As espessuras máximas de cada camada individual, após compressão, devem ser definidas na obra pela Fiscalização, em função das características de trabalhabilidade da mistura e da eficiência do processo de compressão.

- h) O processo de compactação empregado deve assegurar a adequada densificação da mistura, o que pode ser avaliado pela observação do efeito da passagem dos rolos empregados.
- i) Os rolos compactadores, nas passagens iniciais, devem operar sem que as juntas transversais ou longitudinais, na largura de 0,15 m, sejam comprimidas. Depois de espalhada a camada adjacente, a compressão da junta é feita abrangendo, no mínimo, a largura de 0,15 m da camada anteriormente executada.
- j) O processo de execução das juntas transversais e longitudinais deve assegurar adequadas condições de acabamento (vide Manual de Execução do DER/PR).
- k) A camada de MAAUQ recém-acabada somente deve ser liberada ao tráfego após o seu completo resfriamento.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução da MAAUQ, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de asfalto e agregados, além da instalação de usina dosadora e misturadora.

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados e o estoque de ligante asfáltico.

6.3 Agregados

6.3.1 No decorrer do processo de obtenção de agregados em pedreiras, devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- a) a brita e a areia somente são aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/areal/usina, assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;

- f) construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.4 Ligantes betuminosos

6.4.1 Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água.

6.4.2 Vedar o refugo de materiais usados à beira da estrada ou em outros locais onde possam causar prejuízos ambientais.

6.4.3 As operações em usinas misturadoras para MAAUQ englobam:

- a) estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;
- b) transporte, peneiramento, estocagem e pesagem de agregados quentes;
- c) transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e cimento asfáltico.

Agentes e fontes poluidoras	
Agente poluidor	Fontes poluidoras
I. Emissão de partículas	A principal fonte é o secador rotativo. Outras fontes são: peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem e tráfego de veículos e vias de acesso.
II. Emissão de gases	Combustão do óleo: óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos.
III. Emissões fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura. São quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar o seu fluxo.

6.4.4 Em função destes agentes, devem ser obedecidos os seguintes princípios:

- a) Quanto à instalação
 - a.1) Atribuir à contratante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação e operação do empreendimento.
 - a.2) Atribuir à executante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação para canteiro de obra, depósitos e pedreira industrial, quando for o caso.
 - a.3) Impedir a instalação de usinas de asfalto a quente a uma distância inferior a 200m (duzentos metros), medidos a partir da base da chaminé, de residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas, asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversão e outras construções comunitárias.

- a.4) Recuperar a área afetada pelas operações de construção e execução, mediante a remoção da usina, dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.
- b) Quanto à operação
 - b.1) Apresentar junto com o projeto para obtenção de licença, resultados de medições em chaminés que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto, para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental.
 - b.2) Dotar os silos de estocagem de agregados de proteções laterais e cobertura, para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.
 - b.3) Enclausurar a correia transportadora de agregado frio. Adotar procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera.
 - b.4) Manter pressão negativa no secador rotativo enquanto a usina estiver em operação, para evitar emissões de partículas na entrada e saída do mesmo.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante apresentar relatório dos testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 Para o controle interno de execução devem ser realizados ensaios nas quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.2.1 A fiscalização poderá a qualquer momento, solicitar acompanhamento de execução de ensaio de confirmação de resultados considerados insatisfatórios

7.3 Ensaios mínimos necessários para o controle interno de qualidade do material.

7.3.1 Cimento asfáltico de Petróleo - CAP

7.3.1.1 Item 4.2 das Condições Gerais

7.3.2 Agregados

Agregados	
Quantidade	Descrição
a) No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedreira:	
01	Ensaio de desgaste Los Angeles
01	Ensaio de lamerlidade (ver Manual de Execução DER/PR)
01	Ensaio de adesividade
01	Ensaio de durabilidade
b) Para cada 500 t de mistura produzida:	
01	Ensaio de granulometria do agregado de cada silo

7.3.3 Controle de produção

Controle de produção	
Quantidade	Descrição do ensaio
Para cada 200 t de mistura produzida:	
02	Medidas do ligante antes da entrada do misturador e da mistura, na saída do misturador

Quantidade	Descrição
Para cada incorporação de dope ao ligante, e sempre que o ligante dopado for armazenado por mais de 5 dias:	
01	Determinação expedita da resistência à água (adesividade)

7.3.4 Controle de execução na pista

Controle de execução na pista	
Quantidade	Descrição do ensaio
a) Espalhamento e compactação:	
02	Temperatura durante o espalhamento e imediatamente antes da compactação
b) Para cada 300 t de mistura produzida, imediatamente após a passagem da acabadora:	
01	Extração do ligante de mistura
01	Granulometria da mistura de agregados, resultante da extração de betume
c) Para cada 2000 t de mistura produzida, imediatamente após a passagem da acabadora (somente para camada porosa de atrito)	
01	Ensaio Cantabro
c) Para cada 100 t de mistura produzida compactada, em amostra indeformada extraída por sonda rotativa:	
01	Densidade aparente de corpo de prova
Nota 1: Paralelamente aos ensaios de extração de betume pelo método de centrifugação são realizados a cada 3000 t de massa produzida, um ensaio de extração segundo ASTM D-2172 método B, para ajuste de possíveis desvios no ensaio do Rotarex.	
Nota 2: Para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho com medidas de deflexão (DNER-ME 24) em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.	

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR, quando julgar necessário, a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 Verificação final da qualidade

8.2.1 Espessura da camada: deve ser medida a espessura, no máximo a cada 100m, por extração de corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compactação da mistura.

8.2.2 Alinhamentos: a verificação dos alinhamentos do eixo e bordos, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena.

8.2.3 Acabamento

- a) As condições de acabamento da superfície são apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais. Em particular, são avaliadas as condições de desempenho da camada, a qualidade das juntas executadas e a inexistência de marcas decorrentes da má qualidade de distribuição e/ou de compressão inadequada.
- b) O acabamento da superfície deve ser verificado, em todas as faixas de tráfego, por “aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta”, devidamente calibrados (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182), ou por sistemas a laser, desde que devidamente aceitos e aprovados pelo DER/PR. Os resultados de irregularidade longitudinal devem ser integrados a lances de 200m.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

9.1.1 O cimento asfáltico recebido no canteiro é aceito desde que atendidos os seguintes requisitos:

- a) os resultados dos ensaios de controle de qualidade do CAP constantes no certificado emitido pelo distribuidor (item 4.2 Condições Gerais), devem ser julgados satisfatórios.

9.1.2 Agregados: os agregados utilizados são aceitos, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) o agregado graúdo atenda aos requisitos desta especificação no que tange à abrasão Los Angeles, durabilidade e percentagem de grãos defeituosos;
- b) o agregado miúdo atenda aos requisitos desta especificação no que se refere

ao ensaio de durabilidade;

9.1.3 Verificação da adesividade

- a) A verificação das condições de adesividade do ligante aos agregados empregados é efetuada através do ensaio de adesividade previsto nesta especificação.

9.2 Aceitação da execução

9.2.1 Temperaturas

- a) A produção da mistura asfáltica é aceita, com vistas ao controle de temperatura, se:
- a.1) as temperaturas medidas na linha de alimentação do cimento asfáltico, ao longo do dia de produção, encontrarem-se situadas na faixa desejável, definida em função da curva "viscosidade x temperatura" do ligante empregado. Constantes variações ou desvios significativos em relação à faixa de temperatura desejável indicam a necessidade de suspensão temporária do processo de produção, providenciando-se os necessários ajustes;
- a.2) temperaturas do cimento asfáltico superiores a 177°C ou dos agregados superiores a 177°C, implicam na rejeição da massa produzida;
- b) A massa asfáltica chegada à pista é aceita, sob o ponto de vista de temperatura, se:
- b.1) a temperatura da massa, no decorrer da rolagem, propicie adequadas condições de compressão tendo em vista o equipamento e processo utilizados, e o grau de compactação objetivado.

9.2.2 Quantidade de ligante e graduação da mistura de agregados

- a) A quantidade de cimento asfáltico obtida pelos ensaios de extração, em amostras individuais, não deve variar, em relação ao teor de projeto, de mais do que 0,3%, para mais ou para menos.
- b) Durante a produção, a granulometria da mistura pode sofrer variações em relação à curva de projeto, respeitadas as seguintes tolerâncias e os limites da faixa granulométrica adotada.

Peneira		%Passando, em Peso
ASTM	mm	
3/8" a 1 1/2"	9,5 a 38,1	± 7
nº 40 a nº 4	0,42 a 4,8	± 5
nº 200	0,074	± 2

9.2.3 Compressão: os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente conforme os procedimentos descritos no item 9.5.1, devem estar no intervalo de 97% a 101%.

9.2.4 Ensaio Cantabro: no caso da CPA, o valor máximo da perda no ensaio Cantabro, calculado estatisticamente conforme procedimento descritos no item 9.5.1, é de 25,0 %.

9.2.5 A camada de MAAUQ é aceita se as medidas de deflexão forem inferiores à deflexão máxima admissível de projeto, para o tipo de camada.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) quanto à largura da plataforma: não são admitidos valores inferiores aos previstos para a camada;
- b) quanto à espessura da camada acabada:
 - b.1) a espessura média determinada estatisticamente deve situar-se no intervalo de $\pm 5\%$, em relação à espessura prevista em projeto;
 - b.2) não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de $\pm 10\%$, em relação à espessura prevista em projeto.
- c) eventuais regiões em que se constate deficiência de espessura são objeto de amostragem complementar, através de novas extrações de corpos de prova com sonda rotativa. As áreas deficientes, devidamente delimitadas, devem ser reforçadas, às expensas da executante.

9.4 Aceitação do acabamento

9.4.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) as juntas executadas apresentem-se homogêneas, em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências indesejáveis;
- b) a superfície apresente-se desempenada, não ocorrendo marcas indesejáveis do equipamento de compressão.
- c) os valores do índice internacional de irregularidade (IRI) sejam no máximo 2,8 m/km para valores individuais e 2,5 m/km para análises estatísticas, em caso de MAAUQ utilizado como camada de rolamento. Para uso de MAAUQ em camada intermediária, os limites de aceitação para o índice internacional de irregularidade (IRI) são 0,5 m/km superiores aos indicados para camada de rolamento.

9.5 Condições de conformidade e não conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;

\bar{X} – média da amostra;

s – desvio padrão;

k – adotado o valor 1,25;

n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de MAAUQ , executado e recebido na forma descrita, é medido pela determinação da massa de mistura aplicada e compactada, expressa em toneladas, fazendo-se distinção em relação à função da camada (regularização, camada intermediária, revestimento ou camada porosa de atrito)

10.2 Para o caso de regularização, a determinação da massa aplicada é efetuada com base na pesagem dos caminhões na saída da usina, em balança periodicamente aferida, e sob o devido controle de um técnico do DER/PR.

10.3 Para o caso de revestimento, camada porosa de atrito ou camada intermediária, a medição da massa aplicada é efetuada pelo produto dos volumes executados pela massa específica aparente média \bar{X} da mistura aplicada na pista. No cálculo dos volumes considera-se, obedecidas as tolerâncias especificadas, para cada segmento, sua extensão, a largura média da plataforma tratada, e a espessura média \bar{X} da camada aplicada, esta última não podendo superar à espessura de projeto.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada no traço aprovado pelo DER/PR.



**Departamento de
Estradas de Rodagem
do Estado do Paraná -
DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
www.der.pr.gov.br

DER/PR ES-P 23/17

PAVIMENTAÇÃO: PRÉ-MISTURADO A FRIO

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 28/08/2017
Deliberação n.º 140/2017
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 23/05
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavra-chave: base; revestimento; pré-
misturado a frio

18
páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de camada de pavimento através da confecção de misturas asfálticas do tipo pré-misturado a frio. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/17.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 23/05.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção do produto e sua aplicação em camadas de revestimento, recapeamento, reperfilagem ou base de pavimentos rodoviários em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- | | |
|--|---|
| ANP | - Emulsões asfálticas para pavimentação - Resolução nº 36/2012 |
| ANP | - Emulsão asfáltica catiônica modificada por polímeros elastoméricos - Resolução nº 36/2012 |
| ASTM E-965 | - Measuring Pavement Macrotecture Depth Using a Volumetric Technique |
| ASTM D-2172 | - Quantitative Extraction of Betumen From Bituminous Paving Mixtures – Método B |
| DNER-ME 024 | - Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman; |
| DNER-ME 035 | - Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles” |
| DNER-ME 053 | - Misturas betuminosas – percentagem de betume |
| DNER-ME 054 | - Equivalente de areia |
| DNER-ME 078 | - Agregado graúdo – Adesividade a ligante betuminoso |
| DNER-ME 083 | - Agregados – análise granulométrica |
| DNER-ME 089 | - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio |
| DNER-ME 107 | - Mistura betuminosa a frio, com emulsão asfáltica – ensaio Marshall |
| DNER-PRO 164 | - Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores - IPR/USP e Maysmeter) |
| DNER-PRO 182 | - Medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores - IPR/USP e Maysmeter |
| DNER-PRO 277 | - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços |
| DNIT 011-PRO | - Gestão da qualidade em obras rodoviárias |
| Manual de Execução de Serviços Rodoviários | – DER/PR |
| Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias | – DER/PR |
| Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias | – DER/PR |

3 DEFINIÇÕES

3.1 Pré misturado a frio: é a mistura asfáltica executada à temperatura ambiente, em usina apropriada, composta de agregados minerais e emulsão asfáltica, espalhada e compactada a frio.

3.2 Pré misturado a frio aberto (PMFA): é a mistura asfáltica executada à temperatura ambiente, em usina apropriada, composta de agregados minerais e emulsão asfáltica, espalhada e compactada a frio, com volume de vazios maior do que 20%.

3.3 Pré misturado a frio semi-aberto ou semi denso (PMFSD): é a mistura asfáltica executada à temperatura ambiente, em usina apropriada, composta de agregados minerais e emulsão asfáltica, espalhada e compactada a frio, com volume de vazios nos limites de 10 a 20%.

3.4 Pré misturado a frio denso (PMFD): é a mistura asfáltica executado à temperatura ambiente, em usina apropriada, composta de agregados e emulsão asfáltica, espalhada e compactada a frio, com volume de vazios inferior a 10%.

3.5 De acordo com a posição relativa e a função na estrutura, o pré-misturado a frio deve atender a características especiais em sua formulação, recebendo geralmente as seguintes designações:

- a) Camada de rolamento ou simplesmente "capa asfáltica": camada superior da estrutura destinada a receber diretamente a ação do tráfego.
- b) Camada de ligação ou base: camada posicionada imediatamente abaixo da "capa".
- c) Camada de nivelamento ou "reperfilagem": serviço executado com a função de corrigir deformações ocorrentes na superfície de um antigo revestimento e, simultaneamente, promover a selagem de fissuras existentes.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalho em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem da mistura;

- e) quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C;
- f) em dias de chuva.

4.2 Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra, deve apresentar o Certificado de Qualidade (Ensaio de especificação) correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento e transporte para o canteiro de serviço. Deve trazer também indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a fonte de produção e o canteiro de serviço.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.2.1 Material asfáltico

5.2.1.1 O material a ser empregado é a emulsão asfáltica, de acordo com um dos tipos abaixo relacionados.

- a) emulsão asfáltica catiônica de ruptura média, tipos RM-1C e RM-2C;
- b) emulsão asfáltica catiônica de ruptura lenta, tipo RL-1C;
- c) emulsões asfálticas catiônicas modificadas por polímeros elastoméricos, RM1C-E e RL1C-E.

5.2.2 Agregados

5.2.2.1 O agregado graúdo deve ser constituído por pedra britada, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:

- a) quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 089), os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores a 12%;
- b) a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 035) não deve ser superior a 40%. Aspectos particulares relacionados a valores típicos para as perdas neste ensaio, são abordados no Manual de Execução;
- c) a percentagem de grãos de forma defeituosa, determinada no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução, não pode ultrapassar a 20%;
- d) no caso de emprego de seixos rolados britados, exige-se que 90% dos fragmentos, em peso, apresentem pelo menos uma face fragmentada pela britagem;

- e) A cobertura dos agregados no ensaio de adesividade (DNER- ME 078) deve ser Satisfatória;

5.2.2.2 O agregado miúdo deve ser constituído por areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos, apresentando partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Devem ser atendidos, ainda, os seguintes requisitos:

- a) as perdas no ensaio de durabilidade (DNER-ME 89), em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, devem ser inferiores a 15%;
- b) o equivalente de areia (DNER-ME 54) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deve ser igual ou superior a 55%;
- c) é vedado o emprego de areia proveniente de depósitos em barrancas de rios.

5.3 Composição da mistura

5.3.1 A composição da mistura deve satisfazer aos requisitos do quadro abaixo, com as respectivas tolerâncias no que diz respeito à granulometria:

Faixas granulométricas para pré misturados a frio							
Peneira de malha quadrada		Porcentagem passando, em peso					Tolerâncias da faixa de projeto
ABNT	Abertura, mm	A	B	C	D	E	
1"	25,4	100	-	100	-	-	± 7
3/4"	19,1	75-100	100	95-100	100	100	± 7
1/2"	12,7	-	75-100	-	95-100	85-100	± 7
3/8"	9,5	30-60	35-70	40-70	45-80	70-90	± 7
nº 4	4,8	10-35	20-40	20-40	25-45	30-60	± 5
nº 10	2,00	5-20	10-20	10-25	15-30	20-45	± 5
nº 200	0,074	0-2	0-2	0-5	0-5	2-6	± 2
Tipo PMF		PMFA		PMSD		PMFD	

5.3.2 A faixa utilizada deve apresentar diâmetro máximo inferior a $\frac{2}{3}$ da espessura da camada asfáltica.

5.4 Dosagem e características da mistura

5.4.1 Para a dosagem da mistura, devem ser atendidas as orientações a respeito contidas no Manual de Execução do DER/PR.

5.4.2 As condições de vazios, estabilidade e fluência devem ser obtidas através do Método Marshall modificado (DNER-ME 107), atendendo aos seguintes valores:

Características	PMFA	PMFSD	PMFD
Percentagem de vazios (%)	20-30	10-20	< 10
Estabilidade, mínima, com 75 golpes, em kgf	250	300	350
Fluência, mm	2,0 – 4,5	2,0 – 4,5	2,0 – 4,5

5.4.3 A máxima densificação do PMF é obtida conforme descrito no Manual de Execução do DER/PR, com um teor ótimo de fluídos, por ocasião da compactação, no intervalo de 30 a 50% abaixo dos fluidos iniciais. Os fluidos iniciais correspondem à água acrescentada à mistura de agregados e aos componentes líquidos da emulsão asfáltica (basicamente solvente, agente emulsificante e água).

5.4.4 Os teores de emulsão asfáltica e água usualmente utilizados nas misturas asfálticas a frio são:

Tipo do PMF	Teor de emulsão asfáltica	Teor de água para umedecimento
PMFA	3,5 – 5,5	0 – 1,0
PMFSD	4,5 – 6,5	0,5 – 1,5
PMFD	7,0 – 10,0	1,0 – 2,5

5.5 Equipamentos

5.5.1 Todo o equipamento, antes do início dos serviços, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.5.2 Depósitos para emulsão asfáltica

- Os depósitos para a emulsão asfáltica devem ser completamente vedados, de modo a evitar o contato deste material com ar, água e poeira.
- Os tanques devem possuir, ainda, dispositivos que permitam a homogeneização, aquecimento, se necessário, assim como, termômetros para controle de temperatura.
- Na ligação do depósito com o misturador da usina deve haver sistema que possibilite o perfeito controle da vazão do ligante betuminoso.
- A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

5.5.3 Depósitos para agregados

- Os silos devem ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações dos agregados.
- Cada compartimento deve possuir dispositivos adequados de descarga, passíveis de regulagem.

- c) O sistema de alimentação deve ser sincronizado, de forma a assegurar a adequada proporção dos agregados frios e a constância da alimentação.
- d) Em conjunto, a capacidade de armazenamento dos silos deve ser, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador.

5.5.4 Depósito para água

- a) O depósito deve ter capacidade compatível com o teor de água de umedecimento da mistura de agregados e produção prevista de massa asfáltica a frio.
- b) Deve ser instalada, na saída do depósito de água, uma válvula ou registro adequado que permita o controle do teor de água a ser acrescentada à mistura de agregados.
- c) O depósito é posicionado de forma que o umedecimento da mistura dos agregados se processe sobre a correia transportadora.

5.5.5 Usinas para misturas asfálticas a frio

- a) A usina utilizada deve apresentar condições de produzir misturas asfálticas uniformes, devendo ser totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção.
- b) O misturador deve ser do tipo "pugmill", com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, devendo possuir dispositivo de descarga de fundo ajustável e controlador do ciclo completo da mistura.

5.5.6 Caminhões para transporte da mistura:

- a) O transporte da mistura asfáltica deve ser efetuado com caminhões basculantes com caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino ou óleo parafínico, de modo a evitar a aderência da mistura às chapas. A tampa traseira da caçamba deve ser perfeitamente vedada, de forma a evitar o derramamento de emulsão sobre a pista.

5.5.7 Equipamento para distribuição

- a) A distribuição da mistura asfáltica é normalmente efetuada através de acabadora/pavimentadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura ao alinhamento, cotas e abaulamento requeridos.
- b) A acabadora deve possuir, ainda:
 - c.1) sistema composto por parafuso-sem-fim, capaz de distribuir adequadamente a mistura, em toda a largura da faixa de trabalho;
 - c.2) sistema rápido e eficiente de direção, além de marchas para a frente e

para trás;

c.3) alisadores, vibradores e dispositivos para seu aquecimento à temperatura especificada, de modo que não haja irregularidade na distribuição da massa;

c.4) sistema de nivelamento eletrônico.

c) Quando utiliza-se o PMF para camadas de base, pode ser empregado um distribuidor automotriz do tipo usado para espalhamento de agregados.

d) Para camadas de regularização, normalmente com espessuras variáveis, o equipamento de espalhamento recomendado é a motoniveladora, obrigatoriamente com pneus lisos.

e) O emprego de vibro acabadora de pneus depende da prévia aprovação do DER/PR. Detalhes a este respeito são descritos no Manual de Execução do DER/PR.

5.5.8 Equipamento para compressão

a) A compressão da mistura asfáltica é efetuada pela ação combinada de rolo de pneumáticos e rolo liso tandem, ambos autopropelidos.

b) O rolo de pneumáticos deve ser dotado de dispositivos que permitam a mudança automática da pressão interna dos pneus, na faixa de 2,5 a 8,4 kgf/cm² (35 a 120 psi). É obrigatória a utilização de pneus uniformes, de modo a se evitar marcas indesejáveis na mistura comprimida.

c) O rolo compressor de rodas metálicas lisas tipo tandem deve ter peso compatível com a espessura da camada.

d) O emprego de rolos lisos vibratórios pode ser admitido, desde que a frequência e a amplitude de vibração sejam ajustadas às necessidades do serviço, e que sua utilização tenha sido comprovado em serviços similares.

e) Em qualquer caso, os equipamentos utilizados devem ser eficientes no que tange à obtenção das densidades objetivadas, enquanto a mistura se apresentar em condições de trabalhabilidade e de teor ótimo de fluídos conforme especificado em 5.4.3.

5.5.9 As seguintes ferramentas e equipamentos acessórios são utilizados, complementarmente:

a) soquetes mecânicos ou placas vibratórias, para a compressão de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;

b) pás, garfos, rodos e ancinhos, para operações eventuais.

5.6 Execução

5.6.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.6.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.6.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender valores e limites definidos nesta especificação e eventuais indicações particulares definidas em projeto, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.6.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.6.5 Preparo da superfície

- a) A superfície que recebe a camada de PMF deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- b) Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura.
- c) A pintura asfáltica deve apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência, quando da execução do PMF. Se necessário, nova pintura asfáltica deve ser aplicada, previamente à distribuição da mistura.

5.6.6 Produção do pré-misturado a frio

- a) O PMF deve ser produzido em usina apropriada, atendendo aos requisitos apresentados no item 5.5.5 desta especificação. A usina deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.
- b) Os agregados utilizados devem estar isentos de pó ou contaminação com substâncias nocivas, e estar levemente umedecidos, para facilitar a mistura com a emulsão.
- c) A viscosidade da emulsão asfáltica, no início da mistura, deve estar compreendida entre 75 e 150 SSF.

5.6.7 Estocagem da mistura

- a) Em função do tipo de aplicação, pode ser necessário proceder-se à estocagem da mistura. Maiores detalhes a respeito integram o Manual de Execução do DER/PR.

5.6.8 Transporte do pré-misturado a frio

- a) O PMF produzido é transportado da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes atendendo ao especificado em 5.5.6.
- b) Não é permitido o transporte do pré-misturado a frio para a pista quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhada, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.

5.6.9 Distribuição da mistura

- a) A mistura deve ser distribuída somente quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10°C, e com tempo não chuvoso.
- b) A distribuição da mistura deve ser feita por equipamentos que atendam ao especificado em 5.5.7.
- c) O espalhamento em painéis contíguos (pista inteira) ou com pequena defasagem entre cada uma das faixas espalhadas, é recomendado para obter-se juntas longitudinais mais perfeitas e bem acabadas.
- d) Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas devem ser corrigidas através da adição manual da mistura, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos.

5.6.10 Compactação da mistura

- a) Para iniciar a compactação, é necessário que a emulsão esteja rompida (mudança da coloração marrom para preta) e que a mistura tenha perdido entre 30% e 50% dos fluidos da emulsão mais a água de umedecimento acrescentada na mistura, faixa de perda inicial na qual se obtém a maior densificação da mistura asfáltica. A respeito do assunto, sugere-se consulta ao Manual de Execução do DER/PR.
- b) Para evitar a aderência de agregados nas rodas dos rolos, é recomendável a limpeza das superfícies destas com óleo vegetal e/ou gotejamento de água. Nos casos em que a mistura seja rica em asfalto, utilizar um salgamento na pista com areia ou pedrisco, para facilitar as operações dos rolos compactadores.
- c) A espessura da camada individual acabada deve se situar no intervalo de 0,03 m, no mínimo, a 0,07 m, no máximo. Quando se desejar camadas de maior espessura, os serviços devem ser executados em mais de uma camada, segundo os critérios descritos no Manual de Execução do DER/PR.

- d) A compressão deve começar dos bordos para o eixo, nos segmentos em tangente, e do bordo interno para o bordo externo (do lado mais baixo para o mais alto), nos segmentos em curva. Os rolos compactadores devem cobrir uniformemente, em cada passada, pelo menos a metade da largura da passagem anterior.
- e) Os rolos compactadores, nas passagens iniciais, devem operar sem que as juntas transversais ou longitudinais, na largura de 0,15 m, sejam comprimidas. Depois de espalhada a camada adjacente, a compressão da junta é feita abrangendo, no mínimo, a largura de 0,15 m da camada anteriormente executada.
- f) A operação de rolagem perdura até o momento em que seja atingida a compactação especificada. Maiores informações a respeito deste assunto integram o Manual de Execução do DER/PR.
- g) Durante a rolagem, não são permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marcha, nem estacionamento dos equipamentos sobre o revestimento recém rolado.
- h) A camada recém acabada pode ser aberta ao tráfego imediatamente após o término do serviço de compactação, desde que não se note deformação e/ou desagregação sob a ação do mesmo. Esse tema é abordado em maiores detalhes no Manual de Execução do DER/PR.

6. MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de pré-misturado a frio, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de emulsão asfáltica e agregados, além da instalação de usina dosadora e misturadora.

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados e o estoque de ligante asfáltico.

6.3 Agregados

6.3.1 No decorrer do processo de obtenção de agregados em pedreiras, devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- a) a brita e a areia somente são aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/areal/usina, assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;

- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- f) construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.4 Ligantes betuminosos

6.4.1 Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água.

6.4.2 Vedar o refugo de materiais usados à beira da estrada ou em outros locais onde possam causar prejuízos ambientais.

6.4.3 As operações em usinas misturadoras para PMF englobam a estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios.

Agentes e fontes poluidoras	
Agente poluidor	Fontes poluidoras
I. Emissão de partículas	As principais fontes são: o peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem e tráfego de veículos e vias de acesso.
II. Emissões fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura.

6.4.4 Em função destes agentes, devem ser obedecidos os seguintes princípios:

- a) Quanto à instalação
 - a.1) Atribuir à contratante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação e operação do empreendimento.
 - a.2) Atribuir à executante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação para canteiro de obra, depósitos e pedreira industrial, quando for o caso.
 - a.3) Recuperar a área afetada pelas operações de construção e execução, mediante a remoção da usina, dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.

b) Quanto à operação

- b.1) Dotar os silos de estocagem de agregados de proteções laterais e cobertura, para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliadas para garantia da qualidade da obra.

7.2.1 A fiscalização poderá a qualquer momento, solicitar acompanhamento de execução de ensaio de confirmação de resultados considerados insatisfatórios.

7.1.1 A fiscalização poderá a qualquer momento, solicitar acompanhamento de execução de ensaio de confirmação de resultados considerados insatisfatórios.

7.3 Agregados minerais

- a) Diariamente deve ser feita inspeção à britagem e aos depósitos, visando garantir que os agregados estejam limpos, isentos de pó e outras contaminações prejudiciais.
- b) No início da obra e sempre que se constatar alteração mineralógica (visual) na bancada da pedra em exploração devem ser executados:
- um ensaio de abrasão Los Angeles;
 - um ensaio de durabilidade;
 - um ensaio de adesividade;
 - uma determinação da percentagem de partículas de forma defeituosa, conforme o procedimento descrito no Manual de Execução do DER/PR.
- c) A cada 200 m³, é realizado um ensaio de granulometria de cada agregado empregado e um ensaio de equivalente de areia, para o agregado miúdo.

7.4 Emulsão asfáltica

7.4.1 Observar item 4.2 das Condições Gerais

7.5 Mistura

- a) Na operação de usinagem do PMF deve ser controlada a temperatura da emulsão, na linha de alimentação, próximo a entrada do misturador, com vistas à assegurar a viscosidade apropriada para misturação.
- b) Após o espalhamento e antes da compactação, são coletadas amostras aleatórias a cada 200 m³, para os seguintes ensaios:
 - um ensaio de extração (teor residual de CAP);
 - um ensaio de granulometria da mistura de agregados.

7.6 Compactação após cura

- a) Para cada 200 m³ de PMF executado, decorridos no mínimo, 30 dias da execução, é extraída uma amostra de PMF, sendo nela determinada:
 - a densidade aparente curada e a % de vazios
 - o grau de compactação - GC, que é calculado pela relação:

$$GC = \frac{\text{densidade do corpo de prova (extraído via sonda rotativa)}}{\text{densidade aparente da mistura após cura (laboratório)}}$$

- b) Deve ser verificado o bom desempenho da camada de PMF, após período de cura de 30 dias, através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR, o controle geométrico que consiste na realização de medidas para verificação de larguras, extensões e espessuras, executadas com vistas a aceitação deste critério e a determinação das quantidades executadas por unidade de serviço.

8.3.1 Alinhamentos: a verificação dos alinhamentos do eixo e bordos, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena.

8.3.2 Espessura da camada acabada: deve ser medida, no máximo, a cada 20 metros, procedendo-se à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, envolvendo, pelo menos, cinco pontos da seção transversal.

8.4 Verificação final da qualidade

8.4.1 Acabamento e segurança

8.4.1.1 O acabamento da superfície deve ser verificado, em todas as faixas de tráfego, por “aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta”, devidamente calibrados (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182), ou por sistemas a laser, desde que devidamente aceitos e aprovados pelo DER/PR. Os resultados de irregularidade longitudinal devem ser integrados a lances de 200 m.

8.4.1.2 A macrotextura é avaliada, à razão de uma determinação a cada 500 m de faixa, pelo ensaio de mancha de areia (ASTM E-965). Opcionalmente, os ensaios de mancha de areia podem ser substituídos, a critério do DER/PR, por medições a laser, em panos de 20 m situados a cada 500 m de faixa.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

9.1.1 Todos os ensaios dos materiais indicados em 7.3 e 7.4 devem atender aos requisitos especificados em 5.1.

9.2 Aceitação da mistura asfáltica

- a) Envolvimento: só são aceitas as misturas produzidas em usinas especificadas e que apresentarem superfície de envolvimento satisfatória.
- b) A curva granulométrica da mistura, após extração, comparativamente à curva dosada em projeto, pode apresentar as seguintes tolerâncias máximas, sempre limitadas pela faixa granulométrica correspondente:

Peneira		% Passando, em Peso
ASTM	mm	
¾" a 1 ½"	9,5 a 38,1	± 7
nº 10 a nº 4	2,0 a 4,8	± 5
nº 200 a nº 40	0,074 a 0,42	± 2

- c) A quantidade de ligante residual obtida pelos ensaios de extração, em amostras individuais, não deve variar, em relação ao teor de projeto, de mais do que 0,3%, para mais ou para menos.
- d) Compressão: os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente conforme os procedimentos descritos no item 9.5.1, devem ser iguais ou superiores a 95%.
- e) A camada de PMF é aceita se as medidas de deflexão são inferiores à deflexão máxima admissível de projeto, para o tipo da camada.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) quanto à largura da plataforma: não são admitidos valores inferiores aos previstos para a camada;
- b) quanto à espessura da camada acabada:
 - b.1) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = X - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

$$N \geq 9 \text{ (nº de determinações efetuadas)}$$

- b.2) a espessura média determinada estatisticamente deve situar-se no intervalo de $\pm 5\%$, em relação à espessura prevista em projeto;
 - b.3) não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de $\pm 10\%$, em relação à espessura prevista em projeto.
- c) eventuais regiões em que se constate deficiência de espessura são objeto de amostragem complementar, através de novas extrações de corpos de prova com sonda rotativa. As áreas deficientes, devidamente delimitadas, devem ser reforçadas, às expensas da executante.

9.4 Aceitação do acabamento e das condições de segurança

9.4.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de acabamento e segurança, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) as juntas executadas apresentem-se homogêneas, em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências indesejáveis;
- b) a superfície apresente-se desempenada, não ocorrendo marcas indesejáveis do equipamento de compressão.
- c) os valores do Índice Internacional de Irregularidade - IRI devem ser de no máximo 2,7 m/km;
- d) os valores da altura de areia (HS) obtidos com o ensaio de mancha de areia devem ser igual $0,60 \text{ mm} \leq HS \leq 1,20 \text{ mm}$ para análises estatísticas;

9.4.2 No caso de trechos rodoviários que recebam solução de conservação preventiva periódica, os valores admissíveis para o índice internacional de irregularidade (IRI) são de, no máximo 4,0 m/km para valores individuais e 3,5 m/km

para análises estatísticas, conforme definido no Manual de Gerência de Pavimentos – DNIT.

9.5 Condições de conformidade e não conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;

\bar{X} – média da amostra;

s – desvio padrão;

k – adotado o valor 1,25;

n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-

no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de pré-misturado a frio, executado e recebido na forma descrita, é medido pela determinação do volume compactado de mistura aplicada, expressa em metros cúbicos.

10.2 No cálculo de volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média \bar{X} , calculada como indicado anteriormente. Quando \bar{X} for inferior à espessura de projeto, é considerado o valor de \bar{X} . No caso de \bar{X} ser maior do que a espessura de projeto, é considerada a espessura de projeto.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada no traço aprovado pelo DER/PR.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/derpr

DER/PR ES-P 24/05

PAVIMENTAÇÃO: LAMA ASFÁLTICA

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005
Deliberação n.º 281/2005
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 24/91
Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: recuperação superficial,
rejuvenescimento, lama asfáltica

14 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de lama asfáltica. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a Especificação de Serviço DER/PR ES-P 24/91.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção dos produtos e na aplicação de mistura asfáltica a frio, tipo lama asfáltica, para rejuvenescimento e impermeabilização de superfícies asfálticas desgastadas de revestimentos porosos e/ou fissurados, em obras rodoviárias sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- ABNT NBR-14376/99 - Emulsões asfálticas – Resíduo por evaporação
 ABNT NBR-14491/00 - Emulsões asfálticas – Determinação da viscosidade “**Saybolt-Furol**”
 ASTM D-2172 - **Standard test methods for quantitative extraction of bitumen from bituminous paving mixtures**
 DNER-EM 369/97 - Emulsões asfálticas catiônicas
 DNER-ME 003/94 - Materiais betuminosos – determinação da penetração
 DNER-ME 005/94 - Emulsão asfáltica – determinação da penetração
 DNER-ME 006/94 - Emulsões asfálticas – determinação da sedimentação
 DNER-ME 035/98 - Agregados – determinação da abrasão “**Los Angeles**”
 DNER-ME 053/94 - Misturas betuminosas – percentagem de betume
 DNER-ME 054/94 - Equivalente de areia
 DNER-ME 059/94 - Emulsões asfálticas – determinação da resistência à água (adesividade)
 DNER-ME 083/98 - Agregados – análise granulométrica
 DNER-ME 089/94 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
 DNER-PRO 164/94 - Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores - IPR/USP e **Maysmeter**)
 DNER-PRO 182/94 - Medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores - IPR/USP e **Maysmeter**
 DNER-PRO 277/97 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
 DNIT 011/2003-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias
 DNIT 068/2003-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento
 ISSA-A 105/91 - Lama asfáltica (**Slurry Seal**)
 ISSA-TB N.º 100/90 - **Wet Track Abrasion Test – WTAT**
 ISSA-TB N.º 109/90 - **Loaded Wheel Tester – LWT**
 ISSA-TB N.º 114/90 - **Wet Stripping Test – WST**
 ISSA-TB N.º 139 - Coesão por molhagem
Norme Française – NF P-98-216: Determination de la macrotexture Partie 1-99
Determination de hauteur au sable
 Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR

Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÃO

3.1 Lama asfáltica convencional: é a mistura asfáltica resultante da associação, em consistência fluída, de agregados miúdos, material de enchimento (filler), água e emulsão asfáltica catiônica de ruptura lenta. Seu tempo médio de cura para atingir a coesão superficial é de quatro a cinco horas.

3.2 Lama asfáltica de cura controlada: é a mistura asfáltica resultante da associação, em consistência fluída, de agregados miúdos, material de enchimento (filler), água e emulsão asfáltica catiônica de cura controlada. Seu tempo médio de cura para atingir a coesão superficial é de uma hora e trinta minutos.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem da mistura;
- e) quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C;
- f) em dias de chuva.

4.2 Todo carregamento de emulsão asfáltica que chegar à obra deve apresentar certificado de análise, além de trazer indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a refinaria ou fábrica e o canteiro de serviço.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Materiais asfálticos

- a) É definido o emprego de emulsão asfáltica catiônica de ruptura lenta, nas aplicações de lama asfáltica que permitam a liberação ao tráfego, no mínimo após quatro horas de sua execução, sem que haja prejuízo à operação rodoviária.
- b) As características a serem obedecidas e os limites exigidos são:

EMULSÃO ASFÁLTICA DE RUPTURA LENTA			
Ensaio	Característica	Exigência	
		Mínima	Máxima
ABNT-NBR 14491/00	Viscosidade Saybolt Furol , 50°C, s	-	70
DNER-ME 006/94	Sedimentação, 5 dias, % em peso	-	5
DNER-ME 005/94	Peneiramento, retido peneira 0,84 mm, % em peso	-	0,10
DNER-ME 002/98	Carga de partícula	Positiva	-
ABNT-NBR 14376/99	Resíduo de emulsão por evaporação, % em peso	60	-
DNER-ME 007/94	Mistura com cimento, % máximo	-	2
DNER-ME 003/94	Penetração, 100 g, 5 s, 25°C, 0,1 mm	50	250
ABNT-NBR 6293/01	Ductilidade, 25°C, 5 cm/min, cm	40	-

- c) É definido o emprego de emulsão asfáltica catiônica de ruptura controlada (LA-E), nas aplicações de lama asfáltica em travessias urbanas e segmentos rodoviários que para não provocar prejuízo à operação rodoviária necessita-se de liberação ao tráfego com rapidez, aproximadamente uma hora e trinta minutos.
- d) As características a serem obedecidas e os limites exigidos são:

EMULSÃO ASFÁLTICA DE RUPTURA CONTROLADA (LA-E)			
Ensaio	Característica	Exigência	
		Mínima	Máxima
ABNT-NBR 14491/00	Viscosidade Saybolt Furol , 50°C, s	-	70
DNER-ME 006/94	Sedimentação, 5 dias, % em peso	-	5
DNER-ME 005/94	Peneiramento, retido peneira 0,84 mm, % em peso	-	0,10
ABNT-NBR 14376/99	Resíduo de emulsão por evaporação, % em peso	60	-
DNER-ME 003/94	Penetração, 100 g, 5 s, 25°C, 0,1 mm	50	250
ABNT-NBR 6293/01	Ductilidade, 25°C, 5 cm/min, cm	40	-

5.1.2 Água

- a) Deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, de matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais.
- b) Deve ser empregada na quantidade necessária que promova a consistência adequada da mistura.

5.1.3 Agregado

- a) É constituído de areia, pedrisco, pó-de-pedra e filler, ou mistura de ambos, satisfazendo as condições descritas a seguir.
- b) No caso de utilização de areia, esta deve ser areia lavada, composta por partículas individuais resistentes e limpas, apresentando equivalente de areia igual ou superior a 60% (DNER-ME 054/94).
- c) O material que deu origem ao agregado miúdo deve apresentar desgaste **Los Angeles** igual ou inferior a 40% (DNER-ME 035/98), durabilidade com perda inferior a 15% (DNER-ME 089/94) e adesividade satisfatória (DNER-ME 059/94).
- d) Equivalente de areia igual ou superior a 40% (DNER-ME 054/94).
- e) O material de enchimento a ser empregado é composto por filler, tais como, cimento Portland ou cal hidratada calcítica tipo CH-1, que atenda a seguinte granulometria:

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando em peso
ABNT	Abertura, mm	
n.º 40	0,42	100
n.º 80	0,18	95 – 100
n.º 200	0,074	65 - 100

5.2 Composição granulométrica da mistura de agregados

5.2.1 Deve satisfazer aos requisitos do quadro a seguir, inclusive quanto às tolerâncias, quando ensaiadas pelo método DNER-ME 083/98.

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso				Tolerância na curva de projeto (%)
ABNT	Abertura, mm	Faixa I	Faixa II	Faixa III	Faixa IV	
½"	12,5	-	-	-	100	± 7
¾"	9,5	-	100	100	85-100	± 5
n.º 4	4,75	-	85-100	70-90	60-87	± 5
n.º 8	2,36	100	65-90	45-70	40-60	± 5
n.º 16	1,18	65-90	45-70	28-50	28-45	± 5
n.º 30	0,60	40-60	30-50	19-34	19-34	± 5
n.º 50	0,33	24-42	18-30	12-25	14-25	± 5
n.º 100	0,15	15-30	10-21	7-18	8-17	± 3
n.º 200	0,074	10-20	5-15	5-15	4-8	± 2

5.2.2 As tolerâncias na curva de projeto, constantes do quadro anterior, são permitidas desde que os limites da faixa granulométrica não sejam ultrapassados.

5.3 Dosagem da mistura

5.3.1 A dosagem adequada da lama asfáltica é realizada com base nos ensaios recomendados pela **International Slurry Surfacing Association – ISSA**, atendendo as seguintes características:

Teste	Descrição	Limites especificados
ISSA-TB 100	Perda por abrasão em meio aquoso – uma hora de imersão	800 g/m ² , máximo
ISSA-TB 109	Excesso de asfalto por efeito de roda e adesão de areia	538 g/m ² , máximo
ISSA-TB 114	Adesão por molhagem	90%, mínimo
ISSA-TB 139	Coesão por molhagem (30 minutos)	12 kg.cm, mínimo
	Coesão por molhagem (60 minutos)	20 kg.cm, mínimo

5.3.2 Na dosagem, deve ser definido o tempo necessário para se atingir a coesão na mistura suficiente para liberação ao tráfego, coesão mínima de 20 kg.cm, ou seja, que confere coesão necessária para evitar que haja arrancamento superficial de agregados.

5.3.3 Na dosagem, a escolha do teor de ligante residual inicial a ser incorporado na mistura de agregados pode ser determinado através da fórmula Duriez Generalizada, apresentada no Manual de Execução do DER/PR.

5.3.4 As taxas de aplicação de agregados e ligante asfáltico são definidos no projeto de dosagem. Usualmente, o consumo necessário encontra-se nos intervalos estabelecidos no quadro a seguir.

Material	Unidade	Limites especificados			
		Faixa I	Faixa II	Faixa III	Faixa IV
Teor da emulsão	% em peso do agregado seco	16-20	14-18	12-16	8-12
Filler	% em peso do agregado seco	0-2	0-2	0-2	0-2
Taxa de aplicação de agregado	kg/m ²	2,0 – 5,5	5,5 – 8,0	8-13	16-25
Água de molhagem	% em peso do agregado seco	10-14	7-10	7-10	5-8

5.3.5 A espessura e a textura da lama asfáltica é função da sua composição granulométrica e faixa granulométrica selecionada, cujos valores correspondentes são:

Descrição	Limites especificados			
	Faixa I	Faixa II	Faixa III	Faixa IV
Textura	Fina	Média	Áspera	Muito áspera
Espessura máxima (mm)	3	6	9	12

5.4 Equipamento

5.4.1 Todo o equipamento, antes do início da execução dos serviços, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.4.2 É obrigatório, para o início dos trabalhos, que o canteiro de serviço esteja instalado, contando no mínimo com as quantidades de equipamentos indicadas em projeto, classificados conforme a seguir.

a) Equipamento de limpeza:

- vassoura mecânica e trator de pneus e/ou compressor de ar;
- caminhão-pipa.

b) Equipamento de transporte e estocagem de material:

- depósito apropriado para estocagem de agregados;
- tanque para armazenamento de emulsão asfáltica;
- tanque de depósito para água e/ou caminhão-pipa;
- pá carregadeira;
- caminhão basculante.

c) Equipamento para produção de mistura e espalhamento

c.1) “Caminhão usina” de lama asfáltica contendo:

- depósitos separados para água, emulsão asfáltica e aditivos;
- silo para agregado miúdo;
- depósito para material de enchimento (filler), com alimentador automático;
- sistema de circulação e alimentação do ligante asfáltico, interligado por acoplagem direta ou não com sistema de alimentação do agregado miúdo, de modo a assegurar perfeito controle do traço;
- sistema misturador capaz de processar uma mistura uniforme e de despejar a massa diretamente sobre a pista, em operação contínua, sem processo de segregação;
- chassi – todo o conjunto descrito nos itens anteriores é montado sobre um chassi móvel, autopropulsado ou atrelado a um cavalo mecânico;
- caixa distribuidora – esta peça se apoia diretamente sobre o pavimento, atrelada ao chassi. Deve ser montada sobre borracha, ter largura regulável para meia pista (3,30 m a 3,60 m), ser suficientemente pesada para garantir uniformidade de distribuição e ser munida de regulador de espessura.

5.5 Execução

5.5.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.5.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.5.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.5.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.5.5 Preparo da superfície

- a) A superfície a ser rejuvenescida deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- b) Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura.

5.5.6 Aplicação da mistura

- a) O “caminhão-usina” é colocado em posição perfeitamente centrada, em relação à meia pista e dado início à execução do serviço.
- b) De acordo com o traço projetado e aprovado, e as tabelas de calibração, abrem-se todas as comportas de alimentação dos agregados, emulsão asfáltica, água e filler (se requerido), iniciando o funcionamento do “pugmill”, até produzir quantidade de massa suficiente à alimentação de toda a área interna da caixa distribuidora.
- c) Com velocidade uniforme, a mais reduzida possível, é dada a partida do “caminhão-usina” e iniciada a aplicação da mistura. Em condições normais, a operação se processa com bastante simplicidade. A maior preocupação requerida consiste em observar a consistência da massa, abrindo ou fechando a alimentação da água, de modo a obter uma consistência homogênea e manter a caixa distribuidora uniformemente carregada de massa.
- d) As possíveis falhas de execução, tais como, escassez ou excesso de massa e irregularidade na emenda de faixas, devem ser corrigidas imediatamente após a execução. A escassez é corrigida com adição de massa e os excessos com a retirada por meio de rodos de madeira ou de borracha. Após estas correções, a superfície áspera deixada é alisada com a passagem suave de qualquer tecido espesso, umedecido com a própria massa ou com emulsão.

5.5.7 Abertura ao tráfego

- a) O tráfego somente é liberado após a conformação final da superfície e quando a lama asfáltica apresentar coesão suficiente para evitar arrancamento superficial de agregados, de acordo com o especificado em 5.3.2.
- b) Com o emprego de emulsão asfáltica RL, o tempo mínimo necessário para liberação ao tráfego é de quatro horas.
- c) Com o emprego de emulsão asfáltica LA-E, o tempo necessário para liberação ao tráfego é de uma hora e trinta minutos.
- d) O tráfego liberado deve ter controle de operação por um período mínimo de 24 horas.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados e o estoque de ligante asfáltico.

6.2 Agregados

- a) A brita e a areia somente são aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Registro de Ocorrências da obra.
- b) Exigir a documentação atestando a regularidade das instalações da pedreira/areal, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros.
- c) Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.
- d) Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos.
- e) Impedir queimadas como forma de desmatamento.
- f) Construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.3 Emulsão asfáltica

- a) Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água.
- b) Vedar o refugo de materiais usados à beira da estrada ou em outros locais onde possam causar prejuízos ambientais.

6.4 Quanto à instalação

- a) Atribuir à contratante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação e operação do empreendimento.
- b) Atribuir à executante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação para canteiro de obra, depósitos e pedreira industrial, quando for o caso.
- c) Recuperar a área afetada pelas operações de construção e execução, mediante a remoção dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.

6.5 Operação

- a) Dotar os silos de estocagem de agregados de proteções laterais e cobertura, para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.
- b) Dotar os silos de estocagem de filler de sistema próprio de filtragem a seco.
- c) Manter em boas condições de operação todos os equipamentos de processo e de controle.

6.6 Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução, referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade dos materiais consta, no mínimo, dos ensaios a seguir apresentados.

Quadro 1 – Emulsão asfáltica	
Quantidade	Descrição
Para todo carregamento que chegar à obra:	
01	Ensaio de viscosidade Saybolt – Furol
01	Ensaio do resíduo por evaporação
01	Ensaio de peneiramento
Para cada 500 t	
01	Ensaio de sedimentação

Quadro 2 – Agregados	
Quantidade	Descrição
Para cada 2.500 m²:	
02	Ensaio de granulometria de cada agregado
01	Ensaio de equivalente de areia
No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedreira:	
01	Ensaio de adesividade
01	Ensaio de desgaste Los Angeles
01	Ensaio de durabilidade

7.4 Controle interno da execução

- a) Dois ensaios de extração de betume pelo método de centrifugação, no mínimo, a cada 2.500 m² de pista, coletando-se amostras de mistura na caixa distribuidora.
- b) Dois ensaios de extração de betume por refluxo (ASTM-D 2172 – Método B), a cada 10.000 m² de pista.
- c) Dois ensaios de granulometria da mistura proveniente do ensaio de extração.

7.4.1 Controle das características da mistura asfáltica e acabamento

- a) Um ensaio de perda por abrasão em meio aquoso – uma hora de imersão (ISSA-TB N.º 100/90), a cada 4.000 m² de pista, com amostra coletada na caixa distribuidora.
- b) O acabamento da superfície é verificado visualmente, devendo se apresentar desempenada e com o mesmo aspecto e textura obtidos no segmento experimental aprovado.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na verificação da largura da plataforma, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, por medidas à trena em espaçamento de, pelo menos, 20 m.

8.4 Verificação final da qualidade

8.4.1 Acabamento e segurança

- a) O acabamento da superfície deve ser verificado, em todas as faixas de tráfego, por “aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta”, devidamente calibrados (DNER-PRO 164/94 e DNER-PRO 182/94), ou por sistemas a laser, desde que devidamente aceitos e aprovados pelo DER/PR. Os resultados de irregularidade longitudinal devem ser integrados a lances de 200 m.
- b) A macrotextura é avaliada, à razão de uma determinação a cada 500 m de faixa, pelo ensaio de mancha de areia (NF P-98-216). Opcionalmente, os ensaios de mancha de areia podem ser substituídos, a critério do DER/PR, por medições a laser, em panos de 20 m situados a cada 500 m de faixa.
- c) As condições de acabamento da superfície são apreciadas em bases visuais. Especial atenção deve ser conferida à verificação da presença de segregação superficial.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

- a) O material de enchimento recebido e utilizado na obra é aceito, desde que atenda ao especificado em 5.1.3.e.
- b) A água utilizada é aceita desde que atenda ao especificado em 5.1.2.
- c) A emulsão asfáltica é aceita, desde que atenda ao especificado em 5.1.1.

9.2 Aceitação da execução

9.2.1 Quantidade de ligante e graduação da mistura de agregados

- a) A percentagem de ligante residual pode variar, no máximo, $\pm 0,3\%$ da fixada no projeto.
- b) A granulometria da mistura deve atender ao especificado em 5.2.

9.2.2 A perda por abrasão em meio aquoso deve atender ao especificado em 5.3.1.

9.2.3 Os valores da altura de areia (HS) obtidos com o ensaio de mancha de areia sejam $HS \geq 0,40$ mm para valores individuais e $0,40 \text{ mm} \leq HS \leq 1,20$ mm para análises estatísticas.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas a seguinte condição:

- a) a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada.

9.4 Aceitação das condições de acabamento e segurança

9.4.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de acabamento e segurança, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) as juntas executadas apresentem-se homogêneas, em relação ao conjunto do serviço, isentas de desníveis e saliências indesejáveis;
- b) a superfície apresente-se desempenada e homogênea;
- c) os valores da altura de areia (HS) obtidos com o ensaio de mancha de areia sejam $HS \geq 0,40$ mm para valores individuais e $0,40 \text{ mm} \leq HS \leq 1,20$ mm para análises estatísticas.

9.5 Condições de conformidade e não conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;
 $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;
 X – média da amostra;
 s – desvio padrão;
 k – adotado o valor 1,25;
 n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;
 Se $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X + ks >$ valor máximo especificado: não conformidade;

Se $X + ks \leq$ valor máximo especificado: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário deve ser rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 Os serviços aceitos são medidos pela determinação da área executada, expressa em metros quadrados.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é efetuado, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representam a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário deve estar relacionado à faixa de lama asfáltica utilizada.

11.4 O preço unitário está sujeito à nova composição, baseada no traço aprovado pelo DER/PR.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguazu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 25/05

PAVIMENTAÇÃO: CONTENÇÃO LATERAL DE PAVIMENTOS

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005

Deliberação n.º 281/2005

Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 25/91

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: contenção lateral de pavimentos

5 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de contenção lateral de pavimentos. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece a sistemática empregada na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 25/91.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção do produto e sua aplicação em pavimentos rodoviários em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÃO

3.1 Contenção lateral de pavimentos é o sistema destinado a conferir adequadas condições de sustentação a meios-fios ou sarjetas executados no bordo do pavimento, assim como conformar lateralmente pavimentos, em seções em aterro.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- b) sem o devido licenciamento/autorização ambiental, conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- c) em dias de chuva.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Na execução da contenção lateral são empregados solos locais, de características iguais ou superiores às dos materiais utilizados na composição das camadas finais de terraplenagem.

5.1.2 Admite-se, a critério da Fiscalização, o emprego de produtos residuais das operações de acabamento de camadas do próprio pavimento ou de regularização do subleito, desde que suas características granulométricas permitam adequadas condições de compactação e acabamento à contenção lateral.

5.1.3 O emprego de solos susceptíveis ao fenômeno de erosão somente é admitido se for assegurada a execução imediata de eficiente proteção vegetal à contenção lateral.

5.2 Equipamentos

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.2.2 Os equipamentos utilizados são os seguintes:

- a) Ferramentas manuais (pás, picaretas, etc.).
- b) Carrinhos-de-mão.
- c) Compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.
- d) Pá-carregadeira e caminhão basculante (eventual).

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Os solos locais a serem utilizados na execução da contenção lateral são escavados em áreas próximas, transportados em carrinhos-de-mão e descarregados ao longo da área a ser tratada. Os resíduos das operações de pavimentação, quando autorizado o seu emprego pela Fiscalização, são igualmente carregados e transportados por meios manuais ou mecânicos, e posicionados ao longo da extensão onde é executada a contenção lateral.

5.3.3 Através do emprego de processos manuais, o material a ser utilizado é disposto em camadas individuais, de espessura máxima de 0,15 m, objetivando-se atender à conformação desejável para a contenção lateral. Nesta ocasião, os produtos empregados devem apresentar-se em condições de umidade que permitam uma compactação eficaz. Se necessário, o material deve ser convenientemente aerado ou umedecido, previamente à sua aplicação.

5.3.4 Seguem-se à execução de cada camada individual as operações de compactação do material utilizado na contenção lateral, mediante emprego de soquetes manuais e/ou mecânicos compatíveis com os materiais empregados e as dimensões disponíveis para trabalho.

5.3.5 Após a instalação do meio-fio ou sarjeta de aterro, a contenção lateral é conformada à geometria desejável, mediante emprego de processos manuais, recebendo em seguida cuidadosa compactação suplementar.

5.3.6 Concluídas as operações referentes à instalação da contenção lateral e do meio-fio ou sarjeta de aterro, é procedida a necessária proteção vegetal do sistema de apoio, observando-se, para isto, a correspondente especificação de serviço.

5.3.7 Em qualquer caso de execução da contenção lateral, a concepção do sistema deve levar em consideração as condições de drenagem sub-superficial do pavimento executado.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de contenção lateral de pavimentos, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de solos.

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a exploração de jazidas de ocorrência de materiais.

6.3 Devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização de medidas visando determinar a extensão de contenção lateral aplicada.

8.3 Verificação final da qualidade

8.3.1 Tendo em vista as características do serviço, a Fiscalização exerce o controle do mesmo em bases visuais. Em particular, são objeto de análise os seguintes aspectos:

- a) A eficácia do processo de compactação, pela avaliação expedita da resistência da camada ao puncionamento com uma ponteira ou chave de fenda.
- b) As condições de acabamento do sistema de contenção lateral, face aos detalhes do projeto.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

9.1.1 Os materiais utilizados são aceitos desde que atendam ao especificado em 5.1.

9.2 Aceitação da execução

9.2.1 A execução é aceita desde que sejam atendidas as seguintes condições:

- a) O acabamento do serviço e a disposição do material removido sejam julgados satisfatórios.
- b) As condições de compactação, avaliadas em bases visuais, sejam julgadas satisfatórias.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço é medido pelo volume aplicado, após compactação e conformação final, expresso em metros cúbicos.

10.2 O cálculo do volume é efetuado multiplicando-se a extensão executada pela área da seção transversal do dispositivo, esta última determinada a partir dos detalhes do projeto.

10.3 Não é feita distinção, para fins de medição, no que diz respeito ao tipo de material empregado (solos locais ou resíduos das operações de pavimentação).

10.4 Se o volume efetivamente executado ultrapassar o previsto, é medido o previsto. Se houver falta, aceita pela Fiscalização, é medido o volume realmente executado.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representam a compensação integral para todas as operações, transportes, perdas, materiais, mão-de-obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguaçú 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 26/05

PAVIMENTAÇÃO: COLCHÃO DRENANTE DE AREIA PARA CAIXA DE REMOÇÃO DE PAVIMENTOS

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005

Deliberação n.º 281/2005

Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 26/91

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: colchão drenante

7 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de colchão drenante de areia para caixa de remoção de pavimentos. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 **PREFÁCIO**

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 26/91.

1 **OBJETIVO**

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção do produto e sua aplicação na execução de colchão drenante de areia para caixa de remoção de pavimentos rodoviários em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 **REFERÊNCIAS**

DNER-ME 054/97 - Equivalente de areia
DNER-ME 083/98 - Agregados – análise granulométrica
Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 **DEFINIÇÃO**

3.1 Colchão drenante de areia é a camada executada com areia selecionada, aplicada na porção inferior das caixas de remoção executadas em obras de restauração de pavimentos, em situações em que os solos ocorrentes apresentem-se saturados, e/ou exista a possibilidade de infiltração de água superficial na caixa através das camadas superiores do próprio reparo local.

4 **CONDIÇÕES GERAIS**

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- b) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- c) em dias de chuva.

5 **CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 É utilizada na confecção do colchão drenante areia média ou grossa, isenta de matéria orgânica ou outras impurezas prejudiciais às suas condições drenantes.

5.1.2 O equivalente de areia do material empregado (método DNER-ME 54/97) deve ser igual ou superior a 35%.

5.2 Equipamentos

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o início da execução dos serviços.

5.2.2 O equipamento básico para a execução do colchão drenante de areia compreende as seguintes unidades:

- a) Caminhões basculantes;
- b) Pá-carregadeira;
- c) Motoniveladora leve;
- d) Rolo compactador liso estático;
- e) Soquetes portáteis, manuais ou mecânicos;
- f) Ferramentas manuais diversas, tais como pás, enxadas, carrinhos-de-mão, etc.

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Concluída a remoção do pavimento existente, conforme as áreas demarcadas pela Fiscalização, a areia a ser utilizada é descarregada dos caminhões basculantes em áreas próximas, tomando-se os cuidados necessários à minimização da interferência com o tráfego.

5.3.3 O equipamento a ser utilizado para espalhamento da areia depende das dimensões da caixa de remoção. Para caixas amplas, faz-se uso de pá-carregadeira, conjugada com motoniveladora leve. Já para caixas de dimensões restritas, o espalhamento é feito com emprego de ferramentas e processos manuais.

5.3.4 A acomodação do colchão drenante de areia nas caixas de remoção é efetuada pela passagem de motoniveladora, ou de rolo liso estático. Para locais de dimensão restrita, são utilizadas ferramentas manuais e soquetes portáteis, manuais ou mecânicos.

5.3.5 Deve ser assegurada a drenagem do colchão drenante de areia executado nas caixas de remoção, mediante a confecção de sangras laterais, e pela adequada conformação do fundo das caixas.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para a execução de colchão drenante de areia para as caixas de remoção do pavimento, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de agregados naturais.

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a exploração de portos de areia e a aplicação dos produtos.

6.3 Areia

6.3.1 No decorrer do processo de obtenção de areia devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- a) a areia somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação do areal, sendo que a cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações do areal, assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliadas para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios apresentados no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Areia	
Quantidade	Descrição
Para cada 300 m³ de material aplicado:	
01	Equivalente de areia
01	Granulometria

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

8.3.1 Medidas à trena das dimensões da caixa de remoção.

8.3.2 Medidas das espessuras do colchão drenante, em orifícios executados aleatoriamente, à razão de um ponto a cada 200 m².

8.4 Verificação final da qualidade

8.4.1 Apreciação visual das condições de espalhamento, desempenho e acomodação da camada.

8.4.2 Avaliação das condições de drenagem da camada, mediante observação visual conjugada, se necessário, a nivelamento geométrico.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

9.1.1 A areia utilizada é aceita desde que o equivalente de areia do material utilizado seja igual ou superior ao valor mínimo especificado, e os ensaios granulométricos enquadrem o material em areia média ou grossa.

9.1.2 Em caso de suspeita quanto à contaminação da areia por matéria orgânica ou outras impurezas prejudiciais às suas condições drenantes a aceitação do material estará condicionada à execução de ensaios específicos que comprovem a sua adequação.

9.2 Aceitação da execução do serviço

9.2.1 As condições de espalhamento, desempenho e acomodação do colchão drenante devem ser consideradas apropriadas.

9.2.2 As condições de drenagem da caixa devem ser, comprovadamente, satisfatórias.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendida a seguinte condição:

- a) As espessuras do colchão drenante, em pontos isolados, não difiram das de projeto de mais do que 20%, para mais, não se admitindo falta.

9.4 Condições de conformidade e não conformidade

9.4.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir as condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;
 $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;
 X – média da amostra;
 s – desvio padrão;
 k – adotado o valor 1,25;
 n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;
 Se $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;
 Se $X + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.4.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.4.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.4.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço é medido pelo volume de colchão drenante executado, expresso em metros cúbicos, de acordo com os alinhamentos e cotas de projeto.

10.2 No cálculo dos volumes é considerada a área da caixa de remoção e a média aritmética das espessuras medidas, limitada à espessura de projeto.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 27/05

PAVIMENTAÇÃO: DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTOS

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005

Deliberação n.º 281/2005

Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 27/91

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: demolição de pavimentos

6 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na demolição de pavimentos. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 **PREFÁCIO**

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 27/91 e as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no país.

1 **OBJETIVO**

Estabelecer a sistemática a ser empregada na demolição de pavimentos em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 **REFERÊNCIAS**

Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 **DEFINIÇÕES**

3.1 Demolição de pavimentos é o conjunto de operações através das quais uma porção de um pavimento existente é removida, por processos manuais ou mecânicos, transportada e disposta em local selecionado.

4 **CONDIÇÕES GERAIS**

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- b) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- c) em dias de chuva.

5 **CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

5.1 Equipamentos

5.1.1 Todo o equipamento, antes do início da execução do serviço, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.1.2 Demolição manual:

- a) compressores de ar;
- b) perfuratrizes pneumáticas equipadas com implemento de corte;
- c) ferramentas manuais diversas.

5.1.3 Demolição mecânica:

- a) motoniveladora pesada, com escarificador;
- b) trator de lâmina, com escarificador;
- c) pá-carregadeira;
- d) caminhões basculantes;
- e) ferramentas manuais diversas.

5.2 Execução

5.2.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.2.2 A demolição do pavimento deve ser executada nas condições e seqüência construtiva descritas a seguir:

- a) Delimitação das áreas a serem demolidas, com tinta, e definição da profundidade de remoção, de acordo com o projeto ou eventuais ajustes de campo definidos pelo DER/PR.
- b) Abertura da caixa de remoção segundo paredes verticais, tomando-se os necessários cuidados para evitar danos ao pavimento anexo. Eventuais pontos frágeis resultantes na região de contorno da caixa de remoção devem ser removidos por processos manuais.
- c) Concluídas as operações de demolição de pavimento, o fundo da caixa resultante deve apresentar uma superfície bem desempenada, isenta de depressões e saliências.
- d) Deve ser assegurada a drenagem da caixa de remoção, compatibilizando a declividade transversal do fundo da mesma com o pavimento anexo, e executando-se, caso necessário, sangras laterais.
- e) O material resultante da demolição de pavimento é transportado para áreas próximas, devendo ser disposto de forma a não prejudicar a configuração existente e não interferir no processo de escoamento das águas superficiais, minimizando os impactos ambientais.

- f) A carga e o transporte são efetuados, de acordo com o volume de material a remover e a distância de transporte, por um dos seguintes meios:
- f.1) processos manuais;
 - f.2) pá-carregadeira atuando isoladamente;
 - f.3) pá-carregadeira e caminhões basculantes.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Devem ser observadas medidas visando a preservação do meio ambiente, no decorrer das operações destinadas à demolição do pavimento.

6.2 Os cuidados relativos à preservação ambiental referem-se à disciplina do tráfego, ao estacionamento dos equipamentos e à disposição dos materiais resultantes da demolição.

6.3 Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural.

6.4 As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até cursos d'água.

6.5 Os materiais removidos e não aproveitados para outras finalidades devem ser destinados a bota-foras. Preferencialmente, as áreas a eles destinadas devem ser localizadas à jusante da rodovia.

6.6 Os taludes resultantes dos bota-foras devem ter inclinação suficiente para evitar escorregamentos.

6.7 Os bota-foras devem ser executados e compactados de forma a evitar que o escoamento das águas pluviais possa carrear o material depositado causando erosões e assoreamentos.

6.8 Deve ser feito revestimento vegetal dos bota-foras resultantes do material de demolição do pavimento, após conformação final, a fim de incorporá-los à paisagem local.

6.9 Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na determinação das dimensões da caixa de remoção executada, inclusive a sua profundidade média, através de medidas a trena.

8.3 Verificação final da qualidade

8.3.1 Tendo em vista as características do serviço, a Fiscalização exerce o controle do mesmo em bases visuais. Em particular, são objeto de análise os seguintes aspectos:

- a) A efetiva remoção da área de remoção indicada.
- b) A manutenção da integridade das camadas adjacentes à área de remoção.
- c) O acabamento do serviço executado, inclusive quanto à obtenção de caixas de remoção com paredes verticais, fundos bem desempenados e drenagem adequada.
- d) A adequada disposição do material removido.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação da execução

9.1.1 O serviço é aceito desde que sejam atendidas as seguintes condições:

- a) As camadas adjacentes à área demarcada não tenham sido afetadas pelas operações de remoção.
- b) O acabamento do serviço e a disposição do material removido sejam visualmente julgados satisfatórios.
- c) As dimensões da caixa obedeçam às seguintes tolerâncias, em relação à área e à profundidade definidas pela Fiscalização:
 - largura/comprimento: até + 20 cm, não se tolerando falta.
 - profundidade: até + 5 cm, não se tolerando falta.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de demolição de pavimento, executado e recebido na forma descrita, é medido em metros cúbicos, fazendo-se distinção em relação ao processo empregado (manual ou mecânico).

10.2 Não é feita distinção em relação ao tipo e resistência do material removido.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.



**Departamento de
Estradas de Rodagem
do Estado do Paraná -
DER/PR**

Avenida Iguaçú 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
www.der.pr.gov.br

DER/PR ES-P 28/18

PAVIMENTAÇÃO: CONCRETO ASFÁLTICO USINADO À QUENTE COM ASFALTO BORRACHA, TIPO TERMINAL BLENDING

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 27/03/2018
Deliberação n.º 060/2018
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavras-chave: asfalto borracha, concreto
asfáltico

22 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de camada de pavimento através da confecção de concreto asfáltico usinado a quente com asfalto borracha. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento dos serviços em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 28/05.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na produção e aplicação de misturas asfálticas densas e contínuas, com cimento asfáltico modificado pela incorporação de borracha moída de pneus, com o objetivo de construir, reforçar, rejuvenescer ou conservar pavimentos.

2 REFERÊNCIAS

- AASHTO T-209 - Theoretical Maximum Specific Gravity and Density of Bituminous Paving Mixtures (Ensaio Rice);
- AASHTO T-324-11 - Hamburg Wheel-Track Testing of Compacted Hot Mix Asphalt (HMA)
- ABNT-NBR 14329 - Determinação expedita da resistência à água (adesividade) sobre agregados graúdos;
- ABNT-NBR 15617 - Determinação do dano por umidade induzida;
- ANP - Cimentos asfálticos de petróleo modificados por borracha moída de pneus – Resolução nº 39/08;
- ASTM-D 2172 - Quantitative Extraction of Betumen From Bituminous Paving Mixtures – Método B;
- ASTM E-303 - Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester;
- ASTM E-965 - Measuring Pavement Macrotecture Depth Using a Volumetric Technique;
- DNER-ME 024 - Pavimento – determinação das deflexões pela viga *Benkelman*;
- DNER-ME 035 - Agregados – determinação da abrasão Los Angeles;
- DNER-ME 043 - Misturas betuminosas a quente – ensaio Marshall;
- DNER-ME 053 - Misturas betuminosas – percentagem de betume;
- DNER-ME 054 - Equivalente de areia;
- DNER-ME 083 - Agregados – análise granulométrica;
- DNER-ME 089 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- DNER-ME 117 - Mistura betuminosa – determinação da densidade aparente;
- DNER-PRO 164 - Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores - IPR/USP e Maysmeter);
- DNER-PRO 182 - Medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores - IPR/USP e Maysmeter;
- DNER-PRO 277 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;

- DNIT 011-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias;
- DNIT 136-ME - Misturas betuminosas – determinação da resistência a tração por compressão diametral;
- DNIT - Manual de Pavimentação
- Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR;
- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR;
- NF P-98-253 Norme Française - Déformation permanente des mélanges hydrocarbonés;
- Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR.

3 DEFINIÇÃO

3.1 Concreto asfáltico usinado a quente com asfalto borracha (CAUQB) é a mistura executada a quente em usina apropriada, composta de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e ligante asfáltico modificado com adição de pó de borracha de pneumáticos, espalhada e compactada a quente.

3.2 De acordo com o tipo e função na estrutura, a mistura de concreto asfáltico usinado a quente com asfalto borracha deve atender as características especiais em sua formulação, recebendo geralmente as seguintes designações:

- a) Camada de rolamento ou simplesmente "capa asfáltica": camada superior da estrutura destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deve apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego, mesmo sob condições climáticas e geométricas adversas.
- b) Camada de ligação ou "binder": camada posicionada imediatamente abaixo da "capa". Apresenta, em relação à mistura utilizada para camada de rolamento, diferenças de comportamento, decorrentes do emprego de agregado de maior diâmetro máximo, existência de maior percentagem de vazios, menor consumo de "filler" (quando previsto) e de ligante.
- c) Camada de nivelamento ou "reperfilagem": camada de massa asfáltica de graduação fina, com a função de corrigir irregularidades superficiais de um antigo revestimento e, simultaneamente, promover a selagem de fissuras existentes.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 O concreto asfáltico usinado a quente com asfalto borracha pode ser empregado como revestimento, camada de ligação (binder), regularização ou reforço e na recuperação ou recomposição superficial de pavimento.

4.2 Não é permitida a execução dos serviços com concreto asfáltico usinado a quente com asfalto borracha:

- a) sem o preparo prévio da superfície, limpeza e reparação preliminar;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aceitação do DER/PR, do projeto de dosagem da mistura asfáltica;
- e) quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C;
- f) em dias de chuva.

4.3 Todo carregamento de ligante betuminoso, com incorporação de borracha por via úmida, que chegar à obra, deve apresentar o Certificado de Qualidade (Ensaio) correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento e transporte para o canteiro de serviço. Deve trazer também indicação clara da procedência, tipo, quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a fonte de produção e o canteiro de serviço.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais

5.1.1 Todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.2 Material Asfáltico

5.1.2.1 O material a ser empregado é o cimento asfáltico de petróleo modificado por borracha moída de pneus, tipo terminal blending, atendendo a Resolução ANP nº 39/2008. O emprego de outros tipos de cimentos asfálticos que venham a ser produzidos e especificados no país pode ser admitido, desde que tecnicamente justificado e sob a devida aprovação do DER/PR.

5.1.3 Agregados

5.1.3.1 O agregado graúdo deve ser constituído por pedra britada ou seixo rolado britado, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:

- a) quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 89), devem apresentar perdas inferiores a 12%;
- b) a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35) não deve ser superior a 50%.

- c) a percentagem de grãos de forma defeituosa, determinada no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução do DER/PR, não pode ultrapassar a 25%;
- d) no caso de emprego de seixos rolados britados, exige-se que 90% dos fragmentos, em peso, apresentem pelo menos uma face fragmentada pela britagem.

5.1.3.2 O agregado miúdo deve ser constituído por areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos, apresentando partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Devem ser atendidos, ainda, os seguintes requisitos:

- a) as perdas no ensaio de durabilidade (DNER-ME 89), em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, devem ser inferiores a 15%;
- b) o equivalente de areia (DNER-ME 54) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deve ser igual ou superior a 55%;
- c) é vedado o emprego de areia proveniente de depósitos em barrancas de rios.

5.1.3.3 O material de enchimento (“filler”), quando necessário, deve estar seco e isento de grumos para ser aplicado, e deve ser constituído necessariamente por cal hidratada tipo CH-I, atendendo a seguinte granulometria (DNER-ME 083):

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando em peso
ABNT	Abertura, mm	
n.º 40	0,42	100
n.º 80	0,18	95 – 100
n.º 200	0,074	65 - 100

5.1.4 Melhorador de adesividade

5.1.4.1 O uso recomendado de cal hidratada tipo CH-I, como material de enchimento, deve suprimir a necessidade de incorporação de aditivo melhorador de adesividade (dope) ao ligante betuminoso. O DER/PR pode aceitar o uso de dope incorporado ao ligante, como alternativa ao emprego da cal hidratada. De qualquer forma o bom desempenho da mistura, quanto a adesividade, deverá ser comprovado através do ensaio de danos por umidade induzida (NBR 15617), com razão de resistência à tração por compressão diametral superior a 0,7.

5.1.4.2 É admitida a adição da cal na mistura de agregados, somente antes do secador da usina.

5.2 Composição da mistura

5.2.1 A composição da mistura deve satisfazer aos requisitos do quadro apresentado a seguir e ao percentual do ligante betuminoso determinado no projeto:

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso					
ABNT	Abertura, mm	Faixa A	Faixa B	Faixa C	Faixa D	Faixa E	Faixa F
1 ½"	38,10	100	100	-	-	-	-
1"	25,40	95-100	90-100	100	-	-	-
¾"	19,10	80-100	-	90-100	100	100	-
½"	12,70	-	56-80	-	80-100	90-100	-
⅜"	9,50	45-80	-	56-80	70-90	75-90	100
n.º 4	4,80	28-60	29-59	35-65	50-70	45-65	75-100
n.º 10	2,00	20-45	18-42	22-46	33-48	25-35	50-90
n.º 40	0,42	10-32	8-22	8-24	15-25	8-17	20-50
n.º 80	0,18	8-20	-	-	8-17	5-13	7-28
n.º 200	0,074	3-8	1-7	2-8	4-10	2-10	3-10
Utilização como		Ligação		Rolamento			Reperfilagem
Varição do teor de projeto		4,5 – 6,5		5,0 – 7,5			5,5 – 8,0
Espessura máx. cm		6,0		5,0			3,0

NOTA. Outras faixas granulométricas, poderão ser utilizadas, inclusive faixas descontínuas, desde que devidamente justificadas pelo projeto e aprovadas pelo DER/PR.

5.2.1.1 A faixa utilizada deve ser aquela cujo diâmetro máximo é inferior a $\frac{2}{3}$ da espessura da camada asfáltica.

5.2.1.2 No projeto de curva granulométrica para camada de revestimento, deve ser considerada a segurança do usuário, atendendo os padrões de aderência contidos nesta especificação.

5.2.1.3 Para todos os tipos, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4% do total.

5.2.2 Dosagem e características da mistura

5.2.2.1 Deve ser adotado o ensaio Marshall na dosagem de misturas betuminosas (DNER-ME 043), para verificação das condições de vazios, estabilidade e fluência da mistura betuminosa, complementado com o ensaio de resistência à tração por compressão diametral, a 25°C (DNIT 136-ME), atendendo-se aos seguintes valores:

Ensaio	Característica	Camada de rolamento	Camada de ligação
DNER-ME 043	Percentagem de vazios	3 a 5	4 a 6
DNER-ME 043	Relação betume/vazios	70 – 82	65 - 75
DNER-ME 043	Estabilidade, mínima	850kgf	700kgf
DNER-ME 043	Fluência, mm	2,0 – 4,0	2,5 – 3,5
DNIT 136-ME	Resistência à tração por compressão diametral a 25°C, MPa	0,80 (mínima)	0,65 (mínima)
-	Relação finos/betume	0,8 – 1,6	0,6 – 1,6

5.2.2.2 As condições de vazios da mistura na fase de dosagem devem ser verificadas a partir da determinação da Densidade Máxima da Mistura Betuminosa pelo método de Rice (AASHTO T 209).

5.2.2.3 Os vazios do agregado mineral (%VAM), definidos em função do tamanho máximo nominal (TMN) do agregado empregado, devem atender aos seguintes valores mínimos:

Tamanho Máximo Nominal *		% VAM, mínimo	
ABNT	mm	Vazios 4 %	Vazios 5 %
1 ½"	38,1	11	12
1"	25,4	12	13
¾"	19,1	13	14
½"	12,7	14	15
⅜"	9,5	15	16

* **TMN** – É a malha acima daquela que primeiro retém mais do que 10 % do material.

5.2.2.1 No caso de estar previsto no projeto solicitação para tráfego superior a 1×10^7 operações do eixo-padrão de 8,2 tf (critério USACE), o traço da mistura betuminosa utilizada deve ser verificado à deformação permanente com o equipamento "Orniéreur" do LCPC. ou segundo AASHTO T 324-11 (Hamburg Wheel-Track Testing). O afundamento admissível deve ser definido em projeto em função da mistura adotada.

5.3 Equipamentos

5.3.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o início da execução dos serviços.

5.3.2 Depósitos para cimento asfáltico modificado por adição de borracha de pneu:

5.3.2.1 Os depósitos para o cimento asfáltico modificado por adição de borracha de pneu devem possuir capacidade adequada e dispositivos capazes de aquecer o ligante nas temperaturas fixadas nesta Especificação. Estes dispositivos devem também evitar qualquer superaquecimento localizado. Devem possuir agitadores mecânicos e sistema de recirculação para garantir a circulação desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador durante todo o período de operação.

5.3.3 Depósitos para agregados (silos)

5.3.3.1 Os silos devem ser divididos em compartimentos, em número adequado a quantidade de agregados utilizados na dosagem, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações dos agregados.

5.3.3.2 Cada compartimento deve possuir dispositivos adequados de descarga, passíveis de regulação.

5.3.3.3 O sistema de alimentação deve ser sincronizado, de forma a assegurar a adequada proporção dos agregados frios e a constância da alimentação.

5.3.3.4 O material de enchimento ("filler") é armazenado em silo apropriado, conjugado com dispositivos que permitam a sua dosagem.

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

5.3.3.6 Com relação às condições de armazenamento do material de enchimento ("filler"), reportar-se ao Manual de Execução.

5.3.4 Usinas para misturas asfálticas

5.3.4.1 A usina deve ter condições de produzir misturas asfálticas uniformes, devendo estar totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção.

A) Preferencialmente, são empregadas usinas gravimétricas

5.3.4.2 A usina empregada deve ser equipada com unidade classificadora de agregados após o secador para distribuição do material para os silos quentes.

5.3.4.3 As balanças utilizadas nas usinas gravimétricas para pesagem de agregados e para a pesagem do ligante asfáltico devem apresentar precisão de 0,5% quando aferidas com pesos - padrão.

5.3.4.4 O sistema de coleta do pó deve ser comprovadamente eficiente para minimizar os impactos ambientais. O material fino coletado deve ser devolvido, no todo ou em parte, ao misturador.

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

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

- um termômetro com escala em "dial", pirômetro elétrico ou outros instrumentos termométricos adequados, instalados na descarga do secador e em cada silo quente para registrar a temperatura dos agregados;
- um termômetro com proteção metálica e graduação de 90° a 210°C instalado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga no misturador.

B) Pode ser utilizada, quando autorizado pelo DER/PR, usinas do tipo Fluxo Contínuo, atendendo as características mínimas a seguir:

- Usinas com secador contrafluxo,
- Um silo para cada material,
- Dosador de filler,
- Alimentação de agregados com velocidade variável,
- Sistema de controle de dosagem, preferencialmente automatizado e sincronizado que permita aumentar ou diminuir a velocidade sem alterar as proporções,
- Balança para agregados,
- Alarme para falta de fluxo de material,
- Misturador externo rotativo ou pug-mill,
- Controle de temperatura.

5.3.4.7 Especial atenção deve ser dada à segurança dos operadores da usina, particularmente no que tange a eficácia dos corrimões das plataformas e escadas, à proteção de peças móveis e a área de circulação dos equipamentos de alimentação de silos e transporte da mistura.

5.3.5 Caminhão para transporte da mistura

5.3.5.1 O transporte da mistura asfáltica deve ser efetuado através de caminhão basculante com caçamba metálica.

5.3.6 Equipamento para distribuição

5.3.6.1 A distribuição da mistura asfáltica é normalmente efetuada através de acabadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura ao alinhamento, cotas e abaulamento requeridos.

5.3.6.2 A acabadora deve ser preferencialmente equipada com esteiras metálicas para sua locomoção. O uso de acabadoras de pneus só é admitido se for comprovado que a qualidade do serviço não é afetada por variações na carga acabadora.

5.3.6.3 A acabadora ainda deve possuir:

- a) sistema composto por parafuso-sem-fim, capaz de distribuir adequadamente a mistura, em toda a largura da faixa de trabalho;
- b) sistema rápido e eficiente de direção, além de marchas para a frente e para trás;
- c) alisadores, vibradores e dispositivos para seu aquecimento à temperatura especificada, de modo que não haja irregularidade na distribuição da massa;
- d) sistema de nivelamento eletrônico.

5.3.6.4 A distribuição da massa asfáltica destinada a camadas de reperfilagem, pode ser executada com motoniveladora, obrigatoriamente com pneus lisos, capaz de espalhar e conformar a mistura, de maneira eficiente e econômica, às deformações do pavimento existente. A borda cortante da lâmina deve ser substituída sempre que se apresentar desgastada ou irregular.

5.3.7 Equipamento para compressão

5.3.7.1 A compressão da mistura asfáltica é efetuada pela ação combinada de rolo de pneumáticos e rolo liso tandem, ambos autopropelidos.

5.3.7.2 É obrigatória a utilização de pneus uniformes, de modo a se evitar marcas indesejáveis na mistura comprimida.

5.3.7.3 O rolo compressor de rodas metálicas lisas tipo tandem deve ter peso compatível com a espessura da camada.

5.3.7.4 O emprego de rolos lisos vibratórios pode ser admitido, desde que a frequência e a amplitude de vibração sejam ajustadas às necessidades do serviço, e que sua utilização tenha sido comprovado em serviços similares.

5.3.7.5 Em qualquer caso, os equipamentos utilizados devem ser eficientes no que tange à obtenção das densidades objetivadas, enquanto a mistura se apresentar em condições de temperatura que lhe assegurem adequada trabalhabilidade.

5.3.8 As seguintes ferramentas e equipamentos acessórios são utilizados, complementarmente:

- a) soquetes mecânicos ou placas vibratórias, para a compressão de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- b) pás, garfos, rodos e ancinhos, para operações eventuais.

5.4 Execução

5.4.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.4.2 Para a perfeita execução, bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, os procedimentos sobre a execução prévia e obrigatória de segmento experimental a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR.

5.4.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender valores e limites definidos nesta especificação e eventuais indicações particulares definidas em projeto deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.4.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental, exclusivamente por condições granulométricas, espessura, tempo de cura e liberação ao tráfego, não há necessidade de remover, mas de promover eventuais ajustes necessários com nova calibração e aplicação de CAUQB sobre a superfície do segmento experimental originalmente executado.

5.4.5 Preparo da superfície

5.4.5.1 A superfície que receber a camada de concreto asfáltico com asfalto borracha deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.

5.4.5.2 Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura.

5.4.5.3 A pintura de ligação deve apresentar película homogênea e adequadas condições de aderência, para execução do concreto asfáltico com asfalto borracha e se necessário, nova pintura de ligação deve ser aplicada, previamente à distribuição da mistura.

5.4.5.4 No caso de desdobramento da espessura total de concreto asfáltico com asfalto borracha em duas camadas, a pintura de ligação entre essas pode ser dispensada, se a execução da segunda camada for feita logo após à execução da primeira.

5.4.6 Produção do concreto asfáltico usinado a quente com asfalto borracha

5.4.6.1 O concreto asfáltico com asfalto borracha deve ser produzido em usina apropriada, calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura, atendendo aos requisitos apresentados no item 5.3.4 desta especificação.

5.4.6.2 A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico modificado com borracha de pneus empregado deve ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade do ligante, definida pelo fabricante.

5.4.6.3 A temperatura limite de aquecimento do ligante asfáltico, deverá ser definida pelo fabricante.

5.4.6.4 A temperatura de aquecimento dos agregados, medida nos silos quentes, deve ser de 10 a 15°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante.

5.4.6.5 A produção do concreto asfáltico com asfalto borracha e a frota veículos de transporte devem assegurar a operação contínua da vibroacabadora.

5.4.7 Transporte do concreto asfáltico usinado a quente com asfalto borracha

5.4.7.1 O caminhão deve ser carregado de maneira a evitar segregação da mistura dentro da caçamba, a primeira carga na frente, a segunda na traseira e por último no meio.

5.4.7.2 O concreto asfáltico com asfalto borracha produzido é transportado da usina ao local de aplicação, em caminhão basculante atendendo ao especificado no subitem 5.3.5

5.4.7.3 A aderência da mistura às chapas da caçamba é evitada com aspersão prévia de solução de cal (uma parte de cal para três de água), água e sabão, ou produto específico para este fim, que não derivados de petróleo (óleo diesel, querosene, etc.). Em qualquer caso, o excesso de solução deve ser retirado, antes do carregamento da mistura, basculando-se a caçamba.

5.4.7.4 A caçamba do veículo deve ser coberta com lona impermeável durante o transporte, de forma a proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventual contaminação por poeira e, especialmente, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

5.4.8 Distribuição da mistura

5.4.8.1 No emprego de concreto asfáltico com asfalto borracha como camada de rolamento ou de ligação, a mistura deve ser distribuída por uma ou mais acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificados.

5.4.8.2 Previamente ao início dos trabalhos, deve ser assegurado o conveniente aquecimento da mesa alisadora da acabadora, à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. Observar que o sistema de aquecimento destina-se exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora, e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia.

5.4.8.3 As irregularidades que aparecerem na superfície da camada acabada, devem ser corrigidas de imediato, com a adição manual de massa e espalhamento efetuado com ancinhos e/ou rodos metálicos. No entanto essa alternativa deve ser minimizada, pois o excesso de reparo manual compromete a qualidade do serviço.

5.4.9 Compressão

5.4.9.1 A compressão da mistura asfáltica com asfalto borracha tem início imediatamente após a sua distribuição.

5.4.9.2 Como norma geral, deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, temperatura essa fixada experimentalmente em cada caso.

5.4.9.3 A sequência de rolagem e os diferentes tipos de rolos compactadores, devem estar em conformidade com os melhores resultados obtidos no trecho experimental.

5.4.9.4 O número de coberturas de cada equipamento é definido experimentalmente, de forma a se atingir as condições de densidade.

5.4.9.5 As coberturas dos equipamentos de compressão utilizados devem atender às seguintes orientações gerais:

- a) a compressão deve ser executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto;
- b) em cada passada, o equipamento deve recobrir, ao menos, a metade da largura rolada na passada anterior.

5.4.9.6 A espessura máxima de cada camada após compressão, deve ser definida na obra pelo DER/PR, em função das características de trabalhabilidade da mistura e da eficiência do processo de compressão. Para maiores detalhes, consultar o Manual de Execução do DER/PR.

5.4.10 O processo de execução das juntas transversais e longitudinais, deve assegurar adequada condição de acabamento. Para maiores detalhes consultar o Manual de Execução do DER/PR.

5.4.11 A camada de concreto asfáltico modificado com adição de borracha de pneu recém-acabada somente deve ser liberada ao tráfego após o seu completo resfriamento.

6. MANEJO AMBIENTAL

6.1 Os cuidados a serem observados para preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados e o estoque de ligante asfáltico.

6.2 Agregados

6.2.1 Receber a brita e a areia somente com a apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Registro de Ocorrências da obra.

6.2.2 Exigir a documentação emitida pelo órgão ambiental competente atestando a regularidade das instalações e da operação da pedreira/areal/usina, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros.

6.2.3 Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a produção e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos.

6.2.4 Construir junto às instalações de britagem bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.2.5 É proibida a utilização de queimadas como forma de desmatamento e limpeza. Para desmatamento é necessário obter a respectiva autorização junto ao órgão ambiental competente.

6.3 Ligante asfáltico

6.3.1 Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água.

6.3.2 Reaproveitar o refugo dos materiais para melhoramento de acessos às pequenas propriedades lindeiras conforme as condições a seguir descritas ou ter disposição final de acordo com a Lei Estadual nº 12.493/99, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 6.674/02 e pelas normas e especificações vigentes:

- a) o refugo em sólido (massa) pode ser reaproveitado desde que devidamente espalhado e compactado;
- b) o refugo em estágio líquido pode ser reaproveitado desde que misturado com qualquer agregado, inclusive solo local que permita condição de tráfego, sendo devidamente espalhado e compactado.

6.4 As operações em usinas misturadoras a quente englobam:

- a) estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;
- b) transporte, peneiramento, estocagem e pesagem de agregados quentes;
- c) transporte e estocagem de filler;
- d) transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e cimento asfáltico.

Agentes e fontes poluidoras		
Agente poluidor		Fontes poluidoras
I.	Emissão de partículas	A principal fonte é o secador rotativo. Outras fontes são: peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem e tráfego de veículos e vias de acesso.
II.	Emissão de gases	Combustão do óleo: óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos.

III.	Emissões fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura. São quaisquer lançamento ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar o seu fluxo.
------	--------------------	--

6.4.1 Em função destes agentes, devem ser obedecidos os princípios a seguir listados.

6.4.1.1 Quanto à instalação

- a) a contratante é responsável pela obtenção da licença de instalação e operação do empreendimento;
- b) a executante é responsável pela obtenção da licença de instalação para canteiro de obra, depósitos e pedreira industrial, quando for o caso;
- c) não permitir a instalação de usinas de asfalto a quente a uma distância inferior a 200 m (duzentos metros), medidos a partir da base da chaminé, de residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas, asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversão e outras construções comunitárias;
- d) as áreas afetadas pelas operações de construção e execução devem ser recuperadas com a remoção da usina, dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.

6.4.1.2 Quanto à operação

- a) Instalar sistemas de controle de poluição do ar, constituídos por ciclones e filtro de mangas ou de equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos na legislação vigente;
- b) Apresentar junto com o projeto para obtenção de licença, os resultados de medições em chaminés que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental;
- c) equipar os silos de estocagem de agregados de proteções laterais e cobertura para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento;
- d) enclausurar a correia transportadora de agregado frio adotando procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera;
- e) manter pressão negativa no secador rotativo enquanto a usina estiver em operação, para evitar emissões de partículas na entrada e saída do mesmo.

7. CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante apresentar relatório dos testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 Para controle interno de execução, devem ser feitos ensaios nas quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.2.1 A fiscalização poderá a qualquer momento, solicitar acompanhamento de execução de ensaio de confirmação de resultados considerados insatisfatórios.

7.3 Ensaios mínimos necessários para o controle interno de qualidade dos materiais:

7.3.1 Cimento asfáltico de petróleo modificado pela incorporação de borracha granulada de pneu

7.3.1.1 Observar item 4.3 das Condições Gerais

7.3.2 Agregados

Quantidade	Descrição
a) No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedra:	
01	Ensaio de desgaste <i>Los Angeles</i>
01	Ensaio de lamelalidade (ver Manual de Execução DER/PR)
01	Ensaio de durabilidade
01	Ensaio de danos por umidade induzida
b) Para cada 500 t de mistura produzida:	
01	Ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo
01	Ensaio de granulometria do agregado de cada silo
c) Para cada 3000 t de mistura produzida:	
01	Ensaio de granulometria do "filler"

7.3.3 Controle de produção

Quantidade	Descrição
Para cada 200 t de mistura produzida:	
02	Medidas de temperatura dos agregados nos silos quentes, do ligante antes da entrada do misturador e da mistura na saída do misturador

Quantidade	Descrição
Para cada incorporação de dope ao ligante, e sempre que o ligante dopado for armazenado por mais de 5 dias:	
01	Determinação expedita da resistência à água (adesividade)

7.3.4 Controle de execução na pista

Quantidade	Descrição
Espalhamento e compactação:	
02	Temperatura durante o espalhamento e imediatamente antes da compactação
Para cada 200 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da acabadora:	
01	Extração do ligante da mistura
01	Granulometria da mistura de agregados resultante da extração de ligante
Para cada 2000 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da acabadora:	
01	Densidade Máxima da Mistura Betuminosa (RICE)
Para cada 100 t de mistura aplicada e compactada, em amostra indeformada extraída por sonda rotativa:	
01	Densidade aparente
01	Resistência a Tração por Compressão Diametral
<p>Nota 1: paralelamente aos ensaios de extração de betume pelo método de centrifugação são realizados a cada 3.000 t de massa produzida, um ensaio de extração segundo ASTM D-2172 – método B para ajuste de possíveis desvios no ensaio do Rotarex.</p> <p>Nota 2: os pontos de coleta de materiais por sonda rotativa obrigatoriamente devem coincidir com os pontos de coleta de amostras para ensaios de extração de ligante e RICE. Do material coletado por sonda rotativa devem ser calculadas as percentagens de vazios totais, vazios do agregado mineral e relação betume/vazio.</p> <p>Nota 3: para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho com medidas de deflexão (DNER-ME 24) em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.</p>	

8. CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR, quando julgar necessário, a realização aleatória dos testes e ensaios previstos no item 7 para comprovar os resultados obtidos pela executante, bem como formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço.

8.2 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico que consiste na verificação de larguras, extensões e espessuras para determinação das quantidades executadas por unidade de serviço.

8.3 A espessura da camada deve ser medida a cada 200 m, por extração de corpos-de-prova na pista ou pelo nivelamento do eixo e dos bordos antes e depois do espalhamento e compactação da mistura.

8.3.1 A verificação dos alinhamentos do eixo e bordos nas diversas seções correspondentes às estacas da locação é feita à trena.

8.4 Verificação final da qualidade – acabamento e segurança

8.4.1 O acabamento da superfície deve ser verificado em todas as faixas de tráfego com “aparelho medidor de irregularidade tipo resposta”, devidamente calibrado (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182), ou por sistemas a laser desde que aceitos e aprovados pelo DER/PR. Os resultados de irregularidade longitudinal devem ser integrados a lances de 200 m.

8.4.2 A macrotextura é avaliada pelo ensaio de mancha de areia à razão de uma determinação a cada 500 m de faixa. Opcionalmente, os ensaios de mancha de areia podem ser substituídos, a critério do DER/PR, por medições a laser em panos de 20 m situados a cada 500 m de faixa.

8.4.3 Medições indiretas de atrito com o pêndulo britânico (ASTM-E 303) devem ser efetuadas nos mesmos locais de avaliação indicados para a macrotextura.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

9.1.1 O cimento asfáltico modificado com adição de borracha de pneus recebido no canteiro é aceito, desde que atendidos os seguintes requisitos:

- a) os resultados dos ensaios de controle de qualidade do CAP constantes no certificado emitido pelo distribuidor (item 4.3 Condições Gerais), devem ser julgados satisfatórios.

9.1.2 Os agregados graúdo, miúdo e o filler utilizados, são aceitos desde que atendidas as seguintes condições:

- a) o agregado graúdo atenda aos requisitos desta especificação no que tange à abrasão Los Angeles, durabilidade e percentagem de grãos defeituosos;
- b) o agregado miúdo deve atender aos requisitos desta especificação no que se refere aos ensaios de equivalente de areia e durabilidade;
- c) o filler (cal hidratada CH-I) deve apresentar-se seco, sem grumos, e enquadrado na granulometria especificada.

9.2 Aceitação da execução

9.2.1 Temperatura

9.2.1.1 A produção da mistura asfáltica com asfalto borracha é aceita quando as temperaturas medidas na linha de alimentação do cimento asfáltico com adição de borracha efetuado ao longo do dia de produção estiverem situadas na faixa desejável, definida em função da curva "viscosidade x temperatura" do ligante empregado. Constantes variações ou desvios significativos em relação à faixa de temperatura desejável, indicam a necessidade de suspensão temporária do processo de produção providenciando-se os necessários ajustes.

9.2.2 Quantidade de ligante e graduação da mistura de agregados

9.2.2.1 A quantidade de cimento asfáltico modificado por adição de borracha obtida pelos ensaios de extração, em amostras individuais, não deve variar, em relação ao teor de projeto, de mais do que 0,3%, para mais ou para menos.

9.2.2.2 Durante a produção, a granulometria da mistura pode sofrer variações em relação à curva de projeto, respeitadas as seguintes tolerâncias e os limites da faixa granulométrica adotada conforme quadro a seguir:

Peneira		%Passando, em Peso
ASTM	mm	
3/8" a 1 1/2"	9,5 a 38,1	± 7
nº 40 a nº 4	0,42 a 4,8	± 5
nº 80	0,18	± 3
nº 200	0,074	± 2

9.2.3 Características Marshall da mistura

9.2.3.1 Os valores de percentual de vazios, vazios do agregado mineral, relação betume-vazios, resistência a tração por compressão diametral devem atender ao prescrito no subitem 5.2.2.1.

9.2.3.2 A eventual ocorrência de valores que não atendam ao especificado, resulta na não aceitação do serviço. As deficiências devem ser corrigidas mediante ajustes racionais na formulação do traço e/ou no processo executivo.

9.2.4 Os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente conforme os procedimentos descritos no item 9.5.1, devem estar no intervalo de 97% a 101%.

9.2.5 A camada de concreto asfáltico com asfalto borracha é aceita se as medidas de deflexão forem inferiores à deflexão máxima admissível de projeto para o tipo da camada.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos desde que atendidas as seguintes condições:

a) a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada;

b) espessura da camada acabada:

b.1) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = \bar{X} - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

Onde:

$N \geq 9$ (nº de determinações efetuadas)

b.2) a espessura média determinada estatisticamente deve situar-se no intervalo de $\pm 5\%$, em relação à espessura prevista em projeto;

b.3) não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de $\pm 10\%$, em relação à espessura prevista em projeto.

c) eventuais locais em que se constate deficiência de espessura são objeto de amostragem complementar, com novas extrações de corpos de prova com sonda rotativa. As áreas deficientes, devidamente delimitadas, devem ser reforçadas, às expensas da executante.

9.4 Aceitação do acabamento e das condições de segurança

9.4.1 O serviço é aceito desde que atendidas as seguintes condições:

a) as juntas executadas apresentem-se homogêneas, em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências indesejáveis;

b) a superfície apresente-se desempenada, não ocorrendo marcas indesejáveis do equipamento de compressão;

c) os valores do Índice Internacional de Irregularidade - IRI devem ser de no máximo 2,7 m/km;

d) os valores da altura de areia (HS) obtidos com o ensaio de mancha de areia devem ser igual $0,60 \text{ mm} \leq HS \leq 1,20 \text{ mm}$ para análises estatísticas;

e) os valores de resistência à derrapagem (VRD) obtidos com o pêndulo britânico devem ser igual a $VRD \geq 45$.

9.4.2 No caso de trechos rodoviários que recebam solução de conservação preventiva periódica, os valores admissíveis para o índice internacional de irregularidade (IRI) são de, no máximo 4,0 m/km para valores individuais e 3,5 m/km para análises estatísticas, conforme definido no Manual de Gerência de Pavimentos – DNIT.

9.5 Condições de conformidade e não conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios descritos na sequência.

9.5.1.1 Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$:

conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;

\bar{X} – média da amostra;

s – desvio padrão;

k – adotado o valor 1,25;

n – número de determinações, no mínimo 9.

9.5.1.2 Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} - ks <$ valor mínimo especificado: não conformidade;

Se $\bar{X} - ks \geq$ valor mínimo especificado: conformidade.

9.5.1.3 Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} + ks >$ valor máximo especificado: não conformidade;

Se $\bar{X} + ks \leq$ valor máximo especificado: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às condições desta especificação.

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas estiverem em conformidade com o disposto nesta especificação.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de concreto asfáltico usinado a quente com asfalto borracha, executado e recebido na forma descrita, é medido pela determinação da massa de mistura aplicada e compactada, expressa em toneladas, fazendo-se distinção em relação à função da camada (rolamento, intermediária ou reperfilagem).

10.2 Para o caso de reperfilagem, a determinação da massa aplicada é efetuada com base na pesagem dos caminhões na saída da usina, em balança periodicamente aferida, e sob o devido controle de um técnico do DER/PR.

10.3 Para camada de rolamento ou intermediária, a medição da massa aplicada é

efetuada pelo produto dos volumes executados pela massa específica aparente média \bar{X} da mistura aplicada na pista. No cálculo dos volumes considera-se, obedecidas as tolerâncias especificadas, para cada segmento, sua extensão, a largura média da plataforma tratada e a espessura média \bar{X} da camada aplicada, a qual não podem superar à espessura de projeto.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, que representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição baseada no traço aprovado pelo DER/PR.

11.4 O teor de ligante a ser considerado deve ser igual à média estatística dos teores de ligante obtidos por meio da extração de betume das massas aplicadas.



**Departamento de
Estradas de Rodagem
do Estado do Paraná -
DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
www.der.pr.gov.br

DER/PR ES-P 30/17

PAVIMENTAÇÃO: MICRO REVESTIMENTO ASFÁLTICO A FRIO COM EMULSÃO MODIFICADA POR POLÍMEROS ELASTOMÉRICOS

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 28/08/2017
Deliberação n.º 140/2017

Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 30/05

Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavra-chave: recuperação superficial,
rejuvenescimento, micro revestimento asfáltico à
frio

12
páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de micro revestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímeros elastoméricos para selagem, impermeabilização, rejuvenescimento e conservação de pavimentos flexíveis. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/17

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação de DER/PR ES-P 30/05 e as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no Estado do Paraná.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção dos produtos e na aplicação de mistura asfáltica a frio, tipo micro revestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímeros elastoméricos, para rejuvenescimento e impermeabilização de superfícies asfálticas desgastadas de revestimentos porosos e/ou fissurados, em obras rodoviárias sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- ANP – Emulsões asfálticas catiônicas modificadas por polímeros elastoméricos – Resolução nº 36/2012
- ASTM-D 2172 – Quantitative Extraction of Bitumen From Bituminous Paving Mixtures – método B;
- ASTM-E 965 - Measuring Pavement Macrotexture Depth Using a Volumetric Technique (Mancha de areia)
- ABNT NBR 14746 - Microrrevestimento a frio e lama asfáltica – Determinação de perda por abrasão úmida (WTAT);
- ABNT NBR 14757 - Microrrevestimentos e lamas asfálticas - Determinação da adesividade de misturas;
- ABNT NBR 14758 - Microrrevestimentos asfálticos - Determinação do tempo mínimo de misturação;
- ABNT NBR 14798 - Microrrevestimento asfáltico - Determinação da coesão e características da cura pelo coesímetro;
- ABNT NBR 14841 – Microrrevestimento a frio - Determinação do excesso de asfalto e adesão de areia pela máquina LWT;
- DNER-ME 035 - Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”;
- DNER-ME 053 - Misturas betuminosas – percentagem de betume;
- DNER-ME 054 - Equivalente de areia;
- DNER-ME 083 - Agregados – análise granulométrica;
- DNER-ME 089 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- DNER-PRO 277: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;
- DNIT 011-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias;
- Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR;
- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR;
- Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR.

3 DEFINIÇÃO

3.1 Micro revestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímeros elastoméricos é a mistura de agregados miúdos, material de enchimento (filler) água e emulsão asfáltica modificada por polímeros elastoméricos, aditivos se necessários, com consistência fluida e uniformemente aplicada.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução de microrrevestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímeros elastoméricos:

- a) sem o preparo prévio da superfície caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra conforme as Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme o Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aprovação prévia do DER/PR do projeto de dosagem da mistura;
- e) quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C;
- f) em dias de chuva.

4.2 Todo carregamento de emulsão asfáltica que chegar à obra deve apresentar Certificado de Qualidade (Ensaio de especificação), além de trazer indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a refinaria ou fábrica e o canteiro de serviço.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais

- Todos os materiais utilizados devem atender às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Materiais asfálticos (Especificações Técnicas ANP)

- É recomendado o emprego de emulsão asfáltica catiônica modificada por polímero elastomérico de ruptura controlada (RC1C-E)

5.1.2 Aditivos

- podem ser empregados para acelerar ou retardar a ruptura da emulsão na execução do micro revestimento asfáltico a frio.

5.1.3 Água

5.1.3.1 Deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, de matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais.

5.1.3.2 Deve ser empregada na quantidade necessária que promova a consistência adequada da mistura.

5.1.4 Agregado

5.1.4.1 Constituído de areia, pedrisco, pó de pedra e filler, ou mistura deles , satisfazendo as seguintes condições:

- deve ser utilizada areia lavada composta por partículas individuais resistentes e limpas;
- o material que deu origem ao agregado miúdo deve apresentar desgaste Los Angeles igual ou inferior a 40% (DNER-ME 035);
- durabilidade com perda inferior a 15% quando usado sulfato de sódio (DNER-ME 089);
- equivalente de areia igual ou superior a 60% (DNER-ME 054);
- o material de enchimento a ser empregado é composto por filler, tais como cimento portland ou cal hidratada tipo CH-I, que atendam a seguinte granulometria:

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando em peso
ABNT	Abertura, mm	
n.º 40	0,42	100
n.º 80	0,18	95 – 100
n.º 200	0,074	65 - 100

5.2 Composição granulométrica da mistura de agregados

5.2.1 Deve satisfazer aos requisitos do quadro a seguir apresentado, inclusive quanto às tolerâncias quando ensaiadas pelo método DNER-ME 083.

Peneira de malha quadrada		Porcentagem passando, em peso			Tolerância na curva de projeto (%)
ABNT	Abertura, mm	Faixa I	Faixa II	Faixa III	
½"	12,5	-	-	100	-
¾"	9,5	100	100	85 – 100	± 5
n.º 4	4,75	90 – 100	70 – 90	60 – 87	± 5
n.º 8	2,36	65 – 90	45 – 70	40 – 60	± 5
n.º 16	1,18	45 – 70	28 – 50	28 – 45	± 5
n.º 30	0,60	30 – 50	19 – 34	19 – 34	± 5
n.º 50	0,33	18 – 30	12 – 25	14 – 25	± 5
n.º 100	0,15	10 – 21	7 – 18	8 – 17	± 3
n.º 200	0,075	5 – 15	5 – 15	4 – 8	± 2

5.2.2 As tolerâncias na curva de projeto constantes do quadro anterior são permitidas desde que os limites da faixa granulométrica não sejam ultrapassados.

5.3 Características da mistura - dosagem

5.3.1 A dosagem adequada do micro revestimento é realizada com base nos ensaios recomendados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas atendendo as seguintes características:

Teste	Descrição	Limites especificados
ABNT NBR 14746	Perda por abrasão em meio aquoso – uma hora de imersão (WTAT)	538 g/m ² , máximo
ABNT NBR 14841	Excesso de asfalto por efeito de roda e adesão de areia (LWT)	538 g/m ² , máximo
ABNT NBR 14757	Adesão por molhagem (adesividade)	90%, mínimo
ABNT NBR 14798	Coessão por molhagem (30 minutos)	12 kg.cm, mínimo
	Coessão por molhagem (60 minutos)	20 kg.cm, mínimo
ABNT NBR 14758	Tempo de mistura, 25 ± 1° C	120 s, mínimo

5.3.2 As taxas de aplicação de agregados e ligante asfáltico são definidas no projeto de dosagem. Usualmente o consumo necessário encontra-se nos intervalos estabelecidos no quadro a seguir:

Material	Unidade	Limites especificados		
		Faixa I	Faixa II	Faixa III
Asfalto residual	% em peso do agregado seco	7,0 – 13,0	6,5 – 11,5	5,0 – 8,0
Filler	% em peso do agregado seco	0 – 3	0 – 3	0 – 2
Polímero	% em peso do asfalto residual	3 mínimo	3 mínimo	3 mínimo
Taxa de aplicação da mistura	kg/m ²	6 – 11	8 – 16	15 – 30
Espessura	mm	4 – 15	6 – 20	12 – 30

5.4 Equipamento

5.4.1 Todo o equipamento antes do início da execução da obra deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o início dos serviços.

5.4.2 É obrigatório para o início dos trabalhos que o canteiro de serviço esteja instalado, contando no mínimo com as quantidades de equipamentos indicadas em projeto classificados conforme a seguir apresentado.

a) Equipamento de limpeza:

- vassoura mecânica rotativa;
- compressor de ar;
- caminhão-pipa.

b) Equipamento de transporte e estocagem de material:

- depósito apropriado para estocagem de agregados;
- tanque para armazenamento de emulsão asfáltica;
- tanque de depósito para água e/ou caminhão-pipa;
- pá carregadeira;
- caminhão basculante.

c) “Caminhão usina” de micro revestimento para produção de mistura e espalhamento.

5.5 Execução

5.5.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.5.2 Para a perfeita execução, bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral” os procedimentos sobre a execução prévia e obrigatória de segmento experimental a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR.

5.5.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido o Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, que devem ser obedecidas em toda a fase de execução desse serviço pela executante.

5.5.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.5.5 Preparo da superfície

5.5.5.1 A superfície deve estar limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais, a pintura de ligação geralmente não é necessária, porém é recomendada quando a aplicação é feita sobre pavimentos desgastados e com textura aberta e porosa e com fissuras que necessitam de selagem.

5.5.5.2 Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados previamente à aplicação da mistura.

5.5.6 Aplicação da mistura

5.5.6.1 Com velocidade uniforme, a mais reduzida possível, é dada a partida do “caminhão-usina” e iniciada a aplicação da mistura. Em condições normais a operação se processa com bastante simplicidade. A maior preocupação consiste em observar a consistência da massa abrindo ou fechando a alimentação da água de modo a obter uma consistência homogênea e manter a caixa distribuidora uniformemente carregada de mistura.

5.5.6.2 As possíveis falhas de execução, tais como escassez ou excesso de mistura e irregularidade na emenda de faixas, devem ser corrigidas imediatamente após a execução. A escassez é corrigida com adição de mistura e os excessos com a retirada por meio de rodos de madeira ou de borracha. Após essas correções a superfície áspera deixada é alisada com a passagem suave de qualquer tecido espesso umedecido com a própria mistura ou com emulsão.

5.5.7 Abertura ao tráfego

5.5.7.1 O tráfego somente é liberado após a conformação final da superfície e quando o micro revestimento apresentar coesão suficiente para evitar arrancamento superficial de agregados.

5.5.7.2 O tempo médio necessário para liberação ao tráfego é de uma hora e trinta minutos.

5.5.7.3 Deve ser feito controle de operação do tráfego liberado por um período mínimo de 24 horas.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Os cuidados a serem observados para preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados e o estoque de ligante asfáltico.

6.2 Agregados

6.2.1 A brita e a areia somente são aceitas com apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra.

6.2.2 Exigir a documentação emitida por órgão ambiental competente atestando a regularidade das instalações da pedreira/areal, assim como sua operação quando esses materiais forem fornecidos por terceiros.

6.2.3 Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.

6.2.4 Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a produção e possibilitar a recuperação ambiental após a retirada de todos os materiais e equipamentos.

6.2.5 É proibida a utilização de queimadas como forma de desmatamento e limpeza. Para desmatamento é necessário obter a respectiva autorização junto ao órgão ambiental competente.

6.2.6 Construir junto às instalações de britagem bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.3 Emulsão asfáltica

6.3.1 Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água.

6.3.2 Reaproveitar o refugo dos materiais para melhoramento dos acessos às pequenas propriedades lindeiras conforme as condições a seguir descritas ou ter disposição final de acordo com a Lei Estadual nº 12.493/99, regulamentada pelo Decreto nº 6.674/02 e pelas normas e especificações vigentes:

- a) o refugo em sólido (massa) pode ser reaproveitado desde que devidamente espalhado e compactado;
- b) o refugo em estágio líquido pode ser reaproveitado desde que misturado com qualquer agregado, inclusive solo local que permita condição de tráfego, sendo devidamente espalhado e compactado.

6.4 Quanto à instalação

6.4.1 A contratante é responsável pela obtenção da licença de instalação e operação do empreendimento.

6.4.2 A executante é responsável pela obtenção da licença de instalação para canteiro de obra, depósitos e pedreira industrial, quando for o caso.

6.4.3 As áreas afetadas pelas operações de construção e execução devem ser recuperadas mediante a remoção dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.

6.5 Operação

6.5.1 Dotar os silos de estocagem de agregados de proteção lateral e cobertura para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.

6.5.2 Dotar os silos de estocagem de filler de sistema próprio de filtragem a seco.

6.5.3 Manter em boas condições de operação todos os equipamentos de processo e de controle.

6.6 Além destes procedimentos devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução, referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.2.1 A fiscalização poderá a qualquer momento, solicitar acompanhamento de execução de ensaio de confirmação de resultados considerados insatisfatórios.

7.3 O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios apresentados a seguir:

7.3.1 Materiais asfálticos

- Item 4.2 das Condições Gerais

7.3.2 Agregados

Quantidade	Ensaio
a) No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedra	
01	Durabilidade
01	Abrasão Los Angeles
01	Adesividade
b) Para cada 7.000 m² aplicados	
01	Granulometria de cada agregado da composição
01	Equivalente de areia

7.4 Controle da execução

Quantidade	Ensaio
01	Extração de ligante pelo método de centrifugação, no mínimo, a cada 7.000 m ²
01	Extração de ligante segundo ASTM-D 2172 – método B a cada 35.000 m ²
01	Granulometria da mistura proveniente do ensaio de extração.

7.4.1 Controle da mistura asfáltica e acabamento

- a) O acabamento da superfície é verificado visualmente, devendo se apresentar desempenada e com o mesmo aspecto e textura obtidos no segmento experimental aprovado.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR, quando julgar necessário, a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar júízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 Verificação final da qualidade.

8.3.1 Alinhamentos: a verificação dos alinhamentos do eixo e bordos, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena.

8.3.2 Acabamento e segurança.

- a) A macrotextura é avaliada, à razão de uma determinação a cada 500 m de faixa, pelo ensaio de mancha de areia (ASTM E 965). Opcionalmente, os ensaios de mancha de areia podem ser substituídos, a critério do DER/PR, por medições a laser, em panos de 20 m situados a cada 500 m de faixa.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

9.1.1 Os agregados recebidos e utilizados na obra são aceitos desde que atendam ao especificado em 5.1.4.

9.1.2 A água utilizada é aceita desde que atenda ao especificado em 5.1.3.

9.1.3 A emulsão asfáltica modificada por polímeros elastoméricos é aceita desde que atenda ao especificado em 5.1.1

9.2 Aceitação da execução

9.2.1 Quantidade de ligante e graduação da mistura de agregados:

- a) a percentagem de ligante residual pode variar, no máximo, $\pm 0,3\%$ da fixada no projeto de dosagem;
- b) a granulometria da mistura deve atender ao especificado em 5.2

9.2.3 Os valores da altura de areia (HS) obtidos com o ensaio de mancha de areia devem ser $HS \geq 0,60$ mm para valores individuais e $0,60 \text{ mm} \leq HS \leq 1,20$ mm para análises estatísticas.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos desde que a largura da plataforma não seja menor que a prevista para a camada.

9.4 Aceitação das condições de acabamento

9.4.1 O serviço é aceito desde que atendidas as seguintes condições:

- a) as juntas executadas apresentem-se homogêneas em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências indesejáveis.
- b) a superfície apresente-se bem desempenada e homogênea.

9.5 Condições de conformidade e não-conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;

\bar{X} – média da amostra;

s – desvio padrão;

k – adotado o valor 1,25;

n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido devem ser verificadas as seguintes condições:

- Se $\bar{X} - ks <$ valor mínimo especificado: não conformidade;
 - Se $\bar{X} - ks \geq$ valor mínimo especificado: conformidade.
- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido devem ser verificadas as seguintes condições:
- Se $\bar{X} + ks >$ valor máximo especificado: não conformidade;
 - Se $\bar{X} + ks \leq$ valor máximo especificado: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às condições desta especificação.

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas estiverem em conformidade com o disposto nesta especificação, caso contrário deve ser rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 Os serviços aceitos são medidos pela determinação da área executada expressa em metros quadrados.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos somente serão atestados como parcela adimplente para pagamento se juntamente com a medição de referência estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é efetuado, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais que representam a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário deve estar relacionado à faixa de micro revestimento utilizada.

11.4 O preço unitário está sujeito à nova composição baseada no traço aprovado pelo DER/PR.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 31/05

PAVIMENTAÇÃO: FRESAGEM À FRIO

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 09/05/2005
Deliberação n.º 086/2005

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: fresagem à frio

6 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na remoção de camadas betuminosas do pavimento existente pelo processo de fresagem à frio. Aqui são definidos os requisitos relativos a equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de aceitação, rejeição, medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no país.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada para a aplicação de processo de fresagem a frio em obras sob a jurisdição do DER/PR, nas seguintes condições:

- a) na execução de reparos locais em pontos de ocorrência de remendos em mau estado, áreas adjacentes a painéis, rupturas plásticas e corrugações, situados na pista de rolamento;
- b) na remoção do revestimento betuminoso existente sobre os estrados de OAE em áreas de intensa deterioração e nas melhorias a serem executadas nas áreas de retornos e interseções;
- c) na remoção de camadas betuminosas existentes nas faixas de tráfego em locais indicados em projeto, para tratamento de áreas com irregularidade elevada, corrugações e/ou trincas graves associadas a outros defeitos;
- d) promover o aumento do coeficiente de atrito da pista de rolamento;
- e) promover a regularização da superfície de rolamento existente, previamente à aplicação das soluções de revestimentos asfálticos de pequenas ou micro espessuras.

2 REFERÊNCIAS

Fresagem de Pavimentos Asfálticos – Valmir Bonfim;
Especificações Particulares de Projetos Elaborados no Paraná – Engefoto S.A.

3 DEFINIÇÕES

3.1 Fresagem: corte ou desbaste de uma ou mais camadas do pavimento, por meio de processo mecânico a frio.

3.2 Fresagem contínua: é entendida como a fresagem aplicada a áreas individuais de, no mínimo, 400 m².

3.3 Fresagem descontínua: é entendida como a fresagem aplicada a áreas individuais de até 400 m².

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem a marcação prévia das áreas a fresar e profundidades de corte indicadas em projeto ou pelo DER/PR.

4.2 Em dias chuvosos pode ser permitida a execução dos serviços desde que atendidas as condições de segurança no trabalho e no trânsito da via.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Equipamentos

5.1.1 Todo o equipamento, antes do início da execução do serviço, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.1.2 Os equipamentos devem ser do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser necessários para a execução satisfatória dos serviços. Os equipamentos requeridos são os descritos a seguir.

- a) Máquina fresadora
 - a.1) Para a execução do serviço da fresagem, deve ser utilizada máquina fresadora autopropulsionada, capaz de cortar camadas do pavimento na profundidade requerida pelo projeto, por movimento rotativo de tambor dotado de dentes ou através de tambor para microfresagem.
 - a.2) A fresadora deve ter dispositivo de regulagem de espessura da camada do pavimento a ser removida, comando hidrostático e possibilidade de fresar a frio na largura necessária.
 - a.3) Deve ainda possuir dispositivo de elevação do material removido na pista para a caçamba de caminhões.
 - a.4) Os dentes do tambor fresador devem ser cambiáveis e permitir que sejam extraídos e montados através de procedimentos simples e práticos, visando o controle da largura de corte.
- b) Vassoura mecânica autopropulsionada e que disponha de caixa para recebimento do material, para promover a limpeza da superfície resultante da fresagem.

- c) Equipamento para aplicação de jato de ar comprimido, para auxiliar na limpeza da superfície resultante da fresagem.
- d) Caminhão tanque, para abastecimento de água do depósito da fresadora.
- e) Caminhão basculante para transporte do material fresado.
- f) Ferramentas manuais diversas.

5.2 Execução

5.2.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança do serviço é da executante.

5.2.2 A fresagem a frio do pavimento deve ser executada nas condições e seqüência construtiva descritas a seguir:

- a) Delimitação das áreas a serem fresadas, com tinta, e definição da profundidade de fresagem, de acordo com o projeto ou eventuais ajustes de campo definidos pelo DER/PR.
- b) Quando o material fresado tiver como destino a reciclagem, previamente à fresagem, deve ser retirado o excesso de sujeira e resíduos da superfície do pavimento.
- c) Corte das camadas betuminosas pela utilização de máquina fresadora.
- d) Durante a fresagem deve ser mantida a operação de jateamento de água, para resfriamento dos dentes da fresadora.
- e) O material fresado deve ser imediatamente elevado para carga dos caminhões e disposto em local apropriado, de forma a não prejudicar a configuração existente e não interferir no processo de escoamento das águas superficiais, minimizando os impactos ambientais.
- f) Limpeza da superfície resultante logo após a execução da fresagem, preferencialmente com o uso de vassouras mecânicas em relação a processos manuais, sendo recomendado, em ambos os casos, a aplicação de jato de ar comprimido.
- g) Tratamento da superfície resultante da fresagem em pontos fracos, onde permaneçam buracos ou ocorram desagregações. Nesses casos, devem ser tomadas as medidas a seguir descritas.
 - g.1) Ocorrência de buracos ou desagregação localizada: execução de reparo localizado superficial.
 - g.2) Desagregação generalizada: remoção do material solto, por fresagem ou outro processo apropriado, recomposição da camada granular subjacente (se necessário) e/ou execução de camada adicional de concreto betuminoso. Para tanto, tomar previamente as medidas cabíveis relativas à limpeza da superfície e pintura de ligação.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Devem ser observadas medidas visando a preservação do meio ambiente, no decorrer das operações destinadas à execução da fresagem à frio do pavimento.

6.2 Os cuidados, para a preservação ambiental, referem-se à disciplina do tráfego e do estacionamento dos equipamentos, assim como à disposição e estocagem do material fresado.

6.3 Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural.

6.4 As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até cursos d'água.

6.5 Caso o material fresado não venha a ser utilizado na execução de novos serviços e venha a ser estocado, o terreno de estoque deve ser nivelado a fim de permitir a drenagem conveniente da área e a retirada do material fresado, quando necessário.

6.6 Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 A fresagem deve ser executada dentro dos limites da área previamente demarcada, e na espessura de corte indicada em projeto ou definida pelo DER/PR.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de verificações que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

8.2.1 Fresagem contínua: é determinada a área fresada, a partir da medição das dimensões de cada pano executado. A determinação da espessura de fresagem, em cada pano, é obtida pela média aritmética de, no mínimo, 3 (três) medidas para cada 100 m² fresados.

8.2.2 Fresagem descontínua: é determinada a área fresada a partir da medição das dimensões de cada local fresado. A determinação da espessura de fresagem é definida, em cada local, pela média aritmética de, no mínimo, 3 (três) medidas por área fresada.

8.2.3 A inclinação transversal para trechos de fresagem contínua é feita por amostragem aleatória, que resulte na completa verificação da área fresada.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação das profundidades de corte e abaulamento transversal

9.1.1 Os serviços executados em cada área tratada são aceitos, à luz das profundidades de corte, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) para espessuras de corte superiores a 5 cm: a média aritmética da espessura obtida deve situar-se no intervalo de $\pm 10\%$, em relação à espessura prevista em projeto ou definida na obra pelo DER/PR;
- b) para espessuras de corte inferiores a 5 cm: a média aritmética da espessura obtida deve situar-se no intervalo de $\pm 20\%$, em relação à espessura prevista em projeto ou definida na obra pelo DER/PR.
- c) para fresagens contínuas, o abaulamento transversal, para pontos isolados, não deve diferir em mais de 20% da inclinação indicada em projeto, não se admitindo depressões que propiciem o acúmulo de água.

9.2 Caso o material resultante da fresagem seja depositado em local inadequado para o seu posterior reaproveitamento e/ou que possa causar danos ambientais, os serviços devem ser rejeitados até que sejam atendidas as condições adequadas de disposição e segurança ambiental.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 Os serviços aceitos são medidos pela determinação do volume do material fresado, expresso em metros cúbicos, calculado a partir do produto da área trabalhada pela espessura média X de fresagem, fazendo-se distinção em função do tipo de fresagem (contínua ou descontínua).

10.2 Devem ser medidos à parte, de acordo com as especificações de serviços correspondentes, os serviços efetivamente executados indicados em 5.2.2.g.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 32/05

PAVIMENTAÇÃO: RECICLAGEM DE PAVIMENTO A FRIO “IN SITU” COM ESPUMA DE ASFALTO

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005
Deliberação n.º 281/2005

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavras-chave: base, reciclagem, espuma de asfalto

17 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de reciclagem a frio “in situ” do pavimento, com adição de espuma de asfalto. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação de serviço DNER-ES 405/2000 e as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no Estado do Paraná.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção do produto e sua aplicação em camadas recicladas de pavimentos rodoviários em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- ABNT NBR-5732/91 - Cimento Portland comum
 ABNT NBR-6560/00 - Materiais betuminosos – determinação de ponto de amolecimento
 ABNT NBR-11579/91 - Cimento Portland – determinação da finura por meio da peneira 75 μm (nº 200)
 ASTM D-2172 - **Standard test methods for quantitative extraction of bitumen from bituminous paving mixtures**
 DNER-EM 036/95 - Cimento Portland – recebimento e aceitação
 DNER-EM 204/95 - Cimento asfáltico de petróleo
 DNER-ME 003/94 - Materiais betuminosos – determinação de penetração
 DNER-ME 024/94 - Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman
 DNER-ME 004/94 - Materiais betuminosos – determinação da viscosidade “**Saybolt-furol**” a alta temperatura (ABNT-NBR 14950/03)
 DNER-ME 035/98 - Agregados – determinação da abrasão “**Los Angeles**”
 DNER-ME 043/95 - Misturas betuminosas a quente – ensaio Marshall
 DNER-ME 053/94 - Misturas betuminosas – percentagem de betume
 DNER-ME 054/97 - Equivalente de areia
 DNER-ME 080/94 - Solos – análise granulométrica por peneiramento
 DNER-ME 083/98 - Agregados – análise granulométrica
 DNER-ME 089/94 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
 DNER-ME 092/94 - Solo – determinação da massa específica aparente “in situ”, com emprego do frasco de areia
 DNER-ME 117/94 - Mistura betuminosa – determinação da densidade aparente
 DNER-ME 129/94 - Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas
 DNER-ME 138/94 - Misturas betuminosas – determinação da resistência à tração por compressão diametral
 DNER-PRO 277/97 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
 DNIT 011/2004-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias
 DNIT 068/2004-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento
 Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
 Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
 Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR
 Regulamento técnico ANP nº 03/2005: Cimento asfáltico de petróleo

3 DEFINIÇÕES

3.1 Base reciclada “in situ” com incorporação de espuma de asfalto: é a mistura reciclada no local com o emprego de equipamentos próprios para esta finalidade, utilizando-se materiais do pavimento existente, agregados adicionais (eventualmente), cimento asfáltico de petróleo sob forma de espuma, cimento Portland (ou outro aglomerante, desde que devidamente comprovada a sua eficácia através de ensaios laboratoriais) e água em proporções previamente determinadas em laboratório, misturada, espalhada e compactada, de forma a compor uma nova camada de base do pavimento.

3.2 Espuma de asfalto: é o estado temporário obtido a partir da injeção de mistura de ar sob pressão e pequena quantidade de água sobre cimento asfáltico de petróleo (CAP), este aquecido a cerca de 175°C (ou outra temperatura mais adequada para o tipo de cimento asfáltico de petróleo selecionado para a execução da obra), gerando forte expansão volumétrica do ligante. Nesta condição, o produto obtido é trabalhável à temperatura ambiente.

3.3 Taxa de expansão: é a relação entre o volume máximo do cimento asfáltico de petróleo no estado de “espuma” e o volume do cimento asfáltico de petróleo remanescente, após a espuma estar completamente assente.

3.4 Meia-vida: é o tempo em segundos necessário para a espuma assentar à metade do volume máximo alcançado.

3.5 Relação de tensões: é a relação entre a resistência à tração indireta na condição saturada e a resistência à tração indireta na condição seca, obtidas através do ensaio de compressão diametral de corpos de prova Marshall, a 25°C.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem;
- e) quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C;
- f) em dias de chuva.

4.2 Todo carregamento de ligante betuminoso, que chegar à obra, deve apresentar o certificado de resultados de análise correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento e transporte para o canteiro de serviço. Deve trazer também indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a fonte de produção e o canteiro de serviço.

4.3 Todo carregamento de cimento que chegar à obra deve vir acompanhado de certificado de fabricação com no mínimo informações sobre a data de fabricação, origem, além da sigla correspondente, a classe, a denominação normalizada, a massa líquida entregue.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais

5.1.1 Todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.2 Cimento Portland

- a) Deve obedecer às especificações da DNER-EM 036/95, NBR 5732/91 e NBR 11579/91.

5.1.3 Outros tipos de aglomerantes

- a) A critério do DER/PR e desde que a eficácia seja devidamente comprovada através de ensaios laboratoriais específicos, pode-se utilizar como aglomerante cal hidratada. O fornecedor deve apresentar certificado de análise de seu produto

5.1.4 Água

- a) Deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, de matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais.

5.1.5 Cimento asfáltico de petróleo

- a) É utilizado, para a produção da espuma de asfalto cimento asfáltico de petróleo do tipo CAP-7 ou CAP-20, atendendo a especificação DNER-EM 204/95, ou cimentos asfálticos dos tipos CAP 50-70, CAP 85-100 ou CAP 150-200 atendendo ao Regulamento Técnico ANP 03/2005.
- b) Opcionalmente, à critério do DER/PR e desde que respaldado por estudo laboratorial específico, pode-se utilizar na produção da espuma, cimento asfáltico de petróleo fluxado, levando a produtos de menor viscosidade, e que têm potencialmente condições de gerar espumas de asfalto de boa trabalhabilidade. Na inexistência de especificações de materiais para estes produtos, o fornecedor deve apresentar certificado de garantia do uso do mesmo, independentemente da comprovação laboratorial citada.

5.1.6 Agregados adicionais

- a) A granulometria da mistura a reciclar pode ser corrigida pela adição de um ou mais agregados, de acordo com a dosagem ou por indicação do projeto.
- b) O agregado graúdo deve ser constituído por pedra britada ou seixo rolado britado, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:
 - b.1) quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 089/94), os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores a 12%;
 - b.2) a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 035/98) não deve ser superior a 50%;
 - b.3) a percentagem de grãos de forma defeituosa, determinada no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução, não pode ultrapassar a 20%;
 - b.4) no caso de emprego de seixos rolados britados, exige-se que 90% dos fragmentos, em peso, apresentem pelo menos uma face fragmentada pela britagem.
- c) O agregado miúdo deve ser constituído por pó-de-pedra, apresentando partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Devem ser atendidos, ainda, os seguintes requisitos:
 - c.1) as perdas no ensaio de durabilidade (DNER-ME 089/94), em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, devem ser inferiores a 15%;
 - c.2) o equivalente de areia (DNER-ME 054/97) do agregado miúdo deve ser igual ou superior a 40%.

5.2 Espuma de asfalto

5.2.1 A espuma de asfalto produzida deve apresentar características a seguir descritas.

- a) Na fase de dosagem:
 - taxa de expansão: mínima de 5 vezes;
 - meia-vida: mínima de 5 s.
- b) Durante a execução da obra:
 - taxa de expansão: deve ser respeitada, na execução, a taxa de expansão indicada na dosagem;
 - meia-vida: deve ser respeitado, na execução, o tempo de meia-vida indicado na dosagem.

5.3 Características da mistura reciclada

5.3.1 A composição da mistura reciclada deve satisfazer aos requisitos granulométricos do quadro abaixo:

Peneira de malha quadrada		Porcentagem passando, em peso	
ABNT	Abertura, mm	Faixa granulométrica I	Faixa granulométrica II
2"	50,80	100	100
1 ½"	38,10	86-100	83-100
1"	25,40	72-100	76-100
¾"	19,10	64-100	70-94
½"	12,70	53-84	62-86
⅜"	9,50	46-76	58-80
n.º 4	4,80	34-62	42-68
n.º 10	2,00	23-50	32-54
n.º 40	0,42	11-32	16-35
n.º 80	0,18	8-25	10-26
n.º 200	0,074	5-20	5-20

5.3.2 Além do atendimento à faixa granulométrica apresentada, deve-se atentar para os seguintes aspectos, essenciais ao bom desempenho do serviço:

- existência de um mínimo de 5% de finos passantes na peneira n.º. 200, sem o que a espuma não se dispersa convenientemente no âmbito da mistura;
- inexistência de patamares ou fortes descontinuidades granulométricas.

5.3.3 Para efeito de controle e aceitação do serviço, deve ser definida uma faixa granulométrica de trabalho, baseada na granulometria adotada na dosagem da mistura, acrescida das tolerâncias a seguir indicadas, em cada peneira:

Peneira de malha quadrada		Tolerâncias em relação à granulometria de projeto, em porcentagem
ABNT	Abertura, mm	
2"	50,80	-
1 ½"	38,10	± 8
1"	25,40	± 8
¾"	19,10	± 8
½"	12,70	± 8
⅜"	9,50	± 8
n.º 4	4,80	± 8
n.º 10	2,00	± 5
n.º 40	0,42	± 5
n.º 80	0,18	± 5
n.º 200	0,074	± 3

5.3.4 O teor de cimento recomendável, para evitar efeito negativo nas propriedades de fadiga da camada reciclada é de no máximo 2%, preferencialmente 1%. A adição do cimento, contribui para o material asfáltico se dispersar de forma adequada na mistura reciclada, em especial naquela que possui deficiência de agregados finos (menos do que 5% passando na peneira de número 200).

5.3.5 O teor de asfalto a ser utilizado, geralmente situa-se na faixa de 2% a 4%.

5.3.6 A quantidade de água adicionada ao asfalto, usualmente está compreendida entre 1% e 2% sobre o peso do asfalto, respeitando os valores admissíveis para taxa de expansão e meia-vida indicadas no projeto.

5.3.7 A mistura reciclada deve satisfazer, ainda, aos seguintes requisitos mínimos:

- a) resistência à tração indireta seca, a 25 °C, mínima de 4 kgf/cm²;
- b) resistência à tração indireta saturada, a 25 °C, mínima de 2 kgf/cm²;
- c) relação de tensões mínima de 70%.

5.3.8 Orientações para a dosagem de mistura reciclada

a) Coleta de amostras

- a.1) A coleta de amostras para subsidiar a dosagem da mistura reciclada, deve ser efetuada, necessariamente, com o auxílio da própria recicladora que é utilizada nos serviços de reciclagem.
- a.2) É fundamental que a coleta de amostras para a definição dos projetos de dosagem seja feita de forma a cobrir todas as possíveis variações da estrutura do pavimento existente. A cada uma destas variações corresponde um segmento homogêneo, para o qual deve ser elaborado um projeto de dosagem específico.
- a.3) Os procedimentos de coleta de amostras são definidos em instrução específica do DER/PR.

b) Produção da espuma em laboratório

- b.1) A produção da espuma de asfalto em laboratório deve ser efetuada com emprego de equipamento específico, capaz de simular condições semelhantes às da própria recicladora.

c) Apresentação da dosagem da mistura reciclada

- c.1) As seguintes características da mistura reciclada devem ser indicadas no relatório de dosagem:
 - composição granulométrica de projeto e faixa de trabalho;
 - cimento asfáltico de petróleo a ser utilizado, bem como o fornecedor;

- teor de cimento asfáltico de petróleo para a formação da espuma, bem como a percentagem de água para produzi-la;
- temperatura de aquecimento do cimento asfáltico de petróleo;
- umidade ótima da mistura reciclada;
- massa específica aparente seca máxima da mistura reciclada;
- energia de compactação especificada (Proctor Modificado);
- taxa de expansão e meia-vida s;
- resistências à tração indireta, para as condições seca e saturada;
- relação de tensões.

5.4 Equipamentos

5.4.1 Todo o equipamento, antes do início da execução do serviço, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para seu início.

5.4.2 Os equipamentos utilizados são os seguintes:

- a) distribuidor de agregados;
- b) distribuidor de aglomerante hidráulico;
- c) recicladora, com as seguintes características:
 - c.1) o equipamento deve ter dispositivo eletrônico de regulação de espessura da camada do pavimento;
 - c.2) largura mínima efetiva, em uma passada, de 2 m;
 - c.3) possuir acessórios específicos para a produção da espuma, sua dosagem e espargimento;
 - c.4) possuir acessórios específicos para injeção e dosagem de água, em sistema separado do sistema de espuma;
- d) caminhão para transporte de cimento asfáltico, dotado de sistema de aquecimento térmico compatível com as temperaturas de aquecimento requeridas;
- e) caminhão-tanque para o abastecimento de água;
- f) motoniveladora;
- g) rolo vibratório autopropelido tipo pé-de-carneiro;
- h) rolo liso vibratório;
- i) rolo de pneumáticos de pressão variável.

5.5 Execução

5.5.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.5.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.5.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.5.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.5.5 A reciclagem “in situ” do pavimento deve ser executada nas condições e seqüência a seguir descritas.

- a) Espalhamento do agregado adicional, na espessura determinada (se requerido), preferencialmente com emprego de distribuidor de agregados. Opcionalmente, é admitido o emprego de motoniveladora.
- b) Espalhamento do aglomerante hidráulico sobre o pavimento existente, no teor indicado no projeto da mistura reciclada, com emprego de distribuidor de aglomerante hidráulico; opcionalmente, desde que se garanta a homogeneidade da taxa prevista em projeto, é admitido o espalhamento manual.
- c) Reciclagem na seção e espessura de corte indicada em projeto, incorporando-se o aglomerante hidráulico e o agregado adicional (se requerido), com a concomitante adição de água e espuma de asfalto, de acordo com o projeto de dosagem.

5.5.6 Conformação inicial da camada reciclada

- a) Imediatamente após a atuação da recicladora, atua a motoniveladora, de modo a conformar a camada reciclada aos perfis transversais e longitudinais de projeto.
- b) Todas as precauções devem ser tomadas a fim de serem evitados processos que levem à segregação da mistura reciclada.

5.5.7 Compressão e conformação final

- a) Imediatamente após a conformação inicial, executa-se a compressão com o emprego de rolo vibratório auto-propelido tipo pé-de-carneiro, tendo seqüência com o emprego de rolos lisos vibratórios, sendo concluída com rolos pneumáticos que assegurem a obtenção, em toda a espessura da camada, da massa específica aparente especificada.

- b) Durante as operações de compressão devem ser tomadas as medidas necessárias para que a camada superficial seja mantida na faixa de variação de 0,9 a 1,1 vezes a umidade ótima.
- c) A operação de compressão deve ser conduzida de modo que a espessura a ser compactada na fase final, pelos rolos pneumáticos ou lisos, seja a maior possível, nunca menor que 5 cm, após compactação.
- d) Após a conclusão da compactação, é feito o acerto final da superfície, de modo a satisfazer o projeto, pela eliminação de saliências, com o emprego da motoniveladora; não é permitida a correção de depressões pela adição de material; a superfície da base é comprimida até que se apresente lisa e isenta de partes soltas ou sulcadas.
- e) O grau de compactação a ser obtido deve ser de, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida com a energia Modificada, evitando-se compactação em excesso, que pode resultar em prejuízo para o material reciclado.
- f) Em caso da impossibilidade de obtenção de condições de compressão homogêneas em toda a espessura da camada reciclada, o equipamento (ou equipe) de compressão deve ser substituído; pode-se adotar procedimento alternativo, removendo com lâmina de motoniveladora cerca de 40% da espessura de material a compactar, estocando-o apropriadamente, compactando com o equipamento mais enérgico disponível o fundo da camada reciclada, retornando com lâmina o material complementar e aplicando esforço final de compactação, tendo-se o cuidado de manter a umidade ideal e proceder de tal forma a se evitar a segregação da mistura, para as duas fases mencionadas; de qualquer forma, a camada reciclada somente deve ser liberada, em termos de compactação, se o grau de compactação mínimo se verificar em toda a sua espessura.

5.5.8 Proteção e cura

- a) Logo após a sua execução, a camada reciclada recebe a aplicação de uma capa selante, conforme a DER/PR ES-P 19-05, devendo ficar sem exposição ao tráfego por período mínimo de 12 horas.
- b) Caso a posterior liberação ao tráfego promova a degradação da capa selante e a exposição da base, deve ser aplicada nova capa selante, após varredura do material solto existente.
- c) A camada reciclada, após o período de cura preliminar estabelecido, deve ser submetida à ação do tráfego, por período de 3 a 7 dias, de forma que eventuais deficiências se exteriorizem e possam ser sanadas antes da aplicação da camada de revestimento.

5.5.9 O processo de execução das juntas transversais e longitudinais, deve assegurar adequadas condições de acabamento.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de reciclagem a frio “in situ”, utilizando espuma de asfalto, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de asfalto, aglomerantes em pó e agregados.

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados e a manipulação de ligante asfáltico.

6.3 Agregados

- a) O material somente é aceito após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra.
- b) Deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações da pedreira, assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros.
- c) Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.
- d) Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos.
- e) Impedir queimadas como forma de desmatamento.
- f) Construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.4 Na execução

6.4.1 Os cuidados, para a preservação ambiental, se referem à disciplina do tráfego, ao estacionamento dos equipamentos, aos resíduos de lubrificantes e combustíveis e à correta disposição de materiais excedentes da reciclagem.

6.4.2 Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural.

6.4.3 As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até cursos d'água.

6.4.4 Materiais excedentes da reciclagem devem ter disposição de forma que não causem prejuízo ao meio ambiente e aos corpos hídricos.

6.5 Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução, referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 Controle de qualidade dos materiais

7.3.1 Cimento Portland

Quantidade	Descrição
Para cada 600 m³ de mistura a ser reciclada, ou quando houver dúvidas sobre a sua sanidade:	
01	Ensaio de determinação da finura
Nota 1 - O resíduo retido na peneira n.º 200 (malha de 0,074 mm) não deve exceder a:	
- cimento Portland de alto forno: 10%;	
- cimento comum: 15%.	

7.3.2 Água

a) Deve ser examinada sempre que houver dúvida sobre a sua qualidade.

7.3.3 Cimento asfáltico de petróleo

Quantidade	Descrição
Para todo carregamento que chegar à obra:	
01	Ensaio de viscosidade Saybolt-Furol
01	Ensaio de penetração a 25°C

7.3.4 Agregados adicionais

Quantidade	Descrição
Para cada 600 m³ de mistura a ser reciclada:	
01	Ensaio de granulometria para cada agregado adicional envolvido na mistura
Para cada 1200 m³ de mistura a ser reciclada:	
01	Ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo
No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedreira:	
01	Ensaio de desgaste Los Angeles
01	Ensaio de lameridade
01	Ensaio de durabilidade

7.4 Controle de execução na pista

7.4.1 Espuma de asfalto

Quantidade	Descrição
Para cada dia de trabalho:	
06	Medida da temperatura do asfalto no tanque
06	Medida da taxa de expansão e da meia-vida, após a passagem de pelo menos 100 litros de asfalto pela barra de aspersão durante a reciclagem

7.4.2 Mistura reciclada

Quantidade	Descrição
Para cada 100 m³ de mistura reciclada, imediatamente após à passagem da recicladora:	
01	Teor de umidade da mistura reciclada
01	Medida da espessura de corte
Para cada 600 m³ de mistura reciclada, logo após à passagem da recicladora e antes da compressão:	
06	Moldagem de corpos de prova Marshall (75 golpes por face), para a determinação das densidades aparentes e resistências à tração por compressão diametral para as condições seca e saturada, a 25°C (3 determinações para cada condição), após período de cura
03	Ensaio de compactação na energia Modificada, com amostras nas condições de pista (massa específica aparente de referência)
01	Determinação do teor de asfalto da mistura
Para cada 200 m³ de mistura reciclada, após compressão:	
01	Determinação da massa específica aparente seca “in situ”
Para cada 3000 m³ de mistura reciclada, após 7 dias de cura:	
03	Extração de corpos de prova com sonda rotativa (6”), para análise visual da integridade e homogeneidade da camada
Nota 1: o teor de CAP incorporado é obtido pela diferença entre o teor obtido no ensaio de extração, e o teor encontrado para as amostras coletadas na fase de dosagem.	
Nota 2: paralelamente aos ensaios de extração de betume pelo método de centrifugação são realizados a cada 6.000 m ³ de mistura reciclada, três ensaios de extração por refluxo (ASTM D-2172 – método B), para ajuste de possíveis desvios no ensaio do Rotarex.	
Nota 3: deve ser verificado o bom desempenho da camada reciclada, após 7 dias de cura, através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.	

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

- a) espessura da camada: deve ser medida a espessura, no mínimo a cada 100 m;
- b) largura executada: a verificação da largura da plataforma, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena em espaçamento de, pelo menos, 20 m.

8.4 Verificação do acabamento: as condições de acabamento da superfície são apreciadas em bases visuais. Especial atenção deve ser conferida à verificação da presença de segregação superficial.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

- a) O aglomerante hidráulico recebido e utilizado na obra é aceito, desde que atenda ao especificado em 5.1.2.
- b) A água utilizada é aceita desde que atenda ao especificado em 5.1.4.
- c) O cimento asfáltico de petróleo é aceito, desde que atenda ao especificado em 5.1.5.
- d) Os agregados adicionais são aceitos, desde que atendam ao especificado em 5.1.6.

9.2 Aceitação da execução

9.2.1 Temperatura do cimento asfáltico de petróleo

- a) Para a produção da espuma de asfalto, é aceito um desvio de $\pm 3^{\circ}\text{C}$ da temperatura especificada para a sua formação.

9.2.2 Quantidade de ligante e graduação da mistura de agregados

- a) O teor de cimento asfáltico incorporado não deve variar de mais do que $\pm 0,4\%$ em relação ao teor de projeto.
- b) Durante a reciclagem, a granulometria da mistura deve estar inserida na faixa de trabalho definida no projeto de dosagem, atendendo ainda ao especificado em 5.3.1 e 5.3.3.

9.2.3 Características da mistura reciclada

- a) A taxa de expansão, a meia-vida, as resistências à tração indireta para as condições seca e saturada e a relação de tensões, devem atender ao prescrito no projeto de dosagem.
- b) O grau de compactação deve ser igual ou superior a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida com a energia Modificada, sendo calculado estatisticamente conforme os procedimentos descritos em 9.5.1.

- c) As condições de homogeneidade e integridade da camada reciclada, avaliadas em bases visuais sobre os corpos de prova extraídos da pista, devem ser consideradas satisfatórias.
- d) As medidas de deflexão devem ser inferiores à deflexão máxima admissível de projeto, para o tipo de camada.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada;
- b) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = X - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

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

$N \geq 9$ (número de determinações efetuadas)

- b.1) a espessura média determinada estatisticamente não deve ser menor do que a espessura de projeto menos 0,02 m;
- b.2) não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo $\pm 0,03$ m em relação à espessura de projeto;
- b.3) em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada reciclada com espessura média inferior à de projeto, a diferença é compensada estruturalmente na (s) camada (s) a ser (em) superposta (s);
- b.4) em caso de aceitação de camada reciclada, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura superior à de projeto, a diferença não é deduzida da (s) espessura (s) da (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).

9.4 Aceitação das condições de cura e do acabamento

9.4.1 A capa selante é aceita desde que atendidas as exigências da especificação DER/PR ES-P 19/05.

9.4.2 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) as juntas executadas apresentem-se homogêneas, em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências indesejáveis;
- b) a superfície apresente-se bem desempenada, não ocorrendo marcas indesejáveis do equipamento de compressão e adequadamente protegida por capa selante.

9.5 Condições de conformidade e não conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;
 $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

- x_i - valores individuais;
- X - média da amostra;
- s - desvio padrão;
- k - adotado o valor 1,25;
- n - número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;
 Se $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;
 Se $X + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário deve ser rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço é medido pelo volume de base reciclada executada, em metros cúbicos, de acordo com os alinhamentos e cotas de projeto.

10.2 No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média X calculada como indicado anteriormente, limitada à espessura de projeto.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada no traço de projeto.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 33/05

PAVIMENTAÇÃO: RECICLAGEM DE PAVIMENTO “IN SITU” COM ADIÇÃO DE CIMENTO

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005
Deliberação n.º 281/2005

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: base, reciclagem, estabilização com
cimento

13 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de reciclagem a frio “in situ” do pavimento, com adição de cimento Portland. São também encontrados os requisitos relativos a materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece a sistemática empregada na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no país.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção do produto e sua aplicação em camadas recicladas de pavimentos rodoviários em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- ABNT NBR-5732/91 - Cimento Portland comum
ABNT NBR-11579/91 - Cimento Portland – determinação da finura por meio da peneira 75 μm (nº 200)
DNER-EM 036/95 - Cimento Portland – recebimento e aceitação
DNER-ME 024/94 - Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman
DNER-ME 035/98 - Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”
DNER-ME 054/97 - Equivalente de areia
DNER-ME 080/94 - Solos – análise granulométrica por peneiramento
DNER-ME 082/94 - Solos – determinação do limite de plasticidade
DNER-ME 083/98 - Agregados – análise granulométrica
DNER-ME 089/94 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
DNER-ME 092/94 - Solo – determinação da massa específica aparente “in situ”, com emprego do frasco de areia
DNER-ME 122/94 - Solos – determinação do limite de liquidez
DNER-ME 129/94 - Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas
DNER-ME 201/94 - Solo-cimento – moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos
DNER-ME 202/94 - Solo-cimento – compressão axial de corpos de prova cilíndricos
DNER-PRO 277/97 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
DNIT 011/2004-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias
DNIT 068/2004-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento
Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR
Regulamento técnico ANP nº 03/2005: Cimento asfáltico de petróleo

3 DEFINIÇÃO

3.1 Base reciclada “in situ” com adição de cimento Portland: é a mistura reciclada no local com o emprego de equipamentos próprios para esta finalidade, utilizando-se material do pavimento existente, agregados adicionais (eventuais), cimento Portland e água, em proporções previamente determinadas em laboratório, misturada, espalhada e compactada, de forma a compor uma nova camada de base do pavimento.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície a receber a camada de brita graduada (regularização do subleito ou sub-base), caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem a aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem;
- d) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- e) em dias de chuva.

4.2 Todo carregamento de cimento que chegar à obra deve vir acompanhado de certificado de fabricação, origem e mais o que seja necessário para sua caracterização para o fim a que se destina.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Cimento Portland

- a) Deve obedecer às especificações da DNER-EM 036/95, NBR 5732/91 e NBR 11579/91.

5.1.2 Água

- a) Deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, de matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais.

5.1.3 Agregados adicionais

- a) A granulometria da mistura a reciclar pode ser corrigida pela adição de um ou mais agregados, de acordo com a dosagem ou por indicação do projeto.
- b) O agregado graúdo deve ser constituído por pedra britada ou seixo rolado britado, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:
 - b.1) quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 089/94), os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores a 12%;

- b.2) a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 035/98) não deve ser superior a 50%;
- b.3) a percentagem de grãos de forma defeituosa, determinada no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução, não pode ultrapassar a 20%;
- b.4) no caso de emprego de seixos rolados britados, exige-se que 90% dos fragmentos, em peso, apresentem pelo menos uma face fragmentada pela britagem.
- c) O agregado miúdo deve ser constituído por pó-de-pedra, apresentando partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Devem ser atendidos, ainda, os seguintes requisitos:
- c.1) as perdas no ensaio de durabilidade (DNER-ME 089/94), em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, devem ser inferiores a 15%;
- c.2) o equivalente de areia (DNER-ME 054/97) do agregado miúdo deve ser igual ou superior a 40%.

5.2 Características da mistura reciclada

5.2.1 Composição granulométrica: a composição granulométrica do material reciclado, juntamente com o agregado adicional (eventual) e o cimento Portland, deve satisfazer aos requisitos do quadro seguinte.

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando em peso
ABNT	Abertura, mm	
2 ½"	63,5	100
Nº 4	4,8	50 – 100
Nº40	0,42	15 – 100
Nº200	0,075	5 - 100

5.2.2 Para efeito de controle e aceitação do serviço, deve ser definida uma faixa granulométrica de trabalho, baseada na granulometria adotada na dosagem da mistura, acrescida das tolerâncias a seguir indicadas, em cada peneira:

Peneira		%Passando, em Peso
ABNT	Abertura, mm	
2 ½"	63,5	-
Nº 4	4,8	± 8
Nº40	0,42	± 5
Nº200	0,075	± 3

5.2.3 O limite de liquidez (DNER-ME 122/94) deve ser igual ou inferior a 25%, e o índice de plasticidade igual ou inferior a 6%.

5.2.4 A mistura reciclada deve satisfazer aos seguintes requisitos mínimos: resistência à compressão simples, aos sete dias, mínima de 3,5 MPa e máxima de 8,0 MPa.

5.3 Orientações para a dosagem de mistura reciclada

5.3.1 Coleta de amostras

- a) A coleta de amostras para subsidiar a dosagem da mistura reciclada, deve ser efetuada, necessariamente, com o auxílio da própria recicladora que é utilizada nos serviços de reciclagem.
- b) É fundamental que a coleta de amostras para a definição dos projetos de dosagem seja feita de forma a cobrir todas as possíveis variações da estrutura do pavimento existente. A cada uma destas variações corresponde um segmento homogêneo, para o qual deve ser elaborado um projeto de dosagem específico.
- c) Os procedimentos de coleta de amostras são definidos em instrução específica do DER/PR.

5.3.2 Apresentação da dosagem da mistura reciclada

- a) As seguintes características da mistura reciclada devem ser indicadas no relatório de dosagem:
 - composição granulométrica de projeto e faixa de trabalho;
 - umidade ótima da mistura reciclada;
 - massa específica aparente seca máxima da mistura reciclada;
 - energia de compactação especificada (Proctor Intermediário);
 - resistência à compressão simples aos 7 dias.

5.4 Equipamentos

5.4.1 Todo o equipamento, antes do início da execução do serviço, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para seu início.

5.4.2 Os equipamentos utilizados são os seguintes:

- a) distribuidor de agregados;
- b) distribuidor de aglomerante hidráulico;
- c) recicladora, com as seguintes características:
 - c.1) o equipamento deve ter dispositivo eletrônico de regulagem de espessura da camada do pavimento;
 - c.2) largura mínima efetiva, em uma passada, de 2 m;
 - c.3) possuir acessórios específicos para injeção e dosagem de água;

- d) caminhão-tanque para o abastecimento de água;
- e) motoniveladora;
- f) rolo liso vibratório;
- g) rolo de pneumáticos de pressão variável.

5.5 Execução

5.5.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.5.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.5.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.5.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.5.5 A reciclagem “in situ” do pavimento deve ser executada nas condições e seqüência a seguir descritas.

- a) Espalhamento do agregado adicional, na espessura determinada (se requerido), preferencialmente com emprego de distribuidor de agregados. Opcionalmente, é admitido o emprego de motoniveladora.
- b) Espalhamento do cimento Portland sobre o pavimento existente, no teor indicado no projeto da mistura reciclada, com emprego de distribuidor de aglomerante hidráulico; opcionalmente, desde que se garanta a homogeneidade da taxa prevista em projeto, é admitido o espalhamento manual.
- c) Reciclagem na seção e espessura de corte indicada em projeto, incorporando-se o cimento Portland e o agregado adicional (se requerido), com a concomitante adição de água, de acordo com o projeto de dosagem.

5.5.6 Conformação inicial da camada reciclada

- a) Imediatamente após a atuação da recicladora, atua a motoniveladora, de modo a conformar a camada reciclada aos perfis transversais e longitudinais de projeto.
- b) Todas as precauções devem ser tomadas a fim de serem evitados processos que levem à segregação da mistura reciclada.

5.5.7 Compressão e conformação final

- a) Imediatamente após a conformação inicial, executa-se a compressão com o emprego de rolos vibratórios lisos e de rolos pneumáticos de pressão regulável.
- b) O teor da umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de $\pm 1\%$, em relação à umidade ótima obtida no ensaio de compactação DNER-ME 129/94, executado com a energia intermediária.
- c) Após a conclusão da compactação, é feito o acerto final da superfície, de modo a satisfazer o projeto, pela eliminação de saliências, com o emprego da motoniveladora; não é permitida a correção de depressões pela adição de material; a superfície da base é comprimida até que se apresente lisa e isenta de partes soltas ou sulcadas.
- d) O grau de compactação a ser obtido deve ser de, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida com a energia intermediária.

5.5.8 Proteção e cura

- a) A superfície de camada reciclada deve receber uma pintura de cura, mediante aplicação de emulsão asfáltica diluída em água, em conformidade com o projeto.
- b) Antes da aplicação, a superfície deve ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados. Se necessário, para assegurar a adequada limpeza, o DER/PR pode exigir o emprego de jatos de ar comprimido.
- c) Previamente à aplicação da pintura de cura, a camada deve ser adequadamente umedecida.
- d) A pintura de cura deve ser aplicada imediatamente após a conclusão da compactação, devendo manter sua eficiência por um período de, no mínimo, sete dias.
- e) O emprego de processos de cura alternativos, de comprovada eficiência, pode ser admitido, a critério do DER/PR. Detalhes a respeito integram o Manual de Execução.

5.5.9 Liberação ao tráfego

- a) O tráfego de veículos sobre a camada executada deve ser liberado após um período mínimo de sete dias, desde que a superfície da camada apresente resistência adequada.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de camadas de base reciclada “in situ” com adição de cimento, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de cimento Portland e agregados.

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de materiais.

6.3 Agregados

- a) A pedra britada somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra.
- b) Deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações, assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros.
- c) Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.
- d) Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos.
- e) Impedir queimadas como forma de desmatamento.
- f) Construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.4 Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução, referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 Controle de qualidade dos materiais

7.3.1 Cimento Portland

Quantidade	Descrição
Para cada 600 m³ de mistura a ser reciclada, ou quando houver dúvidas sobre a sua sanidade:	
01	Ensaio de determinação da finura
Nota 1: O resíduo retido na peneira n.º 200 (malha de 0,074 mm) não deve exceder a:	
- cimento Portland de alto forno: 10%;	
- cimento comum: 15%.	

7.3.2 Água

- a) Deve ser examinada sempre que houver dúvida sobre a sua qualidade.

7.3.3 Agregados adicionais

Quantidade	Descrição
Para cada 600 m³ de mistura a ser reciclada:	
01	Ensaio de granulometria para cada agregado adicional envolvido na mistura
Para cada 1200 m³ de mistura a ser reciclada:	
01	Ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo
No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedreira:	
01	Ensaio de desgaste Los Angeles
01	Ensaio de lameralidade
01	Ensaio de durabilidade

7.4 Controle de execução na pista

7.4.1 Mistura reciclada

Quantidade	Descrição do ensaio
Para cada 100 m³ de mistura reciclada, imediatamente após à passagem da recicladora:	
01	Teor de umidade da mistura reciclada
01	Medida da espessura de corte
Para cada 600 m³ de mistura reciclada, logo após à passagem da recicladora e antes da compressão:	
01	Ensaio de compressão axial de corpos-de-prova cilíndricos
03	Ensaio de compactação com a energia Intermediária, com amostras nas condições de pista (massa específica aparente de referência)
01	Ensaio de granulometria do material reciclado
Para cada 200 m³ de mistura reciclada, após compressão:	
01	Determinação da massa específica aparente seca "in situ"
Para cada 3000 m³ de mistura reciclada, após 7 dias de cura:	
03	Extração de corpos de prova com sonda rotativa
03	Ensaio de compressão axial
Nota: deve ser verificado o bom desempenho da camada reciclada, após 7 dias de cura, através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.	

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

- a) espessura da camada: deve ser medida a espessura, no mínimo a cada 100 m;
- b) largura executada: a verificação da largura da plataforma, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena em espaçamento de, pelo menos, 20 m.

8.4 Verificação do acabamento: as condições de acabamento da superfície são apreciadas em bases visuais. Especial atenção deve ser conferida à verificação da presença de segregação superficial.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

- a) O cimento Portland recebido e utilizado na obra é aceito, desde que atenda ao especificado em 5.1.1.
- b) A água utilizada é aceita desde que atenda ao especificado em 5.1.2.
- c) Os agregados adicionais são aceitos desde que atendam ao especificado em 5.1.3.

9.2 Aceitação da execução

9.2.1 Graduação da mistura de agregados

- a) Durante a reciclagem, a granulometria da mistura deve estar inserida na faixa de trabalho definida no projeto de dosagem, atendendo ainda ao especificado em 5.2.2.

9.2.2 Características da mistura reciclada

- a) A resistência à compressão simples, aos 7 dias de idade, deve ser no mínimo igual à adotada no projeto de dosagem, para valores determinados estatisticamente.
- b) O grau de compactação deve ser igual ou superior a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida com a energia Intermediária, para valores determinados estatisticamente.
- c) As condições de homogeneidade e integridade da camada reciclada, avaliadas em bases visuais sobre os corpos de prova extraídos da pista, devem ser consideradas satisfatórias.
- d) As medidas de deflexão devem ser inferiores à deflexão máxima admissível de projeto, para o tipo de camada.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada;
- b) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = X - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

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

$N \geq 9$ (número de determinações efetuadas)

- b.1) a espessura média determinada estatisticamente não deve ser menor do que a espessura de projeto menos 0,02 m;
- b.2) não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo $\pm 0,03$ m em relação à espessura de projeto;
- b.3) em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada reciclada com espessura média inferior à de projeto, a diferença é compensada estruturalmente na (s) camada (s) a ser (em) superposta (s);
- b.4) em caso de aceitação de camada reciclada, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura superior à de projeto, a diferença não é deduzida da (s) espessura (s) da (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).

9.4 Aceitação das condições de cura e do acabamento

9.4.1 A pintura de cura é aceita desde que atendidas as exigências da especificação DER/PR ES-P 17/05.

9.4.2 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) as juntas executadas apresentem-se homogêneas, em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências indesejáveis;
- b) a superfície apresente-se bem desempenada, não ocorrendo marcas indesejáveis do equipamento de compressão e adequadamente protegida por pintura de cura.

9.5 Condições de conformidade e não conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;
 $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;
 X – média da amostra;
 s – desvio padrão;
 k – adotado o valor 1,25;
 n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;
 Se $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;
 Se $X + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço é medido pelo volume de base reciclada executada, em metros cúbicos, de acordo com os alinhamentos e cotas de projeto.

10.2 No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média X calculada como indicado anteriormente, limitada à espessura de projeto.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada no traço de projeto.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguazu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 34/05

PAVIMENTAÇÃO: RECICLAGEM DE PAVIMENTO “IN SITU” COM ESTABILIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005
Deliberação n.º 281/2005

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: base, reciclagem, estabilização
granulométrica

13 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de reciclagem a frio “in situ” do pavimento, com estabilização granulométrica. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece a sistemática empregada na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no país.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção do produto e sua aplicação em camadas recicladas de pavimentos rodoviários em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- DNER-ME 024/94 - Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman
- DNER-ME 035/98 - Agregados – determinação da abrasão “**Los Angeles**”
- DNER-ME 049/94 - Solos – determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas
- DNER-ME 054/94 - Equivalente de areia
- DNER-ME 080/94 - Solos – análise granulométrica por peneiramento
- DNER-ME 082/94 - Solos – determinação do limite de plasticidade
- DNER-ME 083/98 - Agregados – análise granulométrica
- DNER-ME 089/94 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
- DNER-ME 092/94 - Solos – determinação da massa específica aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia
- DNER-ME 122/94 - Solos – determinação do limite de liquidez
- DNER-ME 129/94 - Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas
- DNER-PRO 277/97 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
- DNIT 011/2004-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias
- DNIT 068/2004-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento
- Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
- Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÃO

3.1 Base reciclada “in situ” com estabilização granulométrica: é a mistura reciclada no local com o emprego de equipamentos próprios para esta finalidade, utilizando-se material do pavimento existente, agregados adicionais (eventuais) e água, em proporções previamente determinadas em laboratório, misturada, espalhada e compactada, de forma a compor uma nova camada de base do pavimento.

3.2 Estabilização granulométrica: é o processo segundo o qual uma camada granular, em condições ótimas de umidade e de máxima densificação, obtida através de eficiente processo de compactação, desenvolve estabilidade e resistência compatíveis com a sua função estrutural.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem;
- e) em dias de chuva.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Agregados adicionais

- a) Os agregados adicionais eventualmente utilizados, obtidos a partir da britagem e classificação de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.
- b) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 89/94, os agregados adicionais utilizados devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
 - agregados graúdos: 12%;
 - agregados miúdos: 15%.
- c) Para o agregado retido na peneira nº 10, a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35/98) não deve ser superior a 50%. Aspectos particulares, relacionados a valores típicos para as perdas nesse ensaio, são abordados no Manual de Execução.
- d) O agregado miúdo deve ser apresentar equivalente de areia (DNER-ME 054/97) igual ou superior a 40%.

5.1.2 Água

- a) Deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, de matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais.

5.2 Características da mistura reciclada

5.2.1 A composição granulométrica da camada reciclada estabilizada granulometricamente pode estar enquadrada em uma das seguintes faixas:

a) Para qualquer condição de tráfego

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso						
ABNT	Abertura, mm	I	II	III	IV	V	VI	VII
2"	50,8	100	100	-	-	100	-	-
1 ½"	38,1	-	-	-		90-100	100	100
1"	25,4	-	75-90	100	100	-	-	77-100
¾"	19,1	-	-	-	-	50-85	60-95	66-88
3/8"	9,5	30-65	40-75	50-85	60-100	35-65	40-75	46-71
nº 4	4,8	25-55	30-60	35-65	50-85	25-45	25-60	30-56
nº 10	2,0	15-40	20-45	25-50	40-70	18-35	15-45	20-44
nº 40	0,42	8-20	15-30	15-30	25-45	8-22	8-25	8-25
nº 200	0,074	2-8	5-15	5-20	5-20	3-9	2-10	5-10

b) Para tráfego leve ou médio ($N < 5 \times 10^6$)

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso	
ABNT	Abertura, mm	VIII	IX
1"	25,4	100	100
nº 4	4,8	55-100	70-100
nº 10	2,0	40-100	55-100
nº 40	0,42	20-50	30-70
nº 200	0,074	6-20	8-25

c) Outras faixas granulométricas podem ser utilizadas, sob aprovação do DER/PR, desde que integrantes de especificações de outros órgãos rodoviários nacionais ou internacionais reconhecidamente adequadas, e respaldadas por experiências nacionais bem sucedidas.

5.2.2 Para efeito de controle e aceitação do serviço, deve ser definida uma faixa granulométrica de trabalho, baseada na granulometria adotada na dosagem da mistura, acrescida das tolerâncias a seguir indicadas, em cada peneira:

Peneira de malha quadrada		Tolerâncias em relação à granulometria de projeto, em percentagem
ABNT	Abertura, mm	
2"	50,80	-
1 1/2"	38,10	± 8
1"	25,40	± 8
3/4"	19,10	± 8
3/8"	9,50	± 8
n.º 4	4,80	± 8
n.º 10	2,00	± 5
n.º 40	0,42	± 5
n.º 200	0,074	± 3

5.2.3 O agregado retido na peneira nº 10 não deve ter partículas moles nem impurezas nocivas, devendo apresentar perda máxima no ensaio de abrasão Los Angeles (método DNER-ME 35/98) de 50%. Aspectos particulares relacionados a este requisito são abordados no Manual de Execução.

5.2.4 O limite de liquidez (DNER-ME 122/94) deve ser igual ou inferior a 25%, e o índice de plasticidade igual ou inferior a 6%.

5.2.5 O índice de suporte Califórnia (DNER-ME 49/94) e a expansão, para a energia Modificada, devem apresentar os seguintes valores mínimos:

- para $N \leq 5 \times 10^6$: $ISC \geq 60\%$;
- para $N > 5 \times 10^6$: $ISC \geq 80\%$;
- expansão $\leq 0,3\%$.

5.2.6 Os materiais reciclados utilizados devem ser isentos de matéria vegetal e impurezas prejudiciais.

5.3 Orientações para a dosagem de mistura reciclada

5.3.1 Coleta de amostras

- a) A coleta de amostras para subsidiar a dosagem da mistura reciclada, deve ser efetuada, necessariamente, com o auxílio da própria recicladora que é utilizada nos serviços de reciclagem.

- b) É fundamental que a coleta de amostras para a definição dos projetos de dosagem seja feita de forma a cobrir todas as possíveis variações da estrutura do pavimento existente. A cada uma destas variações corresponde um segmento homogêneo, para o qual deve ser elaborado um projeto de dosagem específico.

5.3.2 Os procedimentos de coleta de amostras são definidos em instrução específica do DER/PR.

5.4 Equipamentos

5.4.1 Todo o equipamento, antes do início da execução do serviço, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para seu início.

5.4.2 Os equipamentos utilizados são os seguintes:

- a) distribuidor de agregados;
- b) recicladora, com as seguintes características:
 - b.1) o equipamento deve ter dispositivo eletrônico de regulação de espessura da camada do pavimento;
 - b.2) largura mínima efetiva, em uma passada, de 2 m;
 - b.3) possuir acessórios específicos para injeção e dosagem de água.
- c) caminhão-tanque para o abastecimento de água;
- d) motoniveladora;
- e) rolo vibratório auto-propelido;
- f) rolo de pneumáticos de pressão variável.

5.5 Execução

5.5.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.5.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento Informações e Recomendações de Ordem Geral procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.5.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender o projeto de dosagem e valores e limites definidos nesta especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.5.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios ou incorreção na espessura da camada reciclada, a solução indicada é a de refazer o segmento experimental em outro local.

5.5.5 A reciclagem “in situ” do pavimento deve ser executada nas condições e seqüência a seguir descritas.

- a) Espalhamento do agregado adicional, na espessura determinada (se requerido), preferencialmente com emprego de distribuidor de agregados. Opcionalmente, é admitido o emprego de motoniveladora.
- b) Reciclagem na seção e espessura de corte indicada em projeto, incorporando-se o agregado adicional (se requerido), com a concomitante adição de água, de acordo com o projeto de dosagem.

5.5.6 Conformação da camada reciclada

- a) Imediatamente após a atuação da recicladora, atua a motoniveladora, de modo a conformar a camada reciclada aos perfis transversais e longitudinais de projeto.
- b) Todas as precauções devem ser tomadas a fim de serem evitados processos que levem à segregação da mistura reciclada.

5.5.7 Compressão

- a) Imediatamente após a conformação inicial, executa-se a compressão com o emprego de rolo vibratório auto-propelido, tendo seqüência com o emprego de rolos pneumáticos que assegurem a obtenção, em toda a espessura da camada, da massa específica aparente especificada. Outros tipos de equipamentos de compactação podem ser utilizados, em função das características da mistura reciclada, desde que sua eficiência seja comprovada.
- b) A compactação da camada deve ser executada, idealmente, no ramo seco, com umidade cerca de 1% abaixo da ótima obtida no ensaio de compactação. De qualquer forma, o teor da umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de - 2% a + 1% em relação à umidade ótima.
- c) Eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais devem se processar fora da área de compressão.
- d) A compactação deve evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNER-ME 129/94, executado com a energia Modificada.
- e) Em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida é feita com emprego de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

5.5.8 Acabamento e proteção

- a) O acabamento é executado mediante o emprego de motoniveladora atuando exclusivamente em operação de corte. Complementarmente, a camada recebe um número adequado de coberturas com o emprego dos rolos compactadores utilizados.
- b) A imprimação da camada reciclada deve ser realizada após a conclusão da compactação, tão logo se constate a evaporação do excesso de umidade superficial. Antes da aplicação da pintura betuminosa, a superfície deve ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados.

5.5.9 Abertura ao tráfego

- a) A liberação ao tráfego da camada reciclada só é permitida após a cura da imprimação, por período de pelo menos 12 horas, e proteção adequada com “salgamento” da camada.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para a execução de reciclagem com estabilização granulométrica, são necessários trabalhos envolvendo a utilização eventual de agregados complementares, além de materiais existentes no revestimento e na base do pavimento.

6.2 Quando utilizado material pétreo como agregado complementar os seguintes cuidados devem ser observados na exploração das ocorrências de materiais:

- a) a brita somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações (pedreira e britagem), assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- f) construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.3 Devem ser obedecidos os seguintes princípios, quanto à operação:

- a) os cuidados para a preservação ambiental se referem à disciplina do tráfego e ao estacionamento dos equipamentos;
- b) deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos à vegetação e interferências à drenagem natural;
- c) as áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água.

6.4 Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução, referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.3 Controle de qualidade dos materiais

7.3.1 Água

- a) Deve ser examinada sempre que houver dúvida sobre a sua qualidade.

7.3.2 Agregados adicionais

Quantidade	Descrição
Para cada 600 m³ de mistura a ser reciclada:	
01	Ensaio de granulometria para cada agregado adicional envolvido na mistura
Para cada 1200 m³ de mistura a ser reciclada:	
01	Ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo
No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedreira:	
01	Ensaio de desgaste Los Angeles
01	Ensaio de lameridade
01	Ensaio de durabilidade

7.4 Controle de execução na pista

7.4.1 Mistura reciclada

Quantidade	Descrição do ensaio
Para cada 100 m³ de mistura reciclada, imediatamente após à passagem da recicladora:	
01	Teor de umidade da mistura reciclada
01	Medida da espessura de corte
Para cada 600 m³ de mistura reciclada, logo após à passagem da recicladora e antes da compressão:	
03	Ensaio de compactação com a energia Modificada, com amostras nas condições de pista (massa específica aparente de referência)
01	Ensaio de granulometria do material reciclado
Para cada 3000 m³ de mistura reciclada, logo após à passagem da recicladora e antes da compressão:	
03	Ensaio do ISC, com amostras de pista moldadas no controle de compactação
01	Ensaio de limite de liquidez e limite de plasticidade
Para cada 200 m³ de mistura reciclada, após compressão:	
01	Determinação da massa específica aparente seca “in situ”
Nota: deve ser verificado o bom desempenho da camada reciclada, através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 100 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada.	

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

- a) espessura da camada: deve ser medida a espessura, no mínimo a cada 100 m;
- b) largura executada: a verificação da largura da plataforma, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena em espaçamento de, pelo menos, 20 m.

8.4 Verificação do acabamento: as condições de acabamento da superfície são apreciadas em bases visuais. Especial atenção deve ser conferida à verificação da presença de segregação superficial.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

- a) A água utilizada é aceita desde que atenda ao especificado em 5.1.2.
- b) Os agregados adicionais são aceitos, desde que atendam ao especificado em 5.1.1.

9.2 Aceitação da execução

9.2.1 Graduação da mistura de agregados

- a) Durante a reciclagem, a granulometria da mistura deve estar inserida na faixa de trabalho definida no projeto de dosagem, atendendo ainda ao especificado em 5.2.2.

9.2.2 Características da mistura reciclada

- a) O limite de liquidez e o índice de plasticidade devem atender ao especificado em 5.2.4, para valores determinados estatisticamente.
- b) O índice de suporte Califórnia e a expansão, devem atender ao especificado em 5.2.5, para valores determinados estatisticamente.
- c) O grau de compactação deve ser igual ou superior a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida com a energia Modificada, para valores determinados estatisticamente.
- d) As condições de homogeneidade e integridade da camada reciclada, avaliadas em bases visuais, devem ser consideradas satisfatórias.
- e) As medidas de deflexão devem ser inferiores à deflexão máxima admissível de projeto, para o tipo de camada.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada;
- b) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = X - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

Onde:

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

$N \geq 9$ (número de determinações efetuadas)

- b.1) a espessura média determinada estatisticamente não deve ser menor do que a espessura de projeto menos 0,02 m;
- b.2) não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo $\pm 0,03$ m em relação à espessura de projeto;
- b.3) em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada reciclada com espessura média inferior à de projeto, a diferença é compensada estruturalmente na (s) camada (s) a ser (em) superposta (s);
- b.4) em caso de aceitação de camada reciclada, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura superior à de projeto, a diferença não é deduzida da (s) espessura (s) da (s) camada (s) a ser (em) superposta (s).

9.4 Aceitação das condições de acabamento

9.4.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) as juntas executadas apresentem-se homogêneas, em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências indesejáveis;
- b) a superfície apresente-se bem desempenada, não ocorrendo marcas indesejáveis do equipamento de compressão e adequadamente protegida por imprimação.

9.5 Condições de conformidade e não conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;
 $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;
 X – média da amostra;
 s – desvio padrão;
 k – adotado o valor 1,25;
 n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X - ks <$ valor mínimo especificado: não conformidade;
Se $X - ks \geq$ valor mínimo especificado: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X + ks >$ valor máximo especificado: não conformidade;
Se $X + ks \leq$ valor máximo especificado: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço é medido pelo volume de base reciclada executada, em metros cúbicos, de acordo com os alinhamentos e cotas de projeto.

10.2 No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média X calculada como indicado anteriormente, limitada à espessura de projeto.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 35/05

PAVIMENTAÇÃO: PAVIMENTO RÍGIDO

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005
Deliberação n.º 281/2005
Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: pavimento rígido, pavimento de
concreto

27 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática a ser adotada para a construção de pavimentos rígidos de concreto de cimento Portland, para uso em estradas de rodagem, utilizando equipamentos de fôrma-deslizante, fôrma-trilho ou de pequeno porte. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base as especificações DNIT 047/2004 – ES, DNIT 048/2004 – ES, DNIT 049/2004 - ES e as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no país.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na produção e aplicação de placas de concreto de cimento Portland, com o objetivo de construir pavimentos em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- | | |
|--------------------|--|
| ABNT NBR-NM 9/03 | - Concreto e argamassa – determinação dos tempos de pega por meio de resistência a penetração |
| ABNT NBR-NM 47/02 | - Concreto – determinação do teor de ar em concreto fresco – método pressométrico |
| ABNT NBR-NM 102/96 | - Concreto – determinação da exsudação |
| ABNT NBR-5732/91 | - Cimento Portland comum |
| ABNT NBR-5735/91 | - Cimento Portland de alto forno |
| ABNT NBR-5736/91 | - Cimento Portland pozolânico |
| ABNT NBR 5738/03 | - Concreto – procedimento para moldagem e cura dos corpos-de-prova |
| ABNT NBR 5739/94 | - Concreto – ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos |
| ABNT NBR 7211/83 | - Agregado para concreto |
| ABNT NBR 7212/84 | - Execução de concreto dosado em central |
| ABNT NBR 7480/96 | - Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado |
| ABNT NBR 7481/90 | - Tela de aço soldada – armadura para concreto |
| ABNT NBR 7680/83 | - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto |
| ABNT NBR 11578/91 | - Cimento Portland composto |
| ABNT NBR 11768/92 | - Aditivos para concreto de cimento Portland |
| ABNT NBR 12142/91 | - Concreto – determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos |
| ABNT NBR 12655/96 | - Concreto – preparo, controle e recebimento |
| ABNT NBR 12821/93 | - Concreto – preparação de concreto em laboratório |
| ABNT NBR 13069/94 | - Concreto Projetado – determinação dos tempos de pega em pasta de cimento Portland, com ou sem utilização de aditivo acelerador de pega |
| ASTM-C 42-77 | - obtaining and testing drilled cores and sawed beams of concrete |
| ASTM-C 260-77 | - air-entraining admixture for concrete |
| ASTM-C 309-74 | - liquid membrane-forming compounds for curing concrete |
| ASTM-E 303/93 | - Surface Frictional Properties Using the British Pendulum |

Tester

DNER-ES 330/97	- Obras-de-arte especiais – concretos e argamassas
DNER-ME 404/00	- Concreto – determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone
DNER-PRO 182/94	- Medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores - IPR/USP e Maysmeter
DNIT 036/04 - ES	- Pavimento rígido – água para amassamento do concreto de cimento Portland – ensaios químicos
DNIT 047/04 - ES	- Pavimento rígido – execução de pavimento rígido com equipamento de pequeno porte
DNIT 048/04 - ES	- Pavimento rígido – execução de pavimento rígido com equipamento de fôrma-trilho
DNIT 049/04 - ES	- Pavimento rígido – execução de pavimento rígido com equipamento de fôrma-deslizante
DNIT 046/04 - ME	- Pavimento rígido – selante de juntas
DNIT 037/04 - ME	- Pavimento rígido – água para amassamento de concreto de cimento Portland – ensaios comparativos
DNIT 055/04 - ME	- Pavimento rígido – prova de carga estática para determinação do coeficiente de recalque de subleito e sub-base em projeto e avaliação de pavimentos
DNIT 011/2004 - PRO	- Gestão de qualidade em obras rodoviárias
DNIT 063/2004 - PRO	- Pavimento rígido – avaliação subjetiva
DNER-PRO 164/94	- Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidades de superfície de pavimento (sistemas integradores IPR/USP e Maysmeter)
DNER-PRO 182/94	- Medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e Maysmeter
DNER-PRO 277/97	- Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
DNIT 011/2004-PRO	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias
DNIT 068/2004-PRO	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento
Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR	
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR	
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR	

3 DEFINIÇÃO

3.1 Pavimento de concreto simples é o pavimento cuja camada é constituída por placas de concreto de cimento Portland, não armadas ou eventualmente com armadura sem função estrutural, que desempenham simultaneamente as funções de base e de revestimento.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;

- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem;
- e) em dias de chuva.

4.2 As placas de concreto devem assentar sobre uma sub-base, executada com material e espessura definidos no projeto, que não deve apresentar expansibilidade nem ser bombeável, assegurando às placas um suporte uniforme ao longo do tempo.

4.3 A composição do concreto destinado à execução de pavimentos rígidos deve ser determinada por método racional, conforme as normas NBR 12655 e NBR 12821, de modo a obter-se, com os materiais disponíveis, uma mistura fresca de trabalhabilidade adequada ao processo construtivo empregado, e um produto endurecido compacto e durável, de baixa permeabilidade e que satisfaça às condições de resistência mecânica e acabamento superficial impostas pela especificação, que deve acompanhar o projeto do pavimento.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Cimento Portland: são adequados à pavimentação de concreto simples os cimentos Portland dos tipos CP-I (Portland comum – NBR 5732), CP-II (Portland Composto – NBR 11578), CP-III (Portland de alto forno – NBR 5735) e CP-IV (Portland pozolânico – NBR 5736). Outros tipos de cimento Portland podem ser empregados desde que devidamente comprovada a sua adequação à obra em questão.

5.1.2 Agregados: os agregados graúdos e miúdos devem atender às exigências da norma NBR 7211.

5.1.3 Água:

- a) A água destinada ao amassamento do concreto deve atender aos limites máximos indicados a seguir, determinados de acordo com o procedimento apresentado na norma DNIT 036/2004-ME.

pH	Entre 5 e 8
Matéria orgânica, expressa em oxigênio consumido	3 mg/l
Resíduo sólido	5000 mg/l
Sulfatos, expressos em íons SO ₄	600 mg/l
Cloretos, expressos em íons Cl	1000 mg/l
Açúcar	5 mg/l

- b) Nos casos dúbios para verificar se a água a utilizar é prejudicial ao concreto, devem ser feitos ensaios comparativos de tempo de pega e de resistência à compressão, realizados, respectivamente, em pasta e argamassa de cimento.
- c) A água examinada é considerada satisfatória se apresentar os seguintes resultados:
 - c.1) tempo de início de pega diferindo de ± 30 min em relação à da pasta preparada com uma água de referência, em ensaio realizado de acordo com as normas NBR 13069 e NBR NM9/03;
 - c.2) resistência à compressão maior ou igual a 85% em relação à da argamassa preparada com a água de referência, em ensaio realizado de acordo com a norma DNIT 037/2004-ME.

5.1.4 Aditivos:

- a) Os aditivos empregados no concreto podem ser do tipo plastificante-reductor de água, superplastificante e retardador de pega, desde que atendam à norma NBR 11768. Podem ser empregadas no concreto fibras e/ou micro-fibras sintéticas de polipropileno.
- b) No caso de ser empregado aditivo incorporador de ar, este deve atender aos requisitos gerais da norma NBR 11768 e aos requisitos específicos da norma ASTM-C 260.
- c) A dosagem do aditivo no concreto deve, em princípio, ser aquela recomendada pelo fabricante, em função da temperatura ambiente, podendo ser alterada para mais ou para menos em função dos efeitos obtidos, tipo de cimento empregado na obra e outras condições. Fixada esta dosagem no início da concretagem, ela não deve ser alterada, a menos que haja modificações significativas nas características dos materiais.

5.1.5 Aço:

- a) O aço para as eventuais barras de transferência ou de ligação deve obedecer à norma NBR 7480.
- b) As barras de transferência devem ser obrigatoriamente lisas e retas, de aço tipo CA-25.
- c) Nas barras de ligação usa-se o aço CA-50 e admite-se o emprego alternativo do aço CA-25.
- d) As telas soldadas empregadas nas armaduras de combate à fissuração devem atender à norma NBR 7481.

5.1.6 Material selante de juntas: pode ser moldado a quente, moldado a frio ou pré-moldado, e deve ser de produção industrial, atendendo a norma DNIT 046/2004-EM e ao especificado em projeto.

5.1.7 Material para enchimento das juntas de dilatação: podem ser empregadas fibras trabalhadas, cortiça, borracha esponjosa, poliestireno ou pinho sem nó (devidamente impermeabilizado), como material de enchimento da parte inferior das juntas de dilatação.

5.1.8 Película isolante e impermeabilizante:

- a) Como película isolante e impermeabilizante entre a placa do pavimento e a sub-base podem ser usadas:
 - a.1) membrana plástica, flexível, com espessura entre 0,2 mm e 0,3 mm;
 - a.2) papel do tipo “kraft” betumado, com gramatura mínima igual a 200 g/m², contendo uma quantidade de cimento asfáltico de petróleo ou alcatrão não inferior a 60 g/m²;
 - a.3) pintura betuminosa, executada com emulsões asfálticas catiônicas de ruptura média, com taxa de aplicação entre os limites de 0,8 l/m² e 1,6 l/m².

5.1.9 Materiais para cura do concreto:

- a) Os materiais para cura do concreto podem ser água, tecido de juta, cânhamo ou algodão, lençol plástico, lençol de papel betumado ou alcatroado e compostos químicos líquidos capazes de formar películas plásticas.
- b) O lençol plástico e o lençol de papel betumado devem apresentar as mesmas características exigidas para seu emprego como material isolante, definidas no item 5.1.8.
- c) Os compostos químicos líquidos devem ser à base de PVA ou polipropileno, ter pigmentação branca ou clara e obedecer aos requisitos da norma ASTM-C 309.
- d) Os tecidos devem ser limpos, absorventes, sem furos, e, quando secos, pesar um mínimo de 200 g/m².

5.1.10 Concreto: deve atender aos requisitos abaixo.

- a) Resistência característica à tração na flexão ($f_{ctM,k}$) definida no projeto ou então, a resistência à compressão axial equivalente (f_{ck}), desde que seja determinada em ensaio de correlação entre estas resistências, utilizando os materiais que efetivamente são usados na obra:
 - a.1) a resistência à tração à flexão é determinada em corpos-de-prova prismáticos, conforme os procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 12142;
 - a.2) a resistência à compressão axial é determinada em corpos-de-prova cilíndricos, conforme os procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 5739;
 - a.3) a idade de controle da resistência característica é aquela definida no projeto.
- b) Consumo mínimo de cimento:

$$C_{min}=320 \text{ kg/m}^3$$

c) Relação água/cimento máxima:

$$A/C=0,50 \text{ l/kg}$$

d) Abatimento, determinado conforme a norma DNER-ME 404/00:

$$70\text{mm} \pm 10\text{mm}$$

e) A dimensão máxima característica do agregado no concreto não deve exceder 1/3 da espessura da placa do pavimento ou 50mm, obedecido o menor valor.

f) Teor de ar, determinado conforme a norma NBR NM 47:

$$\leq 0,5\%$$

g) Exsudação, medida conforme a norma NBR NM 102:

$$\leq 1,5\%$$

5.2 Equipamentos

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.2.2 Execução de pavimento rígido com equipamento de fôrmas-deslizantes

- a) Vibro-acabadora de fôrmas-deslizantes de bitola regulável, de tração própria e constituída principalmente de:
- a.1) estrutura montada sobre chassis de rodas pneumáticas ou esteiras;
 - a.2) bitola regulável entre 3,50 m e 7,50 m ou entre 3,50 m e 14,00 m;
 - a.3) receptor frontal de concreto, abrangendo toda a largura da pista, provido de caçamba receptora, pá-distribuidora inferior ou sem fim, com saída regulável para descargas;
 - a.4) dispositivo regularizador do concreto distribuído;
 - a.5) sistema vibrador: bateria de vibradores de imersão de alta frequência (superior a 60 Hz), em conjunto com unidades de vibradores hidráulicos, fixados numa barra de altura adequada, com controle individual de vibração; régua vibratória de superfície, dotada de vibradores de parede;
 - a.6) régua regularizadora oscilante, pré-acabadora;
 - a.7) fôrmas-deslizantes fixas à viga vibratória;

- a.8) sistema de controle eletrônico para o alinhamento e o nivelamento da pavimentadora, por meio de fio-guia, apoiado lateralmente em hastes metálicas reguláveis, para caminho dos apalpadores eletrônicos;
- b) Máquina de cura química, dotada de tração própria, montada sobre pneus, provida de bitola regulável e de depósito do produto de cura.
- c) Perfil metálico do tipo “T” para execução de juntas moldadas.
- d) Máquinas de serrar juntas com disco diamantado, com diâmetro e espessura apropriados, que possibilitem fazer a ranhura e o reservatório de selante, com as dimensões especificadas no projeto.
- e) Ponte de serviço de madeira, de comprimento igual à largura da placa de concreto mais 50 cm.
- f) Rolo de cabo longo, preferencialmente de alumínio, com formas arredondadas.
- g) Desempenadeira de madeira, com área útil de no mínimo, 450 cm².
- h) Régua para nivelamento, de madeira, com 3 m de comprimento.
- i) Vassouras de fios de nylon, com fios suficientemente rígidos para provocar ranhuras na superfície do pavimento, ou tiras longas de lona 0,25x4,00 m, para acabamento superficial das placas.
- j) Ferramentas com ponta em cinzel que penetrem nas juntas e vassouras de fios duros para limpeza das juntas.
- k) Compressor de ar comprimido com mangueira de 12 m de comprimento e 12 mm de diâmetro, caso seja necessário para a limpeza das juntas.
- l) Desempenadeira de borda, para acabamento de cantos das juntas moldadas.
- m) Rodos de borracha.

5.2.3 Execução de pavimento rígido com equipamento de fôrma-trilho

- a) Formas metálicas, para conter o concreto fresco e, ao mesmo tempo, servir como guias para a movimentação das unidades de distribuição e adensamento do concreto, devendo ser montadas sobre rodas.
 - a.1) a superfície que se apóia sobre o terreno terá no mínimo 20 cm de largura, nas fôrmas de metal de até 20 cm de altura, e largura no mínimo igual à altura, no caso de fôrmas mais altas. As fôrmas devem possuir, a intervalos máximos de 1 m, dispositivos que garantam sua perfeita fixação ao solo e posterior remoção, sem prejuízo para o pavimento executado. O sistema de união das fôrmas deve ser tal que permita uma ajustagem correta e impeça qualquer desnivelamento ou desvio.

- b) Distribuidora de concreto, regulável e com tração própria, podendo ser constituída de uma caçamba distribuidora de concreto na direção transversal à faixa de concretagem, ou de um cabeçote distribuidor que trabalha sobre um travessão metálico, também transversal à faixa de concretagem.
- c) Bateria de vibradores de imersão, com diâmetro externo de no máximo 40 mm, e régua vibratória, ambos com frequência igual ou superior a 60 Hz (3600 rpm).
- d) Eixo rotor frontal.
- e) Vibro-acabadora de bitola ajustável, com frequência de no mínimo 3500 vibrações/min.
- f) Régua alisadora ou acabadora, diagonal ou não, tubular ou oscilante, de bitola ajustável.
- g) Perfil metálico do tipo “T” para a execução de juntas moldadas.
- h) Máquinas de serrar juntas com disco diamantado, com diâmetro e espessura apropriados, que possibilitem fazer a ranhura e o reservatório do selante com as dimensões especificadas em projeto.
- i) Ponte de serviço de madeira, de rigidez suficiente para não fletir e de comprimento igual à largura da placa de concreto mais 50 cm.
- j) Rolo de cabo longo, preferencialmente de alumínio, com formas arredondadas.
- k) Rolo de cabo longo, preferencialmente de alumínio, com formas arredondadas.
- l) Régua para nivelamento, de madeira, de 3 m de comprimento e com rigidez suficiente para não fletir.
- m) Vassouras de fios de nylon, com fios suficientemente rígidos para provocar ranhuras na superfície do pavimento, ou tiras longas de lona 0,25x4,00 m, para acabamento superficial das placas.
- n) Ferramentas com ponta em cinzel que penetrem nas juntas e vassouras de fios duros para limpezas das juntas.
- o) Compressor de ar comprimido com mangueira de 12 m de comprimento e 12 mm de diâmetro, caso seja necessário para a limpeza das juntas.
- p) Desempenadeira de borda, para acabamento de cantos das juntas moldadas.

5.2.4 Equipamentos de pequeno porte

- a) Formas metálicas, para conter o concreto fresco e, ao mesmo tempo, servir como guias para a movimentação das unidades de distribuição e adensamento do concreto, devendo ser montadas sobre rodas.

- a.1) a superfície que se apóia sobre o terreno terá no mínimo 20 cm de largura, nas fôrmas de metal de até 20 cm de altura, e largura no mínimo igual à altura, no caso de fôrmas mais altas. As fôrmas devem possuir, a intervalos máximos de 1 m, dispositivos que garantam sua perfeita fixação ao solo e posterior remoção, sem prejuízo para o pavimento executado. O sistema de união das fôrmas deve ser tal que permita uma ajustagem correta e impeça qualquer desnivelamento ou desvio.
- b) Distribuidora de concreto, regulável e com tração própria, podendo ser constituída de uma caçamba distribuidora de concreto na direção transversal à faixa de concretagem, ou de um cabeçote distribuidor que trabalha sobre um travessão metálico, também transversal à faixa de concretagem.
- c) Bateria de vibradores de imersão, com diâmetro externo de no máximo 40 mm, e régua vibratória, ambos com frequência igual ou superior a 60 Hz (3600 rpm).
- d) Eixo rotor frontal.
- e) Vibro-acabadora de bitola ajustável, com frequência de no mínimo 3500 vibrações/min.
- f) Régua alisadora ou acabadora, diagonal ou não, tubular ou oscilante, de bitola ajustável.
- g) Perfil metálico do tipo “T” para a execução de juntas moldadas.
- h) Máquinas de serrar juntas com disco diamantado, com diâmetro e espessura apropriados, que possibilitem fazer a ranhura e o reservatório do selante com as dimensões especificadas em projeto.
- i) Ponte de serviço de madeira, de rigidez suficiente para não fletir e de comprimento igual à largura da placa de concreto mais 50 cm.
- j) Rolo de cabo longo, preferencialmente de alumínio, com formas arredondadas.
- k) Desempenadeira de madeira, com área útil de no mínimo, 450 cm².
- l) Régua para nivelamento, de madeira, de 3 m de comprimento e com rigidez suficiente para não fletir.
- m) Vassouras de fios de nylon, com fios suficientemente rígidos para provocar ranhuras na superfície do pavimento, ou tiras longas de lona 0,25x4,00 m, para acabamento superficial das placas.
- n) Ferramentas com ponta em cinzel que penetrem nas juntas e vassouras de fios duros para limpezas das juntas.
- o) Compressor de ar comprimido com mangueira de 12 m de comprimento e 12 mm de diâmetro, caso seja necessário para a limpeza das juntas.

p) Desempenadeira de borda, para acabamento de cantos das juntas moldadas.

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.3.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender o projeto de dosagem, valores e limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.3.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental, este deve ser removido e reconstruído em condições de execução ajustadas, até que todos os parâmetros sejam satisfatórios.

5.3.5 Pavimento rígido executado com equipamento de fôrma-deslizante

a) Subleito

- a.1) o subleito deve ser regularizado segundo o previsto na DER/PR ES-P 01/05;
- a.2) concluída a operação de preparo do subleito, este é testado por meio de provas de carga para determinação do coeficiente de recalque (k) conforme a norma DNIT 055/2004-ME, feita aleatoriamente nas bordas e no eixo do futuro pavimento de concreto, no mínimo a cada 200 m e nos pontos onde for julgado necessário;
- a.3) pode ser admitido que o controle do coeficiente de recalque seja feito por meio de execução de ensaios de Índices de Suporte Califórnia (ISC), em número estatisticamente significativo, a partir dos quais é avaliado o coeficiente de recalque (k) por meio de curvas de correlação apropriadas.

b) Sub-base

- b.1) é executada de acordo com as especificações estabelecidas pelo DER para o tipo projeto, devendo ser mantida sua conformação geométrica até a ocasião da execução do pavimento de concreto;
- b.2) caso tenha sido indicada a colocação de película isolante e impermeabilizante sobre a superfície da sub-base, deve-se verificar se esta película está adequadamente esticada e se as emendas são feitas com recobrimentos de, no mínimo, 20 cm;

- c) Mistura, transporte, lançamento e espalhamento do concreto
- c.1) o concreto deve ser produzido em centrais do tipo gravimétrica, podendo os agregados serem medidos por pesagem acumulada, exceto o cimento, cujo a massa deve ser medida em balança separada. Esta central pode ser do tipo misturadora ou dosadora, sendo a mistura, nesta última, feita em caminhão-betoneira;
 - c.2) as balanças para a pesagem dos materiais devem ser periodicamente aferidas;
 - c.3) a umidade da areia deve ser determinada de 2 em 2 horas, ou imediatamente após observada variação notável no abatimento do concreto;
 - c.4) os dispositivos para a medição das quantidades de materiais devem conduzir a erros máximos de 2% para o cimento e os agregados e de 1,5% para a água;
 - c.5) as betoneiras devem produzir mistura homogênea, dispor de carga sem segregação dos componentes do concreto e ter capacidade que permita continuidade nas operações de concretagem do pavimento;
 - c.6) quando o concreto for produzido em usinas comerciais, ou misturado em caminhões betoneira, devem ser atendidas as recomendações das normas DNER-ES 330 e NBR 7212;
 - c.7) o período máximo entre a mistura, a partir da adição da água, e o lançamento deve ser de 30 minutos, sendo proibida a redosagem sob qualquer forma. Quando for usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, este período pode ser ampliado para 90 minutos;
 - c.8) o lançamento do concreto é feito, de preferência por descarga lateral à pista, independente da largura em que se estiver ajustando o equipamento de fôrmas deslizantes. Pode ser admitido também, o retro-lançamento, desde que a sub-base tenha resistência suficiente para suportar o tráfego dos caminhões basculantes sem que sua qualidade seja afetada;
 - c.9) em qualquer dos casos, devem ser formadas pilhas de pequenas alturas, para reduzir o trabalho de espalhamento e evitar a segregação do concreto
 - c.10) no espalhamento do concreto podem ser usadas, além da pá-distribuidora do sistema de fôrmas-deslizantes, rosca sem-fim, pá triangular móvel ou caçamba que receba o concreto, distribuindo-o por toda a largura da pista. Esta distribuição deve ter uma altura uniforme, relevante para a operação de vibração;
 - c.11) deve ser exigida a alimentação contínua do equipamento, para que mantenha velocidade constante de operação, evitando-se interrupções na execução do pavimento, que causem desconforto ao tráfego após o endurecimento do concreto. O ponto da retomada da concretagem não deve estar situado a menos de 30 cm da junta transversal mais próxima.

d) Adensamento do concreto

- d.1) o período máximo entre a mistura, a partir da adição da água, e o lançamento deve ser de 30 minutos, sendo proibida a redosagem sob qualquer forma. Quando for usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, este período pode ser ampliado para 90 minutos;
- d.2) o adensamento do concreto é feito por vibradores hidráulicos fixados em barras de altura variável, que possibilitem executar a pista na espessura projetada. Para garantir a qualidade do adensamento, o equipamento deve possuir cortina metálica para controlar o volume do concreto a ser vibrado;
- d.3) a vibração superficial é feita pela grade ou régua vibratória, colocada imediatamente após os vibradores, sendo necessária uma camada superficial de argamassa para não deixar o agregado graúdo exposto. A forma final do concreto é dada por duas mesas, uma fixa e outra oscilante, deixando-o praticamente acabado;
- d.4) deve haver alimentação contínua do equipamento, a fim de manter homogênea a superfície final. Caso ocorra algum imprevisto que atrase o lançamento do concreto, provocando o ressecamento da argamassa existente sobre a grade vibratória, que irá prejudicar o acabamento da superfície, a concretagem é paralisada, devendo o equipamento ser erguido e feita a limpeza.

e) Acabamento do concreto

- e.1) o período máximo entre a mistura, a partir da adição da água, e o lançamento deve ser de 30 minutos, sendo proibida a redosagem sob qualquer forma. Quando for usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, este período pode ser ampliado para 90 minutos;
- e.2) o acabamento é feito por nivelamento topográfico, com o auxílio de linhas estendidas lateralmente;
- e.3) enquanto o concreto estiver ainda plástico, é procedida a verificação da superfície, em toda a largura da faixa, com régua de 3 m disposta paralelamente ao eixo longitudinal do pavimento, com movimentos de vaivém e avançando no máximo, de cada vez, metade de seu comprimento. Qualquer depressão encontrada é imediatamente preenchida com concreto fresco, rasada, compactada e devidamente acabada, e qualquer saliência é cortada e igualmente acabada. Quando a superfície se apresentar demasiadamente úmida, o excesso de água deve ser eliminado pela passagem de rodos de borracha;
- e.4) estes acertos são executados com auxílio de pontes de serviço não apoiadas no concreto fresco, para permitir o trânsito de pedreiros sem atingir a superfície ainda fresca do pavimento. Após estas correções, e logo que a água superficial desaparecer, proceder ao acabamento final.

f) Acabamento final

- f.1) no acabamento final introduz-se ranhuras na superfície do pavimento, aumentando sua aderência com os pneumáticos dos veículos. Esta operação deve ser realizada antes do início da pega do concreto;
- f.2) a escolha do tipo de dispositivo a ser usado nesta operação deve ser feita no projeto, em função das condições ambientais, do tipo e das características das solicitações, da topografia e da geometria do pavimento;
- f.3) nos pavimentos a serem construídos em áreas críticas, por exemplo, com curvas acentuadas e interligações, é necessário incrementar a segurança à derrapagem. Para tal, deve-se obrigatoriamente adotar dispositivos que aumentem significativamente a superfície de contato dos pneumáticos com o pavimento. Em tais casos, esta Norma recomenda usar, pela ordem decrescente de eficácia:

- pentes de fios metálicos;
- vassouras de fios metálicos;
- vassouras de fios de nylon;
- tubos metálicos providos de mossas e saliências;
- tiras ou faixas de lona.

- f.4) executado o acabamento final, antes do início do endurecimento do concreto, no caso de adoção do processo de abertura de juntas por moldagem, as peças usadas são retiradas cuidadosamente com ferramentas adequadas e adoçadas todas as arestas, conforme o projeto;
 - f.5) junto às bordas, o acabamento obtido deve ser igual ao do restante da superfície. Qualquer porção deve ser prontamente removida;
 - f.6) não são admitidas variações na superfície acabada superiores a 5 mm.
- g) Identificação das placas: todas as placas de concreto recebem um número de identificação em um de seus cantos.
- h) Execução das juntas longitudinais: todas as juntas devem estar em conformidade com as posições indicadas no projeto, não se permitindo desvios de alinhamento superiores a 5 mm.
- i) Juntas longitudinais
- i.1) o pavimento deve ser executado em faixas longitudinais parciais, devendo a posição das juntas longitudinais de construção coincidir com a das longitudinais de projeto;
 - i.2) retirada a fôrma de junta, a face lateral da placa é pintada com material apropriado que impeça a aderência entre a faixa executada e a futura faixa.

j) Juntas transversais

- j.1) as juntas transversais devem ser retilíneas em toda a sua extensão, perpendiculares ao eixo longitudinal do pavimento, salvo em situações particulares indicadas no projeto. Devem ser executadas de modo que as operações de acabamento final da superfície possam processar-se continuamente, como se as juntas não existissem;
 - j.2) a locação das seções onde são executadas as juntas deve ser feita por medidas topográficas devendo ser determinadas as posições futuras por pontos fixos estabelecidos nas duas margens da pista, ou, ainda, sobre as fôrmas estacionárias;
 - j.3) quando for adotado o processo de abertura de junta por moldagem (ou inserção), a introdução do perfil deve ser feita por vibração, com o concreto ainda fresco e após o acabamento, sendo corrigidas todas as irregularidades provenientes desta operação.
- k) Juntas transversais de construção: ao fim de cada jornada de trabalho, ou sempre que a concretagem tiver de ser interrompida por mais de 30 minutos, deve ser executada uma junta de construção, cuja posição deve coincidir com a de uma junta transversal indicada no projeto. Nos casos em que não for possível o prosseguimento da concretagem até uma junta transversal projetada, é executada, obrigatoriamente, uma junta transversal de construção de emergência, de tipo previsto no projeto.
- l) Barras de ligação nas juntas longitudinais: devem ter o diâmetro, espaçamento e comprimento definidos no projeto e estarem limpas e isentas de óleo ou qualquer substância que prejudique sua aderência ao concreto.
- m) Barras de transferência nas juntas transversais
- m.1) são obrigatoriamente lisas e retas, com o diâmetro, espaçamento e comprimento definidos no projeto;
 - m.2) o processo de instalação deve garantir a sua imobilidade na adequada posição, mantendo-as, além do mais, paralelas à superfície acabada e ao eixo longitudinal do pavimento;
 - m.3) estas barras devem ter metade do seu comprimento mais 2 cm, pintados e engraxados, de modo a permitir a livre movimentação da junta. Nas juntas de construção que não coincidam com uma junta de contração, a barra não terá trecho pintado ou engraxado;
 - m.4) o capuz que recobre a extremidade deslizante da barra de transferência das juntas de dilatação deve ser suficientemente resistente, para não amassar durante a concretagem;
 - m.5) no alinhamento destas barras são admitidas as tolerâncias seguintes:
 - o desvio máximo das extremidades de uma barra, em relação à posição prevista no projeto, será de $\pm 1\%$ do comprimento da barra;

- em pelo menos dois terços das barras de uma junta, o desvio máximo será de $\pm 7\%$.
- n) Colocação da tela de armação
- n.1) nas placas de dimensões irregulares e acima dos padrões normalmente adotados, deve ser colocada uma tela soldada, cujo tipo é definido no projeto;
 - n.2) esta tela deve ser colocada a 5 cm da superfície do pavimento e no máximo até meia altura da espessura da placa, devendo distar 5 cm de qualquer bordo da placa.
- o) Cura do concreto
- o.1) as faces laterais das placas, ao serem expostas pela remoção das fôrmas, devem ser imediatamente protegidas por meio que lhes proporcione condições de cura análogas às da superfície do pavimento;
 - o.2) o período total de cura deve ser de 7 dias, compreendendo um período de aproximadamente 24 horas, contadas tão logo seja terminado o acabamento do pavimento, seguido de um período final, até o concreto atingir a idade de 7 dias;
 - o.3) no período inicial de cura não é admitido sobre o pavimento qualquer espécie de trânsito;
 - o.4) no período inicial deve ser empregada a cura química, aplicando-se em toda a superfície do pavimento um composto líquido que forma película plástica, à razão de 0,35 l/m² a 0,5 l/m²;
 - o.5) após o período inicial de cura a superfície do pavimento deve ser coberta com qualquer dos produtos mencionados no item 5.1.9, ou combinações apropriadas desses materiais ou outro tipo adequado de proteção, para evitar exposição do concreto às intempéries e à perda brusca de umidade. Quando a cura se fizer por meio de tecidos, papel betumado ou lençol plástico, deve-se superpor as tiras em pelo menos 10 cm. No caso de ocorrer a necessidade da retirada desses materiais de algum local, a sua reposição deve ser feita dentro de 30 minutos, no máximo.
- p) Selagem de juntas
- p.1) o material de selagem só pode ser aplicado quando os sulcos das juntas estiverem limpos e secos, empregando-se para tanto ferramentas com ponta em cinzel que penetrem na ranhura das juntas sem danificá-las, vassouras de fios duros e jato de ar comprimido;
 - p.2) o material selante deve ser cautelosamente colocado no interior dos sulcos, sem respingar na superfície, e em quantidade suficiente para encher a junta sem transbordamento. Qualquer excesso deve ser prontamente removido e a superfície limpa de todo material respingado;

- p.3) a profundidade de penetração do material selante deve ser aquela definida no projeto.

5.3.6 Pavimento rígido executado com equipamento de fôrma-trilho

- a) Subleito: proceder conforme descrito no item 5.3.5.a.
- b) Sub-base: proceder conforme descrito no item 5.3.5.b.
- c) Assentamento de fôrmas e preparo para a concretagem
 - c.1) as fôrmas são assentadas de acordo com os alinhamentos indicados no projeto, uniformemente apoiadas sobre o leito e fixadas com ponteiros de aço, de modo a suportar, sem deformação ou movimentos apreciáveis, as solicitações inerentes ao trabalho. O topo das fôrmas deve coincidir com a superfície de rolamento prevista. O material em que se apóiam deve estar compactado numa faixa que exceda de 50 cm para cada lado a largura da base. Os ponteiros são espaçados de 1m, no máximo, cuidando-se da perfeita fixação das extremidades adjacentes na junção das fôrmas. Em hipótese alguma é permitido o calçamento transversal das fôrmas que, após niveladas no topo, terão o espaço entre a base e a fundação completamente preenchido com argamassa, de modo a garantir apoio total e contínuo;
 - c.2) o alinhamento e o nivelamento das fôrmas devem ser verificados e, se necessário, corrigidos antes do lançamento do concreto. Quando se constatar insuficiência nas condições de apoio de qualquer fôrma, esta é removida e convenientemente reassentada. Depois de fixadas, devem garantir as cotas de projeto, não se admitindo erros superiores a 3 mm, no sentido vertical, e a 5 mm, no alinhamento longitudinal, verificados topograficamente;
 - c.3) não podem ser usadas fôrmas torcidas, empenadas ou amassadas e nas curvas de raio inferior à 30 m devem ser usadas fôrmas curvas;
 - c.4) caso tenha sido indicada a colocação de película impermeabilizante e isolante sobre a superfície da sub-base, deve ser verificado se esta película está adequadamente esticada e se as emendas são feitas com recobrimentos de, no mínimo, 20 cm;
 - c.5) as fôrmas devem ser untadas de modo a facilitar a desmoldagem.
- d) Mistura, transporte, lançamento e espalhamento do concreto
 - d.1) a concreto deve ser produzido em centrais do tipo gravimétrica, podendo os agregados serem medidos por pesagem acumulada, exceto o cimento, cuja massa deve ser medida em balança separada. Esta central pode ser do tipo misturadora ou dosadora, sendo a mistura, nesta última, em caminhões betoneira. As balanças devem ser periodicamente aferidas;

- d.2) a umidade da areia deve ser determinada de 2 em 2 horas, ou imediatamente após observada variação notável no abatimento do concreto. No caso do concreto ser fornecido por usina comercial, devem ser atendidas as condições estipuladas na norma NBR 7212;
 - d.3) os dispositivos para a medição das quantidades de materiais devem conduzir a erros máximos de 2% para o cimento e agregados e de 1,5% para a água;
 - d.4) o período máximo da mistura (a partir da adição da água) e o lançamento deve ser de trinta minutos, sendo proibida a redosagem sob qualquer forma. Quando for usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, este período pode ser ampliado para 90 minutos;
 - d.5) o tempo para lançamento de concreto depende do tempo de início de pega do concreto e da perda significativa da consistência do concreto;
 - d.6) o lançamento do concreto é feito, de preferência, lateralmente à faixa de concretagem, para evitar o tráfego sobre a sub-base;
 - d.7) é admitido, entretanto, o retro-lançamento, quando o espalhamento for feito com o cabeçote distribuidor, desde que a sub-base tenha resistência suficiente para o tráfego dos caminhões basculantes. Estes devem se mover lentamente para a frente, para não formar grandes pilhas de concreto;
 - d.8) o espalhamento do concreto é executado com os dispositivos apropriados do equipamento e, quando necessário, auxiliado com ferramentas manuais, evitando-se sempre a segregação dos materiais. O concreto deve ser distribuído em excesso por toda a largura de faixa em execução e rasado a uma altura conveniente para que, após as operações de adensamento e acabamento, qualquer ponto do pavimento tenha a espessura de projeto.
- e) Adensamento do concreto
- e.1) o adensamento do concreto é feito por vibração superficial, exigindo-se, entretanto, o emprego de vibradores de imersão, sempre que a vibração superficial se mostrar insuficiente (por exemplo, próximo às fôrmas, na execução de juntas), ou quando a espessura do pavimento o exigir;
 - e.2) o acabamento mecânico da superfície é feito imediatamente após o adensamento do concreto;
 - e.3) o equipamento vibro-acabador deve passar em um mesmo local tantas vezes quantas forem necessárias ao perfeito adensamento do concreto, para que a superfície do pavimento atenda ao greide e ao perfil transversal do projeto;
 - e.4) a verificação da regularidade longitudinal da superfície deve ser feita por meio de uma régua de 3 m de comprimento;

- e.5) qualquer variação na superfície superior a 5 mm, seja uma depressão ou uma saliência, deve ser corrigida de pronto, sendo as saliências cortadas e as depressões preenchidas com concreto fresco;
 - e.6) recomenda-se, quando da passagem final necessária ao perfeito adensamento do concreto, que o equipamento vibro-acabador desloque-se continuamente, sem paradas, pelo menos a uma distância correspondente a duas placas, conforme o projeto, devendo, para tal, ter sido lançado concreto suficiente, de modo que o ponto de retomada da concretagem esteja situado a menos de 30 cm da junta transversal mais próxima;
 - e.7) as superfícies em que se apóiam o equipamento vibro-acabador devem ser mantidas limpas, de modo a permitir o perfeito rolamento das máquinas e garantir a obtenção de um pavimento sem irregularidades superficiais.
- f) Acabamento do concreto
- f.1) imediatamente após o adensamento, deve começar a operação de acabamento, que consta, inicialmente, da passagem da régua acabadora em deslocamentos longitudinais, com movimentos de vaivém; em seguida, deve proceder-se ao acabamento final com movimentos de vaivém, que serão dados com tiras de lona ou com vassouras de fios de nylon, que provocarão ranhuras na superfície da placa;
 - f.2) a tira de lona deve ser aplicada transversalmente num deslocamento de vaivém, enquanto a vassoura deve ser passada na direção transversal à faixa concretada. As ranhuras devem ser contínuas e uniformes ao longo da largura da placa.
- g) Identificação das placas: proceder conforme descrito no item 5.3.5.g.
- h) Execução das juntas: proceder conforme descrito nos itens 5.3.5.h, 5.3.5.i, 5.3.5.j, 5.3.5.k, 5.3.5.l, 5.3.5.m.
- i) Colocação da tela de armação: proceder conforme descrito no item 5.3.5.n.
- j) Cura do concreto
- j.1) o período total de cura deve ser de 7 dias, compreendendo um período de aproximadamente 24 horas, contadas tão logo seja terminado o acabamento do pavimento, seguido de um período final, até o concreto atingir a idade de 7 dias;
 - j.2) no período inicial de cura não é admitido sobre o pavimento qualquer espécie de trânsito;
 - j.3) no período inicial deve ser empregada a cura química, aplicando-se em toda a superfície do pavimento um composto líquido que forma película plástica, à razão de 0,35 l/m² a 0,5 l/m²;

j.4) após o período inicial de cura a superfície do pavimento deve ser coberta com qualquer dos produtos mencionados no item 5.1.9, ou combinações apropriadas desses materiais ou outro tipo adequado de proteção, para evitar exposição do concreto às intempéries e à perda brusca de umidade. Quando a cura se fizer por meio de tecidos, papel betumado ou lençol plástico, deve-se superpor as tiras em pelo menos 10 cm. No caso de ocorrer a necessidade da retirada desses materiais de algum local, a sua reposição deverá ser feita dentro de 30 minutos, no máximo.

k) Desmoldagem

k.1) as fôrmas só podem ser retiradas quando decorrerem pelo menos 12 horas de concretagem. Podem, entretanto, ser fixados prazos diferentes, para mais ou para menos, desde que o concreto possa suportar sem nenhum dano a operação de desmoldagem e atendendo-se, ainda, a um máximo de 24 horas. Durante a desmoldagem devem ser tomados os cuidados necessários para evitar o esborcinamento dos cantos das placas;

k.2) as faces laterais das placas, ao serem expostas pela remoção das fôrmas, devem ser imediatamente protegidas por meio que lhes proporcione condições de cura análogas às da superfície do pavimento.

l) Selagem das juntas: proceder conforme descrito no item 5.3.5.p.

5.3.7 Pavimento rígido executado com equipamento de pequeno porte

a) Subleito: proceder conforme descrito no item 5.3.5.a.

b) Sub-base: proceder conforme descrito no item 5.3.5.b.

c) Assentamento de fôrmas e preparo para a concretagem

c.1) as fôrmas devem ser assentadas à camada subjacente e ficar suficientemente firmes, com base no alinhamento do eixo da pista. Devem ser fixadas com ponteiros de aço, a cada metro, no máximo, de modo a suportar, sem deslocamento, os esforços inerentes ao trabalho. Para o perfeito assentamento das fôrmas deve-se calçá-las em toda a sua extensão, não se permitindo apoios isolados;

c.2) o topo das fôrmas deve coincidir com a superfície de rolamento prevista, fazendo-se necessária a verificação do alinhamento e do nivelamento, admitindo-se desvios altimétricos de até 3 mm e diferenças planialtimétricas não superiores a 5 mm com relação ao projeto;

c.3) deve ser feita a verificação do fundo de caixa, não se admitindo espessura, ao longo de toda a seção transversal, inferior à especificação no projeto;

- c.4) caso tenha sido indicada a colocação de película impermeabilizante e isolante sobre a superfície da sub-base, deve ser verificado se esta película está adequadamente esticada e se as emendas são feitas com recobrimentos de, no mínimo, 20 cm;
 - c.5) as fôrmas devem ser untadas de modo a facilitar a desmoldagem.
- d) Mistura, transporte, lançamento e espalhamento do concreto
- d.1) o concreto pode ser produzido em betoneiras estacionárias ou em centrais, podendo os materiais serem medidos tanto em massa quanto em volume, exceto em cimento, que sempre deve ser medido em massa. No caso do concreto fornecido por usina comercial devem ser atendidas as condições estipuladas na norma NBR 7212;
 - d.2) o lançamento do concreto deve ser feito, de preferência, lateralmente à faixa a executar;
 - d.3) o transporte do concreto, quando não for feito em caminhão betoneira, deve ser realizado em equipamento capaz de evitar a segregação dos materiais componentes da mistura;
 - d.4) o período máximo da mistura (a partir da adição da água) e o lançamento deve ser de trinta minutos, sendo proibida a redosagem sob qualquer forma. Quando for usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, este período pode ser ampliado para 90 minutos;
 - d.5) o espalhamento do concreto pode ser feito com o auxílio de ferramentas manuais ou executado eventualmente a máquina, porém, qualquer processo utilizado deve garantir uma distribuição homogênea, de modo a regularizar a camada na espessura a ser adensada.
- e) Adensamento do concreto
- e.1) deve ser feito por vibradores de imersão e pela régua vibratória;
 - e.2) nos cantos das fôrmas devem ser aplicados os vibradores, de modo a corrigir deficiências no adensamento do concreto quando da vibração superficial pela régua vibratória;
 - e.3) a verificação da regularidade longitudinal da superfície deve ser feita por meio de uma régua de 3 m de comprimento;
 - e.4) qualquer variação na superfície, superior a 5 mm, seja uma depressão ou uma saliência, deve ser corrigida de pronto, sendo as saliências cortadas e as depressões preenchidas com concreto fresco. A verificação da regularidade longitudinal da superfície deve ser feita por meio de uma régua de 3 m de comprimento.

- f) Acabamento do concreto
- f.1) imediatamente após o adensamento, deve começar a operação de acabamento, que consta, inicialmente, da passagem da régua acabadora em deslocamentos longitudinais, com movimentos de vaivém; em seguida, deve proceder-se ao acabamento final com movimentos de vaivém, que são dados com tiras de lona ou com vassouras de fios de nylon, que provocarão ranhuras na superfície da placa;
 - f.2) a tira de lona deve ser aplicada transversalmente num deslocamento de vaivém, enquanto a vassoura deve ser passada na direção transversal à faixa concretada. As ranhuras devem ser contínuas e uniformes ao longo da largura da placa.
- g) Identificação das placas: proceder conforme descrito no item 5.3.5.g.
- h) Execução das juntas: proceder conforme descrito nos itens 5.3.5.h, 5.3.5.i, 5.3.5.j, 5.3.5.k, 5.3.5.l, 5.3.5.m.
- i) Colocação da tela de armação: proceder conforme descrito no item 5.3.2.n.
- j) Cura do concreto
- j.1) o período total de cura deve ser de 7 dias, compreendendo um período de aproximadamente 24 horas, contadas tão logo seja terminado o acabamento do pavimento, seguido de um período final, até o concreto atingir a idade de 7 dias;
 - j.2) no período inicial de cura não é admitido sobre o pavimento qualquer espécie de trânsito;
 - j.3) no período inicial deve ser empregada a cura química, aplicando-se em toda a superfície do pavimento um composto líquido que forma película plástica, à razão de 0,35 l/m² a 0,5 l/m²;
 - j.4) após o período inicial de cura a superfície do pavimento deve ser coberta com qualquer dos produtos mencionados no item 5.1.9, ou combinações apropriadas desses materiais ou outro tipo adequado de proteção, para evitar exposição do concreto às intempéries e à perda brusca de umidade. Quando a cura se fizer por meio de tecidos, papel betumado ou lençol plástico, deve-se superpor as tiras em pelo menos 10 cm. No caso de ocorrer a necessidade da retirada desses materiais de algum local, a sua reposição deverá ser feita dentro de 30 minutos, no máximo.
- k) Desmoldagem: proceder conforme descrito no item 5.3.6.k.
- l) Selagem das juntas: proceder conforme descrito no item 5.3.5.p.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados.

6.2 Agregados

6.2.1 No decorrer do processo de obtenção de agregados de pedreiras, devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- a) a brita e a areia somente são aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/areal/usina, assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- f) construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliadas para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios apresentados no Quadro 1, apresentado abaixo.

7.4 Na inspeção do concreto deve ser determinada a resistência à tração na flexão na idade de controle fixada no projeto, ou então a resistência à compressão axial, desde que tenha sido estabelecida através de ensaios, para o concreto em questão, uma correlação confiável entre a resistência à tração na flexão e a resistência à compressão axial.

7.5 A cada trecho de no máximo 2.500 m² de pavimento, definido para inspeção, devem ser moldados aleatoriamente e de amassadas diferentes, no mínimo, 6 exemplares de corpos de prova, sendo cada exemplar constituído por, no mínimo, 2 corpos de prova prismáticos ou cilíndricos de uma mesma amassada, cujas dimensões, preparo e cura devem estar de acordo com a norma NBR 5738.

7.6 Na identificação dos corpos de prova deve constar a data de moldagem, a classe do concreto, a identificação da placa onde foi lançado o concreto (ver 5.3.5.g desta Norma) e outras informações julgadas necessárias.

Quadro 1 – Controle de produção	
Quantidade	Descrição do ensaio
Para cada amassada (ou betonada):	
01	Determinação do abatimento do concreto
Para todo corpo-de-prova prismático moldado:	
01	Ensaio de resistência à tração na flexão
Para todo corpo-de-prova cilíndrico moldado:	
01	Ensaio de resistência à compressão axial
Nota 1: nos ensaios de resistência do concreto, dos dois resultados obtidos, será escolhido o de maior valor como sendo a resistência do exemplar.	

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

8.3.1 Espessura da camada: deve ser medida a espessura, no máximo a cada 100 m, pelo nivelamento do eixo e dos bordos.

8.3.2 Alinhamentos: a verificação dos alinhamentos do eixo e bordos, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena.

8.4 Controle do acabamento e segurança

- a) O acabamento da superfície deve ser verificado, em todas as faixas de tráfego, por “aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta”, devidamente calibrados (DNER-PRO 164/94 e DNER-PRO 182/94), ou por sistemas a laser, desde que devidamente aceitos e aprovados pelo DER/PR. Os resultados de irregularidade longitudinal devem ser integrados a lances de 200m.

- b) Medições indiretas de atrito, com o pêndulo britânico (ASTM-E 303/93), devem ser efetuadas nos mesmos locais de avaliação indicados para a macrotextura.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

9.1.1 Os materiais a serem utilizados devem atender ao disposto nos itens 5.1.1 a 5.1.9 desta especificação.

9.2 Aceitação da produção do concreto e da execução

9.2.1 O concreto utilizado deve atender ao disposto no item 5.1.10 desta especificação.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) quanto à largura da placa: não são admitidos valores superiores a $\pm 10\%$ em relação à definida no projeto para a camada;

- b) quanto à espessura da camada acabada:

b.1) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = X - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

$N \geq 9$ (nº de determinações efetuadas)

b.2) a espessura média determinada estatisticamente deve situar-se no intervalo de $\pm 5\%$, em relação à espessura prevista em projeto;

b.3) não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de $\pm 10\%$, em relação à espessura prevista em projeto.

- c) eventuais regiões em que se constate deficiência de espessura são objeto de amostragem complementar. As áreas deficientes, devidamente delimitadas, devem ser reconstruídas, às expensas da executante.

9.4 Aceitação das condições de acabamento e segurança

9.4.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de acabamento e segurança, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) os valores do índice internacional de irregularidade (IRI) sejam no máximo 2,8 m/km para valores individuais e 2,5 m/km para análises estatísticas;

- b) os valores de resistência à derrapagem (VRD) obtidos com o pêndulo britânico sejam $VRD \geq 40$ para valores individuais e $45 \leq VRD \leq 75$ para análises estatísticas.

9.5 Condições de conformidade e não conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;
 $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i – valores individuais;
 X – média da amostra;
 s – desvio padrão;
 k – adotado o valor 1,25;
 n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;
 Se $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;
 Se $X + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de placa de concreto de cimento Portland, executado e recebido na forma descrita, é medido pela determinação do volume de aplicado e compactado, expresso em metros cúbicos, fazendo-se distinção em relação ao processo de execução.

10.2 O cálculo dos volumes, obedecendo as tolerâncias especificadas, é feito com base na seção transversal de projeto.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 Não há remuneração em separado para material selante, película ou processo de isolamento e impermeabilização, processo de cura e material de enchimento de juntas de dilatação, cujos preços devem estar inclusos no preço global do serviço.

11.4 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada no teor de cimento empregado.



**Departamento de
Estradas de Rodagem
do Estado do Paraná -
DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
www.der.pr.gov.br

DER/PR ES-P 36/17

PAVIMENTAÇÃO: TRATAMENTOS SUPERFICIAIS – LIGANTES CONVENCIONAIS E MODIFICADOS

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 28/08/2017
Deliberação n.º 140/2017
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 18/05 E ESP-
29/05
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavra-chave: revestimento; tratamento
superficial; ligantes modificados

20 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de tratamentos superficiais simples, duplos e triplos. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/17.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece a sistemática empregada na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a Especificação de Serviço DER/PR-ES P 18/05 e DER/PR-ES P 29/05.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção de produtos e na execução de revestimentos asfálticos, do tipo tratamento superficial simples, duplo e triplo, com o objetivo de construir, rejuvenescer ou conservar pavimentos asfálticos.

2 REFERÊNCIAS

- ABNT/NBR 14329 - Determinação expedita da resistência à água (adesividade) sobre agregados graúdos;
- ANP - Cimentos asfálticos de petróleo - Resolução nº 19/05
- ANP - Cimentos asfálticos de petróleo modificados por polímeros elastoméricos - Resolução nº 32/10
- ANP - Cimentos asfálticos de petróleo modificados por borracha moída de pneus – Resolução nº 39/08
- ANP - Emulsões asfálticas para pavimentação - Resolução nº 36/12
- ANP - Emulsão asfáltica catiônica modificada por polímeros elastoméricos - Resolução nº 36/12
- ASTM E-965 - Measuring Pavement Macrotecture Depth Using a Volumetric Technique
- ASTM D 2172 - Quantitative Extraction of Betumen From Bituminous Paving Mixtures - Método B:
- DNER-ME 035 - Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”
- DNER-ME 078 - Agregado graúdo – adesividade a ligante betuminoso
- DNER-ME 083 - Agregados – análise granulométrica
- DNER-ME 089 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
- DNER-PRO 164 - Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores - IPR/USP e Maysmeter)
- DNER-PRO 182 - Medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores - IPR/USP e Maysmeter
- DNER-PRO 277 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
- DNIT 011-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias
- Manual de Pavimentação – DNER
- Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
- Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÃO

3.1 Tratamento superficial: é o serviço por penetração que envolve aplicações alternadas de ligante asfáltico e agregados minerais, em operação simples ou múltipla.

3.2 Tratamento superficial simples – TSS: é a camada de revestimento ou de recuperação superficial de pavimento asfáltico, constituída de uma aplicação de ligante betuminoso, coberta por uma camada de agregado mineral, submetido à compressão.

3.3 Tratamento superficial duplo – TSD: é a camada de revestimento ou de recuperação superficial de pavimento asfáltico, constituída por duas aplicações sucessivas de ligante betuminoso, cobertas cada uma por camada de agregado mineral, submetidos à compressão.

3.4 Tratamento superficial triplo – TST: é a camada de revestimento ou de recuperação superficial de pavimento asfáltico, constituída por três aplicações sucessivas de ligante betuminoso, cobertas cada uma por camada de agregado mineral, submetidos à compressão.

3.5 Penetração direta: corresponde à classificação da forma de penetração do ligante, que neste caso é espargido sobre a camada de agregado mineral.

3.6 Penetração indireta: corresponde à classificação da forma de penetração do ligante, que neste caso é espargido antes da aplicação da camada de agregado mineral.

3.7 Penetração mista: corresponde à classificação da forma de penetração do ligante, que neste caso é espargido parte da taxa de ligante betuminoso antes da aplicação da camada do agregado mineral e a outra parte da taxa de ligante betuminoso sobre a camada do agregado mineral.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem;

- e) sem aprovação pelo DER/PR do equipamento espargidor;
- f) sem a execução inicial do segmento experimental, conforme descrito no capítulo Informações e Recomendações de Ordem Geral, constante nas Especificações de Serviços Rodoviários do DER/PR;
- g) quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C;
- h) em dias de chuva.

4.2 Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra deve apresentar Certificado de Qualidade (Ensaio de especificação), além de trazer indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a refinaria ou fábrica e o canteiro de serviço.

4.3 A temperatura de aplicação do material asfáltico deve ser determinada para o ligante empregado, em função da relação temperatura-viscosidade, adequada para o espalhamento.

4.4 No caso da utilização de melhorador de adesividade, deve ser exigido que este aditivo seja adicionado ao ligante no canteiro da obra, sendo obrigatória a circulação da mistura ligante-aditivo. De preferência, deve-se fazer essa mistura com a circulação do ligante asfáltico no próprio equipamento espargidor.

4.5 No caso das emulsões, deve ser evitada a sedimentação nos depósitos, através da circulação periódica da mesma.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Materiais asfálticos

- a) É recomendado o emprego dos seguintes materiais:
 - Cimentos Asfálticos de Petróleo, CAP 150-200 atendendo a Resolução nº 19/2005 da ANP
 - Cimentos Asfálticos de Petróleo modificados por polímeros elastoméricos atendendo a Resolução nº 32/2010 da ANP
 - Cimentos Asfálticos de Petróleo modificados por borracha moída de pneus Tipo AB-22 atendendo a Resolução nº 39/2008 da ANP
 - Emulsão asfáltica catiônica de ruptura rápida tipo RR-2C atendendo a Resolução nº 36/2012 da ANP
 - Emulsão asfáltica catiônica de ruptura rápida modificada por polímero elastomérico tipo RR2C-E atendendo a Resolução nº 36/2012 da ANP
- b) O emprego de outros ligantes pode ser admitido desde que tecnicamente justificado e com aprovação do DER/PR.

5.1.2 Agregados: os agregados utilizados devem ser constituídos por rocha sã ou seixo rolado, britados. Em qualquer caso, devem ser atendidas as condições gerais, a seguir relacionadas, para o agregado empregado.

- a) Devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.
- b) Na composição dos tratamentos devem ser utilizados agregados de mesma natureza.
- c) Os agregados, nos tratamentos múltiplos, não devem possuir mais do que um por cento passando na peneira n.º 200, em peneiramento efetuado por lavagem do agregado.
- d) Para o agregado retido na peneira n.º 4 a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 035) não deve ser superior a 40%.
- e) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 089, os agregados utilizados devem apresentar perdas iguais ou inferiores aos seguintes limites:
 - agregado graúdo: 12%;
 - agregado miúdo: 15%.
- f) Quando o agregado for obtido por britagem de seixos rolados, ao menos 95% dos fragmentos retidos na peneira n.º 4, em peso, devem apresentar uma ou mais faces resultantes de fratura.
- g) Para os agregados retidos na peneira n.º 4, a percentagem de grãos de forma defeituosa, obtida no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução do DER/PR, não pode ser superior a 20%.
- h) A graduação dos agregados deve atender às condições a seguir descritas.
 - h.1) Em cada camada, o tamanho dos agregados deve ser o mais uniforme possível (condição homométrica), isto é, os agregados devem tender a um só tamanho. Os agregados assim considerados são definidos pela relação:

$$d / D$$

onde:

d (tamanho mínimo efetivo) – é o tamanho em milímetros, obtido a partir da curva granulométrica e que corresponde a:

25% passando, em peso, para $VDM \leq 2.000$ ou,
15% passando, em peso, para $VDM > 2.000$

D (tamanho máximo efetivo) – é o tamanho em milímetros, obtido a partir da curva granulométrica e que corresponde a:

80% passando, em peso, para $VDM \leq 2.000$ ou,
90% passando, em peso, para $VDM > 2.000$.

A relação d / D deve ser:

$\geq 0,65$ para $VDM > 2.000$

$\geq 0,50$ para $VDM \leq 2.000$

h.2) Nos tratamentos múltiplos, o tamanho relativo do agregado, nas várias camadas, deve ser escolhido de forma tal que o tamanho médio $(D + d) / 2$, do agregado de cada camada, seja aproximadamente a metade do correspondente ao tamanho médio da camada imediatamente inferior. Estas duas condições tem o objetivo de promover um bom travamento entre as camadas, proporcionando aos tratamentos superficiais maior durabilidade e menor consumo de materiais.

i) Atendendo as condições de “h.1” e “h.2”, são indicadas as faixas granulométricas apresentadas nos Quadro 1, 2, 3, 4 e 5.

Quadro 1: Tratamento superficial simples – TSS				
Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso		Tolerâncias da faixa de projeto
ABNT	Abertura, mm	Faixas		
		A	B	
1/2"	12,7	100	–	± 7
3/8"	9,5	85 – 100	100	± 7
nº 4	4,8	10 – 30	85 – 100	± 5
nº 10	2,0	0 – 10	10 – 40	± 5
nº 200	0,074	0 – 2	0 – 2	± 2

Quadro 2: Tratamento superficial simples com asfalto borracha – TSS AB					
Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso			Tolerâncias da faixa de projeto
ABNT	Abertura, mm	Faixas			
		A	B	C	
3/4"	19,1	100	–	–	± 7
1/2"	12,7	85 – 100	100	100	± 7
3/8"	9,5	0 – 30	85 – 100	85 – 100	± 7
1/4"	6,3	0 – 5	0 – 30	–	± 5
nº 4	4,8	–	0 – 5	10 – 30	± 5
nº 10	2,0	–	–	0 – 10	± 5
nº 200	0,074	0 – 1	0 – 1	0 – 2	± 2

Quadro 3: Tratamento Superficial Duplo – TSD						
Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso				Tolerâncias da faixa de projeto
ABNT	Abertura, mm	Duplo A		Duplo B		
		1ª cam.	2ª cam.	1ª cam.	2ª cam.	
1"	25,4	100	–	–	–	± 7
3/4"	19,1	90 – 100	–	–	–	± 7
1/2"	12,7	20 – 45	100	100	–	± 7
3/8"	9,5	0 – 10	80 – 100	85 – 100	100	± 7
nº 4	4,8	0 – 5	40 – 70	10 – 30	85 – 100	± 5
nº 10	2,0	–	0 – 10	0 – 10	10 – 40	± 5
nº 200	0,074	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1	± 2

Quadro 4: Tratamento Superficial Duplo com Asfalto Borracha – TSD AB						
Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso				Tolerâncias da faixa de projeto
ABNT	Abertura, mm	Duplo A		Duplo B		
		1ª cam.	2ª cam.	1ª cam.	2ª cam.	
1"	25,4	100	–	100	–	± 7
3/4"	19,1	85 – 100	–	90 – 100	–	± 7
1/2"	12,7	0 – 30	100	20 – 45	100	± 7
3/8"	9,5	0 – 5	85 – 100	0 – 10	85 – 100	± 7
1/4"	6,3	–	0 – 30	–	–	± 5
nº 4	4,8	–	0 – 5	0 – 5	10 – 30	± 5
nº 10	2,0	–	–	–	0 – 10	± 5
nº 200	0,074	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 2	± 2

Quadro 5: Tratamento Superficial Triplo – TST											
Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso									Tolerâncias da faixa de projeto
ABNT	Abertura, mm	Triplo I-4			Triplo I-5			Triplo I-6			
		1ª cam.	2ª cam.	3ª cam.	1ª cam.	2ª cam.	3ª cam.	1ª cam.	2ª cam.	3ª cam.	
1"	25,4	–	–	–	100	–	–	–	–	–	± 7
7/8"	22,2	–	–	–	–	–	–	100	–	–	± 7
3/4"	19,1	100	–	–	90–100	–	–	–	–	–	± 7
5/8"	15,9	90 – 100	–	–	–	–	–	–	–	–	± 7
1/2"	12,7	–	–	–	20 – 45	100	–	0 – 30	100	–	± 7
3/8"	9,5	20 – 50	100	–	0 – 10	90–100	–	0 – 5	90–100	100	± 7
nº 4	4,8	0 – 10	65 – 85	100	0 – 5	20 – 55	100	–	10 – 40	85–100	± 5
nº 8	2,4	–	–	45–85	–	–	–	–	–	–	± 5
nº 10	2,0	–	0 – 10	20–35	–	0 – 10	15 – 35	–	0 – 15	10 – 35	± 5
nº 16	1,2	–	–	0 – 12	–	–	–	–	–	–	± 3
nº 40	0,42	–	–	0 – 8	–	–	0 – 5	–	–	0 – 5	± 3
nº 200	0,074	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1	± 2

5.2 Dosagem

5.2.1 A partir da seleção da composição granulométrica desejada e do respectivo ligante, a dosagem deve ser efetuada em laboratório, pela metodologia descrita no Manual de Execução do DER/PR (método do Eng^o Johannes Larsen).

5.2.2 A critério exclusivo do DER/PR, nos casos em que a superfície da camada a revestir não apresentar boas características de aderência com os agregados da primeira camada, é aplicado banho de emulsão, na taxa de 0,5 l/m², anteriormente à aplicação da primeira camada de agregado; essa taxa não deve ser deduzida da quantidade total prevista em projeto, no caso dos tratamentos múltiplos.

5.2.3 As taxas de aplicação de agregados e ligantes usuais são:

Tratamento superficial	Agregado (kg/m ²)			Ligante betuminoso (residual em l/m ²)		
	Camada			Camada		
	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª
TSS – A	10 – 12	–	–	1,0 – 1,2	–	–
TSS – B	8 – 10	–	–	0,8 – 1,0	–	–
TSS AB – A	12 – 16	–	–	1,3 – 1,7	–	–
TSS AB – B	8 – 12	–	–	1,1 – 1,3	–	–
TSS AB – C	8 – 10	–	–	1,0 – 1,3	–	–
TSD – A	22 – 25	10 – 12	–	1,0 – 1,1	1,3 – 1,4	–
TSD – B	20 – 22	9 – 12	–	1,0 – 1,1	1,4 – 1,5	–
TSD AB – A	15 – 20	8 – 12	–	1,4 – 1,8	1,1 – 1,3	–
TSD AB – B	15 – 20	7 – 11	–	1,4 – 1,7	1,0 – 1,3	–
TST I – 4 (A)	13 – 16	6 – 8	4 – 6	0,6 – 0,8	0,7 – 0,9	0,6 – 0,8
TST I – 5 (B)	15 – 18	7 – 9	4 – 6	0,7 – 0,8	0,9 – 1,0	0,7 – 0,8
TST I – 6 (C)	20 – 25	10 – 13	6 – 9	0,8 – 0,9	0,9 – 1,2	0,8 – 0,9

Equipamento

5.3.1 Todo o equipamento, antes do início da execução dos serviços, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.3.2 É obrigatório, para o início dos trabalhos, que o canteiro de serviço esteja instalado, contando no mínimo com as quantidades de equipamentos indicadas em projeto, classificados em:

- a) área conveniente para estocagem dos diversos tipos de agregados, com o objetivo de impedir mistura entre eles, bem como protegê-los de poeira ou partículas lançadas pelo tráfego de estradas próximas;
- b) depósitos de material asfáltico que permitam o aquecimento de maneira uniforme e sem riscos de oxidação e que tenham capacidade compatível com o consumo da obra;
- c) os tanques destinados a estocagem de asfalto borracha, deverão necessariamente estar providos de agitadores mecânicos;
- d) equipamento espargidor de material asfáltico, equipado com bomba reguladora de pressão e sistema completo e adequado de aquecimento, capaz de aplicar o material em quantidade e temperatura uniformes. As barras de distribuição devem ser de circulação plena, com ajuste vertical e largura variável. Deve ser equipado ainda com tacômetro, termômetros, medidor de volume e dispositivo de aplicação manual para pequenas correções;
- e) distribuidor de agregados rebocável ou automotriz, capaz de proporcionar distribuição homogênea dos agregados;
- f) Pode-se utilizar também Equipamento Multidistribuidor para tratamento superficial, aplicação simultânea dos materiais (ligante e agregados);
- g) rolo de pneus autopropulsor;
- h) rolo compactador tipo tandem;
- i) compressor de ar com potência suficiente para promover, por jateamento, a perfeita limpeza da superfície a revestir, antes do início do tratamento superficial;
- j) caminhões basculantes;
- k) pá-carregadeira ou retro-escavadeira;
- l) caminhão irrigador, equipado com moto-bomba;
- m) vassouras mecânicas ou manuais;

- n) vassouras de arrasto ou dispositivos similares, para corrigir possíveis falhas de distribuição dos agregados;
- o) ferramentas manuais, tais como: pás, enxadas, ancinhos, garfos, rastelos e demais ferramentas.

5.4 Execução

5.4.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.4.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.4.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender as condições de calibragem do equipamento espargidor, o projeto de dosagem e valores e limites definidos nesta especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.4.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental, exclusivamente por condições granulométricas, taxas de aplicação dos agregados, tempo necessário para rompimento, tempo de cura e liberação ao tráfego, não há necessidade de remover, mas de promover eventuais ajustes necessários através de nova calibração e/ou novo projeto de dosagem, e execução do tratamento superficial especificado sobre a superfície do segmento experimental originalmente executado.

5.4.5 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório resultante do mau travamento, cobertura asfáltica insuficiente, perda significativa de agregado de uma ou mais camadas, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.4.6 A continuidade dos serviços, depois de autorizado pelo DER/PR, deve obedecer ao procedimento construtivo indicado no segmento experimental aceito, conforme relatório descrito em 5.4.3.

5.4.7 Se o ligante for emulsão catiônica de ruptura rápida

- a) Deve ser verificado se a superfície a tratar, convenientemente limpa, necessita ou não da aplicação complementar de um banho de emulsão, na taxa de 0,5 l/m², anteriormente à aplicação da primeira camada de agregado, conforme definido em 5.2.2.
- b) Se o tratamento for simples, deve ser executada uma aplicação de emulsão, na taxa mínima de 0,5 l/m², antes do espalhamento do agregado. Essa taxa é

definida em projeto e faz parte do teor total de ligante, uma vez que se trata de um desdobramento da taxa total de aplicação.

- c) Sobre a pista, convenientemente demarcada, é iniciado o serviço com a distribuição da primeira camada de agregados, com o equipamento aceito pelo DER/PR, na taxa especificada em projeto.
- d) Após a aplicação dos agregados, verifica-se cuidadosamente a homogeneidade de espalhamento, promovendo-se a correção das falhas eventuais, tanto de falta quanto de excesso de material.
- e) Na seqüência, procede-se à rolagem da camada, com a utilização apenas do rolo pneumático, com número de coberturas apenas suficiente para proporcionar a perfeita acomodação do agregado, sem causar danos à superfície a revestir.
- f) A operação seguinte consiste na primeira aplicação direta de ligante asfáltico, de modo uniforme, na taxa especificada em projeto e em temperatura que proporcione viscosidade adequada de aplicação.
- g) Após a aplicação do ligante, verifica-se cuidadosamente a homogeneidade da mesma promovendo-se a correção das falhas eventuais. As correções de falta de ligante são realizadas com o equipamento manual do espargidor, com cuidado para evitar excessos. O excesso de ligante, se considerado nocivo e não compensável, deve ser removido.
- h) Se o tratamento for simples, o mesmo deve permanecer sem tráfego pelo período de 24 a 48 horas, dependendo das condições climáticas. Após esse período, o revestimento deve ser rolado com o rolo tandem, uma só passada, com sobreposição, para se obter a conformação final da superfície. Esse procedimento também é adotado na última camada dos tratamentos múltiplos, com emulsão asfáltica.
- i) Para os tratamentos múltiplos, as operações de aplicação de agregados e ligante são repetidas, com as recomendações e cuidados já descritos.
- j) O esquema de rolagem das demais camadas é o descrito a seguir.
 - j.1) A rolagem da segunda camada de agregados é iniciada com o rolo pneumático e complementando-se a mesma com a passagem do rolo liso tipo tandem, uma só passada, com sobreposição.
 - j.2) Nos tratamentos triplos, a compressão sobre o agregado da terceira camada é feita com a utilização do rolo de pneumáticos. Após a última aplicação de ligante, é procedido conforme definido em 5.4.7 "h".
- k) A última aplicação é sempre de material asfáltico, à exceção dos tratamentos com capa selante, onde se aplica agregado sobre a última aplicação de ligante.

- l) Opcionalmente, a critério do DER/PR, pode ser exigido o umedecimento dos agregados de uma ou mais camadas, imediatamente antes da aplicação da emulsão asfáltica.
- m) A aplicação dos agregados sobre a emulsão asfáltica, deve ser imediata ao seu espargimento.
- n) Variações no esquema de rolagem podem ser admitidas, desde que testadas no segmento experimental e aprovadas pelo DER/PR.

5.4.8 Se o ligante for cimento asfáltico de petróleo

- a) A superfície a tratar, deve estar perfeitamente limpa e sem falhas na imprimação ou pintura de ligação.
- b) Sobre a pista, convenientemente demarcada, é iniciado o serviço com a primeira aplicação de ligante asfáltico, de modo uniforme, na taxa especificada em projeto e em temperatura que proporcione viscosidade adequada de aplicação. Eventuais excessos ou falta de material devem ser imediatamente corrigidos.
- c) Imediatamente após a aplicação do material asfáltico, o agregado especificado deve ser uniformemente espalhado, com o equipamento de distribuição de agregados aceito pelo DER/PR e na quantidade indicada em projeto. Eventuais falhas de aplicação devem ser prontamente corrigidas.
- d) A rolagem deve ter início imediato, com a utilização do rolo de pneumáticos, utilizando-se um número de coberturas apenas suficiente para proporcionar perfeita acomodação do agregado, sem causar danos à superfície a revestir.
- e) Se o tratamento for simples, a camada de agregado deve ser comprimida também com o rolo liso tipo tandem em uma só passada com sobreposição, para se obter a conformação final do serviço.
- f) Para os tratamentos múltiplos, as operações de aplicação de agregados e ligante são repetidas, com as recomendações e cuidados já descritos.
- g) A compressão das demais camadas de agregados é iniciada com o rolo pneumático e complementando-se a mesma com a passagem do rolo liso tipo tandem, uma só passada, com sobreposição.
- h) Sendo o material asfáltico aplicado a altas temperaturas, superiores a 150°C, é importante executar as etapas com a maior rapidez possível, para aproveitar a viscosidade do ligante aquecido, o que é garantia de melhor qualidade do tratamento. Também por esta razão, a extensão do material asfáltico aplicado deve ficar condicionada à capacidade de cobertura imediata com agregado.
- i) No caso de paralisação súbita e imprevista do equipamento distribuidor de agregados, o agregado é espalhado manualmente, na superfície já coberta com o material asfáltico, procedendo-se à compressão o mais rápido possível.

- j) Para garantir a adesão do ligante ao agregado é necessário que o mesmo esteja limpo e seco;

5.4.9 Se o ligante for cimento asfáltico modificado pela adição de borracha moída de pneus.

- a) Se faz necessário pré-envolvimento do agregado com CAP 50/70 antes da aplicação. Esta operação deverá ser realizada de acordo com orientação da empresa fornecedora do ligante (CAP Borracha).

5.4.10 Condições de execução aplicáveis para qualquer tipo de tratamento superficial

- a) O esquema de espargimento adotado deve proporcionar recobrimento triplo, em toda a largura da camada. Especial atenção deve ser conferida às regiões anexas ao eixo e bordos, de forma a evitar, nesses locais, a falta ou o excesso relativos de ligante.
- b) A compressão da camada é executada no sentido longitudinal, iniciando no lado mais baixo da seção transversal e progredindo no sentido do lado mais alto.
- c) Em cada passada, o equipamento deve recobrir, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida, com os cuidados necessários para evitar deslocamentos, esmagamento do agregado e contaminações prejudiciais.
- d) Pequenas correções de ligante e agregados podem ser necessárias, caso sejam constatadas falhas, nas inspeções visuais, efetuadas em cada aplicação.
- e) Não deve haver coincidência entre as juntas transversais de duas camadas sucessivas, devendo-se prever uma defasagem de, pelo menos, dois metros entre elas.
- f) Para evitar excesso de ligante na junta transversal, é colocada sobre a superfície da camada anterior, uma faixa de papel adequado, com largura mínima de 0,80 m.
- g) Deve ser evitada a coincidência das juntas longitudinais para cada aplicação de ligante.
- h) A aplicação de ligante, na largura da camada, deve ser feita com o menor número possível de passagens do equipamento espargidor.
- i) Durante a operação de espalhamento dos agregados, deve ser evitada a aplicação em excesso, já que sua correção é mais difícil do que a adição de material faltante.

- j) As aplicações, por camada, devem ser feitas de modo a permitir a compensação de eventuais diferenças, nas aplicações subseqüentes. A respeito do assunto, observar o contido no Manual de Execução do DER/PR.
- k) A utilização de materiais asfálticos diferentes, no mesmo tanque do espargidor, só deve ser feita após esgotamento e limpeza, a fim de evitar misturas prejudiciais ao ligante e ao próprio espargimento. A respeito do assunto observar o contido no Manual de Execução do DER/PR.

5.4.11 Liberação ao tráfego

- a) Não é permitido o tráfego quando da aplicação do ligante asfáltico ou do agregado.
- b) O tráfego somente é liberado após a conformação final da superfície conforme descrito em 5.4.7 “h”, de maneira controlada por um período mínimo de 48 horas.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de revestimento asfáltico do tipo tratamento superficial, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de ligante asfáltico e agregados.

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados e o estoque de ligante asfáltico.

6.3 Agregados: no decorrer do processo de obtenção de agregados de pedreiras, devem ser considerados os cuidados principais a seguir descritos.

- a) A brita somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Registro de Ocorrências da obra.
- b) Exigir a documentação atestando a regularidade das instalações da pedreira, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente, caso os agregados sejam fornecidos por terceiros.
- c) Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.
- d) Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos.
- e) Impedir queimadas como forma de desmatamento.

- f) Construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.4 Ligante asfáltico

- a) Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água.
- b) Vedar o refugo de materiais usados à beira da estrada ou em outros locais onde possam causar prejuízos ambientais.

6.5 Quanto à instalação

- a) Atribuir à contratante (DER/PR) responsabilidade pela obtenção da licença de instalação e operação do empreendimento.
- b) Atribuir à executante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação para canteiro de obra, depósitos e pedreira industrial, quando for o caso.
- c) Recuperar a área afetada pelas operações de construção e execução, mediante a remoção dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.

6.6 Operação

- a) Dotar os silos de estocagem de agregados de proteções laterais e cobertura, para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.
- b) Manter em boas condições de operação todos os equipamentos de processo e de controle.

6.7 Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução, referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.2.1 A fiscalização poderá a qualquer momento, solicitar acompanhamento de execução de ensaio de confirmação de resultados considerados insatisfatórios.

7.3 O controle interno de qualidade do material consta, no mínimo, dos ensaios a seguir descritos.

7.3.1 Ligante asfáltico

7.3.1.1 Item 4.2 das Condições Gerais.

7.3.2 Agregados

Quantidade	Descrição
a) No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedreira:	
01	Ensaio de desgaste Los Angeles
01	Ensaio de durabilidade do agregado graúdo e miúdo
01	Ensaio de adesividade
b) Para cada 100 m³ de aplicação	
01	Granulometria por via lavada para cada tipo de agregado
01	Verificação da homometria em cada ensaio de granulometria
c) Para cada 300 m³ do agregado da primeira e segunda camada.	
01	Lamelaridade (método do Manual de Execução DER/PR)

7.4 Execução.

7.4.1 A eficácia do melhorador de adesividade, quando utilizado.

Quantidade	Descrição
Para cada incorporação de dope ao ligante, e sempre que o ligante dopado for armazenado por mais de 5 dias:	
01	Ensaio de adesividade pelo método expedito (NBR 14329)

7.4.2 Controle da aplicação do agregado mineral:

A determinação da taxa de agregado em kg/m², por camada, é no mínimo, uma para cada faixa de espalhamento com no máximo 700 m². A metodologia é abordada no Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR.

7.4.3 Controle da aplicação do ligante asfáltico

- a) A temperatura do ligante asfáltico deve ser medida no caminhão espargidor imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz a temperatura preconizada.
- b) A taxa de ligante é determinada em l/m², por aplicação, no mínimo, uma para cada faixa de espalhamento com no máximo 700 m². A metodologia é detalhada no Manual de Execução do DER/PR.

NOTA: Quando da utilização de equipamento multidistribuidor, as taxas de agregados e ligante deverão ser determinadas através do método da bandeja em conjunto com o ensaio de extração ASTM D 2172 método B.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR, quando julgar necessário, a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 Compete exclusivamente ao DER/PR, o controle geométrico que consiste na realização de medidas para verificação de larguras, extensões e espessuras, executadas com vistas a aceitação deste critério e a determinação das quantidades executadas por unidade de serviço.

- a) Extensão da camada acabada: é medida com o emprego de distanciômetros eletrônicos ou por medidas à trena, executadas a cada 20 metros.
- b) Largura da camada acabada: é obtida por medidas à trena, executadas a cada 20 metros.

8.3 Controle de acabamento da superfície: é efetuado com apreciação em bases visuais.

8.4 Verificação final da qualidade

8.4.1 Acabamento e segurança

- a) O acabamento da superfície deve ser verificado, em todas as faixas de tráfego, por “aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta”, devidamente calibrados (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182), ou por sistemas a laser, desde que devidamente aceitos e aprovados pelo DER/PR. Os resultados de irregularidade longitudinal devem ser integrados a lances de 200 m.
- b) A macrotextura é avaliada, à razão de uma determinação a cada 500 m de faixa, pelo ensaio de mancha de areia (ASTM E-965). Opcionalmente, os ensaios de mancha de areia podem ser substituídos, a critério do DER/PR, por medições a laser, em panos de 20 m situados a cada 500 m de faixa.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Todos os ensaios dos materiais indicados em 7.3 devem atender aos requisitos especificados em 5.1.

9.2 Os equipamentos espargidores devem ter sido devidamente aferidos e, juntamente com os demais, manter adequadas condições de funcionamento ao longo da obra.

9.3 A granulometria dos agregados deve estar dentro da faixa de trabalho, definida em projeto.

9.4 A quantidade de ligante, por aplicação, deve se situar no intervalo de $\pm 15\%$, em relação à taxa de dosagem. Para a taxa total, admite-se tolerância de $\pm 8\%$ em relação ao projeto.

9.5 A quantidade total do agregado mineral deve se situar no intervalo de $\pm 15\%$, em relação à taxa de dosagem.

9.5.1 Quando ocorrer variação para mais, na taxa de agregado mineral, é necessário que a quantidade de ligante também seja acrescida, em proporção equivalente. A respeito deste tema, observar o contido no Manual de Execução do DER/PR.

9.6 Aceitação do acabamento e das condições de segurança

9.6.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de acabamento e segurança, desde que atendidas as seguintes condições.

- a) Quanto à largura da plataforma: não são admitidos valores inferiores aos previstos para a camada;
- b) O acabamento do serviço, apreciado em bases visuais, seja julgado satisfatório;
- c) A superfície apresente-se desempenada, não ocorrendo marcas indesejáveis do equipamento de compressão;
- d) Os valores do Índice Internacional de Irregularidade - IRI devem ser de no máximo 2,7 m/km;
- e) Os valores da altura de areia (HS) obtidos com o ensaio de mancha de areia devem ser igual $0,60 \text{ mm} \leq \text{HS} \leq 1,20 \text{ mm}$ para análises estatísticas;
- f) No caso de trechos rodoviários que recebam solução de conservação preventiva periódica os valores admissíveis para o IRI devem ser de, no máximo 4,0 m/km para valores individuais e 3,5 m/km para análises estatísticas, conforme definido no Manual de Gerência de Pavimentos - DNIT.

9.7 Condições de conformidade e não-conformidade

9.7.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado ou } \bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto:}$
não conformidade;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado ou } \bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto:}$

conformidade;

Sendo:

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

Onde:

x_i = valores individuais

\bar{X} = média da amostra

s = desvio padrão

k = adotado o valor 1,25

n = número de determinações, no mínimo 9

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.7.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.7.3 Todo serviço incorreto ou mal executado deve ser corrigido. As não conformidades relativas aos itens 7 e 8 desta especificação, devem ser corrigidos na medida da evolução do serviços sem provocar prejuízos à qualidade e ao prazo de execução.

9.7.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 Os serviços aceitos são medidos pela determinação da área executada, expressa em metros quadrados.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é efetuado, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representam a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito à nova composição, baseada no traço aprovado pelo DER/PR.