



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

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

DER/PR ES-PA 04/23

**PAVIMENTAÇÃO:
MACADAME HIDRÁULICO**

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor, em 11/04/2023
Deliberação n.º 111/2023
Esta especificação substitui a DER/PR ES-PA 04/22
Autor: DER/PR (DT/CPD)

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

14 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 ES-IG 01/23

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 04/05.

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

As normas aqui relacionadas contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem-se em material de consulta, obrigatória, para o entendimento desta especificação particular.

As edições indicadas estavam em vigor no momento da elaboração deste documento. Como toda norma está sujeita a revisão ou substituição, recomenda-se àqueles que utilizarem esta especificação particular, que verifiquem a conveniência de usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir:

CONTRAN 2022	- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – VOLUME VII – Sinalização Temporária
DER/PR	- Manual de Execução de Serviços Rodoviários
DER/PR	- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias
DNER-ME 024/94	- Pavimentação – 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
DNIT 424/2020-ME	- Agregados – Determinação do índice de forma com crivos
DNIT 425/2020-ME	- Agregados – Determinação do índice de forma com paquímetro
DNIT 2006	- Manual de Pavimentação
Lei nº 6.514/77 - CLT – Art. 200-	Normas Regulamentadoras – NR da Segurança e da Medicina do Trabalho

3 DEFINIÇÕES

3.1 Macadame hidráulico é a camada granular composta por uma ou mais camadas de agregados graúdos, naturais ou britados, com diâmetro variável de 3½ pol. a ½ pol. (88,9 mm a 12,7 mm) 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 a 0,05 m levemente rolada com rolo liso estático aplicada nos casos em que o macadame hidráulico é assentado diretamente sobre solos com mais de 35% passando na peneira nº 200 ou que apresente IP a partir de 5% Tem como objetivo evitar o agulhamento do agregado graúdo no subleito e aumentar a sua condição de confinamento na face inferior da camada.
- 3.3 Camada de enchimento, ou travamento, é porção superior da camada de macadame seco destinada a preencher os vazios intergranulares da camada de agregado graúdo. Tem como objetivo reduzir a porcentagem de volume de vazios propiciando o travamento do agregado graúdo aumentando a estabilidade e reduzindo a deformabilidade da estrutura granular formada pelo conjunto bloqueio/agregado graúdo/enchimento.

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 do serviço, conforme Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e Previdência, o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do CONTRAN, Volume VII – Sinalização Temporária e o que eventualmente esteja especificado no projeto de engenharia e/ou nos Termos de Referência do Edital;
 - c) sem a prévia orientação dos funcionários quanto ao uso adequado, guarda, conservação e higienização dos EPIs, bem como a exigência de seu uso durante as atividades a serem desenvolvidas, conforme previsto nas Normas Regulamentadoras (NR);
 - d) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
 - e) sem a seleção prévia do diâmetro máximo do agregado graúdo, conforme indicação em projeto ou pela Fiscalização do DER/PR;
 - f) 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 ¾" (19,1 mm);
 - c) diâmetro máximo do agregado do material de enchimento superior a ¾" (19,1 mm);
 - d) espessura da camada individual acabada inferior a 0,15 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) apresentar uma perda máxima de 20% no ensaio de durabilidade com sulfato de sódio e de 30% com sulfato de magnésio;
- c) a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35/98) não deve ser superior a 50%;
- 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 diâmetro 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 $2\frac{1}{2}$ " (63,5 mm);
- f) a granulometria do agregado graúdo deve satisfazer a uma das seguintes faixas granulométricas mostrados no Quadro 1:

Quadro 1 – Faixas granulométricas para o macadame hidráulico

Faixas granulométricas para o macadame hidráulico				
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		0,20m	0,15m	0,12m

- g) no caso de emprego de seixo britado, os agregados deverão atender as condições mostradas no Quadro 2 quanto às faces britadas.

Quadro 2 – Porcentagem de faces britadas do seixo

Aplicação de seixo – Condição quanto à percentagem de faces britadas	
Tráfego (N8,2ft USACE)	Porcentagem de grão/porcentagem de faces britadas
$\leq 1 \times 10^7$	75/...
$1 \times 10^7 < N < 1 \times 10^8$	85/75*
$\geq 1 \times 10^8$	95/90

* 85/75 – 85 por cento dos grãos tem 1 face britada e 75% tem pelo menos 2 faces britadas.

Nota 01: Para o emprego em camada de base, 100% dos grãos deverão apresentar pelo menos uma face britada e 90% deles, duas faces britadas.

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, apresentadas no Quadro 3:

Quadro 3 – Faixas granulométricas para macadame hidráulico

Faixas granulométricas para macadame hidráulico			
ASTM	Abertura, mm	Faixa A	Faixa B
$\frac{3}{4}$ "	19,1	100	-
$\frac{1}{2}$ "	12,7	85-100	-
$\frac{3}{8}$ "	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:

- b.1) agregado graúdo 12%;
b.2) agregado miúdo 15%.

- c) o equivalente de areia (método DNER-ME 54/97) para o agregado miúdo deve ser igual ou superior a 50%;
d) para tráfego igual ou superior a 1×10^7 (N8,2ft USACE), o agregado graúdo deverá apresentar menos de 10% de partículas alongadas e lamelares;
e) no caso de emprego de seixo britado, os agregados deverão atender as condições mostradas no Quadro 2 quanto às faces britadas.

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 Equipamentos

5.2.1 É de responsabilidade da contratada assegurar que todo equipamento alocado para a execução da obra esteja em perfeitas condições de uso, no que tange à sua manutenção, regulagem e aspectos de segurança de operação, de maneira a garantir a qualidade do serviço. A qualquer momento a Fiscalização do DER/PR poderá solicitar a substituição do equipamento que não apresente desempenho satisfatório na execução do serviço indicado.

5.2.2 O equipamento básico para execução do macadame hidráulico compreende:

- a) trator de lâmina;
- b) instalação de britagem compatível com as bitolas e as produções desejadas;
- c) pá-carregadeira;
- d) caminhões basculantes;
- e) distribuidor de agregados e/ou motoniveladora pesada;
- f) compactador pesado tipo vibratório corrugado ou similar, para a acomodação e travamento da camada de agregado graúdo. Também deve ser usado em conjunto com o rolo liso para a compactação da camada de enchimento, quebrando o efeito arco que pode se estabelecer nos vazios intergranulares;
- g) rolo vibratório liso auto propelido CA-35, CC-43 ou similar para compactação das camadas de bloqueio e de enchimento.
- h) caminhão-tanque irrigador;
- i) compactadores portáteis vibratórios;
- j) equipamentos e ferramentas complementares: pás, carrinhos de mão, marretas, vassourões ou vassouras mecânicas entre outras.

5.2.3 A utilização de outros equipamentos além dos mencionados, ou em sua substituição, deverá ser analisada e aprovada pela fiscalização, porém não serão objeto de pagamento suplementar.

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 pela Fiscalização do DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental. A execução do (s) segmento (s) experimental (is) seguirão as seguintes diretrizes:

- a) deverão ser executados tantos segmentos experimentais quanto forem as jazidas indicadas para fornecimento de material;
- b) na falta de ensaios triaxiais de carga repetida e de procedimento mais apropriado aprovado pela Fiscalização do DER/PR, admite-se que o nível deflectométrico admissível possa ser estabelecido com o seguinte procedimento: a) utilizando-se um software de análise de sistema de camadas elástico linear; b) intervalo de módulos resilientes médios definidos em estudos de retroanálise de estruturas de pavimentos que contenham camadas de macadame hidráulico; c) valores de módulos apresentados em trabalhos de dissertações e teses; d) o modelo de correlação entre deflexão de número de solicitações equivalentes ao eixo padrão de $8,2_{tf}$ (USACE) contido no procedimento TECNAPAV/94;
- c) medida da deflexão para definição do nível deflectométrico a ser controlado durante a execução da obra.

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 pela Fiscalização do 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.

Nota 02: a execução do segmento experimental tem caráter orientativo e de treinamento da equipe com equipamentos disponibilizados pela construtora e com os materiais empregados. No caso de a rejeição dos serviços após a empresa ter cumprido na íntegra o item 5.3 até aqui, em hipótese alguma os resultados obtidos poderão imputar à executora ônus financeiro no contrato decorrente da necessidade de aumentar espessuras de camadas por conta de não ser atingido o nível deflectométrico especificado em projeto. Caberá à equipe de Fiscalização do DER/PR dar provimento e aprovação da solução técnica a ser adotada, devendo a contratante ser renumerada por conta da realização de serviços extras não previsto no contrato para atender o nível deflectométrico especificado.

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) sempre que o material da camada subjacente tiver mais de 35 % em peso passando na peneira nº 200, deve ser executada, antes do primeiro espalhamento do agregado graúdo, uma camada de bloqueio em toda a largura da plataforma, compreendendo pista e acostamento, com a espessura de 4 cm \pm 1 cm;
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. No caso de transporte por vias públicas, os caminhões devem ser devidamente cobertos e enlonados e atenderem à legislação vigente do CONTRAN quanto carga máxima transportada (em termos de PBT e carga por eixo);
- b) o espalhamento do material de bloqueio é executado com motoniveladora;
- c) 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) o agregado graúdo deve ser espalhado com trator de lâmina em uma camada de espessura constante, uniformemente solta, e disposta de modo que seja obtida a espessura comprimida especificada, atendendo aos alinhamentos e perfis projetados;
- 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) a seguir, executa-se a primeira operação de compressão com equipamento pesado, observando-se a não degradação do agregado graúdo, e prosseguir com a operação até que se consiga um bom entrosamento do agregado graúdo e a conformação transversal necessária.

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 combinando-se passada de rolo liso vibratório juntamente com rolo vibratório corrugado vibratório 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;

Nota 03: O encarregado da frente de serviço deverá ter conhecimento prévio a quantidade máxima de água (em termos de litros/m²) que ele poderá empregar nesta etapa do serviço para evitar o acúmulo de água nas camadas inferiores do pavimento, as quais podem ser extremamente sensíveis quando a perda da sua capacidade de suporte devido ao aumento da umidade.

- d) a irrigação e a aplicação do material de enchimento devem 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;
- 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 Nas operações destinadas à execução dos serviços objeto desta especificação com o objetivo de preservação ambiental, devem ser observadas e adotadas as soluções e procedimentos relacionados ao tema ambiental, definidos nos documentos técnico-normativos pertinentes vigentes no DER/PR, na legislação ambiental, nas recomendações e exigências dos órgãos ambientais, e na documentação técnica vinculada à execução da obra (Projeto de Engenharia, Programas Ambientais etc.) em especial quanto a:
- a) comprovar a regularidade da origem dos materiais de construção empregados, zelando para que licenças ambientais válidas sejam apresentadas previamente ao DER e observando o cumprimento dos condicionantes;
 - b) zelar pela competência hídrica e preservar a qualidade das águas, aplicando dispositivo de contenção de carreamento de finos e outras providências para evitar assoreamento;
 - c) adotar controle de processos erosivos de forma a impedir que sua evolução comprometa a integridade do patrimônio ou cause retrabalho ou danos a terceiros;

d) providenciar e efetivar controle de coleta, transporte, armazenamento e disposição final de resíduos da construção, inclusive providenciando a regularização de bota-foras.

6.2 Além destas recomendações, devem ser observadas integralmente aquelas indicadas no 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 da Fiscalização 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 4 e 5, apresentados a seguir.

Quadro 4 – Agregados

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 01 ensaio de forma
Base	→ a cada 400 m ³	

Nota 04: 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 5 – Controle de execução na pista

Controle de execução na pista		
Tipo da camada	Quantidade	Descrição do ensaio/verificação
Sub-base	→ a cada 800 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 05: 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 20 metros, sendo que os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto para o tipo da camada. Na avaliação dos resultados deve-se levar em conta, todavia, o valor elevado do coeficiente de variação que é esperado para estas medidas realizadas neste tipo de camada.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRANTE

- 8.1 Compete à Fiscalização do 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 à Fiscalização do DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:
- 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;
 - 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, durabilidade e índice de forma.
- 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 no Quadro 6:

Quadro 6 – Tolerâncias para os limites da faixa granulométrica

Tolerâncias para os limites da faixa granulométrica		
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:

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

Sendo:

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

Onde:

u – espessura média;
 \bar{X} – média da amostra;
 s – desvio padrão;
 n – número de determinações (tamanho da amostra).

- 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 ou definido no Relatório do (s) segmento (s) experimental (is).

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:

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

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

Sendo:

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

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

Onde:

x_i – valores individuais;

\bar{X} – média da amostra;

s – desvio padrão;

k – coeficiente tabelado em função do número de determinações, definido de acordo com o Quadro 7;

n – número de determinações.

Quadro 7 – Plano de Amostragem Variável (DNER PRO 277/97)

Plano de Amostragem Variável (DNER PRO 277/97)														
n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
α	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = Nº de Amostras					k = Coeficiente Multiplicador					α = Risco da Contratada				

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

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

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

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

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

Se $\bar{X} + k_s \leq$ 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 o colocarem 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 \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.

- 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.