TÍTULO

SUB-BASE OU BASE COM AGREGADO RECICLADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Base. Sub-Base. RCD.

APROVAÇÃO	PROCESSO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **PMSP/SP ETS - 001/2003.** Camadas de reforço do subleito, sub-base e base mista de pavimento com agregado reciclado de resíduos sólidos da construção civil - Especificação de Serviço. São Paulo, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15115**. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

MOTA, R. S. **Estudo laboratorial de agregado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 307 de 05/07/2002**. Brasília, 2002.

MINUTA

OBSERVAÇÕES

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

ÍNDICE

1 OBJETIVO 3
2 DEFINIÇÃO 3
3 MATERIAIS 3
3.1 Resíduos sólidos da construção civil 3
3.2 Mistura 3
3.3 Requisitos dos Materiais 3
4 EQUIPAMENTOS 4
5 EXECUÇÃO 5
5.1 Condições Gerais 5
5.2 Produção da Mistura 5
5.3 Compactação 7
5.4 Acabamento 7
5.5 Abertura ao Tráfego 8
6 CONTROLE 8
6.1 Controle dos Materiais 8
6.2 Controle de Execução 8
6.3 Controle Geométrico e de Acabamento 8
6.4 Deflexões 9
7 ACEITAÇÃO 9
7.1 Materiais 9
7.2 Execução 10
7.3 Deflexões 10
8 CONTROLE AMBIENTAL 11
8.1 Execução 11
9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO 11
10 REFERÊNCIAS 12
ANEXO A - TABELAS DE CONTROLE 13
ANEXO B - CONTROLE ESTATÍSTICO 17

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a produção, execução, aceitação e medição de sub-base e base com agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil em obras rodoviárias sob a jurisdição do Departamento de Estradas e Rodagem de Estado de São Paulo – DER/SP.

2 DEFINIÇÃO

A sub-base e base de agregado reciclado são constituídas de camadas de material granular provenientes do beneficiamento através de britagem e classificação dos resíduos sólidos de construção ou demolição de obras civis que apresentem estabilidade e durabilidade adequadas e capazes de resistirem às cargas previstas, e à ação dos agentes climáticos quando corretamente compactadas.

Os resíduos sólidos da construção civil adequados à execução das camadas de sub-base e base podem ser provenientes de construções, demolições e reformas de obras civis. Tais resíduos podem ser: concreto de maneira geral, blocos cerâmicos, tijolos, rocha, argamassas, telhas, pavimentos asfálticos etc.

3 MATERIAIS

3.1 Resíduos sólidos da construção civil

Os resíduos sólidos de construção civil que se aplicam à reciclagem, com posterior utilização em obras de pavimentação, devem ser os definidos como classe "A" pela resolução CONAMA nº 307/2002 em que estão incluídos tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, agregados pétreos, argamassas, telhas, camadas asfálticas de pavimentos e outros, adequadas à execução de camadas de pavimento.

Para a execução de sub-base e base de pavimento, os resíduos sólidos não devem possuir solos, madeiras, plásticos, gessos, vidros, fiação, tubulações, papéis, material orgânico e materiais não inertes, classificados como classe "B", "C" e "D" pela resolução CONAMA nº 307/2002.

3.2 Mistura

São os materiais provenientes da mistura artificial entre os resíduos sólidos.

3.3 Requisitos dos Materiais

Os materiais para execução das camadas de sub-base e base de agregado reciclado de resíduo sólido devem satisfazer as seguintes exigências:

a) devem ser isentos de matéria orgânica e outras substâncias estranhas ou nocivas. Os resíduos sólidos devem ser constituídos de partículas duras e resistentes, isentas de fragmentos moles ou achatados;

b) a porcentagem que passa na peneira 0,42mm (nº 40) deverá ficar entre 10 e 40 %

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

c) o agregado reciclado deverá apresentar curva granulométrica contínua e bem graduada, com coeficiente de curvatura compreendido entre 1 e 3 e coeficiente de uniformidade $Cu \geq 10$ ($C_u = D_{60} / D_{10}$);

d) para o agregado graúdo, fração retida na peneira 4,8mm (n° 4), a porcentagem de grãos de forma lamelar, obtida nas amostras de ensaios não poderá ser superior a 30 % e a determinação da forma lamelar dos grãos será feita conforme a fórmula abaixo:

$$\lambda + 1{,}25g \geq 6e$$

onde:

λ – Maior dimensão do grão entre dois planos paralelos;

e – Afastamento mínimo entre dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão;

g – Média das aberturas de duas peneiras de malhas quadradas, entre as quais ficaretido o grão;

e) CBR ≥ 20 % e expansão ≤ 1,0 %, na energia intermediária, conforme com NBR 9895[(1)], para sub-bases;

f) CBR ≥ 60% e expansão ≤ 0,5%, na energia intermediária, conforme com NBR 9895[(1)], para bases. A utilização do agregado reciclado de resíduo sólido como base de pavimento é indicado para vias de tráfego com $N \leq 10^6$ solicitações do eixo padrão;

g) no caso de materiais que não atendam às exigências dos itens "e" e "f", estes poderão ser estabilizados granulométrica ou quimicamente. No caso de adição de cimento e/ou cal hidratada, o material deverá ser submetido ao ensaio de resistência à compressão simples, após 7 dias de cura e apresentar resistência de no mínimo 2,1 MPa, em corpos de prova moldados na energia de compactação especificada;

h) diâmetro máximo dos grãos: 50 mm;

i) materiais indesejáveis de grupos distintos: máximo de 3% em massa;

j) materiais indesejáveis de mesmo grupo: máximo de 2% em massa.

4 EQUIPAMENTOS

Antes do início dos serviços todo equipamento deve ser examinado e aprovado pelo DER/SP.

O equipamento básico para a execução da sub-base ou base com agregado reciclado de resíduo sólido compreende as seguintes unidades:

a) caminhões para transporte dos materiais, com caçamba basculante;

b) pá-carregadeira;

c) motoniveladora equipada com escarificador, com dispositivos para controle de profundidade;

d) distribuidor de agregados;

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

e) caminhão tanque irrigador de água, com no mínimo 6.000 litros de capacidade, equipado com moto-bomba capaz de distribuir água sob pressão regulável e de forma uniforme;

f) trator agrícola com arados e grade de discos;

g) compactador vibratório portátil ou sapo mecânico;

h) duas réguas de madeira ou metal, uma de 1,20 m e outra de 3,00 m de comprimento;

i) compactador vibratório portátil ou sapos mecânicos, uso eventual;

j) rolo de pneus de pressão variável;

k) rolo vibratório liso, ou corrugado;

l) rolo estático tipo pé de carneiro;

m) pequenas ferramentas, tais como pás, enxadas, garfos, rastelos etc.;

5 EXECUÇÃO

5.1 Condições Gerais

Não é permitida a execução dos serviços em dia de chuva.

A camada de sub-base e base com agregado reciclado de resíduo sólido só pode ser executada quando a camada subjacente estiver liberada quanto aos requisitos de aceitação de materiais e execução.

A superfície deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade antes da execução da sub-base ou base com agregado reciclado de resíduo sólido.

Durante todo o tempo de execução da sub-base ou base com agregado reciclado de resíduo sólido, os materiais e os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação.

5.2 Produção da Mistura

5.2.1 Mistura Prévia

A mistura prévia é executada com base nos pesos secos dos materiais que a compõe. A medida-padrão pode ser a concha da pá carregadeira utilizada no carregamento do material.

Conhecidos os números da medida-padrão de cada material que melhor reproduza a dosagem projetada, é iniciado o processo de mistura em local adequado.

Depositam-se alternadamente os 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.

Para evitar erros na contagem do número de medidas-padrão dos materiais, recomenda-se que a etapa descrita anteriormente, seja executada dosando-se um ciclo da mistura por vez.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

Após a mistura prévia, o material é transportado, através de caminhões basculantes, depositando-se sobre a pista em montes adequadamente espaçados.

Segue-se o espalhamento preferencialmente por espargidor de agregados. Excepcionalmente, a critério da Fiscalização, o espalhamento poderá ser realizado pela ação da motoniveladora.

5.2.2 Mistura na Pista

Inicialmente deve ser distribuído na pista o material que entra na composição da mistura em maior quantidade.

Segue-se o espalhamento do segundo material, em quantidade que assegure o atendimento à dosagem e a espessura pretendidas.

O material espalhado deve receber adequada conformação, de forma que a camada apresente espessura constante.

5.2.3 Espalhamento

O espalhamento deve ser realizado preferencialmente por espargidor de agregados. Excepcionalmente, a critério da Fiscalização, o espalhamento poderá ser realizado pela ação da motoniveladora.

No decorrer desta etapa, devem ser removidos materiais estranhos ou fragmentos de tamanho excessivo.

5.2.4 Correção e Homogeneização da Umidade

A variação do teor de umidade admitido para o material para início da compactação é de ± 1,5 pontos percentuais da umidade ótima de compactação.

Caso o teor de umidade se apresente abaixo do limite mínimo especificado, deve-se proceder o umedecimento da camada através de caminhão-tanque irrigador.

Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, deve-se aerar o material mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora, para que o material atinja o intervalo da umidade especificada.

Concluída a correção e homogeneização da umidade, o material deve ser conformado de maneira a se obter a espessura desejada após a compactação. A espessura da camada compactada não deve ser inferior a 10 cm nem superior a 20 cm.

Nesta fase devem ser tomados os cuidados necessários para evitar a adição de material na fase de acabamento.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

5.3 Compactação

Na fase inicial da obra devem ser executados segmentos experimentais, com formas diferentes de execução, na sequência operacional de utilização dos equipamentos de modo a definir os procedimentos a serem obedecidos nos serviços de compactação. Deve-se estabelecer a o número de passadas necessárias dos equipamentos de compactação para atingir o grau de compactação especificado.

Deve ser realizada nova determinação sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado.

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando pelas bordas, tomando-se o cuidado de que nas primeiras passadas o rolo compactador se apoie metade nos acostamentos e metade na sub-base ou na base em construção.

Nos trechos em tangente, a compactação deve prosseguir das duas bordas para o centro, em percursos equidistantes da linha base, eixo. Os percursos ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade da faixa coberta no percurso anterior.

Nos trechos em curva, havendo superelevação, a compactação deve progredir da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente.

Nas partes adjacentes ao início e ao fim da sub-base ou base em construção, a compactação deve ser executada transversalmente à linha base, eixo. Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que seu uso não for desejável, tais como cabeceira de obras de arte, a compactação deve ser executada com rolos vibratórios portátil ou sapos mecânicos.

Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada mediante emprego de carro-tanque distribuidor de água. Esta operação é recomendada sempre que o teor de umidade estiver abaixo do limite inferior do intervalo de umidade admitido para a compactação.

As operações de compactação devem prosseguir em toda a espessura da sub-base ou base, até que se atinja grau de compactação mínimo de 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, determinada no ensaio de compactação, conforme NBR 7182[(2)], na energia intermediária.

5.4 Acabamento

O acabamento deve ser executado pela ação conjunta de motoniveladora e de rolos lisos vibratórios.

A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

5.5 Abertura ao Tráfego

A sub-base ou base de agregado reciclado de resíduo sólido não deve ser submetida à ação do tráfego. Não deve ser executado pano muito extenso, para que a camada não fique exposta à ação de intempéries que possam prejudicar sua qualidade.

6 CONTROLE

6.1 Controle dos Materiais

Devem ser executadas as seguintes determinações no agregado reciclado:

a) análise granulométrica, conforme NBR 17054(3) e determinações do coeficiente de curvatura e do coeficiente de uniformidade, a cada 700 m² sendo no mínimo 3 determinações;

b) ensaio para determinação da porcentagem de grãos lamelares, sempre que houver variação nas características do agregado utilizado ou a cada 700 m^2.

6.2 Controle de Execução

O controle da execução da camada deve ser realizado através dos seguintes procedimentos:

a) massa específica aparente seca, umidade ótima, CBR e expansão, conforme NBR 9895(1), na energia intermediária, a cada 2000 m² sendo no mínimo 3 determinações;

b) determinação do teor de umidade com método expedito da frigideira, a cada 700 m² de pista, imediatamente antes do início da compactação; se a umidade estiver compreendida no intervalo de variação de ± 1,5 da umidade ótima, o material pode ser liberado para compactação;

c) determinação da umidade e da massa específica aparente seca *in situ*, de acordo com NBR 7185(4), imediatamente após a compactação, e o respectivo grau de compactação a partir dos valores obtidos na alínea a, 1 determinação a cada 50 m de pista compactada, sendo no mínimo 3 determinações.

6.3 Controle Geométrico e de Acabamento

6.3.1 Controle de Espessura e Cotas

A espessura da camada e as diferenças de cotas devem ser determinadas pelo nivelamento da seção transversal, a cada 20 m, conforme nota de serviço.

A relocação e o nivelamento do eixo e das bordas devem ser executados a cada 20 m; devem ser nivelados os pontos no eixo, bordas e dois pontos intermediários.

6.3.2 Controle da Largura e Alinhamentos

A verificação do eixo e das bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. A largura da plataforma acabada deve ser determinada por medidas à trena, executadas pelo menos a cada 20 m.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

6.3.3 Controle do Acabamento da Superfície

O acabamento da superfície dos diversos segmentos concluídos é verificado com duas réguas, uma de 1,20 m e outra 3,00 m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação.

6.4 Deflexões

Deve-se verificar as deflexões recuperáveis máximas (D_0) da camada a cada 20 m por faixa alternada e 40 m na mesma faixa, através da viga *Benkelman*, conforme DNER ME 024[(5)], ou FWD, *Falling Weight Deflectometer*, de acordo com DNER PRO 273[(6)].

7 ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais e de execução, estabelecidas nesta especificação e discriminadas as seguir:

7.1 Materiais

7.1.1 Agregados Reciclados

O material é aceito desde que:

a) Isentos de matéria orgânica e outras substâncias estranhas ou nocivas. Os resíduos sólidos devem ser constituídos de partículas duras e resistentes, isentas de fragmentos moles ou achatados;

b) a porcentagem que passa na peneira 0,42 mm (nº 40) deverá ficar entre 10 e 30%

c) o agregado reciclado deverá apresentar curva granulométrica contínua e bem graduada, com coeficiente de curvatura compreendido entre 1 e 3 e coeficiente de uniformidade $Cu \geq 10$;

d) para o agregado graúdo, fração retida na peneira 4,8 mm (n° 4), a porcentagem de grãos de forma lamelar, obtida nas amostras de ensaios não poderá ser superior a 30% e a determinação da forma lamelar dos grãos será feita conforme a fórmula abaixo:

$$\lambda + 1{,}25g \geq 6e$$

onde:

λ – maior dimensão do grão entre dois planos paralelos;

e – afastamento mínimo entre dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão;

g – a média das aberturas de duas peneiras de malhas quadradas, entre as quais fica retido o grão;

e) diâmetro máximo dos grãos: 50mm.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

7.1.2 Mistura

A mistura é aceita desde;

a) CBR ≥ 20 % e expansão ≤ 1,0%, na energia intermediária, conforme com NBR 9895[(1)], para sub-bases;

b) CBR ≥ 60 % e expansão ≤ 0,5%, na energia intermediária, conforme com NBR 9895[(1)], para bases;

c) no caso de materiais que não atendam às exigências dos itens "a" e "b", estes poderão ser estabilizados granulométrica ou quimicamente. No caso de adição de cimento e/ou cal hidratada, o material deverá ser submetido ao ensaio de resistência à compressão simples, após 7 dias de cura e apresentar resistência de no mínimo 2,1 MPa, em corpos de prova moldados na energia de compactação especificada;

7.2 Execução

7.2.1 Compactação

O grau de compactação é aceito desde que não sejam obtidos valores individuais inferiores a 100%, ou os valores de grau de compactação, analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através da equação 3 do anexo B, sejam iguais ou superiores a 100%.

7.2.2 Geometria

Os serviços executados são aceitos, quanto à geometria, desde que:

a) as variações individuais das cotas obtidas estejam compreendidas no intervalo de 2 cm a +1 cm em relação à de projeto;

b) não se obtenham diferenças nas espessuras superiores a 10 % em relação a espessura de projeto, em qualquer ponto da camada;

c) não se obtenham valores individuais da semilargura da plataforma inferiores as de projeto;

d) o abaulamento transversal esteja compreendido na faixa de ± 0,5 % em relação ao valor de projeto, não se admitindo depressões que propiciem o acúmulo de água.

O acabamento da superfície será aceito desde que a variação máxima entre dois pontos de contato de qualquer uma das réguas e a superfície da camada seja inferior a 0,5 cm.

7.3 Deflexões

A deflexão característica de cada subtrecho determinada de acordo com a equação 4 do anexo B, para número mínimo 15 determinações, deve ser a estabelecida em projeto.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

8 CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e à segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente, a serem observados no decorrer da execução da sub-base e base com agregado reciclado de resíduo sólido.

8.1 Execução

Durante a execução devem ser conduzidos os seguintes procedimentos:

a) deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;

b) deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;

c) caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder o cadastro de acordo com a legislação vigente;

d) as áreas destinadas ao estacionamento e manutenção dos veículos devem ser devidamente sinalizadas, localizadas e operadas de forma que os resíduos de lubrificantes ou combustíveis não sejam carreados para os cursos d'água. As áreas devem ser recuperadas ao final das atividades;

e) todos os resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação dos equipamentos, devem ser recolhidos em recipientes adequados e dada a destinação apropriada;

f) é proibida a disposição de materiais provenientes da escarificação nas bordas da pista de forma causar soterramento da vegetação lindeira. A remoção de materiais quando necessária deve obedecer a especificação técnica depósito de materiais excedentes;

g) deve-se providenciar a execução de barreiras de proteção, tipo leiras de solo, quando as obras estiverem próximas a cursos d'água ou mesmo sistema de drenagem que descarregue em cursos d'água, para evitar o carreamento de solo ou queda, de blocos ou fragmentos de rocha em corpos d´água próximos a rodovia;

h) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço deve ser medido em metros cúbicos de camada acabada, cujo volume é calculado multiplicando-se as extensões obtidas a partir do estaqueamento pela área da seção transversal de projeto.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme o respectivo preço unitário contratual, nos qual estão inclusos: o fornecimento de materiais, mistura prévia dos materiais ou na pista, perdas, homogeneização, umedecimento, compactação e acabamento; abrangendo inclusive a mão-de-obra com encargos sociais, BDI e equipamentos necessários aos serviços, executados de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

DESIGNAÇÃO	UNIDADE
23.04.05.XX – Sub-base ou base com agregado reciclado de resíduos sólidos	m³

10 REFERÊNCIAS

1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 9895**. Solo – Índice de suporte Califórnia (ISC) - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2016.

2 ____. **NBR 7182**. Solo – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2016.

3 ____. **NBR 17054**. Agregados – Determinação da composição granulométrica – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2022.

4 ____. **NBR 7185** – Determinação da massa específica aparente, in situ, com em prego do frasco de areia. Rio de Janeiro, 2016.

5 DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER ME 024**. Pavimento – determinação das deflexões pela Viga Benkelman. Rio de Janeiro, 1994

6 ____. **DNER PRO 273**. Determinação das deflexões utilizando o deflectômetro de impacto tipo “falling weight deflectometer – FWD”. Rio de Janeiro, 1996.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

ANEXO A - TABELAS DE CONTROLE

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1. CONTROLE DOS MATERIAIS				
1.1 Misturas de agregado(s) reciclado(s)				
Granulometria	NBR 17054(3)	1 ensaio a cada 700m² de pista	Controle Bilateral $X = \overline{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \overline{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Apresentem variação granulométrica dentro de uma das faixas granulométricas estabelecidas nesta especificação e dentro da faixa de pela faixa de trabalho estabelecida para o material
CBR e Expansão – Sub-base CBR e Expansão - Base	NBR 9895(1)	1 ensaio a cada 10.000 m² e todas as vezes que houver indícios de variação da natureza do material	Resultados individuais	CBR ≥ 20%; Expansão ≤ 1,0% CBR ≥ 60%; Expansão ≤ 0,5%
2. CONTROLE DA EXECUÇÃO				
Massa especifica aparente seca máxima e umidade ótima	NBR 7182(2)	1 ensaio a cada 2000m² de pista	Resultados individuais	Parâmetro de controle
Teor de umidade	Método expedito da frigideira	A cada 250 m² de pista, imediatamente antes da compactação da camada	Resultados individuais	Se estiver compreendido no intervalo de -1% a + 1% da umidade ótima de compactação o material está liberado para início da compactação
Determinação da massa específica aparente *in situ*, e o correspondente grau de compactação (***)	NBR 7185(4)	1 determinação a cada 250 m² de pista, alternando BD, EX e BE, imediatamente após a conclusão da camada	Resultados Individuais ou Controle Estatístico Unilateral $X = \overline{X} - K_1 S \geq LIE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Resultados Individuais GC ≥ 100% ou GCest ≥ 100%.

Observação:
*** Os graus de compactação devem ser obtidos a partir das massas específicas aparente seca *in situ*, em relação aos valores de massas específicas seca máxima, obtidas com amostras coletadas durante o controle da produção. Excetuam-se os casos em que a curva granulométrica do material se encontre fora da faixa de trabalho, quando se deve determinar o grau de compactação em relação a massa específica seca máxima obtida no ensaio proctor realizado na ocasião.

/continua

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

/continuação

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
3. CONTROLE GEOMÉTRICO E ACABAMENTO				
Cotas	Relocação e nivelamento topográfico Medidas de trena	A cada 20m, no eixo, bordas e dois pontos intermediários.	Resultados individuais	Variação das cotas no eixo longitudinal e das bordas, nas seções transversais não devem ser superiores a - 2,0 à +1,0 cm das cotas de projeto O abaulamento da seção transversal deve estar compreendido de ±0,5%, em relação ao valor de projeto, não se admitindo depressões que propiciem acúmulo de água.
Espessura			Resultados individuais Controle Bilateral $X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Variação máxima admitida na espessura é de 10% da espessura de projeto, em qualquer ponto da camada. A espessura determinada estatisticamente deve estar compreendida no intervalo de ± 5% em relação a espessura prevista em projeto
Largura e alinhamentos da plataforma		A cada 20 m	Resultados individuais	Não se admite valores para semiplataforma inferiores aos previstos em projeto, tolerando-se +10 cm na semilargura.
Acabamento da superfície	Duas réguas, uma de 1,20m e outra 3,0m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada.	A cada 20 m	Resultados individuais	A variação máxima admitida, entre dois pontos de contado, de qualquer uma das réguas e a superfície da camada é de 0,5cm.
A verificação do acabamento da superfície da camada deve ser feita também em bases visuais e será aceita se: - Não se verificar segregação dos materiais; - As juntas executadas devem apresentar homogêneas em relação ao conjunto da mistura, isenta de desníveis e de saliências.				

/continua

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

/conclusão

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
4. DEFLEXÕES				
Determinação das deflexões	Viga Benkelman DNER ME 024 (5) ou FWD DNER PRO 273 (6)	A cada 20 m por faixa alternada, a cada 40 m na mesma faixa, determinar D_0;	Controle Unilateral $X = \bar{X} + KS \leq LSE$ Análise de no mínimo 15 determinações	A deflexão característica de cada subtrecho deve ser a estabelecida em projeto

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

ANEXO B - CONTROLE ESTATÍSTICO

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

Tabela B-1 – Controle Estatístico

Parâmetro		
1 - Média aritmética da amostra ($\overline{X}$)	$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	Onde: **X_i** = valor individual da amostra; **N** = nº de determinações efetuadas; **K =** coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras; **K_1 =** coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações; **LSE** = limite superior especificado; **LIE** = limite inferior especificado.
2 – Desvio-padrão da amostra (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum(\overline{X} - X_i)^2}{N-1}}$	
Controle Unilateral		
3 – Controle pelo limite inferior 4- Controle pelo limite superior	$X = \overline{X} - KS \geq LIE$ ou $X = \overline{X} + KS \leq LSE$	
Controle Bilateral		
5 – Controle pelo limite inferior e superior	$X = \overline{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \overline{X} + K_1 S \leq LSE$	

Tabela B-2 – Valores K – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral

N	K	K_1	N	K	K_1	N	K	K_1
4	0,95	1,34	**10**	0,77	1,12	**25**	0,67	1,00
5	0,89	1,27	**12**	0,75	1,09	**30**	0,66	0,99
6	0,85	1,22	**14**	0,73	1,07	**40**	0,64	0,97
7	0,82	1,19	**16**	0,71	1,05	**50**	0,63	0,96
8	0,80	1,16	**18**	0,70	1,04	**100**	0,60	0,92
9	0,78	1,14	**20**	0,69	1,03	**∞**	0,52	0,84

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.