TÍTULO

SUB-BASE OU BASE DE BRITA GRADUADA COM ADIÇÃO DE MATERIAL FRESADO

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Pavimentação. Especificação. Brita Graduada

APROVAÇÃO	PROCESSO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

EcoRodovias; **ET-ECS.000.000-PAV/16** – PAVIMENTAÇÃO – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA BASE E SUB-BASE DE MATERIAL FRESADO COM AGREGADO E CIMENTO – FATC; São Paulo; 2022.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. **DER/SP**. ET-DE-P00/008. SUB-BASE OU BASE DE BRITA GRADUADA SIMPLES. São Paulo, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12264**. Sub-base ou Base de Brita Graduada. Rio de Janeiro, 1991.

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
2.1 Brita Graduada 3
3 MATERIAIS 3
3.1 Brita Graduada 3
3.2 Projeto de Mistura - Brita Graduada com Adição de Material Fresado 3
4 EQUIPAMENTOS 4
5 EXECUÇÃO 5
5.1 Segmento Experimental 5
5.2 Preparo da Superfície 5
5.3 Produção 6
5.4 Transporte 6
5.5 Espalhamento 6
5.6 Compactação e Acabamento 7
5.7 Abertura ao Tráfego 8
6 CONTROLE 8
6.1 Controle dos Materiais na Usina 8
6.2 Controle da Produção da Brita Graduada com Adição de Material Fresado 8
6.3 Controle de Execução 8
6.4 Controle Geométrico e de Acabamento 9
6.5 Deflexões 10
7 ACEITAÇÃO 10
7.1 Materiais 10
7.2 Execução 10
7.3 Deflexões 11
8 CONTROLE AMBIENTAL 11
8.1 Exploração Ocorrência de Materiais 11
8.2 Execução 12
9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO 13
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 13
ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE 15
ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO 20

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 dos serviços de realizados com brita graduada com adição de material fresado em obras rodoviárias sob a jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP.

2 DEFINIÇÃO

2.1 Brita Graduada

Brita graduada com adição de material fresado é uma mistura realizada em usina de produtos de britagem de rocha sã e material fresado, que é um material proveniente da fresagem de camadas de concreto asfáltico, e que, ao serem enquadradas em uma faixa granulométrica contínua, assegura a esta camada estabilidade.

3 MATERIAIS

3.1 Brita Graduada

A mistura brita graduada deve ser executada com materiais que atendam aos seguintes requisitos:

a) os agregados utilizados obtidos a partir da britagem e classificação de rocha sã devem constituir-se por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres do excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, assim como de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;

b) desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles, conforme NBR 16974(1), inferior a 50%

c) equivalente de areia do agregado miúdo, conforme NBR 12052(2), superior a 40%;

d) índice de forma superior a 0,5, conforme DNIT 425/2020 – ME(3);

e) a perda no ensaio de durabilidade conforme DNER ME 089(4), em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20%, e com sulfato de magnésio inferior a 30%.

3.2 Projeto de Mistura - Brita Graduada com Adição de Material Fresado

O projeto da mistura dos agregados deve atender aos seguintes requisitos:

a) a curva de projeto da mistura de agregados deve apresentar granulometria contínua e se enquadrar em uma das faixas granulométricas especificadas na Tabela 1;

b) a faixa de trabalho, definida a partir da curva granulométrica de projeto, deverá obedecer à tolerância indicada para cada peneira na Tabela 1, respeitando os limites da faixa granulométrica adotada;

c) quando ensaiada de acordo com a NBR 9895(5), na energia modificada, a mistura deve possuir CBR igual ou superior a 100% e expansão igual ou inferior a 0,3%;

d) a porcentagem do material que passa na peneira nº 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº 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.

e) Para vias de tráfego pesado, recomenda-se usar faixas granulométricas mais grossas.

Tabela 1 – Faixas Granulométricas

Peneira de Malha Quadrada		% em Massa, Passando				
ASTM	mm	A	B	C	D	Tolerância
2”	50,8	100	100	-	-	± 7
1”	25,4	-	75 - 95	100	100	± 7
3/8”	9,5	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100	± 7
Nº 4	4,8	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85	± 5
Nº 10	2,0	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70	± 5
Nº 40	0,42	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45	± 5
Nº 200	0,075	2 - 8	5 - 15	5 - 15	5 - 20	± 2
Espessura da camada acabada em cm		10 - 20	10 - 20	10 - 15	10 - 15	

4 EQUIPAMENTOS

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

Os equipamentos básicos para a execução de camadas de pavimento de brita graduada com adição de material fresado compreende as seguintes unidades:

a) usina misturadora dotada de unidade dosadora com, no mínimo, três silos para agregado virgem, e um silo para material fresado, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo “*pugmill*”;

b) pá-carregadeira;

c) caminhões basculantes;

d) caminhão tanque irrigador de água;

e) motoniveladora com escarificador;

f) vibroacabadora;

g) rolos compactadores do tipo liso vibratório;

h) rolos compactadores pneumáticos de pressão regulável;

i) compactadores portáteis manuais ou mecânicos, eventuais;

j) duas réguas de madeira ou metal, uma de 1,20 e outra de 3,0 m de comprimento;

k) ferramentas manuais diversas.

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 EXECUÇÃO

5.1 Segmento Experimental

A execução do primeiro segmento de brita graduada com adição de material fresado, que deverá ter o mínimo de 200 metros de extensão, será considerado experimental, para obtenção dos objetivos:

a) Verificar se o material que chega ao campo apresenta características que atendam as indicadas no projeto. Caso isso não ocorra, realizar um novo estudo para este fim;

b) Definir o processo construtivo da camada (distribuição do material, equipamentos de compactação e número de passadas de cada um deles) para obter uma camada íntegra de brita graduada com adição de material fresado, assim como seu grau de compactação de projeto.

As diretrizes estabelecidas no segmento experimental, desde que homologadas pelos engenheiros responsáveis da contratada e contratante, serão utilizadas na execução dos novos segmentos de brita graduada com adição de material fresado, que tenham o mesmo projeto.

A execução do segmento experimental deverá atender aos itens 5.2 ao 5.7 da especificação.

5.2 Preparo da Superfície

A superfície a receber a camada de brita graduada com adição de material fresado deve estar totalmente concluída, perfeitamente limpa, isenta de pó, lama e demais agentes prejudiciais, desempenada e com as declividades estabelecidas no projeto, além de ter recebido prévia aprovação por parte da fiscalização.

Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados antes da distribuição da brita graduada com adição de material fresado.

Caso a execução da brita graduada com adição de material fresado não seja executada logo após a camada de apoio subjacente e esta tenha sido exposta a chuvas, para execução da brita graduada com adição de material fresado é necessária uma nova avaliação de suas características, a saber:

a) O teor de umidade da camada subjacente deverá estar no máximo 3% acima do teor ótimo de compactação preconizado em seu projeto. Caso o teor de umidade seja superior, a camada deverá secar ou ser retrabalhada, até que sua condição de umidade atenda ao limite;

b) Após o teor de umidade estar dentro do limite, efetuar a compactação se a camada for retrabalhada e, posteriormente, o controle do grau de compactação, tanto na camada seca ao ar quanto na camada retrabalhada, que deverá atender ao projeto da camada subjacente;

c) Nas regiões que não atendam o grau de compactação por terem sido danificadas pelas chuvas, a camada subjacente deverá ser retrabalhada para atender seu projeto, antes da distribuição da brita graduada com adição de material fresado.

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 Produção

A rocha sã da pedreira aprovada, deve ser previamente britada e classificada em frações a serem definidas em função da granulometria prevista para a mistura.

Nas usinas utilizadas para produção de brita graduada com adição de material fresado, os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e, devem possuir, no mínimo, três silos de agregados virgens, e um silo para o material fresado. Os silos devem conter dispositivos que os abriguem da chuva.

A usina deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.

As frações obtidas, acumuladas nos silos da usina, 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 subsequentes. Deve ser previsto o eficiente abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção.

Não é permitida a mistura prévia dos materiais no abastecimento dos silos.

5.4 Transporte

A brita graduada com adição de material fresado produzida na central, deve ser descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e, em seguida, transportada para a pista. Os materiais devem ser protegidos por lonas para evitar perda de umidade durante seu transporte.

Não é permitida a estocagem do material usinado. A produção da brita graduada com adição de material fresado na usina deve ser adequada às extensões de aplicação na pista.

Não é permitido o transporte de brita graduada com adição de material fresado para a pista quando ou a camada subjacente estiver molhada e incapaz de suportar, sem se deformar, a movimentação dos equipamentos.

5.5 Espalhamento

A definição da espessura do material solto, deve ser obtida a partir da observação criteriosa de panos experimentais, previamente executados. Após a compactação, essa espessura deve permitir a obtenção da espessura definida em projeto.

A distribuição da brita graduada com adição de material fresado deve ser feita com vibroacabadora, capaz de distribuir a brita graduada com adição de material fresado em espessura uniforme, sem produzir segregação, 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.

A operação de espalhamento com motoniveladora é permitida em serviços com extensões inferiores a 100 metros ou inferiores a 70 m³ de volume.

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.

A espessura da camada individual acabada deve situar-se no intervalo de 10 cm, no mínimo, a 20 cm, no máximo. Quando se desejar executar camada de base ou sub-base de maior espessura, os serviços devem ser executados em mais de uma camada, respeitando os limites mínimos e máximos.

O espalhamento do material deve ser executado de forma que as juntas longitudinais não fiquem situadas abaixo de trilhas de rodas e as juntas transversais não fiquem no mesmo alinhamento entre as diferentes camadas de pavimento.

Não é permitida a execução de camadas brita graduada com adição de material fresado em dias chuvosos. Caso, antes de ser imprimada e curada, brita graduada com adição de material fresado for submetida a chuva, a mesma deverá sofrer uma nova homogeneização e ser executada adequadamente.

5.6 Compactação e Acabamento

O tipo de equipamento a ser utilizado e o número de passadas do rolo compactador devem ser definidos logo no início da obra, em função dos resultados obtidos na execução de trechos experimentais, de forma que a camada atinja o grau de compactação especificado, conforme item 5.1. Este procedimento deve ser repetido no caso de mudança no projeto da faixa granulométrica adotada.

A energia de compactação a ser adotada como referência para a execução da brita graduada com adição de material fresado deve ser a modificada e deve ser adotada na determinação da densidade seca máxima e umidade ótima de compactação, conforme a NBR 7182[(6)]. O teor de umidade da brita graduada com adição de material fresado, imediatamente antes da compactação, deve estar compreendido no intervalo de -1,0 % a +1,0 % em relação à umidade ótima obtida de compactação.

A compactação da brita graduada com adição de material fresado deve ser executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

Nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo das bordas para eixo, e nas curvas, partindo da borda interna para borda externa. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente compactada.

Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada mediante emprego de caminhão tanque irrigador de água.

As manobras do equipamento de compactação que impliquem variações direcionais prejudiciais devem se processar fora da área de compactação.

A compactação deve evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo igual ou superior a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtido no ensaio de compactação, conforme NBR 7182[(6)] na energia modificada.

Em lugares inacessíveis ao equipamento de compactação ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação deve ser realizada à custa de compactadores portáteis, sejam manuais ou mecânicos.

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.

A imprimação da brita graduada com adição de material fresado deve ser realizada após a conclusão da compactação com emulsão asfáltica.

5.7 Abertura ao Tráfego

As camadas de brita graduada com adição de material fresado não devem ser submetidas à ação do tráfego.

6 CONTROLE

6.1 Controle dos Materiais na Usina

6.1.1 Brita Graduada

Devem ser executados os seguintes ensaios nos agregados graúdos:

a) abrasão Los Angeles, conforme NBR 16974(1): 1 ensaio no início da utilização dos agregados na obra e sempre que houver variação da natureza do material;

b) índice de forma, conforme DNIT 425/2020 – ME(3): 1 ensaio no início da utilização dos agregados na obra e sempre que houver variação da natureza do material;

c) durabilidade com sulfato de sódio e sulfato de magnésio, em cinco ciclos, conforme DNER ME 089(4): 1 ensaio no início da utilização dos agregados na obra e sempre que houver variação da natureza do material;

Para agregado miúdo, determinar o equivalente de areia, conforme NBR 12052(2), 1 ensaio por jornada de 8 h de trabalho e sempre que houver variação da natureza do material.

6.2 Controle da Produção da Brita Graduada com Adição de Material Fresado

O controle das características da mistura na usina, com amostras coletadas na saída do misturador, deve abranger:

a) determinação do teor de umidade pelo método expedito da frigideira, com amostras coletadas na saída do misturador, sendo 4 determinações por jornada de 8 h de trabalho; o desvio da umidade em relação à umidade ótima deve ser estabelecido experimentalmente, no início dos serviços, em função da perda de umidade por evaporação, ocorrida entre a saída do misturador e o início das operações de compactação;

b) determinação da densidade seca máxima, conforme NBR 7182(6) e do CBR e da expansão, conforme NBR 9895(5), 1 ensaio a cada 10.000 m^2 de pista e toda vez que houver variação do material; os resultados da densidade seca máxima e umidade ótima obtidos no ensaio, devem ser adotados como parâmetros de controle da compactação da camada.

6.3 Controle de Execução

O controle das características da brita graduada com adição de material fresado na pista, com amostras coletadas *in situ*, deve ser feito pelas seguintes determinações:

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.

a) determinação do teor de umidade pelo método expedito da frigideira, de acordo com a NBR 16097(7), a cada 250 m^2 de pista, imediatamente antes da compactação; se o desvio da umidade em relação à umidade ótima for de no máximo -1,0 % a +1,0 % pontos percentuais, em relação ótima de compactação, o material pode ser liberado para compactação;

b) granulometria de amostras obtidas na pista durante o espalhamento, conforme NBR 17054 (8), sendo 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho, com intervalo mínimo de 4 horas entre as amostragens e sempre que ocorrerem indícios de variação da granulometria da mistura;

c) ensaio de compactação na energia modificada, conforme NBR 7182(6), de amostras coletadas na pista, sendo 1 ensaio sempre que a curva granulométrica da mistura se encontrar fora da faixa de trabalho;

d) determinação da umidade e massa específica aparente seca *in situ*, conforme NBR 7185(9), utilizando o funil com diâmetro de 15,2 cm, e o respectivo do grau de compactação, imediatamente após a conclusão da camada, a cada 250 m^2, em pontos que sempre obedeçam à ordem: borda direita, eixo, borda esquerda, eixo, borda direita etc.; a determinação nas bordas deve ser feita a 60 cm delas. O grau de compactação deve ser obtido em relação aos valores obtidos na alínea b, item 6.2; excetuam-se os casos em que a curva granulométrica do material se encontrar fora da faixa de trabalho, quando deve-se obter o grau de compactação em relação aos valores obtidos na alínea c deste item;

e) devem ser registrados os locais de aplicação da mistura, sempre associados às datas de produção, mediante controle de carga e descarga realizada pelos caminhões acompanhados dos respectivos ensaios de controle tecnológico.

6.4 Controle Geométrico e de Acabamento

6.4.1 Controle de Espessura e Cotas

A espessura da camada e a diferença de cotas, entre a camada subjacente e a de brita graduada com adição de material fresado, 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, devendo ser nivelados os pontos no eixo, nas bordas e em dois pontos intermediários.

6.4.2 Controle do Alinhamento e Largura

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.

6.4.3 Controle do Acabamento da Superfície

Durante a execução deve ser feito, em cada estaca da locação, o controle de acabamento da superfície, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00 m e outra de 1,20 m, colocadas respectivamente em ângulo reto e paralelamente ao eixo da pista.

6.5 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 [(10)], ou FWD, *Falling Weight Deflectometer*, de acordo com DNER PRO 273 [(11)].

7 ACEITAÇÃO

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

7.1 Materiais

7.1.1 Brita Graduada

Os agregados graúdos são aceitos desde que os resultados individuais de abrasão Los Angeles, índice de forma, índice de lamelaridade e ensaio de durabilidade, atendam aos valores estabelecidos no item 3.1.

Os agregados miúdos são aceitos desde que os resultados individuais de equivalente de areia sejam superiores a 55%.

7.1.2 CBR e Expansão da Brita Graduada com Adição De Material Fresado

Os resultados individuais de CBR devem ser iguais ou maiores a 100%.

Os valores individuais de expansão devem ser menores que 0,3%.

7.1.3 Granulometria da Brita Graduada com Adição De Material Fresado

Os resultados da granulometria da mistura, quando analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através do controle bilateral conforme o Anexo B, devem apresentar variação máxima definida pela faixa granulométrica de trabalho correspondente.

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 resultados da análise feita 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%.

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.

7.2.2 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) a espessura determinada estatisticamente através, do controle bilateral conforme Anexo B, deve situar-se no intervalo de ± 5% em relação à espessura prevista em projeto;

d) não se obtenham valores individuais da largura da plataforma inferiores as de projeto;

e) 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 é aceito desde que:

a) a variação máxima entre dois pontos de contato, de qualquer uma das réguas com a superfície da camada, não seja superior a 0,5 cm;

b) na inspeção visual não se verifique segregação dos materiais;

c) as juntas executadas apresentem-se homogêneas em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e de saliências.

7.3 Deflexões

A deflexão característica de cada subtrecho determinada de acordo equação 4 do anexo B, para no mínimo 15 determinações, deve ser a estabelecida em projeto.

8 CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e da segurança viária. A seguir, são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente a serem observados no decorrer da execução de camadas de brita graduada com adição de material fresado.

8.1 Exploração Ocorrência de Materiais

Devem ser observados os seguintes procedimentos na exploração das ocorrências de materiais:

a) para as áreas de apoio necessárias à execução dos serviços, devem ser observadas as normas ambientais vigentes no DER/SP;

b) o material somente será aceito após a executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira e areal;

c) não é permitida a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;

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.

d) não é permitida a exploração de areal em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;

e) deve-se planejar adequadamente a exploração dos materiais, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração e facilitar a recuperação ambiental após o término das atividades exploratórias;

f) caso seja necessário promover o corte de árvores para instalação das atividades, deve ser obtida autorização dos órgãos ambientais competentes. Os serviços devem ser executados em concordância com os critérios estipulados pelos órgãos ambientais constantes nos documentos de autorização. Em hipótese alguma, será admitida a queima de vegetação ou mesmo dos resíduos do corte, como troncos e árvores;

g) deve-se 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;

h) caso os agregados britados sejam fornecidos por terceiros, deve-se exigir documentação que ateste a regularidade das instalações, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente;

i) instalar sistemas de controle de poluição do ar, dotar os depósitos de estocagem de agregados de proteção lateral e cobertura para evitar dispersão de partículas, dotar o misturador de sistema de proteção para evitar emissões de partículas para a atmosfera.

8.2 Execução

Durante a execução devem ser observados 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 proibido a deposição irregular de sobras de materiais de brita graduada com adição de material fresado junto ao sistema de drenagem lateral, evitando seu assoreamento, bem como o soterramento da vegetação;

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

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.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços devem ser medidos 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.

Os serviços recebidos e medidos da forma descrita são pagos conforme preços unitários contratuais respectivos, nos quais estão inclusos: o fornecimento de materiais, homogeneização da mistura em usina, perdas, carga e transporte até os locais de aplicação, descarga, espalhamento, 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.

DESIGNAÇÃO	UNIDADE
23.XX.XX.XX - Sub-base ou base de brita graduada com adição de material fresado	m³

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16974**. Agregados – Ensaio de resistência ao impacto e à abrasão Los Angeles. Rio de Janeiro, 2022.

2 ____. **NBR 12052**. Solo ou agregado miúdo - Determinação do equivalente de areia – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1992.

3 DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 425/2020 - ME**. Pavimentação - Agregado - Determinação do índice de forma com paquímetro - Método de ensaio. Brasília, 2020.

4 ____. **DNER ME 089**. Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio. Rio de Janeiro, 1994.

5 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9895**. Solo – Índice de suporte Califórnia. Rio de Janeiro, 2016.

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

7 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16097**. Solo — Determinação do teor de umidade — Métodos expeditos de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.

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

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

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

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.

11 ____. **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 Agregado Graúdo				
Abrasão Los Angeles	NBR 16974(1)	1 ensaio, no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados individuais	< 25% para basalto e < 50%para os demais tipos de rochas
Índice de forma e partículas lamelares	DNIT 425/2020 - ME(3)			Índice de forma ≥ 0,5 e partículas lamelares ≤10%
Durabilidade com sulfato de sódio de magnésio, em 5 ciclos	DNER ME 089(4)			sulfato de sódio ≤ 20% sulfato de magnésio ≤30%
1.2 Agregado Miúdo				
Equivalente de areia	NBR 12052(2)	1 ensaio por jornada de 8 h de trabalho e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados individuais	≥ 40%
2. CONTROLE DA PRODUÇÃO BRITA GRADUADA COM ADIÇÃO DE MATERIAL FRESADO NA USINA				
Teor de umidade	Método expedito da frigideira NBR 16097(7)	No mínimo 4 ensaios por jornada de 8 h de trabalho	Resultados individuais	Suficientemente elevada (*) para fazer frente às perdas por evaporação, para que no início da compactação esteja a -1% a +1% da umidade ótima de compactação preferencialmente (**) a -1% da umidade ótima
* no início dos serviços, deve-se determinar a perda de umidade ocorrida no material, entre a saída do misturador e o início das operações de compactação; a da perda de umidade deve ser acrescida a brita graduada com adição de material fresado, durante seu processamento.				
Massa especifica aparente seca máxima e umidade ótima	NBR 7182(6)	1 ensaio a cada 10.000 m² e todas as vezes que houver indícios de variação da natureza do material	Resultados individuais	Parâmetro de controle
CBR, na energia modificada e expansão	NBR 9895(5)		Resultados individuais	CBR ≥ 100% Expansão ≤ 0,3%

/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

3. CONTROLE DA EXECUÇÃO

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
Teor de umidade	Método expedito da frigideira NBR 16097(7)	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
Análise granulométrica da Mistura	NBR 17054 (8)	2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho, com intervalo mínimo de 4 horas entre as amostragens e sempre que houver indícios da variação da granulometria	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	Aceita, quando as variações (LIE e LSE) estiverem compreendidas entre os limites da faixa de trabalho da mistura
Ensaio de Compactação na energia modificada	NBR 7182(6)	Sempre que a curva granulométrica da mistura se achar fora da faixa de trabalho	Resultados individuais	Parâmetro de controle
Determinação da massa específica aparente *in situ*, e o correspondente grau de compactação (***)	NBR 7185(9)	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 $X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ 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

4. CONTROLE GEOMÉTRICO E ACABAMENTO

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
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 a +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
5. DEFLEXÕES				
Determinação das deflexões	Viga Benkelman DNER ME 024 (10) ou FWD DNER PRO 273 (11)	A cada 20 m por faixa alternada, a cada 40 m na mesma faixa, determinar D_0;	Controle Unilateral $X = \overline{X} + KS \leq LSE$ 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

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.

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

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.