



Código
ET-ECS.000.000-PAV/25

REV.
01

Emissão
14/08/2026

Folha
1/19



Resp. Técnico / Elaborador:
Eng. Reginaldo Jesus

Nº CREA:
SP-5070904250

Rodovia:
Geral

Verificador:
Eng. Douglas Mocelin

Trecho:
Geral

Aprovador:
Eng. Claudio Renato Dias

Objeto:
PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA SOLO-BRITA-CIMENTO

Documentos de Referência:

- ET-DE-P00-007 - Solo-Brita-Cimento DER/SP

Cópia não controlada

Descrição das Revisões:

Rev. 01 - Atualizado Referencias em todo documento; revisado item 4.5 em relação as resistências e incluído tabela resumo dos ensaios e controles (item 8.5).

Rev. 00 - Emitida primeira versão do documento.

Observação:

Rev.	Data	Resp. Técnico/ Elaborador	Nº. CREA	Verificador	Aprovador
01	14/08/2026	Eng. Reginaldo Jesus	SP-5070904250	Eng. Douglas Mocelin	Eng. Claudio Renato dias
00	14/06/2023	Eng. Reginaldo Jesus	SP-5070904250	Eng. Claudio Renato dias	Eng. Danilo Pitta

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a produção, execução, aceitação controle e medição dos serviços de sub-bases e bases de solo-brita-cimento em obras rodoviárias do grupo EcoRodovias.

2 DEFINIÇÕES

Solo-brita-cimento é o produto resultante da mistura, em usina, de solo, pedra britada, cimento Portland, água e, eventualmente, aditivos, em proporções determinadas experimentalmente. Após misturar, compactar e curar, a mistura adquire propriedades físicas específicas para atuar como camada de base ou sub-base de pavimentos.

3 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação desta especificação. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas:

- a) ABNT NBR 11579 - Cimento Portland - Determinação da finura por meio da peneira de 75 micrômetros (Nº 200);
- b) ABNT NBR 12023 - Solo-cimento — Ensaio de compactação;
- c) ABNT NBR 15900-1 - Água para amassamento do concreto - Parte 1: Requisitos;
- d) ABNT NBR 16697 - Cimento Portland Requisitos;
- e) ABNT NBR 16974 - Agregado graúdo - ensaio de abrasão Los Angeles;
- f) ABNT NBR 17054 – Agregados - Determinação da composição granulométrica - método de ensaio;
- g) ABNT NBR 5739 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos;
- h) ABNT NBR 6459 - Solos – Determinação do limite de liquidez;
- i) ABNT NBR 7180 - Solos – Determinação do limite de plasticidade;
- j) ABNT NBR 7181 – Solos – Análise granulométrica;
- k) ABNT NBR 7185 – Solos — Determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego de frasco de areia;
- l) ABNT NBR 7222. Argamassa e concreto – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos;
- m) ABNT NBR NM 137 - Argamassa e concreto – Água para amassamento e cura de argamassa e concreto de cimento Portland;

- n) DAER/RS EL 108 – Manual de Ensaios;
- o) DNER EM 036 - Cimento Portland – recebimento e aceitação;
- p) DNER PRO 273 - Determinação das deflexões utilizando o deflectômetro de impacto tipo “falling weight deflectometer – FWD”;
- q) DNIT 133 - ME - Pavimentação - Determinação das deflexões pela Viga Benkelman - Método de ensaio;
- r) DNIT 164 ME - Solos - Compactação utilizando amostras não trabalhadas;
- s) DNIT 259 CLA - Solos – Classificação de solos finos tropicais para finalidades rodoviárias utilizando corpos de prova compactados em equipamento miniatura – Classificação;
- t) DNIT 412 - ME - Agregados - Análise granulométrica de agregados graúdos e miúdos e misturas de agregados por peneiramento - Método de ensaio;
- u) DNIT 424 - ME - Pavimentação – Agregado – Determinação do índice de forma com crivos;
- v) DNIT 425 - ME - Pavimentação – Agregado – Determinação do índice de forma com paquímetro;
- w) DNIT 446 – ME - Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou magnésio – Método de ensaio;
- x) DNIT 458 – ME – Solos – Determinação da massa específica aparente in situ com emprego do frasco de areia – Método de ensaio;
- y) DNIT 459 – ME – Solos – Análise granulométrica – Método de ensaio.

4 MATERIAIS

4.1 Solo

Os solos empregados devem ser os provenientes de ocorrências de materiais das áreas de empréstimo e jazidas, devendo apresentar as seguintes características:

a) Os finos dos solos, isto é, com diâmetro inferior a 0,42 mm devem satisfazer as seguintes condições:

- Ter limite de liquidez inferior a 40%, determinado conforme ABNT NBR 6459;
- Ter índice de plasticidade inferior a 18%, determinado conforme ABNT NBR 7180;

b) Não deve conter matéria orgânica e outras impurezas nocivas.

4.2 Agregado

A brita deve ser obtida de agregado pétreo britado, pode ser constituída de pedra 1, pedra 2,

pedrisco ou composição destas. Deve possuir as seguintes características:

- a) Os agregados utilizados obtidos a partir da britagem e classificação de rocha são devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, assim como de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;
- b) A granulometria da brita deve ser tal que passe 100% na peneira de 38,0 mm (1" e ½");
- c) O desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles, conforme ABNT NBR 16974, deve ser inferior a 55%;
- d) A perda no ensaio de durabilidade, conforme DNIT 446 – ME, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20%;
- e) Índice de forma superior a 0,5, conforme método DNIT 424 - ME / DNIT 425 - ME e porcentagem de partículas lamelares inferior a 25%, conforme método DAER/RS EL 108.

4.3 Cimento

O cimento empregado deve atender a especificação de material DNER EM 036 e ABNT NBR 16697, para recebimento e aceitação do material. Podendo ser empregados cimento Portland comum, cimento Portland de alto-forno e cimento Portland pozolânico.

4.4 Água

A água deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais. Deve atender aos requisitos estabelecidos pela ABNT NBR NM 137.

4.5 Mistura Solo-Brita-Cimento

A mistura de solo-brita-cimento deve ser dosada conforme os critérios estabelecidos em projeto, onde a porcentagem dos materiais integrantes da mistura deve sempre ser determinada em relação a massa total da mistura.

A dosagem da mistura de solo-brita-cimento deve atender aos seguintes requisitos:

- a) A porcentagem máxima em peso de solo seco a incorporar à mistura é 40%;
- b) A curva granulométrica de projeto da mistura deve enquadrar-se na faixa granulométrica da Tabela 1;
- c) a faixa de trabalho, definida a partir da curva granulométrica de projeto, deve obedecer à tolerância indicada para cada peneira na Tabela 1, porém, respeitando os limites da faixa

granulométrica:

Tabela 1 – Faixa Granulométrica da Mistura

Peneira de Malha Quadrada		% em Massa, Passando		Tolerância
ASTM	mm	I	II	
2"	50	100	100	-
1"	25	-	75 – 95	± 7%
3/8"	9,5	30 – 65	40 – 75	± 7%
nº4	4,8	25 – 55	30 – 60	± 5%
nº10	2,0	15 – 40	20 – 45	± 5%
nº40	0,42	8 – 20	15 – 30	± 5%
nº200	0,075	2 – 8	5 – 15	± 2%

d) A porcentagem em massa de cimento a ser incorporada na mistura, isto é, o teor de cimento deve ser fixado de modo a atender a resistência à compressão simples e a tração no ensaio de compressão diametral aos 7 e aos 28 dias, especificadas no projeto da estrutura do pavimento.

e) A resistência a tração por compressão diametral será o critério a ser utilizado para liberação das camadas, uma vez que este parâmetro é um dos critérios de dimensionamento da estrutura, e a resistência a compressão simples será utilizada para acompanhamento do comportamento a compressão da camada.

f) Caso não haja especificações para resistências, a Compressão Simples e a tração por compressão diametral, deverá ser adotado 2,1 MPa para Compressão Simples. O valor da resistência à compressão referido é um valor mínimo, devendo-se obter na dosagem um valor médio que conduza àquele resultado durante a fase de execução, tendo em vista a dispersão encontrada.

4.5.1 Teor de Cimento

Define-se teor de cimento em massa como sendo a relação entre a massa de cimento e a massa total da mistura, multiplicado por 100.

4.5.2 Porcentagem de Brita

Define-se porcentagem de brita em massa como sendo a relação entre a massa de brita e a massa total da mistura, multiplicado por 100.

4.5.3 Porcentagem de Solo

Define-se porcentagem de solo em massa como sendo a relação entre a massa de solo e a

massa total da mistura, multiplicado por 100.

5 EQUIPAMENTOS

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado pela EcoRodovias.

O equipamento básico para a execução da sub-base ou base de solo-brita-cimento compreende as seguintes unidades:

- a) Caminhões para transporte dos materiais com caçamba basculante;
- b) Pá-carregadeira;
- c) Moto niveladora;
- d) Distribuidor de agregados auto propelido;
- e) Caminhão tanque irrigador de água com, no mínimo, 6.000 litros de capacidade, equipado com motobomba capaz de distribuir água sob pressão regulável e de forma uni- forme;
- f) Compactador vibratório portátil ou sapo mecânico, uso eventual;
- g) Duas réguas de madeira ou metal, uma de 1,20 e outra de 3,00 m de comprimento;
- h) Rolo de pneus de pressão variável;
- i) Rolo vibratório liso, ou corrugado (pata curta);
- j) Rolo estático tipo pé de carneiro (pata longa);
- k) Vassouras mecânicas ou manuais, uso eventual;
- l) Compressores de ar, rompedores;
- m) Usina de misturas de solos.

As centrais de usina devem ser constituídas de:

- Silos: solo, agregados e cimento, providos de comportas e equipados com dispositivo que permita a produção contínua da mistura;
- Correia transportadora: que transportem os solos, agregados e o cimento, na proporção conveniente, até o equipamento misturador;
- Misturador: constituído, normalmente, de uma caixa metálica tendo no seu interior, como elementos misturadores, dois eixos dotados de pás tipo pug-mill que rodam em sentido contrário, providos de chapa metálica em espiral ou de pequenas chapas fixa- das em hastes e que, devido ao seu movimento, jogam os materiais contra as paredes, ao mesmo tempo em que os faz avançar até a saída do equipamento;

- Reservatórios de água e canalizações que permitam aspergir a água, após a homogeneização da mistura seca, deixando-a no teor de umidade ótimo previsto;
- Equipamento de carga de caminhões constituído de um silo, abastecido por transportadores de correia ou elevadores de canecas e colocado de modo que o caminhão transportador possa receber, por gravidade, a mistura. Este dispositivo é utilizado quando não é possível deixar o misturador na altura adequada, para que o carregamento se faça por gravidade.

6 EXECUÇÃO

6.1 Condições Gerais

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

A camada de sub-base e base solo-brita-cimento 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 de solo-brita-cimento.

Durante todo o tempo de execução da sub-base ou base de solo-brita-cimento, 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.

6.2 Produção da Mistura e Transporte

A usina deve ser calibrada racionalmente, de forma assegurar a obtenção das características desejadas para as misturas dos materiais.

Os materiais que integram a mistura devem ser acumulados nos silos da usina, devendo ser previsto o eficiente abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção.

A mistura deve sair da usina perfeitamente homogeneizada, com teor de umidade ligeiramente acima da umidade ótima, de forma a fazer frente às perdas no decorrer das operações construtivas subsequentes.

O material deve ser transportado em caminhões basculantes, protegidos com lonas para que o material não perca umidade e nem receba água de chuva.

O tempo decorrido entre a adição de cimento e água no misturador e o início do espalhamento não deve ser superior a 1 hora, a menos que, a critério da fiscalização, e devidamente comprovado por ensaios, constate-se a possibilidade de aumentar este tempo.

Em qualquer hipótese o limite de tempo admitido entre a incorporação do cimento e o final da

compactação é de 3 horas.

Não é permitida a estocagem do material usinado para posterior utilização.

6.3 Espalhamento

A mistura de solo-brita-cimento deve ser adequadamente espalhada na pista, de forma que a espessura solta seja suficiente para que se obtenha a espessura da camada acabada desejada, nunca inferior a 12cm e no máximo 20cm. As sub-bases ou bases com espessuras superiores a 20cm devem ser executadas em mais de uma camada.

A operação de espalhamento deve ser feita com o distribuidor de agregados, capaz de distribuir a mistura solo-brita-cimento em espessura uniforme sem produzir segregação e de forma a evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação da moto niveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.

6.4 Compactação

Na fase inicial da obra, devem ser executados segmentos experimentais, com formas diferenciadas 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 o número de passadas necessárias dos equipamentos de compactação para atingir o grau de compactação especificado, além do respectivo tempo gasto para finalização das operações.

Deve ser realizada nova determinação sempre que houver variação do material ou do equipamento empregado.

Nos trechos em tangente, a compactação deve ser executada das 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 sob elevação, 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 camada 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 recomendável, tais como cabeceira de

obras de arte, a compactação deve ser executada com rolos vibratórios mecânicos.

O teor de umidade do solo-brita-cimento, imediatamente antes da compactação, deve estar compreendido no intervalo de -2% a +1%, em relação à umidade ótima obtida no ensaio de compactação, conforme DNIT 164 - ME, na energia intermediária.

A compactação deve evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo superior a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtido no ensaio de compactação, conforme DNIT 164 - ME, na energia intermediária.

O intervalo máximo admitido entre a incorporação do cimento e o final da compactação é de 3 horas.

6.5 Acabamento

O acabamento deve ser executado pela ação conjunta de moto niveladora, somente em operação de corte, e de rolos de pneus ou do tipo liso. É vetada a correção de depressões por adição de material.

6.6 Juntas de Construção

Ao fim de cada jornada de trabalho, ou em caso de interrupção dos serviços, deve ser executada uma junta transversal de construção, mediante corte vertical da camada, podendo ser utilizado rompedores, ferramentas manuais ou lâmina da moto niveladora.

As juntas transversais de construção não devem coincidir entre dois panos de serviços adjacentes.

A face da junta deve ser umedecida antes da colocação da camada subsequente.

As juntas transversais não devem coincidir com os locais de juntas da camada subjacente anteriormente executada.

Nas juntas geradas nos pontos de início e fim da execução da camada, a compactação deve ser executada transversalmente ao eixo da pista.

6.7 Cura

Todo segmento executado, logo após a conclusão da camada de solo-brita-cimento, de acordo com esta especificação, deverá ser protegido contra perda rápida de umidade, seja através de cura química (emulsão asfáltica tipo RR-2C ou RR-1C) ou aplicação de camada superior.

Caso não seja executada a camada superior imediatamente à camada de solo-brita-cimento,

esta deverá ser mantida úmida ou com cura química contra perda rápida de umidade, por período mínimo de 7 dias.

6.8 Abertura ao Tráfego

A sub-base ou base de solo-brita-cimento não deve ser liberada à ação do tráfego. A fiscalização pode, em caráter excepcional, autorizar a abertura ao tráfego desde que a camada apresente na ocasião resistência compatível com a solicitação de carga e que a imprimação esteja completamente rompida e curada.

7 CONTROLE

7.1 Controle dos Materiais

7.1.1 Solo

Devem ser executados os ensaios abaixo discriminados, com materiais coletados na usina. Os lotes para coleta de material deverão corresponder a 1 ensaio a cada 300 m de faixa:

- a) Limite de liquidez do material com diâmetro inferior a 0,42 mm, conforme ABNT NBR 6459;
- b) Limite plasticidade do material com diâmetro inferior a 0,42 mm, conforme ABNT NBR 7180;
- c) Análise granulométrica, conforme DNIT 459 - ME;
- d) Classificar o solo de acordo com a metodologia MCT, através dos ensaios de Mini-MCV e perda de massa por imersão.

7.1.2 Agregado

Devem ser executados os seguintes ensaios:

- a) Granulometria DNIT 412 - ME, 1 ensaio a cada 100 m de faixa;
- b) abrasão Los Angeles, conforme ABNT NBR 16974, 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- c) durabilidade com ao sulfato de sódio, em cinco ciclos, conforme DNIT 446 – ME, 1 ensaio no início do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- g) índice de forma (DNIT 424 - ME e DNIT 425 - ME), 1 ensaio no início e sempre que houver variação do material.

7.1.3 Cimento

Todo carregamento de cimento que chegar à obra deve vir acompanhado de certificado de qualidade que ateste que:

- O cimento atende o preconizado na norma de recebimento e aceitação DNER EM 036 e ABNT NBR 16697;

Realizar um ensaio de módulo de finura, conforme ABNT NBR 11579, a cada carregamento.

7.1.4 Água

Deverá ser examinada sempre que houver dúvida sobre a sua sanidade, conforme NBR NM 137.

7.2 Controle Produção da Mistura Solo-Brita-Cimento

a) Granulometria da mistura, conforme DNIT 412 - ME, duas determinações por jornada de 8 h de trabalho em amostras sem a adição do cimento;

b) Determinar o teor de cimento através da razão entre a diferença de massas da mistura com cimento e sem adição de cimento, pela massa da mistura com adição de cimento, multiplicado por 100, 1 determinação por jornada de 8 h de trabalho e sempre que houver indícios de falta de cimento:

- As coletas de material, com e sem adição de cimento são realizadas numa mesma extensão de correia L da correia transportadora em intervalos de tempo iguais de descarga do material sobre a correia;
- Para cada carregamento e espalhamento, determinar o intervalo de tempo decorrido entre a saída da mistura da usina e o início da compactação. O intervalo máximo admitido entre a incorporação do cimento e o final da compactação é de 3 horas.

7.3 Controle da Execução

O controle da execução da camada deve ser realizado pelos seguintes procedimentos

a) Determinação do teor de umidade, através do método expedito da frigideira imediatamente antes da compactação; um a cada 100 m de faixa, ou quantas vezes forem necessárias; se o desvio da umidade em relação à umidade ótima for de no máximo de -2% a +1% ponto porcentual, o material pode ser liberado para compactação;

b) Determinação da resistência a compressão simples, de amostras coletadas na pista imediatamente antes da compactação, para determinação da resistência a compressão simples, conforme ABNT NBR 5739, aos 7 e 28 dias de cura um a cada 100 m de faixa.

- c) Determinação da resistência a tração por compressão diametral, de amostras coletadas na pista, aos 7 e 28 dias de cura, conforme ABNT NBR 7222, um a cada 100 m de faixa;
- d) Determinação da massa específica aparente seca máxima e da umidade ótima, conforme DNIT 164 ME, na energia intermediária, em amostras coletadas na pista, um a cada 100 m de faixa;
- e) Determinação da umidade e massa específica aparente seca in situ, conforme DNIT 458 – ME e o respectivo grau de compactação a partir dos parâmetros obtidos na alínea d, em amostras retiradas na profundidade de no mínimo 75% da espessura da camada, um a cada 100 m de faixa compactada em pontos que sempre obedecem à ordem: borda direita, eixo, borda esquerda, eixo, borda direita etc.; a determinação nas bordas deve ser feita a 60 cm delas;
- f) anotação do intervalo de tempo entre a incorporação do cimento e o final da compactação não deve exceder 3 horas.
- g) devem ser registrados os locais de aplicação da mistura, sempre associados às datas de produção e com os respectivos ensaios de controle tecnológico.

Na moldagem dos corpos de prova para determinação da resistência à compressão simples e à tração, cada exemplar é constituído por dois corpos de prova moldados na mesma amassada, no mesmo ato, para cada idade de rompimento. Toma-se como valor da resistência do exemplar, na idade de rompimento, o maior dos dois valores obtidos no ensaio.

7.4 Controle Geométrico e de Acabamento

7.4.1 Controle de Espessura e Cotas

A espessura da camada e as diferenças de cotas serão determinadas pelo nivelamento da seção transversal, a cada 20 m.

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

7.4.2 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.

7.4.3 Controle de Acabamento da Superfície

O acabamento da superfície dos diversos segmentos concluídos é verificado com duas réguas, uma de 1,20 m e outra 3,0 m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação.

- a) As variações individuais das cotas obtidas estejam compreendidas no intervalo de -2 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 semi largura da plataforma inferiores as de projeto;
- d) O abaulamento transversal esteja compreendido na faixa de $\pm 0,5 \%$ 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.

7.5 Deflexões

As deflexões recuperáveis exigidas em projeto devem ser verificadas a cada 20 m por faixa alternada e 40 m na mesma faixa, seja pela viga Benkelman, conforme DNIT 133 - ME, ou por FWD – Falling Weight Deflectometer, conforme DNER PRO 273, após 28 dias de cura.

8 ACEITAÇÃO

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

8.5. Tabela Resumo dos Ensaios e Controles

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1. CONTROLE DOS MATERIAIS (COLETADOS NA USINA)				
1.1 SOLO				
Limite de liquidez	ABNT NBR 6459	1 ensaio a cada 300 m de faixa	Individual	LL < 40%
Limite plasticidade	ABNT NBR 7180		Individual	IP < 18%
Análise granulométrica	ABNT NBR 7181		Controle Bilateral no mínimo 4 e no	Conforme projeto

	DNIT 459 - ME		máximo 10 amostras	
Classificação MCT	DNIT 259 - CLA		Individual	Parâmetro de Controle
1.2 AGREGADOS				
Granulometria	ABNT NBR 17054 DNIT 412 - ME	1 ensaio a cada 100 m de faixa	Individual	Conforme projeto
Abrasão Los Angeles	ABNT NBR 16974	1 ensaio no início e sempre que houver variação do material		≤ 50%
durabilidade	DNIT 446 – ME			≤ 20%
índice de forma	DNIT 425 – ME			≥ 0,5
1.3 AGREGADOS				
Cimento Portland – qualquer tipo, realizar módulo de finura	ABNT NBR 11579	1 ensaio cada carregamento que chegar na obra	Individual	Atender DNER-EM 036 e ABNT NBR 16697 Módulo de finura satisfatório
1.4 ÁGUA				
Qualidade da água	ABNT NBR 15900-1	Sempre que houver dúvida sobre a sua sanidade	Individual	Ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, matéria orgânica ou outras substâncias nocivas
1.5 CONTROLE PRODUÇÃO DA MISTURA SOLO-BRITA-CIMENTO				
Granulometria da mistura	ABNT NBR 17054 DNIT 412 - ME	2 ensaios por jornada de 8h (em amostras coletadas sem adição de cimento)	Controle Bilateral no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Conforme projeto
Teor de cimento	Razão entre a diferença de massas da mistura com e sem adição de cimento pela massa da mistura com adição de cimento	1 ensaios por jornada de 8h	Individual	± 0,5% do teor ótimo de cimento da mistura
Verificação do intervalo de tempo entre a incorporação do cimento e o final da compactação	Diferença entre os horários de incorporação do cimento o término da compactação	Máx. 3h até final da compactação	Individual	-
1.6 CONTROLE EXECUÇÃO				
Umidade	Método expedito da frigideira	1 ensaio a cada 100 m de faixa	Individual	- 2% a +1%
Resistência à compressão simples aos 7 e 28 dias	ABNT NBR 5739	1 ensaio a cada 100 m de faixa	Individual	Conforme projeto
Resistência à tração por compressão diametral aos 7 e 28 dias	ABNT NBR 7222	1 ensaio a cada 100 m de faixa	Individual	Conforme projeto
Determinação da massa específica aparente seca máxima e umidade ótima, na energia intermediária	ABNT NBR 12023	1 ensaio a cada 100 m de faixa	Individual	Parâmetros de controle
Massa Específica Aparente Seca <i>in situ</i> – Frasco de areia e Grau de compactação	ABNT NBR 7185	1 ensaio a cada 100 m de faixa	Resultados individuais e controle unilateral pelo limite superior	GC ≥100%

Viga Benkelman	DNIT 133 - ME	A cada 20 m por faixa alternada, determinar D0	Resultados individuais e controle unilateral pelo limite superior	Conforme projeto
2. CONTROLE GEOMÉTRICO E ACABAMENTO				
Espessuras e cotas	Relocação e nivelamento topográfico Medidas de trena	A cada 20m, no eixo, bordas e dois pontos intermediários	Individual	Projeto
Largura e alinhamentos da plataforma	Relocação e nivelamento topográfico Medidas de trena	A cada 20 m	Individual	Projeto
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	Individual	Projeto

9 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 ou base de solo-brita-cimento.

9.1 Exploração de Ocorrência de Materiais

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

Na exploração de materiais terrosos:

- Para as áreas de apoio necessárias à execução dos serviços devem ser observadas as normas ambientais vigentes;
- Na exploração de áreas de empréstimo, a contratada só poderá executar escavações nas áreas previstas no projeto ou naquelas que tiverem sido projetadas e especialmente aprovada pela fiscalização durante a construção. A exploração da área de empréstimo somente pode ser iniciada após a obtenção da autorização ambiental, qualquer alteração deve ser objeto de complementação;
- Os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza devem ser feitos dentro do limite da área autorizada; o material retirado deve ser estocado de forma que, após sua exploração, o solo orgânico possa ser reutilizado na recuperação da área;

- d) Caso seja necessário promover o corte de árvores, para instalação das atividades, deverá ser obtida autorização do órgão ambientais competentes, sendo que os serviços deverão considerar os critérios impostos pelos órgãos. Em hipótese alguma será admitida a queima da vegetação como forma de supressão ou mesmo a queima dos resíduos do corte: troncos e ramos;
- e) Deve ser evitada a localização de áreas de apoio em áreas com restrições ambientais como: reservas ecológicas ou florestais, áreas de preservação permanente, de preservação cultural etc., ou mesmo em suas proximidades;
- f) Durante sua exploração, as áreas devem ser mantidas com drenagem adequada, de modo a evitar o acúmulo de águas bem como processos erosivos;
- g) Deve-se planejar adequadamente a exploração da área, de modo a minimizar os impactos decorrentes e a facilitar a recuperação ambiental da área, que deve ser executada tão logo esteja concluída a exploração.

Na exploração de pedreiras e areais:

- a) O material somente será aceito após a executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira e areal;
- b) Não é permitida a localização da pedreira, e das instalações de britagem em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;
- c) Deve-se evitar a exploração de areal em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;
- d) 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;
- e) 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 constante nos documentos de autorização. Em hipótese alguma, será admitida a queima de vegetação ou mesmo dos resíduos do corte;
- f) 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 carregamento para cursos d'água;
- g) 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;

h) Caso os agregados sejam fornecidos por terceiros para serem britados pela executante, devem ser atendidas as alíneas anteriores e tomados os seguintes cuidados: 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.

9.2 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 carregados 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 carregamento 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.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço é 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.

Os serviços recebidos e medidos da forma descrita são pagos conforme os respectivos preços unitários contratuais, que incluem: o fornecimento de material, homogeneização da mistura em usina devidamente calibrada, perdas, carga e descarga do material usinado, espalhamento, compactação e acabamento, abrangendo inclusive a mão-de-obra com encargos sociais, BDI e equipamentos necessários aos serviços, e outros recursos utilizados de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.

Quaisquer dos materiais utilizados na camada acabada já se encontram incluídos no preço unitário da sub-base ou base de solo-brita-cimento, exceto a pintura de cura da camada.

11 CONTROLE ESTATÍSTICO

Tabela B-1 – Controle Estatístico

Parâmetro		
1 - Média aritmética da amostra ($\bar{X}$)	$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	Onde: X_i = valor individual da amostra N = n^o-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)	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N - 1}}$	
Controle Unilateral		
3 - Controle pelo limite inferior	$\bar{X} - KS \geq \text{LIE Ou}$ $\bar{X} + KS \leq \text{LSE}$	
4 - Controle pelo limite superior		
Controle Bilateral		
5 - Controle pelo limite inferior e superior	$\bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $\bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$	

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

N	K	K1	N	K	K1	N	K	K1
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

a) Os resultados do controle estatístico devem ser registrados em relatórios periódicos, na frequência previamente definida, de acordo com a Norma DNIT 011/2004-PRO, a qual prescreve que o executante da obra deve estabelecer e manter procedimentos documentados para implementar as ações corretivas e preventivas na execução da obra, com o objetivo de detectar e eliminar as causas das não conformidades.

b) Os serviços só devem ser aceitos se atenderem as prescrições desta Especificação. Qualquer serviço corrigido só deve ser aceito se as correções efetuadas o colocarem em conformidade com o disposto nesta Especificação; caso contrário deve ser rejeitado.

Cópia não controlada