TÍTULO

PAVIMENTAÇÃO – SUB-BASE E BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE COM OU SEM MISTURA

PALAVRAS-CHAVE

Pavimentação. Sub-base e Base Estabilizadas Granulometricamente. Misturas em pista. Mistura em usina.

DIRETORIA INTERESSADA

Diretoria de Obras Rodoviárias

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Agência Goiana de Transportes e Obras. **AGETOP-ES-P 03/01.** Pavimentação – Especificação de Serviço. Sub-base Estabilizada Granulometricamente.

Agência Goiana de Transportes e Obras. **AGETOP-ES-P 04/01.** Pavimentação – Especificação de Serviço. Base Estabilizada Granulometricamente.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 098/2007 – ES.** Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente com utilização de solo laterítico – Especificação de serviço.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 141/2010 – ES.** Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 139/2010 – ES.** Pavimentação – Sub-base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço.

SERVIÇOS RELACIONADOS

Reforço Estabilizado Granulometricamente. Sub-Base e Base Estabilizadas Granulometricamente.

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

SUMÁRIO

1 – DEFINIÇÃO..... 3
2 – REFERÊNCIAS NORMATIVAS 3
3 – MATERIAIS 4
4 – EQUIPAMENTOS 8
5 – EXECUÇÃO 10
6 – CONTROLE..... 14
6.1 – Controle Tecnológico de Insumos 14
6.2 – Controle Tecnológico da Execução 18
6.3 – Controle Geométrico 20
6.4 – Plano de Amostragem e Condições de Aceitação..... 20
7 – MANEJO AMBIENTAL.....21
8 – MEDIÇÃO E PAGAMENTO..... 23

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

1 – DEFINIÇÃO

SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE – É a camada do Pavimento Asfáltico situada imediatamente abaixo da camada de BASE, constituída de solos ou a mistura de produtos de britagem e solos, que obtém a estabilidade para cumprir suas funções apenas devido a uma conveniente compactação, sem necessidade de nenhum aditivo químico.

BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE – É a camada do Pavimento Asfáltico situada imediatamente abaixo da camada de Revestimento Asfáltico, constituída de solos ou a mistura de produtos de britagem e solos, que obtém a estabilidade para cumprir suas funções apenas devido a uma conveniente compactação e arranjo granulométrico, sem necessidade de nenhum aditivo químico.

2 – REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Para aplicação desta Especificação de Serviço são indispensáveis os seguintes documentos:

2.1) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-ME 030/1994.** Solos - determinação das relações sílica-alumina e sílica-sesquióxidos em solos. Método de Ensaio. 6 páginas.

2.2) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-ME 035/1998.** Agregados – determinação de abrasão “Los Angeles” . Método de Ensaio. 7 páginas.

2.3) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-ME 052/1994.** Solos e Agregados Miúdos – Determinação da Umidade com o emprego do “Speedy”. Método de Ensaio. 04 páginas.

2.4) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-ME 054/1997.** Equivalente de Areia. 10 páginas.

2.5) Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes. **DNIT-ME 0172/1994.** Solos-determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas. Método de Ensaio. 15 páginas.

2.6) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-ME 080/1994.** Solos – análise granulométrica por peneiramento. Método de Ensaio. 4 páginas.

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

2.7) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-ME 082/1994.** Solos – Determinação do limite de plasticidade. Método de Ensaio. 3 páginas.

2.8) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-ME 092/1994.** Solos – Determinação da Massa Específica Aparente "In Situ", com emprego do Frasco de Areia. Método de Ensaio. 5 páginas.

2.9) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-ME 122/1994.** Solos – Determinação do limite de liquidez - Método de referência e Método expedito. Método de Ensaio. 7 páginas.

2.10) Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes. **DNIT-ME 160/2012.** Solos – Determinação da expansibilidade. Método de Ensaio. 7 páginas.

2.11) Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes. **DNIT-ME 164/2013.** Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas. Método de Ensaio. 7 páginas.

2.12) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-PRO 277/97.** Metodologia para controle estatístico de obras e serviços. 7 páginas.

3 – MATERIAIS

Os materiais empregados em Sub-Bases Estabilizadas Granulometricamente (SBEGs) e em Bases Estabilizadas Granulometricamente (BEGs) são os solos ou a mistura do produto de britagem e solos.

Assim, um "solo", ou uma "mistura de solos e brita", pode apresentar:

- uma natureza laterítica ("solos lateríticos")
- uma natureza não laterítica ("solos não lateríticos").

Os solos de natureza laterítica apresentam baixa expansibilidade, tendência ao concrecionamento, altos CBRs com altos LLs e IPs e com granulometria descontínua.

3.1 Solos Lateríticos

Os Solos Lateríticos para emprego em SBEGs devem satisfazer as seguintes condições:

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

- ISC (Índice de Suporte Califórnia) igual ou superior a 20%, o ensaio ISC sendo realizado segundo o DNIT-ME 172/2016 com a energia do DNIT-ME 164/2013 ou especificada no Projeto (no caso de mistura com produtos de britagem).

- A expansão medida no ensaio CBR não deve ser superior a 1%

- Índice de Grupo diferente de zero e expansão maior que 1,0%, desde que no ensaio de expansibilidade DNIT 160/2012 apresente um valor inferior a 10%.

Os Solos Lateríticos para emprego em BEGs devem satisfazer às seguintes condições:

- Granulometria enquadrada numa das seguintes faixas granulométricas (DNER-ME80/94):

ASTM	Abertura (mm)	Faixas			Tolerância %
		A	B	C**	
2"	50,8	100	-	-	-
1"	25,4	75 - 100	100	-	± 7
3/8"	9,5	40 - 85	60 - 95	100	± 7
Nº 4	4,8	20 - 75	30 - 85	50 - 100	± 5
Nº 10	2,0	15 - 60	15 - 60	35 - 90	± 5
Nº 40	0,42	10 - 45	10 - 45	20 - 80	± 5
Nº 200*	0,074	5 - 30	5 - 30	8 - 40	± 2

* A porcentagem do material que passa na Peneira n.º 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na Peneira n.º 40.

** Somente para N ≤ 1 x 10^6 (número de repetições do eixo simples padrão calculado pelo Método DNER/1966, correspondente ao período de projeto).

- O agregado retido na peneira de #10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isento de matéria vegetal ou outra

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

substância prejudicial e apresentando valores de abrasão "Los Angeles" menores ou iguais a 65% (DNER-ME 035/1994).

- Relação molecular sílica-sesquióxidos, determinada pelo método DNER-ME 030/94, for menor que 2, e que a apresentarem expansão inferior a 0,20% medidas pelo ensaio DNIT-ME 172/2016. Admite-se o valor da expansão até 0,5% no ensaio de ISC desde que, no ensaio de expansibilidade DNER-ME 029/94, o valor obtido seja menor que 10%;

- Limite de Liquidez (LL) (DNER-ME 122/94) igual ou inferior a 40%.

- Índice de Plasticidade (IP) (DNER-ME 82/94) igual ou inferior a 15%.

- Equivalente de Areia (DNER-ME 54/94) maior a 30%.

- ISC (Índice de Suporte Califórnia) igual ou superior a 60% para $N \leq 5 \times 10^6$ (número de repetições do eixo simples padrão calculado pelo Método de Projeto DNER/1966, correspondente ao período de Projeto) e 80% para $N > 5 \times 10^6$.

- A Expansão medida no ensaio ISC não deve ser superior a 0,5%.

O ensaio ISC sendo realizado segundo o DNIT-ME 172/2016 com a energia especificada no Projeto, podendo ser (Proctor Intermediário, Proctor Intermodificado ou Proctor Modificado), que apresentam respectivamente (26, 39 e 55 golpes por camadas na moldagem dos CP's – DNIT 164/2013-ME).

3.2 Solos não Lateríticos

Os Solos Não Lateríticos para emprego em SBEGs devem satisfazer às seguintes condições:

- Um "Índice de Grupo" (IG) igual a zero;

- ISC (Índice de Suporte Califórnia) igual ou superior a 20%, o ensaio ISC sendo realizado segundo DNIT-ME 172/2016 com a energia do proctor intermediário ou a especificada no Projeto (no caso de misturas com produtos de britagem ou produtos totais de britagem);

- A expansão medida no ensaio CBR não deve ser superior a 1,0%.

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

Os Solos Não Lateríticos para emprego em BEGs devem satisfazer às seguintes condições:

- Granulometria enquadrada numa das seguintes faixas granulométricas (DNER-ME 80/94).

ASTM	Abertura (mm)	Faixas						Tolerância %
		A	B	C	D	E*	F*	
2”	50,8	100	100	-	-	-	-	± 7
1”	25,4	-	75-90	100	100	100	100	± 7
3/8”	9,5	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-	± 7
n.º 4	4,8	25-55	30-60	35-65	50 - 85	55-100	70-100	± 5
n.º 10	2	15-40	20-45	25-50	40 - 70	40-100	55-100	± 5
n.º 40	0,42	8-20	15-30	15-30	25 - 45	20 - 50	30 - 70	± 2
n.º 200**	0,074	2-8	5-15	5-15	5-20	6-20	8-25	± 2

* Somente para N ≤ 5 x 10^6 calculado segundo metodologia do USACE.

** A porcentagem do material que passa na peneira n.º 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira n.º 40.

- agregado retido na peneira n.º 10 não deve ter partículas moles nem impurezas nocivas, devendo apresentar valor de “abrasão Los Angeles” (DNER-ME 35/98) igual ou inferior a 55%, e o material passando na peneira n.º 10 não deve conter matéria orgânica ou outras impurezas nocivas.

- A fração que passa na peneira nº 40 deve apresentar Limite de Liquidez (LL) (DNER-ME 122/94) igual ou inferior a 25%, e Índice de Plasticidade (IP) (DNER-ME 82/94) igual ou inferior a 6%; quando esses limites forem ultrapassados, o equivalente de areia deve ser maior que 30%.

- ISC (Índice de Suporte Califórnia) igual ou superior a 60% para N ≤ 5 x 10^6 (número de repetições do eixo simples padrão calculado pelo Método de Projeto DNER/1966, correspondente ao período de projeto), e ISC superior a 80% para N > 5 x 10^6.

- A expansão medida no ensaio CBR não deve ser superior a 0,5%.

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

O ensaio CBR sendo realizado segundo o DNIT-ME 172/2016 com a energia especificada no Projeto, podendo ser (Proctor Intermediário, Proctor Intermodificado ou Proctor Modificado), que apresentam respectivamente (26, 39 e 55 golpes por camadas na moldagem dos CP's – DNIT 164/2013-ME).

4 – EQUIPAMENTOS

4.1 Mistura em Usina

Qualquer equipamento pode ser rejeitado pela fiscalização a qualquer momento, caso não esteja em condições de operação.

a) A Usina de Solos (“Central de Mistura”) deverá ser constituída essencialmente do seguinte:

- Silos – para os diversos componentes, providos de bocas de descarga e equipados com dispositivo que permita graduar o escoamento;

- Transportadores de Esteiras – que transportam os componentes da mistura, já nas devidas proporções, até a unidade misturadora;

- Unidade Misturadora – tipo “pug-mill”, constituído usualmente de uma caixa metálica tendo no seu interior, como elementos misturadores, dois eixos que rodam em sentido contrário, providos de uma chapa em espiral ou de pequenas chapas fixadas em hastes, e que, devido ao seu movimento, forçam a mistura íntima dos materiais, ao mesmo tempo em que os faz avançar até a saída da unidade;

- Reservatório de Água e Canalização – que permitam armazenar e espargir a água sobre o solo durante o processo de mistura;

- Unidade de Carregamento – constituída de um silo abastecido por “transportadores de correia” ou “elevadores de canecas”, e colocado de modo que o caminhão transportador possa receber a mistura por gravidade.

Em suma, a Usina de Solos deve ser capaz de produzir uma mistura homogênea de solos e/ou britas, no teor de umidade requerido, e de depositá-la sem segregação no caminhão transportador.

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

b) Caminhão basculante;

c) Vibroacabadora (para aplicação da mistura em campo);

d) Rolos Compactadores tipo: vibratório autopropelido "*pata curta*", liso vibratório, liso pneumático, definidos a partir do tipo de material a ser compactado.

4.2 Mistura em Pista

O volume de material a ser misturado diretamente na pista deverá obedecer ao projeto da mistura, e seu controle será efetuado através da quantidade de caminhões por estaca.

a) Caminhão basculante;

b) Motoniveladora;

c) Trator com Grade de Discos;

d) Caminhões Distribuidores de água;

e) Rolos Compactadores tipo: vibratório autopropelido "*pata curta*", liso vibratório, liso pneumático, definidos a partir do tipo de material a ser compactado.

É proibido o uso do rolo compactador estático, tipo "*raster*" ou similar.

4.3 Sem Mistura

a) Caminhão basculante;

b) Motoniveladora;

c) Trator com Grade de Discos;

d) Caminhões Distribuidores de água;

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

e) Rolos Compactadores tipo: vibratório autopropelido "*pata curta*", liso vibratório, liso pneumático, definidos a partir do tipo de material a ser compactado

5 – EXECUÇÃO

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

Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento "Informações e Recomendações de Ordem Geral", procedimentos a serem obedecidos pela executora e pela GOINFRA.

A estabilização granulométrica de Base e Sub-base poderá ser feita com mistura ou sem mistura. A mistura poderá ser executada em usina de solo ou em pista, a critério do projeto.

5.1 Execução Utilizando Usina de Solos

A execução de Sub-base e Base Estabilizadas Granulometricamente, com a utilização de usina de solos envolve basicamente as seguintes operações:

- Produção da mistura (usinagem)
- Transporte da mistura
- Aplicação da mistura (com vibroacabadora)
- Compactação
- Acabamento
- Liberação ao Tráfego

Preliminarmente ao início dos serviços, deverá ser elaborado pela Executora o projeto de dosagem da mistura, realizado em laboratório e validado pela Fiscalização e Supervisora.

No início dos trabalhos, deverá ser executado um segmento experimental, primeiro pano, objetivando avaliar o desempenho da camada e projeto de dosagem, obedecidas as seguintes condições:

- Deverão ser adotados os parâmetros estabelecidos no projeto de dosagem, objetivando permitir uma perfeita execução dos serviços;
- Verificar a calibragem da central misturadora;

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

- Verificar equipamentos: vibroacabadora, caminhões transportadores e irrigadores, motoniveladora, rolos compactadores (número de equipamentos e passadas para atingir o grau de compactação desejado);
- Verificar aplicação: espessura (solta e compactada), homogeneidade, granulometria, umidade, compactação; empolamento.

Nota:

1 - No caso de não aceitação dos serviços por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

2 - No caso de rejeição exclusivamente por deficiência de espessura, não há necessidade de remover, mas de promover eventual ajustes necessários através de nova aplicação de material sobre a superfície, homogeneização, correção de umidade e nova compactação.

3 - O trecho experimental deve ser repetido sempre que houver alteração de fonte de agregados, alteração de projeto ou a critério da fiscalização.

5.1.1 Preparo da superfície

A superfície que receber a camada de Base ou Sub-base deve apresentar-se desempenada e limpa, isenta de material solto ou outras substâncias prejudiciais.

Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à distribuição da mistura.

5.1.2 Produção da mistura

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

As frações obtidas, acumuladas nos silos da central de mistura, são combinadas no misturador, acrescentando-se ainda a água necessária à condução da mistura de solo e agregado 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.

5.1.3 Transporte da mistura

A mistura produzida na central é descarregada diretamente sobre caminhões basculantes, coberta com lona, para evitar perda de umidade e em seguida transportada para a pista.

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

Não é permitida a estocagem do material usinado.

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

5.1.4 Aplicação da mistura

A definição da espessura do colchão de material solto que, após compressão, permita a obtenção da espessura de projeto e sua conformação adequada, deve ser obtida a partir da verificação do primeiro pano experimental.

A distribuição da mistura por vibroacabadora, sobre a camada anterior previamente liberada pela fiscalizadora, deverá ser capaz de espalhar o material em espessura uniforme, sem produzir segregação.

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

É vedado o uso, no espalhamento, de equipamentos ou processos que causem segregação do material.

A espessura da camada individual acabada deve situar-se no intervalo de 0,10 a 0,20 m. Quando se desejar camadas de bases ou sub-bases de maior espessura, os serviços devem ser executados em mais de uma camada.

A compactação, o acabamento e a liberação ao tráfego serão realizadas como na EXECUÇÃO NA PISTA.

5.2 Execução na Pista (com e sem mistura) – sem usina de solos

A execução de Sub-base e Base Estabilizadas Granulometricamente deste subitem envolve basicamente as seguintes operações:

- Espalhamento do material granular
- Homogeneização dos Materiais Secos

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

- Umedecimento ou Aeração e Homogeneização da Umidade
- Compactação
- Acabamento
- Liberação ao Tráfego

5.2.1 Espalhamento do material granular

5.2.1.1 Cascalho

O espalhamento do cascalho depositado na plataforma se fará com motoniveladora. O material será espalhado de modo que a camada fique com espessura constante. Não poderá ser confeccionada camada com espessura compactada superior a 20,0 cm nem inferior a 10,0 cm.

5.2.1.2 Agregado adicional

Quando houver a adição de agregado, este deve ser lançado na plataforma por meio de caminhões basculantes, sendo que seu espalhamento sobre o cascalho previamente lançado deve ser realizado através da motoniveladora, de modo que a camada de agregado fique com a espessura uniforme.

No caso de 2 ou mais materiais, será feito primeiramente o espalhamento com espessura constante do material de maior quantidade e, sobre essa camada, espalhar-se-ão os outros materiais.

5.2.2 Homogeneização dos Materiais Secos

O material espalhado será homogeneizado com o uso combinado de grade de disco e motoniveladora. A homogeneização prosseguirá até que visualmente não se distinga um material do outro. Nessa fase serão retirados os materiais estranhos (blocos de pedra, raízes, etc.).

5.2.3 Umedecimento ou Aeração e Homogeneização de Umidade

Para atingir-se a faixa de teor de umidade na qual o material será compactado, será utilizado carro tanque (para umedecimento), motoniveladora e grade de discos (para aeração).

5.2.4 Compactação

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

A compactação deve ser executada com rolo liso vibratório autopropulsor, com rolo liso pneumático autopropulsor e rolo "*pata curta*" vibratório autopropelido, até se atingir o grau de compactação de 100% da massa específica aparente seca máxima especificada pelo Projeto, para cada camada do pavimento. A composição do trem tipo (modelo de equipamento e quantidade) será definida no campo em função do material a ser compactado.

5.2.5 Acabamento

A operação de acabamento, após compactação, será executada com o auxílio da motoniveladora, que dará a conformação geométrica longitudinal e transversal da plataforma, de acordo com o Projeto. Só é permitida, a conformação geométrica por corte.

5.2.6 Liberação ao Tráfego

Não deverá haver liberação ao tráfego. A exceção se aplica aos casos de cruzamentos e passagens obrigatórias, onde não há a opção de desvio, devendo assim ser executada a devida proteção da camada.

Após a conclusão e aprovação da camada da Base, deve-se providenciar o mais rapidamente possível sua imprimação, devendo ser mantida a umidade ótima até a execução da imprimação.

6 – CONTROLE

Os materiais utilizados e serviços especificados para a execução da Sub-base e Base devem ser rotineiramente examinados, mediante a execução dos seguintes procedimentos:

6.1 Controle Tecnológico de Insumos

A condição essencial é que os materiais empregados na SBEG e na BEG tenham características que satisfaçam a esta Especificação e às Especificações Complementares e Particulares adotadas no Projeto.

6.1.1 Exploração de Jazidas de solos

A empresa executora é responsável por avaliar, numa frequência razoável, as Jazidas de Solos em exploração, observando o modo de exploração e a natureza dos materiais obtidos. Cuidados

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

especiais serão dedicados a evitar que sejam cavados “fundos de jazidas” com solos diferentes dos indicados no Projeto.

Deverá ainda impedir que materiais suspeitos sejam transportados para a Usina de Solos (ou para a Pista). Quaisquer fatos considerados graves deverão ser comunicados à Fiscalização da contratada, que ajuizará sobre a necessidade ou não de suspender os serviços de exploração, e que tomará as providências julgadas cabíveis.

6.1.2 Controle da Natureza Laterítica da Mistura

Quando houver variação nas características visuais do material de jazida, que direcione a uma mudança na natureza do cascalho, ou a critério da fiscalização, deverão ser colhidas amostras para os ensaios de “Determinação da Relação S/R” (DNER-ME 30/94) e da “Natureza da Argila” (“Análise Térmica Diferencial”, “Raios X”, etc., a serem realizados em laboratórios especializados) – com a finalidade de confirmar a natureza laterítica do material.

Caso se confirme que, um material dado como “laterítico”, no Projeto, e na realidade “não laterítico”, a exploração da Jazida correspondente será suspensa, e o Engenheiro Fiscal tomará as providências julgadas cabíveis.

6.1.3 Jazida – Controle do Empolamento e Abrasão

Para cada Jazida:

- Serão executados Ensaios para obtenção do Empolamento do material, a cada 5.000 m³ de material compactado para SBEG e BEG. Com a anuência da fiscalização, a frequência do ensaio pode ser reduzida pela metade, caso o material se mostre homogêneo;
- Serão colhidas 3 amostras para a realização do Ensaio de Abrasão Los Angeles (DNER-ME 35/1998).

O empolamento, que incide nos serviços de escavação de jazidas, deverá ser calculado, na frequência estipulada acima e obedecendo a seguinte recomendação:

a) A caixa de empréstimo ou jazida explorada deverá ter sua superfície limpa e isenta de matéria orgânica ou contaminações, por meio da remoção mínima dos 20 centímetros superiores;

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

b) Após a remoção descrita em “a”, o furo para a realização do ensaio de massa específica aparente “in situ” (DNER-ME 092/94) do material “in natura”, deverá ser executado 30 centímetros abaixo da superfície limpa;

c) A cada horizonte de 2 metros de profundidade, no processo de escavação, deverá ser realizado novo furo para obtenção da massa específica aparente (DNER-ME 092/94). Sendo que a massa específica do material “in natura” a ser utilizada no cálculo do empolamento, deverá contabilizar a média dos valores no topo e no fundo;

d) O empolamento será obtido pela razão entre a massa específica aparente máxima de laboratório (DNIT 164/2013-ME) e a massa específica aparente “in situ” descrita em “b” ou “c”.

Outros conjuntos de ensaios deverão ser executados em caso de mudança de material ou a critério da Fiscalização.

O resultado do Ensaio de Empolamento será utilizado somente para fins de cálculo do volume de material escavado / transportado.

6.1.4 Agregados Adicionais

Quando houver a necessidade da inclusão de agregados adicionais, a empresa executora é responsável por avaliar, numa frequência razoável, as pedreiras em exploração, observando o modo de exploração e a natureza dos materiais obtidos.

Deverá ainda impedir que materiais suspeitos sejam transportados para a Usina de Solos (ou para a Pista). Quaisquer fatos considerados graves deverão ser comunicados à Fiscalização da contratada, que ajuizará sobre a necessidade ou não de suspender os serviços de exploração, e que tomará as providências julgadas cabíveis.

Os agregados deverão ser constituídos de fragmentos de rocha sã ou seixos rolados britados, limpos e duráveis, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas, obedecidas as seguintes indicações:

a) Agregados Graúdos

- Valor de perda máxima de 12% quando submetido ao ensaio de durabilidade com sulfato de sódio (MÉTODO DNER-ME 89/94);

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

- Valor máximo de 55% no ensaio de desgaste ou Abrasão "Los Angeles" (MÉTODO DNER-ME 35/98);
- Valor superior a 0,5 no índice de forma (MÉTODO DNER-ME 86/94) ou valor máximo de 20% de grãos defeituosos no ensaio de lamelaridade;

b) Agregados Miúdos

- Valor para o equivalente de areia (MÉTODO DNER/ME 54/97), superior a 40%;
- Valor de perda máxima de 15% quando submetido ao ensaio de durabilidade com sulfato de sódio (MÉTODO DNER-ME 89/94);

Os ensaios realizados em “a” e “b”, deverão ser executados no início da utilização do agregado no serviço e repetidos sempre que houver variação na natureza do material, ou quando solicitado pela fiscalização.

Realizar ainda, para cada agregado utilizado no serviço: Determinação da massa unitária em estado solto, conforme DNER-ME 152/95. Um ensaio por semana trabalhada do serviço. Os valores obtidos serão utilizados no cálculo do transporte de agregados e nas conversões necessárias de peso / volume.

Para o caso específico de mistura em pista, o peso do agregado adicional deverá obedecer ao projeto da mistura, e seu controle será efetuado através da quantidade de caminhões por estaca.

6.1.5 Controle do Teor de Umidade de Compactação

Para cada 100 metros de comprimento do “pano” a ser compactado (de Sub-base e de Base), será determinado um “teor de umidade”, pelo “método expedito da frigideira” (500 gramas para os solos mais graúdos e 200 gramas para os solos mais finos – ensaio este feito “in situ”) ou pelo “Método Speedy” (DNER 052/1994).

Deve-se procurar, se possível, para cada tipo de solo, correlação entre o teor de umidade determinado pelo “Speedy” e teor de umidade determinado pelo “método da frigideira”.

Só será permitida a compactação do referido “pano” se todos os resultados estiverem dentro da faixa de teor de umidade, (hot – 2,0)% ≤ h ≤ (hot + 2,0)%. Em caso contrário, deverá ser procedido um “umedecimento” ou “aeração”, acompanhado dos processos de homogeneização, até se conseguir o enquadramento da faixa de “teor de umidade de compactação”.

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

6.1.6 Controle do Material em Pista ou Usina

Os materiais utilizados na execução da Base e Sub-base devem ser rotineiramente examinados, mediante a execução dos seguintes procedimentos:

1 – Granulometria (DNER-ME 80/1994)
2 – Limite de Liquidez – LL (DNER-ME 122/1994)
3 – Índice de Plasticidade – IP (DNER-ME 82/1994)
4 – Índice de Suporte Califórnia – ISC (DNIT-ME 172/2016)
5 – Ensaio de Compactação (DNIT-ME 164/2013)

a) No caso de mistura processada em usina, será colhida uma amostra de cerca de 15 kg na saída do misturador, que em seguida deve ser "quarteada" para se obter uma amostra para os ensaios listados acima (1 ao 5). Cada amostra de 15 kg deve corresponder a um pano de 400 metros de camada executada (Sub-base ou Base), devendo-se fazer um Mapa de Rastreabilidade entre a amostra obtida e a localização onde o material será empregado. Deve-se ainda:

- Realizar o Ensaios de Determinação da massa unitária em estado solto da mistura pelo método DNER-ME 152/95, por jornada diária de trabalho. O resultado deste ensaio será comparado à massa específica aparente máxima da mistura, obtida pelo método DNIT 164/2013-ME, para se determinar o empolamento a ser utilizado no transporte local da mistura.

b) No caso de mistura processada em pista, para cada 400 m de camada executada (Sub-base ou Base), deve ser coletada uma amostra do material espalhado e homogeneizado, em locais escolhidos aleatoriamente, um pouco antes da compactação, para a realização dos ensaios listados acima (1 ao 5). A frequência destas coletas pode ser alterada, a critério da Fiscalização, em função da homogeneidade do material.

- O peso do agregado adicional, quando houver, deverá obedecer ao projeto da mistura, e seu controle será efetuado através da quantidade de caminhões por estaca.

6.2 Controle Tecnológico da Execução

6.2.1 Controle de Compactação e Umidade

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

A condição essencial é que o serviço seja executado de modo a satisfazer o grau mínimo de compactação especificado.

O Grau de Compactação (GC) é definido como a relação percentual entre a massa específica aparente seca (Ds), geralmente chamada de "densidade aparente seca", e a massa específica aparente seca máxima (Ds,máx).

Sendo:

- Ds - obtida "in situ" (DNER-ME 92/94) (sendo h – teor de umidade obtido com Speedy ou "frigideira").
- Ds,máx - obtida no ensaio de compactação (DNIT-ME 164/2013, com a energia especificada).

Os cálculos de grau de compactação devem ser realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca "in situ" obtida na pista. Não devem ser aceitos valores inferiores a 100% (GC) e umidade fora da tolerância de ± 2 (%) da ótima.

A cada 60 metros de pista, para sub-base e a cada 40 metros de pista para base na ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, bordo direito, etc., realiza-se, após a compactação, a determinação de Ds "in situ", calculando-se, então o GC.

6.2.2 Controle da Integridade - "Teste de Carga"

Para cada pano executado, anteriormente à verificação do Grau de Compactação, deverá ser avaliada a integridade visual da camada compactada através do "Teste de Carga". O processo consiste na seguinte sistemática:

- Um rolo de pneus, com o peso mínimo de 20 t e pressão de inflação de 5,6 kgf/cm2 (80 lb/pol2), deslocar-se-á longitudinalmente a uma velocidade situada no entorno de 3 km/h, ao longo da posição correspondente à futura trilha de roda externa, em cada uma das faixas de tráfego; O deslocamento do equipamento será acompanhado pela Fiscalização, anotando-se as eventuais extensões que apresentem sinais de deficiência, exteriorizados na forma de rupturas, deformações excessivas e/ou ascensão de água à superfície sob a ação do rolo. Poderá ainda, na impossibilidade da utilização do rolo de pneus, que o ensaio seja realizado com um caminhão tipo "toco", ou similar, calibrado para simular as mesmas condições do equipamento inicial.

6.2.3 Controle Deflectométrico

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

Procede-se à determinação de deflexões sobre a superfície acabada e executa-se, pelo menos, uma medida da deflexão máxima a cada 40 metros (Sub-base) e 20 metros (Base), alternando-se, aleatoriamente, entre as bordas (direita e esquerda) e o centro da pista. Os valores das deflexões analisados estatisticamente, por segmento homogêneo, devem atender aos limites estabelecidos no projeto e satisfazer as diretrizes do item 6.4

6.3 Controle Geométrico

Após a execução da camada, deve-se proceder ao controle geométrico, mediante a relocação e nivelamento do eixo e bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

a) + 10 cm, quanto à largura da plataforma (não se admitindo larguras inferiores ao projeto);

b) até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;

c) ± 10%, quanto à espessura da camada indicada no projeto.

Se a SBEG ou BEG não for aprovada quanto às cotas, ela deverá ser totalmente refeita.

6.4 – Plano de Amostragem e Condições de Aceitação

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico dos insumos, da execução e do produto devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem, aprovado pela Fiscalização, elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97.

O tamanho das amostras deve ser documentado e informado previamente à Fiscalização.

Todos os ensaios de controle e determinações relativos à execução e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem citado, devem cumprir às Especificações desta Norma, e estar de acordo com os seguintes critérios:

Quando especificado valor ou limite mínimo e/ou máximo a ser(em) atingido(s), devem ser verificadas as seguintes condições:

a) Condições de conformidade:

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

$\dot{X}$ - ks ≥ valor mínimo especificado;

$\dot{X}$ + ks ≤ valor máximo especificado.

b) Condições de não conformidade:

$\dot{X}$ - ks < valor mínimo especificado;

$\dot{X}$ + ks > valor máximo especificado.

Onde:

Xi => Valores individuais;

$\dot{X}$ => Média da amostra;

S => Desvio Padrão da amostra;

K => Coeficiente tabelado em função do número de determinações;

N => Número de determinações (tamanho da amostra).

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

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

Os resultados do controle estatístico devem ser registrados em relatórios periódicos de acompanhamento. Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta Norma. Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido. Qualquer serviço corrigido só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta Norma; caso contrário deve ser rejeitado.

7 – MANEJO AMBIENTAL

Nas operações referentes a este serviço, devem ser adotadas as seguintes medidas de proteção ambiental:

7.1 Na exploração de jazidas:

- desmatamento, destocamento e limpeza deverão ser licenciados e serão feitos dentro dos limites da área a ser escavada e o material retirado deverá ser estocado de forma que, após a exploração da jazida, o solo orgânico possa ser espalhado na área escavada para reintegrá-la à paisagem;
- Não é permitida a queima da vegetação removida;

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

- Deve ser evitada a localização de jazidas em áreas de boa aptidão agrícola. Em nenhuma hipótese serão localizadas em reservas florestais e/ou ecológicas ou mesmo nas suas proximidades, quando houver perigo de danos a estas áreas;
- As áreas das jazidas, após a escavação, deverão ser reconformadas com abrandamento de taludes, de modo a reincorporá-las ao relevo natural. Esta operação deve ser realizada antes do espalhamento do solo orgânico, conforme já descrito;
- Sempre que localizadas em áreas de risco, com alto potencial de erosão, as jazidas devem ser exploradas por setores, os quais, uma vez esgotados, devem ser imediatamente recompostos.

Disciplinar o trânsito de veículos de serviço e equipamentos para evitar a formação de trilhas desnecessárias e que acarretam a destruição da vegetação e garantir boa trafegabilidade nos caminhos de serviços, durante a exploração das jazidas. As estradas ou caminhos de serviço devem seguir as especificações próprias.

Caso seja utilizada brita, os seguintes cuidados principais deverão ser observados na exploração da pedreira:

- planejar adequadamente, requerer no DNPM a licença pertinente e licenciar junto ao órgão ambiental antes da exploração da pedreira. Deverão ser seguidas as recomendações do plano de controle ambiental aprovado no órgão licenciador minimizando assim os danos inevitáveis durante a exploração e facilitando a recuperação ambiental após a desmobilização da extração e retirada de todos os materiais e equipamentos;
- não provocar queimadas como forma de desmatamento. Se necessária, a supressão, fazer o licenciamento ambiental específico;
- as estradas de acesso deverão seguir as recomendações feitas para os caminhos de serviço;
- deverão ser construídas, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção de pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

7.2 Na execução

- Na execução da camada de sub-base/base estabilizada granulometricamente, os cuidados para preservação ambiental referem-se ao uso da água outorgado pelo órgão licenciador, disciplina do tráfego e do estacionamento dos equipamentos.

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

- Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação.
- As áreas destinadas a estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos, devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes ou de combustíveis não sejam levados, contaminando o solo e cursos d'água.

8 – MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O Serviço de Base Estabilizado Granulometricamente será medido e pago de acordo com os PROCEDIMENTOS PARA MEDIÇÃO E PAGAMENTO DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO DA GOINFRA.

Permitida a reprodução, parcial ou total, desde que citada a fonte (GOINFRA-GO), mantendo o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.