

- abertura aparente AOS de 0,11 a 0,21 mm.

8.3.3 Equipamentos

Os equipamentos básicos para a execução da aplicação da manta geotêxtil compreendem as seguintes unidades:

- caminhão de carroceria fixa com guincho;
- equipamento para desenrolar o geotêxtil - pendurais;
- ferramentas manuais, como tesouras, facas e outros materiais de corte.

8.3.4 Execução

A aplicação de mantas geotêxteis deve atender ao especificado em projeto, e as recomendações dos fabricantes quanto aos cuidados necessários na aplicação do material. As uniões longitudinais e transversais das mantas de geotêxteis devem ter sobreposição de 20 cm a 30 cm, ou conforme especificações dos fabricantes. Durante o desenvolvimento das obras deve ser evitado o tráfego desnecessário de pessoal ou equipamentos sobre a manta geotêxtil aplicada, evitando sua danificação.

Após aplicação da manta geotêxtil deve-se verificar se o recobrimento é adequado e se não existem rupturas, enrugamentos ou ondulações.

8.3.5 Controle de execução

Todo fornecimento de manta geotêxtil que chegar à obra deve vir acompanhado do certificado de qualidade, fornecido por laboratório idôneo, que contenham os resultados dos ensaios realizados para o lote de fabricação, conforme a presente especificação.

8.3.6 Aceitação

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

8.3.7 Critérios de medição e pagamento

O serviço é medido em metro quadrado de manta geotêxtil efetivamente aplicada. A área é calculada considerando as dimensões finais das regiões que receberam as mantas geotêxteis.

8.4 COLCHÃO DRENANTE DE AREIA

8.4.1 Objetivo

Consiste em orientar a execução, aceitação e medição do colchão drenante de areia média com espessura de 50 cm.

8.4.2 Definição

Colchão drenante de areia: é a camada executada com areia selecionada, aplicada diretamente sobre os terrenos de fundação de aterros compostos por materiais saturados e de baixa resistência ao cisalhamento, antecedendo a execução do aterro.

8.4.3 Condições gerais de execução

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

Não será permitida a execução sem a prévia execução e aceitação dos serviços de regularização do subleito.

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

8.4.4 Materiais

O material utilizado na confecção do colchão drenante deverá ser areia média, isenta de matéria orgânica ou outras impurezas prejudiciais às suas condições drenantes. O equivalente de areia de material empregado (método DNER-054/97) deve ser igual ou superior a 50%.

8.4.5 Equipamentos

O equipamento básico para execução do colchão drenante de areia compreende as seguintes unidades:

- caminhão basculante;
- pá carregadeira;
- trator de esteira.

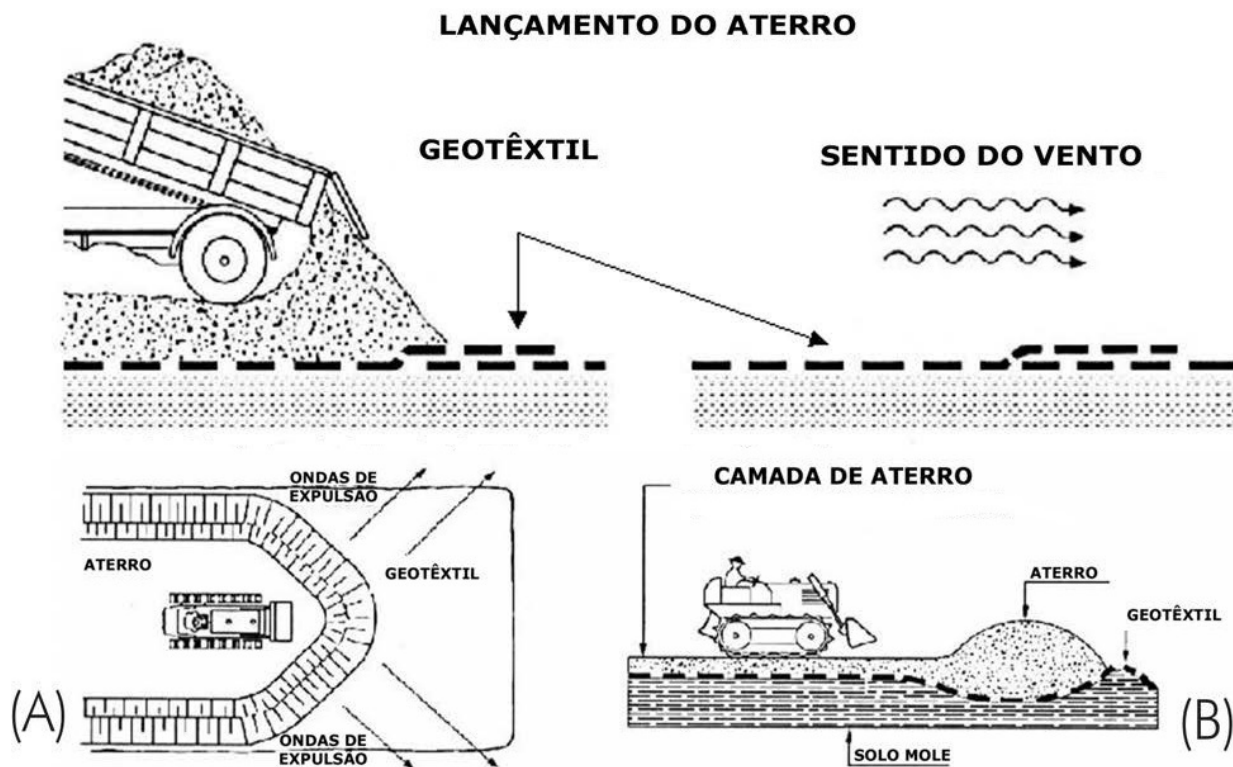
8.4.6 Execução

Neste item será descrito a sequência executiva para o desenvolvimento adequado do serviço de camada drenante, na seguinte sequência:

- A areia a ser utilizada deve ser transportada por caminhões basculantes.

O espalhamento deve ser feito, a partir da “ponta de aterro”, pela atuação de trator de esteiras. A porção inicialmente espalhada deve conferir condições de sustentação ao próprio equipamento e às camadas subsequentes. A Figura 76 apresenta o detalhamento do espalhamento tipo ponta de aterro.

Figura 76 - Detalhamento do espalhamento "ponta de aterro"



Fonte: Manual Brasileiro de Geotêxteis (2001)

A Figura 76 considera a posição do vento para a disposição do geotêxtil, portanto, a Tabela 22 apresenta os dados históricos das leituras realizadas pelo INMET, Instituto Nacional de Meteorologia, a partir de janeiro de 2016 até dezembro de 2018.

Tabela 22 - Dados históricos dos ventos

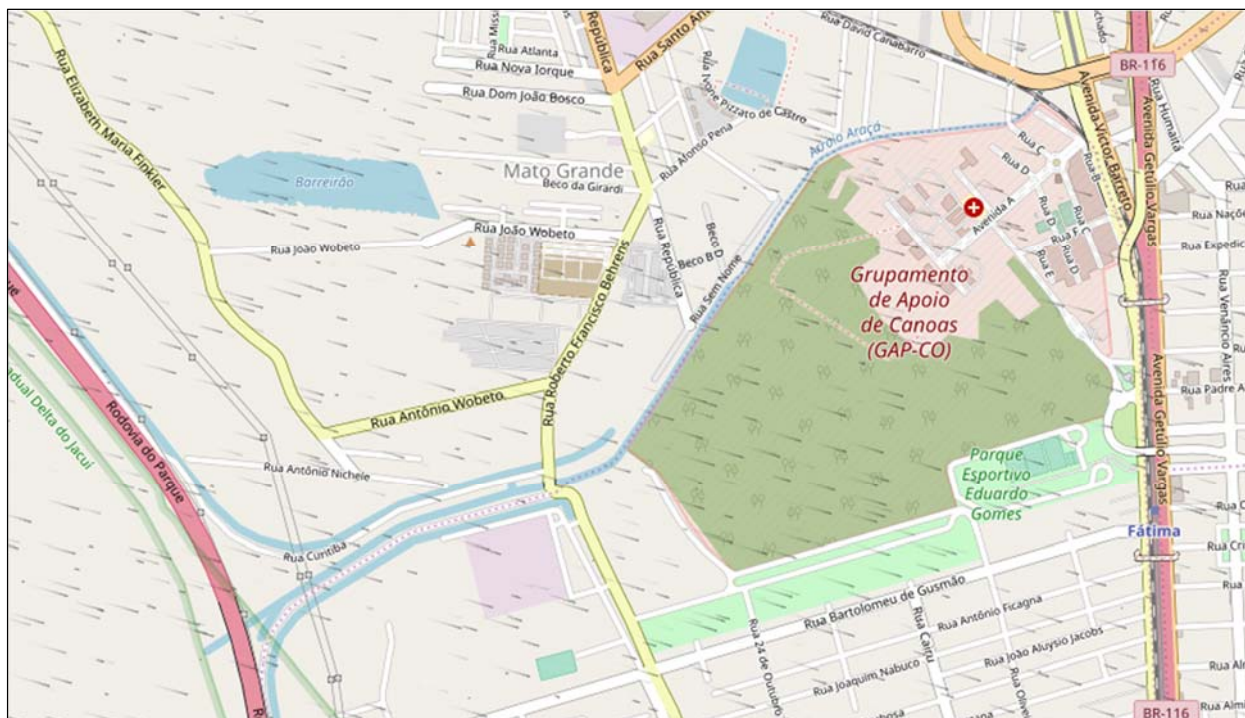
Estação	Data	Hora	Direção do Vento
83967	31/01/2016	00:00:00	14
83967	29/02/2016	00:00:00	14
83967	31/03/2016	00:00:00	14
83967	30/04/2016	00:00:00	14
83967	31/05/2016	00:00:00	14
83967	30/06/2016	00:00:00	27
83967	31/07/2016	00:00:00	14
83967	31/08/2016	00:00:00	14
83967	30/09/2016	00:00:00	14

Estação	Data	Hora	Direção do Vento
83967	31/10/2016	00:00:00	14
83967	30/11/2016	00:00:00	14
83967	31/12/2016	00:00:00	14
83967	31/01/2017	00:00:00	14
83967	28/02/2017	00:00:00	14
83967	31/03/2017	00:00:00	14
83967	30/04/2017	00:00:00	14
83967	31/05/2017	00:00:00	14
83967	30/06/2017	00:00:00	14
83967	31/07/2017	00:00:00	14
83967	31/08/2017	00:00:00	14
83967	30/09/2017	00:00:00	14
83967	31/10/2017	00:00:00	14
83967	30/11/2017	00:00:00	14
83967	31/12/2017	00:00:00	14
83967	31/01/2018	00:00:00	14
83967	28/02/2018	00:00:00	14
83967	31/03/2018	00:00:00	14
83967	30/04/2018	00:00:00	14
83967	31/05/2018	00:00:00	14
83967	30/06/2018	00:00:00	27
83967	31/07/2018	00:00:00	14
83967	31/08/2018	00:00:00	14
83967	30/09/2018	00:00:00	14
83967	31/10/2018	00:00:00	14
83967	30/11/2018	00:00:00	14
83967	31/12/2018	00:00:00	14

Fonte: INMET (2019)

De acordo com a Tabela 22, há predominância significativa da posição do vento na direção 14. Segundo metodologia aplicada pelo INMET, a posição 14 refere-se a direção Sudeste. A estação de número 83967 diz respeito a estação situada no município de Porto Alegre. A Figura 77 representa visualmente o exposto pela Tabela 22.

Figura 77 - Direção do vento



Fonte: WindFinder (2019)

- O colchão drenante de areia não deve ser submetido a processo direto de adensamento, salvo a ação do deslocamento do próprio equipamento de esteiras utilizado na distribuição.

8.4.7 Controle de execução

Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada da areia e a realização do serviço de boa qualidade, e em conformidade com esta especificação.

As diferenças de cota em relação ao projeto, não podem ser superiores a 3 cm, para mais ou para menos.

A largura da plataforma prevista pode apresentar variação máxima de + 0,30 m, não se admitindo falta.

8.4.8 Controle tecnológico

- Ensaios de equivalente de areia

Deverá ser executada 1 coleta de amostra para a execução do ensaio de equivalente de areia a cada 200 metros cúbicos de colchão drenante executado.

8.4.9 Critérios de medição e pagamento

Os serviços executados e aceitos na forma descrita são medidos a partir da determinação do volume aplicado, expresso em metros cúbicos (m³).

Os serviços aceitos e medidos só são atestados para efeito de pagamento, se, juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

8.5 APLICAÇÃO DE GEOGRELHA UNIDIRECIONAL

8.5.1 Objetivo

Consiste em orientar a execução, aceitação e medição da aplicação de geogrelhas unidirecionais de tensão nominal de 60kN/m e 400 kN/m.

8.5.2 Definição

A geogrelha é um produto geossintético com diversas funções de reforço. No caso específico, o geossintético utilizado terá a função de estabilizar o aterro para evitar rupturas devido ao alteamento.

8.5.3 Condições gerais de execução

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

Não será permitida a execução sem a prévia execução e aceitação dos serviços da camada drenante.

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

8.5.4 Materiais

Geogrelha tecida, produzida a partir de filamentos de poliéster de alta tenacidade, com baixos valores de alongamento e elevada resistência à tração. As geogrelhas são revestidas com PVC para sua proteção contra danos de instalação, ataques químicos, biológicos e ambientais. São especialmente indicadas para a construção de estruturas de contenção em solo reforçado, reforço de aterros sobre solos moles, reforço de base de pavimentos, entre outras aplicações.

Tabela 23 – Características das geogrelhas

PROPRIEDADES MECÂNICAS (SOLICITAÇÃO DE TRAÇÃO)				GEOGRELHAS	
				WG 60	WG 400
Resistência longitudinal última (mín)	Tultmd	kN/m	ASTM D 6637	60	400
Resistência transversal última (mín)	Tultcmd	kN/m	ASTM D 6637	30	30
Alongamento na Resistência última (máx)	ϵ	%	ASTM D 6637	11	10
Resistência à 2% de alongamento (mín)	T _{2%}	kN/m	ASTM D 6637	12	85
Resistência à 5% de alongamento (mín)	T _{5%}	kN/m	ASTM D 6637	23	194
Resistência à 6% de alongamento (mín)	T _{6%}	kN/m	ASTM D 6638	30	242
Resistência à 7% de alongamento (mín)	T _{7%}	kN/m	ASTM D 6638	-	290

PROPRIEDADES DE RESISTÊNCIA DE PROJETO A LONGO PRAZO				GEOGRELHAS	
Fator de redução devido fenômeno de FLUÊNCIA				WG 60	WG 400
75 anos	RFCR		ASTM D 5262	1,50	1,50
114 anos	RFCR		ASTM D 5262	1,51	1,51
Fator de redução devido DANOS QUÍMICOS e AMBIENTAIS				WG 60	WG 400
Durabilidade [2.5 gr/l Ca (OH) ₂ / 3 dias a 60° C]	RFD		ISO 12960	1,05	1,05
Fator de redução devido DANOS DE INSTALAÇÃO				WG 60	WG 400
Solo tipo 01: pedra britada	RFID		ASTM D 5818	1,29	1,09
Solo tipo 02: areia	RFID		ASTM D 5818	1,07	1,06
Solo tipo 03: areia siltosa	RFID		ASTM D 5818	1,07	1,05
Fator de redução global - RFG = (RFCR x RFID x RFD)				WG 60	WG 400
Tult para Solo tipo 01	RF _G			2,03	1,72
Tult para Solo tipo 02	RF _G			1,69	1,67
Tult para Solo tipo 03	RF _G			1,69	1,65
LTDS = Tult / (RFCR x RFID x RFD)				WG 60	WG 400
LTDS para Solo tipo 01	LTDS	kN/m		29,5	233,0
LTDS para Solo tipo 02	LTDS	kN/m		35,6	239,6
LTDS para Solo tipo 03	LTDS	kN/m		35,6	241,9

PROPRIEDADES DE INTERAÇÃO				WG 60	WG 400
De acordo com ensaios realizados e literatura; Ci tan Ø = F* & Cds tan Ø = tan p conforme AASHTO '98					
Coefficiente de interação - pull out test	Ci		ASTM D 6706	0,98	1,00
Coefficiente de interação - cisalhamento direto	Cds		ASTM D 5321	0,90	0,7

PROPRIEDADES FÍSICAS				WG 60	WG 400
Abertura nominal da malha longitudinal	mm			35	40
Abertura nominal da malha transversal	mm			20	30
Massa por unidade de área	g/m ²			345	900
Largura do rolo	m			5,15	5,15
Comprimento do rolo	m			100,0	50,0
Diâmetro do rolo	cm			38,0	60,0

Fonte: Consultora (2019)

A resistência última a tração mais importante é a longitudinal em relação a direção de lançamento da bobina, ou seja, transversalmente em relação ao eixo do dique. O projeto define a carga de trabalho das geogrelhas em função do alongamento mínimo.

Os fatores de segurança considerados para as geogrelhas de 60 kN/m e 400 kN/m devem atender como mínimo p ruptura e resistência de projeto de acordo com a Tabela 23.

8.5.5 Equipamentos

- Equipamentos manuais;
- Escavadeira hidráulica;
- Caminhão munck.

8.5.6 Execução

A execução da geogrelha se restringe ao lançamento das bobinas. A descarga da bobina pode ser realizada já na posição para ser desenrolada. É de suma importância que não se tenha recortes (emendas) na direção longitudinal de lançamento, ou seja, na direção transversal, em relação ao eixo longitudinal do dique. Havendo recortes, a sobreposição deve corresponder ao comprimento de ancoragem calculado em projeto. Por outro lado, deve-se sempre realizar sobreposição de 30 cm na direção transversal para cada pano instalado fixados por grampos “U” a cada 2 metros.

A geogrelha será lançada sobre a camada drenante o que auxiliará na manutenção da geogrelha em plano horizontal. Após lançamento dos panos sobrepostos transversalmente, a ponta de aterro deve ser avançada em sentido contrário às sobreposições para evitar dobramentos das bordas.

Nos casos em que o aterro permanece com muitos dias ao intempere, anterior ao lançamento da geogrelha, deve-se refazer a terraplenagem da última camada.

Pode existir o caso em longos períodos de chuva em que será necessário o lançamento de uma fina camada (5cm) de saibro tanto para trafegabilidade de equipamentos, mas mais especificamente para manutenção da capacidade de ancoragem das geogrelhas. As premissas de modificação da superfície por conta de tempo e chuva ficam a critério da fiscalização.

8.5.7 Controle de execução

O controle de qualidade parte da verificação da chegada especificada do material na obra. A bobina deve estar isenta de danos e embalada.

O fabricante deve apresentar relatórios de ensaios laboratoriais independentes que comprovem os fatores de redução.

Quando da chegada do material a fiscalização deve exigir um local adequado para o armazenamento das bobinas, este deve estar coberto da luz do sol. Exige-se a deposição em paletes com obrigatoriedade de cobrimento ao abrigo da luz até que seja carregado para o local de aplicação.

A fiscalização deve solicitar ensaios de tração a qualquer momento.

A aceitação final será dada a partir da confirmação da fiscalização sobre as premissas de controle de qualidade.

No lançamento do material na cancha de trabalho, será aprovado se o procedimento executivo for levado a cabo.

Rejeita-se qualquer lançamento e posicionamento inadequado quanto ao mau preparo para o assentamento da geogrelha, ou seja, dobras, rugas ou ondulações.

8.5.8 Critérios de medição e pagamento

Os serviços executados e aceitos na forma descrita anteriormente são medidos a partir da determinação da área aplicada, expresso em metros quadrados de geossintético.

Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se, juntamente com a medição de referência, estiver anexo ao relatório com os resultados de controle e aceitação. O pagamento é efetuado, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais custos necessários à completa execução dos serviços.

8.6 EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE ATERROS

8.6.1 Objetivo

Consiste em orientar a execução, aceitação e medição execução de aterro compactado visando à implantação da plataforma de aterro.

8.6.2 Definição

Entende-se por aterro a deposição de materiais no interior dos limites do projeto até a cota estipulada. A deposição dos materiais envolverá as operações de espalhamento, aeração ou umedecimento, homogeneização e compactação do material.

8.6.3 Materiais

O aterro deverá ser constituído por materiais devidamente indicados no projeto ou similares, cabendo a fiscalização o aceite ou não na troca do material indicado. Deverão ser provenientes da jazida indicada ou similar. Devem atender à qualidade e à destinação prévia indicada neste memorial. O material deverá ser isento de matéria orgânica e possuir CBR $\geq 2\%$ e expansão $< 4\%$. Além disso apresentar as seguintes características:

- Peso específico natural (γ) = 17 kN/m³;
- Ângulo de atrito interno (ϕ) = 33° (mínimo);
- Coesão (c') = 7 kPa (mínimo);
- Coeficiente de Permeabilidade (k) entre 10^{-6} e 10^{-7} ;

Se o material apresentar peso específico natural superior o projetista deverá ser consultado.

8.6.4 Equipamentos

Os equipamentos básicos para a execução da camada de fundação compreendem as seguintes unidades:

- motoniveladoras pesadas equipadas com escarificado;
- grade de discos;
- pá carregadeira;
- rolos compactadores, lisos, pé de carneiro, estáticos ou vibratórios;
- caminhão tanque irrigador;