

Índice

- 1 Definição
- 2 Norma
- 3 Método construtivo
- 4 Chumbador
- 5 Concreto projetado
- 6 Drenagem
- 7 Equipe de trabalho
- 8 Controle executivo
- 9 Manutenção da contenção por solo grampeado
- 10 Modelo de boletim de execução

1 Definição

Solo grampeado é uma técnica de melhoria de solos, que permite a contenção de taludes por meio da execução de chumbadores, concreto projetado e drenagem. Os chumbadores promovem a estabilização geral do maciço, o concreto projetado dá estabilidade local junto ao paramento e a drenagem age em ambos os casos (Figura 1).

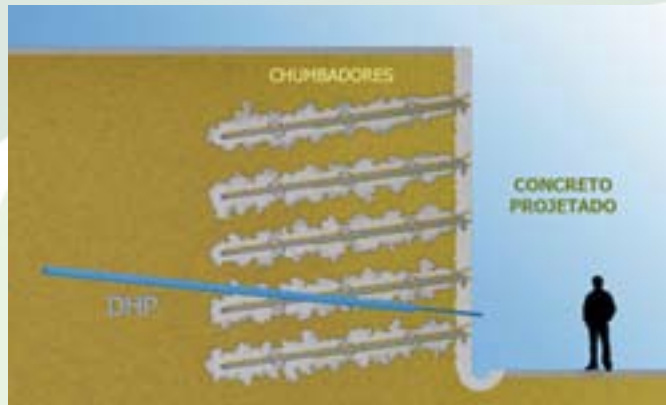


Figura 1 - Estabilidade geral do maciço

Esta técnica se aplica a:

- Cortes para implantação de subsolos ou cortes com geometria instável (Figura 2)

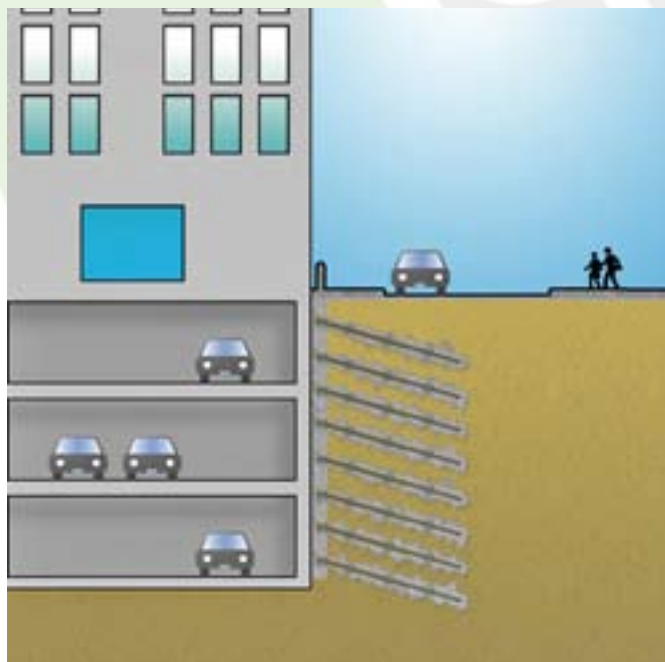


Figura 2 - Subsolo de edifícios

- Taludes existentes sem estabilidade satisfatória (Figura 3)



Figura 3 - Taludes instáveis

- Taludes rompidos (Figura 4)

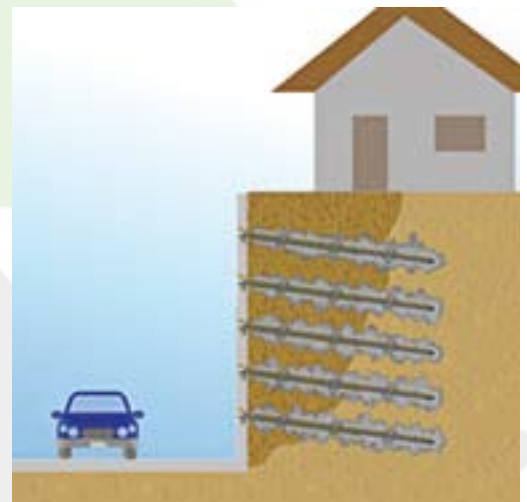


Figura 4 - Taludes rompidos

2 Norma

Não existe norma específica da ABNT.

3 Método construtivo

O solo grampeado tem início com a execução de chumbadores verticais, como medida de melhoria do solo, e o corte descendente do solo na geometria do projeto (Figuras 5, abaixo, e 6, na próxima página), excetuando-se os casos de taludes pré-existentes. Segue-se com a execução da primeira linha de chumbadores horizontais e aplicação do revestimento de concreto projetado.



Figura 5 - Escavação manual com bermas entre as partes escavadas

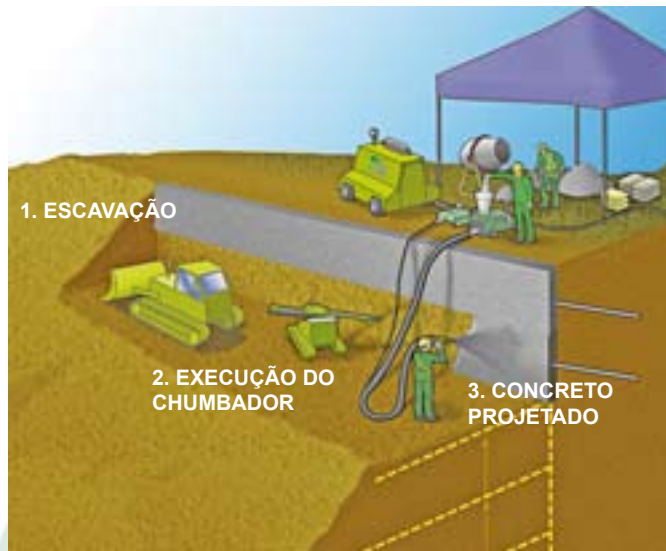


Figura 6 - Fases construtivas em corte. Exemplo de escavação mecanizada

Caso o talude já esteja cortado pode-se trabalhar de forma descendente ou ascendente, conforme a conveniência. Simultaneamente ao avanço dos trabalhos, são executados os drenos profundos e os de paramento, assim como canaletas ou descidas d'água, conforme especificado no projeto.

4 Chumbador

4.1 Definição

Chumbadores, conforme mostra a Figura 7, são peças moldadas no local por meio de operações de perfuração feitas ou com equipamento sobre carreta ou de porte manual, e instalação e fixação de armação metálica, com injeção de calda de cimento sob pressão.

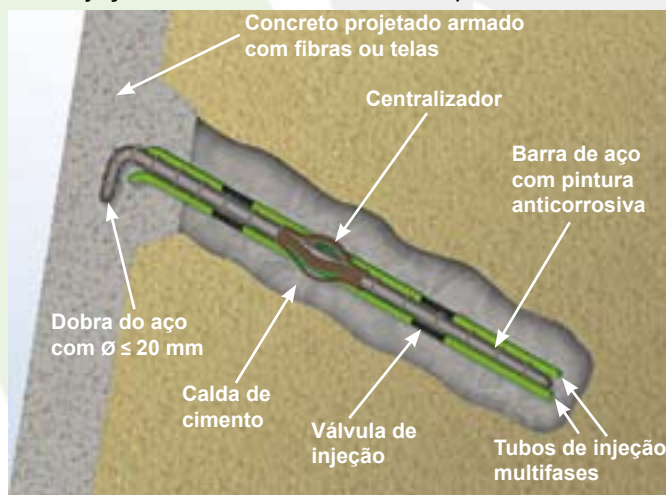


Figura 7 - Partes construtivas do chumbador

Eles também podem ser feitos pela cravação de barras, cantoneiras ou tubos de aço, com a utilização de martelos pneumáticos ou manualmente. Porém, esta não é a prática brasileira. Nestes casos, perde-se o tratamento do maciço feito pela injeção de calda de cimento sob pressão.

4.2 Perfuração

As perfurações são executadas por equipamentos de fácil manuseio, pesando entre 25 e 500 Kg, instaláveis sobre qualquer talude. Como fluido de perfuração e lim-

peza do furo pode ser utilizada água, ar ou lama. Se a opção for por trados, não é necessário o uso de fluidos. Usualmente, é adotado o sistema de lavagem com água injetada pela haste, que é dotada de elemento cortante na sua extremidade, do tipo tricô com vídea, e diâmetro de 3".

Conforme a profundidade e o diâmetro do furo, e a área de trabalho, pode-se optar por perfuratrizes tipo sonda, *crawlair*, *wagon drill* ou até mesmo manuais. Quando a condição de trabalho permite alta produtividade, são utilizadas carretas perfuratrizes sobre esteiras, cujos pesos variam entre 2.000 e 4.000 Kg. Os chumbadores têm inclinação sub-horizontal, entre 5° e 30°.

A escolha do método de perfuração deve ser feita de modo que a cavidade perfurada permaneça estável até a conclusão da injeção.

4.3 Montagem

Depois da perfuração, é instalada e fixada a armação metálica, que deve manter suas características de resistência ao longo do tempo. As nervuras recebem tratamento anticorrosivo, feito usualmente por meio de resinas poliméricas e calda de cimento. Ao longo destes elementos são instalados dispositivos centralizadores, que garantem o contínuo e constante recobrimento com calda de cimento.

Usualmente, a barra de aço tem diâmetro entre 10 e 25 mm. Ela deve ter uma dobra na sua extremidade (para diâmetros de, no máximo, 20 mm), com cerca de 20 cm, e centralizadores a cada 2 m. Pode-se aplicar placa e porca para protensão dos chumbadores. É comum também a solda de um pedaço de barra de aço.

Adjacente à barra, é instalado um ou mais tubos de injeção perdidos, feitos de polietileno ou material similar, com diâmetros entre 8 e 15 mm, providos de válvulas a cada 0,5 m, a até 1,5 m da boca do furo. A quantidade de tubos depende das fases de injeção previstas, e deve ser considerado um tubo para cada fase.

4.4 Injeção

A bainha sofre injeção pelo tubo auxiliar removível, de forma ascendente, com calda de cimento fator água/cimento próximo a 0,5 (em peso), proveniente de misturador de alta turbulência, até que a calda extravase pela boca do furo. Uma boa alternativa é o preenchimento do furo com calda e a posterior introdução da armação metálica. A bainha é a fase inicial de injeção, com a qual se recompõe a cavidade escavada.

Após um mínimo de 12 horas, o chumbador deve sofrer uma reinjeção por meio do tubo de injeção perdido, anotando-se a pressão máxima de injeção e o volume de calda absorvida. A quantidade de injeções ou reinjeções depende do número de tubos colocados, que depende do terreno onde o trabalho é executado.

Usualmente, a injeção é feita em três fases, duas profundas e uma superficial, esta nos dois metros iniciais.

5 Concreto projetado

5.1 Definição

Concreto projetado é a mistura de cimento, areia, pedrisco, água e aditivos, impulsionada por ar comprimido des-

de o equipamento de projeção até o local de aplicação, através de mangote.

Na extremidade do mangote há um bico de projeção, onde é acrescentada água. Esta mistura é lançada pelo ar-comprimido, a grande velocidade, na superfície a ser moldada. Ainda podem ser adicionados ao traço: micros-sílica; fibras ou outros componentes.

As peças podem receber ferragens convencionais, telas eletrossoldadas ou fibras, conforme a necessidade do projeto.

Existem duas maneiras de se obter o concreto projetado: por via seca e por via úmida. A diferença básica está no preparo e condução dos componentes do concreto:

- Via seca: preparo a seco. A adição de água é feita junto ao bico de projeção, alguns instantes antes da aplicação;
- Via úmida: preparado com água e assim conduzido até o local da aplicação.

Ambas as vias utilizam traços e equipamentos com características especiais. O equipamento utilizado para solo grampeado é o de via seca, ao qual nos referiremos nos itens a seguir.

5.2 Equipamentos

Para via seca são necessários, pelo menos, os seguintes equipamentos e acessórios, conforme a montagem convencional mostrada na Figura 8.

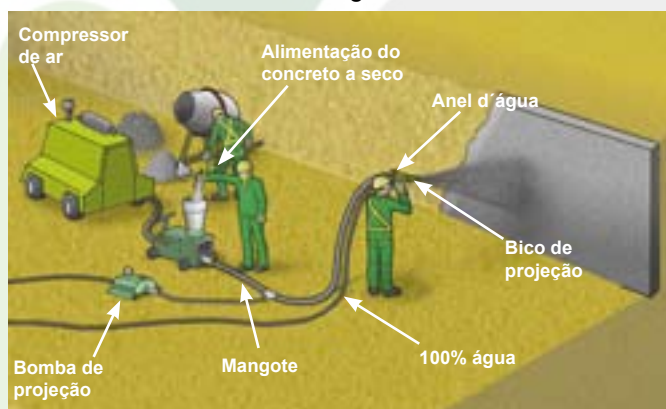


Figura 8 - Montagem da aplicação convencional do concreto projetado

- **Bomba de projeção:** recebe concreto seco adequadamente misturado e o disponibiliza para aplicação. Os equipamentos devem estar em perfeitas condições de trabalho. Peças de consumo devem estar com desgaste aceitável e a máquina sempre bem ajustada.
- **Compressor de ar:** acoplado à bomba de projeção, fornece ar comprimido em vazão e pressão corretas para conduzir o concreto até o local da aplicação. A prática brasileira é de que para qualquer diâmetro de mangueira ou vazão de trabalho, a pressão característica do compressor seja de 0,7 MPa. Este valor lido no compressor, quando da projeção do concreto, não pode ser inferior a 0,3 MPa. Desta forma, para distâncias de até 50 m teremos, como condição mínima, os valores expressos na Figura 9.
- **Bomba de água:** fornece água em vazão e pressão junto ao bico de projeção. Pode ser substituída pela rede pública de fornecimento de água. Deve fornecer água junto ao bico de projeção com pressão pelo menos 0,1 MPa superior àquela dos materiais em fluxo.
- **Mangote:** duto de borracha por onde o concreto é con-

Vazão do Compressor (pcm)	Diâmetro do Mangote	Pressão de ar necessária (MPa)
350	1½"	
600	2"	0,7
700	2½"	

Figura 9 - Condição de operação do compressor

duzido desde a bomba até o ponto de aplicação.

- **Bico de projeção:** peça instalada na extremidade de saída do mangote junto à aplicação.
- **Anel de água:** componente do bico de projeção pelo qual se adiciona água ao concreto.
- **Bico pré-umidificador:** instalado a cerca de 3 m do bico de projeção, visa fornecer água ao concreto seco antes do ponto de aplicação. Sua utilização depende da necessidade.

Acessórios como mangotes, bicos, anéis d'água, pré-umidificadores e discos devem estar em plenas condições de uso, conforme especificação de fabricantes e fornecedores.

5.3 O concreto

Normalmente, a resistência solicitada nos projetos é de 15 MPa, mas pode atingir valores muito mais altos, de até 40 MPa. O concreto seco pode ser fornecido usinado, em caminhões-betoneiras, ou preparado no canteiro de obras.

O ideal é o preparo do concreto no canteiro de obras, pois sempre haverá concreto à disposição, na quantidade e na hora em que for necessário.

- **Agregados:** como agregados, há o pedrisco ou pedra zero e a areia média. Tanto um quanto o outro devem ter umidade mínima:

- A areia, em torno de 5%, e nunca inferior a 3%, pois assim causa muita poeira, e nem superior a 7%, pois isto ocasiona entupimentos do mangote e o início de hidratação do cimento.

- Para o pedrisco, a umidade de 2% é suficiente.

A areia média não pode ter acima de 5% de grãos finos, e deve ser composta por 60% de grãos médios e de até 35% de grãos grossos.

- **Cimento:** pode ser Comum, Composto, Pozolânico, Alto Forno, ARI ou ARI-RS, segundo as especificações do projeto. Podem ser utilizados aditivos aceleradores de pega, secos ou líquidos, conforme a necessidade da obra.

- **Água:** deve estar de acordo com o que recomenda a tecnologia do concreto. Sua dosagem é feita pelo mangoteiro, por meio de registro, junto ao anel d'água, e é resultado da sensibilidade e experiência adquiridas noutras obras pelo operador.

- **Controle:** o controle da qualidade do concreto é feito pela extração de corpos de provas de placas moldadas na obra. Existem algumas normas da ABNT para este controle, que tiveram seu desenvolvimento impulsionado pelos serviços de execução de Túneis NATM, são elas: NBR 13044

Concreto Projetado – Reconstituição da mistura recém-projetada.

NBR 13069

Concreto Projetado – Determinação dos tempos de pega

em pasta de cimento Portland, com ou sem utilização de aditivo acelerador de pega.

NBR 13070

Moldagem de placas para ensaio de argamassa de concreto projetado.

NBR 13371

Concreto Projetado – Determinação do índice de reflexão por medição direta.

NBR 13354

Concreto Projetado – Determinação do índice de reflexão em placas.

5.4 Aplicação / Mangoteiro

Os aplicadores de concreto têm extrema importância na qualidade do serviço. Neste trabalho é usual termos dois especialistas: o mangoteiro e o bombeiro.

O bombeiro está sempre junto à bomba de projeção, ajustando-a conforme os desgastes ocorrem e verificando o correto fornecimento do volume de ar do compressor.

O mangoteiro é quem aplica o concreto, em movimentos contínuos, usualmente circulares, dirigidos ortogonalmente à superfície a uma distância de 1 m. Além disso, o mangoteiro regula a água e tem sensibilidade para perceber oscilações nas características de vazão e pressão do ar.

5.5 Armação

As telas eletrossoldadas têm sido a armação convencional do concreto projetado. Sua instalação é feita em uma ou duas camadas, conforme especificado em projeto. Aplica-se a primeira camada com a primeira tela, a segunda camada do projetado, a segunda tela e o concreto final.

Telas podem ser instaladas antes do concreto. Entretanto, é preciso cuidado especial para evitar que elas funcionem como anteparo e ocorram vazios atrás das mesmas, conforme mostra a Figura 10.

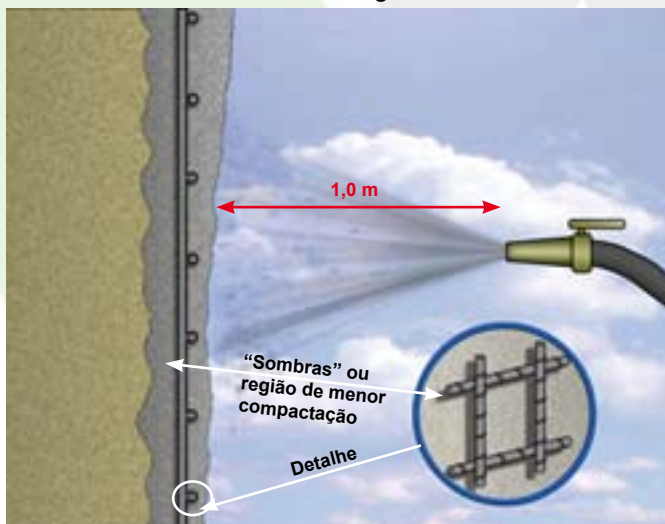


Figura 10 - Detalhe das "sombras" na aplicação do concreto

Em 1992, alternativamente às telas, passamos a utilizar fibras de aço adicionadas ao concreto diretamente na betoneira ou no caminhão-betoneira.

Em 2001, substituímos as fibras metálicas por fibras sintéticas (polietileno tereftalato), e obtivemos uma mistura perfeitamente homogênea. Isto não requer qualquer mudança nos equipamentos e promove redução na

equipe de trabalho, já que dispensa mão-de-obra para preparo e instalação das telas.

As fibras sintéticas se ajustam perfeitamente ao corte realizado no talude, aceitando superfícies irregulares, com espessura constante, como se vê na Figura 11.

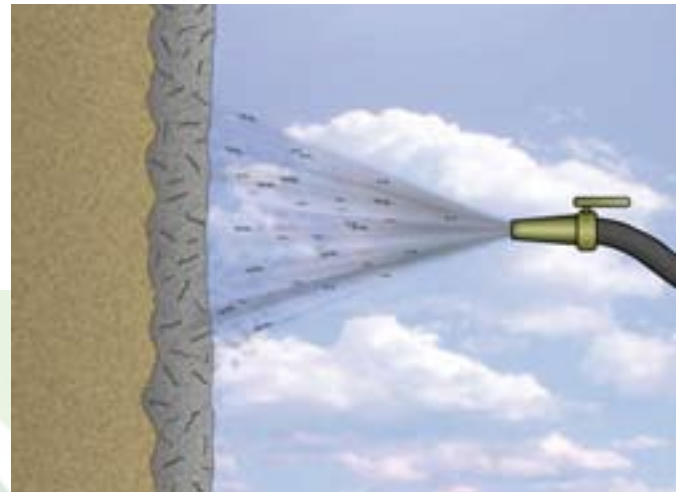


Figura 11 - Detalhe da aplicação com fibras

O resultado é um concreto extremamente tenaz. A presença das fibras produz concreto de baixa permeabilidade, pois elas agem no combate às tensões de tração durante o início da cura, homogeneamente, em todas as regiões da peça.

Não há cuidado especial com a cobertura da armação, pois a corrosão eventual se limita àquela fibra que está em contato com a atmosfera, não afetando as outras, que ficam imersas no concreto. A tendência é a total substituição das telas por fibras sintéticas.

6 Drenagem

6.1 Definição

A prática usual recomenda sempre a execução de serviços de drenagem profunda e de superfície. Para drenagem profunda usa-se o DHP (Dreno Sub-Horizontal Profundo). Drenos de superfície são os drenos de paramento e as canaletas.

6.2 Dreno sub-horizontal profundo

São elementos que captam as águas distantes da face do talude antes que nele afluam. Ao captá-las, elas as conduzem ao paramento e despejam-nas nas canaletas.

Drenos sub-horizontais profundos, conforme ilustra a Figura 12 (na próxima página), são tubos plásticos drenantes, de 1¼" a 2", instalados em perfurações no solo, de 2½" a 4".

Estes tubos são perfurados e recobertos por manta geotêxtil ou por tela de nylon, no entanto, podem ter somente microrranhuras (<0,4 mm), sem recobrimento por manta ou tela.

São drenos lineares embutidos no maciço, cujos comprimentos se situam, normalmente, entre 6 e 18 m.

6.3 Dreno de paramento

São peças que promovem o adequado fluxo às águas vindas do talude que chegam ao paramento. Estão graficamente apresentadas nas Figuras 13, 14 e 15.

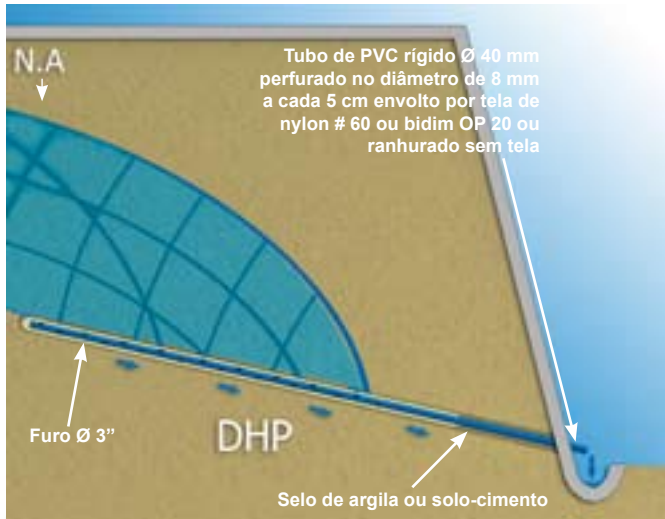


Figura 12 - Dreno Sub-Horizontal Profundo

Para os drenos de paramento, ou aqueles atrás e adjacentes ao revestimento de concreto, há o dreno linear contínuo e o barbacã.

O dreno tipo barbacã é resultado da escavação de cavidade com cerca de 20 x 20 x 20 cm, preenchida com material arenoso e cuja saída é um tubo de PVC drenante, partindo do seu interior para fora do revestimento, com inclinação horizontal descendente. Trata-se de uma drenagem pontual.

O dreno linear contínuo é resultado da instalação, numa escavação, de calha plástica drenante revestida por manta geotêxtil ou por dreno fibroquímico. Ele estende-se ao longo da direção vertical, da crista até o pé do talude, aflora na canaleta de pé e é considerado um dreno linear. Trata-se de opção eficiente, recomendável para o projeto.

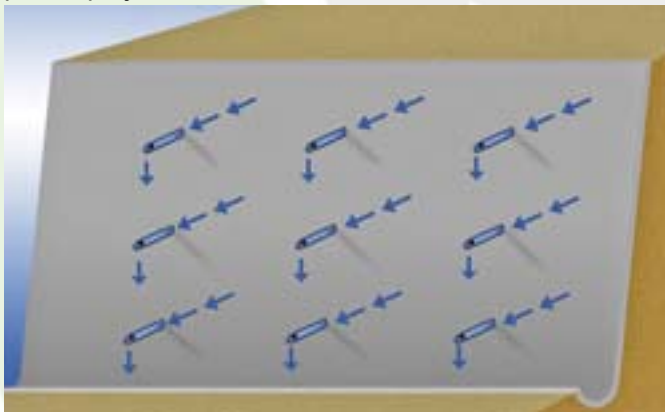


Figura 13 - Fluxo da água nos drenos pontuais

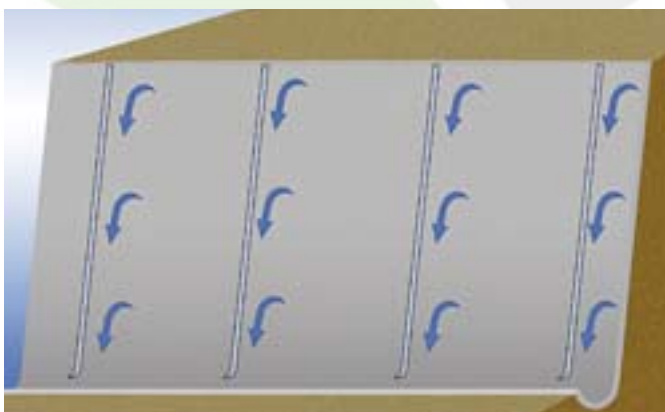


Figura 14 - Fluxo da água nos drenos lineares contínuos

6.4 Dreno de superfície

As canaletas de crista e pé, bem como as de descida d'água, são moldadas no local e depois revestidas com concreto projetado. Deve ser analisado caso a caso o eventual efeito erosivo no despejo causado por esta forma de captação e condução das águas.

7 Equipe de trabalho

A equipe mínima para execução do solo grampeado deve ser composta por:

7.1 Encarregado geral de serviços

- Verifica: condições de entrada e movimentação de equipamentos no canteiro da obra; descarregamento de equipamentos, utensílios e ferramentas; instalação da central de trabalho e implantação geral da obra.
- Verifica programação de execução (sequência executiva) de acordo com características da obra e necessidades do cliente.
- Coordena o DDS (diálogo diário de segurança) antes do início das atividades diárias e instrui em relação à segurança durante a execução dos serviços.
- Orienta a locação dos chumbadores, bem como inclinação, direção e instalação do equipamento.
- Orienta em relação aos procedimentos e acompanhamento de perfuração e injeção.
- Verifica condições de drenagem superficial e retirada do material escavado da obra, para permitir o livre trânsito dos equipamentos e do pessoal na obra.
- Obtém do responsável pela obra liberação formal dos serviços a executar, no tocante à sua locação e cotas, à medida que os trabalhos são desenvolvidos.
- Mantém contato com o representante do cliente no campo com relação às solicitações e providências para a continuidade normal da obra.
- Aprova o boletim, que é elaborado pelo perfurador e pelo injetador.

7.2 Operador de perfuratriz

- Movimenta o equipamento de acordo com a sequência executiva.

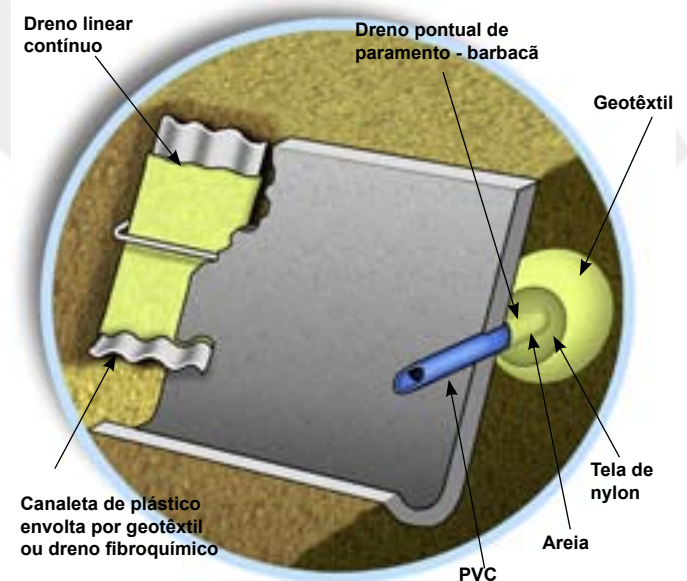


Figura 15 - Detalhes dos drenos

- b) Instala o equipamento no furo, observando locação e inclinação.
- c) Verifica quantidade e tamanho das hastes ou dos tubos de revestimento colocados para acompanhar a profundidade perfurada.
- d) Verifica mudanças de camadas do solo à medida que a perfuração avança.
- e) Verifica eventuais perdas d'água durante a perfuração.
- f) Elabora registro dos dados de perfuração para inclusão no boletim.
- g) Orienta auxiliares de perfuração na utilização do ferromental necessário.

7.3 Injetador

- a) Prepara calda de cimento, atendendo determinação do projeto.
- b) Coordena a conexão da mangueira com o tubo de injeção.
- c) Injeta calda em volumes e pressões do projeto.
- d) Lança no Boletim os valores de pressão e volumes injetados.
- e) Monta e instala barbacãs, drenos de paramento e DHPs.

7.4 Mangoteiro

- a) Verifica instalação de mangotes, bico projetor e mangueira d'água.
- b) Posiciona o bico projetor para que este fique perpendicular entre a superfície e o jato de concreto, mantendo distância da parede entre 1 e 1,5 metro, e fazendo sempre movimentos circulares.
- c) Regula visualmente a água de hidratação do concreto.
- d) Controla a espessura final da camada, conforme o projeto.

7.5 Operador de bomba de projeção

- a) Verifica a instalação adequada do equipamento, conforme recomendação do fabricante.
- b) Regula a pressão de contato dos discos e o abastecimento da bomba.
- c) Regula a vazão de ar ideal para a projeção do concreto.
- d) Realiza procedimentos recomendados tanto no início quanto no término da projeção.
- e) Executa desentupimentos eventuais do mangote.
- f) Quando o concreto é produzido na obra, fiscaliza a dosagem da mistura.

7.6 Auxiliar geral

Auxilia os especialistas nas atividades principais.

7.7 Armador

Distribui, amarra e mantém espaçamentos entre os ferros e a face do terreno, conforme especificado no projeto.

* Devido à não simultaneidade das tarefas, um mesmo funcionário pode exercer várias funções, desde que esteja qualificado.

8 Controle executivo

Não existe, até o momento, normalização brasileira que

regulamente os controles de execução do solo grampeado. Porém, é recomendada a medição diária de deformação da contenção.

8.1 Chumbador

É aceitável que haja um deslocamento de até 15%, tanto horizontal quanto vertical, do ponto previsto para o posicionamento do chumbador. Porém, a quantidade de chumbadores prevista no projeto para a área contida deve ser mantida.

É desnecessário o controle rigoroso quanto à tolerância da inclinação, aceitando-se uma variação em torno de 5°.

A ferragem precisa ficar centralizada e seu recobrimento deve ser totalmente seguro.

É preciso garantir que não haja perda de calda ou de resina, pela observação, minutos após a injeção junto à boca do chumbador, de que não houve decantação.

A calda de injeção deve atender as especificações do projeto, sem presença de cimentos agressivos à armação do chumbador.

O fator água-cimento deve ser ajustado em campo, em função das condições de estabilidade da cavidade perfurada assim como da sua permeabilidade.

Todo chumbador deve receber, pelo menos, uma fase de injeção além da injeção da bainha. Esta é a técnica mais segura, pois minimiza erros operacionais, assim como permite o adequado adensamento do solo e, portanto, a melhor fixação da barra ao solo. As injeções, além de promoverem a melhor ancoragem do chumbador, tratam o maciço, adensando-o e preenchendo fissuras.

Para o local onde foram cravados elementos de aço, não é necessária a aplicação de proteção anticorrosiva. Neste caso, deve-se adotar um aço com maior espessura. Se o elemento cravado for tubular, é possível a injeção posterior, desde que a cravação seja feita com ponteiros.

A proteção anticorrosiva com tinta polimérica, pintura eletrolítica ou qualquer processo de inibição da corrosão, deve ser eficiente e se manter mesmo com o manuseio das barras.

Como sugestão de proteção anticorrosiva, pode ser adotada a proposta da NBR5629 "Tirantes Ancorados no Terreno", publicada em 1996 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), considerando o grampo como o trecho ancorado de um tirante, de acordo com o especificado na Figura 16 (na próxima página).

O ensaio de tracionamento do chumbador pode ser realizado para se obter dados para projeto. Porém, não há normalização para isso. Sugerimos a execução de ensaios em, no mínimo, 10% das ancoragens, ou em quantidade tal que seja representativa do resultado.

Durante a perfuração devem ser observadas as posições estruturais das camadas de solo em função do corte, ajustando, se necessário, o posicionamento dos chumbadores.

8.2 Concreto projetado

O concreto projetado deve ter a espessura controlada por meio de marcos aplicados a cada 4 m². Para sua aplicação, devem ser seguidas as normas brasileiras de concreto projetado, nos casos em que couberem.

Classes	Tipo de chumbador	Proteção
1	Permanentes em meio agressivo* ou provisórios em meio muito agressivo*.	Dupla, com emprego de pintura anticorrosiva e calda de cimento.
2	Permanentes em meio agressivo* ou provisórios em meio medianamente agressivo*.	Simples, com injeção de calda de cimento.
3	Permanentes ou provisórios em meio não agressivo*.	

* A definição de agressividade é subjetiva e pode-se adotar aquela proposta na NBR 5629.

Figura 16 - Proteção anticorrosiva

É necessário que se tenha especial atenção na utilização do equipamento de via seca em condições corretas de pressão e vazão, no cálculo correto do volume de aplicação da água e na cura. Como a exposição atmosférica do concreto é muito grande, durante a cura devem ser tomados cuidados especiais de umidificação.

A utilização do pré-umidificador de linha é recomendada para se obter um concreto com menor reflexão, maior resistência, menor permeabilidade e com menos poeira.

8.3 Drenagem

Durante a execução devem ser avaliadas e determinadas as posições e fluxos do lençol freático, que dificilmente o são na fase do projeto. Desta forma haverá um correto ajuste no sistema de drenagem.

8.4 Geral

Para se avançar na aplicação da técnica do Solo Grampeado, bem como para sua otimização, é fundamental que sejam realizadas medidas de deformação do maciço. Sugerimos que estas tomadas de deformações sejam feitas da forma mais simples e prática possível.

Uma sugestão é a instalação de extensômetros múltiplos nas posições onde houver maior probabilidade de

deformações (Figura 17). Os trechos livres das três barras do extensômetro devem ter os seguintes comprimentos:

- a maior, com 3 m além do comprimento do chumbador.
- a intermediária, com comprimento médio entre a maior e a menor.
- a menor com, pelo menos, 3 m de trecho livre.

A instalação de dois conjuntos de extensômetros numa mesma linha vertical (um a 2 metros da crista e o outro a 1,5 m da base do paramento) pode nos indicar o comportamento da cortina como um todo.

As leituras dos extensômetros devem ser diárias durante a escavação do solo e semanal nos três primeiros meses após o término dos trabalhos de contenção (Figura 18). Devem ser consideradas, no mínimo, leituras de deformações de pinos, por estação total, em três faixas verticais do muro, que sejam representativas da obra.

Convém posicionar os extensômetros de tal forma que possam ser feitas leituras dos mesmos ao longo da vida da obra.

Durante a execução da obra são fundamentais as visitas constantes do projetista ou do consultor para que se observe a qualidade executiva. Estas visitas visam avaliar premissas de projeto bem como analisar pressões e consumos das injeções dos chumbadores, e ensaios realizados.

As propostas acima visam a compilação de informações quando não há recomendações específicas no projeto em execução.

9 Manutenção da contenção por solo grampeado

9.1 Paramento de concreto

A parede de concreto não exige manutenção especial, só as usuais para o concreto comum.

As juntas devem ser limpas com aplicação de mastique sempre que necessário.

Manchas eventuais de umidade no concreto podem evidenciar uma possível ineficiência da drenagem de paramento ou da drenagem profunda. Inicialmente, deve ser feita a manutenção preventiva.

Caso ocorram manchas de umidade na superfície do concreto, este deve ser perfurado para se verificar o motivo desta ocorrência.

Pode ser instalado um dreno profundo adicional para eliminação da umidade local.

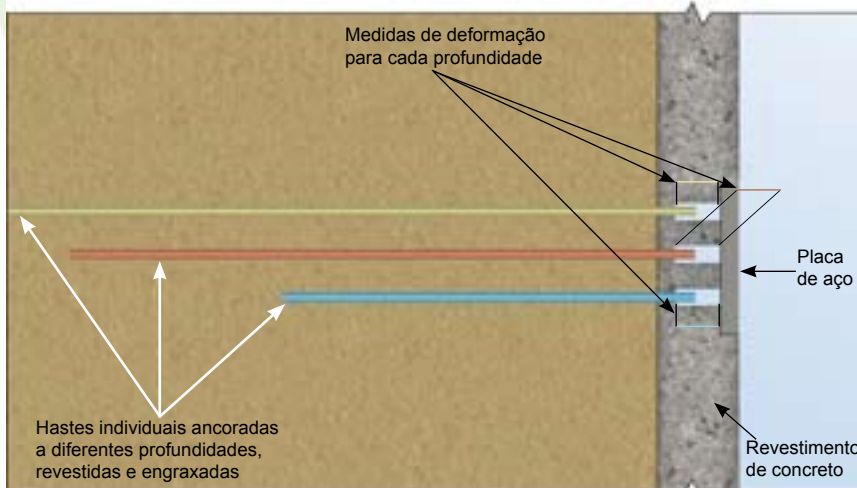


Figura 17 - Hastes individuais ancoradas a diferentes profundidades



Figura 18 - Medição de deformação em obra

9.2 Drenagem de paramento

As saídas destes drenos devem sofrer limpezas constantes, de forma a não interromperem o caminho aberto para o fluxo de água.

9.3 Drenagem profunda

Os drenos profundos devem sofrer manutenção anual, da seguinte forma:

- Construa um êmbolo que penetre no DHP (a folga entre o êmbolo e o PVC do dreno deve ter cerca de 1 mm). Figura 19.



- Injete água pelo êmbolo e, ao mesmo tempo, introduza-o até o final do dreno. Figura 20.



- Retire o êmbolo. Figura 21.



Esta operação deve ser repetida diversas vezes, até a água, que sai logo após a retirada do êmbolo, estar translúcida.

9.4 Manutenção da drenagem do maciço

Deve haver especial atenção à manutenção dos drenos, para que estes trabalhem eficientemente.

- DHPs: devem estar desobstruídos e sofrer limpezas, a cada dois anos ou menos, de forma a eliminar o acúmulo de material fino ou de fungos no seu entorno, diminuindo sua capacidade de drenagem.
- Drenos de paramento ou barbacãs: manter sempre suas saídas desobstruídas.

10 Modelo de boletim de execução

Conforme boletim ilustrativo (Figura 22, na próxima página), são anotados todos os dados de execução dos chumbadores.

