

		MEMORIAL DESCRITIVO		Nº: VOLUME 1					
		PROJETOS DE IMPLANTAÇÃO DE BARREIRA SABO ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO, ESCAVAÇÕES E COMPLEMENTAÇÕES					FOLHA: 1 de 62		
		TÍTULO: MEMÓRIA DESCRITIVA DE CONSTRUÇÃO JUSTIFICATIVAS DOS PROJETOS							
RESPONSÁVEL TÉCNICO:									
ENG. ROGÉRIO LUIZ FEIJÓ – CREA/RJ 86102281-6D									
ÍNDICE DE REVISÕES									
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS								
0	Emissão Inicial								
1	Inserção de informações a respeito de formas e plano de concretagem								
	REV. 0	VER. 1							
DATA	05/11/2024	25/03/2025							
PROJETO	TECTON/ME	TECTON/ME							
ELABORAÇÃO MD	FEIJÓ	FEIJÓ							
VERIFICAÇÃO	FEIJÓ	FEIJÓ							
APROVAÇÃO	ME	ME							

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	3
2	MAPA DE SITUAÇÃO	4
3	MEMÓRIA DESCRITIVA	5
4	ELEMENTOS NORTEADORES	6
4.1	ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS	6
4.2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	8
5	ESTUDOS NECESSÁRIOS	10
5.1	INSPEÇÕES DE CAMPO	10
5.2	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	10
5.3	CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DA ÁREA	10
6	DEFINIÇÃO DE PROJETO	10
7	ELEMENTOS DE PROJETO – ESPECIFICAÇÕES	18
7.1	CONCRETO MASSA	18
7.1.1	Definição	18
7.1.2	Materiais	18
7.1.3	EQUIPAMENTOS	21
7.1.4	EXECUÇÃO	21
7.2	SOLO GRAMPEADO	29
7.2.1	Definição	29
7.2.2	Chumbador	29
7.2.3	Perfuração	30
7.2.4	Montagem	30
7.2.5	Injeção	30
7.2.6	Revestimento do solo grampeado verde	31
7.3	CONCRETO PROJETADO	31
7.3.1	Definição	31
7.3.2	Equipamentos	31
7.3.3	Materiais	32
7.3.4	Aplicação / Mangoteiro	33
7.3.5	Armação	34
7.3.6	Equipe de trabalho	34
7.3.7	Chumbador	36
7.3.8	Concreto projetado	37
7.3.9	Drenagem	37
7.4	TERRAPLANAGEM	37
7.4.1	Definição	37
7.4.2	Materiais	38

7.4.3	Equipamentos.....	39
7.4.4	Execução.....	40
7.4.5	Controle Geométrico.....	41
7.4.6	Aceitação	42
7.4.7	Controle ambiental	42
7.4.8	ATERRO COMPACTADO	43
7.5	REVEGETAÇÃO	45
7.5.1	PROTEÇÃO SUPERFICIAL COM GEOMANTA.....	45
7.5.2	SEMEADURA	45
7.5.3	HIDROSSEMEADURA	45
7.6	VIGA ESTAQUEADA	47
7.6.1	Objetivo	47
7.6.2	Concreto.....	47
7.6.3	Transporte, Preparo da Superfície e Lançamento	47
7.7	SACOS SOLO CIMENTO	49
7.7.1	Materiais	49
7.7.2	Execução.....	49
7.7.3	Controle.....	50
7.7.4	Equipamentos.....	50
7.8	CONTRAFORTES ANCORADOS.....	51
7.8.1	Definição	51
7.8.2	Descrição e forma de execução do serviço:.....	51
7.8.3	Limpeza e preparo do local	51
7.8.4	As perfurações	51
7.8.5	Os tirantes.....	51
7.8.6	As injeções	52
7.8.7	Ensaio, protensão e incorporação dos tirantes.	52
7.8.8	Proteção das cabeças das ancoragens	53
7.8.9	Execução do contraforte	53
7.9	MURO DE GABIÃO.....	54
7.9.1	Generalidades.....	54
7.9.2	Materiais	55
7.9.3	Execução de obra.....	57
7.10	DESMOBILIZAÇÃO DA OBRA	61
8	CONTROLE E INSPEÇÕES.....	61
8.1.1	GEOMÉTRICO	61
8.1.2	ACABAMENTO	61
9	RECOMENDAÇÕES.....	61

1 APRESENTAÇÃO

O presente documento apresenta o **VOLUME 2 – MEMÓRIA DESCRITIVO**, referente ao **PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA** contemplando estabilização dos taludes para para implantação da barreira SABO em Nova Friburgo.

O desenvolvimento do projeto aqui apresentado foi baseado nas respectivas normas da ABNT, especificações do Edital e na adoção de soluções compatíveis com a boa prática da engenharia.

O projeto executivo é composto pelos seguintes documentos:

VOLUME 1 – MEMORIAL DESCRITIVO DE CONSTRUÇÃO/JUSTIFICATIVAS DE PROJETO: apresenta os elementos que nortearam os projetos da barreira sabo e especificações construtivas em formato A4;

VOLUME 2 - MEMÓRIA DE CÁLCULO – BARREIRA SABO - Tecton

VOLUME 3 – MEMÓRIA DE CÁLCULO - OMBREIRAS: apresenta o relatório de memória de cálculo elaborado para os projetos de contenção das ombreiras e drenagens em formato A4;

VOLUME 4 – MEMÓRIAS CÁLCULOS – ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO, ESCAVAÇÕES E ESTABILIZAÇÕES: apresenta o relatório de memórias de cálculos elaboradas para os projetos de contenção, escavações e estabilizações de taludes e drenagens em formato A4;

VOLUME 5 – MEMÓRIAS CÁLCULOS/JUSTIFICATIVAS – Geometria das vias de acesso e manutenção, pavimentação e drenagem;

VOLUME 6 – DESENHOS: apresenta os desenhos de projetos em formato A1;

VOLUME 7 – TOPOGRAFIA;

VOLUME 8 – PROSPECÇÕES.

2 MAPA DE SITUAÇÃO

A intervenções indicadas neste projeto estão localizadas no Município de Nova Friburgo –RJ, na zona UTM 23K com coordenadas explicitadas na Tabela 1. O principal acesso se faz pela Rodovia RJ-492. A Figura 2-1 e a Figura 2-2 apresentam a localização das intervenções.

Tabela 1- Coordenadas dos pontos de intervenção.

LOCAL	COORDENADAS UTM	
	LATITUDE (N)	LONGITUDE (E)
Barreira Sabo	7.536.400,00 m	753.550,00 m

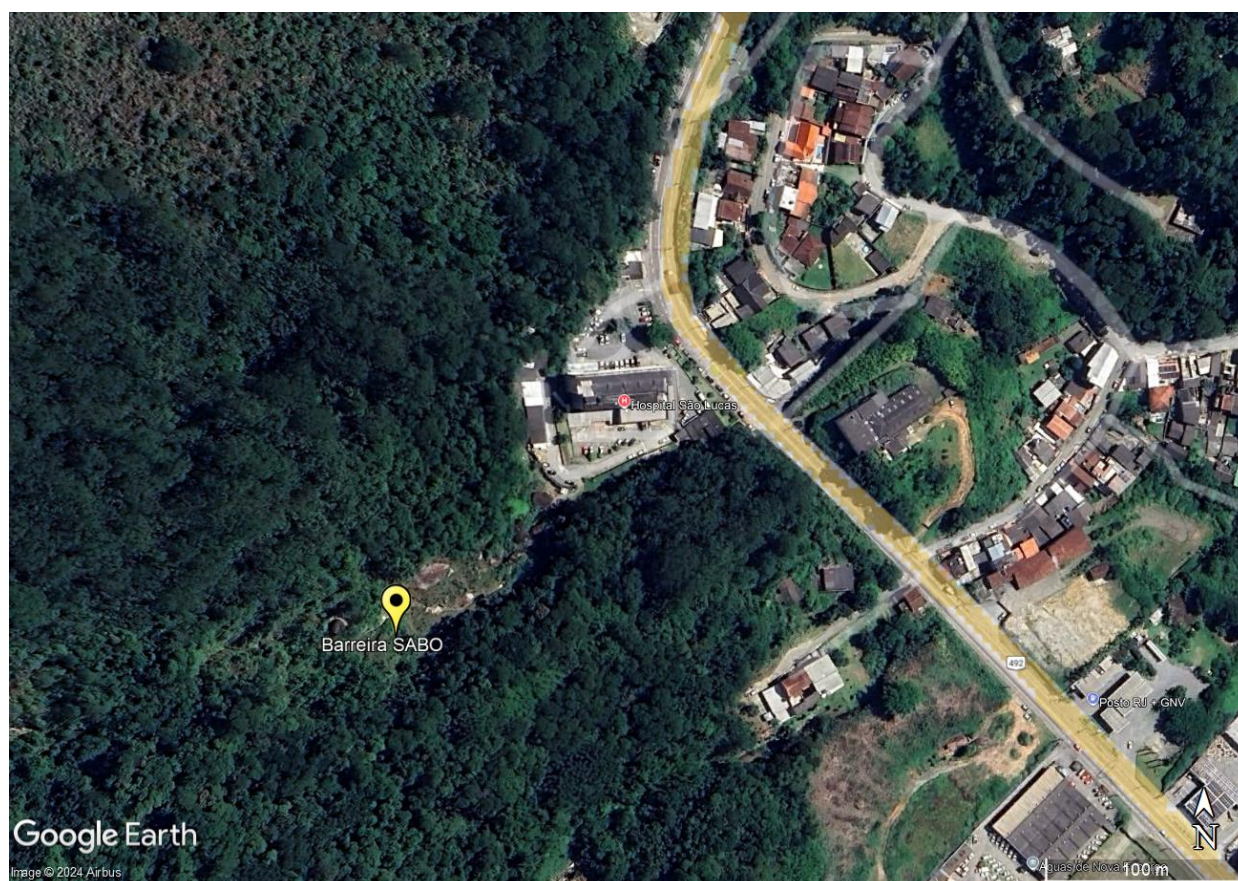


Figura 2-1 – Localização Macroscópica da região.

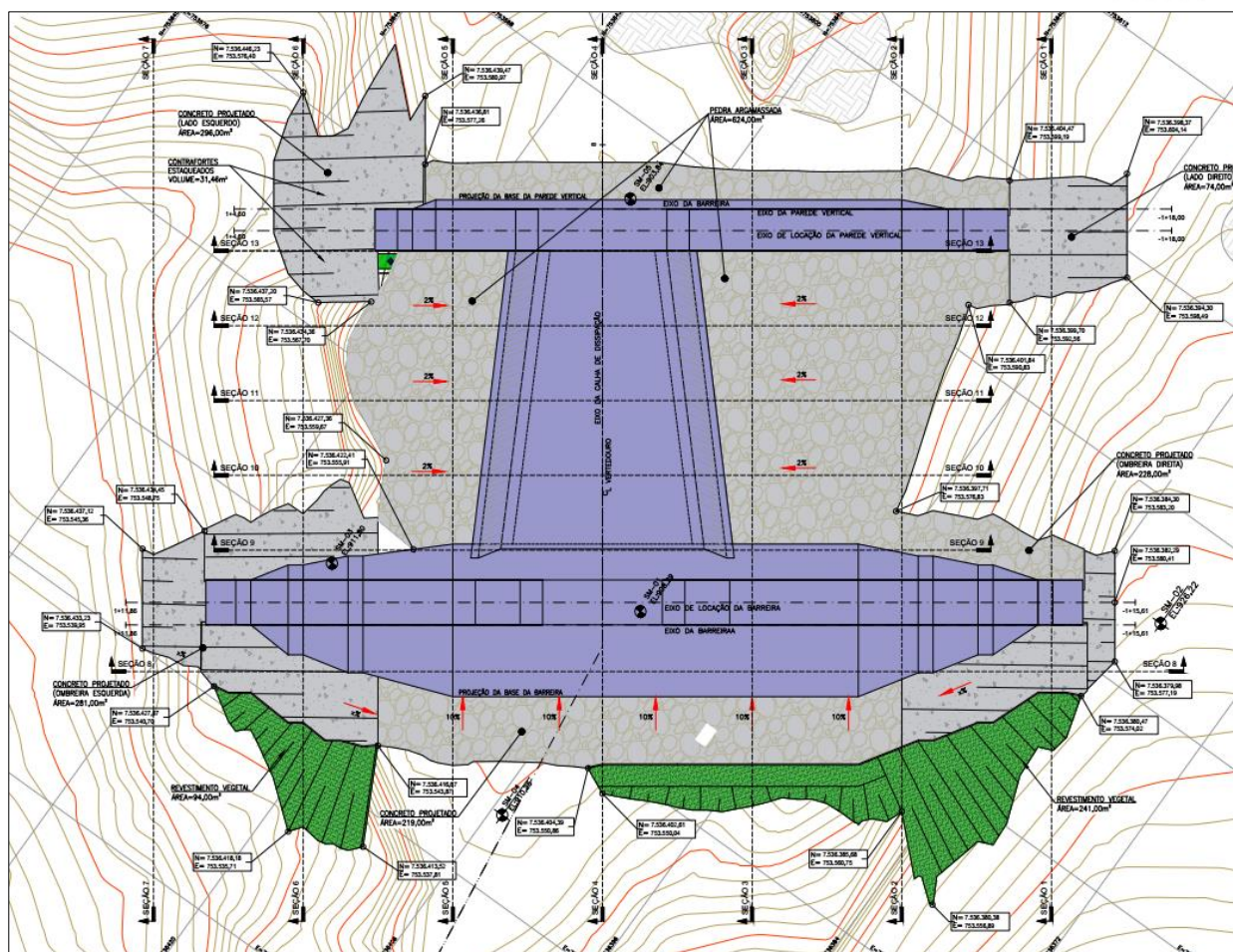


Figura 2-2 – Localização dos pontos de intervenção.

3 MEMÓRIA DESCRITIVA

As obras de estabilização e prevenção envolvem a adequação do meio físico local através da remoção do material terroso em condições precárias de estabilidade e obras de contenção genericamente descritas a seguir:

- Barreira SABO;
- Solo grampeado com concreto projetado;
- Revestimento vegetal com biomanta;
- Solo cimento;
- Contrafortes ancorados;
- Gabião; e
- Drenagem superficial.

Com base na topografia do terreno e nas informações fornecidas pelas sondagens foram realizados os estudos de estabilidade do talude.

Foram feitas análises de estabilidade por equilíbrio limite, para verificação do fator de segurança (FS) das estruturas de contenção. O FS encontrado foi comparado ao requisitado na norma de estabilidade de taludes da ABNT (NBR 11682).

4 ELEMENTOS NORTEADORES

O relatório foi elaborado em consonância com a legislação vigente, em especial a Lei 5.194 de 24/12/66, as resoluções 205, 218 e 345 do CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia – e as normas técnicas da ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, sendo utilizados os seguintes meios e documentos:

4.1 ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

Para a elaboração do presente relatório técnico, foram utilizadas as seguintes normas:

- DNER-ME 037/97 - Agregado graúdo para concreto de cimento;
- DNER-ME 038/97 - Agregado miúdo para concreto de cimento;
- DNER-ME 035/98 - Desgaste de agregado por abrasão e demais instruções;
- DNER-ME 046/98 - Concreto - moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos;
- DNER-ME 051/94 - Solos - Análise granulométrica;
- DNER-ME 091/98 - Concreto - ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos;
- DNER-ME 402/00 - Concreto - amostragem de Concreto fresco;
- DNER-ME 404/00 - Concreto - determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone;
- DNIT 016/2006 - ES- Drenagem - Dreno subsuperficial;
- DNIT 088/2006 - ES - Dispositivos de segurança lateral: guarda-rodas, guarda-corpos e barreiras;
- DNIT 092/2006 - ES - Juntas de dilatação;
- DNIT 104/2009 - ES - Terraplenagem-Serviços preliminares - Especificação de Serviço;
- DNIT 105/2009 - ES - Terraplenagem - Caminhos de serviço;
- DNIT 106/2009 - ES - Terraplenagem - Cortes - Serviços preliminares - Especificação de Serviço;

- DNIT 107/2009 - ES - Empréstimos - Cortes - Serviços preliminares - Especificação de Serviço;
- DNIT 164/2013-ME - Solos - Compactação utilizando amostras não trabalhadas;
- DNIT IPR 736, 2018 – Álbum de Projetos - Tipo de dispositivos de drenagem;
- DNIT OI 07/2006 - ES - Drenagem - Dreno sub-horizontal;
- ABNT NBR 11682 - Estabilidade de encostas;
- ABNT NBR 12655 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento;
- ABNT NBR 13044 - Concreto projetado - Reconstituição da mistura recém-projetada - Método de ensaio;
- ABNT NBR 13069- Concreto projetado - Determinação dos tempos de pega em pasta de cimento Portland com ou sem aditivo acelerador de pega - Método de ensaio;
- ABNT NBR 13070 - Moldagem de placas para ensaio de argamassa e concreto projetado;
- ABNT NBR 13597 - Procedimento para qualificação de mangoteiro por via seca;
- ABNT NBR 16697 - Cimento Portland - Requisitos;
- ABNT NBR 16796 - Solo — Método padrão para avaliação de energia em SPT;
- ABNT NBR 16797 - Medida de torque em ensaios SPT durante a execução de sondagens de simples reconhecimento à percussão — Procedimento;
- ABNT NBR 16889 - Concreto - determinação do abatimento pelo tronco de cone;
- ABNT NBR 16903 - Solo — Prova de carga estática em fundação profunda;
- ABNT NBR 16916 - Agregado miúdo - Determinação da densidade e da absorção de água;
- ABNT NBR 16917 - Agregado graúdo - Determinação da densidade e da absorção de água;
- ABNT NBR 16920-2 - Muros e taludes em solos reforçados – solos grampeados;
- ABNT NBR 16920-1 - Muros e taludes em solos reforçados – solos reforçados em aterros;
- ABNT NBR 5629 - Execução de Tirantes Ancorados no Terreno.;
- ABNT NBR 5739 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos;

- ABNT NBR 5741 -Cimento Portland - Coleta e preparação de amostras para ensaios;
- ABNT NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto.;
- ABNT NBR 6122 - Projeto e execução de fundações.;
- ABNT NBR 6484 - Solo — Sondagem de simples reconhecimento com SPT — Método de ensaio;
- ABNT NBR 6502 - Solos e rochas - Terminologia;
- ABNT NBR 7191 - Execução de desenhos para obras de concreto simples ou armado;
- ABNT NBR 7211 - Agregados para concreto;
- ABNT NBR 7481 - Tela de aço soldada nervurada para armadura de concreto - Requisitos;
- ABNT NBR 7681-1 - Calda de cimento para injeção - Parte 1: Requisitos;
- ABNT NBR 7681-2 - Calda de cimento para injeção - Parte 2: Determinação do índice de fluidez e da vida útil — Método de ensaio;
- ABNT NBR 7681-3 - Calda de cimento para injeção - Parte 3: Determinação dos índices de exsudação e expansão — Método de ensaio;
- ABNT NBR 7681-4 - Calda de cimento para injeção - Parte 4: Determinação da resistência à compressão — Método de ensaio;
- ABNT NBR 8036 - Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios - Procedimento;
- ABNT NBR 8044 - Projeto geotécnico - Procedimento;

4.2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Para a elaboração do presente Relatório Técnico, foram utilizados os seguintes documentos de referência:

- 020-PE-GEO-CNT-PL-001 - Projeto Executivo Geotécnico - Estruturas De Contenção - Planta De Situação;
- 020-PE-GEO-CNT-PL-002 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 6+15,00 A 8+3,00 - Muro Atirantado - Planta De Situação;
- 020-PE-GEO-CNT-PL-003 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 17+2,00 A 19+7,45 - Cortina Atirantada - Planta De Situação;

- 020-PE-GEO-CNT-SE-004 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 6+15,00 A 8+5,00 - Seções Transversais 01/02;
- 020-PE-GEO-CNT-SE-005 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 6+15,00 A 8+5,00 - Seções Transversais 02/02;
- 020-PE-GEO-CNT-SE-006 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 17+0,00 A 19+7,45 - Seções Transversais 01/04;
- 020-PE-GEO-CNT-SE-007 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 17+0,00 A 19+7,45 - Seções Transversais 02/04;
- 020-PE-GEO-CNT-SE-008 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 17+0,00 A 19+7,45 - Seções Transversais 03/04;
- 020-PE-GEO-CNT-SE-009 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 17+0,00 A 19+7,45 - Seções Transversais 04/04;
- 020-PE-GEO-CNT-ST-010 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 0+,00 A 19+7,45 - Solo Grampeado Verde - Seções Típicas do Tratamento;
- 020-PE-GEO-CNT-DE-011 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 6+15,00 A 8+3,00 - Muro Atirantado - Planta, Forma e Locação;
- 020-PE-GEO-CNT-DE-012 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 6+15,00 A 8+3,00 - Muro Atirantado - Seções Típicas e Detalhes Executivos;
- 020-PE-GEO-CNT-DE-013 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 17+2,00 A 19+7,45 - Cortina Atirantada - Vista, Elevações e Forma;
- 020-PE-GEO-CNT-DE-014 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 17+2,00 A 19+7,45 - Cortina Atirantada - Seção Típica e Detalhes Construtivos;
- 020-PE-GEO-CNT-DE-015 - Projeto Executivo Geotécnico - Solo Grampeado Verde - Est. 0+,00 A 19+7,45 - Seção Típica e Detalhes Construtivos;
- 020-PE-GEO-CNT-DE-016 - Projeto Executivo Geotécnico - Solo Grampeado com Concreto Projetado - Seção Típica E Detalhes Construtivos;
- 020-PE-GEO-CNT-AR-017 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 6+15,00 A 8+3,00 - Muro Atirantado - Armaduras;
- 020-PE-GEO-CNT-AR-018 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 6+15,00 A 8+3,00 - Muro Atirantado - Armaduras;
- 020-PE-GEO-CNT-AR-019 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 17+2,00 A 19+7,45 - Cortina Atirantada - Armaduras do Pannel 01;

- 020-PE-GEO-CNT-AR-020 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 17+2,00 A 19+7,45 - Cortina Atirantada - Armaduras do Painei 02;
- 020-PE-GEO-CNT-AR-021 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 17+2,00 A 19+7,45 - Cortina Atirantada - Armaduras do Painei 03;
- 020-PE-GEO-CNT-AR-022 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 17+2,00 A 19+7,45 - Cortina Atirantada - Armaduras do Painei 04;
- 020-PE-GEO-CNT-AR-023 - Projeto Executivo Geotécnico - Est. 17+2,00 A 19+7,45 - Cortina Atirantada - Armaduras do Painei 05;
- 020-PE-GEO-CNT-AR-024 - Projeto Executivo Geotécnico - Cortina Atirantada - Armaduras do Painei 06;
- 020-PE-GEO-CNT-AR-025 - Projeto Executivo Geotécnico - Cortina Atirantada - Armaduras das Estacas;

5 ESTUDOS NECESSÁRIOS

5.1 INSPEÇÕES DE CAMPO

Foram realizadas visitas técnicas para avaliação e diagnóstico das possíveis instabilizações na região.

5.2 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Foi realizado para estudo, levantamento topográfico contendo curvas de níveis de metro em metro, sendo apresentadas coordenadas UTM, sistema SIRGAS 2000 e Datum vertical Imbituba - SC

5.3 CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DA ÁREA

Foi realizada campanha de investigação geotécnica por meio de sondagens mistas e à percussão, viabilizando a caracterização geotécnica dos taludes em questão.

6 DEFINIÇÃO DE PROJETO

As obras de estabilização envolvem a adequação do meio físico local através da remoção do material terroso em condições precárias de estabilidade e obras de contenção para se alcançar a estabilidade.

Dado a necessidade de se realizar cortes e aterros para a implantação do novo acesso para a execução da barreira SABO, foi necessário realizar intervenções com a finalidade de estabilizar os taludes que sofrerão interferências e terão sua estabilidade comprometida. Sendo assim, foi contemplado as seguintes soluções: Barreira Sabo, solo grampeado com concreto

projetado, revestimento vegetal com biomanta, solo cimento, contrafortes ancorados, gabião e drenagem superficial.

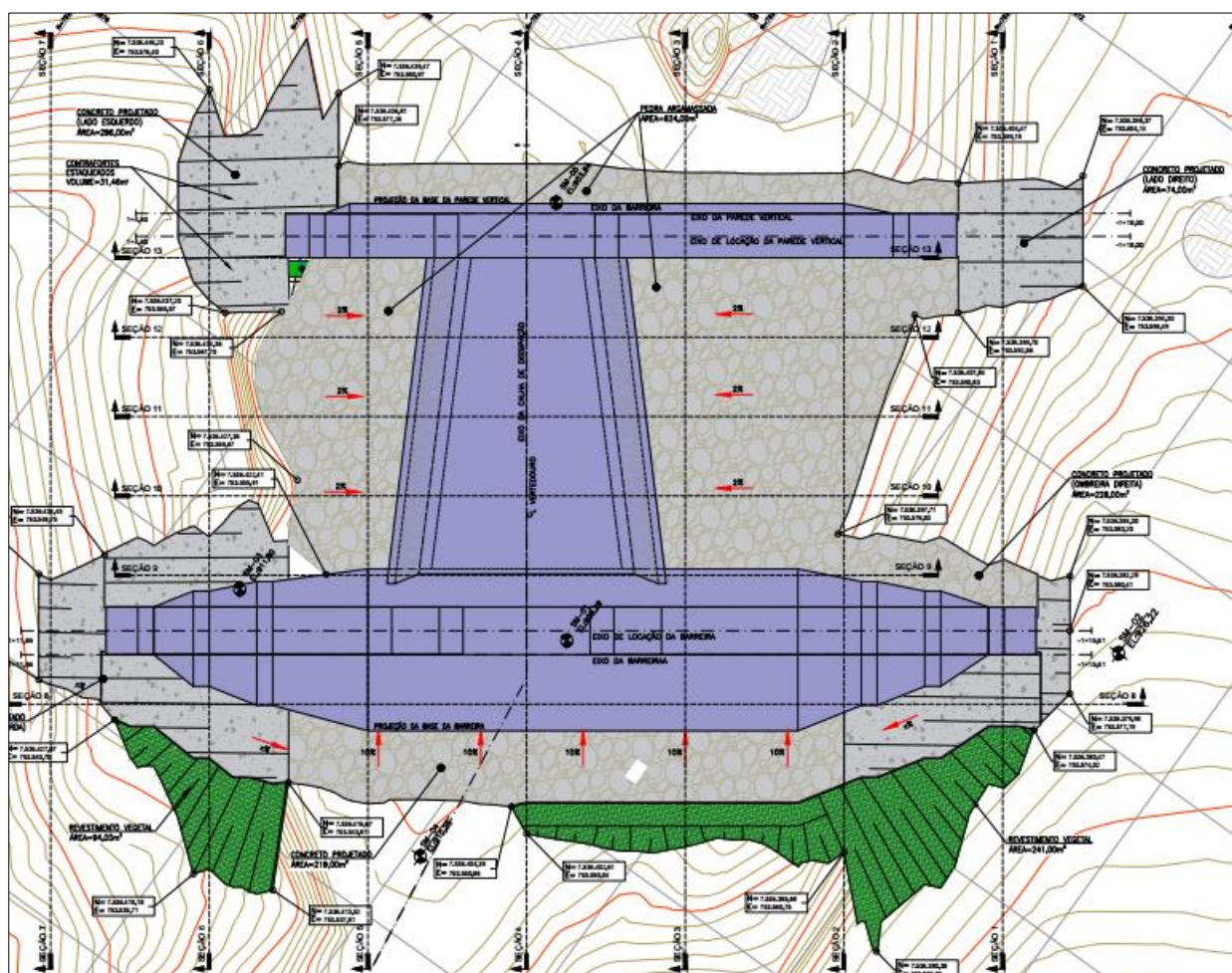


Figura 6-1 – Planta de situação geral.

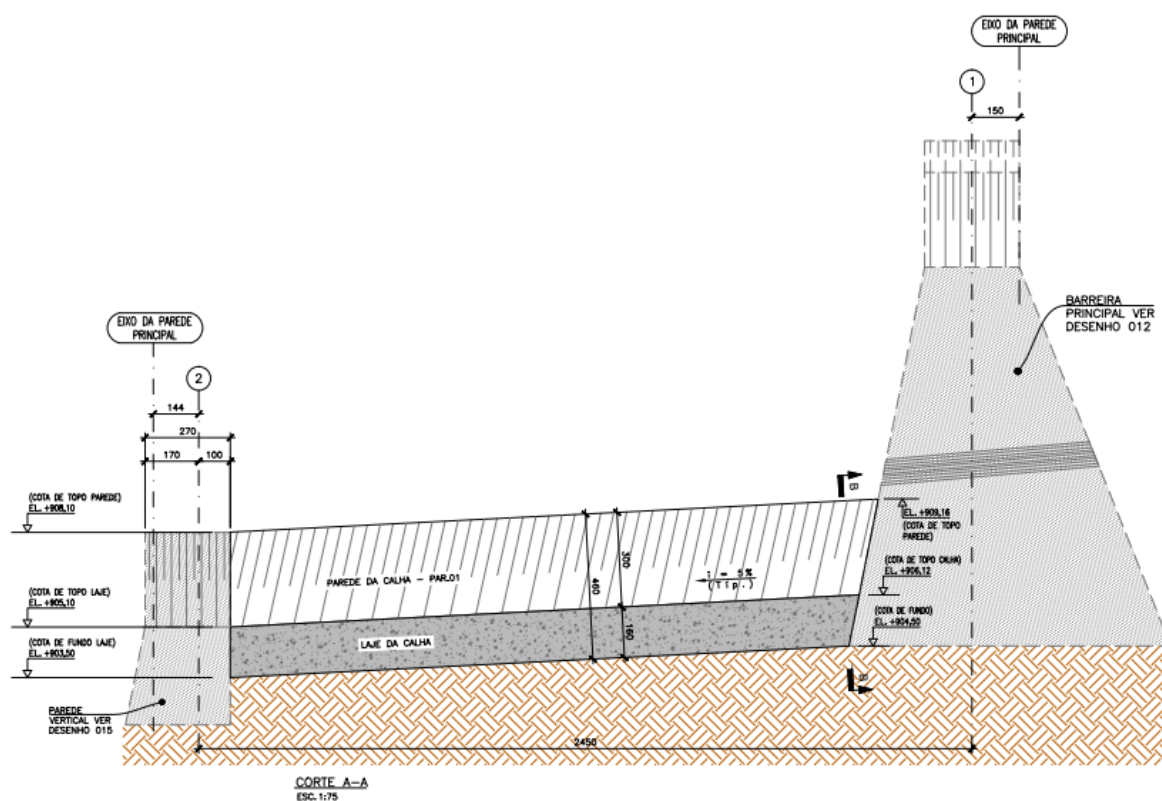


Figura 6-4 – Seção da calha de dissipação.

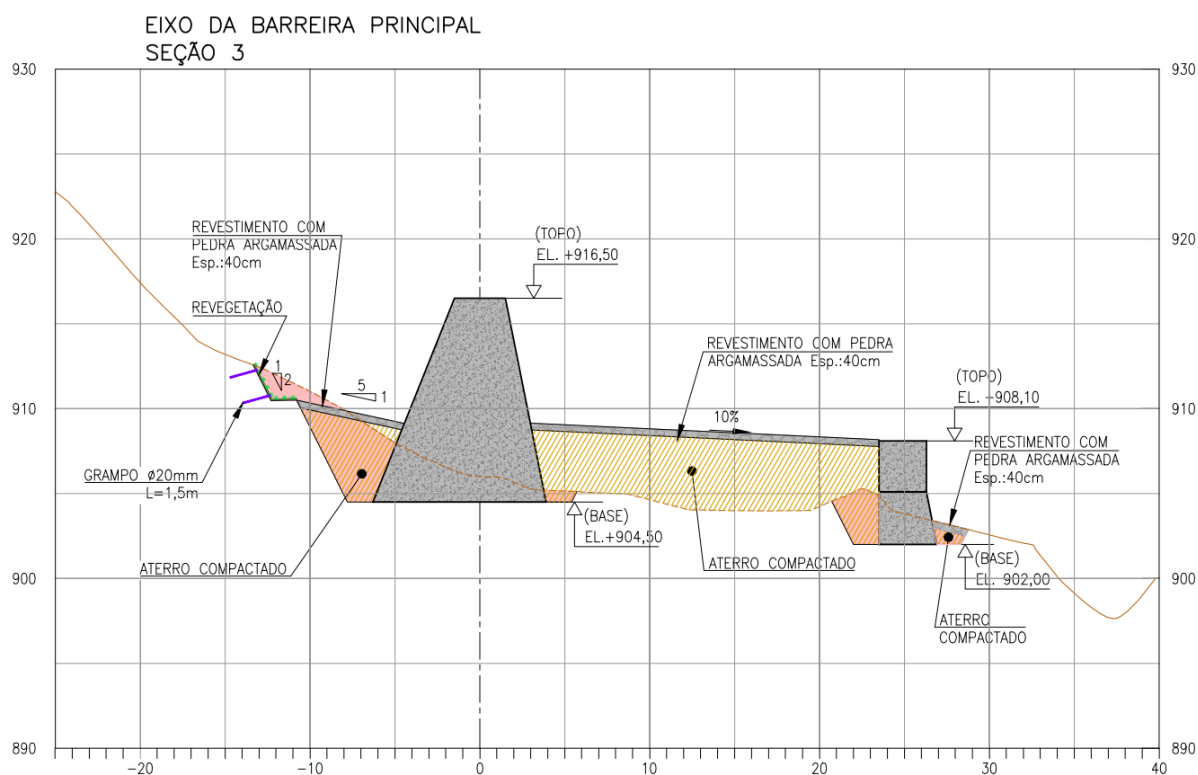


Figura 6-5 – Seção da barreira SABO.

DETALHES CONSTRUTIVOS DO "RIP-RAP" COM SOLO-CIMENTO

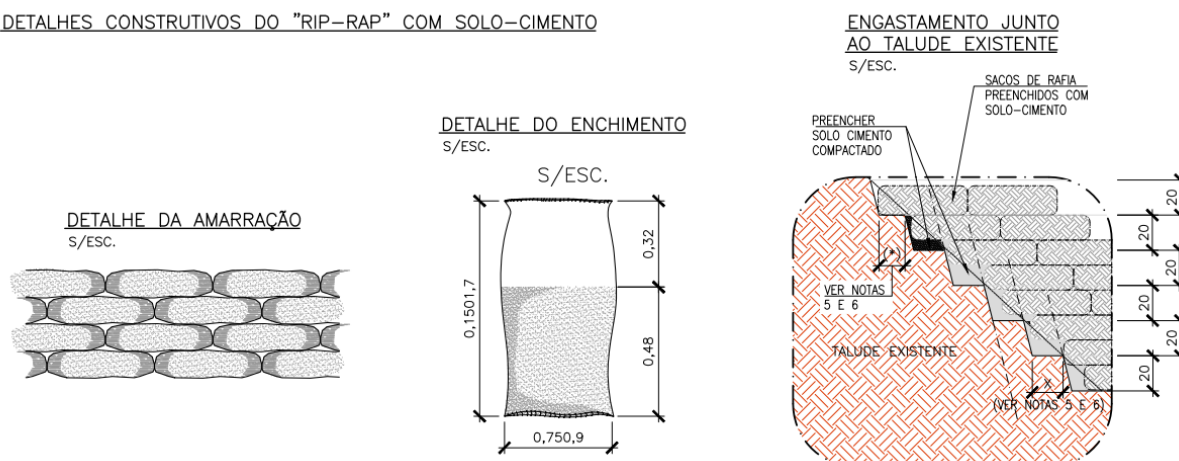


Figura 6-6 – Detalhe executivo do solo cimento.

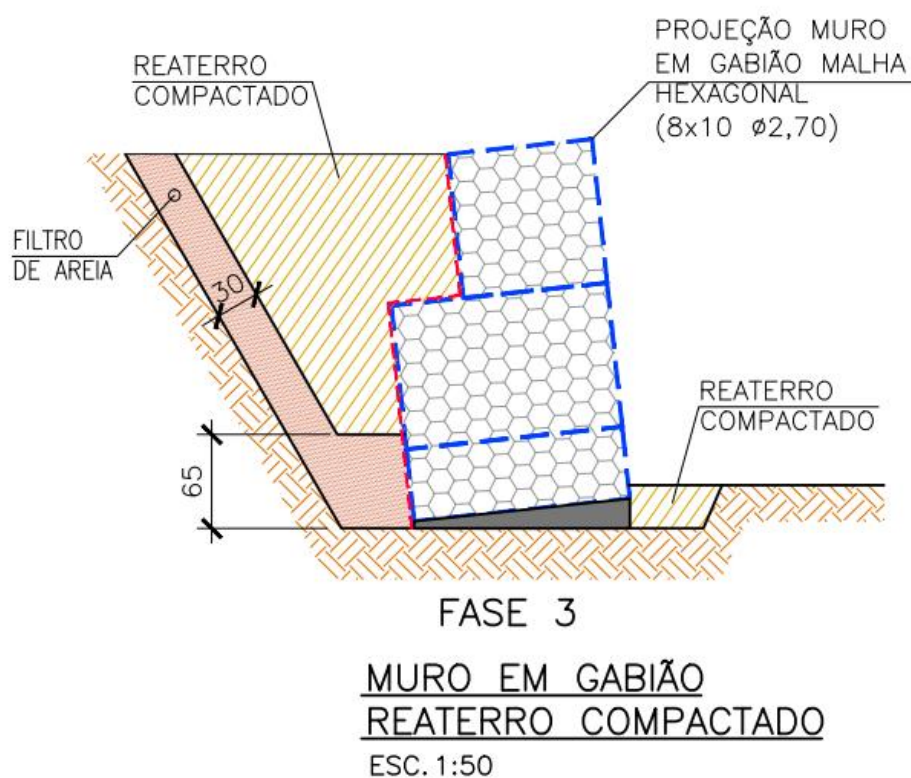


Figura 6-7 – Destalhe do muro em gabião.

comprimento total de 10 metros, sendo o trecho livre com 6 metros. A carga de trabalho dos tirantes deverá ter um valor de 350 kN.

Além do contraforte, será realizado retaludamento e execução de revegetação com geomanta. Os grampos serão em formato de “U” de aço galvanizado e com dimensão de 30 cm, conforme Figura 6-9 e Figura 6-10.

Será executado também solo grampeado com revestimento em concreto projetado com espessura de 10 cm (Figura 6-11). Serão executados grampos do tipo GEWI, diâmetros de 25 mm e comprimento de 9 metros. O espaçamento entre grampos desta solução será de 1,50 metro, tanto na horizontal quanto na vertical.

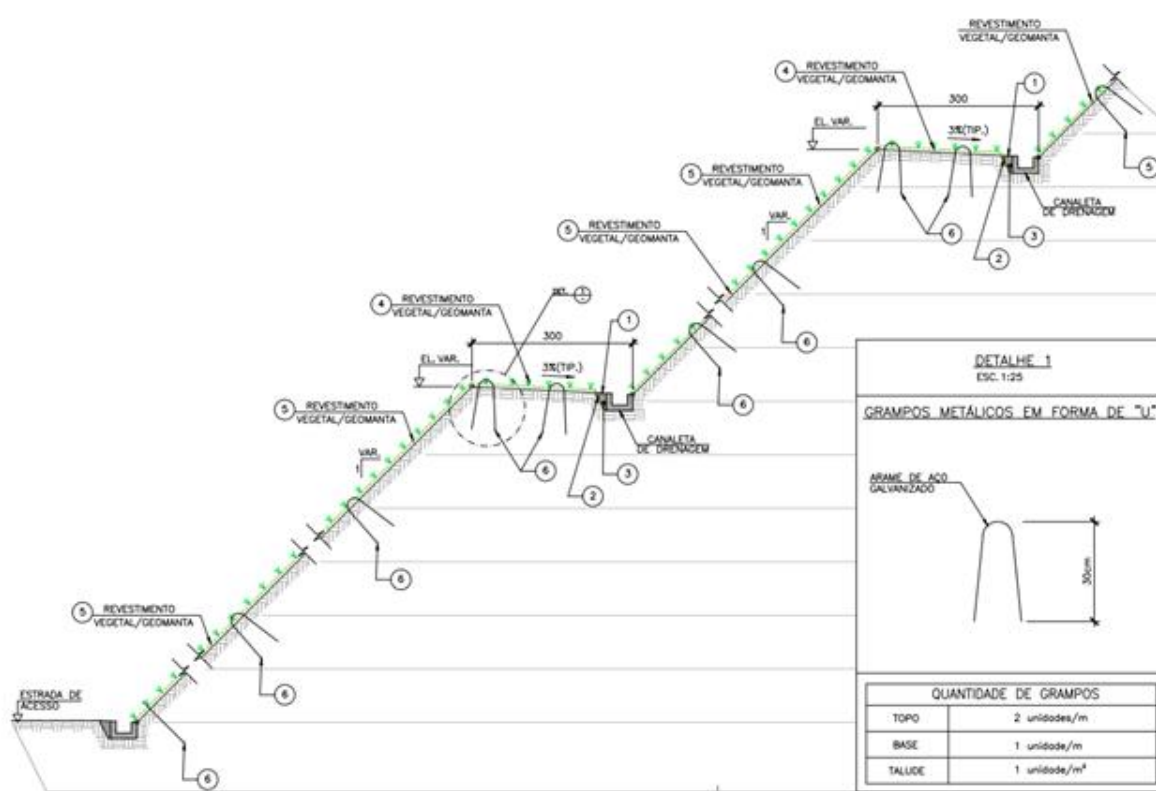


Figura 6-9 – Seção típica do tratamento com revestimento vegetal.

DETALHE 1: VISTA FRONTAL ESQUEMÁTICA MACMAT R3 004
SEM ESCALA

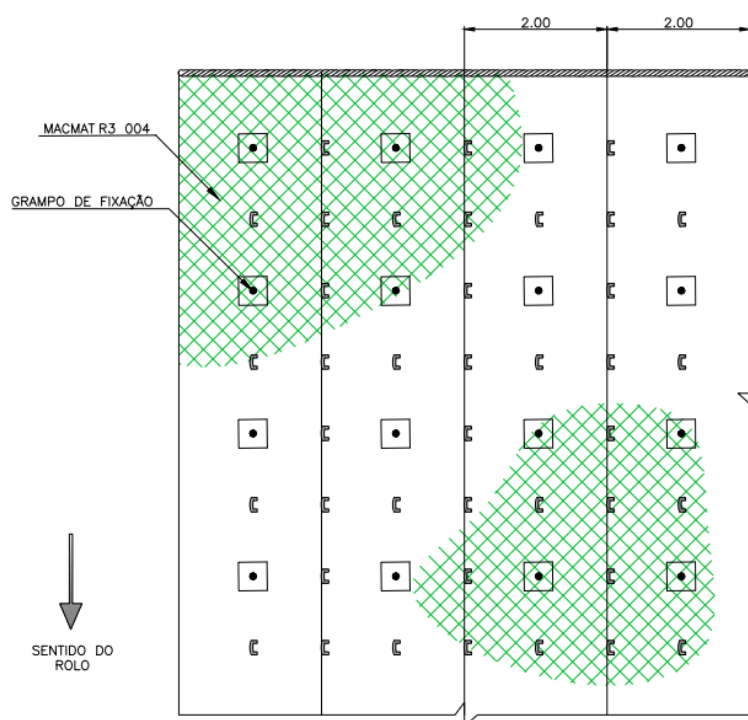


Figura 6-10 – Detalhe da revegetação.

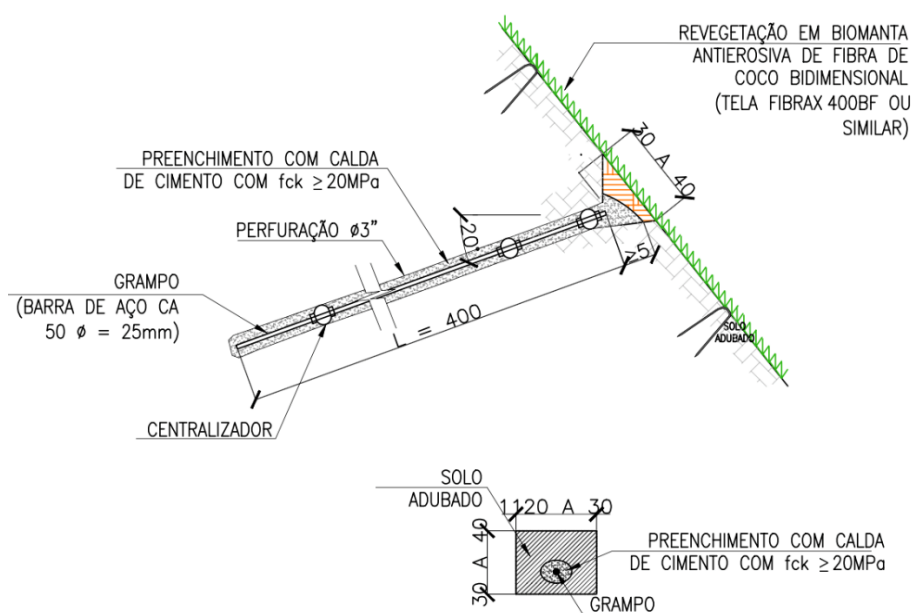


Figura 6-11 – Detalhe do grampo do trecho das vias de acesso e manutenção.

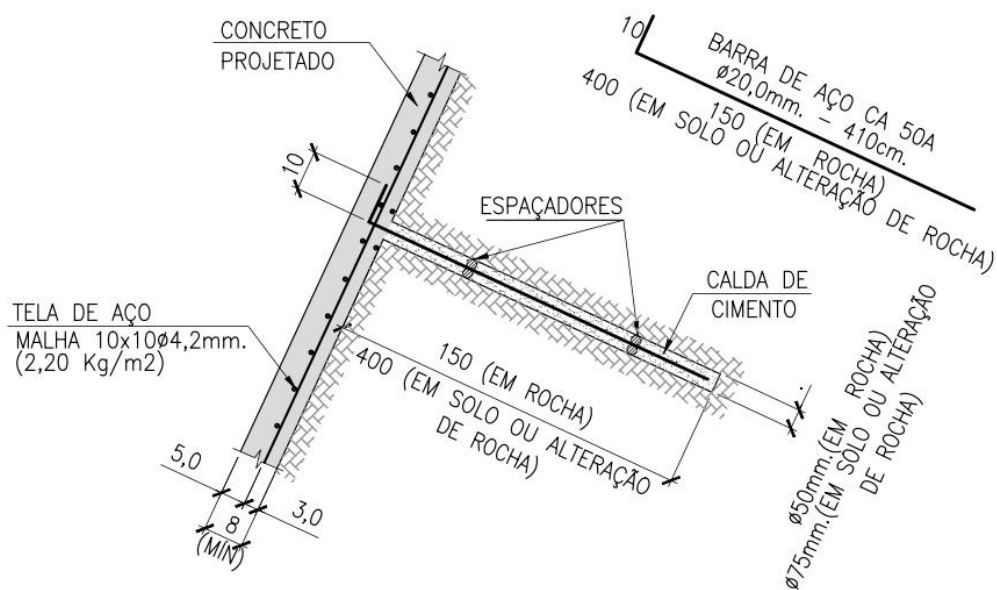


Figura 6-12 – Detalhe do grampo do trecho das obreiras.

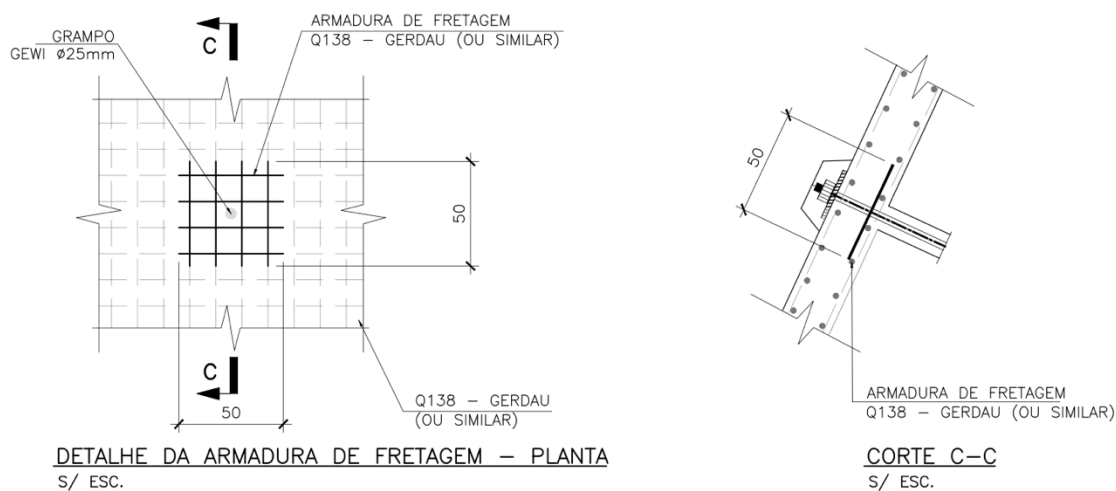


Figura 6-13 – Detalhe do grampo do trecho das obreiras, região dos grampos.

7 ELEMENTOS DE PROJETO – ESPECIFICAÇÕES

7.1 CONCRETO MASSA

7.1.1 Definições

- Concreto armado: C30 - $f_{ck} \geq 30\text{Mpa}$; $a/c = 0,55$;

- Agregado graúdo: Diâmetro máximo sugerido = 39mm;
- Aço para armaduras de concreto armado: CA50 ($f_{yk} = 500\text{MPa}$);

OBS: Por ocasião da obra, alterações nas especificações do concreto por parte do construtor e da usina de concreto, disponível mais próxima, poderão ser modificadas e justificadas (**exceto na resistência e no a/c**), de modo a ajustar às condições tecnológicas de produção do concreto.

7.1.2 Materiais

7.1.2.1 Cimento

O cimento empregado deve atender a especificação de material para recebimento e aceitação do material, conforme as seguintes normas:

NBR 5732(2) – cimento Portland comum;

NBR 11578(3) – cimento Portland composto;

NBR 5735(4) – cimento Portland de alto-forno;

NBR 5736(5) – cimento Portland pozolânico.

7.1.2.2 Agregado

Os agregados devem ser constituídos de grãos duráveis, limpos, isentos de matéria orgânica, torrões de argila e outras substâncias prejudiciais à hidratação do cimento e devem atender às exigências da NBR 7211 e ter dimensão máxima característica de 39mm. Os agregados graúdos que devem ser utilizados são: pedra britada e/ou cascalho.

O agregado miúdo deve ser isento de matéria orgânica, torrões de argila e outras substâncias prejudiciais à hidratação do cimento.

7.1.2.3 Água

A água de amassamento deve estar isenta de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais à hidratação do cimento.

7.1.2.4 Concreto

A maior parte da estrutura da barreira sabo é composta por concreto, estando presente no corpo principal, na barreira complementar, na base da calha de dissipação, nas paredes laterais de proteção e nas paredes laterais, todas contendo a mesma composição, exceto as paredes laterais. O tipo de concreto utilizado é o concreto massa, que é um tipo de concreto, já com grande experiência de utilização que, devido ao volume das peças concretadas, exige uma formulação especial para evitar efeitos deletérios devidos à hidratação do cimento, tais como o surgimento de grandes fissuras e trincas. Esse concreto é realizado com granulometria de seus agregados definido em projeto, com o agregado graúdo não excedendo o diâmetro de 80mm.

No presente projeto este diâmetro de 39mm. Devido às condições severas as quais as barreiras sabo são expostas, é muito importante que o concreto tenha uniformidade, integridade, estanqueidade, durabilidade, além de determinada resistência ao desgaste e peso específico. A fim de que esses objetivos sejam atingidos, a relação água cimento deve ser a mínima possível, estando abaixo de 0,60, fato que torna a massa mais consistente e com menor trabalhabilidade. Dessa forma, torna-se necessário o uso de materiais aeradores, que geram de 3 a 4% de volume de ar.

Durante a construção da barreira, há um constante lançamento de concreto, realizado em grande escala, com elevados volumes. Devido a essa situação, logo após ocorrer a concretagem, existe a possibilidade de surgirem fissuras que ocasionam na perda de estanqueidade e durabilidade da construção. Sendo assim, devem-se adotar medidas que visem a evitar o surgimento de trincas ao longo da concretagem.

As fissuras que podem surgir, em geral, possuem cerca de 1mm de abertura, que estão fora do limite permitido pela NBR 6118, e são causadas pela geração de calor advinda da reação de hidratação e pela redução de volume causada pelo endurecimento. Nesse viés, urgem duas possibilidades de alternativas para mitigar o aumento da temperatura e o estresse térmico: adaptação no traço do concreto ou no modo de construção.

Algumas opções possíveis para adequação dos métodos construtivos são o estabelecimento de camadas de elevação mais baixas; aumento do intervalo entre os lançamentos e a realização da cura adequada do material. Todavia, nem sempre apenas essas alterações são suficientes, necessitando assim, alterar a composição do traço do concreto, de modo que a reação de hidratação do cimento gere menos calor. Para isso, uma possibilidade se dá pelo aumento da granulometria dos agregados grossos – respeitando o tamanho máximo de 80mm - que ocasionam na redução do volume de argamassa, que por sua vez, reduz o volume do cimento. Ainda nesse contexto, há a possibilidade de escolha de cimentos que gerem menos calor, como os de alto forno ou de baixo calor de hidratação ou ainda utilizar adições que reduzem a quantidade de clínquer e retarda as reações.

O concreto massa deve ser dosado por método racional em laboratório e deve atender aos seguintes requisitos:

- possuir consumo mínimo de cimento entre 85 kg/m³ a 120 kg/m³;
- possuir resistência característica à compressão simples aos 28 dias de cura, que atenda a resistência definida em projeto para estrutura. Corpos de prova devem ser moldados conforme definido em norma, e a resistência compressão simples deve ser determinada conforme NBR 5739;
- deve-se estabelecer uma curva granulometria do projeto da mistura em função dos materiais utilizados e a respectiva faixa de trabalho definida pela tolerância da abertura das peneiras.

7.1.3 EQUIPAMENTOS

O equipamento necessário para execução da sub-base e base de concreto compactado com rolo é:

- o concreto deve ser do tipo bombeado, dosado em usina cadastrada e transportado de forma adequada até o local da obra;
- placa vibratória ou sapo mecânico;
- caminhões basculantes;
- caminhão betoneira;
- martetele pneumático para eventual execução de juntas transversais e longitudinais de construção;
- bomba de água e mangueira pressurizada para a limpeza das superfícies entre as fazes de construção;
- chapas de aço ou formas para execução das juntas de construção, se necessário.

7.1.4 EXECUÇÃO

7.1.4.1 Preparo da Superfície

A superfície a receber a camada de concreto deve estar perfeitamente limpa e desempenhada, conformada geometricamente e ter sido liberada quanto aos requisitos de aceitação de materiais e execução.

Durante todo o tempo de execução da camada, 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.

7.1.4.2 Transporte

Os materiais após misturados devem ser transportados em caminhões betoneiras apropriadas e protegidos. Caso a distância de transporte seja considerável, com tempo acima de 30 minutos, e dependendo das condições climáticas, calor, baixa umidade relativa do ar e vento constante, deve-se utilizar redobrar a atenção para a manutenção das características de projeto do concreto sejam mantidas.

7.1.4.3 Espalhamento

Imediatamente antes do espalhamento, a superfície a ser recoberta deve ser umedecida sem excesso de água, para que não se formem poças. Quando previsto no projeto de pavimento, a superfície subjacente deve ser recoberta com a película isolante impermeável indicada no projeto, tais como: membrana plástica, papel tipo kraft ou pintura impermeabilizante com emulsão asfáltica de ruptura média.

O material deve ser espalhado com distribuidores comuns de agregados. A espessura solta deve ser tal que, ao final da compactação da camada, esta possua espessura igual à definida em projeto.

7.1.4.4 Fases Executivas

Com o concreto no canteiro, pode-se enfim ser realizado o seu lançamento, seguindo as etapas previamente definidas. Comumente, é adotada a seguinte ordem de execução da concretagem, figura 7-1

1. Execução da altura do corpo principal da barreira
2. Execução da obra da barreira acessória (parede vertical)
3. Execução da obra da parte frontal (paredes laterais)
4. Execução da obra da parte frontal (calha de dissipação)
5. Execução do restante da barreira principal;

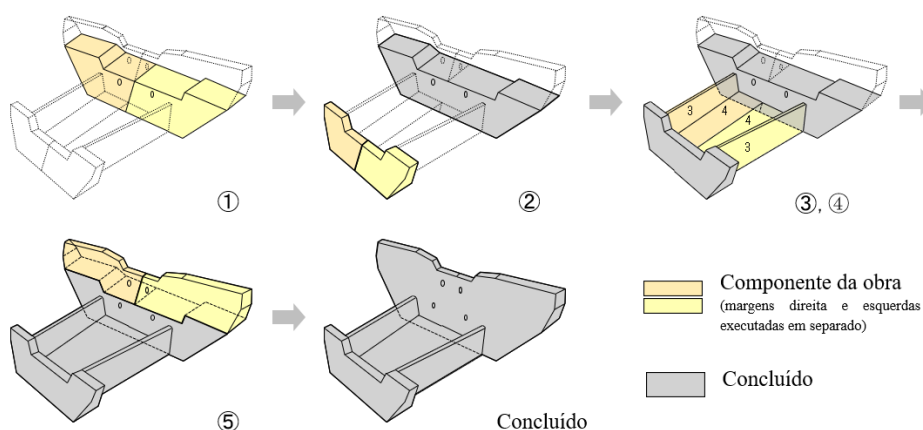


Figura 7-1 – Ordem executiva sugerida.

Vale ressaltar que, nessa ordem, a barreira principal não é a primeira a ser finalizada - fato que aceleraria a funcionalidade da estrutura – por gerar dificuldades no lançamento do concreto das outras partes da construção. Outro ponto a ser mencionado é que caso o método construtivo adotado seja o com desvio de meio-leito, os itens de 1 a 4 de uma das margens devem ser finalizados e em seguida o mesmo procedimento deve ser realizado para a outra margem, para que enfim possa ser executado o item 5.

Durante a execução da obra, alguns pontos merecem atenção, como a altura de elevação e lançamentos por blocos de concretagem. A camada de elevação deve possuir entre 0,75 e 1,5m, no entanto, em casos de concreto usinado com agregados de até 40mm, torna-se necessária uma avaliação da altura afim de que a camada de elevação não provoque fissuras.

Para os casos padrão, em camadas entre 0,75 e 1,0m o tempo mínimo para uma nova concretagem é de 3 dias, e para alturas entre 1,0 e 1,5m superiores 5 dias.

Em relação ao lançamento por blocos, os pontos que merecem atenção são os seguintes:

- A ordem de lançamento deve ser definida levando em consideração a dissipação do calor durante a cura;
- Para o lançamento da camada, a superfície deve estar cerca de 5% mais elevada na parte a jusante (ver figura 7-2);
- Atrasar a elevação em algumas camadas na parte do vertedouro, para que a seção seja capaz de escoar todo o volume de água das cheias de projeto.
- As juntas de concretagem das asas devem ser posicionadas em um nível diferente da soleira do vertedouro, usualmente 0,5m abaixo. Tal procedimento é realizado com o intuito de que as juntas não sejam severamente lesadas pelo impacto dos sedimentos.
- As juntas de concretagem das paredes laterais não devem estar no mesmo nível que a calha de dissipação.

As fases de concretagem podem ser realizadas conforme sugestão apresentada a seguir na figura 7-3, figura 7-4, figura 7-5, figura 7-6, figura 7-7 e figura 7-8. A critério da fiscalização estas fases podem ser alteradas, desde que, sejam apresentados critérios que otimizem a concretagem da barreira.

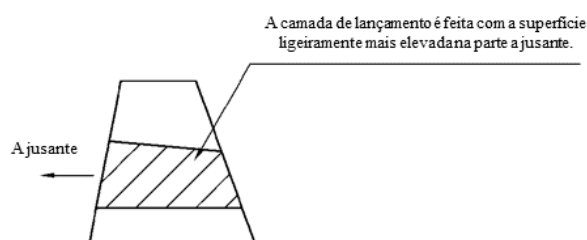


Figura 7-2- Inclinação no sentido a montante e a jusante

As formas serão metálicas, confeccionadas em chapa de 3/16", reforçadas com nervuras de 40mm x 3/16", dispostas em grelhas de 40 x 60 cm, com possibilidade de reutilização de até 100 vezes. Para as faces externas (frente e fundos), serão utilizados escoramentos metálicos com quadro tubular contraventado, com capacidade de carga de até 3,8 T/m², dimensões de 1,0 x 1,0 x 1,25 m, e reutilização de até 50 vezes. Para as faces laterais, serão empregados escoramentos de forma e parâmetros verticais de até 1,50 m de altura, limitados a um máximo de duas etapas de concretagem, considerando um aproveitamento de 30% da madeira. Essas especificações devem ser seguidas durante a elaboração do orçamento.

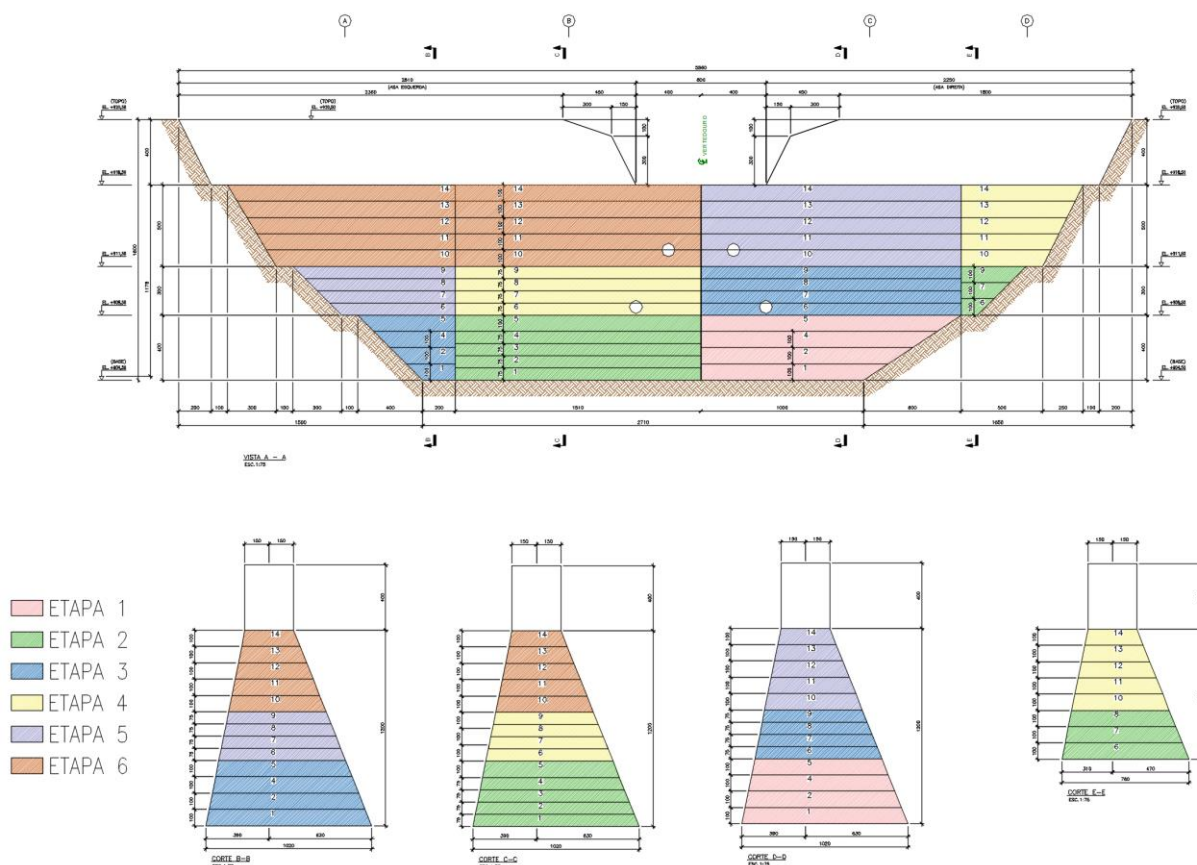


Figura 7-3 – Critério para a realização das fases de concretagem da barreira principal

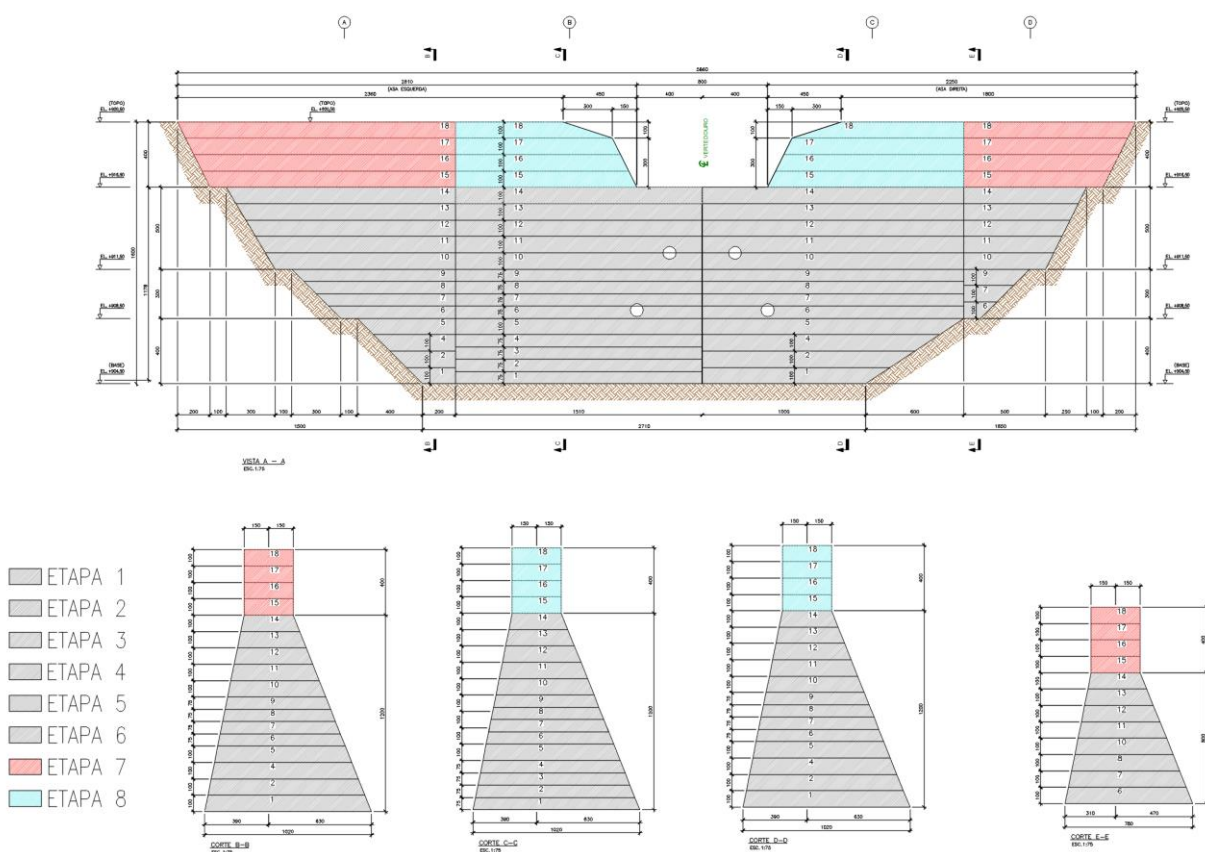


Figura 7-4 – Critério para a realização das fases de concretagem das asas da barreira principal

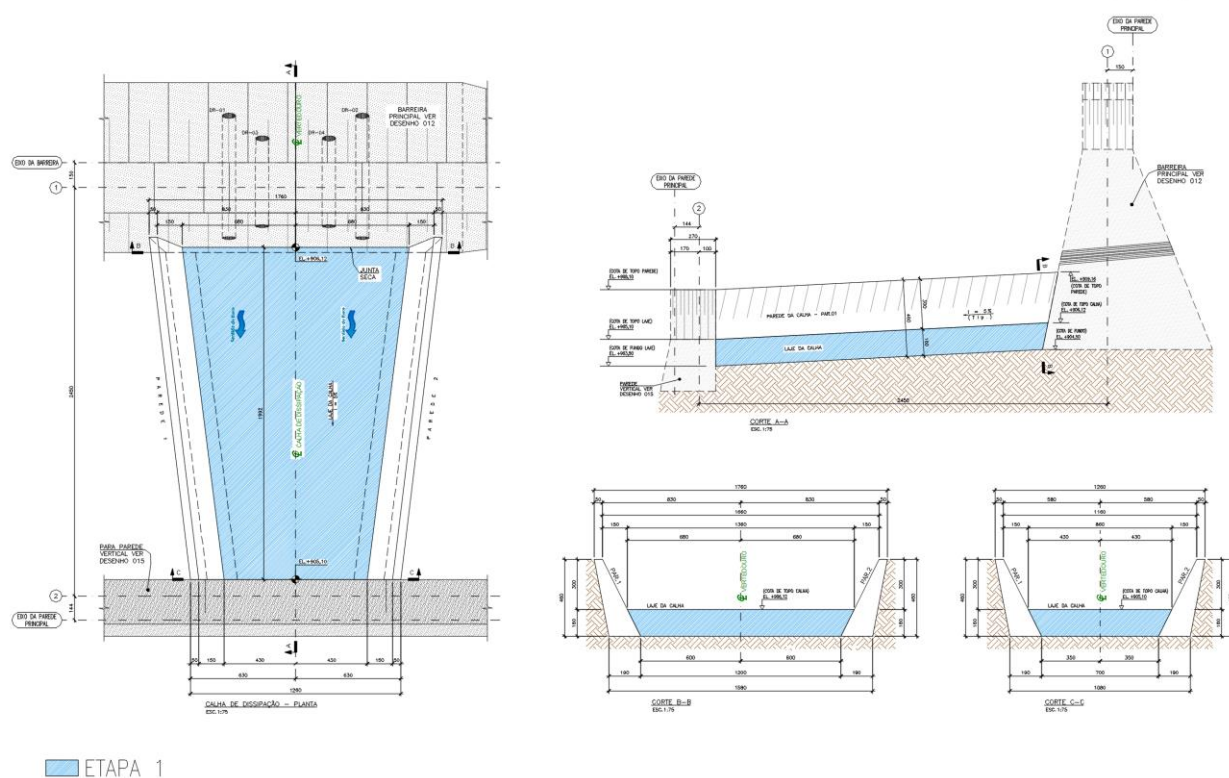


Figura 7-7 – Critério para a realização das fases da calha de dissipação

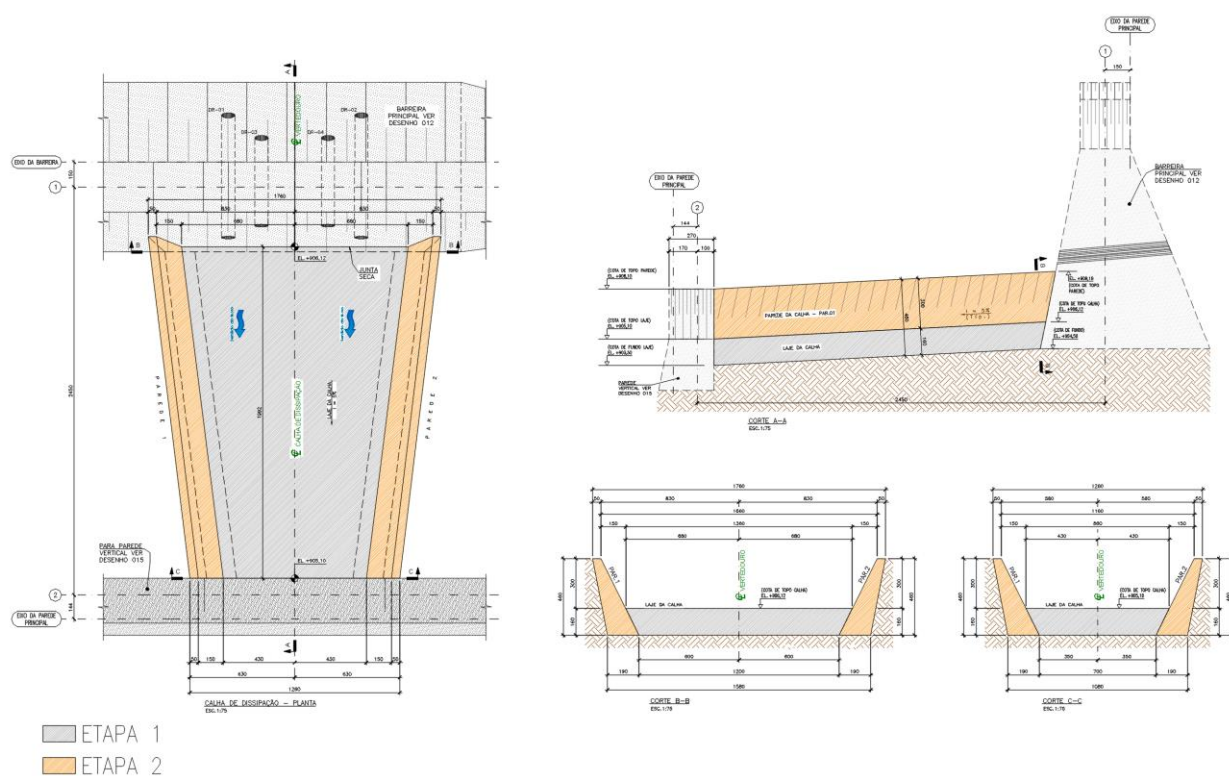
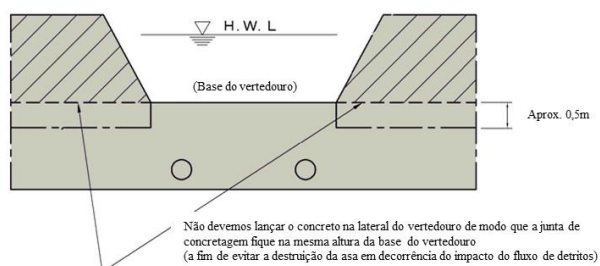


Figura 7-8 – Critério para a realização das fases das paredes da calha de dissipação

— BARREIRA PRINCIPAL		3.119,00 m ³
— ASAS DA BARREIRA PRINCIPAL		552,00 m ³
— CALHA DE DISSIPAÇÃO		333,00 m ³
— PAREDES DA CALHA DE DISSIPAÇÃO		228,00 m ³
— PAREDE VERTICAL		322,00 m ³
— ASAS DA PAREDE VERTICAL		252,00 m ³
— TOTAL		4.806,00 m ³

Observação quanto ao lançamento do concreto;



Como já mencionado, para um adequado lançamento, o mesmo deve ser realizado de forma a ficar praticamente horizontal dentro do bloco. Para tal, algumas etapas devem ser seguidas. A primeira delas é realizar o corte verde (Figuras 7-9 e 7-10), no qual as impurezas devem ser removidas (sugerido de ser realizado, após 4h de lançamento). O próximo passo é garantir que a superfície na qual o concreto será lançado, esteja úmida. Outro ponto de atenção é a espessura da argamassa, que possui como padrão 2cm nas rochas matriz e 1,5cm nas juntas horizontais.

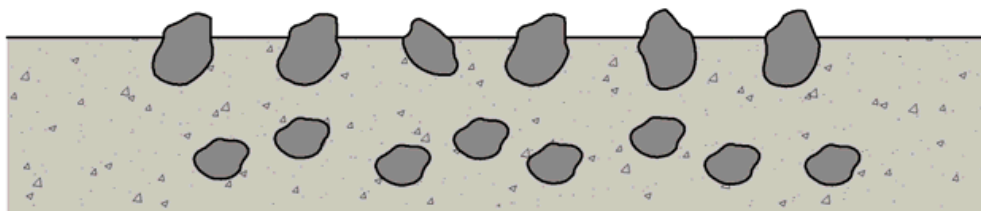


Figura 7-9 – Chamado corte verde entre duas concretagens.



Figura 7-10 – Exemplo de corte verde com jato de água de alta pressão.

Ao se tratar do lançamento em si, o mesmo deve ser realizado de forma a evitar a segregação dos materiais. Para tal, uma opção é o lançamento utilizando-se cestas, que devem ser colocadas a menos de 1,0m da superfície de lançamento, pois dessa forma, mantém-se a integridade do material. Além disso, outra preocupação é em manter uma continuidade durante o lançamento de um bloco. Quando a junta fria for inevitável (Figura 7-11), será necessário realizar o pré-tratamento da junta horizontal, finalizar a inclinação da superfície em cerca de 1:2, e remover aproximadamente 0,5cm de material, do próximo lançamento, antes que o mesmo fique completamente endurecido.

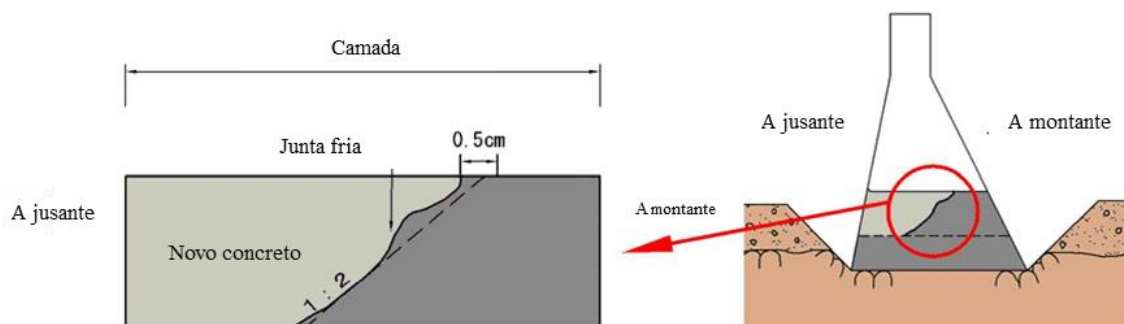


Figura 7-11 – Exemplo do procedimento quando da necessidade de junta fria.

Quando a superfície que irá receber o concreto possui declividade (contos vivos), o procedimento difere um pouco. Na Figura 7-12, pode-se observar que, ao colocar o concreto horizontalmente em uma superfície inclinada, sua extremidade forma um ângulo agudo, que acaba por se transformar em uma fraqueza da estrutura. Dessa forma, a solução é formar um ângulo obtuso em relação a superfície escavada, como na figura 7-12, de forma a garantir a resistência necessária.

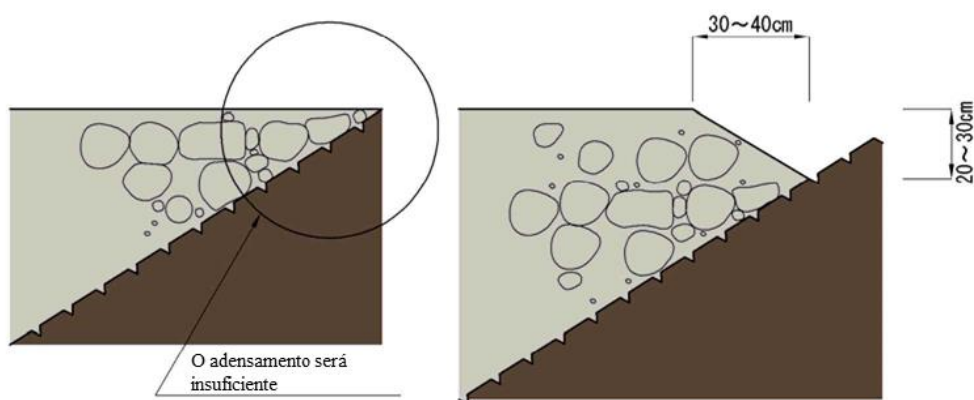


Figura 7-12 – Exemplo do procedimento quando da necessidade de junta fria em cantos.

Com o concreto lançado, deve ser então realizado o adensamento afim de minimizar a quantidade de ar contido na massa de concreto, para diminuir a porosidade, melhorar a resistência e a durabilidade do material. Para isso, um dos métodos utilizados é o vibrador de imersão, que penetra verticalmente, mantendo aproximadamente 10cm de distância da camada subjacente de lançamento do concreto.

Após o adensamento do concreto, o ponto seguinte de atenção é a cura, que deve seguir as especificidades do material, sendo suficiente para que não ocorra impactos na qualidade, e ele não venha a sofrer com influência de baixas temperaturas, ressecamento, contração, etc. Após o concreto lançado, ele deve ser coberto com uma manta, ou, caso o enrijecimento já tenha ocorrido, o material deve ser molhado, ocorrendo assim, a cura úmida.

7.2 SOLO GRAMPEADO

7.2.1 Definição

Solo grampeado é uma técnica de melhoria de solos, que permite a contenção de taludes por meio da execução de chumbadores. 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;

Esta técnica se aplica a:

- Cortes para implantação de subsolos ou cortes com geometria instável;
- Taludes existentes sem estabilidade satisfatória;
- Taludes rompidos.

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.

7.2.2 Chumbador

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

7.2.3 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 limpeza 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 tricône 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.

7.2.4 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.

7.2.5 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.

7.2.6 Revestimento do solo grampeado verde

7.2.6.1 Biomanta

A proteção superficial por meio da execução dos serviços de preparo do solo e hidrossemeadura, fornecimento de biomanta, aplicação de biomanta e fixação com grampos de aço e tem como objetivo impedir o impacto direto da gota de chuva sobre o solo, evitando a formação de processos de erosão laminar e por embate, além de auxiliar no crescimento da vegetação a ser implantada.

Recomenda-se, sempre que possível, privilegiar soluções que utilizem materiais naturais, por serem em geral, mais econômicas, em especial as que utilizam materiais abundantes na própria região. Para que os efeitos benéficos da proteção vegetal sejam alcançados o tão logo possível, costuma-se adotar espécies de crescimento rápido.

7.3 CONCRETO PROJETADO

7.3.1 Definição

Concreto projetado é a mistura de cimento, areia, pedrisco, água e aditivos, conduzidos por ar comprimido desde 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: microsílica; fibras ou outros componentes.

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.

7.3.2 Equipamentos

Para via seca são necessários, pelo menos, os equipamentos e acessórios:

- 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:

- 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 conduzido 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 é ocasional.

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

7.3.3 Materiais

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 quando 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, dependendo das 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 prova 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.

7.3.4 Aplicação / Mangoteiro

Os aplicadores de concreto possuem 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.

7.3.5 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.

As fibras sintéticas se ajustam perfeitamente ao corte realizado no talude, aceitando superfícies irregulares, com espessura constante. 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, homoganeamente, 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.

7.3.6 Equipe de trabalho

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

7.3.6.1 Encarregado geral de serviços:

- a) Verifica: condições de entrada e movimentação de equipamentos no canteiro da obra; carregamento de equipamentos, utensílios e ferramentas; instalação da central de trabalho e implantação geral da obra;
- b) Verifica programação de execução (sequência executiva) de acordo com características da obra e necessidades do cliente;
- c) Coordena o DDS (diálogo diário de segurança) antes do início das atividades diárias e instrui em relação à segurança durante a execução dos serviços.
- d) Orienta a locação dos chumbadores, bem como inclinação, direção e instalação do equipamento;
- e) Orienta em relação aos procedimentos e acompanhamento de perfuração e injeção;
- f) Verifica condições de drenagem superficial e retirada do material escavado da obra, para permitir o livre trânsito dos equipamentos e do pessoal na obra;
- g) 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;

- h) Mantém contato com o representante do cliente no campo com relação às solicitações e providências para a continuidade normal da obra;
- i) Aprova o boletim, que é elaborado pelo perfurador e pelo injetador.

7.3.6.2 Operador de perfuratriz:

- a) Movimenta o equipamento de acordo com a sequência executiva;
- 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 ferramental necessário.

7.3.6.3 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 definidos no projeto;
- d) Lança no Boletim os valores de pressão e volumes injetados;
- e) Monta e instala barbacãs, drenos de paramento e DHPs.

7.3.6.4 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.

7.3.6.5 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.

7.3.6.6 Armador:

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

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

7.3.7 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 manejo das barras.

Como sugestão de proteção anticorrosiva, pode ser adotada a proposta da NBR5629 “Tirantes Ancorados no Terreno”, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), considerando o grampo como o trecho ancorado de um tirante.

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.

7.3.8 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. 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 concreto com menor reflexão, maior resistência, menor permeabilidade e com menos poeira.

7.3.9 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.

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.

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.

7.4 TERRAPLANAGEM

7.4.1 Definição

Escavação e carga de material consistem-se nas operações de remoção do material constituinte do terreno nos locais onde a implantação da geometria projetada requer a sua remoção, ou escavação de áreas de empréstimo de material, incluindo a carga e o transporte dos materiais para seu destino final: aterro ou depósito de materiais de excedentes. As operações de escavação e carga compreendem:

- a) Escavação e carga do material em áreas de corte até o greide de terraplenagem;

- b) Escavação e carga de material em áreas de corte situadas abaixo do greide de terraplenagem no caso em que o subleito é constituído por materiais impróprios, na espessura fixada em projeto ou pela fiscalização;
- c) Escavação e carga de material de degraus ou arrasamentos nos alargamentos de aterros existentes;
- d) Escavação e carga de material de degrau em terrenos de fundação fortemente inclinados;
- e) Escavação e carga de material, quando houver necessidade de remoção da camada vegetal, em profundidades superiores a 20 cm;
- f) Escavação e carga de materiais de área de empréstimos;
- g) Escavação com equipamento convencional de terraplenagem, destinados à alteração de cursos d'água objetivando eliminar travessias ou posicioná-las de forma mais conveniente em relação ao traçado, os assim chamados cortam rios.

7.4.2 Materiais

Os materiais ocorrentes nos cortes devem ser classificados em conformidade com as seguintes definições:

- **Materiais de 1ª Categoria:**

Compreendem os solos em geral, de natureza residual ou sedimentar e seixos rolados ou não com diâmetro máximo de 0,15 cm. Em geral todos os materiais são escavados por tratores escavo-transportadores de pneus, empurrados por tratores esteiras de peso compatível ou por escavadeiras hidráulicas. Sua escavação não exige o emprego de explosivo.

- **Materiais de 2ª Categoria:**

Compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior ao da rocha sã, piçarras, isto é, material granular formado geralmente por fragmentos de rocha alterada ou fraturada: saibros, ou seja, material composto geralmente por areia e silte proveniente da alteração da rocha, argilas e rochas alteradas, cuja extração se processa por combinação de métodos que obriguem a utilização contínua e indispensável de equipamento de escarificação, constituído por trator de esteira escarificador de somente um dente-ripper, de dimensões adequadas. Pode, eventualmente, ser necessário o uso de explosivos. Estão incluídos nesta classificação os blocos de rocha com volume inferior a 2,0 m³ e os matacões ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0,15 m e 1,0 m. Os materiais de 2ª categoria são classificados em: a) 2ª categoria com ripper: aplica-se quando houver predominância acentuada do emprego de ripper; b) 2ª categoria com explosivos: aplica-se quando houver predominância acentuada do emprego de explosivos.

- **Materiais de 3ª Categoria:**

Compreendem a rocha sã, matacões maciços, blocos e rochas fraturadas de volume superior a 2,0 m³ que só possam ser extraídos após a redução em blocos menores, exigindo o uso contínuo de explosivos, ou outros materiais e dispositivos para desagregação da rocha.

- **Solo Mole ou Material Brejoso**

Compreendem os solos que não apresentam em seu estado natural, capacidade de suporte para apoio direto dos equipamentos de escavação. Sua escavação somente é possível com escavadeiras apoiadas fora da área de remoção, isto é, em aterros ou estivas colocadas para propiciar suporte adequado ao equipamento. Esta classificação abrange solos localizados acima e abaixo do nível d'água, com teor de umidade elevado.

7.4.3 Equipamentos

Antes do início da execução dos serviços todos os equipamentos devem ser examinados e aprovados pela Fiscalização. A seleção de equipamentos deve obedecer às seguintes indicações:

- Escavação em materiais de 1ª categoria: tratores de esteiras equipados com lâmina, escavo-transportador ou escavadores conjugados, caminhões basculantes, pás carregadeiras, motoniveladoras e escavadeiras hidráulica, tratores para operação de push;
- Escavação em materiais de 2ª categoria: tratores de esteiras equipados com ripper, escarificador pesado, motoniveladora, escavadores conjugados, caminhões basculantes, pás carregadeiras, motoniveladoras e escavadeiras hidráulica; compressores e perfuratrizes;
- Escavação em materiais de 3ª categoria: compressores de ar, perfuratrizes pneumáticas ou elétricas, tratores equipados com lâmina, escavadores conjugados com transportadores; caminhões basculantes e pás carregadeiras;
- Escavação solos brejosos, inclusive execução de corta-rios com emprego de escavadeiras de arraste, dragline, complementado por outros equipamentos citados nas alíneas anteriores.

Para execução dos serviços de escavação deve-se utilizar para complementar os equipamentos destinados à manutenção de caminhos de serviços, áreas de trabalho e esgotamento das águas das cavas de remoção. Tais atividades devem ser previstas pela executante para otimização e garantia da qualidade dos trabalhos.

7.4.4 Execução

Todas as escavações devem ser executadas nas larguras e com a inclinação dos taludes indicados no projeto. A operação de escavação deve ser precedida dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza. A escavação dos cortes deve obedecer aos elementos técnicos fornecidos pelo projeto de terraplenagem e nas notas de serviço.

O desenvolvimento dos trabalhos deve otimizar a utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Apenas são transportados para constituição dos aterros, os materiais que pela classificação e caracterização efetuados nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, em conformidade com o projeto. Constatada a conveniência técnica e econômica de reserva de materiais escavados em cortes, para execução de camadas superficiais da plataforma, é recomendável o depósito dos referidos materiais em locais indicados pela fiscalização para sua oportuna utilização. Em situações em que o nível de água situe-se acima da cota do greide de terraplenagem, os taludes apresentem teor de umidade elevado, é necessário que se execute a drenagem adequada, com a instalação de um sistema de drenos profundos ou drenos sub-horizontais.

A quantidade, posicionamento, diâmetro e comprimentos destes drenos devem ser executados de acordo com o projeto. Imediatamente após a conclusão da execução dos drenos, deve ser iniciada a execução do aterro de proteção de taludes de corte, utilizando-se solo superficial, argilo-arenoso, areno-argiloso laterizado ou aqueles indicados no projeto.

Sempre que possível os materiais para proteção devem ser provenientes de cortes vizinhos ou de áreas de empréstimos indicados em projeto ou pela fiscalização. Quando a escavação atingir o greide de terraplenagem, e os solos do subleito forem inadequados, isto é, constituídos por solos de expansão maior que 2%, possuírem baixa capacidade de suporte ou orgânicos, é necessário o rebaixamento do greide de terraplenagem na espessura estabelecida em projeto, ou de 60 cm no mínimo, ou a definida pela fiscalização, nos casos não previstos em projeto.

As espessuras e as características dos materiais constituintes das camadas de aterro, devem estar em conformidade com as determinações de projeto. Os taludes ao final das escavações devem possuir a geometria indicada em projeto e superfície desempenada. Somente devem ser efetuadas alterações de inclinação caso novos dados geotécnicos justifiquem a alteração da inclinação, ou quando ocorrerem escorregamentos durante a execução.

O talude deve apresentar a superfície desempenada, obtida pelos equipamentos de escavação. As cristas de corte e entradas dos taludes devem ser arredondadas e as banquetas, sempre que possível, devem possuir concordância com terreno natural, o que pode envolver escavações não previstas em projeto, cabendo a fiscalização autorizar estas escavações adicionais. Os taludes em que houver diferentes inclinações, a concordância deve ser contínua,

e executada de modo evitar a formação de elevações e depressões. Nas áreas de transição de aterros para corte, deve ser executada a escavação e remoção de 0,60 m abaixo da cota de terraplenagem, na área de corte, na extensão mínima de 2,0 m. O material escavado deve ser substituído por materiais com as mesmas características dos 0,60 m da camada final de aterro.

- a) Quando as escavações necessitarem da utilização de explosivos, para desmonte de material de 3ª categoria, a utilização de explosivos deve ser executada de acordo com projeto específico para cada caso. As escavações em locais que apresentarem material rochoso devem atender as seguintes exigências:
- b) Quando a escavação atingir o greide de terraplenagem, mas apresentar saliências provenientes da retirada de blocos rochosos, as depressões devem ser preenchidas com material britado, tomando-se o cuidado de drenar essas depressões;
- c) Não devem ser admitidos saliências superiores a 0,10 m, nem depressões superiores a 0,30 m em relação ao plano definido pela superfície de corte;
- d) Não é permitida a existência de blocos de rocha em taludes que coloque a segurança dos usuários em risco;
- e) Durante a execução dos cortes deve ser implantado, simultaneamente, os dispositivos de drenagem superficial, drenos sub-horizontais e elementos de proteção de talude, indicadas no projeto. Não devem ser permitidos materiais soltos provenientes de limpeza ou escavação nas proximidades das linhas de offsets dos cortes;
- f) Os corta-rios, caso ocorram, devem ser tratados em conformidade com o projeto;
- g) Desde o início das obras até seu recebimento definitivo, as escavações já executadas ou em execução devem ser protegidas contra a ação erosiva das águas e mantidas em condição que assegurem drenagem eficiente;
- h) Durante a execução, o executante é responsável pela manutenção dos caminhos de serviço sem ônus ao contratante. Todos os danos ou prejuízos que porventura ocorram em propriedades lindeiras, durante a execução dos serviços são de responsabilidade exclusiva do executante.

7.4.5 Controle Geométrico

Os levantamentos topográficos devem apontar se a altura e a largura da plataforma nos cortes atendem à seção transversal especificada no projeto. Os taludes em corte devem apresentar, após operações de terraplenagem, a inclinação indicada no projeto. As verificações devem ser realizadas, pela executante e pela fiscalização, desde o início e até o término das escavações, de modo a permitir as que sejam executadas correções, sempre que houver necessidade. O acabamento da plataforma resultante deve atender à conformação da seção

transversal indicada no projeto. As tolerâncias admitidas para acabamento dos taludes e plataforma de terraplenagem são seguintes:

- a) Variação de altura máxima, para eixos e bordas, escavação em solo: $\pm 0,05$ m;
- b) Variação de altura máxima, para eixos e bordas, escavação em rocha: $\pm 0,10$ m;
- c) Variação máxima de largura de + 0,20 m para cada semi-plataforma não se admitindo variação negativa.

7.4.6 Aceitação

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que sejam executados de acordo com esta especificação e o controle geométrico esteja dentro da faixa de tolerância permitida. Os serviços rejeitados devem ser corrigidos ou complementados.

7.4.7 Controle ambiental

Nas operações de escavação é exigida a adoção dos seguintes procedimentos. Nas áreas de cortes:

- a) Evitar o quanto possível o trânsito dos equipamentos e veículos de serviço fora das áreas de trabalho; evitar o excesso de carregamentos dos veículos e controlar a velocidade usada;
- b) Aspergir água permanentemente nos trechos poeirentos, principalmente nas passagens por áreas habitadas;
- c) O revestimento vegetal dos taludes, quando previsto, deve ser executado imediatamente após a execução dos cortes;
- d) Implantar, caso necessário, sistema de drenagem provisório e de controle de processos erosivos, como carreamento.

Nas áreas de empréstimo:

- a) A empresa executante deve licenciar a área de empréstimo, localizada fora da faixa de domínio, junto ao órgão ambiental responsável, antes do início de qualquer atividade na área;
- b) O desmatamento, destocamento e limpeza, devem ser executados dentro do limite da área licenciada, e o material retirado deve ser estocado de forma que, após a exploração do empréstimo, o solo orgânico possa ser reutilizado na recuperação da área;
- c) Não é permitida a queima da vegetação removida;
- d) Deve ser evitada a localização de empréstimo em áreas com restrições ambientais e de boa aptidão agrícola;

- e) Não devem ser explorados empréstimos em áreas legalmente protegidas tais como: reservas ecológicas ou florestais, de preservação cultural, ou mesmos em suas proximidades;
- f) O tráfego de equipamentos e veículos de serviço deve ser controlado para evitar a implantação de vias ou trilhas desnecessárias;
- g) As áreas de empréstimo devem ser mantidas, durante sua exploração, convenientemente drenadas de modo a evitar o acúmulo das águas, bem como os efeitos da erosão;
- h) A exploração deve se dar de acordo com o projeto aprovado pela fiscalização e licenciado ambientalmente; qualquer alteração deve ser objeto de complementação do licenciamento ambiental;
- i) Imediatamente após o término da sua exploração, a área deve ser recuperada, considerando no mínimo: - a reconformação da topografia de modo a não provocar pontos de alagamentos, e a não permitir a formação de sulcos erosivos, além de buscar restabelecer a conformação conforme o entorno da área; - a implantação de sistema de drenagem que complemente a atividade acima, auxiliando no escoamento das águas de modo a complementar a função de reconformação topográfica da área. Deve-se buscar ao máximo a utilização de canaleta coberta com grama em placa;
- j) A cobertura com grama em placas ou hidrossemeadura nos taludes e platôs formados. Antes de iniciar a regeneração, a camada superior do solo, estocada na fase de limpeza, deve ser espalhada no platô.

7.4.8 ATERRO COMPACTADO

Os materiais a serem utilizados na execução dos aterros devem ser provenientes de áreas dos cortes no próprio talude do trecho considerado, após a devida caracterização e seleção com base em estudos geotécnicos.

Tais materiais deverão atender a vários requisitos, em termos de características mecânicas e físicas, conforme se registra a seguir:

- a) Ser preferencialmente utilizados, em conformidade com sua qualificação e destinação prévia fixada em projeto.
- b) Ser isentos de matérias orgânicas, micáceas ou diatomáceas. Não devem ser constituídos de turfas ou argilas orgânicas.
- c) Para execução do corpo do aterro, o solo deverá apresentar capacidade de suporte adequada ($ISC \geq 2\%$) e expansão menor ou igual a 4%, quando determinados por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de compactação – Norma DNER-ME 129/94 (Método A)

- Ensaios de Índice de Suporte Califórnia – ISC – Norma DNER-ME 49/94, com energia do Ensaio de Compactação (Método A).
 - Ensaios de cisalhamento direto – Norma ASTM D 3080, com 4 (quatro) níveis de tensão: 50,0, 100,0, 200,0 e 300,0 kPa.
- d) Para efeito de execução da camada final do aterro – com 60,0cm de espessura, situada sobre o corpo do aterro – apresentar dentro das disponibilidades e em consonância com os preceitos de ordem técnico-econômica, a melhor capacidade de suporte e índice de expansão menor ou igual a 2%, cabendo a determinação dos valores de CBR e de expansão pertinentes, por intermédio dos seguintes ensaios:
- Ensaio de compactação – Norma DNER-ME 129/94 (Método B)
 - Ensaios de Índice de Suporte Califórnia – ISC – Norma DNER-ME 49/94, com energia do Ensaio de Compactação (Método B).
- e) Para o corpo do aterro dois tipos distintos de solo deverão ser considerados, a saber:
- Especificação 1.1 - Aterro do tardo do muro de gabião – solo argilo-arenoso, proveniente dos cortes em solo residual;
 - Especificação 1.2 - Aterro acima do muro de gabião— solo sem controle tecnológico, proveniente dos cortes em saprolito.

Deverá haver um tratamento prévio dos solos, ou seja, estes deverão apresentar umidades próximas à faixa especificada, destorroados e homogeneizados.

O solo deverá ser basculado e espalhado sobre a área em camadas de até 30cm. Quando necessário deverá ser feita a correção de umidade por aspersão d'água com caminhão pipa ou gradeamento, conforme especificação de projeto. Após a correção da umidade deverá ser realizado o gradeamento para fins de homogeneização.

A compactação deverá ser feita com rolo liso vibratório (tipo CA 25 ou similar) sendo o número de passadas definidas no campo a partir de experimentos na 1ª camada.

Após a compactação, a camada deverá ser avaliada e liberada, conforme especificações a seguir. Com a camada liberada, realiza-se a colocação da próxima camada.

A liberação das camadas deverá atender as condições mínimas de 96%, média de 98% e máxima de 103% do Grau de Compactação (GC) e Desvio de Umidade (Δh), de +1% e -2% em relação a umidade ótima do ensaio Proctor Normal.

Caso não seja liberada a camada, devido ao GC, passadas suplementares poderão ser executadas. Caso o motivo seja a umidade, deve-se trabalhar o material com escarificação e gradeamento e, caso necessário, realizar a sua substituição.

7.5 REVEGETAÇÃO

7.5.1 PROTEÇÃO SUPERFICIAL COM GEOMANTA

A geomanta é indicada para situações de talude suscetíveis a processos erosivos, com pequenas alturas e inclinação suave. Destaca-se por sua flexibilidade e praticidade, pois começa a trabalhar imediatamente após ser instalada, revestindo e protegendo o solo da ação da chuva e do vento, principais causadores dos processos erosivos.

Sua função, além daquelas já mencionadas acima, é também facilitar o crescimento da vegetação, pois retém os insumos utilizados tais como: corretivos, fertilizantes, sementes e condicionadores de solo, pois em declividades superiores a 10 graus o carreamento destes materiais ocorre devido ao escoamento superficial.

É aplicada diretamente sobre o talude já regularizado e a ele é ancorado através de grampos metálicos. Posteriormente é semeado e coberto com terra vegetal. Sua função é a de confinar as partículas com as quais é preenchido, facilitando o crescimento da vegetação e garantindo uma boa interação solo/material através da fixação das raízes. Em casos particulares pode ser necessário recorrer ao processo de hidrossemeadura para acelerar o crescimento da vegetação.

7.5.2 SEMEADURA

Para compor o revestimento vegetal é necessário fazer o preparo do solo. Primeiramente será efetuada a correção nutricional, em seguida o micro-coveamento, ou seja, covas pequenas e próximas umas as outras, com profundidade suficiente para reter os insumos aplicados, por fim, a aplicação manual das sementes e dos insumos necessários.

Em cada talude será aplicado uma mistura de sementes de gramíneas, que apresentam rápido crescimento e contribuem para a sustentabilidade do sistema, devido as características de seu sistema radicular e sua grande capacidade de produção de biomassa; em conjunto com as sementes de leguminosas, que tem alta capacidade reprodutiva, seu sistema radicular favorece uma maior coesão das partículas do solo nas camadas mais profundas, além de apresentar baixa exigência nutricional e contribuir significativamente para a fixação biológica de nitrogênio.

7.5.3 HIDROSSEMEADURA

7.5.3.1 Acerto e regularização do terreno / Preparo do solo

Estas etapas seguem os mesmos procedimentos que são utilizados para as biomantas antierosivas.

7.5.3.2 Insumos

As sementes a serem utilizadas deverão conter referências à porcentagem de pureza e ao poder germinativo. A seleção das espécies deve basear-se em critérios de adaptabilidade edafoclimática, rusticidade, capacidade de reprodução e perfilhamento, velocidade de crescimento e facilidade de obtenção de sementes.

As espécies aqui apresentadas pertencem a duas famílias botânicas: as gramíneas e as leguminosas. Devido à similaridade quanto às suas características de interesse elas serão descritas e agrupadas conforme segue:

- Gramíneas: apresentam crescimento rápido, baixa exigência em fertilidade do substrato e alta capacidade de perfilhamento. Contribuem para a sustentabilidade do sistema através do fornecimento de matéria orgânica, devido a sua grande capacidade de produção de biomassa.
- Leguminosas: apresentam alta capacidade reprodutiva, baixa exigência em fertilidade e melhoram as características do substrato através da fixação biológica de nitrogênio atmosférico. Devido às características de desenvolvimento do sistema radicular, favorecem a estabilidade das camadas mais profundas do solo.

Apresenta-se a seguir a tabela de espécies e quantidades utilizadas no processo de hidrossemeadura:

Tabela 2 – Relação de espécies e quantidades médias a serem utilizadas

Nome Comum	Nome Científico	Quantidade (Kg / ha) / Declividade	
		< 45°	≥ 45°
Aveia-preta	<i>Avena strigosa</i>	20	30
Braquiária	<i>Brachiaria decumbens</i>	40	60
Braquiaraço	<i>Brachiaria bryzantha</i>	20	30
Feijão guandu	<i>Cajanus cajan</i>	20	30
Calopogônio	<i>Calopogonium mucunoides</i>	10	20
Capim-gordura	<i>Melinis minutiflora</i>	40	80
Crotalária	<i>Crotalaria spectabilis</i>	20	30
Nabo forrageiro	<i>Raphanus sativus</i>	20	10

OBS.: A quantidade e proporção de sementes poderá variar de acordo com o tipo de material do talude e inclinação, após a avaliação pelo técnico responsável.

Tabela 3 - Quantidades totais de insumos a serem aplicadas

INSUMOS BÁSICOS	QUANTIDADE (Kg/ha)
1 - Sementes	150 - 300
2 - Fertilizantes	1.000 - 1.500

2.1 - Adubo NPK 4-14-8	500 - 750
2.2 - Fosfato Natural	500 - 750
3 - Adubação de cobertura	
3.1 - Sulfato de amônia	80 - 250
3.2 - Superfosfato simples	80 - 250
4 - Mulch	1.000 - 1.500
5 - Adesivo orgânico	150 - 300
6 - Composto orgânico	2.000 - 5.000

OBS.: A mistura a ser aplicada é dimensionada para 5.000 litros de água, correspondente à carga de aplicação para 1.000 m² de superfície de talude, por via aquosa (hidrossemeadura). A adubação de cobertura deverá ser realizada de 45 a 60 dias após a germinação, mediante avaliação técnica.

7.6 VIGA ESTAQUEADA

7.6.1 Objetivo

A viga estaqueada tem como finalidade trabalhar como estrutura de apoio independente com função de receber as cargas da estrutura de contenção e da camada de solo acima da drenagem e distribuir nas estacas. A viga de concreto suporta as cargas solicitadas e distribui nas estacas, para que não haja solicitação na estrutura vigente.

7.6.2 Concreto

O concreto será importado de usina dosado racionalmente para resistência característica à compressão de 30MPa.

7.6.3 Transporte, Preparo da Superfície e Lançamento

A concretagem das peças moldadas no local somente será realizada após a liberação por parte da fiscalização. O concreto deverá manter as características originais do traço liberado para uso, sob pena de rejeição da carga.

Deve-se adotar medidas e/ou equipamentos, com a finalidade de evitar a segregação no transporte e lançamento.

No caso de lançamento com distâncias verticais superiores a 2m, poderão ser utilizados trombas, funis ou calhas previamente aprovadas pela fiscalização. A diminuição da altura poderá ser obtida através de abertura de janelas laterais nas formas. A altura das camadas de concretagem será fixada em função das dimensões das peças e de acordo com a NBR 6118.

- a) Adensamento: O concreto moldado no local será vibrado mecanicamente por meio de vibradores de imersão com diâmetro compatível para obtenção de máxima compacidade.

O vibrador de imersão deverá operar verticalmente e a penetração será feita com seu peso próprio. Deve-se evitar contato direto com a armadura ou as formas e sua retirada deverá ser lenta para não ocasionar a formação de vazios. A agulha deverá penetrar não mais do que $\frac{3}{4}$ de seu comprimento, e deve alcançar a camada recém-lançada e também a anterior, enquanto esta não tiver iniciado processo de pega. Isto assegura boa homogeneidade e união entre as duas camadas e previne a formação de juntas frias.

A quantidade de vibradores e respectivas potências serão determinadas de acordo com o volume de concreto a ser adensado. As aplicações sucessivas serão realizadas à distância máximas equivalente ao raio de ação de vibração.

Serão tomadas todas as precauções para evitar a formação de ninhos, alteração na disposição das armaduras, e a formação excessiva de nata na superfície ou segregação do concreto.

- b) Cura e Proteção do Concreto: Enquanto não for atingido endurecimento satisfatório, o concreto será protegido de chuva torrencial, agentes químicos, choque e vibração com intensidade tal que produza fissura na massa ou não aderência da armadura ao concreto.

A proteção contra a secagem prematura visa evitar ou reduzir os efeitos da retração por secagem e fluência, ao menos durante os primeiros sete dias após o lançamento. Esta será realizada mantendo-se umedecida a superfície, através da utilização de película impermeável, ou ainda o emprego de mantas hidrófilas.

O tempo de cura poderá ser aumentado, de acordo com a natureza do cimento da obra. Compostos químicos somente poderão ser empregados com aprovação da fiscalização.

- c) Controle Tecnológico: O controle da qualidade do concreto fresco e endurecido será realizado de acordo com as especificações técnicas constantes das Normas Brasileiras NBR 6118 e NBR 14931, sendo este processo supervisionado pela fiscalização.

- d) Formas: Serão executadas rigorosamente conforme dimensões indicadas em projeto, com material de boa qualidade e adequado ao tipo de acabamento da superfície do concreto por ele envolvido.

Antes do início da concretagem, as formas serão molhadas até saturação, e o excesso de água será escoado até furos nas formas, que serão vedados em seguida.

As juntas serão vedadas e a superfície em contato com o concreto deverá estar isenta de impurezas prejudiciais à qualidade do acabamento.

O emprego de aditivos especiais, aplicados nas paredes internas das formas para facilitar a desforma, somente poderão ser utilizados, mediante aprovação prévia da fiscalização e de forma a não produzir manchas ou alterações no aspecto externo das peças.

- e) Aços: Para as armaduras, serão empregadas barras de aço de seção circular, de diversas bitolas do tipo CA-50/CA-60 conforme indicação do projeto estrutural. Serão observados os números de camadas, diâmetros de dobramento e espaçamento. Deverão ser cortadas e dobradas de acordo com os detalhes do projeto.

Antes e depois da colocação em posição, a armadura deverá estar perfeitamente limpa, sem ferrugem, pintura, graxa, terra, cimento ou qualquer outro elemento que possa prejudicar sua aderência ao concreto ou sua conservação. A impureza será retirada com escova de aço ou qualquer tratamento equivalente.

- f) Preparo, lançamento e cura do concreto: O concreto para toda obra será importado de usina e ter consistência adequada. O traço será determinado em função dos agregados locais. A cura do concreto deverá ser cuidadosa, devendo ser molhado de forma abundante, depois de endurecido.

7.7 SACOS SOLO CIMENTO

Saco de solo-cimento é uma mistura de solo, cimento e, geralmente, água, colocada em sacos de tecido ou plástico para uso em construção civil. Essa é utilizada principalmente em obras de contenção, estabilização de encostas e construção de pequenas estruturas técnicas de retenção. O solo-cimento dentro dos sacos resiste ao longo do tempo, criando uma estrutura sólida e resistente.

7.7.1 Materiais

- Cimento Portland comum;
- Sacos de aniagem;
- Solo local; e
- Cimento Portland.

7.7.2 Execução

Deve ser utilizado, preferencialmente, solo arenoso local devidamente preparado no canteiro de obras, para a posterior e imediata mistura e homogeneização com cimento.

A mistura deve ser efetuada em atendimento à proporção de 1:10 à 1:15 em volume, o que corresponde estimativamente a porcentagem em peso entre 4% e 6% de cimento.

Efetuada a mistura na umidade natural do solo, a contratada deve proceder o umedecimento da mistura através da passagem do carro pipa, até que a sua aparência seja a de uma farofa úmida de colocação uniforme.

A mistura homogeneizada deve ser colocada em sacos de aniagem de poliéster, ou similares. Deve ser preenchido cerca de 2/3 do volume útil do saco.

Os sacos de solo-cimento devem ser transportados e gradualmente depositados, no local de construção do muro, e compactados manualmente.

Antes da disposição dos primeiros sacos, deve ser executada camada de concreto magro na nas dimensões indicadas em projeto.

A disposição e amarração dos sacos e a inclinação mínima de seu paramento externo devem obedecer ao discriminado em projeto.

Os sacos de solo-cimento podem, também, ser utilizados em restaurações de taludes que sofreram escorregamentos.

Quando o muro servir para contenção de encosta de solo muito argiloso, deve ser prevista a substituição de alguns sacos por geotêxteis ou de elementos de drenagem interna para pro- mover a drenagem do maciço.

O muro, após sua conclusão, pode sofrer revestimento em concreto magro ou por solo vege- tal, para sua adequada proteção contra as erosões.

Os serviços de reaterro e aterro, para a incorporação ao maciço ou talude a ser contido, de- vem ser iniciados após a conclusão parcial ou total dos muros.

7.7.3 Controle

O muro deve ser executado em atendimento às especificações e desenhos de projetos. Devem ser controladas a localização e dimensões do muro.

Devem ser verificadas as características da mistura em termos de teor de cimento e resistência à compressão simples, conforme dados de projeto.

7.7.4 Equipamentos

Antes do início dos serviços todo equipamento deve ser examinado e aprovado pelo responsável da obra. O equipamento básico para execução da contenção em sacos de solo-cimento compreende as seguintes unidades:

- a) placas vibratórias e sapos mecânicos;
- b) motoniveladoras e grades de disco;

- c) carros pipas;
- d) rolos compactadores, para aterros ou reaterros constituindo do maciço ou talude;
- e) caminhões basculantes;
- e) pás, picaretas e outros.

7.8 CONTRAFORTES ANCORADOS

7.8.1 Definição

Contrafortes são estruturas feitas de concreto armado que recebem a tração de tirantes para contenção de encostas. Normalmente, os tirantes são elementos de aço compostos por cabos ou por uma monobarra.

Estes elementos são introduzidos no terreno em perfuração previamente executada. Logo após é feita injeção de calda de cimento ou de outro aglutinante na parte inferior destes elementos, formando o bulbo de ancoragem, que é ligado à parede estrutural, pelo trecho não injetado do elemento resistente à tração e pela cabeça do tirante.

7.8.2 Descrição e forma de execução do serviço:

- 1) Os trabalhadores, inclusive terceirizados, somente após o treinamento é que podem exercer as tarefas e atividades que envolvem os procedimentos de qualidade, proteção ao meio ambiente, saúde e segurança ocupacional.
- 2) As atividades são executadas pelo pessoal de produção com a supervisão e inspeção do encarregado e/ou engenheiro.

7.8.3 Limpeza e preparo do local

A obra deverá estar sempre limpa, sendo o entulho transportado para locais licenciados, com a devida ciência da fiscalização. Deverão ser mantidas perfeitas condições de acesso às moradias do entorno e o tráfego local.

7.8.4 As perfurações

- 1) As perfurações para a execução das ancoragens deverão ser feitas com equipamentos apropriados.
- 2) Os comprimentos e as inclinações dos furos deverão atender as indicações do projeto.

7.8.5 Os tirantes

- 1) Serão utilizados tirantes de barra, com carga de trabalho definida em projeto.

- 2) Os tirantes serão constituídos por barras de aço definido em projeto.
- 3) Todos os tirantes deverão ter proteção anticorrosiva de fábrica e conferidas previamente a sua instalação.
- 4) As luvas deverão receber tratamento anticorrosivo idêntico ao dos tirantes.
- 5) O preenchimento do espaço entre a barra e o tubo, com calda de cimento, deverá ser feito antes da instalação dos mesmos, vertendo-se calda por uma das extremidades do tubo até observar a saída da mesma na extremidade oposta.
- 6) A estocagem, a pintura e a secagem dos tirantes, luvas e acessórios deverão ser feitas em local apropriado.

7.8.6 As injeções

- 1) Completada a perfuração, deverá ser procedida à limpeza do furo, colocação dos tirantes e, logo em seguida, preenchimento integral do mesmo com calda de cimento.
- 2) Todas as ancoragens deverão ser tipo reinjetável.
- 3) A calda utilizada deverá ter relação água / cimento de 1:2. As injeções executadas por estágios, iniciando-se pela válvula inferior para confecção da bainha. Após o endurecimento destas as válvulas deverão ser injetadas uma-a-uma, sob pressão.
- 4) O preparo da calda de cimento deverá ser feito em agitadores mecânicos, não sendo permitido a mistura manual.
- 5) Para confecção da calda para injeção, deverá ser usado cimento portland comum.
- 6) As injeções deverão ser feitas com auxílio de bombas capazes de desenvolver pressões conforme definidos em projeto e /ou especificações do órgão.

7.8.7 Ensaios, protensão e incorporação dos tirantes.

- 1) Todas as ancoragens deverão ser submetidas a ensaios de recebimento conforme definido em projeto e/ou especificações do órgão contratante, sendo 02 de qualificação e 02 de fluência, sendo que as últimas poderão ser simultaneamente.
- 2) Um dos ensaios de qualificação e fluência deverá logo ser efetuado na primeira ancoragem executada, de modo a permitir a análise dos ensaios de recebimento a serem feitos a seguir.
- 3) Em todos os ensaios, as medições dos deslocamentos deverão ser feitas em relação a uma referência externa, fixada fora da área dos movimentos localizados da cortina.
- 4) As ancoragens que não atenderem as condições de aceitação poderão ser reinjetadas e novamente ensaiadas.

- 5) As ancoragens que suportarem a carga limite de ensaio e cujos alongamentos elásticos observados nos ensaios não atendem aos limites expostos nas normas e/ou especificações poderão ser reavaliadas para verificar se podem ser aceitas mesmo assim.
- 6) O comprimento do trecho poderá ser aumentado, a critério da fiscalização, se não conseguir atingir a carga de ensaio após 03 (três) reinjeções.
- 7) O ensaio e a protensão só poderão ser realizados, no mínimo, quando forem transcorridos 7 (sete) dias após a injeção e 7 (sete) após a concretagem da cortina.

7.8.8 Proteção das cabeças das ancoragens

- 1) As ancoragens deverão ter suas cabeças protegidas por calda de cimento conforme indicado em projeto e/ou especificações, posteriormente ao ensaio, protensão e pinturas com zarcão e epóxi.
- 2) As placas de ancoragens deverão ser providas com furo de diâmetro de 20 mm, ao lado do furo destinado a passagem do tirante para permitir o preenchimento do espaço entre o tirante e a cortina ou perfuração, após o ensaio e a incorporação da ancoragem. Alternativamente, poderão ser deixados dutos plásticos por ocasião da concretagem com a mesma finalidade.

7.8.9 Execução do contraforte

7.8.9.1 Concreto

- 1) O concreto a ser empregado no contraforte deverá apresentar uma tensão mínima de ruptura aos 28 dias de 30 MPa ou especificações de projeto.
- 2) A cura do concreto deverá prolongar-se por um período mínimo de 7 dias, durante o qual o concreto deverá ser mantido constantemente úmido.
- 3) Alternativamente a cura poderá ser feita mediante borrifo com produtos para cura ("Curing"), imediatamente após a desforma.

7.8.9.2 Formas, escoramentos e armaduras.

- 1) As formas e escoramentos deverão ser executados conforme as especificações e/ou projetos.
- 2) As armaduras deverão ser colocadas conforme indicação de projeto e/ou especificações e mantidas nesta posição durante a operação de concretagem.
- 3) O cobrimento mínimo das armaduras deverá ser de 4cm conforme especificado nos desenhos dos projetos.

- 4) As emendas dos ferros corridos deverão ser feitas com transpasso mínimo de 65 Φ (diâmetro igual ao diâmetro da barra a ser emendada)

7.8.9.3 Materiais e equipamentos mínimos recomendados para execução do serviço

- Betoneira adequada ao volume de concreto a ser lançado;
- Concreto (usinado ou rodado em obra);
- Motores vibradores elétricos e/ou a combustível;
- Mangotes de vibradores elétricos e/ou a combustível;
- Argamassa cimento e areia;
- Peças pré-moldadas;
- Tela de aço;
- Barras de aço;
- Formas para corpo de prova e slump teste;
- Brita.

7.9 MURO DE GABIÃO

7.9.1 Generalidades

Nesse item são apresentadas as especificações para a implantação do muro de contenção em gabião.

Trata-se de estruturas de arrimo tipo gravidade, flexíveis e permeáveis, constituídas por caixas de tela metálica em malha hexagonal de dupla torção, preenchidas por pedra de mão ou britadas, cujo diâmetro deve estar entre uma vez e meia a duas vezes e meia a máxima abertura da malha.

Estas caixas, em forma de cubos, devem ser montadas nos locais designados para as referidas confecções, através de superposições sucessivas de elementos, constituindo a estrutura do muro projetado. As caixas devem ser adequadamente solidarizadas através de tirantes metálicos de forma a promover as devidas amarrações.

A locação, posicionamento e dimensões dos gabiões estão apresentados nos desenhos de projeto básico.

Antes da implantação desta estrutura deverão ser removidos a vegetação, o solo orgânico e possíveis materiais moles/fracos na área da fundação.

7.9.2 Materiais

- **Caixas de Gabião**

Os gabiões que irão estruturar a base do maciço de solo compactados terão suas caixas confeccionadas com telas em malha hexagonal de dupla torção tipo 8x10cm e diâmetro = 2,7mm. A malha é obtida pelo entrelaçamento de arames de acordo com a NBR 10514 e ASTM 975. O arame utilizado na fabricação do gabião e nas operações de amarração e atirantamento durante sua construção devem ser de aço recozido de acordo com as especificações da NBR 8964 e ASTM 641, que indicam uma tensão de ruptura média de 38 a 48 kg/mm², com proteção superficial antioxidação (banho alumínio-zinco). Os arames para amarração, atirantamento e reforço interno devem ter diâmetro de 2,2mm e sua quantidade em relação ao peso dos gabiões caixa é de 8%.

Os gabiões tipo caixa deverão ser preenchidos com pedras justapostas de maneira a formar a menor quantidade de vazios possível, o que resultará em um elevado peso específico e no intertravamento das pedras que proporcionará maior rigidez à estrutura.

- **Pedra de Mão**

Os blocos de pedra deverão ser originários de rocha sã, não friável, apresentando os mesmos requisitos exigidos para a pedra britada. Recomenda-se a utilização de material resistente e de elevado peso específico, excluindo-se aqueles que se decomponham. A faixa granulométrica deve ser aquela com diâmetros entre uma vez e meia e duas vezes e meia a máxima abertura da malha, ou seja, $15 < d < 25$ cm, preferindo-se pedras com formato paralelepípedo (placóide) para constituir também um bom acabamento na face principal externa.

- **Manta Geotêxtil (Manta Geotêxtil Bidim RT-14 ou similar)**

Trata-se de uma manta geotêxtil não tecido 100% poliéster, com resistência a tração longitudinal mínima de 14 KN/m e tração transversal mínima de 12 KN/m. Este elemento deverá ser instalado no contato do muro com o aterro compactado.

No gabião caixa a manta geotêxtil é colocada na parte interna no muro, entre o reaterro e o gabião e dependendo da coesão do solo de fundação na base do gabião.

No gabião tipo colchão Reno, a manta geotêxtil é colocada sob o gabião de modo que este fique apoiado em toda a sua superfície.

Os traspasses de cada peça de manta geotêxtil devem ser de 30 cm no sentido longitudinal e transversal das emendas.

É extremamente importante que todas as faces/superfícies do gabião em contato com o solo, especificado no projeto, estejam apoiadas ou cobertas pela manta geotêxtil, pois o seu uso facilita a drenagem, melhora a coesão do solo nas fundações e aumenta a característica monolítica da estrutura.

- **Aterro compactado**

Os materiais a serem utilizados na execução dos aterros devem ser provenientes de áreas dos cortes no próprio talude do trecho considerado, após a devida caracterização e seleção com base em estudos geotécnicos.

Tais materiais deverão atender a vários requisitos, em termos de características mecânicas e físicas, conforme se registra a seguir:

- a) Ser preferencialmente utilizados, em conformidade com sua qualificação e destinação prévia fixada em projeto.
- b) Ser isentos de matérias orgânicas, micáceas ou diatomáceas. Não devem ser constituídos de turfas ou argilas orgânicas.
- c) Para execução do corpo do aterro, o solo deverá apresentar capacidade de suporte adequada ($ISC \geq 2\%$) e expansão menor ou igual a 4%, quando determinados por intermédio dos seguintes ensaios:
 - Ensaio de compactação – Norma DNER-ME 129/94 (Método A)
 - Ensaaios de Índice de Suporte Califórnia – ISC – Norma DNER-ME 49/94, com energia do Ensaio de Compactação (Método A).
 - Ensaaios de cisalhamento direto – Norma ASTM D 3080, com 4 (quatro) níveis de tensão: 50,0, 100,0, 200,0 e 300,0 kPa.
- d) Para efeito de execução da camada final do aterro – com 60,0cm de espessura, situada sobre o corpo do aterro – apresentar dentro das disponibilidades e em consonância com os preceitos de ordem técnico-econômica, a melhor capacidade de suporte e índice de expansão menor ou igual a 2%, cabendo a determinação dos valores de CBR e de expansão pertinentes, por intermédio dos seguintes ensaios:
 - Ensaio de compactação – Norma DNER-ME 129/94 (Método B)
 - Ensaaios de Índice de Suporte Califórnia – ISC – Norma DNER-ME 49/94, com energia do Ensaio de Compactação (Método B).
- e) Para o corpo do aterro dois tipos distintos de solo deverão ser considerados, a saber:
 - Especificação 1.1 - Aterro do tardo do muro de gabião – solo argilo-arenoso, proveniente dos cortes em solo residual;
 - Especificação 1.2 - Aterro acima do muro de gabião— solo sem controle tecnológico, proveniente dos cortes em saprolito.

Deverá haver um tratamento prévio dos solos, ou seja, estes deverão apresentar umidades próximas à faixa especificada, destorroados e homogeneizados.

O solo deverá ser basculado e espalhado sobre a área em camadas de até 30cm. Quando necessário deverá ser feita a correção de umidade por aspersão d'água com caminhão pipa ou gradeamento, conforme especificação de projeto. Após a correção da umidade deverá ser realizado o gradeamento para fins de homogeneização.

A compactação deverá ser feita com rolo liso vibratório (tipo CA 25 ou similar) sendo o número de passadas definidas no campo a partir de experimentos na 1ª camada.

Após a compactação, a camada deverá ser avaliada e liberada, conforme especificações a seguir. Com a camada liberada, realiza-se a colocação da próxima camada.

A liberação das camadas deverá atender as condições mínimas de 96%, média de 98% e máxima de 103% do Grau de Compactação (GC) e Desvio de Umidade (Δh), de +1% e -2% em relação a umidade ótima do ensaio Proctor Normal.

Caso não seja liberada a camada, devido ao GC, passadas suplementares poderão ser executadas. Caso o motivo seja a umidade, deve-se trabalhar o material com escarificação e gradeamento e, caso necessário, realizar a sua substituição.

7.9.3 Execução de obra

Os trabalhos para a implantação das obras de gabiões, em particular as escavações necessárias ao assentamento de suas bases, devem ser feitos nos tamanhos e formas estipulados pelo projeto, no intuito de garantir uma adequada fundação para as obras de gabiões. Findada toda a etapa de corte, escavação, preparo de fundação eventuais escoramentos que se fizerem necessários, proceder-se-á a execução das peças, conforme se segue.

- **Montagem**

Abrir os fardos e desdobrar cada unidade sobre uma superfície rígida e plana tirando as eventuais irregularidades.

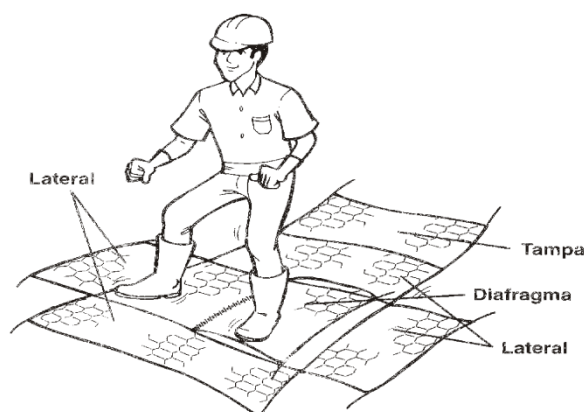


Figura 7-12 – Abertura da gaiola para retirar imperfeições.

Levantar as laterais e os diafragmas na posição vertical. Juntar os cantos superiores com os arames grossos que saem dos mesmos.

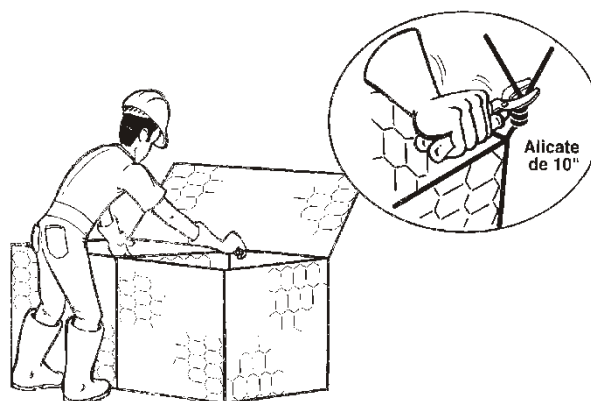


Figura 7-13 – Montagem das gaiolas.

Costurar as arestas em contato e os diafragmas com as laterais. A costura deve ser executada com o arame de forma contínua passando-se por todas as malhas, alternadamente, com voltas simples e duplas.

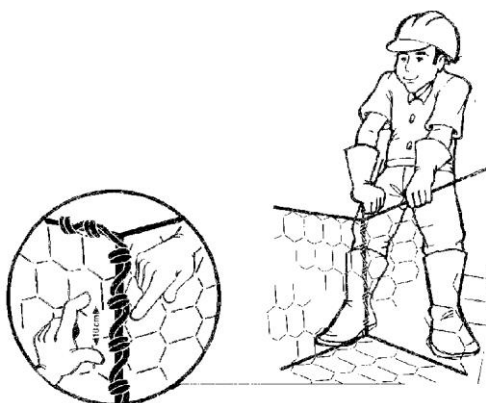


Figura 7-14 – Execução de costura nas arestas.

- **Colocação**

Nivelar a base onde os gabiões serão assentados. Antes do enchimento, costurar os gabiões em contato ao longo de todas suas arestas, tanto horizontais como verticais, com o mesmo tipo de costura.

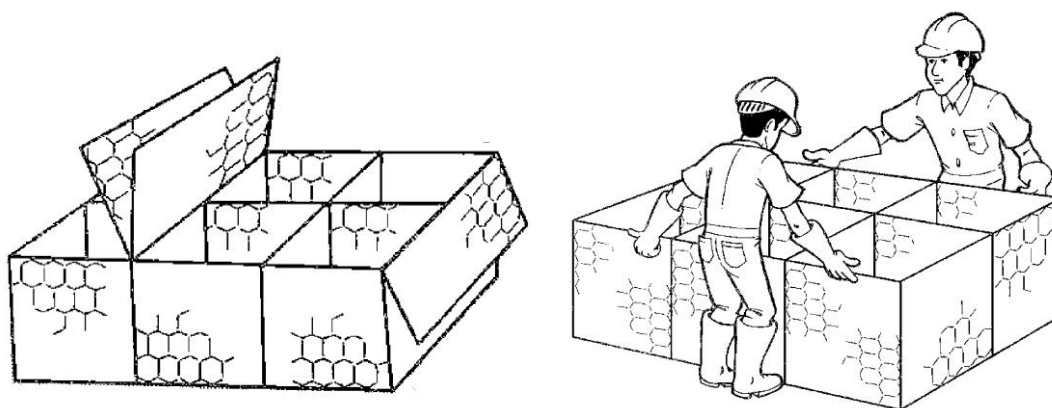


Figura 7-15 – Assentamento das caixas.

- **Enchimento**

O enchimento pode ser feito manual ou mecanicamente. Para se obter um bom acabamento, depois de posicionados vários gabiões caixa, antes de enchê-los, use gabaritos de madeira.

No enchimento, pode-se usar pedra-de-mão ou seixo rolado. No caso da pedra de mão, é recomendada a de procedência granítica. Nesse caso, o peso específico da estrutura em gabiões após preenchida deve ser de pelo menos 20 kN/m³.

Devem ser excluídos, sem restrições, os materiais que possuam baixo peso específico e que se fragmentem com facilidade.

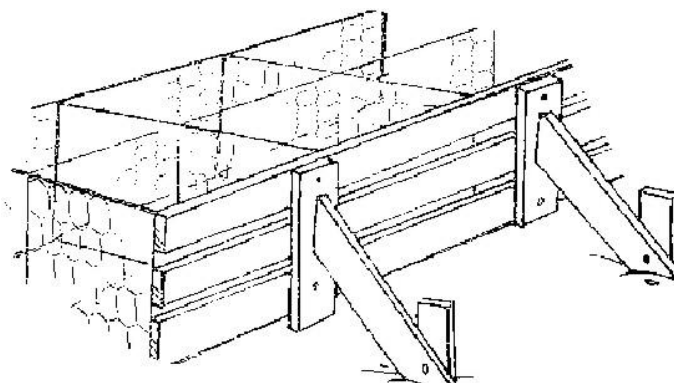


Figura 7-16 – Ancoragem para enchimento.

As pedras devem ter medidas regulares, maiores que o dobro da malha de aço do gabião.

O preenchimento deve permitir a máxima deformabilidade da estrutura, obtendo-se a mínima percentagem de vazios, assegurando assim o maior peso específico.

O enchimento do gabião caixa deve ser feito em três etapas, como segue:

- Encha o gabião até 1/3 de sua capacidade total;
- Coloque os tirantes e encha até 2/3 de sua capacidade total;

- Coloque novamente os tirantes e acabe de encher com até 3 a 5 cm acima da altura do gabião.

Jamais encher uma caixa sem que a caixa ao lado esteja parcialmente preenchida.

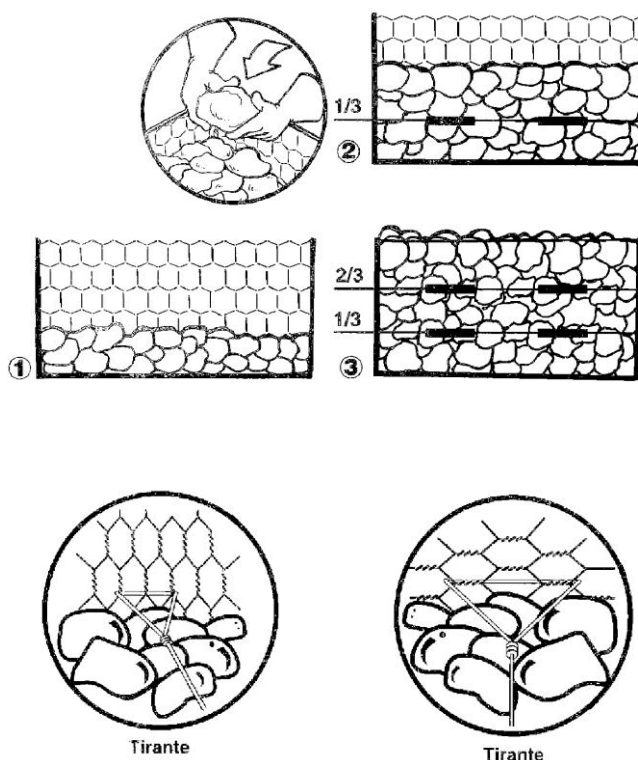


Figura 7-17 – Sequência de enchimento.

• Fechamento

A tampa deve ser dobrada e costurada (com o mesmo tipo de costura) ao longo de todas as arestas incluindo a camada dos gabiões já preenchidos.

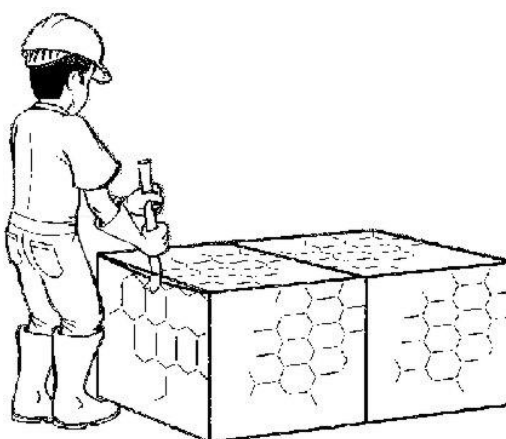


Figura 7-18 – Fechamento da gaiola.

7.10 DESMOBILIZAÇÃO DA OBRA

Ao final da obra deverão ser removidas todas as instalações do canteiro de obra, equipamentos, edificações temporárias, sobras de material, formas, sucatas, etc. A escolha do local de destino do material será de inteira responsabilidade da empresa CONTRATADA.

A CONTRATADA deverá deixar todo o canteiro em condições seguras de utilização.

8 CONTROLE E INSPEÇÕES

8.1.1 GEOMÉTRICO

O controle geométrico da execução das obras será feito mediante levantamentos topográficos, aferindo-se alinhamento, declividade e dimensões através de métodos usuais de construção.

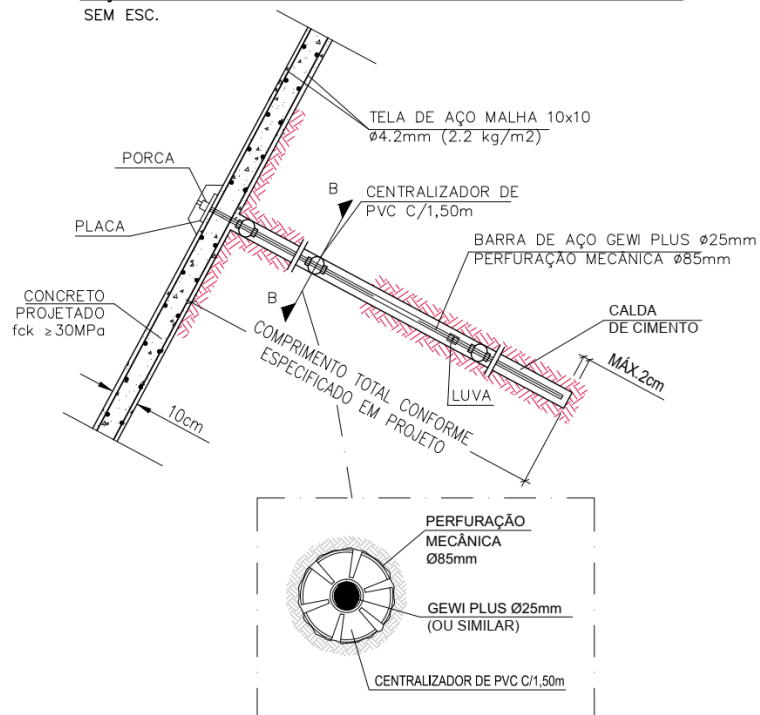
8.1.2 ACABAMENTO

- Deverá ser feito o controle qualitativo dos dispositivos, de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas.
- O controle tecnológico do concreto e tirante será realizado através da execução de ensaios específicos, atendidas as recomendações dos fabricantes e especificações particulares.
- Os resultados de controle de execução deverão ser registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

9 RECOMENDAÇÕES

- Limpar os dispositivos de drenagem.
- O sistema de drenagem deve ter um excelente acabamento lateral, a fim de se evitar o surgimento de processos erosivos nas margens do sistema;
- Todas as intervenções devem ser feitas preferencialmente na época seca, evitando a execução dos cortes em condição de nível d'água elevado, bem como a ocorrência de erosões e/ou rupturas durante a execução dos trabalhos.

SEÇÃO TRANSVERSAL – DETALHE DO GRAMPO GEWI PLUS Ø25mm
SEM ESC.



Rogério Luiz Feijó
Rogério Luiz Feijó

Engenheiro Civil

CREA/RJ 19986102281