



PREFEITURA MUNICIPAL  
DE BELO HORIZONTE

Prefeitura Municipal de Belo  
Horizonte – PBH

Secretaria Municipal de Obras e  
Infraestrutura – SMOBI

Superintendência de  
Desenvolvimento da Capital –  
SUDECAP

Diretoria de Planejamento e  
Controle de Empreendimentos –  
DPLC-SD

Departamento de Controle de  
Informações e Procedimentos –  
DPIT-SD

Gerência de Normas e Padrões  
Técnicos – GENPA-SD

## CADERNO DE ENCARGOS SUDECAP

Este documento faz parte do  
Caderno de Encargos SUDECAP  
disponível no Portal PBH.

São reservados à Prefeitura  
Municipal de Belo Horizonte todos  
os direitos autorais. Desde que o  
documento seja referenciado, é  
permitida a reprodução do seu  
conteúdo. A violação dos direitos  
autorais sujeita os responsáveis às  
sanções cíveis, administrativas e  
criminais previstas da legislação.



**SUDECAP**  
SUPERINTENDÊNCIA DE  
DESENVOLVIMENTO DA CAPITAL

## CAPÍTULO 5

# GALERIA CELULAR E CONTENÇÕES

PUBLICAÇÃO 4ª EDIÇÃO: 08/10/2019

VERSÃO ATUALIZADA: 22/06/2022

### SUMÁRIO

5.	GALERIA CELULAR E CONTENÇÕES .....	2
5.1	OBJETIVO .....	2
5.2	LEGISLAÇÃO APLICÁVEL, NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES .....	2
5.3	CONDIÇÕES GERAIS.....	3
5.4	ENROCAMENTO DE PEDRA DE MÃO.....	5
5.5	CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO.....	7
5.6	GALERIA CELULAR MOLDADA “IN LOCO” .....	8
5.7	GALERIAS PRÉ-MOLDADAS (ADUELAS) .....	11
5.8	JUNTA ELÁSTICA PRÉ-MOLDADA PARA CONCRETO .....	15
5.9	MATERIAL DRENANTE .....	15
5.10	MANTA GEOTÊXTIL .....	16
5.11	DRENO COM TUBO COLETOR .....	17
5.12	DRENO DE ALÍVIO .....	19
5.13	LIGAÇÃO DE DRENO A LATERAL À GALERIA .....	20
5.14	DRENOS LATERAIS DE GALERIA .....	21
5.15	DRENO DE SERVIÇO .....	22
5.16	POÇO DE BOMBEAMENTO .....	22
5.17	ALA DE GALERIA CELULAR .....	24
5.18	POÇO DE VISITA DE GALERIA.....	28
5.19	GRELHA DE POÇO DE VISITA .....	32
5.20	GABIÃO .....	34
5.21	SOLO CIMENTO ENSACADO .....	42
5.22	PAREDE DIAFRAGMA.....	45
5.23	REFERÊNCIAS .....	48



## **5. GALERIA CELULAR E CONTENÇÕES**

### **5.1 OBJETIVO**

O Caderno de Encargos SUDECAP, através deste capítulo, objetiva definir diretrizes para a execução dos serviços envolvidos na execução de galerias celulares, tratamentos de fundo de vale e contenções.

### **5.2 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL, NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES**

Álbum de Projetos Tipo de Drenagem - DNIT, 2018

ASTM A975/11 - Standard Specification for Double-Twisted Hexagonal Mesh Gabions and Revet Mattresses (Metallic-Coated Steel Wire or Metallic-Coated Steel Wire With Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Coating)

ASTM C444/95 - Standard Specification for Perforated Concrete Pipe

ASTM C498/95 - Standard Specification for Perforated Clay Drain Tile

DNER EM 374/97 - Fios e barras de aço para concreto armado

DNIT EM 093/16 - Tubo dreno corrugado de polietileno de alta densidade - PEAD para drenagem rodoviária

DNIT ES 015/06 - Drenagem - Drenos subterrâneos

DNIT ES 016/06 - Drenagem - Dreno sub-superficial

DNIT ES 017/06 - Drenagem - Dreno sub-horizontal

DNIT ES 025/04 - Drenagem - Bueiros celulares de concreto

DNIT ES 026/04 - Drenagem - Caixas coletoras

DNIT ES 030/04 - Drenagem - Dispositivos de drenagem pluvial urbana

DNIT ES 103/09 - Proteção do corpo estradal - Estruturas de arrimo com gabião

Manual de Drenagem de Rodovias - DNIT, 2006

NBR 6118/14 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento

NBR 6120/80 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações

NBR 7200/98 - Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas

NBR 7218/10 - Agregados - Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis

NBR 7477/82 - Determinação do coeficiente de conformação superficial de barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado

NBR 7480/07 - Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado

NBR 8890/18 - Tubo de concreto, de seção circular, para águas pluviais e esgotos sanitários - Requisitos e métodos de ensaio

NBR 8964/13 - Arame de aço de baixo teor de carbono, zincado, para gabiões

NBR 10514/88 - Redes de aço com malha hexagonal de dupla torção, para confecção de gabiões

NBR 12266/92 - Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana - Procedimentos

NBR 15396/18 - Aduelas (galerias celulares) de concreto armado pré-moldadas - Requisitos e métodos de ensaios

NBR 15980/11 - Perfis laminados de aço para uso estrutural - Dimensões e tolerâncias

NBR NM 07/00 - Perfil extrudado à base de cloreto de polivinila (PVC) para juntas de estruturas de concreto

NBR NM 26/09 - Agregados - Amostragem

NBR NM 46/03 - Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 micrômetros, por lavagem

NBR NM 248/03 - Agregados - Determinação da composição granulométrica

### 5.3 CONDIÇÕES GERAIS

A execução das galerias celulares, tanto moldadas “*in loco*” como as pré-moldadas, compreende etapas comuns, a seguir relacionadas:

#### 5.3.1 Locação da obra

- Deverá ser efetuada de acordo com os elementos especificados no projeto, implantando-se piquetes espaçados de 5 m, com a indicação do nivelamento de forma a permitir a determinação dos volumes de escavação. A declividade longitudinal da obra deve ser contínua e seguir os dados do projeto. Tais ações devem ser executadas pela equipe de topografia.
- Durante a execução das galerias celulares de concreto deverão ser tomadas precauções de preservação das condições ambientais, como a remoção do material excedente proveniente de escavação ou sobras, que deve ser retirado das proximidades dos dispositivos e depositado em área de destinação final adequada, em local aprovado pelo FISCAL, de forma a não provocar entupimento e não ser conduzido para os cursos d'água.

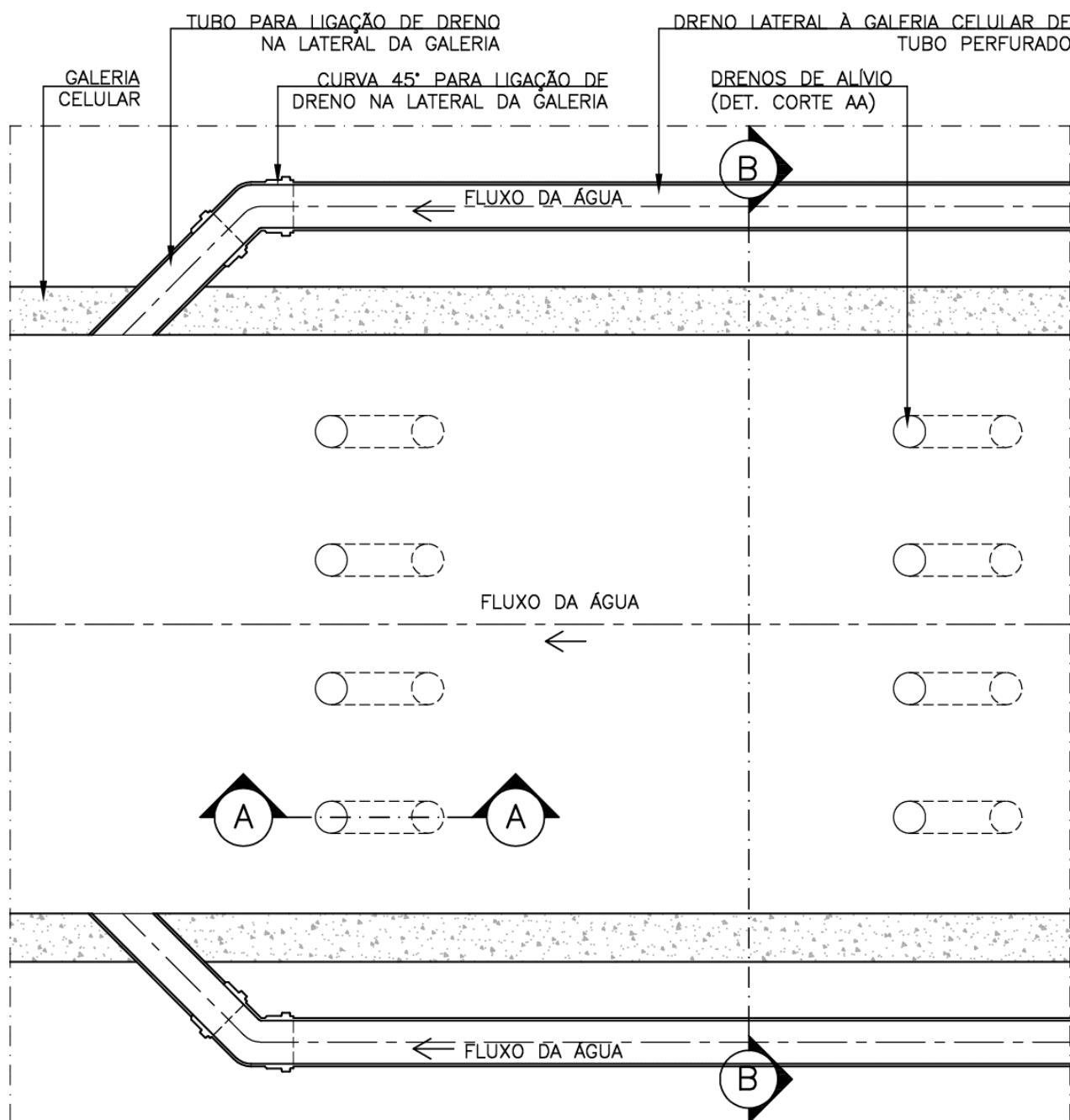
#### 5.3.2 Escavação

Os serviços de escavação necessários à execução da obra podem ser executados manual ou mecanicamente, devendo ser prevista largura adicional de 50 cm para cada lado do corpo. Devem ser observados os seguintes aspectos:

- A escavação deve ser executada de forma a garantir a segurança dos operários envolvidos;
- O preparo do local da obra inicia-se mediante abertura de valas, em conformidade com as dimensões indicadas no projeto, no tocante a taludes de escavação, espaço máximo para trabalho junto à parede da estrutura, com aproveitamento ou não do material escavado, etc.;
- Para melhorar a orientação das profundidades e declividade da canalização recomenda-se a utilização de gabaritos na execução dos berços e assentamento através de cruzetas;
- O curso d'água deve ser desviado quando necessário, mediante autorização da FISCALIZAÇÃO;
- Onde houver necessidade de aterros para se atingir a cota de execução do lastro, estes devem ser executados com material de boa qualidade e compactados em camadas de, no máximo, 15 cm;
- Materiais considerados inadequados, tais como argilas orgânicas, areias fofas, argilas muito plásticas e solos micáceos devem ser removidos, na largura e na profundidade indicadas no projeto, e transportados para fora da área de execução. Caso não esteja indicada a remoção destes materiais no projeto, o FISCAL DE OBRAS deve reportar à FISCALIZAÇÃO DE PROJETOS para que esta acione a CONTRATADA responsável pela elaboração do projeto a avaliar a situação e, se necessário, revisar a solução indicada;
- Após a execução da camada de concreto 1:3:6, será construída a estrutura e, quando for o caso, as alas de entrada e saída, tomando-se todas as precauções necessárias e seguindo as normas estabelecidas nas especificações correspondentes;
- Os talvegues remanescentes e eventuais minas d'água localizados na área comprometida pelos off-sets deverão ser convenientemente drenados, devendo as águas serem encaminhadas para o canal em execução, conforme indicação do projeto.
- Da mesma forma deverão ser preenchidos com solo ou drenadas as bacias porventura formadas pela implantação de uma via, principalmente em trechos de talvegue;
- Enrocamento/Lastro de concreto de regularização;
- Laje inferior, calçadas e vigas inferiores;
- Paredes verticais e alas;
- Laje e vigas superiores.

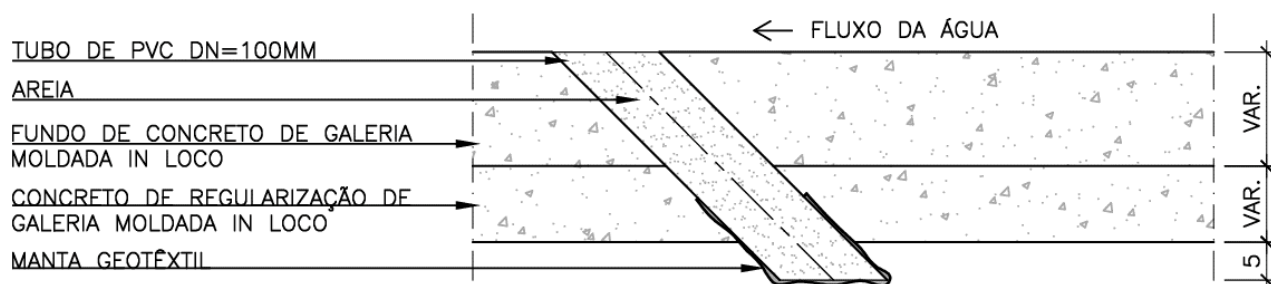
#### 5.3.3 Execução

As especificações e controles dos serviços pertinentes à execução das galerias estão descritos separadamente neste capítulo. As Figuras 1 e 2 ilustram os elementos padronizados das galerias celulares.

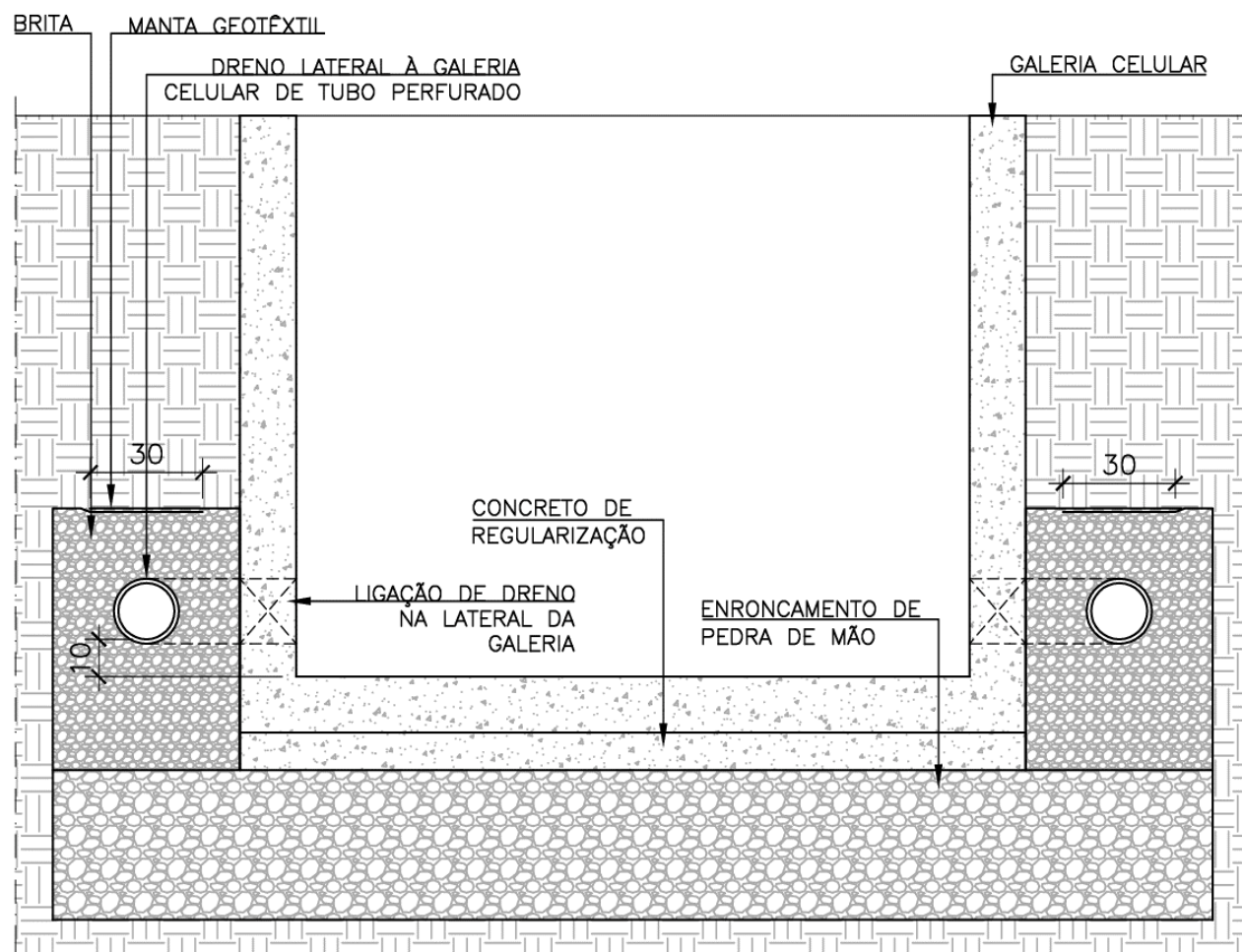


**PLANTA BAIXA – GALERIA CELULAR  
SEM ESCALA**

*Figura 1 - Galeria celular - Planta. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 08/10/2019.*



**CORTE AA – GALERIA CELULAR (DRENO DE ALÍVIO)**  
SEM ESCALA



**CORTE BB – GALERIA CELULAR**  
SEM ESCALA

Figura 2 - Galeria celular - Cortes. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 08/10/2019.

## 5.4 ENROCAMENTO DE PEDRA DE MÃO

### 5.4.1 Definições

Enrocamento de pedra de mão jogada e arrumada somente deve ser executado com pedra Gnaiss. O enrocamento é a camada de base das galerias (Figura 2).

#### 5.4.1.1 Enrocamento com pedra de mão jogada

O enrocamento de pedra de mão jogada destina-se a:

- Proteção de aterros contra os efeitos erosivos ou solapamentos causados pelas águas provenientes de cursos d'água próximos, em época de enchentes;

- Substituição dos materiais de fundação de galerias celulares ou canais abertos de concreto, substituídos estes por não apresentarem as condições necessárias para o suporte da estrutura;
- Adensamento dos materiais de fundação, com a finalidade de propiciar as condições exigidas para o suporte de galerias celulares, canais abertos de concreto ou outro tipo de estrutura.

#### **5.4.1.2 Enrocamento com pedra de mão arrumada**

O enrocamento de pedra de mão arrumada destina-se à proteção de terrenos naturais contra os efeitos de erosão ou solapamentos causados pelo lançamento de águas provenientes de redes de drenagem superficial. Destina-se ainda a trabalhar como fundação de galerias celulares ou canais abertos de concreto ou, eventualmente, sob redes tubulares, bem como colchão drenante dos talvegues onde forem construídas tais obras.

### **5.4.2 Materiais**

#### **5.4.2.1 Pedra de mão jogada**

Os materiais empregados no enrocamento de pedra de mão jogada serão fragmentos de rocha sã, sem diâmetro definido e do tipo Gnaiss. Pedras Calcárias não devem ser utilizadas no enrocamento devido à maior deterioração do calcário em contato com a água.

#### **5.4.2.2 Pedra de mão arrumada**

Os materiais empregados no enrocamento de pedra de mão arrumada são fragmentos de rocha sã com diâmetro compreendido entre 5 cm e 30 cm e do tipo Gnaiss. Pedras Calcárias não devem ser utilizadas no enrocamento devido a maior deterioração do calcário em contato com a água. Poderá a FISCALIZAÇÃO ou o projeto estabelecer diâmetro máximo e mínimo para os blocos de pedra Gnaiss cujos pesos sejam compatíveis com a natureza do serviço e a capacidade física do montador para a execução deste processo manual.

### **5.4.3 Execução**

#### **5.4.3.1 Pedra de mão jogada**

No caso de substituição de material de fundação, o local deverá estar pronto para receber o enrocamento, com a retirada de todo o material inservível.

Quando o enrocamento se destinar a adensar o terreno de fundação com a presença de solo mole e água, há necessidade de limpeza da área onde serão lançados os blocos de pedra, devendo ser retirada toda a vegetação porventura existente.

O lançamento poderá ser manual ou por basculamento de carroceria de caminhões de transporte diretamente no local. No caso de proteção de aterros, o lançamento será feito da sua borda quando estiver com altura máxima de 2 m.

Os blocos que se deslocarem para fora da área prevista deverão ser colocados manualmente em local próprio.

Não será admitida a compressão mecânica do enrocamento executado, seja qual for a circunstância.

#### **5.4.3.2 Pedra de mão arrumada**

O local a ser protegido será previamente preparado de acordo com as dimensões indicadas no projeto apresentado. No caso do enrocamento funcionar como colchão drenante ou fundação, o local deverá ser também preparado, incluindo, quando for o caso, a colocação de contenções laterais (formas) para evitar o deslocamento dos blocos.

Os blocos de pedra deverão ser colocados manualmente, alternando-se os seus diâmetros, de maneira a se obter o calçamento dos blocos maiores pelos menores, assegurando-se um conjunto estável, livre de grandes vazios e engaiolamentos.

Quando o enrocamento funcionar como fundação e colchão drenante, a sua face superior deverá receber um filtro de transição executado com brita 3 ou 4, de modo a se obter uma superfície regularizada para receber a camada de transição de concreto.

### **5.4.4 Controle**

O controle será visual, observando-se a boa qualidade dos materiais empregados, não sendo permitida a utilização de rocha alterada ou blocos com dimensões fora dos limites estabelecidos nesta especificação.

Este controle deverá ser feito inclusive na pedreira de origem, pela CONTRATADA e pela FISCALIZAÇÃO, que deverá aprovar a ocorrência explorada.



Para o enrocamento com pedra de mão arrumada, será verificado ainda o assentamento harmonioso dos blocos, de maneira que os blocos maiores e menores propiciem condições estáveis para o suporte da estrutura projetada.

A qualidade dos materiais do filtro de transição deverá também ser controlada, para que não sejam utilizados materiais impróprios ou contaminados com materiais terrosos.

#### **5.4.5 Critérios de levantamento, medição e pagamento**

##### **5.4.5.1 Levantamento (quantitativo para projeto)**

###### **5.4.5.1.1 Enrocamento com pedra de mão jogada**

O enrocamento de pedra de mão jogada será levantado em volume, por metros cúbicos ( $m^3$ ), e posteriormente transformado em toneladas pela multiplicação do volume (obtido através dos dados definidos no projeto) pelo peso específico da pedra ( $1,4 t/m^3$ ).

###### **5.4.5.1.2 Enrocamento com pedra de mão arrumada**

O enrocamento de pedra arrumada será levantado em metros cúbicos ( $m^3$ ) de serviço a ser executado, conforme o volume geométrico obtido por meio das dimensões constantes do projeto.

##### **5.4.5.2 Medição**

###### **5.4.5.2.1 Enrocamento com pedra de mão jogada**

O serviço será medido em peso, por tonelada de pedra de mão transportada e lançada no local. Quando for possível estabelecer o volume de pedra no local, a medição será efetuada por metro cúbico de serviço realizado.

###### **5.4.5.2.2 Enrocamento com pedra de mão arrumada**

Será adotado, para medição, o mesmo critério de levantamento. As contenções laterais porventura utilizadas não serão objeto de medição.

##### **5.4.5.3 Pagamento**

###### **5.4.5.3.1 Enrocamento com pedra de mão jogada**

O pagamento deverá considerar o preço unitário apresentado para esse serviço, por tonelada. Deverão estar incluídas no preço unitário, todas as operações necessárias à completa execução dos serviços, ou seja: preparação do local, fornecimento, carga, transporte, eventual pesagem em balança, lançamento e conformação, mão de obra e os encargos inerentes ao serviço.

###### **5.4.5.3.2 Enrocamento com pedra de mão arrumada**

O pagamento será feito com base no preço unitário apresentado por metro cúbico de enrocamento executado, incluindo todas as operações e materiais necessários à sua execução, ou seja: limpeza, escavação, conformação e preparação dos locais; seleção, fornecimento, carga, transporte e assentamento dos materiais (pedra de mão, brita), inclusive contenções laterais, a mão de obra e os demais encargos inerentes ao serviço.

### **5.5 CONCRETO DE REGULARIZAÇÃO**

#### **5.5.1 Materiais**

O concreto de regularização terá traço 1:3:6, estará compreendido entre o enrocamento e a galeria (Figura 2) e deverá seguir as diretrizes do Capítulo 6 - Estruturas de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

#### **5.5.2 Execução**

Concluída a escavação do corpo da galeria, deverá ser efetuada a compactação da superfície resultante, lançado o enrocamento e as irregularidades remanescentes eliminadas mediante a execução de lastro de concreto magro (concreto sem função estrutural), com a espessura da ordem de 10 cm, aplicado em camada contínua em toda a área abrangida pelo corpo e pela soleira das bocas, mais excesso lateral de 15 cm para cada lado.

Nas situações em que a resistência do terreno de fundação for inferior à tensão admissível sob a obra prevista, deverá ser indicada solução especial que assegure adequada condição de apoio para a estrutura, como por exemplo, a substituição de parte do material do terreno de fundação por material de maior resistência.

### 5.5.3 Critério de levantamento medição e pagamento

#### 5.5.3.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

Será levantado volume, em metros cúbicos, no projeto específico.

#### 5.5.3.2 Medição

Será medido pelo volume real aplicado.

#### 5.5.3.3 Pagamento

Será pago pelo preço unitário contratual, que remunera todas as operações, mão de obra e materiais necessários à sua execução, ou seja: fornecimento, carga, transporte, controles e lançamento e os demais encargos inerentes ao serviço.

## 5.6 GALERIA CELULAR MOLDADA “IN LOCO”

### 5.6.1 Considerações Iniciais

Esta especificação se aplica à construção de galerias de concreto armado moldadas “*in loco*”, conforme diretrizes da NBR 6118. O serviço deverá ser executado de acordo com as dimensões e detalhes do projeto.

Galerias celulares moldadas “*in loco*” são estruturas de concreto executadas no local da obra, destinadas à passagem de água sob as vias, em travessias de talvegues, ou à condução das águas pluviais, córregos, cursos d’água, pontes sobre córregos em talvegues ao longo de vias ou sob elas.

O acabamento e as dimensões, formas, cotas, esconsidades e declividades serão verificadas, a fim de não fugirem às constantes do projeto, sendo que o concreto terá sua elaboração fiscalizada para atingir as tensões determinadas nas especificações de projeto, lembrando de tratar-se sempre de concreto estrutural.

Por ser extremamente importante deverá ser elaborada planilha de conferência topográfica das cotas e declividades do projeto da galeria ou canal implantados, objetivando documentar a fiel execução do mesmo.

### 5.6.2 Materiais

Para a implantação das galerias é necessária a uniformização das condições de resistência das fundações conseguida com a execução da camada preparatória de embasamento, utilizando concreto magro, (concreto sem função estrutural) considerando-se ainda o sistema especial de fundação eventualmente recomendado no projeto.

As paredes laterais, fundo e laje superior da galeria serão em concreto estrutural com  $f_{ck} \geq 25$  MPa, nas espessuras especificadas no projeto.

#### 5.6.2.1 Formas e escoramentos

As formas e os escoramentos deverão obedecer às indicações do projeto, possuir rigidez suficiente para não se deformarem quando submetidas a cargas e deverão ainda, obedecer às especificações da NBR 15696 e NBR 6118.

#### 5.6.2.2 Armadura

As armaduras deverão obedecer às **indicações** do projeto e às especificações das NBR 6118 e NBR 14931, e seguir as diretrizes do Capítulo 6 - Estruturas de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

#### 5.6.2.3 Concreto

O concreto usado para a execução das galerias deve ser confeccionado de acordo com o prescrito na NBR 6118, NBR 12654, NBR 12655 e NBR 14931, devendo ser dosado experimentalmente para a resistência à compressão ( $f_{ck,min}$ ), aos 28 dias, de 25 MPa, ou superior, se indicado no projeto específico.

Deverá obedecer ao prescrito na especificação própria do Capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

### 5.6.3 Execução

As galerias celulares moldadas “*in loco*” abrangem estruturas de concreto armado, cujo projeto deve atender às diretrizes da NBR 6118 e as especificações do Capítulo 6 - Estruturas de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

A natureza, a capacidade e a quantidade do equipamento a ser utilizado dependerão do tipo e dimensão de cada serviço a executar. A CONTRATADA deverá apresentar a relação detalhada do equipamento a ser utilizado em cada obra ou conjunto de obras.



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

As estruturas deverão ser executadas de acordo com as dimensões e a declividade estabelecidas no projeto e segundo as especificações determinadas para as diversas etapas da obra.

Não será permitida a execução de galerias celulares ou segmentos em valas onde haja acumulação de água, exigindo-se, portanto, a colocação, no local da obra, de equipamento adequado para o esgotamento de valas.

O acabamento e as dimensões, formas, cotas, esconsidades e declividades serão verificadas, a fim de não fugirem às constantes do projeto.

#### 5.6.3.1 Sequência executiva

A execução das galerias celulares compreende as etapas a seguir descritas:

- Locação da obra: de acordo com o item **Condições gerais** deste capítulo do Caderno de Encargos;
- Escavação: de acordo com o item **Condições gerais** deste capítulo do Caderno de Encargos;
- Laje inferior, calçadas e vigas inferiores. Esta etapa executiva compreende as seguintes atividades:
  - Execução das formas da viga inferior das bocas, das laterais externas das bocas e do corpo;
  - Montagem da armadura da viga inferior, da calçada, da boca e da laje inferior do corpo do bueiro, inclusive a porção da armadura vertical embutida na laje inferior;
  - Preparo e instalação da junta de dilatação, quando prevista;
  - Umedecimento das formas, concretagem até a altura da mísula inferior e consequente vibração mecânica do concreto.
- Paredes verticais e alas:
  - Execução das formas internas do corpo e das alas, com respectivo escoramento;
  - Montagem da armadura das alas e das paredes, até a altura das mísulas superiores;
  - Preparo da junta de dilatação, quando prevista;
  - Umedecimento das formas, concretagem e vibração mecânica do concreto.
  - Juntas de dilatação (quando a condição exigir estanqueidade): não havendo recomendações específicas, as juntas de dilatação devem ser executadas a cada 25 m de galeria, garantindo a estanqueidade da obra.
- Laje e vigas superiores:
  - Execução das formas, com os respectivos escoramentos;
  - Montagem da armadura;
  - Instalação da junta de dilatação, quando prevista;
  - Umedecimento das formas, concretagem e vibração mecânica do concreto.
- Desforma:
  - Deverá ser executada a retirada dos escoramentos e formas, após o período mínimo de 3 dias, obedecendo aos critérios e cuidados inerentes a este tipo de serviço.
- Acabamento:
  - Concluída a execução do corpo e das bocas, deve ser efetuado o revestimento da laje de fundo do corpo, utilizando-se argamassa cimento e areia, traço 1:3;
  - Reaterro: após o período de cura do concreto da galeria celular, deve-se proceder à operação de reaterro. O material para o reaterro pode ser o próprio escavado, se este for de boa qualidade, ou material especialmente selecionado, importado de empréstimos de terraplenagem. A compactação deste material deve ser executada em camadas de no máximo 20 cm, por meio de "sapos mecânicos" ou placas vibratórias;
  - Deve-se tomar a precaução de compactar com o máximo cuidado junto às paredes do corpo da galeria e de levar a compactação sempre ao mesmo nível, de cada lado da obra. Esta operação deve prosseguir até se atingir a espessura de 20 cm acima da laje superior do

corpo de galeria, salvo para as obras em que esteja previsto o tráfego direto sobre a laje;

- O nível das calçadas das bocas de montante e de jusante da galeria celular deve coincidir com o nível do terreno.

#### **5.6.4 Controle**

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

O controle da obra será exercido pela FISCALIZAÇÃO, que se orientará pelo projeto, nas especificações aplicáveis aos serviços e às normas técnicas relacionadas.

O número de ensaios para o controle interno de execução refere-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo, a critério dos FISCAIS ou da CONTRATADA, ser ampliado, para garantia da qualidade da obra.

##### **5.6.4.1 Formas**

O controle dos serviços de execução de formas e escoramentos, assim como o estabelecimento das tolerâncias permitidas pelas normas técnicas, caberá à FISCALIZAÇÃO, objetivando a boa técnica e a perfeição dos serviços.

##### **5.6.4.2 Armadura**

Serão consideradas armaduras para concreto armado as que satisfaçam a NBR 7480. As barras não poderão apresentar defeitos prejudiciais tais como: fissuras, esfoliações, bolhas, oxidação excessiva e corrosão.

Deverão ser rejeitadas as barras que não satisfizerem a esta especificação. Se a porcentagem de barras defeituosas for elevada, de modo a tornar praticamente impossível a sua separação e rejeição, todo o conteúdo deverá ser rejeitado.

As tolerâncias, amostragens, condições de aceitação, rejeição do lote e ensaios, deverão seguir às determinações da NBR 7480. As posições das bitolas das armaduras devem ser conferidas antes da concretagem.

##### **5.6.4.3 Concreto**

O controle de fabricação, fornecimento, recebimento e lançamento do concreto deverão seguir as determinações das normas relacionadas no Capítulo 6 - Estruturas de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

Deve ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos de prova de concreto de forma a satisfazer às referidas especificações. O controle tecnológico do concreto empregado deve ser realizado pelo rompimento de corpos de prova à compressão simples, com base no que dispõe a NBR 5739.

No controle de qualidade do concreto, através dos ensaios de resistência à compressão, o número de determinações e a posterior análise estatística dos resultados a adotar devem estar em acordo com a NBR 12655.

Por ser extremamente importante, deverá ser elaborada planilha de conferência topográfica das cotas e declividades do projeto da galeria ou canal implantados, objetivando documentar a fiel execução do mesmo.

#### **5.6.5 Critérios de levantamento, medição e pagamento**

As galerias executadas em concreto armado serão levantadas pelos serviços componentes, em conformidade com as suas respectivas especificações:

##### **5.6.5.1 Escavação**

Será levantada em volume geométrico a ser escavado em metros cúbicos (m<sup>3</sup>), de acordo com o projeto e obedecendo às especificações contidas no Capítulo 3 - Trabalhos em terra, deste Caderno de Encargos.

##### **5.6.5.2 Formas**

###### **5.6.5.2.1 Levantamento (quantitativo para projeto)**

As formas serão levantadas pela área real de contato com o concreto, por metro quadrado (m<sup>2</sup>) a ser executado, de acordo com o seu tipo e conforme planta de formas do projeto.

###### **5.6.5.2.2 Medição**

Será efetuada por metro quadrado (m<sup>2</sup>) nas quantidades obtidas, utilizando-se os critérios de levantamento. O cimbramento não será objeto de medição especial, quando se tratar de canais celulares e muros de arrimo.

### **5.6.5.2.3 Pagamento**

Os serviços serão pagos conforme os preços unitários propostos, estando incluído o escoramento, cimbramento (este no caso de paredes e lajes de galerias celulares e muros de arrimo), transporte, fornecimento de materiais, equipamentos e ferramentas, mão de obra, controle da qualidade, encargos e eventuais serviços necessários à completa execução, inclusive de juntas, acabamento e conservação.

### **5.6.5.3 Armadura**

#### **5.6.5.3.1 Levantamento (quantitativo para projeto)**

As armaduras para concreto armado serão levantadas por quilograma (kg) de aço a ser colocado nas formas, de acordo com os dados do projeto, sem considerar a porcentagem relativa a perdas, emendas ou a quaisquer outras razões, uma vez que a composição do preço unitário já os contempla.

#### **5.6.5.3.2 Medição**

Será efetuada por quilograma (kg) nas quantidades obtidas, utilizando-se os critérios de levantamento.

#### **5.6.5.3.3 Pagamento**

O pagamento será efetuado considerando o preço unitário proposto para cada tipo, estando incluído o fornecimento e transporte dos materiais, grampos e tarugos, a utilização de equipamento e ferramentas, e a mão de obra necessária ao corte, dobramento e colocação da ferragem, bem como as perdas relativas a corte, desbitolamento, trespasses, todos os encargos e despesas inerentes à sua execução.

### **5.6.5.4 Concreto**

#### **5.6.5.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)**

Será levantado por volume em metros cúbicos (m<sup>3</sup>), de acordo com as peças a serem concretadas conforme o projeto, obedecendo às especificações contidas no capítulo 6 - Estrutura de concreto e de aço, deste Caderno de Encargos.

#### **5.6.5.4.2 Medição**

Será considerado o mesmo critério do levantamento.

#### **5.6.5.4.3 Pagamento**

O pagamento será feito pelos preços unitários contratuais propostos para cada serviço, que remuneraram todas as operações, mão de obra, ferramentas, equipamentos, encargos e eventuais necessários à execução dos serviços.

## **5.7 GALERIAS PRÉ-MOLDADAS (ADUELAS)**

### **5.7.1 Definições**

Esta especificação se aplica a construção de galeria de concreto pré-moldada (aduelas), conforme a ABNT NBR 15396, destinadas à passagem de água sob as vias, em travessias de talvegues ou à condução das águas pluviais, córregos, cursos d'água, pontes sobre córregos em talvegues ao longo de vias ou sob elas. O serviço deverá ser executado de acordo com as dimensões e detalhes do projeto.

Aduelas ou galerias celulares, de acordo com a NBR 15396 são estruturas pré-moldadas em concreto armado, de seção retangular, fechada ou aberta, com ou sem mísulas internas, com sistema de encaixe tipo macho-fêmea, conforme especificações, requisitos e métodos de ensaio previstos nesta Norma. As figuras a seguir mostram os tipos de aduelas cobertos pela NBR 15396.

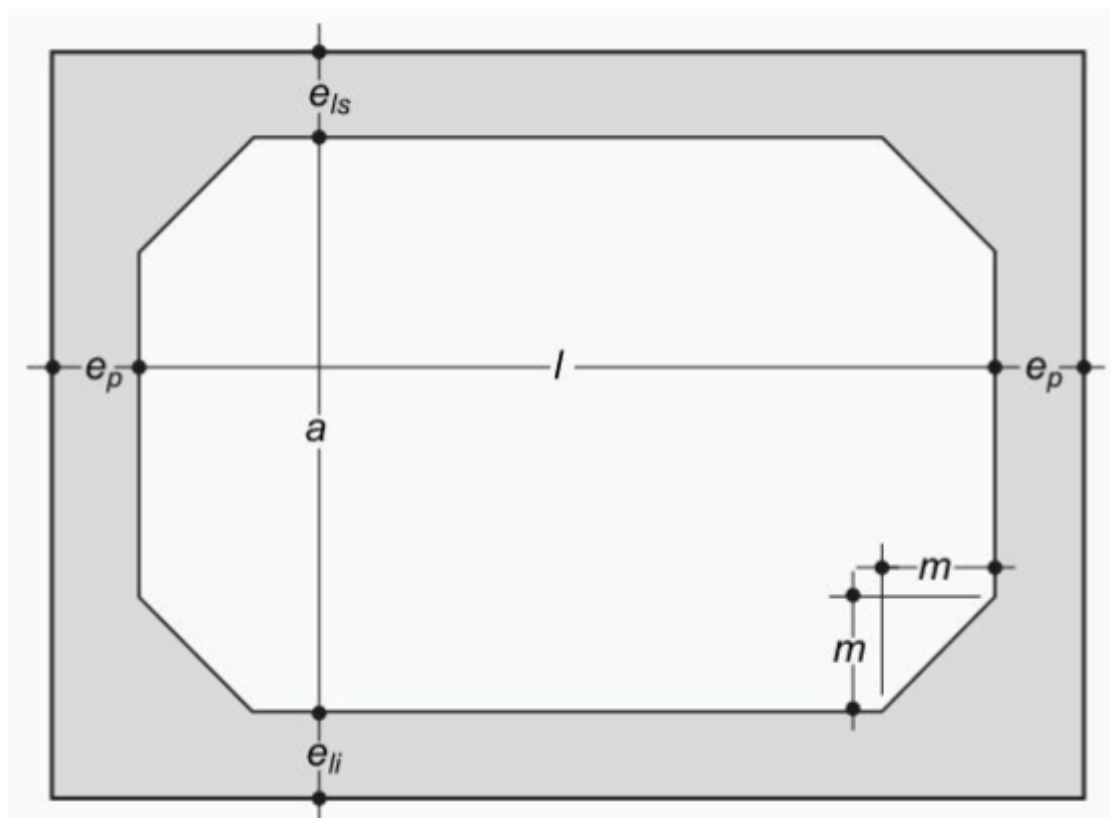


Figura 3 - Aduela de seção transversal fechada apresentada na NBR 15396. Fonte: ABNT (2018).

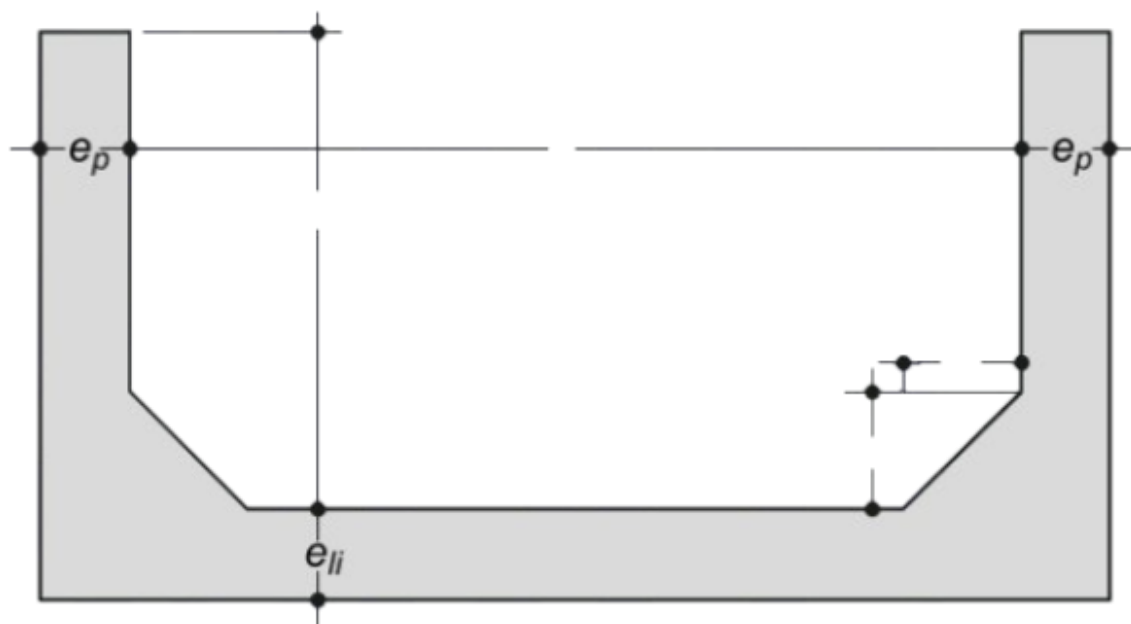


Figura 4 - Aduela de seção transversal aberta apresentada na NBR 15396. Fonte: ABNT (2018).

## 5.7.2 Condições específicas

### 5.7.2.1 Fabricação

As aduelas são peças que suportam cargas pesadas, em alturas de aterros elevados e cargas móveis de veículos por terem seções extremamente variáveis, possibilitam também sua colocação onde não se pode modificar a altura da rede.

As aduelas terão cálculo estrutural para cada situação de obra e deverão atender a NBR 15396, devendo ser fornecido pelo calculista o memorial de cálculo das peças.

A fabricação das aduelas deverá atender a NBR 15396, e aos critérios:

- Na composição do concreto para a fabricação das aduelas devem ser utilizados materiais de acordo com a agressividade do meio, onde serão instaladas as aduelas. O concreto deve ser conduzido por controle tecnológico da qualidade, conforme NBR 12654;
- A dosagem do concreto deve seguir a NBR 12655. A relação água/cimento deve ser de no máximo 0,5 e o consumo mínimo de cimento deve ser de 250 kg/m<sup>3</sup> de concreto. Poderão ser retirados corpos de prova para o controle tecnológico.

#### 5.7.2.1.1 Dimensões e tolerâncias

- As medidas das peças serão dadas em largura, altura e profundidade;
- As paredes terão espessura mínima de 15 cm, com tolerância de 10 mm para mais e 5 mm para menos;
- Cobertura mínima de armadura de 30 mm em qualquer ponto da peça;
- Quando necessário, poderão ser fabricadas peças especiais, conforme o projeto, devendo sempre ter um profissional habilitado para que seja feito o cálculo estrutural das peças;
- Não serão aceitos acertos finais nas peças feitos com argamassa.
- Encaixe: A aduela tem encaixe macho e fêmea. Os encaixes devem ser fabricados com regularidade, sendo o valor mínimo do encaixe de 0,07 m, com uma armação de suporte. Conforme a NBR 15396 a folga de encaixe deve ser no máximo 30 mm, vide figura a seguir.

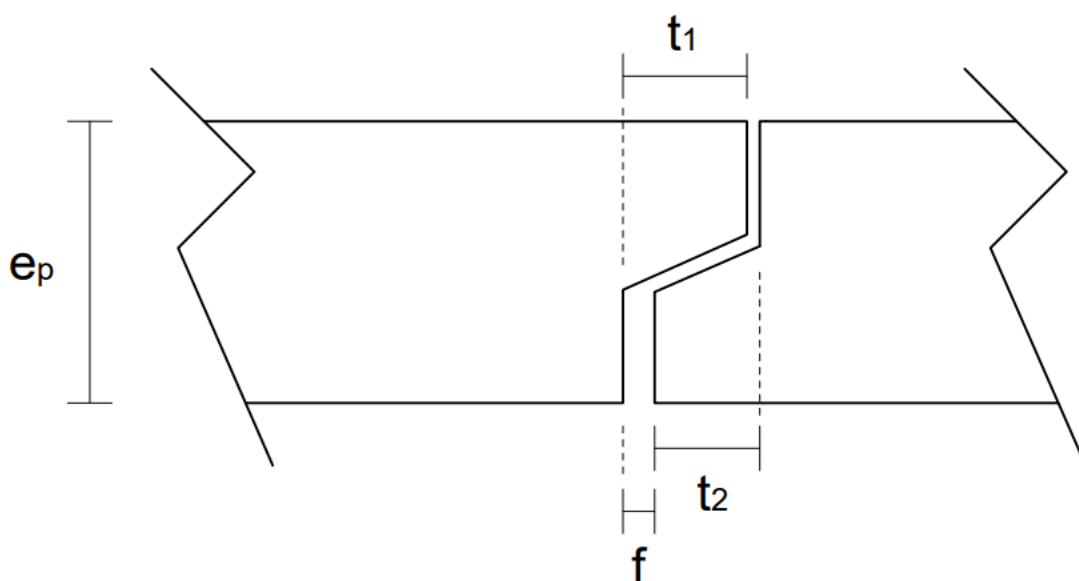


Figura 5 - Folga máxima entre aduelas apresentada na NBR 15396. Fonte ABNT (2018).

Onde:

- $e_p$  = espessura da aduela
- $t_1$  e  $t_2$  = comprimentos do trespasse
- $f$  = folga

#### 5.7.2.2 Manuseio e transporte das aduelas

- As aduelas só serão manuseadas quando as peças estiverem secas e curadas e com alcance de (quando atingir valor mínimo de) resistência de 12 MPa;
- As aduelas de concreto, analogamente aos tubos, serão transportadas de forma que fique garantida a imobilidade transversal e longitudinal de carga;
- A manipulação e apoio das aduelas devem ser feitas com cabos de aço com içamento em furos pré-



determinados na fabricação. Quando se utilizam cabos de aço para amarração, as aduelas devem estar convenientemente protegidas em suas bordas, para evitar danos em suas paredes, superior, inferior e lateral que possam afetar negativamente sua durabilidade e funcionamento;

- Deverão ser descarregadas próximo ao local de aplicação, de forma que possam ser transladas com facilidade para onde serão instaladas;
- As aduelas deverão, preferencialmente, ser estocadas na posição vertical, desde que existam na obra condições de segurança para isto;
- Durante a sua permanência na obra, antes da aplicação, as aduelas deverão estar protegidas de ações ou elementos que possam danificá-las;
- Deve-se também evitar que as aduelas fiquem expostas por longos períodos, sujeito as intempéries que possam causar secagem excessiva do concreto.

#### **5.7.2.3 Reaterro sobre as aduelas**

O reaterro sobre as aduelas deverá ser feito sem causar impacto direto sobre as peças. Não deverão ser utilizadas máquinas que possam causar impacto. Deverá ser utilizado compactador manual nas primeiras camadas de recobrimento.

#### **5.7.2.4 Controle**

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

O controle da obra será exercido pela FISCALIZAÇÃO, que se orientará pelo projeto, nas especificações aplicáveis aos serviços.

### **5.7.3 Critérios de levantamento, medição e pagamento**

#### **5.7.3.1 Levantamento (quantitativo para projeto)**

As galerias executadas em concreto armado serão levantadas pelos serviços componentes, em conformidade com as suas respectivas especificações:

##### **5.7.3.1.1 Escavação**

Será levantada em volume geométrico a ser escavado em metros cúbicos ( $m^3$ ), de acordo com o projeto e obedecendo às especificações contidas no Capítulo 3 - Trabalhos em terra, deste Caderno de Encargos.

##### **5.7.3.1.2 Forma**

Será levantada por área de peça a ser efetivamente executada em metros quadrados ( $m^2$ ), de acordo com o projeto, atentando-se para os descontos necessários.

##### **5.7.3.1.3 Armação**

Será levantada em peso (kg), de acordo com os quadros de ferragem constantes nos projetos, obedecendo às especificações contidas no Capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

##### **5.7.3.1.4 Concreto para regularização do terreno**

Será levantado em volume por metros cúbicos ( $m^3$ ), de acordo com as peças a serem concretadas, conforme o projeto, obedecendo às especificações contidas no Capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

##### **5.7.3.1.5 Drenos**

Serão levantados, conforme especificações próprias para tal, de acordo com item Dreno com tubo coletor deste capítulo.

##### **5.7.3.1.6 Aduelas pré-moldadas**

Será levantada por metro linear de galeria especificada em projeto.

##### **5.7.3.1.7 Reaterro**

Será levantado obedecendo às especificações contidas no Capítulo 3 - Trabalhos em terra, deste Caderno de Encargos, pertinentes a este serviço.

#### **5.7.3.2 Medição**

As galerias executadas em concreto armado serão medidas pelos serviços componentes, em conformidade

com o critério de levantamento e as respectivas especificações.

### 5.7.3.3 Pagamento

O pagamento será feito aos preços unitários propostos para cada serviço, estando incluídas todas as operações, mão de obra, ferramentas, equipamentos, encargos e eventuais necessários à execução dos serviços.

## 5.8 JUNTA ELÁSTICA PRÉ-MOLDADA PARA CONCRETO

### 5.8.1 Definições

As juntas elásticas de dilatação, conhecidas como “perfil extrudado à base de PVC”, são perfis de PVC de alta densidade formulados para apresentar excelentes características de flexibilidade e durabilidade. São utilizadas na construção de canais de irrigação, barragens, galerias, reservatórios de água (em todos os tipos de obra que exijam estanqueidade).

As juntas de dilatação apresentam um bulbo oco capaz de absorver os movimentos das juntas de dilatação na tração, compressão e cisalhamento. As abas permitem um perfeito contato com o concreto, dificultando a percolação com a água. Ninhos e falhas junto as abas devem ser evitados, se necessário, reduzindo o tamanho agregado máximo do concreto junto ao perfil.

### 5.8.2 Materiais

O material da junta deve estar de acordo com a NBR NM 07. A escolha do perfil adequado depende dos fatores como a pressão hidrostática atuante, a ferragem e as dimensões da peça, devendo ser definido em projeto.

### 5.8.3 Execução

As juntas de dilatação podem ser firmemente fixadas com grampos ou estribos especiais e ancoradas nas armaduras ou nas formas, desde que se garanta a manutenção do perfil na posição prevista, sem deslocamento do mesmo.

As soldas são feitas mediante prévio aquecimento das bordas à temperatura de 150°C. As superfícies a serem soldadas são pressionadas contra uma placa metálica previamente aquecida. Quando o perfilado derreter em contato com a placa metálica, esta é retirada e os perfis unidos nos topos. As uniões em ângulo, se necessárias, exigem peças especiais (T, L, etc.), que são fornecidas conforme as necessidades de cada obra.

### 5.8.4 Critérios de levantamento, medição de pagamento

#### 5.8.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

Juntas de dilatação: são levantadas através da determinação do comprimento indicado, expresso em metros.

#### 5.8.4.2 Medição

Juntas de dilatação: são medidas através da determinação do comprimento aplicado, expresso em metros.

#### 5.8.4.3 Pagamento

O pagamento é efetuado após a aceitação e a medição da junta aplicada, com base no preço unitário contratual proposto, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão de obra, controle da qualidade, equipamentos, encargos e eventuais necessários à execução do serviço, acabamento e conservação.

## 5.9 MATERIAL DRENANTE

### 5.9.1 Definições

Os materiais drenantes se constituem de produtos naturais ou resultantes de britagem, classificados como rocha sã, areias, pedregulhos naturais ou seixos rolados, isentos de impurezas e de torrões de argila.

### 5.9.2 Materiais

Todo material utilizado deve satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT.

Em locais onde não se disponha de agregado natural que apresente resistência à abrasão ou esmagamento satisfatórios ou por razões especiais, podem ser empregados agregados sintéticos, argila expandida, ou agregado reciclado da SLU, desde que atendam aos requisitos de granulometria e permeabilidade indicadas no projeto.

As faixas usadas de graduação aberta exigem um afastamento relativamente pequeno entre os tamanhos

máximos e mínimos, por exemplo:

- 11/4" a 3/4", 3/8" a 1/8", etc., de modo a manter a permeabilidade elevada;
- Material drenante: será determinado pelo tipo do dreno especificado em projeto;
- A granulometria do material drenante deve ser verificada e projetada, segundo critérios de dimensionamento, para atender às seguintes condições:
  - Material drenante não pode ser colmatado pelo material envolvente;
  - A permeabilidade deve ser satisfatória;
  - Os fragmentos do material drenante devem ser compatíveis com os orifícios ou ranhuras dos tubos, de modo a não escoarem para o interior dos mesmos.

### 5.9.3 Execução

O material deverá ser lançado sobre a manta geotêxtil já aplicada e será adensado e compactado de acordo com a especificação. Em casos específicos poderão ser utilizados equipamentos para compactação, como placa vibratória ou vibrador. A metodologia de utilização será determinada para cada tipo de dreno específico do projeto.

### 5.9.4 Controle

Para o material drenante, devem ser efetuadas análises granulométricas dos agregados empregados, à razão de um ensaio, no mínimo, para cada 1000 m de drenos executados. As condições de compactação são controladas visualmente.

Recomenda-se que as características dos agregados utilizados sejam controladas durante os trabalhos de construção, com amostras tiradas da própria camada drenante, depois de compactada, uma vez que a compactação pode variar o tamanho dos agregados e consequentemente influir na alteração das características.

### 5.9.5 Critérios de Levantamento, medição e pagamento

#### 5.9.5.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

Será levantado por volume do tipo de material, de acordo com as especificações de projeto.

#### 5.9.5.2 Medição

Será o volume medido, separando-se o tipo de material especificado para cada tipo de dreno.

#### 5.9.5.3 Pagamento

O pagamento será feito aos preços unitários propostos para cada serviço, estando incluído operações, mão de obra, ferramentas, equipamentos, encargos e eventuais necessários à execução dos serviços.

## 5.10 MANTA GEOTÊXTEL

### 5.10.1 Definições

Os geotêxteis são materiais têxteis permeáveis com aplicação em obras ou estruturas geotécnicas. Possuem características que definem seu comportamento quando instalados em uma estrutura pertencente à obra.

São funções de um geotêxtil: filtração, separação, reforço, proteção e drenagem.

Nas obras os geotêxteis podem desempenhar simultânea ou isoladamente as funções apresentadas.

Para a definição das características dos geotêxteis, esses materiais são submetidos a alguns ensaios que simulam situações reais e formam resultados, sendo usados no dimensionamento ou servindo de subsídio à seleção do produto mais adequado àquela necessidade da obra. A situação de obra pode estar ligada ao desempenho do geotêxtil ou às suas condições de instalação.

### 5.10.2 Materiais

A especificação da manta sintética deve ser indicada em projeto.

### 5.10.3 Execução

Deverão as superfícies onde será instalado o geotêxtil, dentro do possível, estarem isentas de lama ou de água com partículas em suspensão para evitar algum tipo de poluição das mesmas. Objetos perfurantes também deverão ser removidos.

A instalação do geotêxtil, enchimento e selo, devem ser feitas logo após a abertura da vala.

O geotêxtil deve ser instalado convenientemente contra o fundo e paredes da trincheira drenante para prevenir solicitações exageradas quando da colocação do material de enchimento e também para evitar a presença de "cavidades" entre o solo e o geotêxtil, causando a movimentação indesejada do solo a drenar. O geotêxtil deve ser aplicado, quando previsto, fixado nas paredes e nas superfícies adjacentes às valas com grampos de ferro de 5 mm, dobrados em "U".

A união do geotêxtil para o fechamento do filtro e emenda de duas mantas poderá ser feita por recobrimento de 0,30 m (aceita-se até 0,20 m). Colocação do material de enchimento (material drenante): o sentido de lançamento do material de enchimento deverá ser tal que impeça o levantamento e deslocamento do geotêxtil nos locais de recobrimento.

Após o enchimento da vala e fechamento superior do geotêxtil na superfície, sobrepondo a manta nas emendas longitudinais com pelo menos 20 cm, com costura, ou de 50 cm, sem costura, deverá ser imediatamente executado o selo superior para impedir a entrada de partículas na vala drenante devido às águas de enxurrada.

A circulação de equipamentos da obra sobre a vala drenante antes de sua conclusão (selo) deve ser proibida. O geotêxtil fornecido deve ter suas características atestadas por certificado expedido pelo FABRICANTE. Recomendações complementares dos catálogos e folhetos dos FABRICANTES dos geotêxteis devem ser consideradas para obter o melhor desempenho possível.

#### **5.10.4 Controle**

As características da manta geotêxtil serão observadas visualmente e através de testes expeditos de campo destinados a avaliar a resistência à tração conforme indicado pelo FABRICANTE.

#### **5.10.5 Critérios de levantamento, medição e pagamento**

##### **5.10.5.1 Levantamento (quantitativo para projeto)**

A manta será levantada considerando-se o tipo indicado em projeto, seu desenvolvimento da seção de aplicação e os trespasses necessários de acordo com este procedimento, em metros quadrados (m<sup>2</sup>).

##### **5.10.5.2 Medição**

O serviço será medido pela quantidade aplicada, na mesma unidade do levantamento. A costura da manta não será objeto de medição.

##### **5.10.5.3 Pagamento**

O serviço será pago pelo unitário da planilha contratual, estando incluídas as operações necessárias ao fornecimento, transporte, aplicação e fixação do material, assim como todos os encargos e outras despesas inerentes à execução do serviço, com qualidade.

### **5.11 DRENO COM TUBO COLETOR**

#### **5.11.1 Definições**

Os drenos serão executados de acordo com os alinhamentos, cotas e dimensões do projeto. Este item trata também do lançamento de materiais filtrantes e drenantes para a drenagem de eventuais minas d'água surgentes, quando da execução de canais e bueiros celulares de concreto, os quais deverão ser encaminhados ao dreno constituído pelo enrocamento e o tubo coletor.

#### **5.11.2 Materiais**

##### **5.11.2.1 Tubos**

Os tubos perfurados utilizados em drenos geralmente são PVC ou PEAD, com dimensões e características de resistência indicadas no projeto. Eventualmente, por especificação de projeto, podem ser utilizados tubos de concreto perfurado considerando os mesmos requisitos indicados para tubos de concreto do Capítulo 19 - Drenagem, deste Caderno de Encargos. Não serão aceitos tubos porosos de concreto.

##### **5.11.2.2 Tubos de PVC e PEAD**

Os tubos flexíveis de PVC ou PEAD devem atender às recomendações dos FABRICANTES.

Poderão ser usados tubos de PVC perfurados, desde que satisfaçam às exigências das especificações correspondentes. O tubo corrugado para drenagem segue os padrões de dimensão conforme a norma brasileira vigente para este produto.

Os tubos em polietileno de alta densidade (PEAD) devem ser atóxicos, antiaderentes e ter grande resistência

a intempéries, atendendo às mais rigorosas condições de drenagem subterrânea. A figura a seguir apresenta detalhe de tubo corrugado perfurado de PEAD, com indicação do diâmetro interno ( $D_i$ ) e diâmetro externo ( $D_e$ ).

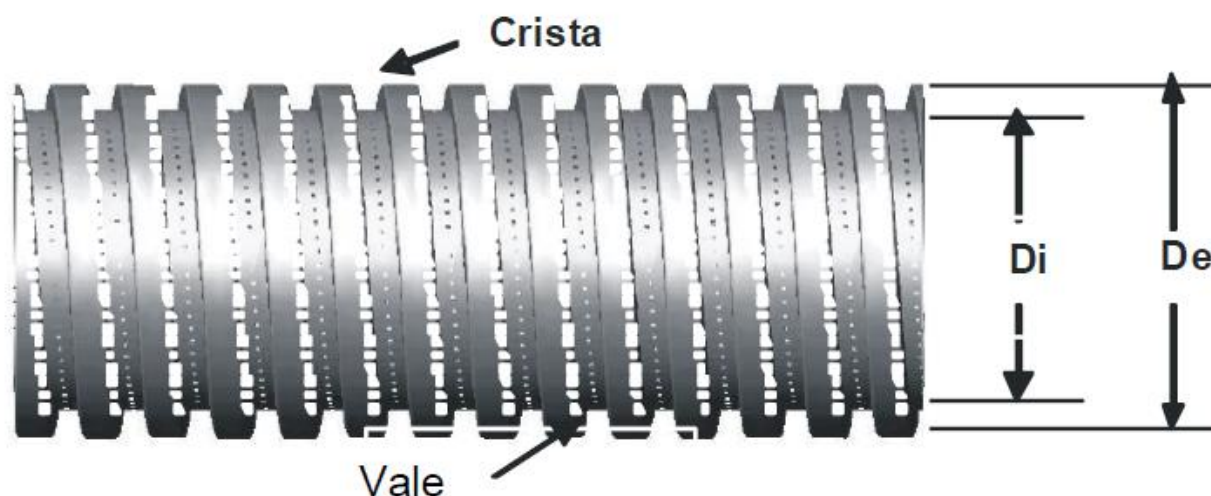


Figura 6 - Tubo corrugado perfurado PEAD apresentado na Norma DNIT 093/2016-EM. Fonte: DNIT (2016).

#### 5.11.2.3 Envolvimento de tubos perfurados

O material filtrante para o envolvimento dos tubos perfurados e o material de enchimento para os drenos subterrâneos consistirão de partículas limpas, duras e duráveis de areia, pedregulho ou pedra britada e isentos de matéria orgânica, torrões de argila ou outros materiais deletérios. O material filtrante deverá satisfazer à granulometria indicada no projeto, a qual será determinada tendo em vista o diâmetro dos furos dos tubos, e a permeabilidade exigida, para não colmatar a parede dos tubos.

A manta geotêxtil deve ter as mesmas especificações do projeto.

#### 5.11.3 Execução

As valas deverão ser escavadas manual ou mecanicamente, de jusante para montante, de acordo com a largura, o alinhamento e as cotas indicadas no projeto ou segundo instruções da FISCALIZAÇÃO.

Quando da utilização de manta geotêxtil, a mesma será disposta na vala, anteriormente ao lançamento dos materiais drenantes. Após serão procedidas as operações descritas anteriormente no item Manta Geotêxtil.

Os tubos de tipo e dimensões requeridos deverão ser assentados firmemente no material de envolvimento. As juntas de ponta e bolsa deverão ser colocadas de modo que as bolsas fiquem voltadas para o lado ascendente da declividade. As valas deverão ser abertas de jusante para montante, a fim de evitar o empocamento de água.

Todos os materiais de enchimento deverão ser corretamente adensados hidráulicamente, com a utilização de vibrador para areia e cascalho.

A parte superior da vala deverá ser preenchida com material argiloso, conforme indicação do projeto.

O assentamento dos tubos em enrocamentos de pedra arrumada dar-se-á simultaneamente à execução do colchão de pedra, devendo o mesmo ser posicionado de acordo com o detalhe do projeto.

#### 5.11.4 Controle

Os tubos deverão apresentar perfeitas condições para o uso, sem deformações em alinhamento de mais de 0,3 cm, em um comprimento de 30 cm. Os planos das extremidades deverão apresentar-se perpendiculares ao eixo longitudinal.

Os tubos estarão sujeitos à inspeção, pela FISCALIZAÇÃO, na fábrica, nos depósitos e nos locais de assentamento.

O fundo das valas não deverá apresentar desníveis que possam provocar empocamento d'água. Os tubos deverão atender às condições de resistência e porosidade e não apresentar defeitos.

Os resultados individuais dos diversos ensaios para cada diâmetro de tubo e para cada carregamento, ou inspeção na fábrica, deverão ser tabulados separadamente, de modo a mostrar a porcentagem de falhas em



cada caso.

O ensaio de resistência à ruptura será ordinariamente aplicado a não menos que 5 % das unidades fornecidas para serem ensaiadas.

As amostras para ensaio serão selecionadas pela FISCALIZAÇÃO, nos locais por ela designados.

O FABRICANTE ou fornecedor deverá entregar, sem ônus à PBH, amostras para ensaio, em quantidades acima de 0,5 % do número de tubos de cada diâmetro, objeto do pedido. Em nenhum caso serão entregues menos de duas unidades.

#### **5.11.5 Critérios de levantamento, medição e pagamento**

Para a captação de minas d'água, assentamento de tubos em enrocamentos ou execução de outros tipos de drenos não padronizados, se aplicam os seguintes critérios:

##### **5.11.5.1 Levantamento (quantitativo para projeto)**

O trabalho de levantamento dos itens abaixo será elaborado baseando-se nos dados do projeto.

O volume de escavação das valas será levantado conforme especificado no Capítulo 3 - Trabalhos em terra, deste Caderno de Encargos.

Os tubos serão levantados pelo comprimento, em metros, a ser assentado em conformidade com o projeto, considerando-se o tipo e o diâmetro de tubo empregado.

Os materiais filtrantes e drenantes serão levantados pelo volume geométrico, em metros cúbicos, do material a ser lançado na vala ou no colchão, considerando-se a natureza do material (brita, areia, cascalho ou outro material).

As mantas geotêxteis serão levantadas pela área em metros quadrados (m<sup>2</sup>) a ser utilizada, segundo as dimensões necessárias ao envolvimento dos materiais filtrantes, drenantes e para o trespasse determinado em projeto ou pela FISCALIZAÇÃO.

##### **5.11.5.2 Medição**

A medição dos serviços será realizada de acordo com os critérios de levantamento, observando-se o que foi efetivamente realizado.

##### **5.11.5.3 Pagamento**

O pagamento será feito de acordo com os preços unitários propostos para cada serviço, em conformidade com a medição referida no item anterior.

No caso dos tubos estarão incluídos o fornecimento, transporte, assentamento, toda a mão de obra e outras despesas inerentes à execução do serviço.

O lançamento de material filtrante será pago de acordo com o preço unitário proposto para cada tipo de material lançado, estando incluídas as operações necessárias ao fornecimento, lançamento, adensamento hidráulico para areia e cascalho com a utilização de vibrador, eventuais formas para separação dos materiais, todos os encargos e outras despesas inerentes à execução do serviço.

A aplicação de manta geotêxtil será paga de acordo com o preço unitário proposto para cada tipo de material, estando incluídas as operações necessárias ao fornecimento, transporte, aplicação e fixação do material, assim como todos os encargos e outras despesas inerentes à execução do serviço.

### **5.12 DRENO DE ALÍVIO**

#### **5.12.1 Definições**

Dreno de alívio é o dispositivo de drenagem instalado na laje de fundo das galerias para aliviar os esforços de subpressões porventura existentes. Os drenos estão representados nas Figuras 1 e 2 no início deste capítulo.

#### **5.12.2 Materiais**

Os drenos de alívio poderão servir como elemento de segurança construtivo para o caso de lajes de fundo estruturadas ou como elemento funcional para os canais abertos construídos por arrimos laterais e lajes de fundo delgadas.

Os tubos de PVC rígido deverão obedecer a NBR 7362 e a NBR 7370 e a manta geotêxtil deve seguir as especificações do projeto.

### 5.12.3 Execução

Assentar os tubos PVC, com a extremidade inferior envolvida com manta geotêxtil, fixada com fio de nylon, em contato com o enrocamento em posição inclinada de 45° no sentido do fluxo.

Os tubos de PVC deverão ser cortados de modo a facearem internamente o fundo da galeria, e deverão ser preenchidos com areia fina lavada. A Tabela 1 a seguir se refere ao espaçamento entre os drenos de alívio.

*Tabela 1 - Espaçamentos entre os drenos. Fonte: Elaboração própria.*

B (cm)	a (cm)
$B \leq 150$	30
$150 < B \leq 200$	40
$200 < B \leq 300$	50
$300 < B \leq 550$	70
$B > 550$	100

Onde: B = largura interna da galeria, e a = espaçamento entre os drenos.  
(Detalhamento dos drenos estão nas Figuras 1 e 2 do início deste capítulo).

### 5.12.4 Critérios de levantamento, medição e pagamento

#### 5.12.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

Os drenos de alívio da galeria serão levantados em unidades a serem executadas, de acordo com o projeto, obedecendo à padronização.

#### 5.12.4.2 Medição

Será adotado para medição o mesmo critério de levantamento, atentando-se ao que foi efetivamente realizado.

#### 5.12.4.3 Pagamento

Os serviços serão pagos aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução, envolvendo: assentamento do tubo PVC; aplicação e amarração de manta geotêxtil; preenchimento do tubo PVC com areia; faceamento do tubo PVC com a superfície interna da galeria e demais serviços e materiais atinentes.

## 5.13 LIGAÇÃO DE DRENO A LATERAL À GALERIA

### 5.13.1 Definições

Ligação de dreno lateral à galeria é o dispositivo que permite o encaminhamento das águas coletadas pelos tubos perfurados instalados lateralmente às galerias para o seu interior. Os drenos estão representados nas Figuras 1 e 2 no início deste capítulo.

### 5.13.2 Execução

As ligações serão feitas a cada 30 m ou conforme especificado em projeto, lançando as águas coletadas nos drenos laterais para o interior do canal.

Assentar a curva e o tubo na extremidade do tubo perfurado sobre a brita, fazendo o lançamento dentro da galeria. O tubo perfurado deverá facear com a parede interna da galeria.

### 5.13.3 Critérios de levantamento, medição e pagamento

#### 5.13.3.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

As ligações de dreno lateral à galeria serão levantadas em unidades a serem executadas, de acordo com o projeto, obedecendo à padronização.

#### 5.13.3.2 Medição

Será adotado, para medição, o mesmo critério de levantamento, atentando-se para o que foi efetivamente realizado.

### 5.13.3.3 Pagamento

Os serviços serão pagos aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução, envolvendo: assentamento dos materiais (tubo e curva 45°); e demais serviços e materiais atinentes.

## 5.14 DRENOS LATERAIS DE GALERIA

### 5.14.1 Definições

Os drenos laterais são executados junto às galerias e segmentos celulares, e servem como filtros de transição entre o aterro e a parede externa da estrutura, a fim de drenar a água que percola pelas camadas do aterro e proporcionar a sua captação pelos barbacãs colocados nas paredes, quando houver. Os drenos estão representados nas Figuras 1 e 2 no início deste capítulo.

### 5.14.2 Execução

Os drenos laterais de galerias serão executados com pedra britada, isentas de impurezas e de material terroso. A granulometria deve ser tal que tenha permeabilidade conveniente.

Os drenos laterais devem ser executados após a retirada das formas e o acabamento externo das paredes laterais da galeria. São constituídos por material drenante envolvendo um tubo perfurado, sendo o conjunto protegido por manta geotêxtil com função de filtro.

### 5.14.3 Controle

A FISCALIZAÇÃO deverá verificar se as dimensões do projeto estão sendo obedecidas e se o material drenante satisfaz às condições desta especificação, inclusive com relação à granulometria indicada no projeto, devendo ser feito pelo menos um ensaio de granulometria de 100 em 100 metros de cada lado da galeria.

### 5.14.4 Critérios de levantamento, medição e pagamento

A padronização de drenos laterais de galeria envolve os serviços de lançamento de brita em dreno, assentamento de tubo perfurado, e da manta geotêxtil.

#### 5.14.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

Os materiais drenantes serão levantados pelo volume geométrico em metros cúbicos ( $m^3$ ), conforme dimensões e especificações estabelecidas no projeto tipo padronizado.

Os tubos serão levantados pelo comprimento em metros lineares a serem assentados, de acordo com o projeto tipo padronizado, considerando-se a declividade e o diâmetro do tubo empregado.

A manta geotêxtil será levantada pela área em metros quadrados ( $m^2$ ) a ser utilizada segundo as dimensões e especificações estabelecidas no projeto tipo padronizado.

#### 5.14.4.2 Medição

Será adotado para medição os mesmos critérios de levantamento.

#### 5.14.4.3 Pagamento

O serviço será pago aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução, envolvendo:

##### 5.14.4.3.1 Lançamento de brita em dreno

Lançamento dos materiais propriamente ditos; eventuais formas e peças de madeira necessárias à separação dos materiais e demais serviços e materiais atinentes.

##### 5.14.4.3.2 Tubos perfurado

Assentamento dos tubos e demais serviços e materiais atinentes.

##### 5.14.4.3.3 Mantas geotêxtil

Aplicação da manta geotêxtil; eventuais grampos ou outro material de fixação; demais serviços e materiais atinentes.

## 5.15 DRENO DE SERVIÇO

### 5.15.1 Definições

Dreno de serviço é o dispositivo destinado a captar as águas intersticiais e/ou nascentes e conduzi-las aos poços de bombeamento. A Figura 7 (item 5.16.2) apresenta detalhe de dreno de serviço juntamente com o de poço de bombeamento.

### 5.15.2 Execução

A execução dos drenos compreende, basicamente, as etapas a seguir descritas:

- Abertura das valas, atendendo às dimensões estabelecidas no projeto tipo adotado. No caso dos drenos transversais rasos, a vala é aberta segundo as retas de maior declive, nas seções indicadas no projeto. Para os drenos longitudinais rasos, as valas são abertas no sentido de jusante para montante, paralelas ao eixo, na posição indicada no projeto;
- A declividade longitudinal mínima do fundo das valas deve ser de 1 %. É utilizado o processo de escavação compatível com a dificuldade extrativa do material;
- Disposição do material escavado, em local próximo aos pontos de passagem, de forma a não prejudicar a configuração do terreno e nem dificultar o escoamento das águas superficiais;
- Preenchimento da vala no sentido de montante para jusante, com material drenante, adensado em duas camadas de igual espessura, no caso de não haver indicação de tubo (drenos cegos);
- Execução das bocas de saída de concreto, as quais devem ser posicionadas sempre em seções de aterro, aplicando-se tanto a dreno longitudinais como a transversais.

Opcionalmente, podem existir os seguintes casos:

- Em seções de corte, os drenos transversais podem descarregar em drenos longitudinais, rasos ou profundos;
- Os drenos longitudinais rasos, por sua vez, podem descarregar em caixas coletoras ou em drenos longitudinais profundos, para extensões em cortes ou mesmo em drenos transversais posicionados em aterros.

### 5.15.3 Critérios de levantamento, medição e pagamento

#### 5.15.3.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

Serão levantados pelo comprimento a ser executado em metros (m), de acordo com o projeto, obedecendo às especificações para tal.

#### 5.15.3.2 Medição

Serão adotados, para medição, os mesmos critérios de levantamento, atentando-se para o que efetivamente foi executado.

#### 5.15.3.3 Pagamento

O serviço será pago aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução, envolvendo: escavação; deposição lateral do material escavado; espalhamento de manta geotêxtil; lançamento das pedras de mão; fechamento da manta geotêxtil; demais serviços e materiais atinentes.

## 5.16 POÇO DE BOMBEAMENTO

### 5.16.1 Definições

Poço de bombeamento é o dispositivo onde são concentradas as águas a serem esgotadas por meio de bombas submersíveis introduzidas no tubo de concreto. Tais dispositivos serão utilizados em obras de canalização, visando facilitar a execução de galerias. Os poços de bombeamento deverão ser espaçados conforme projeto. O detalhe do poço de bombeamento e do dreno de serviço são apresentados na Figura 7 a seguir.

### 5.16.2 Execução

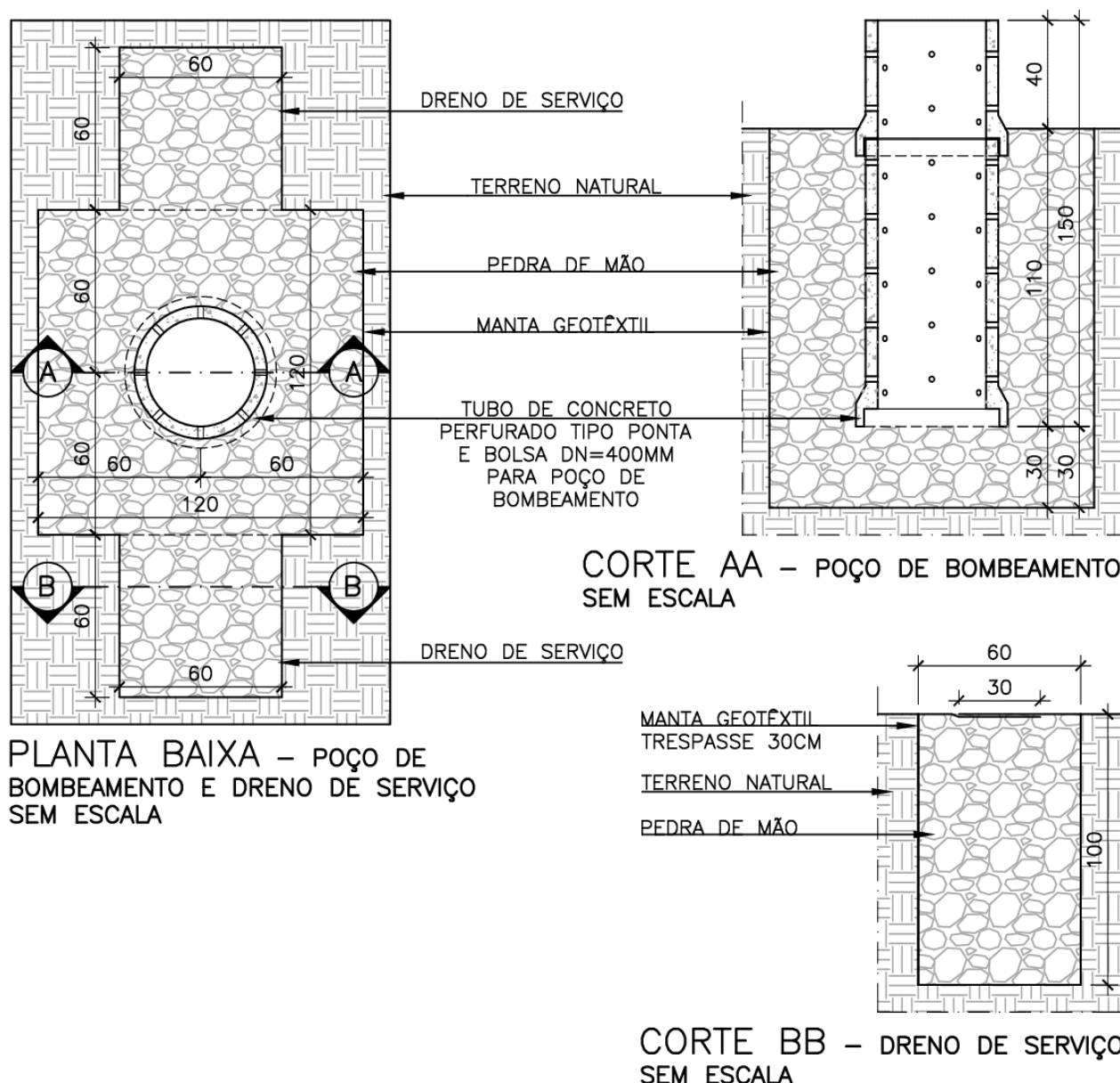


Figura 7 - Poço de bombeamento e dreno de serviço. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 08/10/2019.

### 5.16.3 Critérios de levantamento, medição e pagamento

#### 5.16.3.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

Serão levantados pelo número de unidades a serem executadas, de acordo com o projeto.

#### 5.16.3.2 Medição

Serão adotados, para medição, os mesmos critérios de levantamento, atentando-se para o que efetivamente foi executado.

#### 5.16.3.3 Pagamento

O serviço será pago aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução, envolvendo: escavação; deposição lateral do material escavado; espalhamento de manta geotêxtil; lançamento das pedras de mão; assentamento do tubo pré-moldado; fechamento da manta geotêxtil; demais serviços e materiais atinentes.





## 5.17 ALA DE GALERIA CELULAR

### 5.17.1 Definições

Ala de galeria celular é o dispositivo a ser executado na entrada e/ou saída das galerias, com o objetivo de conduzir o fluxo no sentido de escoamento, evitando o processo erosivo a montante e a jusante.

### 5.17.2 Execução

Para a ala de galeria celular e demais componentes que requerem dimensionamento e detalhamento estrutural, a CONTRATADA DE PROJETOS fica a cargo da elaboração do projeto estrutural, com registro da respectiva ART. Para a implantação dos elementos projetados, a CONTRATADA DE OBRAS deve registrar ART de execução.

A execução desta estrutura (concreto, forma e armadura) deverá seguir às diretrizes do Capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

As Tabelas 2, 3 e 4 a seguir apresentam as dimensões (B e L) da galeria e a especificação das bitolas das ferragens.

Por sua vez, o detalhe padrão da ala de galeria celular está ilustrado nas Figuras 8 e 9.

*Tabela 2 - Armação de ala de galeria, aço CA 50, posições: P1, P2, P3 e P4. Fonte: Elaboração própria.*

B	L	P1 - $\phi$ 6.3 mm			P2 - $\phi$ 12.5 mm			P3 - $\phi$ 6.3 mm			P4 - $\phi$ 6.3 mm		
		Quant.	Comp. Unit.	Comp. total	Quant.	Comp. Unit.	Comp. total	Quant.	Comp. Unit.	Comp. total	Quant.	Comp. Unit.	Comp. total
120	675	36	var.	10100	8	810	6500	8	810	6500	32	240	7700
130	685	36	var.	10900	8	820	6600	8	820	6600	33	240	8000
140	685	40	var.	11300	8	830	6700	8	830	6700	33	240	8000
150	705	44	var.	12600	8	840	6800	8	840	6800	33	240	8000
160	715	44	var.	13300	8	850	6800	8	850	6800	34	240	8200
170	725	48	var.	14100	8	860	6900	8	860	6900	34	240	8200
180	735	52	var.	15000	8	870	7000	8	870	7000	34	240	8200
190	745	52	var.	15700	8	880	7100	8	880	7100	35	240	8400
200	755	56	var.	16600	8	890	7200	8	890	7200	35	240	8400
210	765	60	var.	17500	8	900	7200	8	900	7200	36	240	8700
220	775	60	var.	18100	8	910	7300	8	910	7300	36	240	8700
230	785	64	var.	19000	8	920	7400	8	920	7400	36	240	8700
240	795	68	var.	19900	8	930	7500	8	930	7500	37	240	8900
250	805	68	var.	20500	8	940	7600	8	940	7600	37	240	8900
260	815	72	var.	21400	8	950	7600	8	950	7600	38	240	9200
270	825	76	var.	22200	8	960	7700	8	960	7700	38	240	9200
280	835	76	var.	23000	8	970	7800	8	970	7800	38	240	9200
290	845	80	var.	23800	8	980	7900	8	980	7900	39	240	9400
300	855	84	var.	24700	8	990	8000	8	990	8000	39	240	9400

Legenda: B = largura interna da galeria; L = largura maior do dissipador

Tabela 3 - Armação de ala de galeria posições: P5, P6, P7 e P8. Fonte: Elaboração própria.

B	L	P5 - $\phi$ 6.3 mm			P6 - $\phi$ 6.3 mm			P7 - $\phi$ 6.3 mm			P8 - $\phi$ 6.3 mm		
		Quant.	Comp. Unit.	Comp. total	Quant.	Comp. Unit.	Comp. total	Quant.	Comp. Unit.	Comp. total	Quant.	Comp. Unit.	Comp. total
120	675	2	465	930	60	var.	3300	60	var.	4300	47	var.	19100
130	685	2	495	990	60	var.	3400	60	var.	4500	47	var.	19600
140	685	2	525	1050	60	var.	3600	60	var.	5200	47	var.	20100
150	705	2	555	1110	60	var.	3800	60	var.	4800	47	var.	20600
160	715	2	585	1170	60	var.	3900	60	var.	4900	47	var.	21000
170	725	2	615	1230	60	var.	4100	60	var.	5200	47	var.	21500
180	735	2	645	1290	60	var.	4200	60	var.	5300	47	var.	22000
190	745	2	675	1350	68	var.	4900	68	var.	6100	47	var.	22400
200	755	2	705	1410	80	var.	6000	80	var.	7400	47	var.	22900
210	765	2	735	1470	92	var.	7200	92	var.	8800	47	var.	23400
220	775	2	765	1530	104	var.	8300	104	var.	10100	47	var.	23900
230	785	2	795	1590	116	var.	9600	116	var.	11600	47	var.	24300
240	795	2	825	1650	128	var.	10900	128	var.	13100	47	var.	24800
250	805	2	855	1710	136	var.	11500	136	var.	13900	47	var.	25300
260	815	2	885	1770	148	var.	13100	148	var.	15700	47	var.	25700
270	825	2	915	1830	152	var.	1400	152	var.	16700	47	var.	26200
280	835	2	945	1890	176	var.	16600	176	var.	19700	47	var.	26700
290	845	2	975	1950	180	var.	16700	180	var.	19800	47	var.	27100
300	855	2	1005	2010	180	var.	17600	180	var.	20700	47	var.	27600

Tabela 4 - Armação de ala de galeria posições: P9, P10 e quadro resumo. Fonte: Elaboração própria.

B	L	P9 - $\phi$ 6.3 mm			P10 - $\phi$ 6.3 mm			RESUMO		
		Quant.	Comp. Unit.	Comp. total	Quant.	Comp. Unit.	Comp. total	12,5 mm	6,3 mm	TOTAL (Kg)
120	675	13	490	6370	54	var.	13100	63	175	237
130	685	14	490	6860	54	var.	13100	64	181	244
140	685	15	490	7350	54	var.	13100	65	187	251
150	705	16	490	7840	54	var.	13100	65	192	258
160	715	17	490	8330	54	var.	13100	65	197	263
170	725	18	490	8820	54	var.	13100	66	203	270
180	735	19	490	9310	54	var.	13100	67	209	276
190	745	20	490	9800	54	var.	13100	68	217	286
200	755	21	490	10290	54	var.	13100	69	228	298
210	765	22	490	10780	54	var.	13100	69	240	309
220	775	23	490	11270	54	var.	13100	70	250	321
230	785	24	490	11760	54	var.	13100	71	262	333
240	795	25	490	12250	54	var.	13100	72	274	346
250	805	26	490	12740	54	var.	13100	73	282	355
260	815	27	490	13230	54	var.	13100	73	295	369
270	825	28	490	13720	54	var.	13100	74	305	379
280	835	29	490	14210	54	var.	13100	75	323	398
290	845	30	490	14700	54	var.	13100	76	329	405
300	855	31	490	15190	54	var.	13100	77	338	415

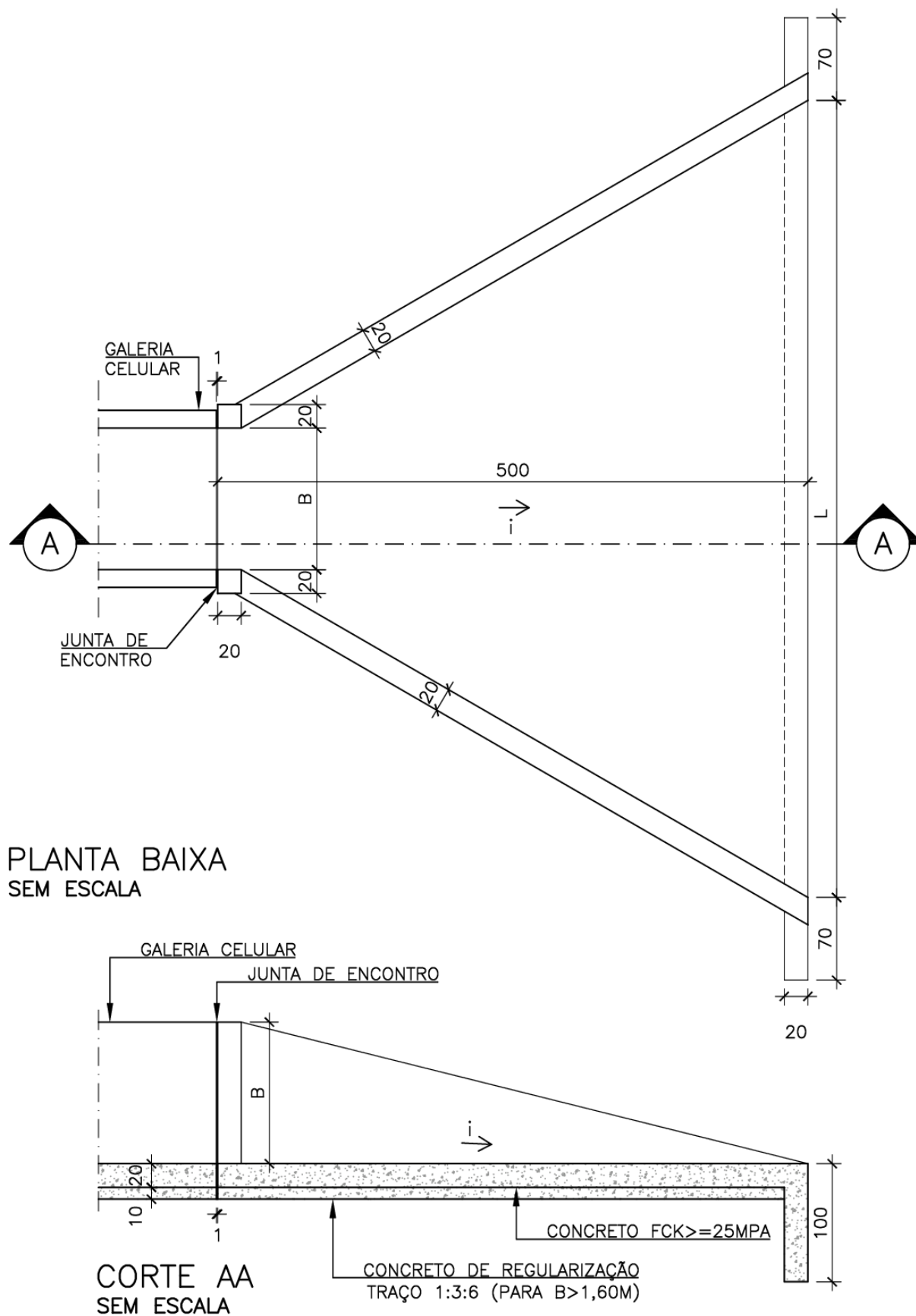


Figura 8 - Ala de galeria celular - Forma. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 22/06/2022

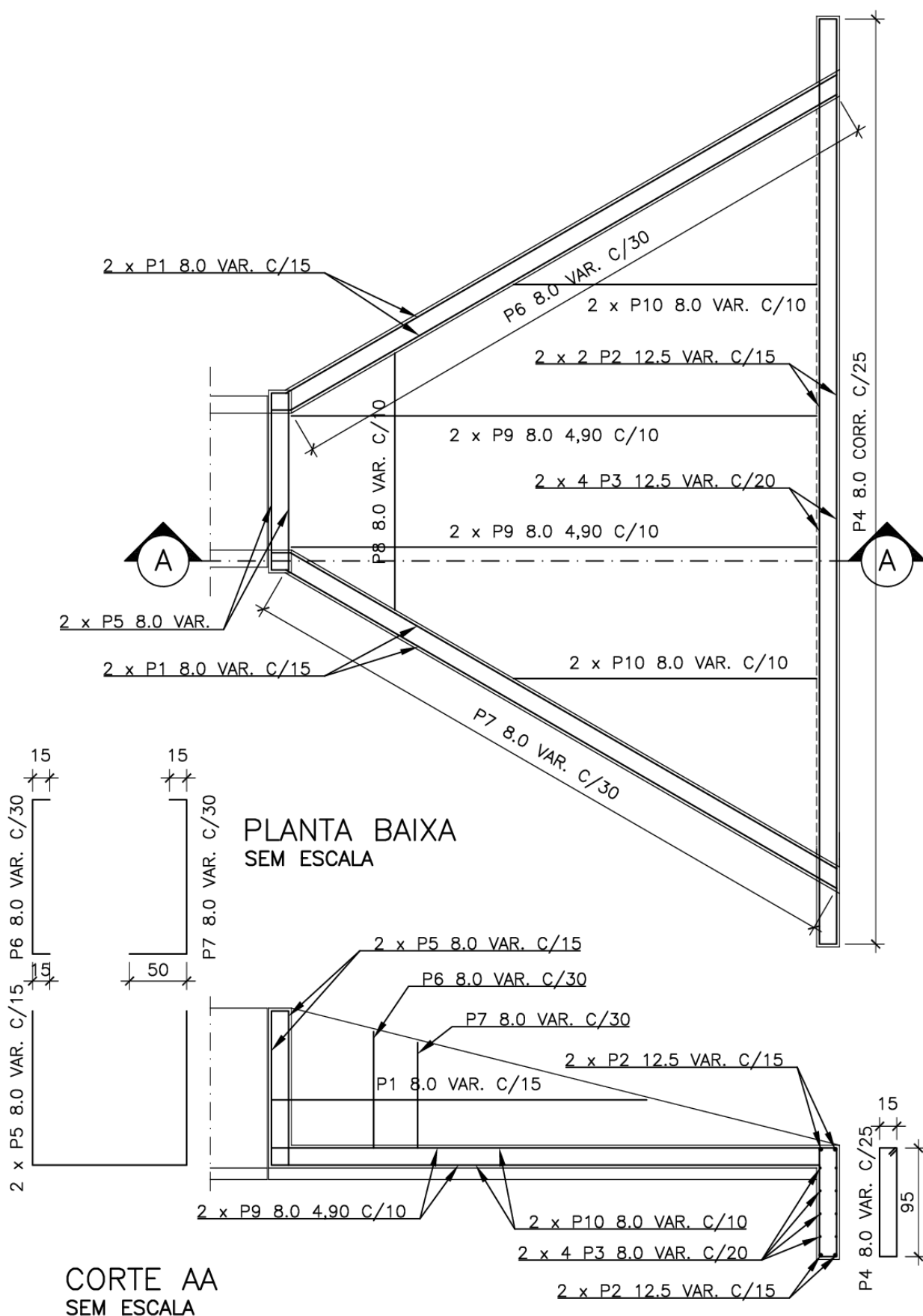


Figura 9 - Ala de galeria celular - Armação. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 22/06/2022.

### 5.17.3 Controle

Por ser extremamente importante deverá ser elaborada uma planilha de conferência topográfica das cotas e declividades do projeto da galeria ou canal implantados, objetivando documentar a fiel execução da ala. Os materiais e misturas deverão ser submetidas aos ensaios previstos nas referidas normas da ABNT.

### 5.17.4 Critérios de levantamento, medição e pagamento.

#### 5.17.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

As alas de galerias celulares serão levantadas em unidades conforme projeto elaborado.

#### 5.17.4.2 Medição

Será adotado para medição o mesmo critério de levantamento, observando-se o que foi efetivamente realizado.

#### 5.17.4.3 Pagamento

O serviço será pago aos preços unitários contratuais, de acordo com critérios definidos anteriormente, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução, envolvendo: concreto de regularização; concreto estrutural; formas (inclusive desforma); armaduras; pequenas escavações, compactações e reaterros necessários à conformação do terreno de fundação, demais serviços e materiais atinentes.

## 5.18 POÇO DE VISITA DE GALERIA

### 5.18.1 Definições

São dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema de galerias celulares para permitir a aeração, ventilação e inspeção das canalizações e eventuais trabalhos de limpeza e desobstrução.

### 5.18.2 Execução

Para o poço de visita de galeria celular e demais componentes que requerem dimensionamento e detalhamento estrutural, a CONTRATADA DE PROJETOS fica a cargo da elaboração do projeto estrutural, com registro da respectiva ART. Para a implantação dos elementos projetados, a CONTRATADA DE OBRAS deve registrar ART de execução.

A execução desta estrutura (concreto, forma e armadura) deverá seguir às diretrizes do Capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos. O concreto deve ter resistência  $f_{ck} \geq 25$  MPa.

A Tabela 5 apresenta dimensões de poços de visita de galeria.

Tabela 5 - Dimensões de poços de visita de galeria. Fonte: Elaboração própria.

Poço de visita de galeria - Dimensões			
L (m)	H (m)	b (cm)	d (cm)
$L \leq 2$	$H \leq 2$	15	45
$L \leq 2$	$2 < H \leq 4$	15	60
$L \leq 2$	$4 < H \leq 6$	15	70
$2 < L \leq 4$	$H \leq 2$	15	50
$2 < L \leq 4$	$2 < H \leq 4$	15	70
$2 < L \leq 4$	$4 < H \leq 6$	15	80
$4 < L \leq 6$	$H \leq 2$	20	60
$4 < L \leq 6$	$2 < H \leq 4$	20	80
$4 < L \leq 6$	$4 < H \leq 6$	20	95

Legenda: L = largura interna da galeria; h = altura da câmara de acesso (chaminé);  
b = espessura da parede; d = altura da viga

Por sua vez as Tabelas 6 e 7 apresentam para Poço de Visita de Galeria, respectivamente, as quantidades de materiais por metro e a armação.



Tabela 6 - Quantidades de materiais por metro - Poço de Visita de Galeria. Fonte: Elaboração própria.

Discriminação	Unidade	Quantidade
Forma	m <sup>2</sup> / m	10,00
Aço	kg / m	19,66
Concreto	m <sup>3</sup> / m	0,75

Obs.: Os valores acima se referem ao "pescoço do PV". Sendo assim, os quantitativos das vigas de apoio e reforço da laje da galeria devem ser calculados à parte.

Tabela 7 - Armação - Poço de Visita de Galeria. Fonte: Elaboração própria.

Compr.	Posições	Altura do poço de visita (H)		
		H ≤ 2m	2 < H ≤ 4m	4 < H ≤ 6m
L ≤ 2m	P1	6,3 c/ 10	6,3 c/ 10	6,3 c/ 10
	P2	6,3 c/ 10	6,3 c/ 10	6,3 c/ 10
	P3	6,3 c/ 15	6,3 c/ 15	6,3 c/ 15
	P4	3 φ 12,5	3 φ 12,5	3 φ 12,5
	P5	2 φ 6,3	2 φ 6,3	2 φ 10,0
	P6	6,3 c/ 10	6,3 c/ 10	10 c/ 20
	P7	—	2 x 2 φ 6,3	2 x 2 φ 6,3
	P8	6,3 c/ 15 (x2)	8,0 c/ 10 (x2)	10,0 c/ 10 (x2)
	P9	5,0 c/ 15 (x2)	5,0 c/ 15 (x2)	5,0 c/ 10 (x2)
	P10	3 φ 12,5	3 φ 12,5	3 φ 12,5
2 < L ≤ 4m	P1	6,3 c/ 10	6,3 c/ 10	6,3 c/ 10
	P2	6,3 c/ 10	6,3 c/ 10	6,3 c/ 10
	P3	6,3 c/ 15	6,3 c/ 15	6,3 c/ 15
	P4	4 φ 16,0 *	4 φ 16,0 *	3 φ 20,0 *
	P5	2 x 2 φ 10,0	2 x 2 φ 6,3	2 x 2 φ 10,0
	P6	φ 10,0 c/ 17,5	φ 10,0 c/ 17,5	φ 10,0 c/ 15,0
	P7	—	2 x 2 φ 6,3	2 x 2 φ 6,3
	P8	6,3 c/ 15 (x2)	8,0 c/ 10 (x2)	10,0 c/ 10 (x2)
	P9	5,0 c/ 15 (x2)	5,0 c/ 15 (x2)	5,0 c/ 10 (x2)
	P10	3 φ 12,5	3 φ 12,5	3 φ 12,5
4 < L ≤ 6m	P1	6,3 c/ 10	6,3 c/ 10	6,3 c/ 10
	P2	6,3 c/ 10	6,3 c/ 10	6,3 c/ 10
	P3	6,3 c/ 15	6,3 c/ 15	6,3 c/ 15
	P4	4 φ 20,0 *	5 φ 20,0 *	6 φ 20,0 *
	P5	2 x 2 φ 10,0	2 x 2 φ 10,0	2 x 2 φ 10,0
	P6	φ 10,0 c/ 15	φ 10,0 c/ 15	φ 10,0 c/ 12,5
	P7	2 x 2 φ 6,3	2 x 2 φ 10,0	2 x 2 φ 10,0
	P8	6,3 c/ 15 (x2)	8,0 c/ 10 (x2)	10,0 c/ 10 (x2)
	P9	5,0 c/ 15 (x2)	5,0 c/ 15 (x2)	5,0 c/ 10 (x2)
	P10	3 φ 12,5	3 φ 12,5	3 φ 12,5

NOTA: \* usar duas camadas. A laje da galeria deverá ter a armadura reforçada pelo acréscimo das posições P8 e P9, detalhadas no padrão.

As Figuras 10 e 11 apresentam para Poço de Visita de Galeria, respectivamente, detalhe padrão da forma e da armação.

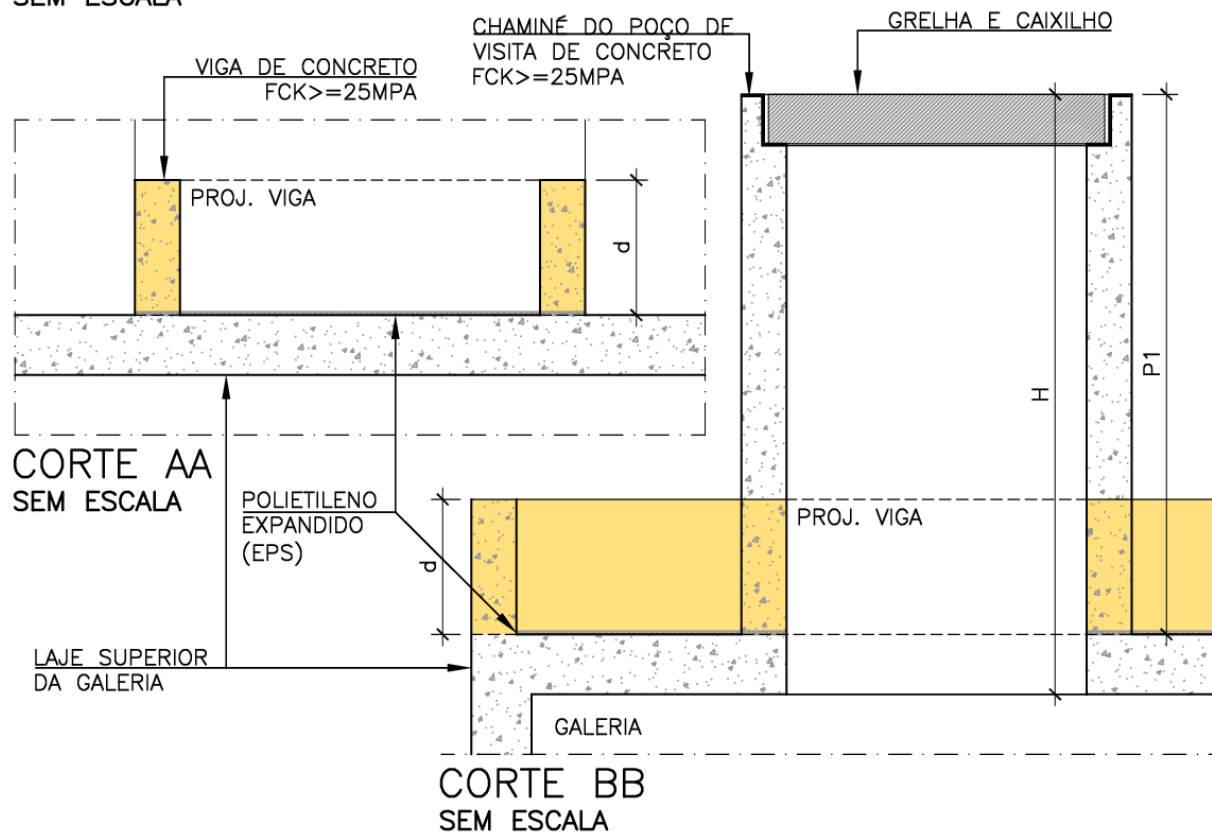
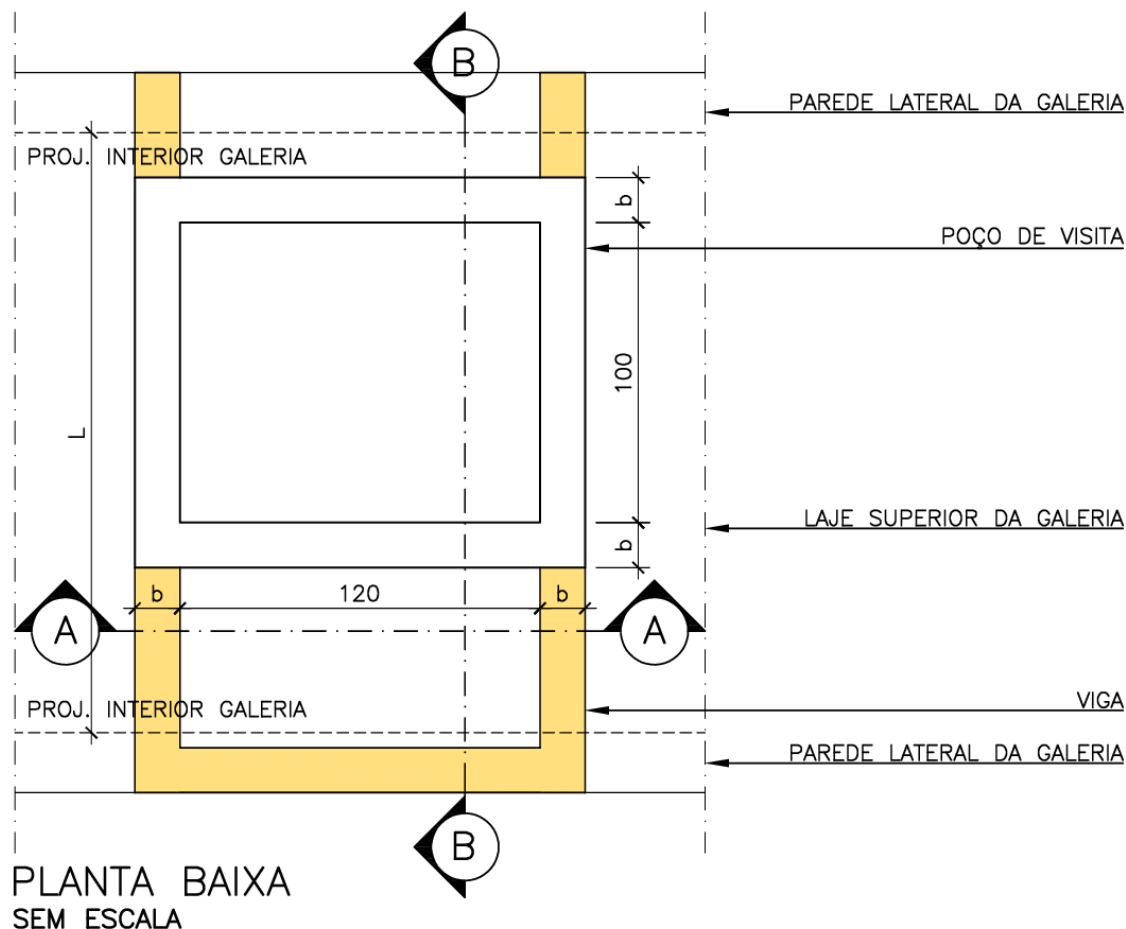


Figura 10 - Poço de visita - Forma. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 22/06/2022.

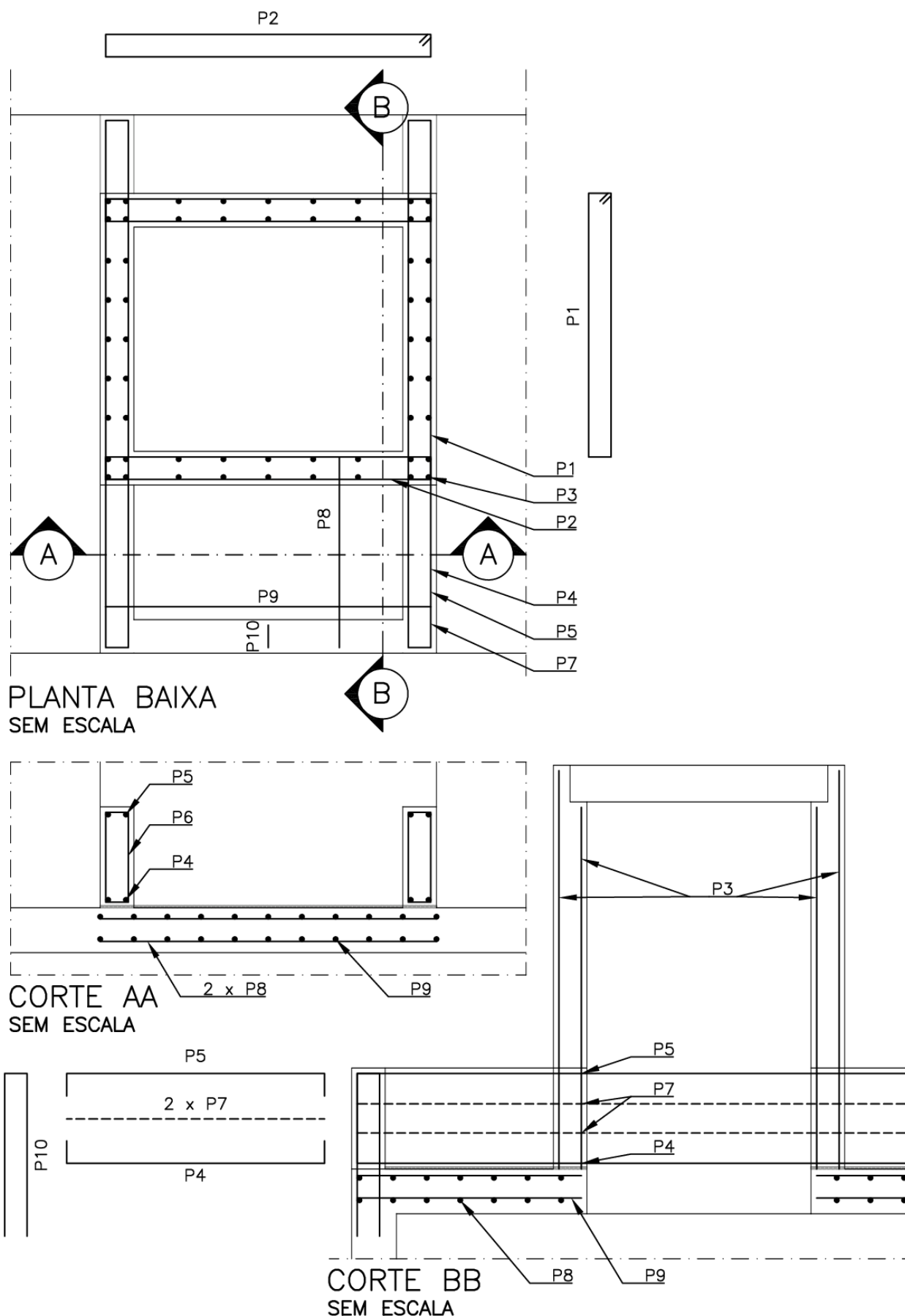


Figura 11 - Poço de visita de galeria - Armação. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 22/06/2022.



### **5.18.3 Critérios de levantamento, medição e pagamento**

#### **5.18.3.1 Levantamento (quantitativo para projeto)**

Os concretos, armaduras e formas serão levantados conforme as normas estabelecidas nas especificações de cada serviço constante deste capítulo.

#### **5.18.3.2 Medição**

Será adotado para medição o mesmo critério de levantamento.

#### **5.18.3.3 Pagamento**

Os serviços serão pagos aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos anteriormente, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução.

## **5.19 GRELHA DE POÇO DE VISITA**

### **5.19.1 Definições**

Grelha é o dispositivo que tem como finalidade vedar os poços de visita de galeria, proporcionando ao mesmo tempo circulação de ar e acesso às galerias celulares.

### **5.19.2 Execução**

Para a grelha de poço de visita e demais componentes que requerem dimensionamento e detalhamento estrutural, a CONTRATADA DE PROJETOS fica a cargo da elaboração do projeto estrutural, com registro da respectiva ART. Para a implantação dos elementos projetados, a CONTRATADA DE OBRAS deve registrar ART de execução.

A seguir estão listadas recomendações para instalação:

- As soldas deverão ser elétricas AWS com eletrodo classe 6013. O cordão de solda deverá ser contínuo e acompanhar as duas laterais de contato entre os perfis e as barras chatas, também entre os perfis e as cantoneiras da grelha;
- A grelha deverá ser rigorosamente nivelada e assentada sobre um quadro de chapa de 1/4" dobrada, igualmente nivelada. Os perfis "6" não devem ser assentados sem o quadro (diretamente sobre o pavimento);
- O rejuntamento quadro/grelha deverá ser feito por uma mistura areia/asfalto.

O detalhe padrão da grelha está ilustrado na Figura 12.

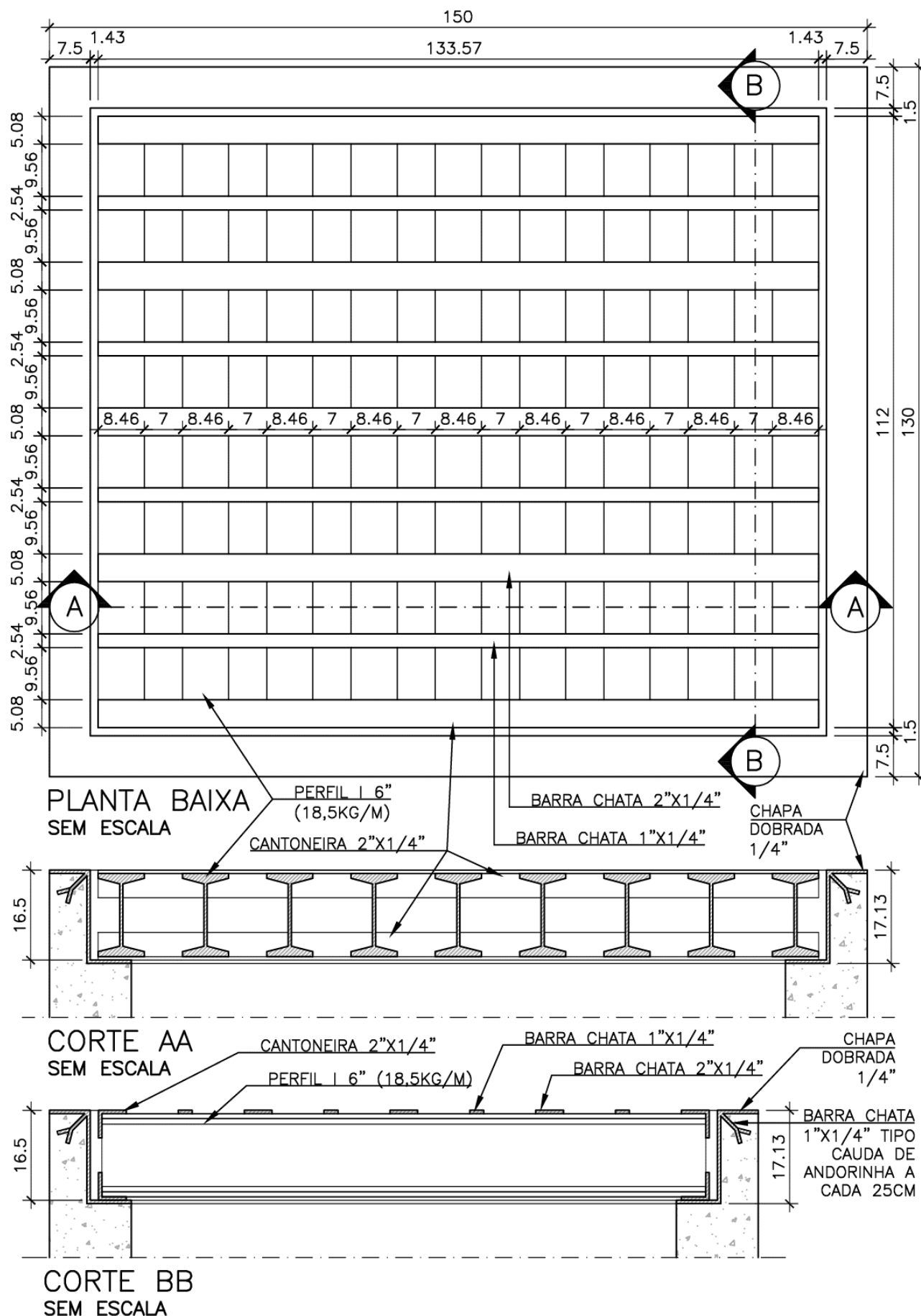


Figura 12 - Grelha para poço de visita de galeria. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 22/06/2022.

### 5.19.3 Critérios de levantamento, medição e pagamento

#### 5.19.3.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

As grelhas de poços de visita de canais serão levantadas em unidades contemplando fornecimento e instalação.

#### 5.19.3.2 Medição

Será adotado o mesmo critério de levantamento.

#### 5.19.3.3 Pagamento

O serviço será pago aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão de obra, encargos e materiais necessários à sua execução, envolvendo:

- Todos os materiais metálicos, tais como: barras chatas, chapas, chumbadores, cantoneiras, perfis, etc., necessários à confecção da grelha propriamente dita e ao quadro de apoio;
- Operações de soldagem com eletrodos e equipamentos necessários à montagem dos elementos;
- Assentamento do quadro e da grelha, incluindo o concreto necessário à fixação dos chumbadores;
- Areia/asfalto para rejuntamento do quadro e grelha.

## 5.20 GABIÃO

### 5.20.1 Considerações

Gabião é uma estrutura com formato de gaiola, executada com telas de aço e preenchida com pedra britada ou seixos. Os gabiões são considerados muros de arrimo por gravidade e são utilizados como barreiras de contenção ou estabilização de taludes. Também são utilizados em obras hidráulicas e pequenos quebra-mares por sua grande capacidade drenante.

Os gabiões são reforçados em suas extremidades por arames de diâmetro maior que o da malha para fortalecer a estrutura monolítica e facilitar sua montagem e instalação.

Quando instalados e cheios de pedra os gabiões se convertem em elementos estruturais flexíveis, armados, drenantes e aptos a serem utilizados na construção dos mais diversos tipos de estruturas (muros de contenção, barragens, canalizações, etc.).

Existem neste Caderno de Encargos três tipos de gabiões, descritos a seguir:

- O gabião tipo caixa é uma estrutura em forma de prisma retangular fabricada com malha hexagonal de dupla torção produzida com arames de baixo teor de carbono revestidos;
- Os gabiões tipo colchão são invólucros em forma de paralelepípedo fabricados em tela de malha hexagonal a dupla torção, formada por arame duplamente galvanizado; são divididos em celas, ao longo do comprimento, por diafragmas. As bordas são reforçadas por arame mais grosso.
- Os gabiões saco são estruturas metálicas em forma de cilindros, constituídos por um único pano de malha hexagonal de dupla torção, que em suas bordas livres apresentam um arame especial que passa alternadamente pelas malhas para permitir a montagem da peça na obra. É um tipo de gabião extremamente versátil devido ao seu formato cilíndrico e método construtivo, pois as operações de montagem e enchimento são realizadas no canteiro de obras para posterior aplicação, com o auxílio de equipamentos mecânicos.

### 5.20.2 Materiais

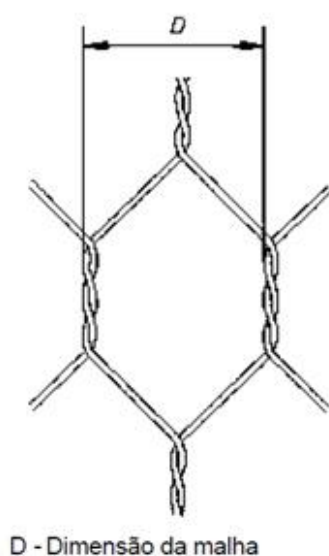
#### 5.20.2.1 Telas e fios

Os fios de aço para a confecção das redes terão composição química indicada na NBR 8964 cujo teor máximo de carbono deve ser 0,1 %.

A dimensão da malha refere-se à distância entre duas torções paralelas da mesma malha, medida do interior de uma torção ao exterior da outra, conforme a Figura 13. As redes devem apresentar fio longitudinal de borda, com diâmetro maior que o fio da malha.

As dimensões dos diâmetros dos fios que compõem a malha também estão ilustradas na Figura 13. As massas indicadas na referida figura são estipuladas por média e aproximadas, pois não é possível a determinação dos valores e fatores como tolerância de arame, tolerância da malha e altura, além do entrelaçamento com certa rigidez dos fios.





Malha		Fio da Malha		Fio da Borda		Massa por área da rede sem o fio da borda (kg/m <sup>2</sup> )
D (mm)	Afast. (%)	Diâm. (mm)	Afast. (%)	Diâm. (mm)	Afast. (%)	
50	+ 16	2,0	+/- 0,05	2,4	+/- 0,06	1,20
	- 4	2,2	+/- 0,05	2,7	+/- 0,06	1,60
60	+ 16	2,0	+/- 0,05	2,4	+/- 0,06	1,00
	- 4	2,2	+/- 0,05	2,7	+/- 0,06	1,20
	- 4	2,4	+/- 0,06	3,0	+/- 0,07	1,40
80	+ 16	2,4	+/- 0,06	3,0	+/- 0,07	1,10
	- 4	2,7	+/- 0,06	3,4	+/- 0,07	1,40
	- 4	3,0	+/- 0,07	3,9	+/- 0,08	1,70
100	+ 16	2,7	+/- 0,06	3,4	+/- 0,07	1,20
	- 4	3,0	+/- 0,07	3,9	+/- 0,08	1,40
	- 4	3,4	+/- 0,07	4,4	+/- 0,08	1,90

Figura 13 - Especificações da malha da rede de gabião apresentadas na NBR 10514. Fonte: Adaptado de ABNT (1988).

Para verificar a dimensão nominal aceitável do arame com revestimento de PVC deve-se retirar a camada deste polímero e seguir a recomendação da ABNT, demonstrado na tabela a seguir.

Tabela 8 - Diâmetro mínimo dos arames após extrusão do revestimento de PVC apresentado na NBR 8964. Fonte ABNT (2013).

Diâmetro nominal do arame	Diâmetro mínimo do arame após o processo de extrusão do PVC <sup>a</sup>
2,00	1,90
2,20	2,10
2,40	2,30
2,70	2,60
3,00	2,85
3,40	3,20
3,90	3,60
4,40	4,10

<sup>a</sup> Diâmetros obtidos após a retirada do revestimento de PVC.

#### 5.20.2.2 Revestimento dos fios de aço

Deverá ser especificada tela com revestimento com ligas ZnAl. Telas apenas galvanizadas (Zn) estão em desacordo com as normas da ABNT e não devem ser utilizadas.

Quando for identificado na linha d'água dos córregos e rios, resíduos químicos com poder de corrosão, empregar a tela de liga ZnAl com recobrimento de PVC. O recobrimento protetor de PVC, quando solicitado, deve ser executado em todos os fios, conforme NBR 10514, não sendo recomendado outro tipo de material para o recobrimento plástico.

Os fios revestidos devem apresentar uma superfície lisa e não podem apresentar fissuras ou trincas, após o processo de conformação dos produtos de malhas de dupla torção.

#### 5.20.2.3 Pedras

A obra deve ser executada com um só tipo de pedra, de mesma granulometria não sendo permitido qualquer modificação do material especificado. Podem ser empregadas, na formação do maciço, pedras como gnaisses e matacões de canga de minério.

Material friável não pode ser empregado, por não suportar intempéries e estar sujeito a esmagamento por

sobrecarga.

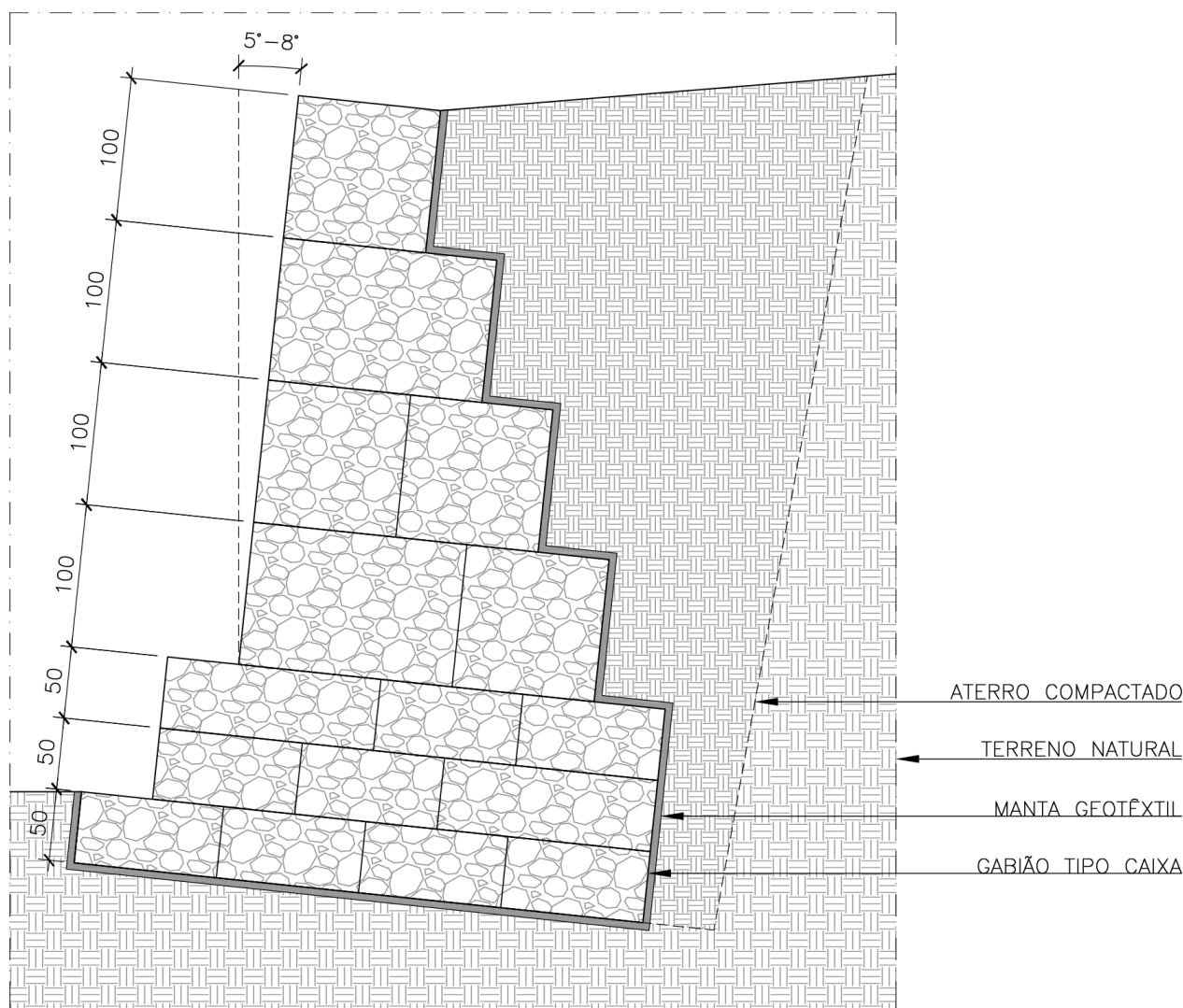
### 5.20.3 Execução

Esta técnica se destaca em diversas soluções para a realização de contenção de encostas e taludes de montante, entretanto, **se faz necessário a elaboração de projeto específico**, realizado por profissional habilitado, para o desenvolvimento de solução técnica para este tipo de estrutura, sendo este um cuidado necessário para que seja possível alcançar melhores resultados.

É recomendado prover a face interna do maciço com manta geotêxtil, a fim de conter o material fino do reaterro e filtragem de águas pluviais. Devido aos gabiões de 50 cm de altura suportarem cargas maiores e grandes esforços de compressão, é aconselhável o seu emprego nas camadas inferiores.

Cuidar para que a contra flecha seja executada como indicada em projeto, voltada para face externa, visando a maior estabilidade da contenção.

As figuras 14 e 15 a seguir ilustram dois tipos de execução de gabião tipo caixa.

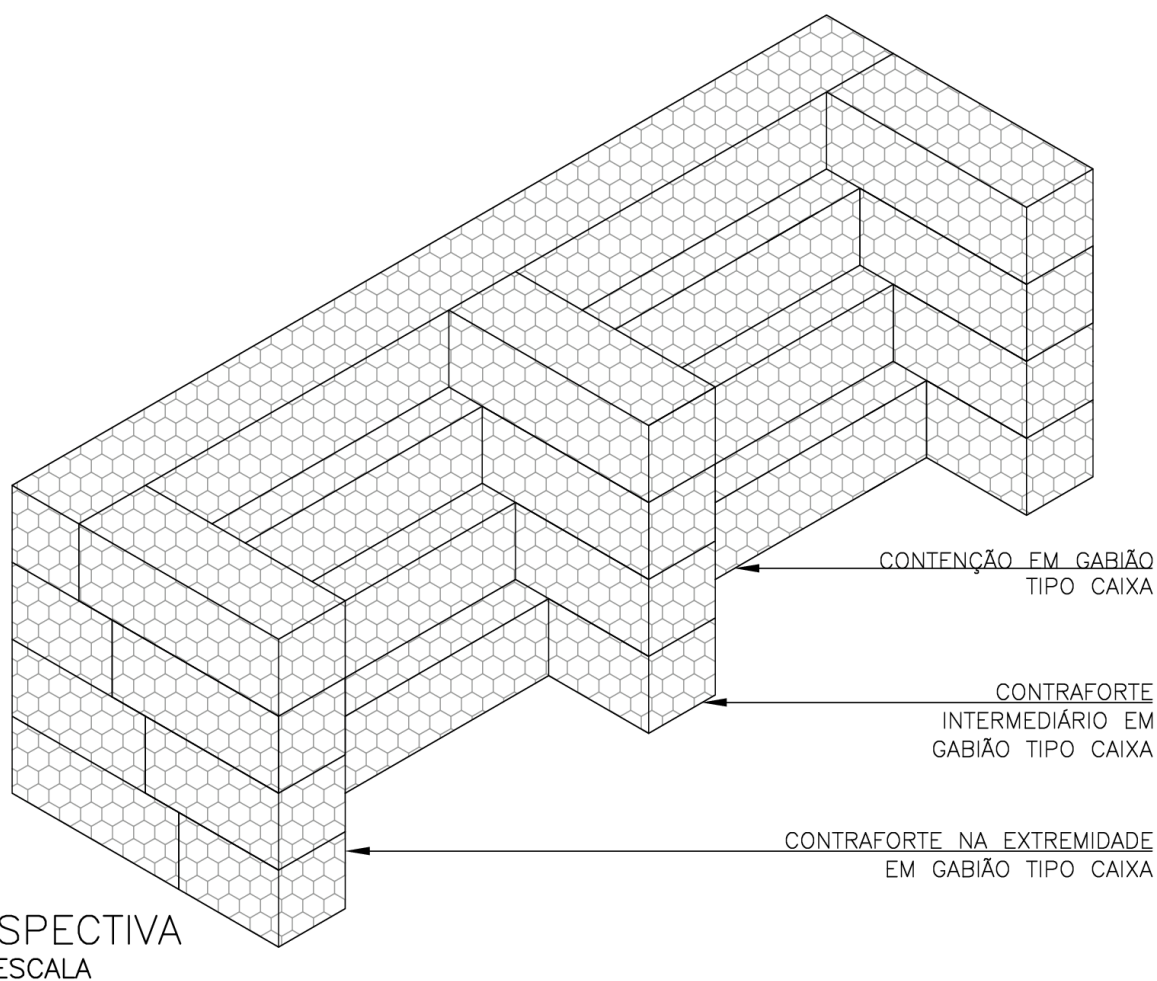
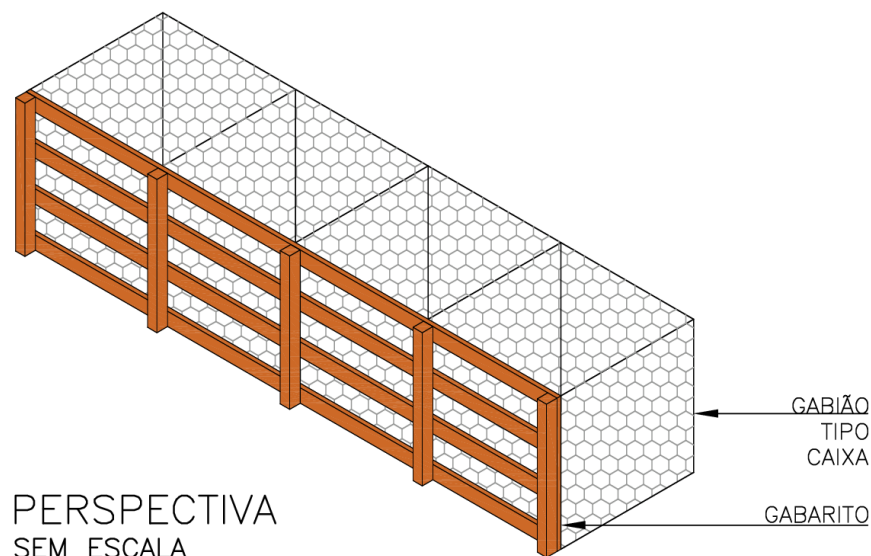


VISTA LATERAL  
SEM ESCALA

*Figura 14 - Gabião tipo caixa com inclinação executado em aterro. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 22/06/2022.*



Contraforte é um dispositivo necessário para auxiliar a estabilização da contenção. É utilizado nas extremidades e de maneira intermediárias com espaçamentos definidos em projeto. A Figura 16 ilustra um contraforte intermediário e de extremidades.



*Figura 16 - Gabarito para gabião tipo caixa e Contraforte intermediário e de extremidades. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 22/06/2022.*

Para os gabiões do tipo caixa de malha galvanizada e revestido de PVC, o fio utilizado na costura da malha



também deve ser revestido de PVC. A Figura 17 apresenta esquema do gabião tipo caixa e a Tabela 9 apresenta as dimensões padronizadas recomendadas.

Tabela 9 - Características dos gabiões tipo caixa. Fonte: Elaboração própria.

GABIÕES TIPO CAIXA	
Dimensões padronizadas	
Comprimento	1,50 m; 2,00 m; 3,00 m; 4,00 m e 5,00 m
Altura	0,50 m; 1,00 m
Largura	1,00 m; 1,50 m
Diâmetros dos fios de aço	
Fio da malha (rede)	2,7 mm
Fio da borda	3,4 mm
Fio da amarração	2,2 mm
Revestimento	
Liga ZnAl (Zinco Alumínio)	
Recobrimento plástico	
PVC (Policloreto de vinila)	

Nota: É necessária a elaboração de projeto, com a indicação das dimensões e característica dos materiais a serem utilizados e a execução do gabião, e a emissão da sua respectiva ART.

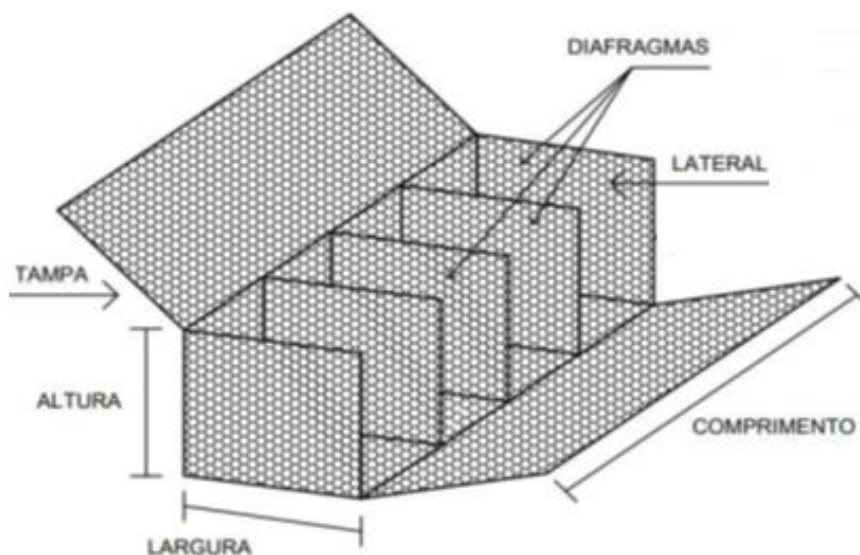


Figura 17 - Gabião tipo caixa conforme ASTM A975-11. Fonte adaptado de ASTM (2011).

#### 5.20.3.2 Gabião tipo colchão

Abrir o colchão sobre a superfície plana e rígida tirando as eventuais irregularidades. Esticar o colchão até obter o seu comprimento nominal. Posicionar os diafragmas corretamente (os que porventura vierem a abrir), levantar as paredes e proceder as costuras das paredes frontais e diafragmas às laterais, corretamente conforme indicado pelo FABRICANTE.

Instrui-se estaquear a base com pontaletes de madeira roliça de diâmetro básico de 11 a 15 cm, nas situações: em curvas de margens côncavas nos rios ou córregos e nos pontos em que foram identificadas situações de erosão e carreamento de material na linha d'água.

Cravar as estacas no topo do talude e unir os colchões vazios, costurando-os ao longo das bordas de contato. Colocar um tirante vertical a cada m<sup>2</sup> para unir a tampa ao fundo.

Executar arrumação manual das pedras nas caixas, observando o seu intertravamento em todo o volume. Não proceder o enchimento com descarga direta de carregadeiras após a arrumação da face externa do maciço.

A tela da base, a tampa e os diafragmas são ligados ao longo das arestas por fio de diâmetro maior que aquele utilizado para a malha, de modo a reforçar a estrutura e facilitar a operação de enchimento. Colocar a tampa superior, costurando-a às bordas superiores das paredes, ao diafragma e aos tirantes.

Para os gabiões do tipo colchão de malha galvanizada e plastificada, o fio utilizado na costura da malha também deve ser plastificado. A Figura 18 apresenta esquema do gabião tipo colchão e a Tabela 10 as dimensões padronizadas recomendadas.

Tabela 10 - Características dos gabiões tipo colchão. Fonte: Elaboração própria.

GABIÕES TIPO COLCHÃO	
Dimensões padronizadas	
Comprimento	3,00 m; 4,00 m 5,00 m e 6,00 m
Altura	0,17 m; 0,23 m e 0,30 m
Largura	2,00 m
Diâmetros dos fios de aço	
Fio da malha (rede)	2,0 mm
Fio da borda	2,4 mm
Fio da amarração	2,2 mm
Revestimento	
Liga ZnAl (Zinco Alumínio)	
Recobrimento plástico	
PVC (Policloreto de vinila)	

Nota: É necessária a elaboração de projeto, com a indicação das dimensões e característica dos materiais a serem utilizados e a execução do gabião, e a emissão da sua respectiva ART.

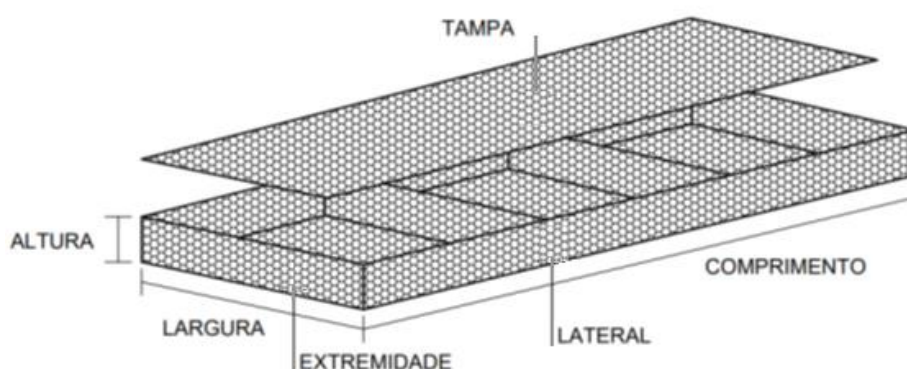


Figura 18 - Esquema do gabião tipo colchão conforme ASTM A975-11. Fonte: Adaptado de ASTM (2011).

#### 5.20.3.3 Gabião tipo saco

Tornam-se necessários cuidados específicos com as fundações, principalmente para situações em presença de água corrente. Nestes casos, devem ser empregados gabiões tipo saco que são especificados para conformar a base de assentamento da estrutura principal.

Devem ser cheios pelas extremidades (do tipo saco) ou pela lateral (do tipo bolsa) e fechados sem a obrigatoriedade de um formato regular. O enchimento com pedras e as amarrações devem seguir as mesmas regras aplicadas para os gabiões do tipo caixa ou do tipo colchão.

Para a execução deve-se desdobrar a tela em superfície rígida e plana, tirando eventuais irregularidades.



Enrolar a tela até formar um cilindro e costurar 30 cm a partir das extremidades, alternando voltas simples e duplas a cada malha. Fixar uma das extremidades com arame grosso e puxar até fechar o cilindro, e enrolar o arame grosso ao redor da tela até fechar o saco, repetindo o procedimento para a outra extremidade. Colocar os tirantes diametrais ou perimetrais a cada metro, para evitar deformações excessivas durante o enchimento e o lançamento. O enchimento deve ser da extremidade para o centro. Após o enchimento, fechar o gabião saco com o mesmo tipo de costura.

Para o lançamento, o gabião tipo saco poderá ser içado por uma das extremidades e colocado cuidadosamente no local a ser instalado. A Figura 19 apresenta esquema do gabião tipo saco e a Tabela 11 apresenta as dimensões padronizadas recomendadas.

Tabela 11 - Características dos gabiões tipo saco. Fonte: Elaboração própria.

GABIÕES TIPO SACO	
Dimensões padronizadas	
Comprimento	2,00 m; 3,00 m 4,00 m e 5,00 m
Diâmetro aprox.	0,65 m
Diâmetros dos fios de aço	
Fio da malha (rede)	2,4 mm
Fio da borda	3,0 mm
Fio da amarração	2,2 mm
Revestimento	
Liga ZnAl (Zinco Alumínio)	
Recobrimento plástico	
PVC (Policloreto de vinila)	

Nota: É necessária a elaboração de projeto, com a indicação das dimensões e característica dos materiais a serem utilizados e a execução do gabião, e a emissão da sua respectiva ART.

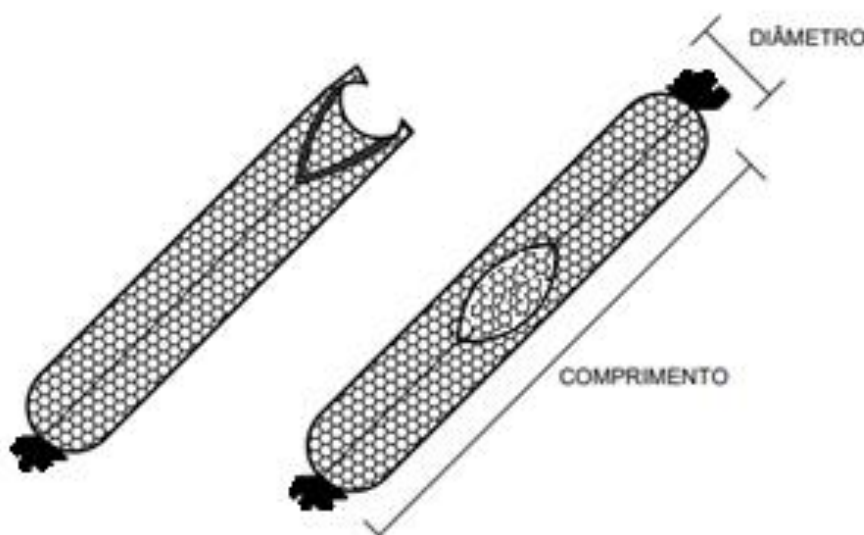


Figura 19 - Esquema do gabião tipo saco. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 22/06/2022.

#### 5.20.4 Critérios de levantamento, medição e pagamento

##### 5.20.4.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

Os serviços serão levantados em volume, por metros cúbicos (m³), executados conforme quantitativos

constantes do projeto específico.

A manta geotêxtil será levantada pela área, em metros quadrados (m<sup>2</sup>), utilizada segundo as dimensões e especificações estabelecidas no projeto, incluindo a área de trespasse.

#### 5.20.4.2 Medição

Será adotado o mesmo critério de levantamento, observando-se o que foi efetivamente realizado.

#### 5.20.4.3 Pagamento

O serviço será pago conforme preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento de todos os materiais, transporte, equipamentos utilizados, mão de obra e os encargos necessários à sua execução.

A aplicação de manta geotêxtil será paga de acordo com o preço unitário proposto para cada tipo de material, estando incluídas as operações necessárias ao fornecimento, transporte, aplicação e fixação do material, assim como todos os encargos e outras despesas inerentes à execução do serviço.

Os gabaritos usados e os tirantes aplicados em cada caixa não serão objeto de medição, pois devem estar na composição de preços do gabião ofertado pela CONTRATADA.

### 5.21 SOLO CIMENTO ENSACADO

#### 5.21.1 Objetivo

Apresentar de forma conceitual as etapas, equipamentos e metodologia utilizada durante a execução de estruturas de contenção utilizadas para estabilização de taludes por meio da utilização de solo cimento ensacado, assim como critérios de controle.

#### 5.21.2 Definição

A contenção de taludes com a utilização de solo estabilizado consiste no preparo e na montagem de uma estrutura composta por sacarias preenchidas com mistura de solo e cimento, na proporção indicada em projeto, sobrepostas de forma que esta funcione como muro de gravidade, impedindo assim o desmoronamento e carreamento de materiais oriundos de taludes e terraplenos.

#### 5.21.3 Condições Gerais

Também conhecido como muro de sacaria de solo cimento, é constituído por sacos de aniagem (juta) ou de ráfia (polipropileno ou plástico) preenchidos por material composto por uma mistura de solo, cimento e água. A disposição dessa mistura já ensacada é feita em camadas sobrepostas, compactadas, com o objetivo de que se acomodem umas sobre as outras, alcançando assim a estabilização.

Esse tipo de contenção apresenta como vantagens a viabilidade de se executar em regiões de difícil acesso e o seu baixo custo de execução, em decorrência dos materiais, equipamentos e mão de obra a ser empregada.

Por se tratar de uma estrutura de contenção considerada simples, atenção especial deve ser dada a altura de tais muros de forma que não devem ultrapassar os 5 metros.

#### 5.21.4 Condições específicas

Este dispositivo é usualmente aplicado em situações em que se manifesta processo erosivo em evolução, atuando como proteção superficial e assim, paralisando o avanço do quadro patológico.

Esta técnica se destaca em diversas soluções para a realização de contenção de encostas e taludes de montante, entretanto, **se faz necessário a elaboração de projeto específico**, realizado por profissional habilitado, para o desenvolvimento de solução técnica para este tipo de estrutura, sendo este um cuidado necessário para que seja possível alcançar melhores resultados.

#### 5.21.5 Execução

Após a locação da obra, deverá ser realizada a regularização e compactação do terreno onde será implantado o dispositivo de contenção, conforme diretrizes apontadas no projeto.

Uma camada de concreto não estrutural deverá ser aplicada no local preparado para a implantação do dispositivo (base), conforme indicado no projeto, para que seja assentada os primeiros sacos contendo solo cimento e estes por sua vez deverão obedecer a indicação da amarração e inclinação, descritas na documentação técnica. Se indicado, instalação de tubos de drenagem tipo “barbacã” deverá ser realizada.

É recomendado que o solo a ser utilizado possua característica arenosa, sem a presença de matéria orgânica, raízes, pedras ou torrões, na proporção de mistura de solo cimento de 1:10 a 1:15 em volume, que

corresponde a porcentagem de 4% a 6% de cimento. Após a realização da mistura, o umedecimento da mesma deve ser feito de forma que fique com aspecto de “farofa”.

A mistura homogeneizada deverá ser colocada dentro dos sacos de forma que estes fiquem preenchidos em cerca de 2/3 de suas capacidades.

Para a confecção do solo-cimento ensacado, inicialmente a massa de solo cimento fresco é colocada em sacarias que, depois de costuradas, são posicionadas e levemente compactadas no local. Esta compactação é fundamental para melhorar a estabilidade da contenção. Os sacos podem ser de diferentes materiais (polipropileno, aniagem etc.), e sua função é de servir de forma para a compactação.

O aterro compactado na área posterior ao muro deverá ser executado concomitantemente a sua montagem.

Com o tempo a sacaria se deteriora, expondo o solo cimento já endurecido. A disposição dos sacos deve seguir um arranjo que permita um travamento entre os elementos. A Figura 20 ilustra a disposição dos sacos compactados e travados entre si. A Figura 21 ilustra uma solução específica adotada para a estabilização de talude, com atirantamento e envelopamento de concreto dos sacos de solo cimento, além de canaletas superior e inferior da contenção. Portanto a definição e projeto do tipo de contenção deve ser elaborado caso a caso.

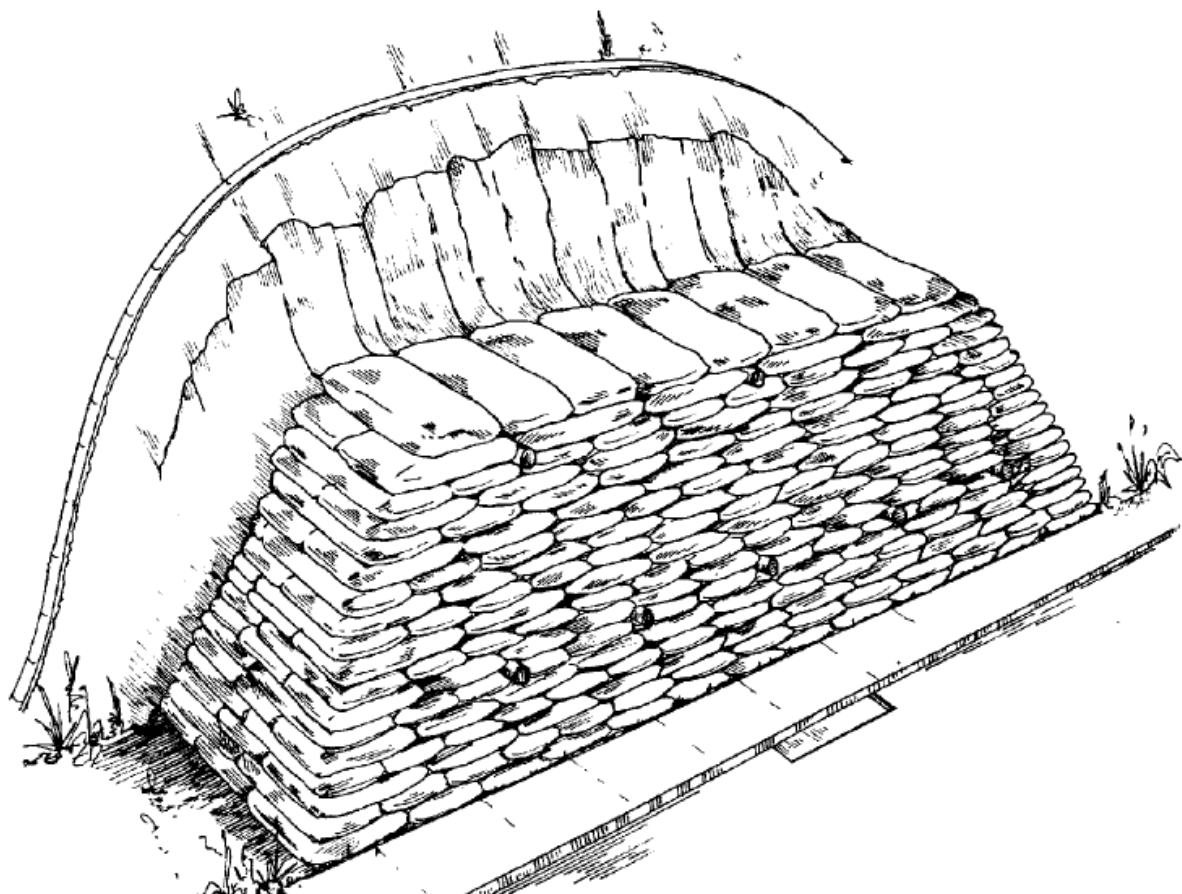


Figura 20 - Ilustração de estabilização de talude com solo cimento ensacado. Fonte: ABCP (1996).

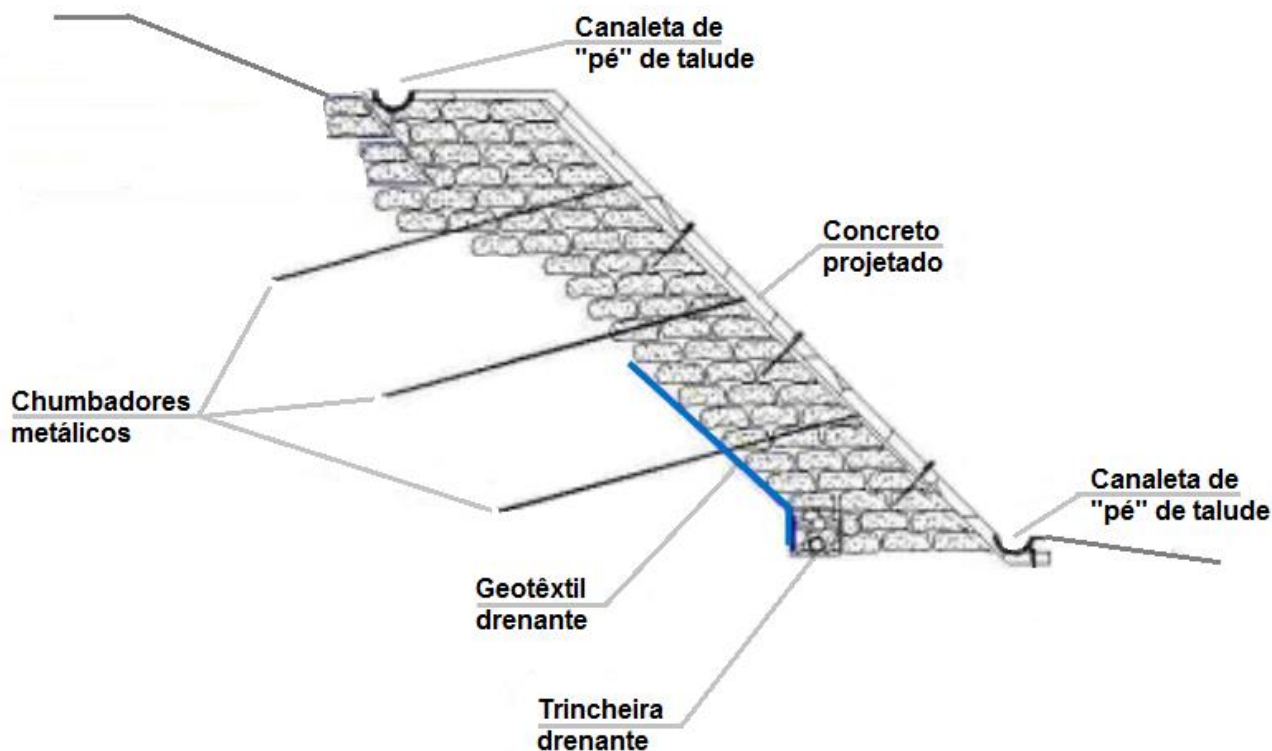


Figura 21 - Ilustração de estabilização de talude com solo cimento ensacado atirantado e com concreto projetado. Fonte: Adaptado de França; Pereira (2012).

#### 5.21.5.1 Equipamentos utilizados para a construção

Basicamente, os equipamentos que podem ser utilizados para a execução da obra de implantação de contenções de taludes com solo estabilizado são:

- Caminhão basculante;
- Caminhão pipa;
- Compactadores manuais, placa vibratória e/ou sapo mecânico;
- Pás, picaretas, enxadas, carrinho de mão, dentre outros.

#### 5.21.6 Controle

Atendimento as especificações descritas em projetos deverão ser observadas, principalmente no que diz respeito a:

- Locação e dimensionamento e ângulos de execução;
- Dosagem da mistura dos produtos a serem empregados (solo, cimento e água);
- Resistência a compressão simples.

Atendidas as especificações de materiais e critérios de execução previstos em projetos, os serviços serão passíveis de levantamento e medição.

#### 5.21.7 CRITÉRIOS DE LEVANTAMENTO, MEDIÇÃO E PAGAMENTO

##### 5.21.7.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

Os serviços serão levantados em volume, por metros cúbicos ( $m^3$ ), considerando os quantitativos descritos no projeto específico.

Os serviços referentes a escavação, aterro compactado, concreto não estrutural, serão levantados conforme critérios definidos para os mesmos.

##### 5.21.7.2 Medição

Será adotado o mesmo critério de levantamento, observando-se o que foi efetivamente realizado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.



### 5.21.7.3 Pagamento

O serviço será pago conforme preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram fornecimento de todos os materiais, transporte, equipamentos utilizados, montagem, compactação, mão de obra e os encargos necessários à sua execução.

## 5.22 PAREDE DIAFRAGMA

### 5.22.1 Objetivo

Apresentar de forma conceitual as etapas, equipamentos e metodologia utilizada durante a execução de estruturas de contenção denominadas parede de diafragma assim como critérios de controle.

### 5.22.2 Condições gerais

Parede de Diafragma consiste em executar painéis de concreto armado moldados “*in loco*” no terreno, através do preenchimento de trincheiras escavadas, com a utilização de fluido estabilizante (lama bentonítica ou polimérica), podendo estas ter profundidades e espessuras variáveis. É constituída por painéis ou lamelas, que podem ter larguras de 2,50 ou 3,20 m e espessura variando entre 30 a 120 cm e serem executados de modo alternado ou sucessivo.

Sua execução requer a elaboração de projeto específico no qual serão consideradas todas as informações relacionadas a tipologia e caracterização do terreno, presença de água, carregamentos e demais fatores que influenciam no seu dimensionamento, seguindo de forma criteriosa as normativas técnicas vigentes. A Figura 22 ilustra as principais características da execução da Parede Diafragma.

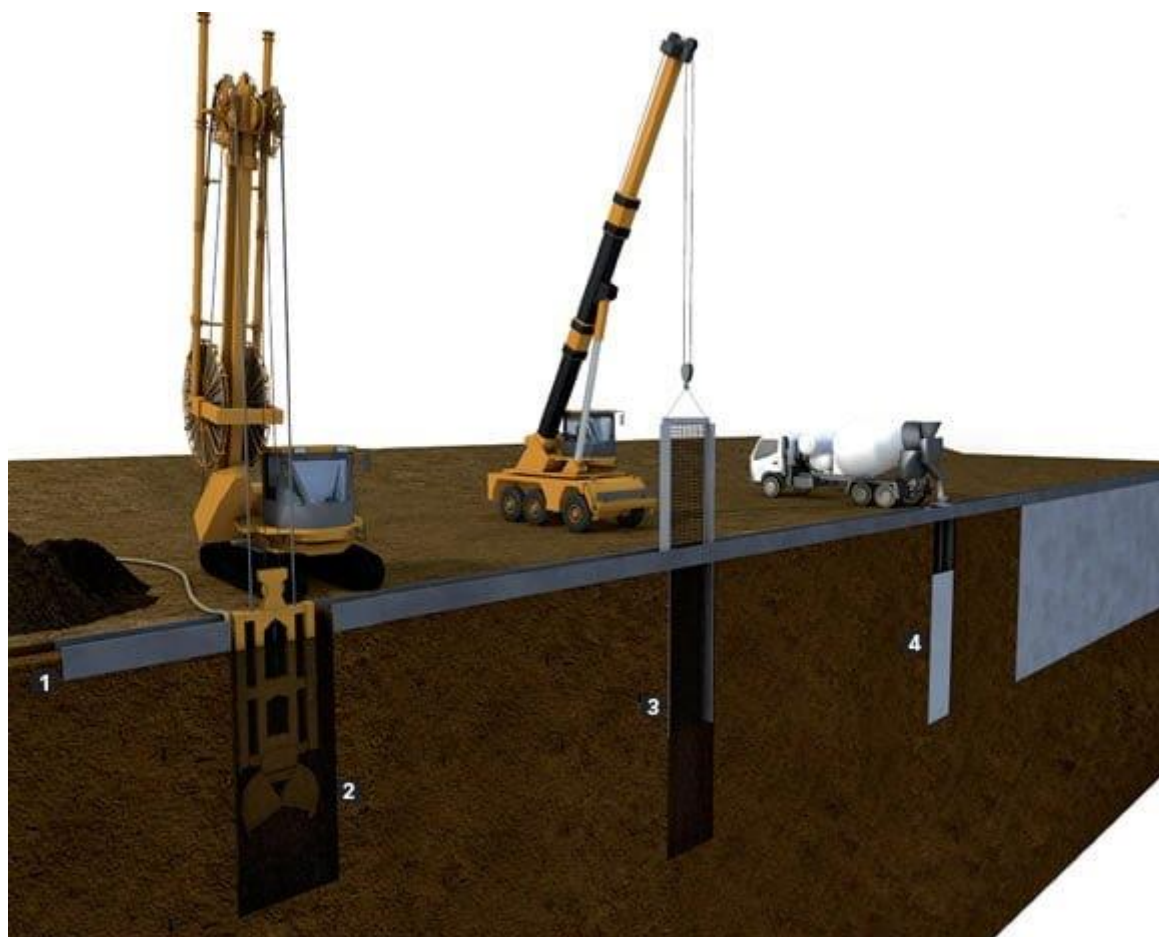


Figura 22 - Detalhe execução da Parede Diafragma. Fonte: TCPO (2014).

Conceitos principais:

- *Clam-shell* (2) - consiste em equipamento com estrutura metálica de seção transversal retangular dotado, em sua extremidade inferior, de mandíbula de corte com dentes de aços resistentes e capazes de desagregar e reter o substrato terroso e que, em operações sucessivas, realiza a escavação da cavidade onde será executada a lamela.
- Hidrofresa - consiste em equipamento com estrutura de aço rígido dotada de dois motores hidráulicos

instalados em sua parte inferior que giram alinhados no sentido horizontal e em direções opostas e uma bomba hidráulica de alta capacidade de sucção (400 m<sup>3</sup>/h).

- Lama bentonítica - mistura de diversas argilas de grãos muito finos, em particular a montmorilonita, alteração de rochas vulcânicas.
- Lamelas – consiste em cada seção escavada por vez, que será concretada posteriormente, podendo ter largura e espessura variável.
- Mureta-guia (1) – construção superficial em concreto que tem como função principal guiar a Clam Shell durante o processo de escavação para a execução das lamelas.
- Tubo tremonha – consiste em equipamento (tubo) utilizado para que seja realizada a concretagem das lamelas, estando este acoplado a um funil, sendo esta realizada da porção inferior da cava para a superior.
- Tubo junta (3) – estrutura de aço utilizada como forma para fechamento das laterais das lamelas, na fase anterior à concretagem.
- Chapa espelho - estrutura de aço utilizada como forma para fechamento das faces anteriores e posteriores das lamelas, na fase anterior à concretagem.

### 5.22.3 Aplicações

Aplicada diante da necessidade de realizar contenções para posterior escavação, a parede de diafragma é capaz de cumprir também função estática ou de interceptação hidráulica, não apresentando assim restrições técnicas para sua utilização abaixo do nível do lençol freático. Pode alcançar profundidades significativas, sendo capaz de absorver esforços de empuxo de solo assim como empuxo hidrostático.

Em seu dimensionamento, de acordo com o projeto, pode possuir dispositivos auxiliares tais como tirantes e estroncas estruturais.

O muro de concreto armado, assim construído, cumpre duas funções: atua como uma parede de suporte permanente e em algumas vezes, como um elemento de fundação.

Outras utilizações da parede diafragma incluem paredes para “*shafts*” e “*cut-off walls*”.

### 5.22.4 Execução

Para a execução da parede diafragma são realizadas várias operações que se interligam de forma que cada uma deve ser planejada com antecedência, para que não haja imprevistos.

As etapas de execução de contenções em parede diafragma consistem em:

- Locação da obra;
- Execução de mureta-guia;
- Escavação controlada do terreno com *clam-shell* ou Hidrofresa, até a cota estabelecida em projeto;
- Estabilização do solo com a utilização de lama bentonítica ou lama polimérica;
- Colocação dos tubos juntas e chapas espelho;
- Colocação da armadura em módulos;
- Desarenação ou troca da lama;
- Concretagem submersa, feita de baixo para cima, executada através da utilização do tubo “tremonha”;
- Retirada do tubo tremonha e dos tubos juntas e chapas espelho.

O projeto da parede diafragma deve levar em consideração os esforços atuantes tais como o empuxo de solo, o empuxo hidrostático e as sobrecargas no terreno a ser contido, dados estes obtidos através de ensaios de solos realizados conforme normas técnicas.

Dentre os procedimentos de controle de execução temos destaque para ensaios relacionados ao controle tecnológico dos materiais empregados (lama, aço, concreto, etc.) e o monitoramento eletrônico no processo de execução para o controle de verticalidade e posicionamento da escavação.

Uma lama de suporte com propriedades tixotrópicas especiais estabiliza as paredes da lamela durante o trabalho de escavação. Em seguida, a gaiola de reforço pré-montada é instalada, usando um dispositivo de elevação adequado, guindaste de apoio. A lamela é concretada com o uso de tubos tremonha de baixo para cima. No decurso da concretagem, a lama é bombeada e reciclada.



### 5.22.5 Execução de Mureta Guia

O primeiro passo do processo é a execução da mureta guia que tem como objetivo guiar a Clam Shell durante o processo de escavação mantendo o alinhamento das paredes conforme locação assim como impedir o desmoronamento de solo superficial.

### 5.22.6 Lama Bentonítica - Características

Argila produzida a partir de jazidas naturais, sofrendo, em alguns casos, um beneficiamento. A argila mineral predominante é a montmorillonita sódica, que tem como característica tendência ao inchamento. A lama bentonítica possui as seguintes funções:

- Estabilizar as paredes da escavação através da pressão causada, em decorrência de sua propriedade expansiva, uma vez que a suspensão de bentonita se mantém por um longo período;
- Capacidade de formar nos vazios do solo e, especialmente junto à superfície lateral da escavação, uma película impermeável (cake);

Quando composta de material tixotrópico, possui comportamento fluído quando agitado e de se tornar um gel quando em repouso. É capaz de formar um selo para impedir a perda de lama no solo e também de deixar em suspensão partículas sólidas do solo escavado, evitando que elas depositem no fundo.

Lama polimérica – composta de material sintético constituído geralmente por dois produtos, um sólido (pó) e outro líquido (emulsão) de forma que as moléculas da água são presas pelas longas cadeias do polímero, fazendo com que a sua estrutura inche e assim, proporcionando viscosidade a “lama polimérica”.

### 5.22.7 Equipamentos utilizados para escavação

Parede Diafragma com *Clam Shell*: sua penetração alcança camadas de solo de alta resistência (NSPT igual a 60 golpes) de forma que durante o processo de escavação, ocorre o lançamento de lama bentonítica que preenche o volume de solo escavado. Equipamentos mais comumente utilizados:

- FD30 - profundidade 50 m /abertura painel (lamela) 2500 mm;
- FD60 - profundidade 125 metros/abertura painel (lamela) 3130 mm.

Espessuras de paredes existentes no mercado, conforme as dimensões disponíveis do *Clam Shell* 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100 e 120 cm.

Parede Diafragma com Hidrofresa: sua penetração alcança camadas de rocha de forma a permitir o engaste da parede no extrato rochoso. Utilizada em situações onde a *Clam Shell* não consegue operar.

Critérios na sequencia executiva devem ser observados visando a eficiência da operação e a obtenção dos resultados esperados estando entre eles a intercalação na execução dos painéis, se atentar para que a armação esteja pronta (cortada, dobrada e montada), de acordo com o trecho a ser executado, etc.

Outros equipamentos que podem ser utilizados na execução silos, misturadores e desarenadores, floculadores, guindastes auxiliares, etc.

### 5.22.8 Vantagens executivas

- Sendo viável o acesso dos equipamentos, esta metodologia não apresenta restrições podendo ser utilizada em qualquer tipo de obra.
- Empregadas em situações onde se faz necessária a execução de contenções a baixo no nível do lençol freático, ou seja, maiores profundidades e ainda com certa agilidade executiva;
- Grande capacidade de absorver esforços significativos de empuxo de solo e empuxo hidrostático;
- Possui acabamento final regular;
- Execução com baixos níveis de vibrações e o ruído, se comparada à cravação de estacas de fundações ou escoramento;
- Capacidade de atravessar camadas de grande resistência, ou seja, penetrar em solos resistentes, inclusive rocha;
- Possuem grande resistência e pequena deformabilidade, o que as coloca como solução mais indicada para suporte de escavações próximas a edificações existentes;
- Quando incorporadas a estruturas permanentes da edificação a ser construída, geram vantagem financeira significativa;
- Possui grande capacidade estrutural e menor interferência no nível freático externo.

### 5.22.9 Pontos a serem considerados

- Custo relativamente alto quando comparado com outras soluções semelhantes, sendo necessária a elaboração de um estudo de viabilidade;
- O controle de qualidade do concreto assim como o de execução devem ser rigorosos;
- Pode ocorrer inviabilidade executiva em decorrência de não ser possível acessar o local de execução devido ao tamanho dos equipamentos;
- O uso de fluido estabilizante gera impacto ambiental significativo devendo ser tratado de forma adequada;
- Índices de perda de concreto elevados podendo variar de 10% a 25%;

Apesar de toda a complexidade do processo, as paredes diafragma não têm norma técnica específica, publicada pela ABNT, devendo ser seguidas diretrizes normativas que contemplam as atividades técnicas correlatas.

### 5.22.10 Controle

Um controle rigoroso para a execução das paredes de diafragma deve ser adotado pela contratada, em se tratando do concreto utilizado (slump, moldagem de corpo de prova de acordo com a NR 5738), da lama bentonítica (massa específica, viscosidade, pH e % de areia), estando estes especificados em projeto.

No ato da execução de cada painel, um registro com a indicação da obra e local, data de início da escavação e concretagem; número do painel, dimensões, cotas da parede guia e do fundo de arrasamento, produtividade de escavação e concretagem, resultados dos ensaios de lama antes e após a desarenação e slump teste do concreto. Alinhamento e prumo das paredes guias deverão ser verificados assim como o controle de verticalidade.

- Controle ambiental

Todos os procedimentos previstos em legislação vigente, visando a proteção e a segurança de recursos hídricos/ambientais assim como os envolvidos no processo construtivo, tanto direta quanto indiretamente, deverão ser cumpridos integralmente.

Análise comparativa de volume de concreto projetado e executado deverá ser elaborada.

### 5.22.11 Recebimento dos produtos

Para o recebimento dos produtos se faz necessário que todas as exigências previstas em projeto e na metodologia de controle sejam atendidas, principalmente no que diz respeito aos critérios de aceitação dos materiais utilizados, equipamentos, ensaios de controle tecnológico e metodologia executiva.

### 5.22.12 Critérios de levantamento, medição e pagamento

#### 5.22.12.1 Levantamento (quantitativo para projeto)

As paredes de diafragma serão levantadas, na unidade de metros cúbicos (m³). Este volume será obtido através do produto das espessuras, extensões e profundidades efetivamente executadas.

A composição de preço unitário deste serviço será elaborada de acordo com os dados técnicos apontados no projeto executivo da estrutura.

#### 5.22.12.2 Medição

As paredes de diafragma serão medidas, desde que aceitas pela FISCALIZAÇÃO, na unidade de metros cúbicos (m³), considerando o volume efetivamente executado.

#### 5.22.12.3 Pagamento

O serviço será pago conforme preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram fornecimento de todos os materiais, transporte, equipamentos utilizados, mão de obra e os encargos necessários à sua execução.

## 5.23 REFERÊNCIAS

ABNT NBR 10514:1988 - Redes de aço com malha hexagonal de dupla torção, para confecção de gabiões

ABNT NBR 8964:2013 - Arames de aço de baixo teor de carbono, revestidos, para gabiões e demais produtos fabricados com malha de dupla torção.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TUBOS DE CONCRETO. Tubos de concreto para



águas pluviais e esgoto sanitário. São Paulo, 2003. 10 p.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Norma DNIT 103/2009 - ES: Proteção do corpo estradal - Estruturas de arrimo com gabião. 2009.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Álbum de Projetos Tipo de Drenagem. Rio de Janeiro, 2018.

FRANÇA, F. A. N; PEREIRA, V. R. G. Emprego de geossintéticos para recomposição de talude com recuperação da geometria original e uso de solo local. IGS Brasil, 2012. Disponível em: <https://igsbrasil.org.br/wp-content/uploads/2020/06/CCO-2012-2o-Lugar-Emprego-de-geossint%C3%A9ticos-para-recomposi%C3%A7%C3%A3o-de-talude-com-recupera%C3%A7%C3%A3o-da-geometria-original-e-uso-de-solo-local.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2022.

Norma DNIT 015/2006 - ES: drenagem: drenos subterrâneos: especificação de serviço. 2006

Manual de Especificações de Produtos e Procedimentos ABEF, Editora PINI, 3ª Edição.

MURO DE ARRIMO EM SACOS DE SOLO - CIMENTO, DER-SP, 2006 - ET-DE-G00/017.

PAREDE DIAFRAGMA - DER-SP - ET-DE-G00/012 Rev. A

TEIXEIRA FILHO, Fernando José. O solo-cimento e suas aplicações rurais. 2.ed. São Paulo, ABCP, 1996.

28p. illus. 21cm. (BT-117)