



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO  
AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBÓ  
MEMORIAL DESCRITIVO

**AVALIAÇÃO E REVISÃO DO PROJETO DA TOMADA  
D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS  
BARRAGEM TAQUAREMBÓ  
PROJETO EXECUTIVO**

**FEVEREIRO/2017**

**REV.03**



1



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

## APRESENTAÇÃO



2



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

## APRESENTAÇÃO

STE- Serviços Técnicos de Engenharia S/A apresenta a Avaliação e Revisão do Projeto da Tomada D'água (Ponto de Fuga 02) e Estruturas Associadas da Barragem Taquarembó.

Esta revisão decorre da necessidade de adequação das referidas estruturas para atendimento à demanda requerida de  $25,3 \text{ m}^3/\text{s}$  definida nos estudos realizados em abril de 2013 pelo documento técnico 1529-R-EST-VBD-06-00 – “Proposta do Sistema de Irrigação Consolidado para o Sistema Integrado de Usos Múltiplos da Barragem do Arroio Taquarembó” e será estruturada de acordo com os seguintes tópicos principais: considerações Gerais sobre a localização, objetivos e caracterização das estruturas objeto deste estudo;

1. Levantamentos Topográficos e Geotécnicos contendo memoriais descritivos e dados dos levantamentos topográficos e prospecções do solo (sondagens);
2. Projetos Geométricos com memorial descritivo/cálculo contendo a definição do bloco hidráulico em concreto, do traçado e seções transversais dos canais e providências necessárias para o tratamento das fundações e taludes das estruturas de aproximação e fuga;
3. Projetos hidráulico-mecânicos com memorial descritivo/cálculo contendo a metodologia de dimensionamento dos dispositivos e detalhes das peças hidromecânicas utilizados na operação da tomada d'água (comportas, válvulas e grades);
4. Planilha Orçamentária
5. Peças Gráficas





25220000019481



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

## SUMÁRIO



4



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO  
AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

**SUMÁRIO**

|       |                                                               |    |
|-------|---------------------------------------------------------------|----|
| 1     | CONSIDERAÇÕES GERAIS.....                                     | 6  |
| 1.1   | DEFINIÇÃO DA LOCALIZAÇÃO E DA ABRANGÊNCIA ESPACIAL DO PROJETO | 6  |
| 1.2   | OBJETIVO DO PROJETO .....                                     | 7  |
| 1.3   | CARACTERIZAÇÃO DA TOMADA E ESTRUTURAS ASSOCIADAS .....        | 7  |
| 1.3.1 | BLOCO HIDRÁULICO.....                                         | 7  |
| 1.3.2 | CANAIS DE APROXIMAÇÃO E FUGA .....                            | 10 |
| 2     | LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E GEOTÉCNICOS .....                | 11 |
| 2.1   | Estudos Topográficos .....                                    | 11 |
| 2.2   | Levantamentos Geotécnicos .....                               | 13 |
| 3     | PROJETOS GEOMÉTRICOS .....                                    | 15 |
| 3.1   | Canais .....                                                  | 15 |
| 3.1.1 | Definição do traçado .....                                    | 15 |
| 3.1.2 | Perfis e Seções transversais .....                            | 16 |
| 3.2   | Bloco Hidráulico .....                                        | 22 |
| 4     | PROJETOS HIDRÁULICOS MECÂNICOS .....                          | 22 |
| 4.1   | Dimensionamento e Verificações Hidráulicas .....              | 24 |
| 4.1.1 | Tubulação Forçada .....                                       | 25 |
| 4.1.2 | Grade de Proteção .....                                       | 25 |
| 4.1.3 | Válvulas Dispersoras .....                                    | 30 |
| 4.1.4 | Comportas .....                                               | 36 |
| 4.1.5 | Ficha Técnica da Tomada D'água .....                          | 37 |
| 5     | PLANILHA ORÇAMENTÁRIA .....                                   | 38 |
| 6     | PEÇAS GRÁFICAS .....                                          | 41 |





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

## 1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1.1 DEFINIÇÃO DA LOCALIZAÇÃO E DA ABRANGÊNCIA ESPACIAL DO PROJETO

Os estudos ora conduzidos referem-se à avaliação e revisão da Tomada D'água e Estruturas Associadas localizadas na margem esquerda do reservatório e são responsáveis pelo atendimento às necessidades hídricas do Sistema de Irrigação Consolidado para o Sistema Integrado de Usos Múltiplos da Barragem.

Localizada a montante do maciço, na margem esquerda, estas estruturas constituem-se de um bloco hidráulico composto pela tomada d'água, canal de aproximação de fuga (condução) que lançarão as vazões regularizadas no ponto inicial do sistema de distribuição (canal principal) para atendimento às áreas da margem direita do rio Santa Maria e margem esquerda do arroio Taquarembó (figura 1).



*Figura 1 – Localização da Tomada D'água e Estruturas Associadas*

O Sistema de Irrigação Consolidado contempla irrigação de uma área total de 32.914 ha, sendo 22.382 ha de arroz e 10.532 ha de outros cultivos. (fonte: Proposta



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

do Sistema de Irrigação Consolidado para o Sistema Integrado de Usos Múltiplos da Barragem do Arroio Taquarembó, abril 2013).

## 1.2 OBJETIVO DO PROJETO

Avaliação e revisão dimensionamento e operacionalidade dos equipamentos hidromecânicos, movimentos de solos e obras civis integrantes do bloco hidráulico e das estruturas associadas (canal de aproximação e condução) para atendimento à vazão regularizada requerida no Sistema de Irrigação Consolidado ( $25,3\text{m}^3/\text{s}$ ) com detalhamento executivo das referidas estruturas acompanhadas das avaliações quantitativas e respectivos custos.

## 1.3 CARACTERIZAÇÃO DA TOMADA E ESTRUTURAS ASSOCIADAS

A Tomada de Água foi concebida para abrigar os elementos mecânicos, como grades, comportas, tubulações, válvula de jato oco, Casa de Comando, etc. que permitem a operação da mesma.

Localizada na margem esquerda do reservatório, terá a função controle e condução das vazões destinadas a atender à demanda do Sistema de Irrigação Consolidado desenvolvido nos estudos mencionados no item 1.2.

Constitui-se de um bloco hidráulico e canais de aproximação e fuga (condução) que conduzirão as vazões regularizadas ao ponto inicial do Sistema de Irrigação Consolidado (canais de distribuição) para atendimento às áreas da margem direita do rio Santa Maria e margem esquerda do arroio Taquarembó.

### 1.3.1 BLOCO HIDRÁULICO

#### 1.3.1.1 Torre

Estrutura em Concreto Convencional Vibrado – CCV, composta por uma torre principal e 2 (duas) casas de comando que terão a função de operar e abrigar os equipamentos hidromecânicos.





**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

**AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO**  
MEMORIAL DESCRITIVO

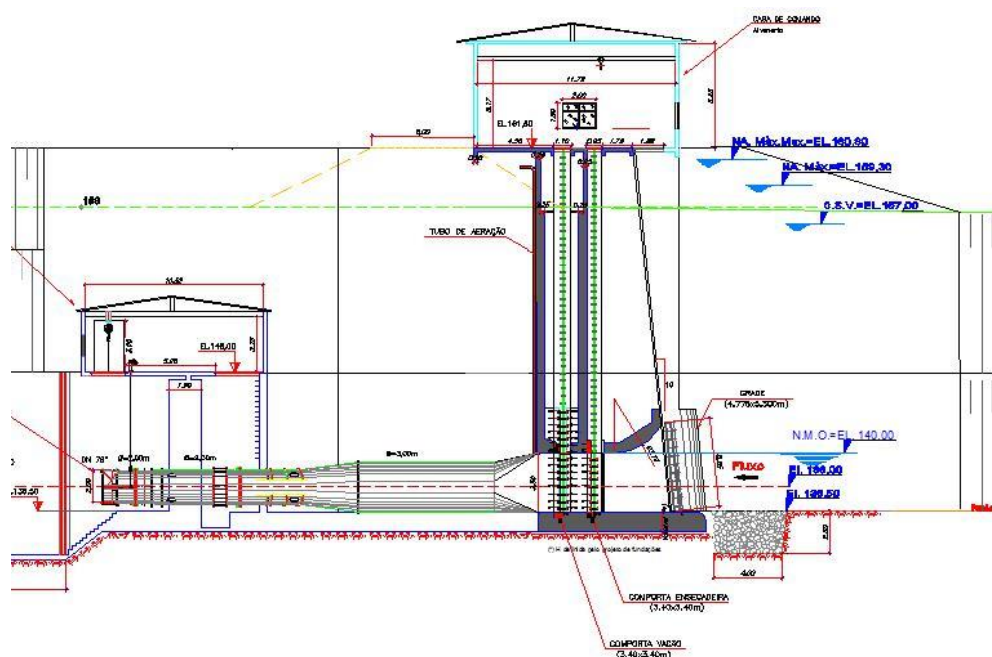


Figura 2 – Casas de Comando - Corte Esquemático

**1.3.1.2 Equipamentos hidromecânicos**

A Tomada d'Água foi projetada para abrigar as seguintes estruturas e dispositivos:

- Estrutura de emboque,
- Área de Transição,
- Válvulas Dispersoras de Jato Oco,
- Câmara de Dissipação de Energia,
- Casa de Comando 1 situada na crista do maciço e,
- Casa de Comando 2 da válvula dispersora.

A tomada de água será feita através de conduto forçado e terminando em 02 (duas) válvulas dispersoras de jato oco "Howell Bunger" que garantirão a vazão regularizada na extremidade de jusante do conduto forçado.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

As figuras 3 e 4 a seguir apresentam o arranjo geral das estruturas hidráulicas no ponto de fuga 02.

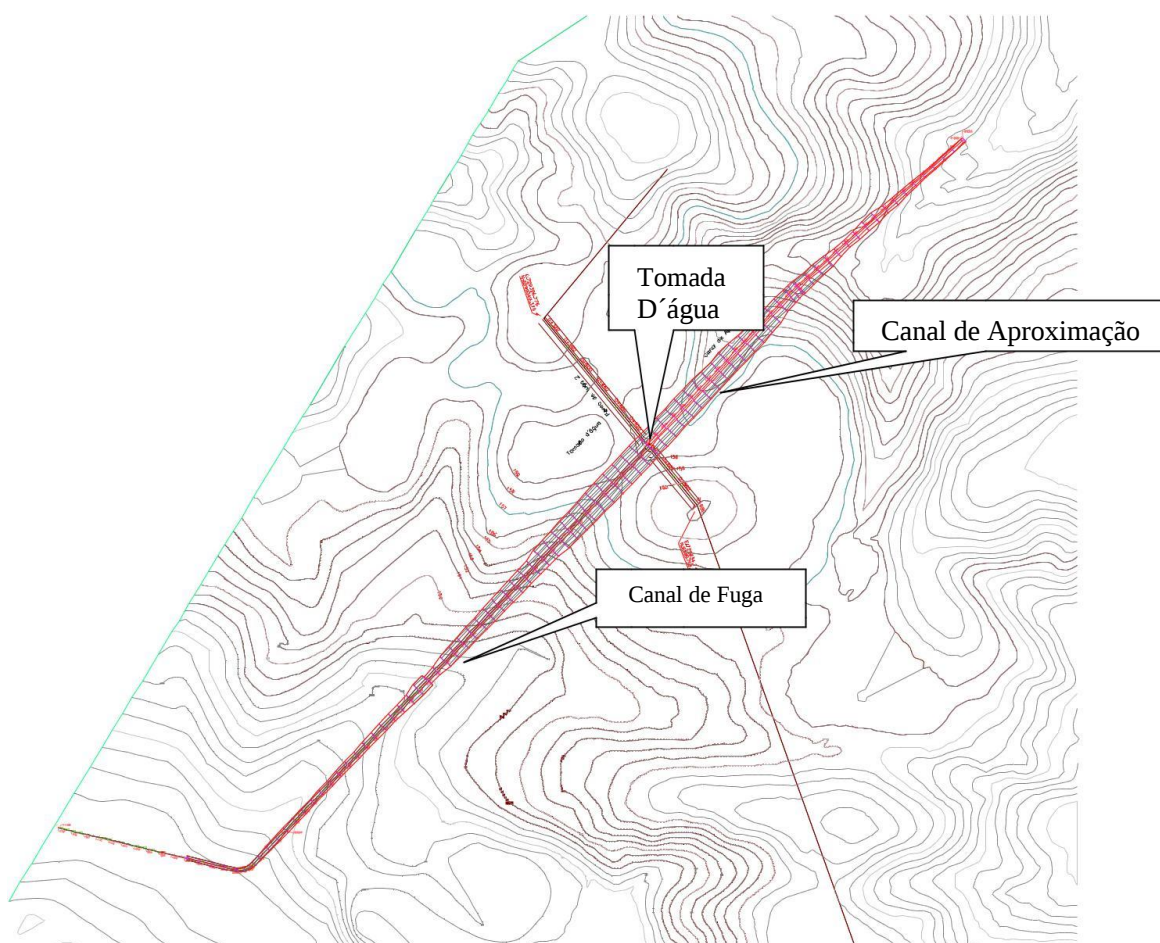


Figura 3: Arranjo Geral das Estruturas – Vista Geral



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

**AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO**  
MEMORIAL DESCRITIVO

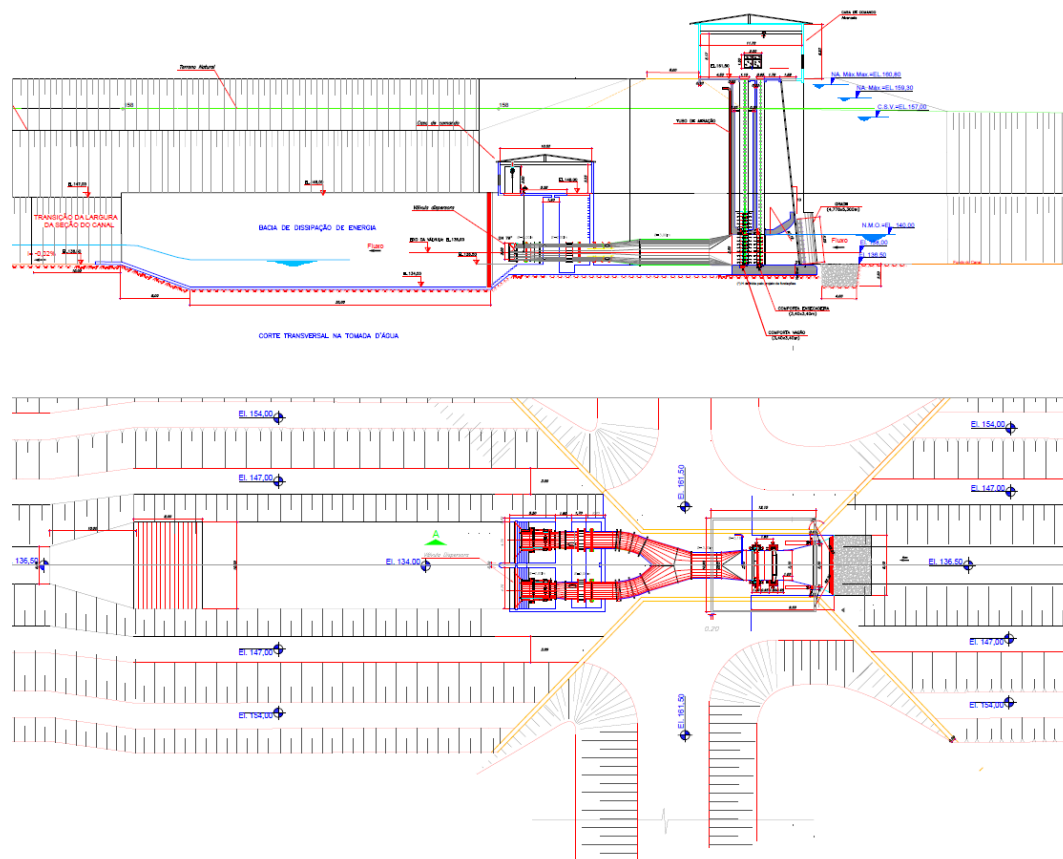


Figura 4 –Arranjo das Estruturas – Planta Baixa e Perfil

### 1.3.2 CANAIS DE APROXIMAÇÃO E FUGA

#### 1.3.2.1 Canal de Aproximação

O canal de aproximação será escavado em perfil descendente com início na cota 138,00m, a montante até emboque na tomada d'água, onde atingirá a cota 136,50m. Terá a função de direcionamento do fluxo hídrico do reservatório ao emboque da tomada d'água. Sua seção de escavação será trapezoidal, banquetas a cada 8,00m de desnível, com alturas que variam entre 1,00m a 18,0m com extensão de



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

**AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO**  
MEMORIAL DESCRITIVO

700,00m. Submerso, dispensará cuidados especiais quanto ao revestimento de seus taludes.

**1.3.2.2 Canal de Fuga**

O canal de fuga inicia logo após a bacia de dissipação, na cota 136,50m e destina-se a conduzir a vazão regularizada ao Sistema de Irrigação Consolidado. Este canal garantirá o escoamento de 25,3 m<sup>3</sup>/s. Desenvolver-se-á por 1200,00m até a cota 135,00m, local de entrega ao sistema de distribuição para irrigação. Está configurado em seção trapezoidal aberta, banquetas a cada 7,00m de desnível, com alturas variáveis (18,00m a 4,00m) ao longo de sua extensão. Seu perfil longitudinal será configurado em declividade constante.

**2 LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E GEOTÉCNICOS**

**2.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS**

Os dados topográficos de apoio utilizados correspondem aos levantamentos do projeto básico, cartas do Serviço Geográfico do Exército escala 1:50.000, Aerofotos escala 1:60.000, imagens de satélite LANDSAT TM-7 e levantamentos complementares de campo.

Os trabalhos topográficos tiveram início a partir da identificação de marcos geodésico e referências de nível (RN's) na região alvo dos estudos.

| COORDENADAS EM UTM |              | NOME DO MARCO | COTA (m)             |             | DESCRIÇÃO                         |
|--------------------|--------------|---------------|----------------------|-------------|-----------------------------------|
| X                  | Y            |               | (Carta SGE 1:50.000) | (Conf. DSG) |                                   |
| 730.082,40         | 6.590.871,07 | PONCHE        | 183,00               | 183,24 m    | MARCO PONCHE                      |
| 737.334,24         | 6.584.969,59 | RN            | 272,00               | —           | S/N — A 2.620M DA PONTE NA RS/630 |
| 735.017,71         | 6.585.439,46 | MARCO         | 157,29               | —           | S/N — A 700M DA PONTE NA RS/630   |

FONTE: RELATÓRIO DO PROJETO BÁSICO (VOLUME 3) E ESTUDOS COMPLEMENTARES, OUT/2006 (DESAPROPRIAÇÃO)





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

Para apoio aos levantamentos topográficos foram implantados na região abrangida pelo projeto marcos tronco-piramidais de concreto com coordenadas X, Y, Z, as quais foram transportadas através da utilização de GPS de precisão geodésica para transporte horizontal e nivelamento geométrico para transporte vertical.

O lançamento das estruturas hidráulicas de distribuição (canais de aproximação e fuga, bloco hidráulico da tomada d'água e equipamentos hidromecânicos) tem início nas coordenadas UTM 730092E, 6590317N. A tomada d'água terá sua estrutura escavada, com fundações assentadas na cota 136,50m. O eixo, no emboque com o canal de aproximação, está definido pelas coordenadas 729564E e 6589856N.

O volume hídrico controlado pela tomada d'água será lançado no canal de distribuição através de um canal de fuga, com extensão de 1200m. Planta com detalhes encontra-se no item "Peças Gráficas", integrante deste projeto.





**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**  
**SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO**  
**AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO**  
**MEMORIAL DESCRITIVO**

**Figura 5 – Elementos Locacionais do Canal de Aproximação**



**Figura 6 – Elementos Locacionais do Canal de Fuga**

## **2.2 LEVANTAMENTOS GEOTÉCNICOS**

Na avaliação e caracterização dos solos na região dos canais de aproximação e fuga foram utilizadas as informações disponíveis no projeto do maciço do ponto de fuga 02 (Detalhamento do Projeto de Engenharia da Barragem no Arroio Taquarembó, abril 2013) e sondagens realizadas nos eixos dos canais.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

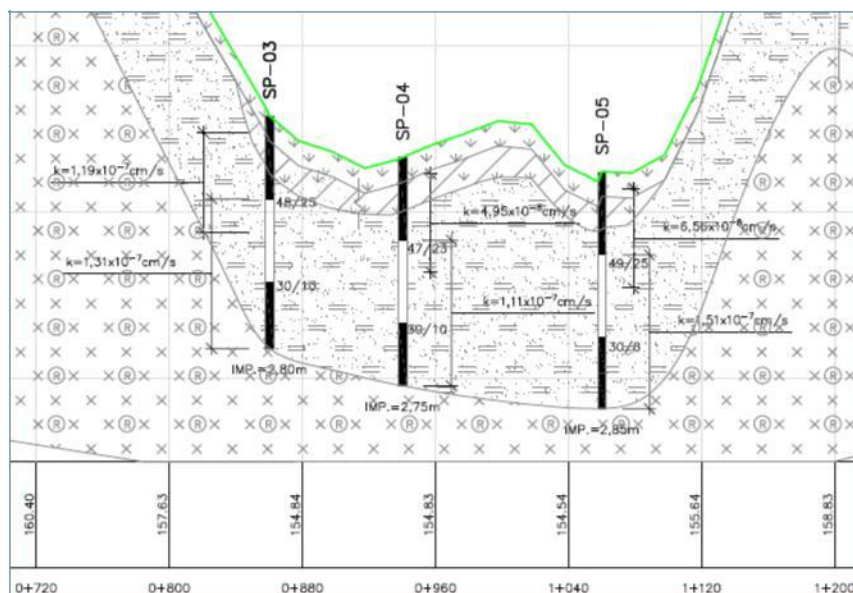


Figura 05 – Perfil Geológico Geotécnico – PF-02. Fonte: Detalhamento do Projeto de Engenharia da Barragem no Arroio Taquarembó, abril 2013.

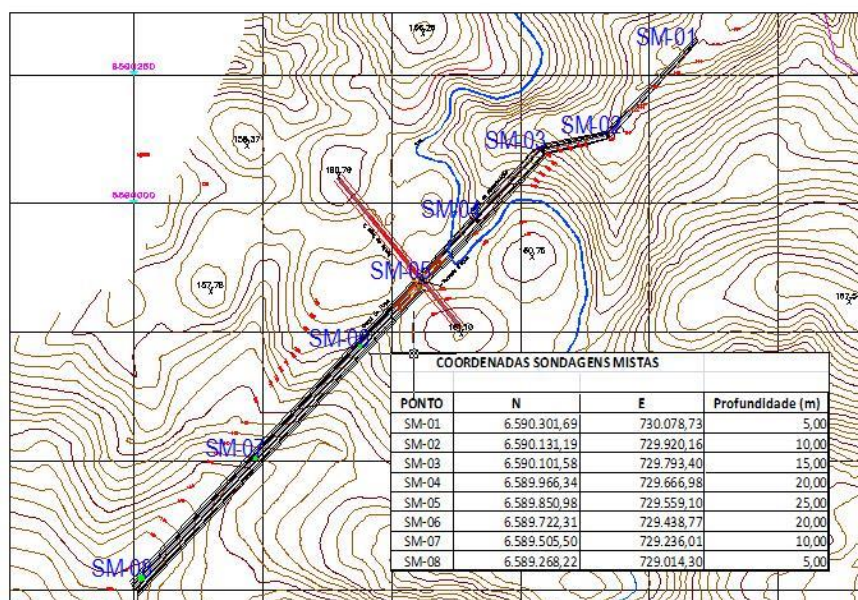


Figura 06 – Localização das sondagens nos eixos dos canais de aproximação e fuga.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

Conforme o perfil geológico-geotécnico da figura 05 e perfis das sondagens localizados na figura 06, a camada vegetal superficial deverá ser integralmente removida em toda a fundação, sendo que a raspagem terá uma espessura mínima de 0,30m. Identificaram-se camadas de argila arenosa e/ou siltosa sobrepostas a areia fina siltosa ou ao silte arenoso. Abaixo deste material e estendendo-se para as ombreiras, encontra-se silte arenoso amarelo, provável solo residual ou manto de intemperismo sobreposto a rocha riolítica.

Os ensaios de infiltração nas camadas de solo residual apresentaram coeficientes de permeabilidade (k) variável de  $10^{-7}$  a  $10^{-8}$  cm/s, em sua maioria, sendo estes materiais praticamente impermeáveis. Os boletins de sondagem com das sondagens mistas indicadas na figura 06 encontram-se no item “Anexos”, deste projeto.

### 3 PROJETOS GEOMÉTRICOS

#### 3.1 CANAIS

##### 3.1.1 Definição do traçado

O Canal de Aproximação terá sua seção totalmente escavada. Seu perfil longitudinal inicia na estaca 0+560 do eixo do maciço, em ângulo de 82 graus com o referido eixo e desenvolve-se por 700,00m a montante da tomada d'água.

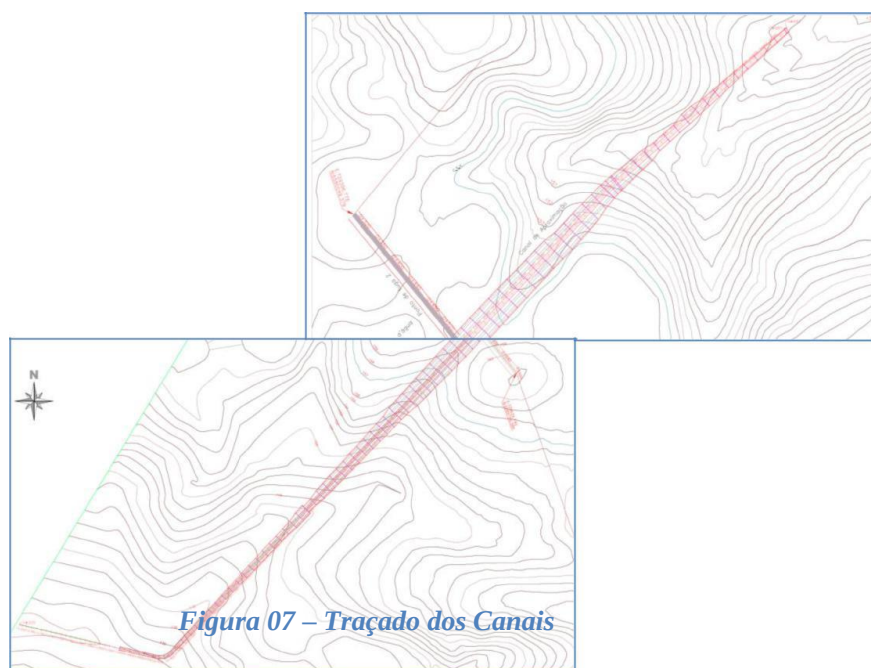
O Canal de Fuga terá seção totalmente escavada por 800m. A partir deste ponto sua seção será mista (corte e aterro) por mais 200,00m e por fim os últimos 200,00m serão de seção em aterro. O traçado dos canais foi projetado de forma a otimizar os volumes de corte e aterro na região dos mesmos. A figura 07 ilustra os traçados mencionados. Pranchas do projeto geométrico (plantas baixas e seções) encontram-se no item “Peças Gráficas” deste projeto.





**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**  
**SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO**

**AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO**  
**MEMORIAL DESCRITIVO**



### 3.1.2 Perfis e Seções transversais

Ambos os canais caracterizam-se por serem canais longos, de forma geométrica única, com rugosidade homogênea. O dimensionamento hidráulico foi realizado considerando a hipótese de regime uniforme de escoamento.

#### 3.1.2.1 Canal de Aproximação

##### *Perfil Longitudinal*

Por tratar-se de um canal submerso de direcionamento de fluxo ao emboque da tomada d'água será escavado em perfil descendente com início na cota 138,00m, a montante até emboque na tomada d'água, onde atingirá a cota 136,50m.

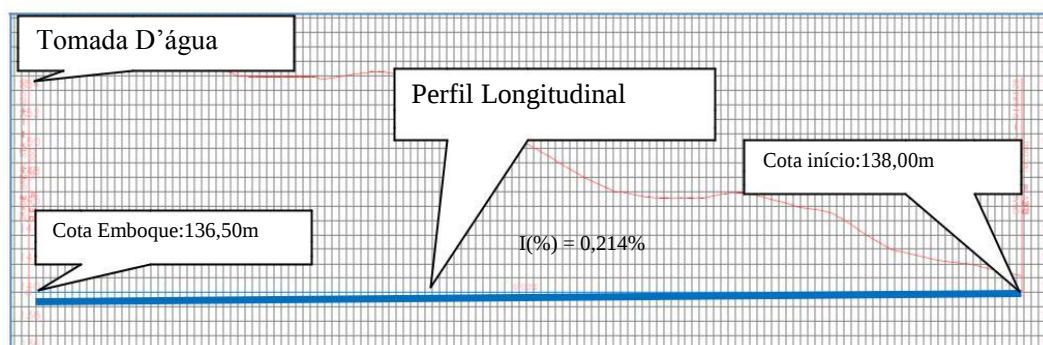




ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

A figura 08 ilustra o perfil projetado. Prancha do projeto em detalhes encontram-se no item “Peças Gráficas” deste projeto.



*Figura 08 – Perfil Longitudinal do Canal de Aproximação*

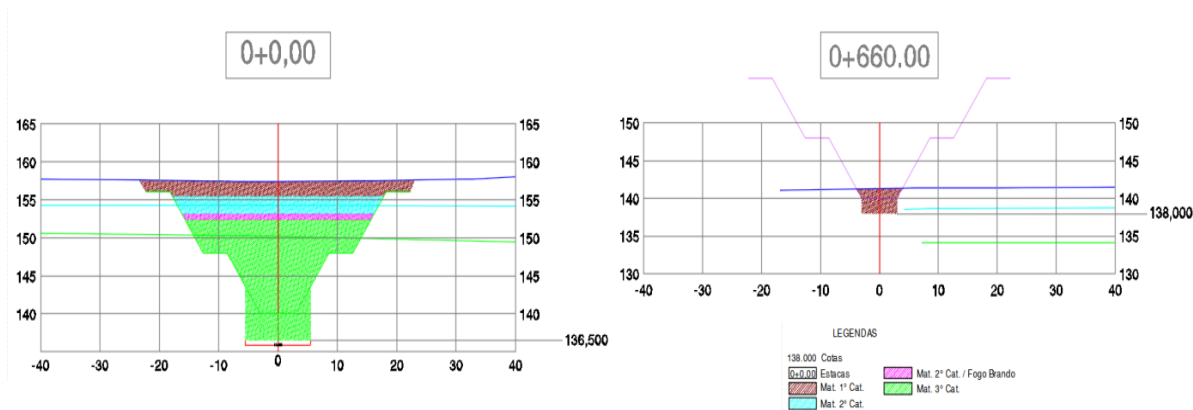
### Seções Transversais

Está configurado em seção aberta, escavado em solo residual e seções transversais com alturas variáveis (18,00m a 1,00m) ao longo de sua extensão.

Sua seção transversal em corte foi definida com taludes com inclinação 1/0,8, base de 6,00m e banquetas de 4,00m a cada 8,00m de desnível entre o fundo do canal e “off set” de escavação. A figura 09 ilustra as seções nas extremidades do canal. Pranchas com seções encontram-se em detalhe no item “Peças Gráficas”.



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO  
**AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO**  
MEMORIAL DESCRITIVO



*Figura 09 – Seção Transversal*

Sua configuração geométrica longitudinal e transversal foi definida para atender a máxima eficiência hidráulica, função das características geotécnicas do local e das vazões regularizadas de projeto e otimizar o movimento dos solos escavados, reduzindo, desta forma o custo do empreendimento.

### 3.1.2.2 Canal de Fuga

#### *Dimensionamento do Canal*

Sua capacidade hidráulica garantirá uma vazão máxima regularizada de  $25,3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Inicia na Tomada D'água, na cota 136,50m e desenvolve-se por 860,00m até a cota 135,00m, local de entrega ao Sistema de Irrigação Consolidado.

Sua configuração geométrica longitudinal e transversal foi definida para atender a máxima eficiência, função das características geotécnicas do local e das vazões regularizadas de projeto, visando minimizar a área revestida do canal e o volume necessário para escavação, reduzindo, desta forma o custo do empreendimento.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

$$Q = \frac{1}{n} \cdot \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} \cdot I^{1/2} \xrightarrow{Q_{\max} \rightarrow P_{\min} \text{ e } A, n, I = \text{ctes}} \frac{dP}{dy} = 0$$

O dimensionamento hidráulico foi realizado considerando a hipótese de regime uniforme de escoamento. Sondagens realizadas no eixo indicam que o canal desenvolve-se sobre uma estrutura geológica compostas, nas camadas superficiais, por uma camada vegetal com aproximadamente 0,30m de espessura seguida de uma camada de argila siltosa e silte arenoso com pedregulhos com espessura média de 3,50m. Abaixo das camadas de argila encontra-se solo residual ou manto de intemperismo (2ª categoria) e rocha com cota de topo entre 140,00m e 145,00m.

O Canal de fuga está assentado sobre material granulares grossos que indicam a adoção de rugosidade de 0,026 (Manning. Ven Te Chow, 1959)

| Tipo de Canal          | Valor de "n" |
|------------------------|--------------|
| Canal de Terra         | 0,020        |
| Canal de Rocha         | 0,025        |
| Grãos finos no fundo   | 0,024        |
| Materiais mais grossos | 0,026        |

*Fonte: Valores de rugosidade de Manning (Chow, 1959)*

A declividade a ser vencida (1,50m), entre a saída da Tomada D'água e o lançamento no início do Sistema de Irrigação Consolidado será realizada por perfil com declividade constante de 0,0017m/m.

Para atender a vazão regularizada de 25,3 m<sup>3</sup>/s com as condições de rugosidade e declividades longitudinais indicadas (n=0,026 e i=0,0017m/m) a seção do canal apresentará a seguinte configuração geométrica e parâmetros hidráulicos:

- Seção trapezoidal:
- Área Molhada: 24,30m<sup>2</sup>;

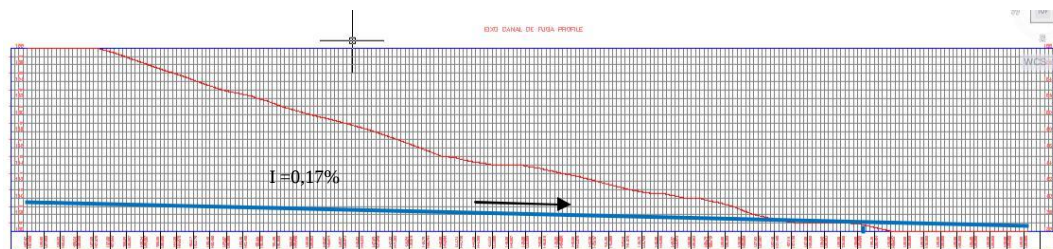


ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

- Profundidade Normal = 3,46m;
- Declividade: 0,0017m/m;
- Coeficiente de Rugosidade: 0,026;
- Inclinação do talude: 1:0,70
- Largura da Base: 6,00m;
- Profundidade Crítica: 1,16m.
- Número de Froude: 0,477;
- Regime de Escoamento Subcrítico;
- Velocidade escoamento: 0,87 m/s.

A figura 10 a seguir ilustra o perfil do canal entre a tomada d'água e o ponto de lançamento no Sistema de Irrigação Consolidado. Projeto do perfil e planta baixa em detalhe encontra-se no item "Peças Gráficas" deste projeto.



*Figura 10 – Perfil Longitudinal do Canal de Fuga*

A velocidade de escoamento calculada (0,87m/s) apresenta-se em valor inferior às velocidades máximas permissíveis nos diversos trechos do canal e indicam que não haverá a necessidade de revestimento dos taludes e fundo do canal.

Na avaliação da proteção do fundo e taludes do canal foi utilizado Método da Velocidade Permissível. Consiste em respeitar as limitações de velocidade para que não ocorra a erosão do canal depois de verificada a estabilidade dos taludes.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

O fundo do canal de fuga na cota 136,50m atinge horizontes de solo diversos. Análise dos boletins de sondagem indicam que 360m do mesmo se desenvolve sobre manto rochoso (rocha riolítica), 540,00m do canal será assentado sobre arenito sedimentar muito resistente e no restante do trecho (200,00m) sobre horizonte assente sobre argila siltosa e/ou silte arenoso com pedregulho.

Na avaliação das velocidades de arraste foram utilizados os parâmetros da tabela 2 - “Valores médios e máximos de velocidades por tipo de material da parede”. (Fonte: Ven Te Chow, Open Channel Hydraulics in Drenagem e Controle de Erosão Urbana, Fendrich et al, 1997). Esta tabela fornece os valores médios para as velocidades nos canais e os valores que não devem ser ultrapassados sob risco de haver erosão das paredes ou fundo dos canais.

| Material                                             | Coefficiente “n” de Manning | Água Limpa (m/s) | Água com siltes coloidais (m/s) |
|------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------|---------------------------------|
| Areia fina coloidal                                  | 0,020                       | 0,46             | 0,76                            |
| Argilo-arenoso, não coloidal                         | 0,020                       | 0,53             | 0,76                            |
| Argilo-siltoso, não coloidal                         | 0,020                       | 0,61             | 0,91                            |
| Siltes aluvionais, não coloidais                     | 0,020                       | 0,61             | 1,07                            |
| Argiloso comum firme                                 | 0,020                       | 0,76             | 1,07                            |
| Argila densa, muito coloidal                         | 0,025                       | 1,14             | 1,52                            |
| Siltes aluvionares; coloidais                        | 0,025                       | 1,14             | 1,52                            |
| Xistos e rochas estratificadas                       | 0,025                       | 1,83             | 1,83                            |
| Cascalho fino                                        | 0,020                       | 0,76             | 1,52                            |
| Argila estabilizada com cascalho quando não coloidal | 0,030                       | 1,14             | 1,52                            |
| Silte estabilizado com cascalho quando coloidal      | 0,030                       | 1,14             | 1,52                            |
| Cascalho grosso, não coloidal                        | 0,025                       | 1,22             | 1,83                            |
| Seixos e pedras soltas                               | 0,035                       | 1,52             | 1,68                            |

Tabela 2 – Valores máximas permissíveis em canais sem revestimento

A velocidade de escoamento definida (0,87m/s) evitará também a deposição de material em suspensão ou mesmo o crescimento de plantas aquáticas. Em canais



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

de terra, velocidades mínimas da ordem de 0,60 m/s impedem o assoreamento e a fixação de vegetação.

### 3.2 BLOCO HIDRÁULICO

Estrutura em Concreto Convencional Vibrado – CCV, composta por uma torre principal e 2 (duas) casas de comando que terão a função de operar e abrigar os equipamentos hidromecânicos. Com suas fundações na cota 136,50, altura de 24,50m e dimensões de 12,50m x 7,40m, está incorporada longitudinalmente ao maciço de terra do ponto de fuga 02.

A Casa de Comando 1 situada na crista do maciço será composta por uma estrutura em alvenaria 12,10m x 10,90m, cobertura em telha de fibrocimento e aberturas em alumínio. Será responsável pelo controle da grade de proteção, a comporta ensecadeira (stop – log) e a comporta vagão, situadas na entrada da Tomada d'Água. Esta estrutura dispõe de uma monovia e um carro trole com talha elétrica.

A Casa de Comando 2 situada sobre a válvula dispersora é constituída de uma estrutura em alvenaria 11,00m x 10,40m, aberturas em alumínio e cobertura em telhas de fibrocimento. Esta casa contém um servo motor para operação das válvulas e uma monovia com carro trole e talha manual para as atividades de manutenção das mesmas.

Será responsável pelo controle e operação das vazões regularizadas conduzidas pelas estruturas adutoras (canal de fuga e câmara de dissipação) até o canal e distribuição. A cota da tomada foi fixada em função do volume morto e também se levando em consideração a necessidade de se lançar o fluxo hídrico na cota inicial do canal principal do sistema de irrigação proposto (cota de lançamento 135,00m).

## 4 PROJETOS HIDRÁULICOS MECÂNICOS

A vazão adotada no dimensionamento dos equipamentos foi de  $25,3\text{m}^3/\text{s}$ , definida nos estudos realizados em abril de 2013 pelo documento técnico 1529-R-EST-VBD-06-00 – “Proposta do Sistema de Irrigação Consolidado para o Sistema Integrado de





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

Usos Múltiplos da Barragem do Arroio Taquarembó". A Tomada d'Água foi projetada com os seguintes compartimentos e dispositivos:

- Estrutura de emboque com formas hidrodinâmicas para minimizar perdas de carga e evitar formação de vórtices. Neste local foi prevista ranhura que se estende até o topo da do bloco hidráulico por onde será inserida grade de proteção, destinada a impedir a entrada de sólidos grosseiros no conduto. As dimensões brutas da grade são 4.228 x 5.250 mm, com espaçamento de 10 cm entre as barras (vão livre). Em caso de necessidade, a grade poderá ser içada por intermédio de talha elétrica. Adiante do emboque estão previstas duas ranhuras verticais que ascendem diretamente a casa de comando situada na crista do maciço. A ranhura mais a montante foi destinada a introdução de "stop-log" ou comporta ensecadeira, cuja finalidade será cortar o fluxo d'água para jusante. A Segunda ranhura foi prevista para a inserção de uma comporta vagão, que será rebaixada para execução de manutenção da comporta de jato oco e do conduto em aço;
- Área de Transição que passa de uma seção retangular 3,00 x 3,00 metros para uma tubulação forçada em aço de 3,00 metros de diâmetro que dará acesso a válvula de jato oco (dispersora/Howell Bunger). O comprimento total previsto para a tubulação em aço, incluindo outra transição que passa de 2,00 metros de diâmetro para 1,68 metros, relativo ao diâmetro da válvula foi de 4,00m. A tubulação forçada está envolta em concreto 2<sup>o</sup> estágio.
- Válvulas Dispersoras/de jato oco/ Howell Bunger situada na extremidade de jusante do conduto forçado. Este dispositivo foi previsto para a regularização das vazões a serem derivadas para o canal de fuga (condução). Consistem de luvas deslizantes, operadas através de comando elétrico, que avança e recua na direção de um cone fixo na extremidade de jusante. O ajuste refinado da abertura permite precisão na derivação das vazões desejadas;
- Câmara de Dissipação de Energia situada a jusante da válvula dispersora, face as altas velocidades do escoamento emergente deste dispositivo;
- Casa de Comando situada na crista do maciço. A partir deste compartimento controla-se a grade de proteção, a comporta ensecadeira (stop – log, 3.500 x 3.500mm) e a comporta vagão (3.500 x 3.500mm), situadas na entrada da Tomada d'Água. A casa de comando superior dispõe de uma monovia e um carro trole com talha elétrica;
- Casa de Comando das Válvulas Dispersoras. Esta casa contém um servo motor para operação das válvulas e uma monovia com carro trole e talha manual para as atividades de manutenção.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

A escolha das válvulas dispersoras (jato oco / Howell Bunger) deveu-se ao escoamento resultante altamente aerado, cujos efeitos erosivos do jato efluente são reduzidos. A válvula dispersora ou difusora com descarga cônica é uma válvula de fechamento e regulação de grande eficiência, assegurando uma solução simples e relativamente de baixo custo para sistemas de descarga de barragens ou outros empreendimentos hidráulicos.

O fechamento e a regulação são efetuados através de um obturador cilíndrico móvel e de um cone guia fixo. A regulação é efetuado com o movimento do obturador que desliza sobre o corpo da válvula alterando a seção cilíndrica aberta entre o obturador e o cone.

#### 4.1 DIMENSIONAMENTO E VERIFICAÇÕES HIDRÁULICAS

Foram previstos dispositivos que podem ser designados como de controle, quais sejam:

- Tubulação forçada
- Grade de proteção;
- Válvula dispersora.
- Comportas;

Deve-se ressaltar que as comportas e a grade de proteção a serem instaladas junto ao ponto de fuga terão seus projetos mecânicos executivos elaborados pelos fabricantes, os quais deverão observar todas as dimensões e características técnicas definidas no projeto básico.

Na continuação será realizada a abordagem que fornecerá os subsídios necessários para a elaboração dos referidos projetos e até mesmo para a construção destes dispositivos.





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

Na elaboração dos projetos mecânicos executivos a serem desenvolvidos pelos fabricantes deverão ser observados os seguintes parâmetros básicos:

- Carga hidráulica máxima: 20 mca;
- Material: aço ASTM – A36;

#### 4.1.1 Tubulação Forçada

Pelo conduto da Tomada d'Água ser muito curto, velocidades elevadas não vão influir de forma significativa nas perdas de carga por atrito. Desta forma, para uma primeira aproximação, adotou-se uma velocidade de 3,0 m/s para o cálculo do diâmetro da tubulação, que derivará a vazão de projeto (25,30m<sup>3</sup>/s). O cálculo é feito pela equação da continuidade, conforme se observa a seguir:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \times 25,30}{\pi \times 3,0}} = 3,28m$$

Pelo cálculo exposto, admitiu-se um diâmetro de 3,00 metros, o que conduziu a uma velocidade média de escoamento de 3,58 m/s.

#### 4.1.2 Grade de Proteção

Foi prevista a instalação de uma grade metálica para proteção da tomada de água, objetivando evitar que galhos e outros materiais possam ingressar no conduto de descarga. A grade foi projetada de tal forma que o vão livre entre as grades seja de 100 mm.

O detalhamento básico do projeto da grade metálica, a ser executada em aço ASTM A36, tendo como dimensões básicas 4.778mm x 5.300mm, está apresentado no item “Peças Gráficas” integrantes deste projeto. A movimentação da grade metálica será manual, utilizando uma talha instalada na cabine de comando situada no topo da barragem.





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

Para complementar as presentes orientações, são relacionadas abaixo algumas recomendações para o fabricante da grade:

- a grade será constituída por um quadro de tiras de chapa, na qual serão soldadas as barras chatas que compõem a grade propriamente dita. Para maior rigidez, foram previstas barras intermediárias dispostas transversalmente às grades e espaçadas de 500 mm;
- as barras das grades devem ser cuidadosamente calibradas antes da montagem, de modo a apresentarem-se retas e regularmente distanciadas após a soldagem.

**4.1.2.1 Cálculo das Perdas de Carga**

**Perda de Carga no Emboque**

Os dados para o cálculo das perdas no emboque do canal de aproximação são os seguintes:

$$h_{trans1} = K_{trans1} \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g}$$

Área do lado maior maior:  $(13,7+6,00)/2 \times 5,50 = 54,18m^2$

Velocidade do lado maior:  $25,3/54,18 = 0,47m/s$

Área menor (emboque):  $4,50 \times 5,00 = 22,50 m^2$ ;

Velocidade do lado menor:  $25,3/22,50 = 1,12m/s$

Coeficiente  $K_{trans1} = 0,10$

Comprimento  $L = 2,30 m$ ;

Perda  $h_{trans1} = 0,0053m$





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

**Perda de Carga na Grade ( $h_g$ )**

Os dados para o cálculo das perdas na grade, localizada na entrada da Tomada, são os seguintes:

- Vão livre da grade  $A_g = 4,50 \times 5,00 = 22,50 \text{ m}^2$ ;
- Vão livre entre as barras: 0,10 m;
- Espessura das barras: 0,0127 m;
- Velocidade  $V_n = 25,3/22,5 = 1,12 \text{ m/s}$ ;
- Área líquida  $A_n = 22,5 - (5,00 \times 0,0127 \times 40) = 19,96 \text{ m}^2$ .

O cálculo foi realizado através das expressões propostas pelo livro "Design of Small Dams":

$$h_g = K_t \frac{V^2}{2g}$$

$$K_t = 1,45 - 0,45 \frac{A_n}{A_g} - \left( \frac{A_n}{A_g} \right)^2$$

$$K_t = 1,45 - 0,45 \frac{19,96}{22,50} - \left( \frac{19,96}{22,50} \right)^2 = 0,26$$

$$h_g = 0,26 \frac{1,12^2}{2 \times 9,8} = 0,017 \text{ m}$$

**Perda na transição de entrada ( $h_{trans1}$ )**

$$h_{trans1} = K_{trans1} \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g}$$

Na entrada do conduto foi projetada uma transição (contração) com formas hidrodinâmicas para evitar a formação de vórtices. O cálculo da perda foi feito mediante emprego a metodologia proposta pelo "Design of Small Dams". A expressão utilizada foi a seguinte:

Os dados para o cálculo e valor do coeficiente  $K_{trans1}$  são relacionados a seguir:

- Área do lado maior  $A_2 = 4,5 \times 5,0 = 22,50 \text{ m}^2$ ;
- Velocidade no lado maior  $V_2 = 25,3 / 22,50 = 1,12 \text{ m/s}$ ;





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

- Área do lado menor  $A_1 = 3,00 \times 3,00 = 9,00\text{m}^2$ ;
- Velocidade no lado menor  $V_1 = 25,3 / 9,00 = 2,81 \text{ m/s}$ ;
- Coeficiente  $K_{\text{trans1}} = 0,10$ ;
- Comprimento  $L = 6,00 \text{ m}$ ;
- Perda  $h_{\text{trans1}} = 0,033 \text{ m}$ .

Segundo o livro "Design of Small Dams", quando a contração é suave, pode-se adotar o coeficiente exposto acima.

**Perda de Carga localizada do Conduto de D=3,00m para 2 (dois) condutos de D=2,00m). ( $h_c$ )**

O conduto conta com uma derivação de vazões para duas tubulações cuja extremidade encontram-se as válvulas dispersoras. Tal derivação se dá por conexões curvas. A perda de carga nas curvas depende da velocidade de escoamento e dos ângulos de inflexão ou dos raios de curvatura. No caso como o conduto foi projetado em aço, a mudança de direção será feita em pequenos segmentos, segundo inflexão de 30°.

$$h_c = K_c \frac{V^2}{2g}$$

A velocidade na tubulação foi calculada no início e chegou a 3,58 m/s para a vazão de projeto (25,30 m<sup>3</sup>/s). Já o coeficiente de perda nas curvas foi determinado de acordo com a figura 10-12 do livro "Design of Small Dams", sendo adotado o valor de 0,20. Com isto a perda nas duas curvas foi calculada como segue:

$$K_c = 0,20$$

$$V = 3,58\text{m/s}$$

$$h_c = 2 \times 0,2 \times 3,58^2 / (2 \times 9,81) \cong 0,260\text{m}$$

**Perda de carga por atrito ( $h_f$ )**





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

Desde o início da tubulação de aço até a válvula dispersora, o conduto conta com aproximadamente 4 metros de comprimento. As perdas por atrito foram avaliadas através do emprego da fórmula de Manning. O coeficiente de rugosidade utilizado (n) foi de 0,012. Os dados envolvidos no cálculo foram:

- Comprimento  $L = 4,00$  m;
- Vazão  $Q = 25,30$  m<sup>3</sup>/s;
- Diâmetro da tubulação  $D = 3,00$  m;
- Velocidade de escoamento  $V = 3,58$  m/s;
- Coeficiente de rugosidade  $n = 0,012$ ;
- Raio hidráulico  $R = D/4 = 3,00 / 4 = 0,750$  m.

Com estes elementos foi calculada a perda por atrito no conduto, conforme apresentado abaixo:

$$I = \left( \frac{3,58 \times 0,012}{0,750^{2/3}} \right)^2 = 0,052 \text{ m/m}$$

$$h_f = 4 \times 0,052 = 0,208 \text{ m}$$

**Perda na transição imediatamente a montante das válvulas dispersoras ( $h_{trans2}$ )**

O cálculo da perda foi feito mediante emprego a metodologia proposta pelo “Design of Small Dams”, da mesma forma que a primeira transição (contração). Os dados utilizados neste caso são os seguintes:

- Área do lado maior  $A_1 = \pi \times 3,0^2 / 4 = 7,07$  m<sup>2</sup>;
- Velocidade no lado maior  $V_1 = 12,65 / 7,07 = 1,79$  m/s;
- Área do lado menor  $A_2 = \pi \times 1,68^2 / 4 = 2,22$  m<sup>2</sup>;
- Velocidade no lado menor  $V_2 = 12,65 / 2,22 = 5,70$  m/s;
- Coeficiente  $K_{trans2} = 0,10$ ;
- Comprimento  $L = 5,00$  m.

Listados os dados de entrada, calculou-se a perda na transição em apreço:





**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO  
**AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO**  
MEMORIAL DESCRITIVO

$$h_{trans2} = 2 \times 0,10 \times \frac{5,70^2 - 1,79^2}{2 \times 9,8} = 0,298 \text{ m}$$

**Somatório das perdas de carga a montante da válvula dispersora ( $\Sigma h_p$ )**

A seguir apresenta-se a soma de todas as perdas de carga localizadas e por atrito verificado a montante da válvula dispersora:

$$\Sigma h_p = 0,0053 + 0,017 + 0,033 + 0,26 + 0,208 + 0,298 = 0,821 \text{ m}$$

**4.1.3 Válvulas Dispersoras**

**4.1.3.1 Dimensionamento**

Foram analisados três diâmetros para as válvulas dispersoras (duas válvulas):

- D = 60" = 4,99 pés = 1,52 m
- D = 66" = 5,51 pés = 1,68 m
- D = 79" = 6,56 pés = 2,00 m

A expressão oriunda do catálogo, que possibilitou uma primeira aproximação da carga hidráulica mínima admissível é:

$$H = \left( \frac{Q}{5,354 \cdot D^2} \right)^2$$

Nesta equação o diâmetro da válvula e a carga hidráulica são em pés e a vazão em pés cúbicos por segundo.

- Q = 12,65 m<sup>3</sup>/s = 446,73 pé<sup>3</sup>/s; (por válvula)
- Para D = 1,52 m → H = 3,42 m;
- Para D = 1,68 m → H = 2,30 m.
- Para D = 2,00 m → H = 1,15 m





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

Para um aproveitamento mais efetivo do volume armazenado no reservatório, optou-se pela utilização da válvula de maior diâmetro, que representa uma menor perda de carga para derivar a vazão de projeto.

**4.1.3.2 Cálculo da Carga Hidráulica Mínima para garantia da vazão regularizada**

Para o cálculo da carga hidráulica mínima considerou-se a válvula totalmente aberta, derivando a vazão de projeto. O nível mínimo de operação foi definido para a cota 140,00m. Considerando a carga mínima hidráulica para garantia da vazão regularizada (2,00m) foi definida a cota do eixo da válvula dispersora para a cota 138,00m conforme cálculo a seguir:

- Nível do reservatório na cota 157,00 m (NMN), coincidente com a crista do vertedor
- Nível Mínimo Operacional: 140,00m
- Carga Hidráulica mínima: 2,00m

$$H_{min} = \left( \frac{Q}{K.D^2} \right)^2 + \Sigma h_p$$

$$H_{min} = \left( \frac{12,65}{2,950 \times 2,00^2} \right)^2 + 0,821 = 1,97 \text{ m} \cong 2,00\text{m}$$

Onde:

- Q = vazão, em m<sup>3</sup>/s;
- K = coeficiente que engloba o coeficiente de descarga com abertura máxima: (vide tabela)
- D = diâmetro da válvula, em m;
- H = carga hidráulica líquida, logo a montante da válvula, em m.





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

A seguir apresenta-se o valor dos coeficientes “K” em função de diversas aberturas das válvulas. Estes valores foram modificados para pudesse ser utilizado o sistema métrico.

| Abertura da Válvula<br>(%) | K     |
|----------------------------|-------|
| 10                         | 0,486 |
| 20                         | 0,937 |
| 30                         | 1,319 |
| 40                         | 1,736 |
| 50                         | 2,076 |
| 60                         | 2,360 |
| 70                         | 2,603 |
| 80                         | 2,776 |
| 90                         | 2,898 |
| 100                        | 2,950 |

- cota do eixo da válvula dispersora: 138,50 m
- carga hidráulica imediatamente a montante da válvula dispersora.

$$H_{net} = (157,000 - 138,000) - 0,821 = 18,20 \text{ m}$$

#### 4.1.3.3 Cálculo da Abertura das Válvulas Dispersoras e Velocidade do Jato

Para a vazão de projeto e a carga máxima  $H_{net} = 17,68\text{m}$  logo a montante da válvula dispersora (reservatório no nível máximo operacional = cota 157,00m), calculou-se a abertura necessária, mediante determinação do valor de “K”.

$$K = \left( \frac{Q}{D^2 \sqrt{H_{net}}} \right) = \left( \frac{12,65}{2,00^2 \times \sqrt{18,20}} \right) = 0,751$$

A válvula dispersora tem como objetivo controlar a descarga da saída de fundo da barragem, sendo utilizada quando pode-se descarregar o fluxo em ar livre. O





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

comportamento hidráulico da válvula é caracterizado pela operação estável, isento de vibrações e de cavitação independentemente do grau de abertura.

A válvula dispersora a ser utilizada será do tipo “howell bungler”, tendo seu corpo em construção soldada em chapas de aço carbono e composto de uma virola cilíndrica com flange do lado montante conectado por meio de nervuras radiais internas ao cone de dissipação do lado jusante.

O jato de água desta válvula sai com alta velocidade divergente em forma de guarda-chuva, sendo que o atrito com o ar provoca uma pulverização da água e a transformação intensa de energia.

A válvula dispersora com descarga cônica é uma válvula de fechamento e regulação de grande eficiência do ponto de vista hidráulico, assegurando uma solução simples e relativamente de baixo custo para sistema de descarga de fundo de barragens.

O fechamento e respectivamente a regulação são realizados através de obturador cilíndrico móvel e um cone guia fixo. A regulação é efetuada com o movimento do obturador que desliza sobre o corpo da válvula alterando a seção cilíndrica aberta entre o obturador e o cone.

A válvula dispersora a ser utilizada deverá atender as seguintes condições de operação:

- Carga Máxima = 18,20 m.c.a.
- Carga Mínima = 2,00 m.c.a.
- $D = 6,6 \text{ ft} = 2,00 \text{ m}$

O objetivo é definir a abertura da válvula e estabelecer a velocidade do escoamento emergente correspondente a vazão de projeto. A partir destes elementos poderão ser calculadas as dimensões da câmara de dissipação do jato.





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

Os dados e informações técnicas necessárias para a execução desta atividade foram obtidos no catálogo da empresa americana ALLIS – CHALMERS, fabricante destes equipamentos. Para dar partida aos demonstrativos de cálculo, serão transcritos a partir deste catálogo alguns parâmetros julgados de importância. A expressão utilizada é a seguinte:

$$Q = K \times D^2 \times \sqrt{H}$$

Onde:

- Q = vazão, em m<sup>3</sup>/s por válvula.
- K = coeficiente que engloba o coeficiente de descarga;
- D = diâmetro da válvula, em m;
- H = carga hidráulica líquida, logo a montante da válvula, em m.

Interpolando linearmente na tabela dos valores de “K”, constatou-se que a abertura das válvulas para as condições de projeto se dá em 16%. Para 16% a área da abertura da válvula foi calculada como segue:

$$A_{v_0} = \pi \times 2,00^2 \times \left( \frac{200 \times 16 - 16^2}{40000} \right) = 0,92 \text{ m}^2$$

O cálculo da velocidade dos jatos emergentes depende do conhecimento da área relativa à abertura da válvula. Com a área, calculou-se a velocidade do jato emergente da válvula dispersora.

$$V_j = \frac{12,65}{0,92} = 13,75 \text{ m/s}$$

#### 4.1.3.4 Definição da Trajetória do Jato

Passa-se neste momento a definição da trajetória do jato emergente da válvula dispersora. O lançamento será feito com uma inclinação de 45° a uma velocidade de

$$Y = x \cdot \tan(\alpha) - \frac{x^2}{K[4(d + h_v) \cos^2(\alpha)]}$$





**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

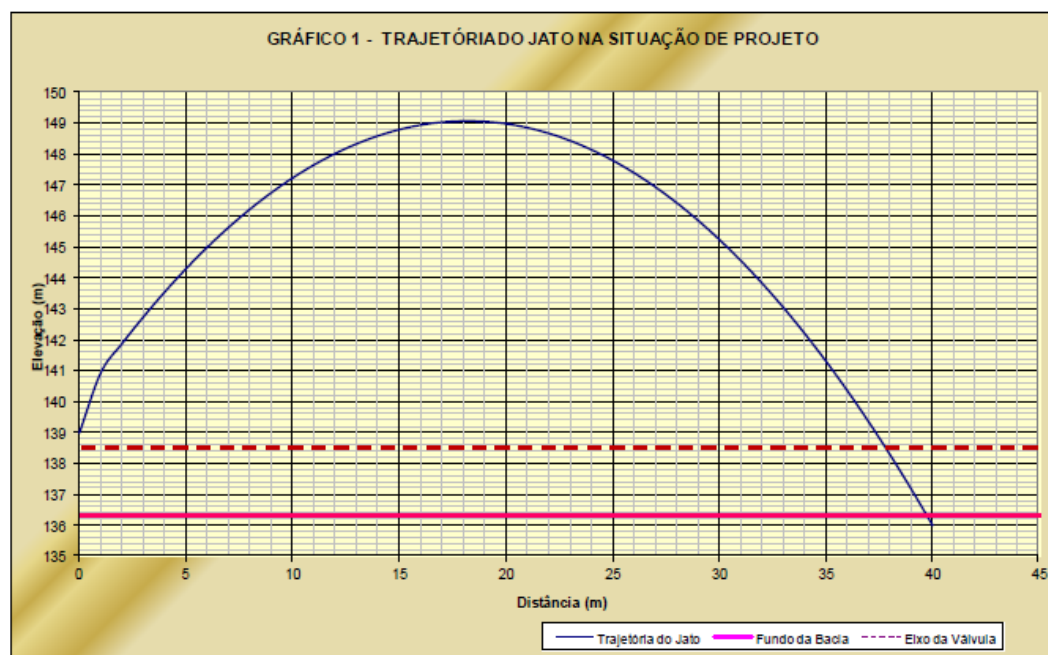
AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

13,75m/s, correspondendo à vazão de projeto e a carga máxima. A expressão que foi utilizada é a seguinte:

Onde:

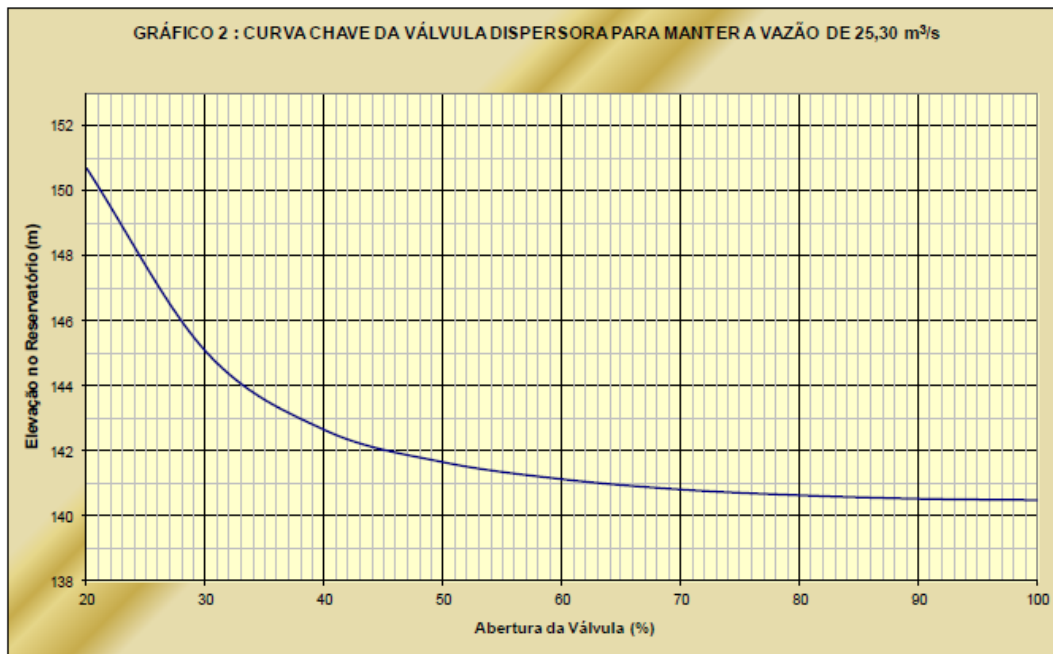
- $d = D/2 = 2,00 / 2 = 1,00$  m;
- $x$  = distâncias contadas a partir da válvula, em m;
- $Y$  = elevação do jato d'água, em m;
- $H_v$  = carga cinética =  $13,75^2 / 16,00 = 11,82$ m;
- Ângulo de lançamento =  $45^\circ$ ;
- $K$  = fator para compensar a o atrito não considerado, assumido = 0,90.
- Cota do fundo da bacia de dissipação: 135,00m
- Cota do eixo da válvula: 138,00m
- Cota do fundo do canal: 136,50m

O resultado dos cálculos encontra-se no gráfico a seguir:





SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO  
 AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
 MEMORIAL DESCRITIVO



A câmara de dissipação terá comprimento de 40,00m x 10,00m de largura

#### 4.1.4 Comportas

Foi previsto a instalação de uma comporta Vagão e uma comporta Ensecadeira. A comporta tipo Vagão tem como objetivo controlar a passagem de água pelo maciço. Para a operação desta comporta será utilizada uma talha instalada na cabine de comando situada no topo do mesmo, tendo sido previsto ainda a instalação de rodas para facilitar sua movimentação.

O detalhamento básico do projeto da comporta Vagão, a ser executada em aço ASTM A36 está nos desenhos pertinentes no item – “Peças Gráficas”.

A comporta tipo Ensecadeira destina-se a interromper a passagem de água pelo maciço permitindo assim uma eventual manutenção da comporta Vagão. Para a movimentação desta comporta será utilizada uma talha instalada na cabine de comando situada no topo do mesmo.

36





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

O detalhamento básico do projeto da comporta tipo Ensecadeira, a ser executada em aço ASTM A36 está no item “Peças Gráficas”.

#### 4.1.5 Ficha Técnica da Tomada D'água

- Diâmetro Final da Tomada d'Água: 2,00 m;
- Material do Revestimento: tubulação de aço;
- Dispositivo de Regularização: 2 válvulas difusoras de jato oco – “Howell Bunger”;
- Vazão de Projeto (regularizada): 25,30 m<sup>3</sup>/s;
- Nível d'Água Mínimo para Derivar a Vazão de Projeto: 140,00 m;
- Acionamento das Válvulas: elétrico;
- Dispositivo de Proteção: grades e comporta vagão.





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

**5 PLANILHA ORÇAMENTÁRIA**



38



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**  
**SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO**

**AValiação E REvisão DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO**  
**MEMORIAL DESCRITIVO**

| GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL                                                                                         |                                                                                      |         |                       |                       |                        |                       |                        |                        |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
| Secretaria de Agricultura, Pecuária e Irrigação                                                                                |                                                                                      |         |                       |                       |                        |                       |                        |                        |                     |
| Departamento de Irrigação                                                                                                      |                                                                                      |         |                       |                       |                        |                       |                        |                        |                     |
| PLANILHA DE REAVALIAÇÃO DOS CUSTOS DA TOMADA D'ÁGUA                                                                            |                                                                                      |         |                       |                       |                        |                       |                        |                        |                     |
| Conclusão da Barragem do Arroio Taquarembo: Avaliação e Readequação da Tomada D'água e Estruturas Associadas - Margem Esquerda |                                                                                      |         |                       |                       |                        |                       |                        |                        |                     |
| CODIGO                                                                                                                         | Material/Serviço                                                                     | Unid.   | Quantidade Contratual | Quantidade Reavaliada | Preço Contratual (R\$) | Preço Item Novo (R\$) | Total Contratual (R\$) | Total Reavaliado (R\$) | Diferença (R\$)     |
|                                                                                                                                |                                                                                      |         |                       |                       | C/BDI                  | C/BDI                 |                        |                        |                     |
| <b>3.</b>                                                                                                                      | <b>DIQUES E TOMADA D'ÁGUA</b>                                                        |         |                       |                       |                        |                       |                        |                        |                     |
| <b>3.1.</b>                                                                                                                    | <b>LIMPEZA E DESMATAMENTO</b>                                                        |         |                       |                       |                        |                       |                        |                        |                     |
| 3.1.1                                                                                                                          | Desmatamento, destocamento e limpeza de áreas c/ árvores c/ diâmetro < 0,15m         | m2      | 53.000,00             | 41.287,86             | 0,67                   |                       | 35.510,00              | 27.662,87              | (7.847,13)          |
| 3.1.2                                                                                                                          | Remoção e transporte da camada vegetal até 1km                                       | m3      | 10.600,00             | 8.257,57              | 7,04                   |                       | 74.624,00              | 58.133,29              | (16.490,71)         |
|                                                                                                                                | <b>SUBTOTAL 3.1.</b>                                                                 |         |                       |                       |                        |                       | <b>110.134,00</b>      | <b>85.796,16</b>       | <b>(24.337,84)</b>  |
| <b>3.2.</b>                                                                                                                    | <b>ESCAVAÇÕES, DIQUES E FUNDAÇÕES</b>                                                |         |                       |                       |                        |                       |                        |                        |                     |
| <b>3.2.1.</b>                                                                                                                  | <b>ESCAVAÇÃO</b>                                                                     |         |                       |                       |                        |                       |                        |                        |                     |
| 3.2.1.1                                                                                                                        | Escavação manual material 1ª até 1,5 m prof.                                         | m3      | 500,00                | 500,00                | 40,35                  |                       | 20.175,00              | 20.175,00              | -                   |
| 3.2.1.2                                                                                                                        | Escavação, carga e transporte de material 1ª cat. DT até 1km                         | m3      | 98.400,00             | 93.912,79             | 7,04                   |                       | 692.736,00             | 661.146,04             | (31.589,96)         |
| 3.2.1.3                                                                                                                        | Escavação, carga e transporte de material 2ª cat. DT até 1km                         | m3      | 104.300,00            | 100.423,04            | 10,55                  |                       | 1.100.365,00           | 1.059.463,05           | (40.901,95)         |
| COMPOSIÇÃO                                                                                                                     | Escavação, carga e transporte até 1000 m de material duro com auxílio de fogo brando | m3      | -                     | 62.898,53             |                        | 19,01                 | -                      | 1.195.701,00           | 1.195.701,00        |
| 3.2.1.4                                                                                                                        | Escavação, carga e transporte de material 3ª cat. DT até 1km                         | m3      | 47.000,00             | 41.794,36             | 29,47                  |                       | 1.385.090,00           | 1.231.679,89           | (153.410,11)        |
| 3.2.1.5                                                                                                                        | Escavação, carga e transporte de material em presença de água                        | m3      |                       |                       | 19,99                  |                       | -                      | -                      | -                   |
| 3.2.1.6                                                                                                                        | Pré Fissuramento incluída perfuração                                                 | m2      | 11.811,34             | 6.268,28              | 86,82                  |                       | 1.025.460,54           | 544.212,07             | (481.248,47)        |
| 3.2.1.7                                                                                                                        | Aterro - Espalhamento e Compactação a 100% PN                                        | m3      |                       | 9.000,00              | 3,29                   |                       | -                      | 29.610,00              | 29.610,00           |
| 3.2.1.8                                                                                                                        | Escavação em área de empréstimo de material 1ª cat. DT até 1 km                      | m3      |                       | 10.872,00             | 7,03                   |                       | -                      | 76.430,16              | 76.430,16           |
| 3.2.1.9                                                                                                                        | Filtro de Areia                                                                      | m3      |                       |                       | 278,79                 |                       | -                      | -                      | -                   |
| <b>3.2.2.</b>                                                                                                                  | <b>TRANSPORTE DE MATERIAL</b>                                                        |         |                       |                       |                        |                       |                        |                        |                     |
| 3.2.2.1                                                                                                                        | Momento extraordinário de transporte de 1ª e 2ª categoria                            | m3 x km | 187.736,00            | 25.858,00             | 1,39                   |                       | 260.953,04             | 35.942,62              | (225.010,42)        |
| <b>3.2.3.</b>                                                                                                                  | <b>PREPARO DAS FUNDAÇÕES E TRATAMENTO DE TALUDES</b>                                 |         |                       |                       |                        |                       |                        |                        |                     |
| 3.2.3.1                                                                                                                        | Esgotamento com bomba (5 hp)                                                         | h       | 2.000,00              | 2.000,00              | 22,23                  |                       | 44.460,00              | 44.460,00              | -                   |
| 3.2.3.2                                                                                                                        | Preparo e regularização em Solo                                                      | m2      | 15.000,00             | 6.058,80              | 1,84                   |                       | 27.600,00              | 11.148,19              | (16.451,81)         |
| 3.2.3.3                                                                                                                        | Preparação de fundações em rocha                                                     | m2      | 3.000,00              | 4.039,20              | 11,93                  |                       | 35.790,00              | 48.187,65              | 12.397,65           |
| 3.2.3.4                                                                                                                        | Enlèvement                                                                           | m2      | 12.000,00             | 13.760,00             | 17,90                  |                       | 214.800,00             | 246.304,00             | 31.504,00           |
| 3.2.3.6                                                                                                                        | PROTENSÃO DE TIRANTES DE BARRA DE AÇO CA-50 EXCL MATERIAIS                           | un      |                       | 325,00                |                        | 13,93                 |                        | 4.527,25               | 4.527,25            |
| SINAPI                                                                                                                         | Transporte comercial em rodovia pavimentada                                          | t x km  |                       | 7.493,77              |                        | 0,56                  | -                      | 4.196,51               | 4.196,51            |
| SINAPI                                                                                                                         | Transporte comercial em rodovia de leito natural                                     | t x km  |                       | 681,25                |                        | 0,84                  | -                      | 572,25                 | 572,25              |
| SINAPI                                                                                                                         | Cravagem de Estaca Injetada D = 35 cm em Rocha                                       | m       |                       | 546,00                |                        | 637,73                | -                      | 348.200,58             | 348.200,58          |
| SINAPI                                                                                                                         | Proteção em cabeça de tirante                                                        |         |                       | 325,00                |                        | 98,53                 |                        | 32.022,25              | 32.022,25           |
| SINAPI                                                                                                                         | Enrocamento de proteção com pedra detonada - 30cm <= D <= 60cm                       | m3      |                       | 75,90                 |                        | 68,64                 |                        | 5.209,78               | 5.209,78            |
| SINAPI                                                                                                                         | Momento extraordinário de transporte de agregados dentro do canteiro                 | m3 x km |                       | 75,90                 |                        | 1,39                  |                        | 105,50                 | 105,50              |
| <b>3.2.4.</b>                                                                                                                  | <b>INJEÇÕES E ANCORAGENS</b>                                                         |         |                       |                       |                        |                       |                        |                        |                     |
| <b>3.2.4.1.</b>                                                                                                                | <b>INJEÇÕES</b>                                                                      |         |                       |                       |                        |                       |                        |                        |                     |
| 3.2.4.1.1                                                                                                                      | Perfuração em Rocha - BX                                                             | m       | 100,00                | 100,00                | 160,74                 |                       | 16.074,00              | 16.074,00              | -                   |
| 3.2.4.1.2                                                                                                                      | Injeções de Calda de Cimento                                                         | kg      | 2.500,00              | 2.500,00              | 10,41                  |                       | 26.025,00              | 26.025,00              | -                   |
| 3.2.4.1.3                                                                                                                      | Transporte de Cimento                                                                | t x Km  | 465,00                | 465,00                | 0,84                   |                       | 390,60                 | 390,60                 | -                   |
| <b>3.2.4.2.</b>                                                                                                                | <b>ANCORAGENS</b>                                                                    |         |                       |                       |                        |                       |                        |                        |                     |
| 3.2.4.2.1                                                                                                                      | Furos de ancoragem                                                                   | m       | 100,00                | 100,00                | 160,74                 |                       | 16.074,00              | 16.074,00              | -                   |
| 3.2.4.2.2                                                                                                                      | Ancoragem para estruturas de concreto                                                | kg      | 397,00                |                       | 9,21                   |                       | 3.259,37               | -                      | (3.259,37)          |
| 3.2.4.2.2 A                                                                                                                    | Ancoragem para estruturas de concreto com tirante Incoptep 50                        | kg      |                       | 54.940,00             |                        | 12,73                 | -                      | 699.386,20             | 699.386,20          |
| 3.2.4.2.3                                                                                                                      | Injeção de consolidação de ancoragem                                                 | kg      | 1.500,00              | 58.500,00             | 10,41                  |                       | 15.615,00              | 608.985,00             | 593.370,00          |
| 3.2.4.2.4                                                                                                                      | Transporte de Cimento                                                                | t x Km  | 279,00                | 10.881,00             | 0,84                   |                       | 234,36                 | 9.140,04               | 8.905,68            |
| <b>3.2.5.</b>                                                                                                                  | <b>DIQUES</b>                                                                        |         |                       |                       |                        |                       |                        |                        |                     |
| 3.2.5.1                                                                                                                        | Limpeza de camada vegetal em jazida                                                  | m2      | 13.941,28             | 13.941,28             | 0,49                   |                       | 6.831,23               | 6.831,23               | -                   |
| 3.2.5.2                                                                                                                        | Expurgo de jazida                                                                    | m3      | 3.485,32              | 3.485,32              | 8,88                   |                       | 30.949,64              | 30.949,64              | -                   |
| 3.2.5.3                                                                                                                        | Escavação e carga da jazida                                                          | m3      | 107.766,10            | 120.000,75            | 10,73                  |                       | 1.156.330,25           | 1.287.608,05           | 131.277,79          |
| 3.2.5.5                                                                                                                        | Momento Extraordinário de transporte de material para corpo de aterro                | m3 x km | 107.766,10            | 120.000,75            | 1,39                   |                       | 149.794,88             | 166.801,03             | -                   |
| 3.2.5.6                                                                                                                        | Aterro - Espalhamento e Compactação a 100% PN                                        | m3      | 82.897,00             | 99.338,37             | 3,29                   |                       | 272.731,13             | 326.823,24             | 54.092,11           |
| 3.2.5.7                                                                                                                        | Filtro de Areia                                                                      | m3      | 6.461,00              | 6.461,00              | 278,79                 |                       | 1.801.262,19           | 1.801.262,19           | -                   |
| 3.2.5.8                                                                                                                        | Enrocamento de proteção com pedra detonada - 30cm <= D <= 60cm                       | m3      | 16.828,00             | 16.828,00             | 68,64                  |                       | 1.155.073,92           | 1.155.073,92           | -                   |
| 3.2.5.9                                                                                                                        | Revestimento Primário                                                                | m3      | 4.741,00              | 4.741,00              | 11,60                  |                       | 54.995,60              | 54.995,60              | -                   |
| 3.2.5.10                                                                                                                       | Momento extraordinário de transporte de material para revestimento primário          | m3 x km | 23.705,00             | 23.705,00             | 1,39                   |                       | 32.949,95              | 32.949,95              | -                   |
| 3.2.5.11                                                                                                                       | Transição Granulométrica - Brita                                                     | m3      | 3.952,00              | 6.474,00              | 57,04                  |                       | 225.422,08             | 369.276,96             | 143.854,88          |
| 3.2.5.12                                                                                                                       | Enlèvement                                                                           | m2      | 7.904,00              | 7.904,00              | 17,90                  |                       | 141.481,60             | 141.481,60             | -                   |
| 3.2.5.13                                                                                                                       | Defensa Metálica Simples                                                             | m       | 5.746,00              | 5.746,00              | 304,81                 |                       | 1.751.438,26           | 1.751.438,26           | -                   |
| 3.2.5.14                                                                                                                       | Ancoragem de Defesa Metálica Simples                                                 | un      | 16,00                 | 16,00                 | 331,97                 |                       | 5.311,52               | 5.311,52               | -                   |
|                                                                                                                                | <b>SUBTOTAL 3.2.</b>                                                                 |         |                       |                       |                        |                       | <b>11.669.674,16</b>   | <b>14.106.171,81</b>   | <b>2.419.491,51</b> |





**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**  
**SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO**

**AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO**  
**MEMORIAL DESCRITIVO**

|                             |                                                                                                           |         |            |            |            |              |                      |                      |                     |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|------------|------------|--------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| <b>3.3.</b>                 | <b>ESTRUTURAS DE CONCRETO - TOMADA D'ÁGUA E</b>                                                           |         |            |            |            |              |                      |                      |                     |
| <b>3.3.1.</b>               | <b>CONCRETO</b>                                                                                           |         |            |            |            |              |                      |                      |                     |
| 3.3.1.1                     | Concreto - fck 9 Mpa                                                                                      | m3      | 136,80     | 160,00     | 447,2      | 447,2        | 61.176,96            | 71.552,00            | 10.375,04           |
| 3.3.1.2                     | Concreto estrutural, usinado e bombeado fins hidráulicos fck 25 Mpa                                       | m3      | 1.368,00   | -          | 541,77     |              | 741.141,36           | -                    | (741.141,36)        |
| SINAPI                      | Concreto estrutural, usinado e bombeado fins hidráulicos fck 40 Mpa                                       |         |            | 4.510,00   |            | 557,91       |                      | 2.516.156,93         | 2.516.156,93        |
| 3.3.1.3                     | Transporte de Cimento                                                                                     | t x Km  | 98.725,82  | 436.207,00 | 0,84       |              | 82.929,69            | 366.413,88           | 283.484,19          |
| 3.3.1.4                     | Momento extraordinário de transporte de agregados dentro do canteiro                                      | m3 x km | 2.200,00   | 3.923,00   | 1,39       |              | 3.058,00             | 5.452,97             | 2.394,97            |
| <b>3.3.2.</b>               | <b>FORMAS</b>                                                                                             |         |            |            |            |              |                      |                      |                     |
| 3.3.2.1                     | Forma planas em compensado plastificado                                                                   | m2      | 1.440,00   | 8.950,00   | 116,46     |              | 167.702,40           | 1.042.317,00         | 874.614,60          |
| 3.3.2.2                     | Forma em compensado plastificado curva                                                                    | m2      | 144,00     | 144,00     | 173,68     |              | 25.009,92            | 25.009,92            | -                   |
| 3.3.2.3                     | Cimbramento de madeira para estruturas de concreto (OAE)                                                  | m3      | 70,00      | 3.996,00   | 123,68     |              | 8.657,60             | 494.225,28           | 485.567,68          |
| 3.3.2.4                     | Caminhão munck capacidade 3 toneladas                                                                     | h       | 550,00     | 550,00     | 139,32     |              | 76.626,00            | 76.626,00            | -                   |
| <b>3.3.3.</b>               | <b>ARMADURA</b>                                                                                           |         |            |            |            |              |                      |                      |                     |
| 3.3.3.1                     | Armadura em aço CA - 50                                                                                   | kg      | 136.800,00 | 395.000,00 | 8,21       |              | 1.123.128,00         | 3.242.950,00         | 2.119.822,00        |
| 3.3.3.2                     | Caminhão munck capacidade 3 toneladas                                                                     | h       | 550,00     | 550,00     | 139,32     |              | 76.626,00            | 76.626,00            | -                   |
| <b>3.3.4.</b>               | <b>OUTROS</b>                                                                                             |         |            |            |            |              |                      |                      |                     |
| 3.3.4.1                     | Junta Fungenband 0-35                                                                                     | m       | 40,00      | 80,00      | 177,99     |              | 7.119,60             | 14.239,20            | 7.119,60            |
| 3.3.4.2                     | Alvenaria acabada e pintada na cor branca                                                                 | m2      |            | 440,00     |            | 83,82        | -                    | 36.880,80            | 36.880,80           |
| 3.3.4.3                     | Janelas de alumínio                                                                                       | m2      |            | 15,00      |            | 640,65       | -                    | 9.609,75             | 9.609,75            |
| 3.3.4.4                     | Portas de alumínio                                                                                        | m2      |            | 26,10      |            | 630,39       | -                    | 16.453,18            | 16.453,18           |
| 3.3.4.5                     | COBERTURA COM TELHA DE CHAPA DE AÇO ZINCADO, ONDULADA, ESPESURA DE 0                                      | m2      |            | 440,00     |            | 36,66        | -                    | 16.130,40            | 16.130,40           |
| <b>3.3.5.</b>               | <b>PONTE SOBRE CANAL DE FUGA (VÃO = 9 M, LARG. = 6 M)</b>                                                 |         |            |            |            |              |                      |                      |                     |
| 3.3.5.1                     | Concreto Estrutural - Fck 35 Mpa                                                                          | M3      |            | 17,80      |            | 602,54       | -                    | 10.725,21            | 10.725,21           |
| 3.3.5.2                     | Concreto estrutural, usinado e bombeado fins hidráulicos fck 25 Mpa                                       | M3      |            | 13,90      |            | 541,77       | -                    | 7.530,60             | 7.530,60            |
| 3.3.5.3                     | Armadura em aço CA - 50                                                                                   | kg      |            | 3.049,00   |            | 8,21         | -                    | 25.032,29            | 25.032,29           |
| 3.3.5.4                     | Confeção e colocação de Cabo 6 cordoalhas de 12,7 mm - MAC                                                | kg      |            | 300,00     |            | 22,14        | -                    | 6.642,00             | 6.642,00            |
| 3.3.5.5                     | Forma planas em compensado plastificado                                                                   | m2      |            | 102,00     |            | 116,46       | -                    | 11.878,92            | 11.878,92           |
| 3.3.5.6                     | Aparelho de Apoio em Neopreme - Fornecimento e Aplicação                                                  | kg      |            | 84,00      |            | 78,78        | -                    | 6.617,52             | 6.617,52            |
| 3.3.5.7                     | Lançamento de Viga Pré-Moldada (L=9,4m / peso=11,0 t)                                                     | un      |            | 3,00       |            | 3431,01      | -                    | 10.293,03            | 10.293,03           |
|                             | <b>SUBTOTAL 3.3.</b>                                                                                      |         |            |            |            |              | <b>2.373.175,53</b>  | <b>7.411.435,81</b>  | <b>5.189.088,57</b> |
| <b>3.4.</b>                 | <b>EQUIPAMENTOS - FORNECIMENTO E MONTAGEM</b>                                                             |         |            |            |            |              |                      |                      |                     |
| 3.4.1                       | Fornecimento e Montagem da comporta vação, incluindo acessórios                                           | un      | 1,00       | 1,00       | 546.809,46 | 353.708,97   | 546.809,46           | 353.708,97           | (193.100,49)        |
| 3.4.2                       | Fornecimento e montagem da comporta ensecadeira, incluindo acessórios                                     | un      | 1,00       | 1,00       | 378.417,91 | 244.783,27   | 378.417,91           | 244.783,27           | (133.634,64)        |
| 3.4.3                       | Fornecimento e montagem da grade de proteção da entrada da galeria da tomada d'água, incluindo acessórios | un      | 1,00       | 1,00       | 275.695,86 | 178.336,53   | 275.695,86           | 178.336,53           | (97.359,33)         |
| 3.4.4                       | Fornecimento e montagem da válvula dispersora "jato oco" dn 1070mm, incluindo acessórios                  | un      | 2,00       | 2,00       | 867.107,73 | 1.121.794,00 | 1.734.215,46         | 2.243.588,01         | 509.372,55          |
| 3.4.5                       | Fornecimento e montagem da conduto forçado, incluindo acessórios                                          | un      | 1,00       | 1,00       | 465.404,06 | 301.051,11   | 465.404,06           | 301.051,11           | (164.352,95)        |
| 3.4.6                       | Fornecimento e montagem da talha e trole (inclui perfil de aço)                                           | un      | 2,00       | 2,00       | 316.532,07 | 409.503,46   | 633.064,14           | 819.006,93           | 185.942,79          |
| 3.4.7                       | Fornecimento e montagem da Tubulacao de aeracao                                                           | un      | 1,00       | 1,00       | 32.337,53  | 20.917,85    | 32.337,53            | 20.917,85            | (11.419,68)         |
| 3.4.8                       | Fornecimento e montagem do By pass (Enchimento do conduto)                                                | un      | 1,00       | 1,00       | 24.121,49  | 15.603,22    | 24.121,49            | 15.603,22            | (8.518,27)          |
|                             | <b>SUBTOTAL 3.4.</b>                                                                                      |         |            |            |            |              | <b>4.090.065,91</b>  | <b>4.176.995,89</b>  | <b>86.929,98</b>    |
|                             | <b>TOTAL GERAL DOS SERVIÇOS</b>                                                                           |         |            |            |            |              | <b>18.243.049,57</b> | <b>25.780.399,67</b> | <b>7.671.172,22</b> |
| <b>TOTAL GERAL Á ADITAR</b> |                                                                                                           |         |            |            |            |              |                      |                      | <b>7.671.172,22</b> |





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO

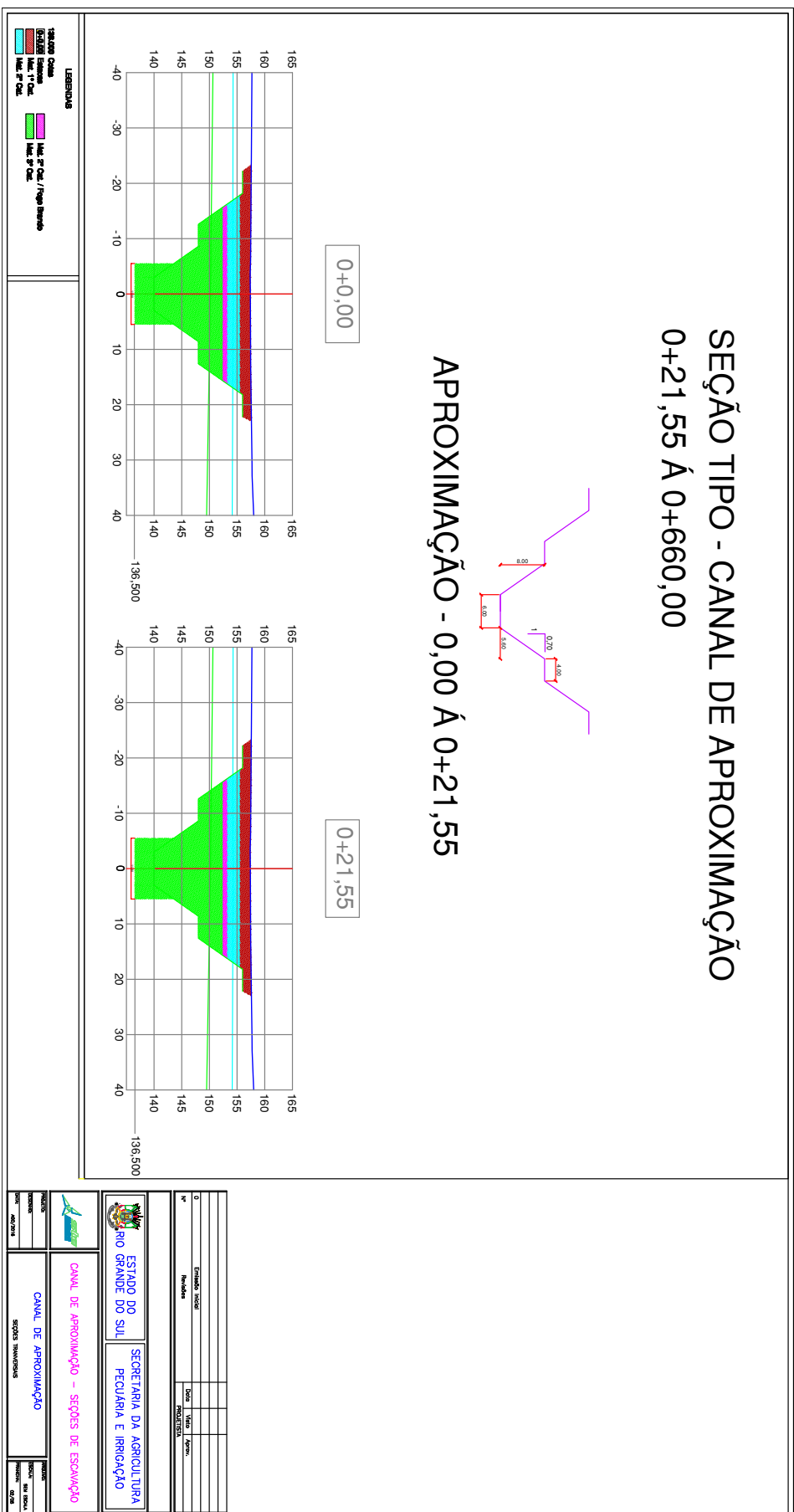
AVALIAÇÃO E REVISÃO DA TOMADA D'ÁGUA (PF-02) E ESTRUTURAS ASSOCIADAS - BARRAGEM DO TAQUAREMBO  
MEMORIAL DESCRITIVO

**6 PEÇAS GRÁFICAS**



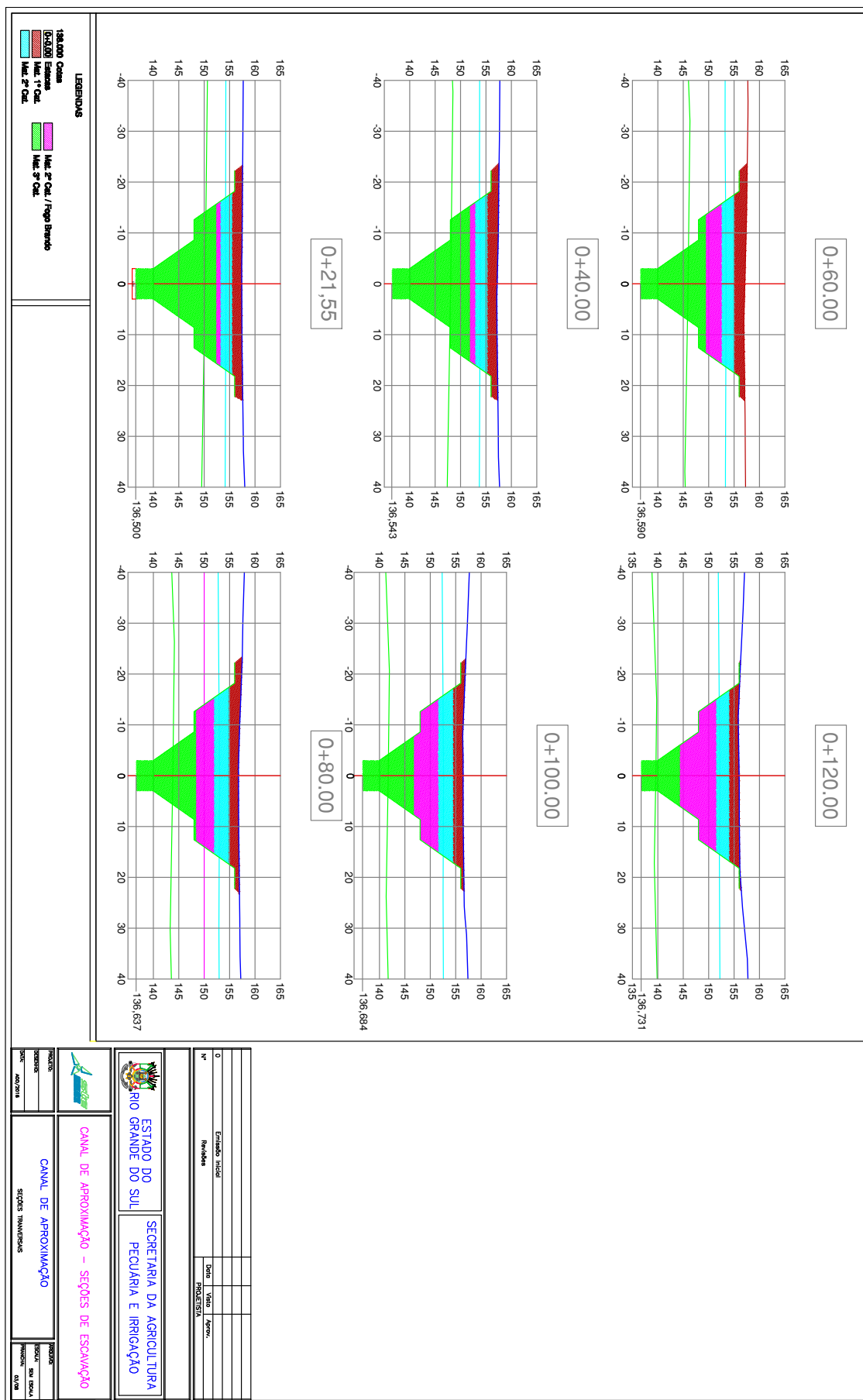
41

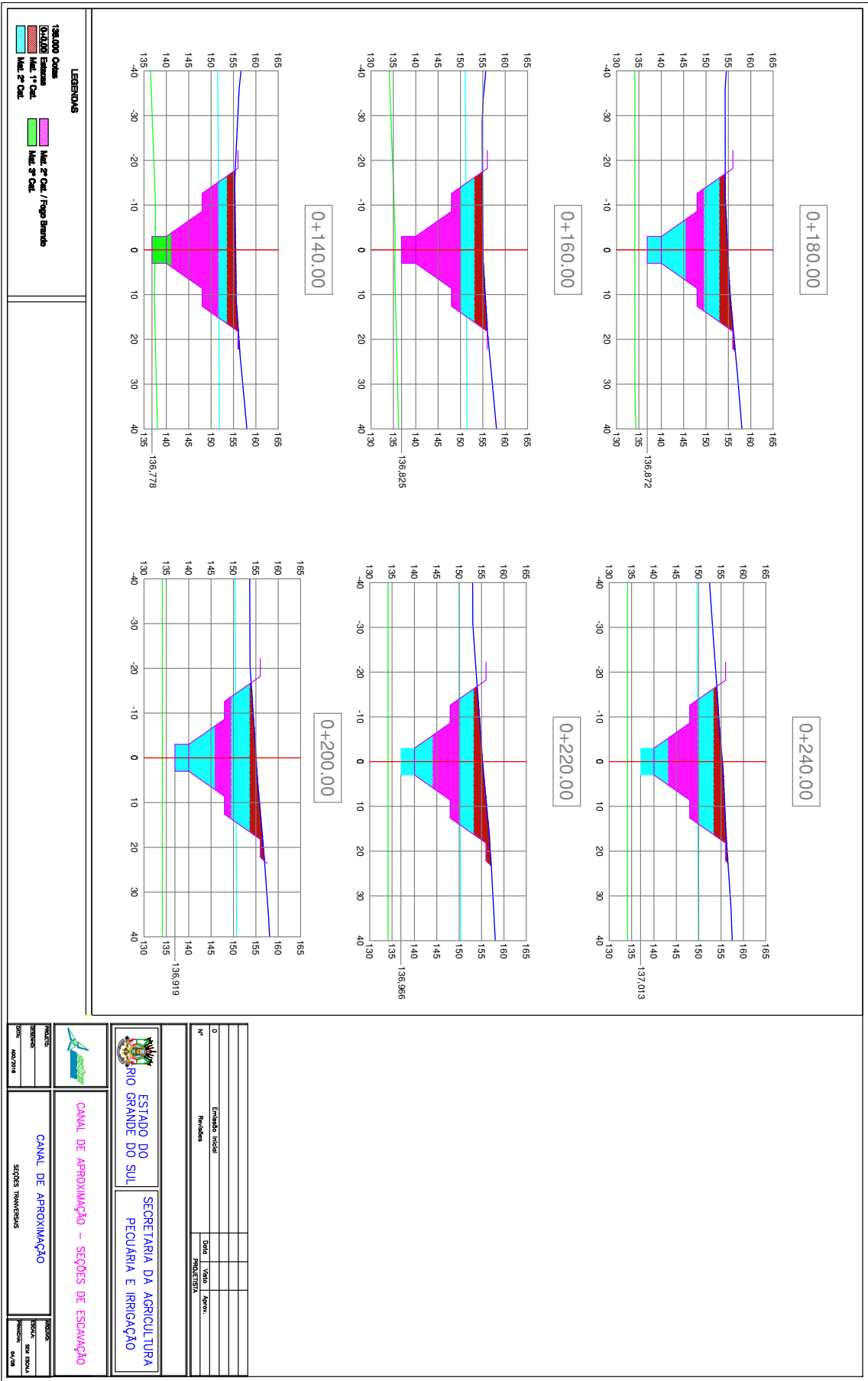




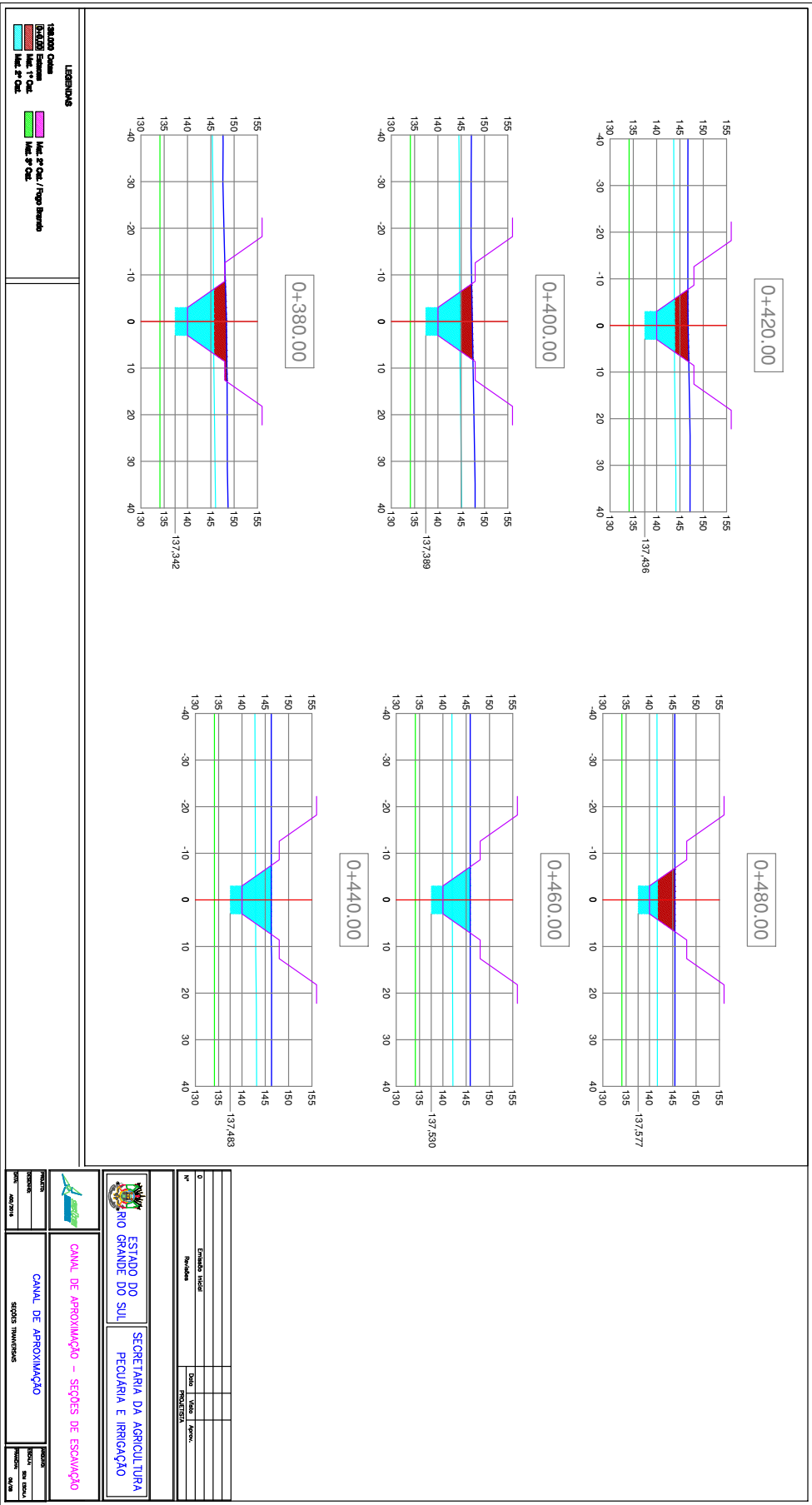


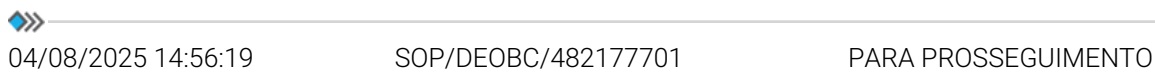
25220000019481





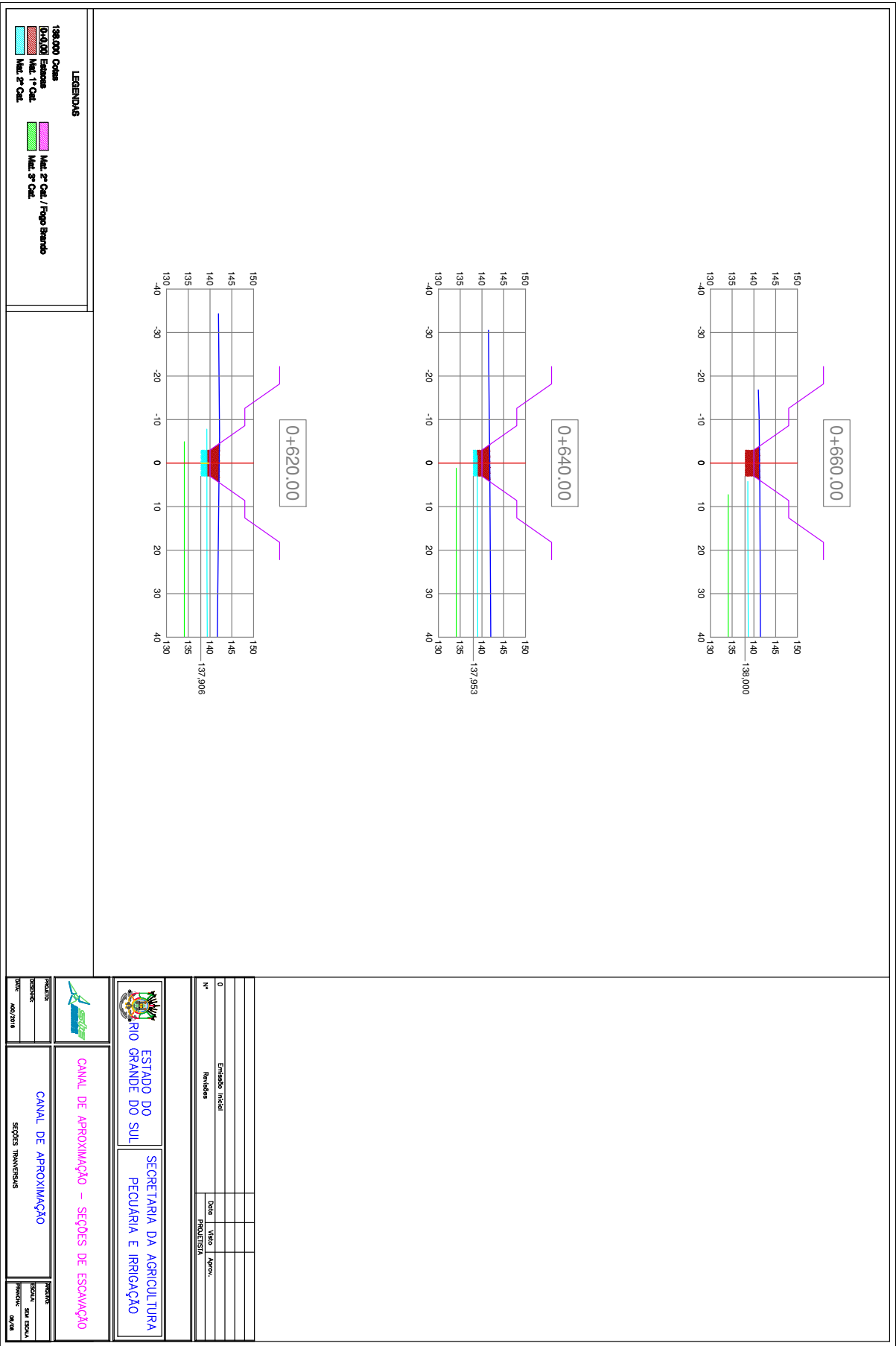






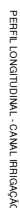


25220000019481



1. DIMENSÕES E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.

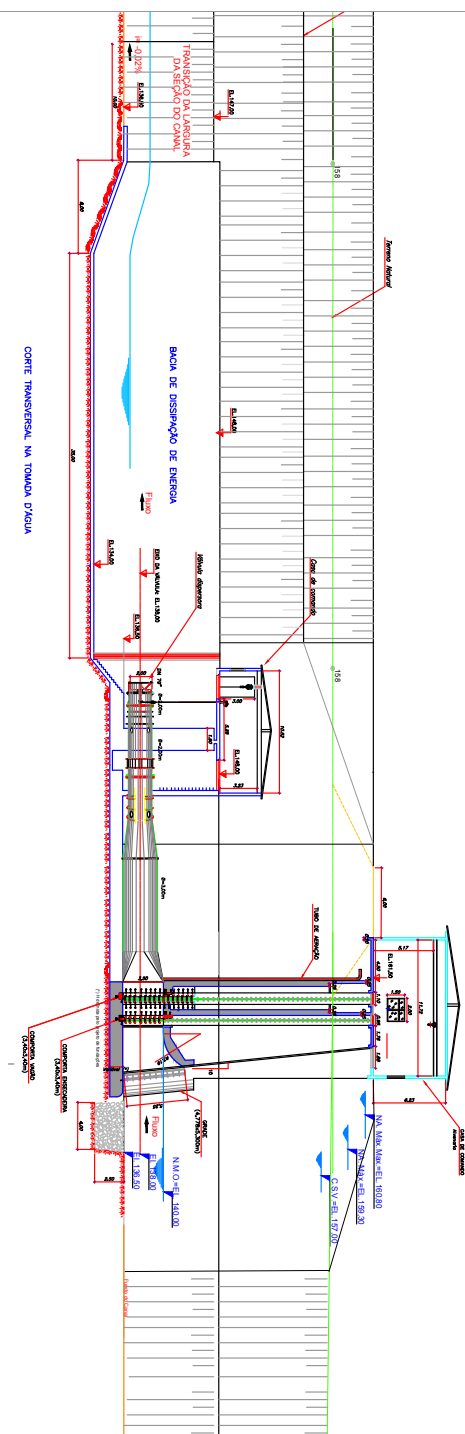




1. DANOIS E ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.

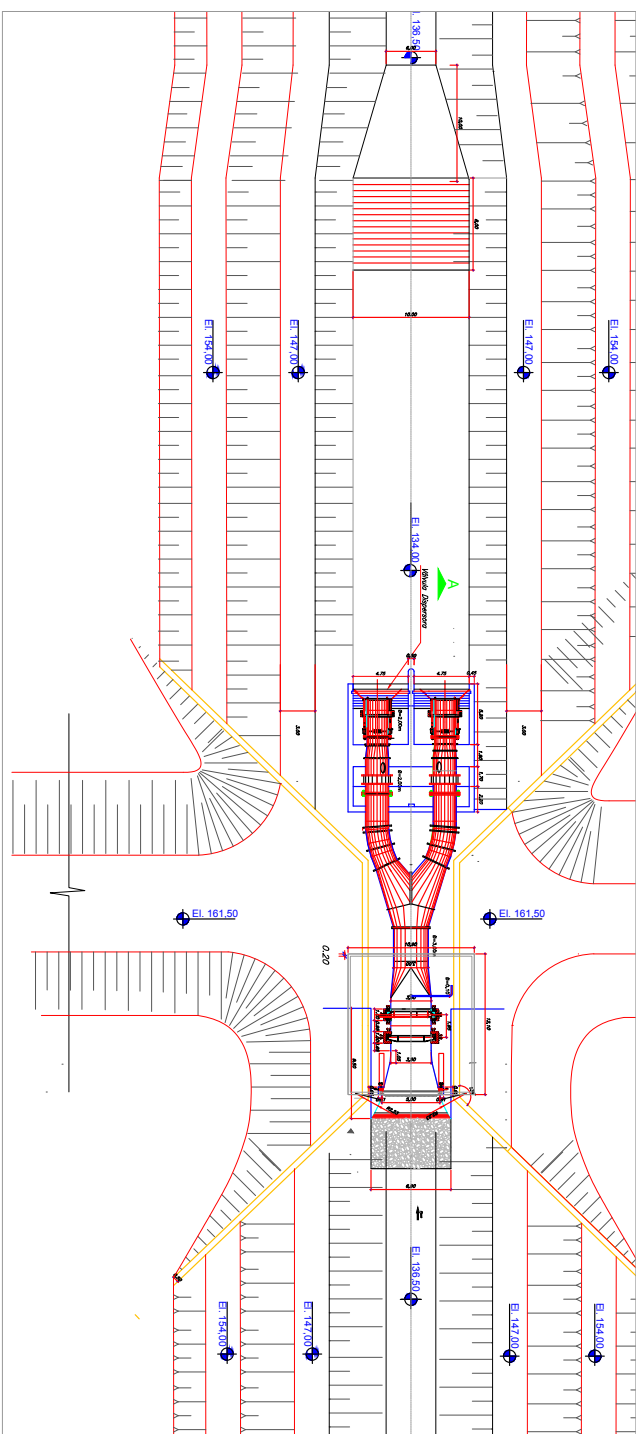
SUPERVISÃO DA BARRAGEM TAQUAREMBO

[illegible]



**NOTAS**

1. DIMENSÕES E ELABORAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.

[illegible]