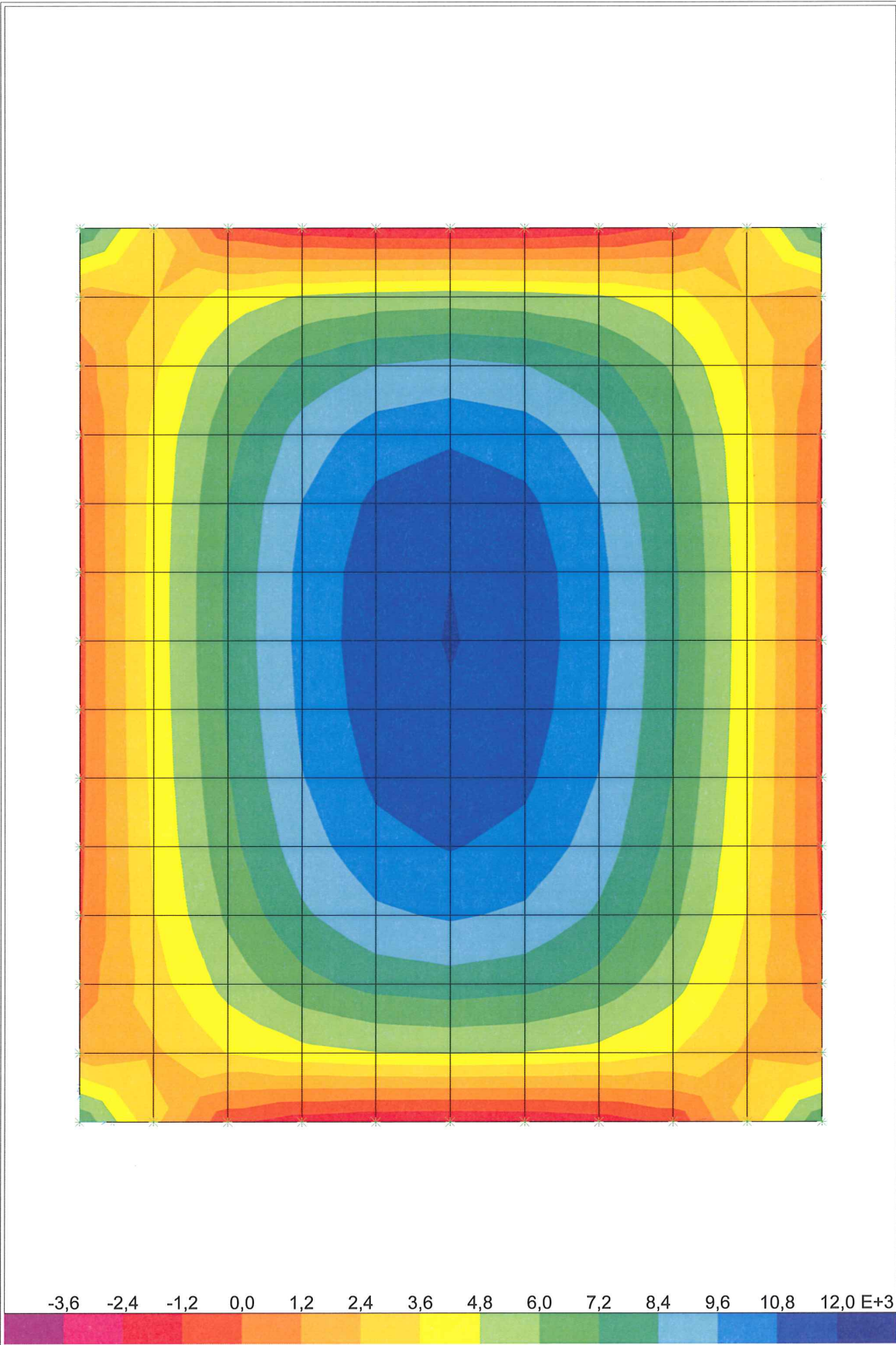




04/

SAP2000

12/17/09 15:28:29



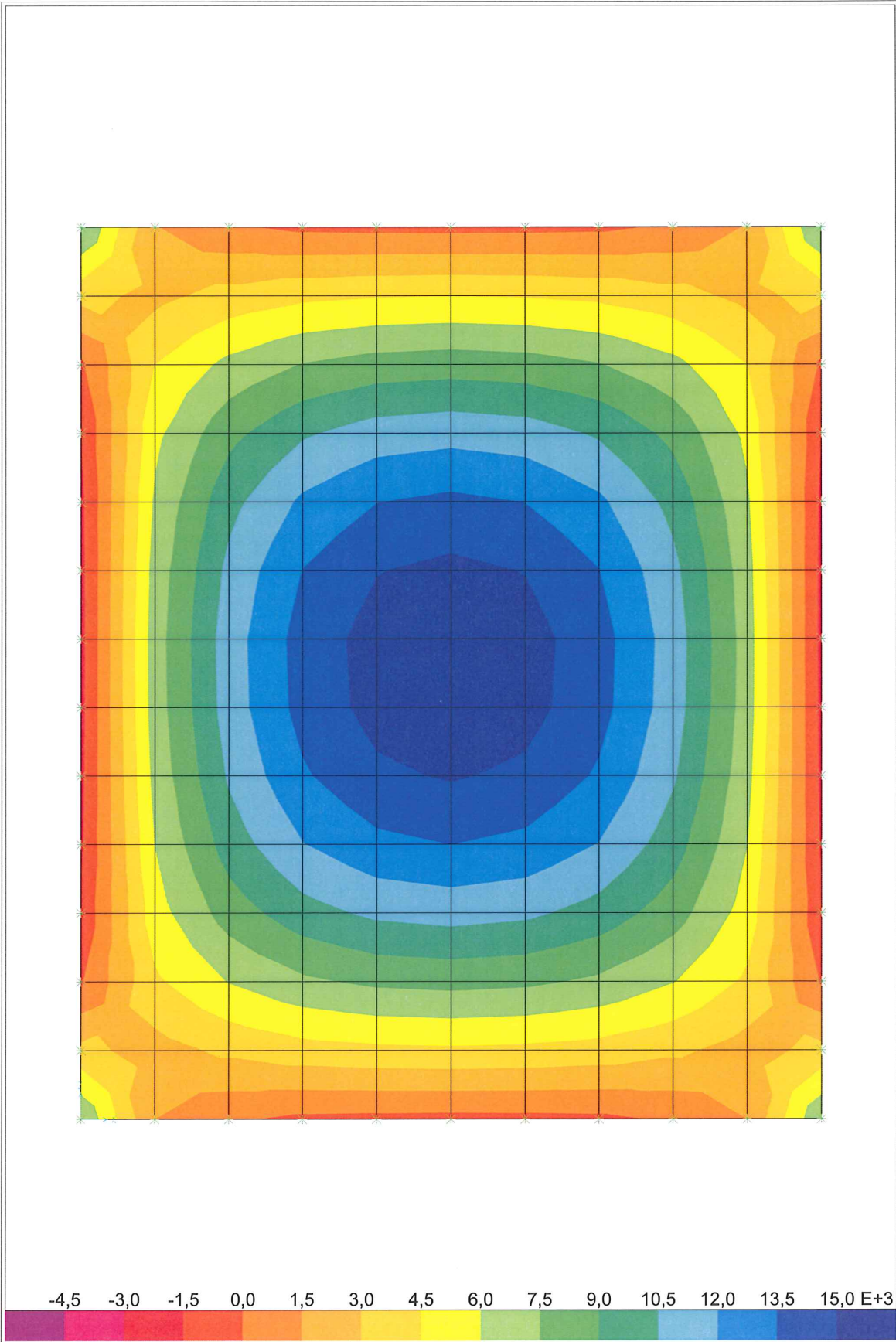
SAP2000 v10.0.1 - File:LajeFechamento - Resultant M22 Diagram (COMB1) - Kgf, m, C Units





SAP2000

05/
12/17/09 15:28:57



SAP2000 v10.0.1 - File:LajeFechamento - Resultant M11 Diagram (COMB1) - Kgf, m, C Units



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

Dimensionamento

$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$ e CA-50

$b_w = 100 \text{ cm}$ $h = 30 \text{ cm}$ $d = 27 \text{ cm}$
 (cobrimento 2,0 cm)

máx $M_{11} = 16.000 \times 1,2/1,4 \approx 14.000 \text{ kgf-m/m}$ $A_s = 19,12 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow 1 \text{ } \varnothing 16 \text{ c/10 (20,00 cm}^2/\text{m)}$
 $f_1 = 3,0$ $f_2 = 5,3$

máx $M_{22} = 12.000 \times 1,2/1,4 \approx 10.500 \text{ kgf-m/m}$ $A_s = 13,78 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow 1 \text{ } \varnothing 16 \text{ c/14 (14,29 cm}^2/\text{m)}$
 $f_1 = 2,3$ $f_2 = 4,7$

Na outra face adota-se a mesma malha com $\varnothing 10$.

Ganchos para içamento

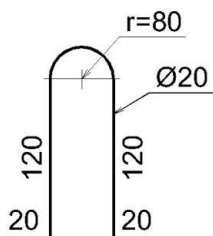
Peso da comporta:

$$P = (0,3 \times 3,55 \times 4,3 - 0,02 \times 0,6 \times 4,15 \times 2 - 0,04 \times 0,15 \times 3,55) \times 2500 =$$

$$P = 11.150 \text{ kgf}$$

Adota-se ganchos de aço CA-25, seção necessária com $F_s = 2,0$

$$A_s = \frac{11.150 \times 2}{2.500} = 8,92 \text{ cm}^2 \rightarrow 4 \text{ } \varnothing 20 (12,6 \text{ cm}^2)$$



Dois ganchos

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap7.docx

Consórcio:





MEMÓRIA DE CÁLCULO

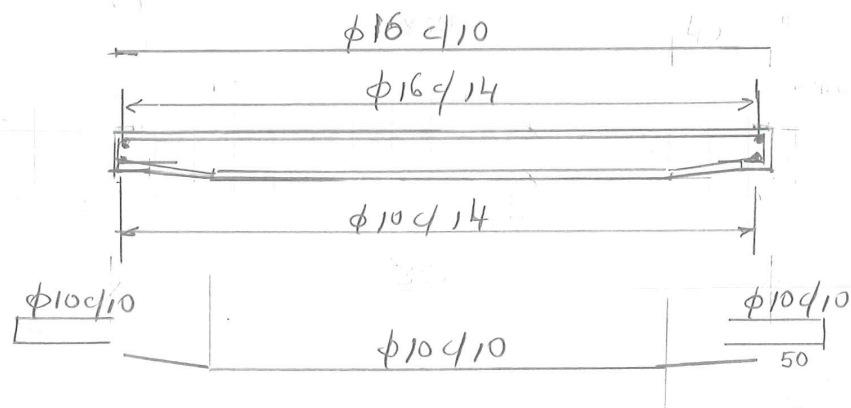
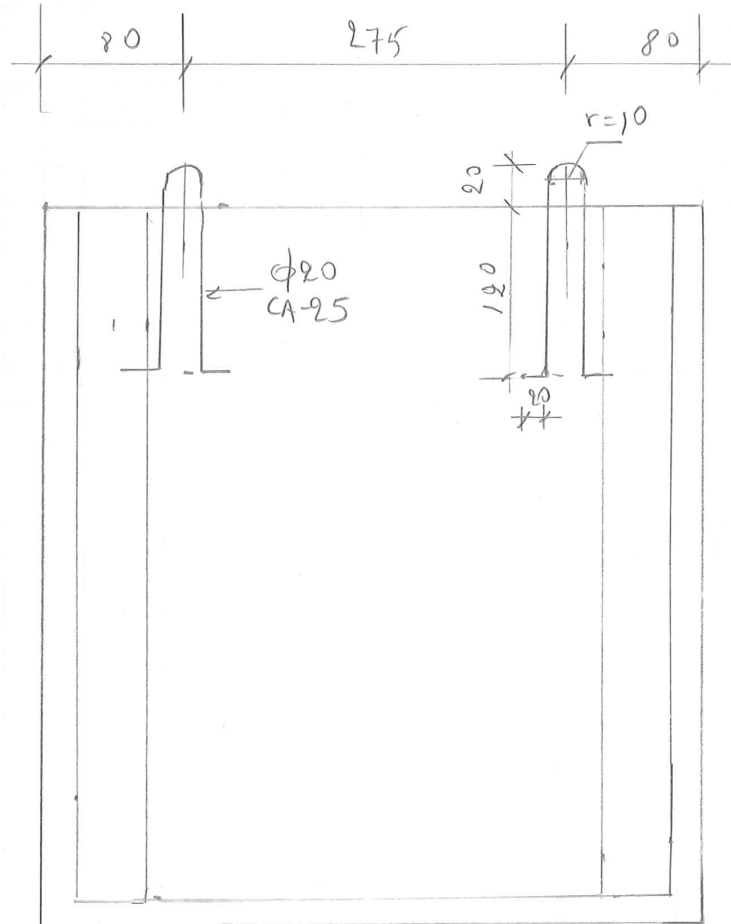
SERVIÇO: TACUAREMBO

Folha:

DATA 1, 12, 09

07, 1

DETALHE ARMADURAS





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

7.4 Tomada de Água

7.4.1 Casa de Abrigo e Operação da Válvula de Jato Oco

O cálculo das solicitações é feito com ajuda de programa de análise estrutural que leva em consideração automaticamente o peso próprio, portanto serão levantadas apenas as sobrecargas.

Sobrecarga acidental nas lajes da cobertura

$$g = 150 \text{ kgf/m}^2$$

Sobrecarga acidental nas lajes do nível 138,00m

$$g = 500 \text{ kgf/m}^2$$

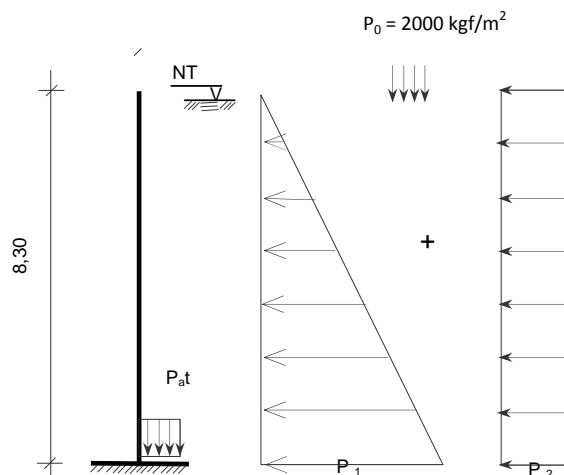
Peso da parede de alvenaria sobre a viga V6:

$$p = 0,25 \times 2,80 \times 1800 = 1260 \text{ kgf/m}$$

Carga móvel da monovia na viga V4

$$P = 4000 \text{ kgf}$$

Empuxo do aterro e da sobrecarga móvel sobre a parede direita.



$$P_1 = 0,5 \times 1800 \times 8,30 \times = 7.470 \text{ kgf/m}^2$$

$$P_2 = 0,5 \times 2000 = 1.000 \text{ kgf/m}^2$$

Consórcio:

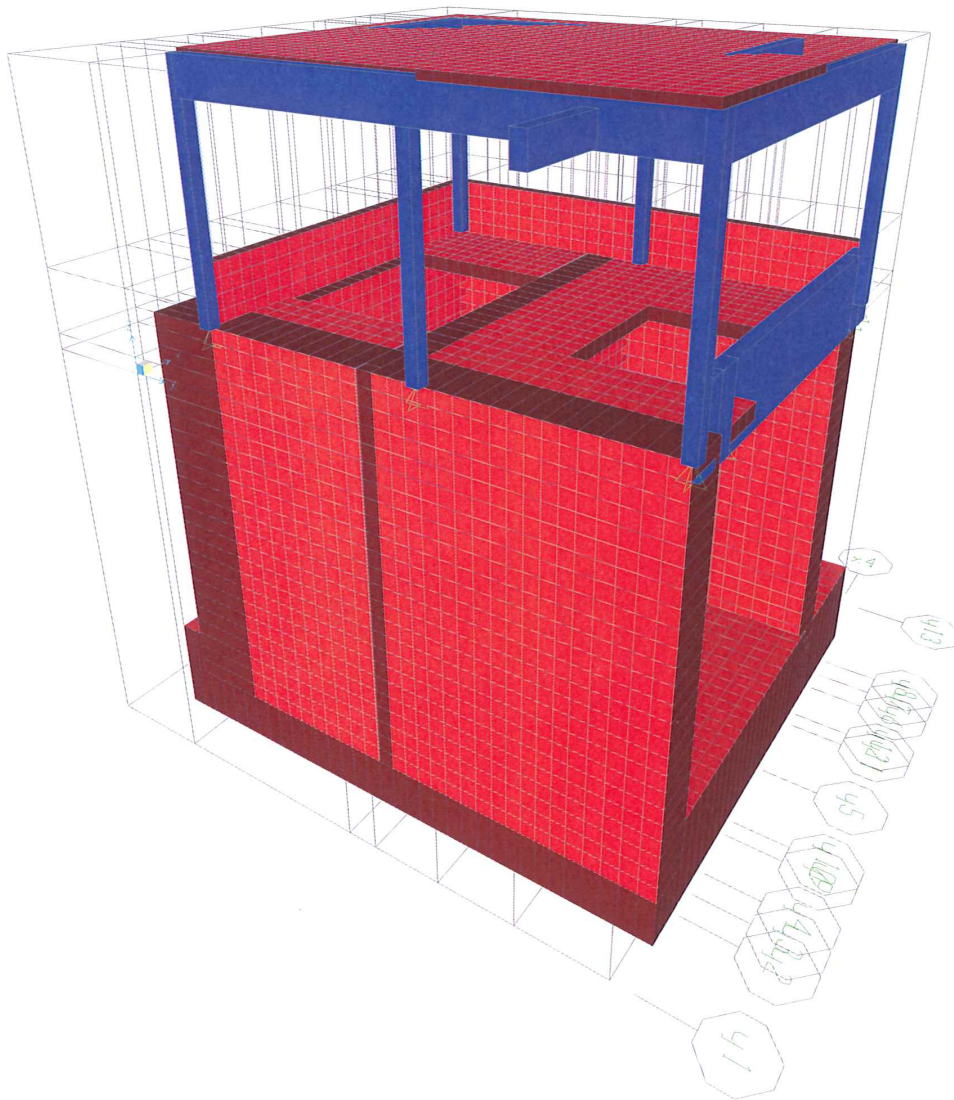




SAP2000

1/7/10 10:09:02

MODELO ESTRUTURAL



SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - 3-D View - Kgf, m, C Units





SAP2000

1/7/10 10:07:12

MODELO ESTRUTURAL



SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - 3-D View - Kgf, m, C Units

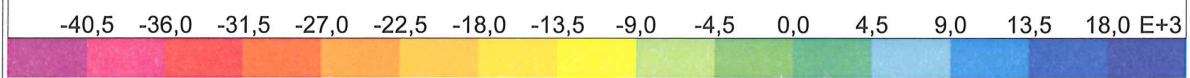
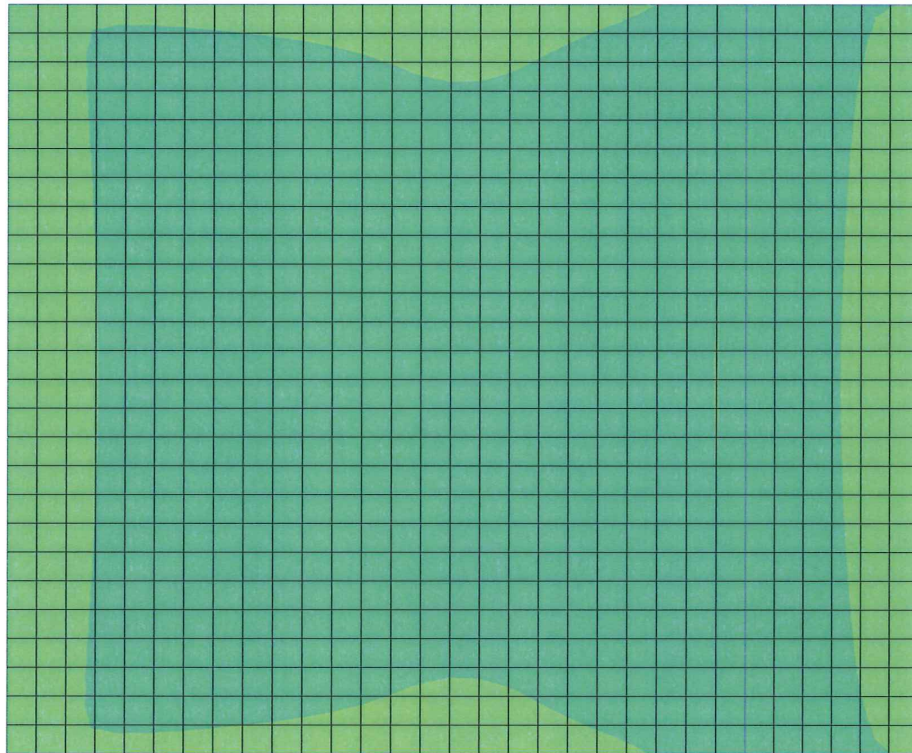




SAP2000

1/7/10 16:34:12

LATE DA OBENTUNA



SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Resultant M11 Diagram (COMB4) - Kgf, m, C Units

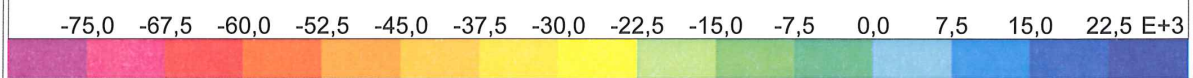
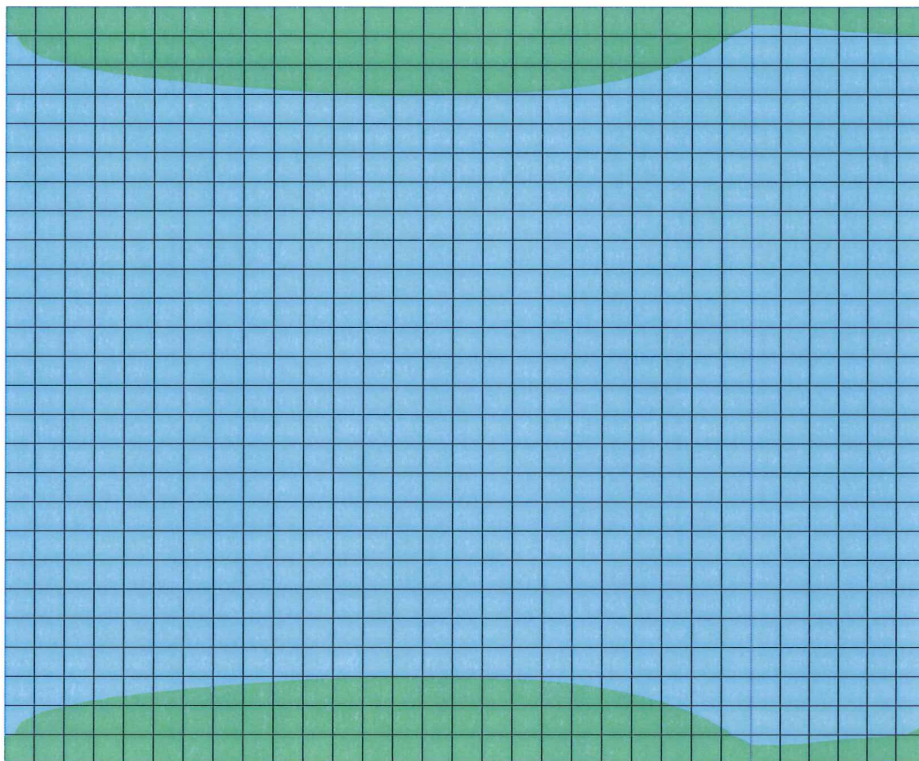




SAP2000

1/7/10 16:35:12

LATJE DA COBERTURA



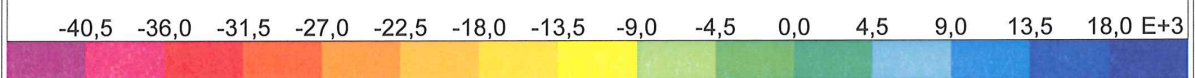
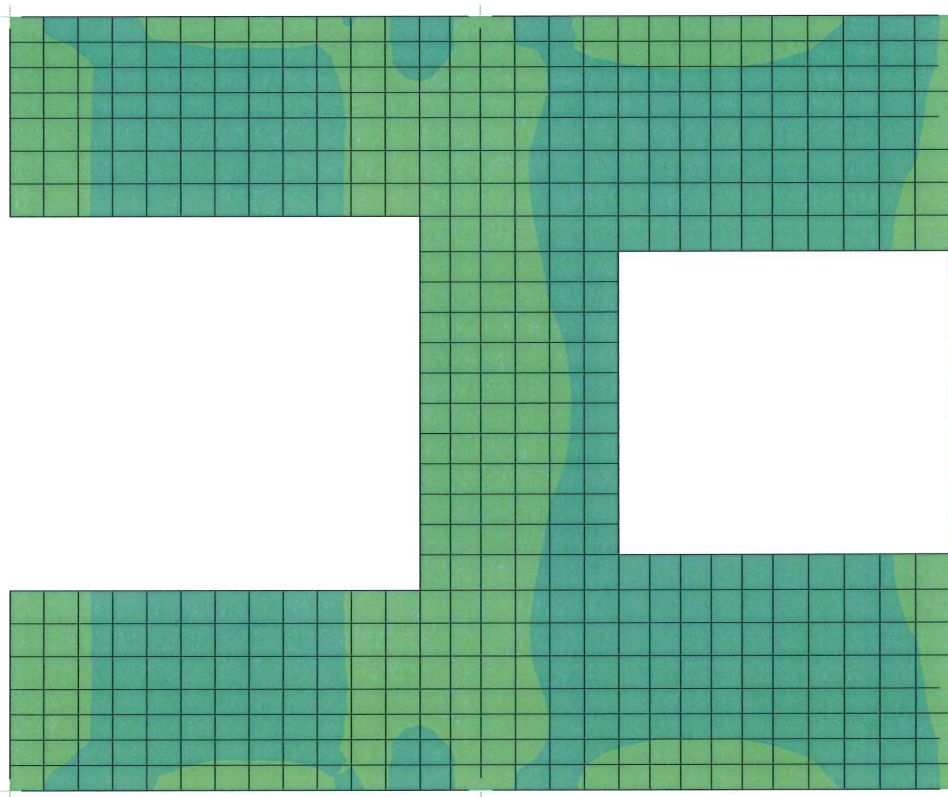
SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Resultant M22 Diagram (COMB4) - Kgf, m, C Units



SAP2000

1/7/10 16:49:30

LAJES NIVEL 138,00



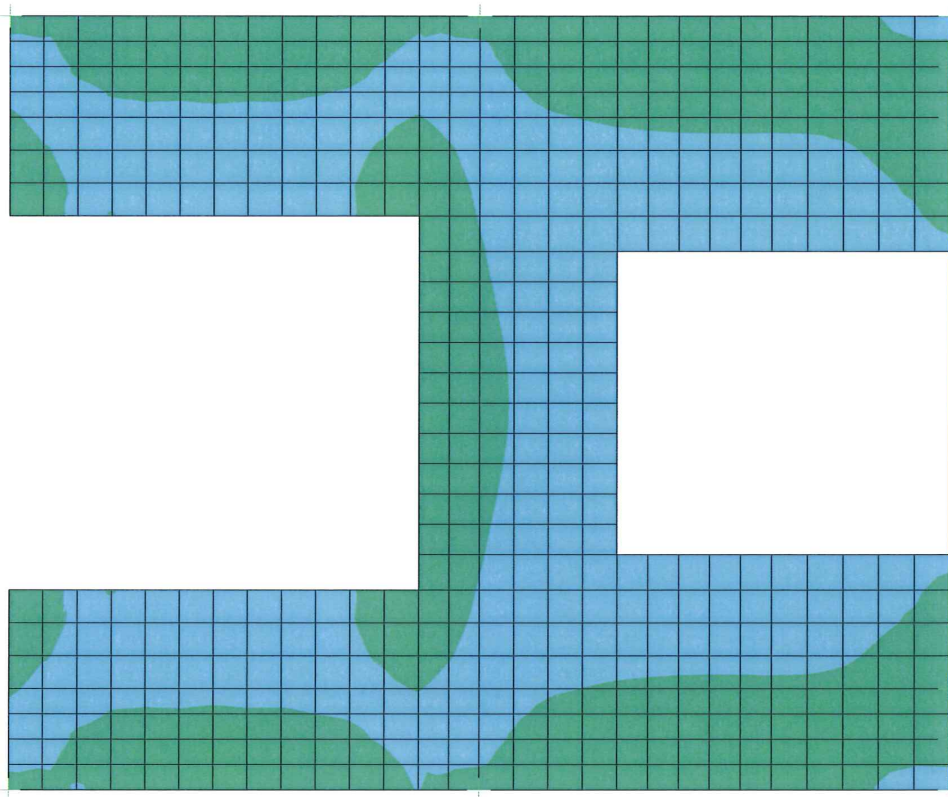
SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Resultant M11 Diagram (COMB4) - Kgf, m, C Units



SAP2000

1/7/10 16:49:00

LABEL NIVEL 138,00



-75,0 -67,5 -60,0 -52,5 -45,0 -37,5 -30,0 -22,5 -15,0 -7,5 0,0 7,5 15,0 22,5 E+3

SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Resultant M22 Diagram (COMB4) - Kgf, m, C Units

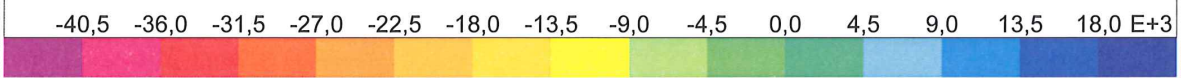
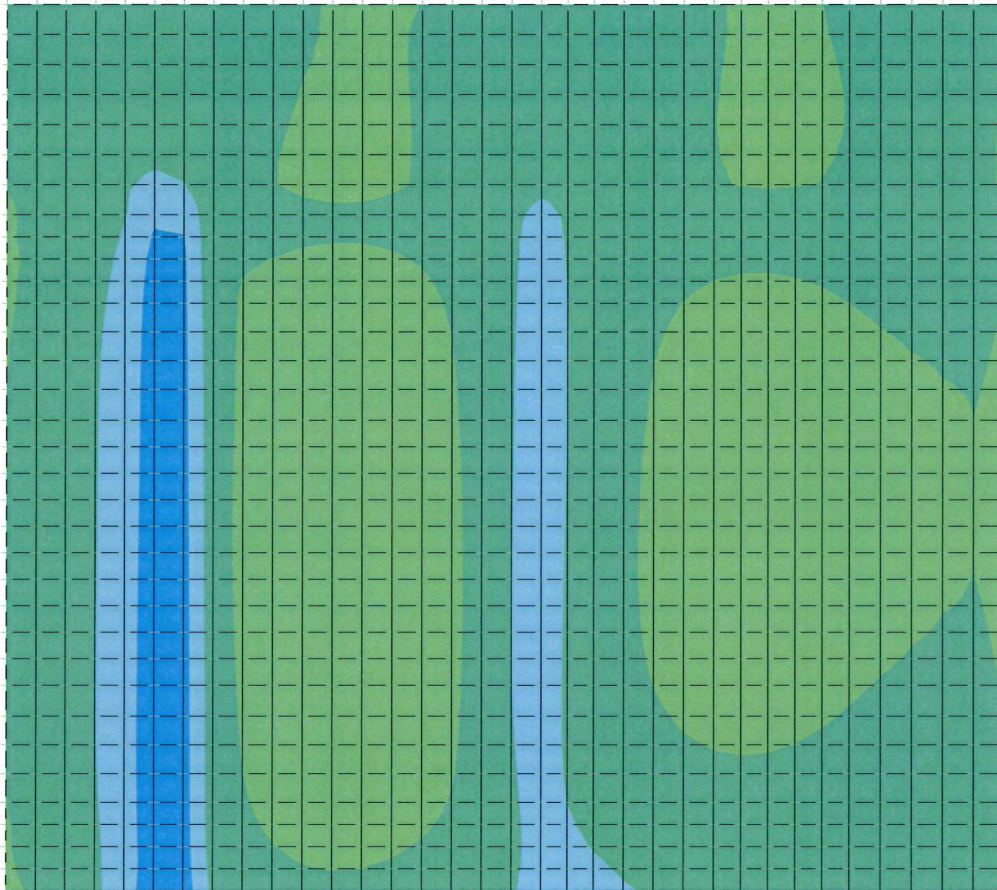




SAP2000

1/8/10 16:05:25

LAJE DE FUNDO



SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Resultant M11 Diagram (COMB1) - Kgf, m, C Units

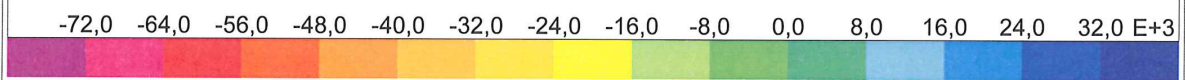
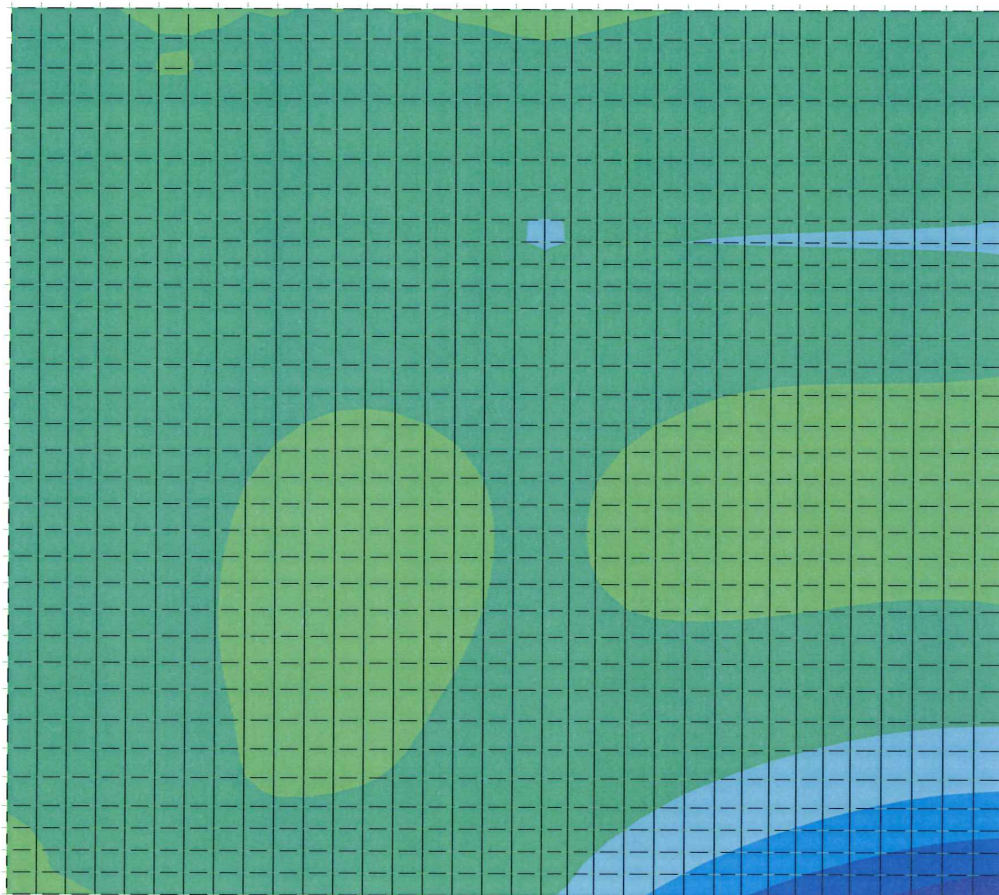




SAP2000

1/8/10 16:04:38

LAJE DE FUNDO



SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Resultant M22 Diagram (COMB1) - Kgf, m, C Units



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

7.4.1.2 Dimensionamento das Lajes do Nível 138,00m e Laje do Fundo

Lajes nível 138,00m

$b_w = 100 \text{ cm}$ $h = 30 \text{ cm}$ $d = 15 \text{ cm}$

$\min M_{11} = 1300 \text{ kgf-m/m}$ $A_s = 1,90 \text{ cm}^2/\text{m}$ } → 1 Ø 10 c/15 (5,33 cm²/m)
 $A_{sm} = 4,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ }

$\min M_{11} = 540 \text{ kgf-m/m}$ $A_s = A_{smin}$ → 1 Ø 10 c/15

$\min M_{22} = 1500 \text{ kgf-m/m}$ $A_s = 1,96 \text{ cm}^2/\text{m}$ } → 1 Ø 10 c/15 (5,33 cm²/m)
 $A_{smin} = 4,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ }

$\min M_{22} = 250$ $A_s = A_{smin}$ → 1 Ø 10/ c/15

Laje de fundo

$b_w = 100 \text{ cm}$ $h = 200 \text{ cm}$ $d = 190 \text{ cm}$

$\min M_{11} = -1860 \text{ kgf-m/m}$ $A_s = 1,90 \text{ cm}^2/\text{m}$ → 1 Ø 16 c/15 (13,33 cm²/m)

$\min M_{22} = 12000 \text{ kgf-m/m}$ $A_s = A_{smin}$ → 1 Ø 16 c/15 (13,33 cm²/m)

$\min M_{22} = 1920 \text{ kgf-m/m}$ $A_s = A_{smin}$ → 1 Ø 16 c/15 (13,33 cm²/m)

$\min M_{22} = 36000 \text{ kgf-m/m}$ $A_s = 6,14 \text{ cm}^2/\text{m}$ → 1 Ø 20 c/20 (15,75 cm²/m)

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap7.docx

Consórcio:

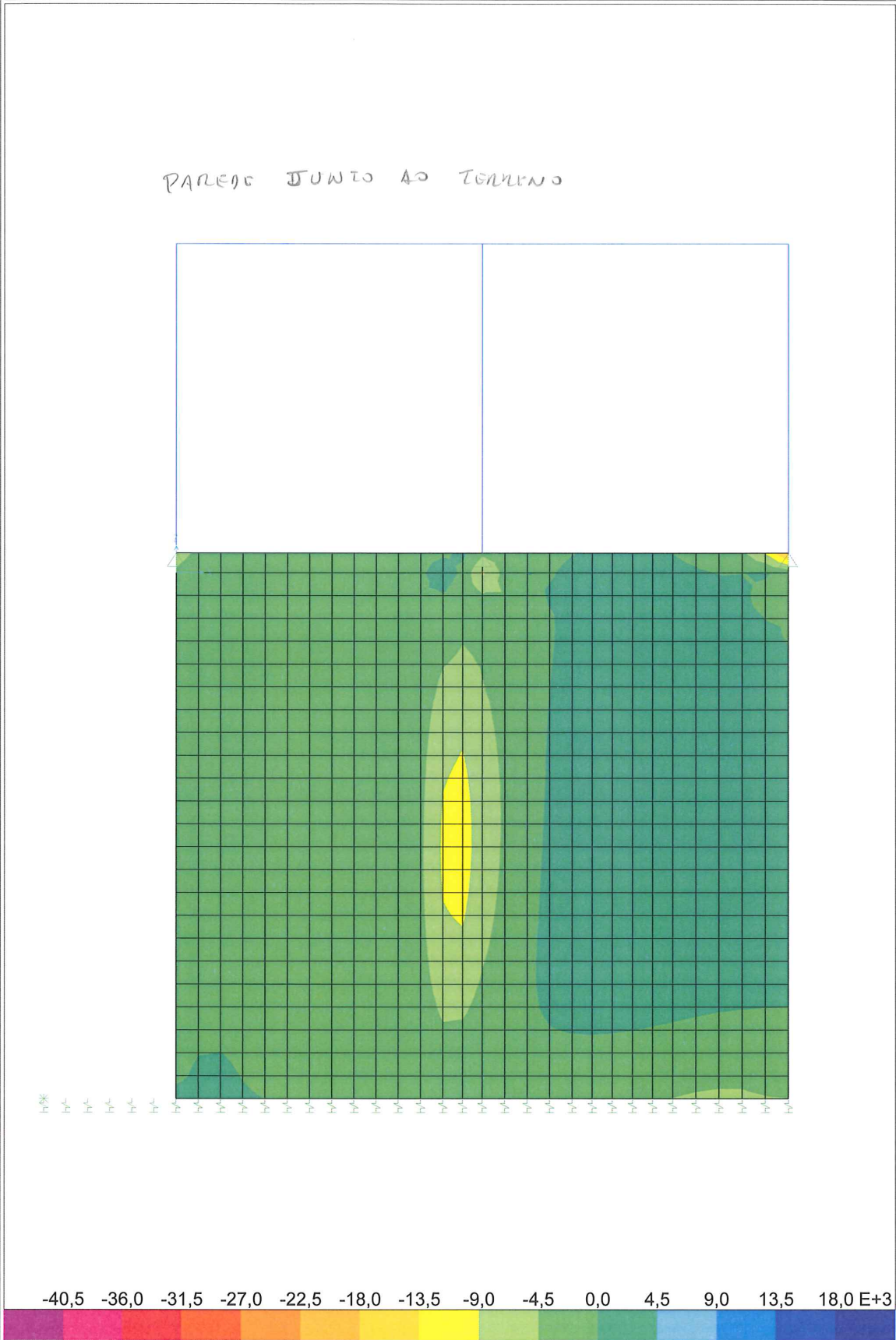




SAP2000

1/7/10 16:43:59

PAREDE JUNTO AO TERRENO



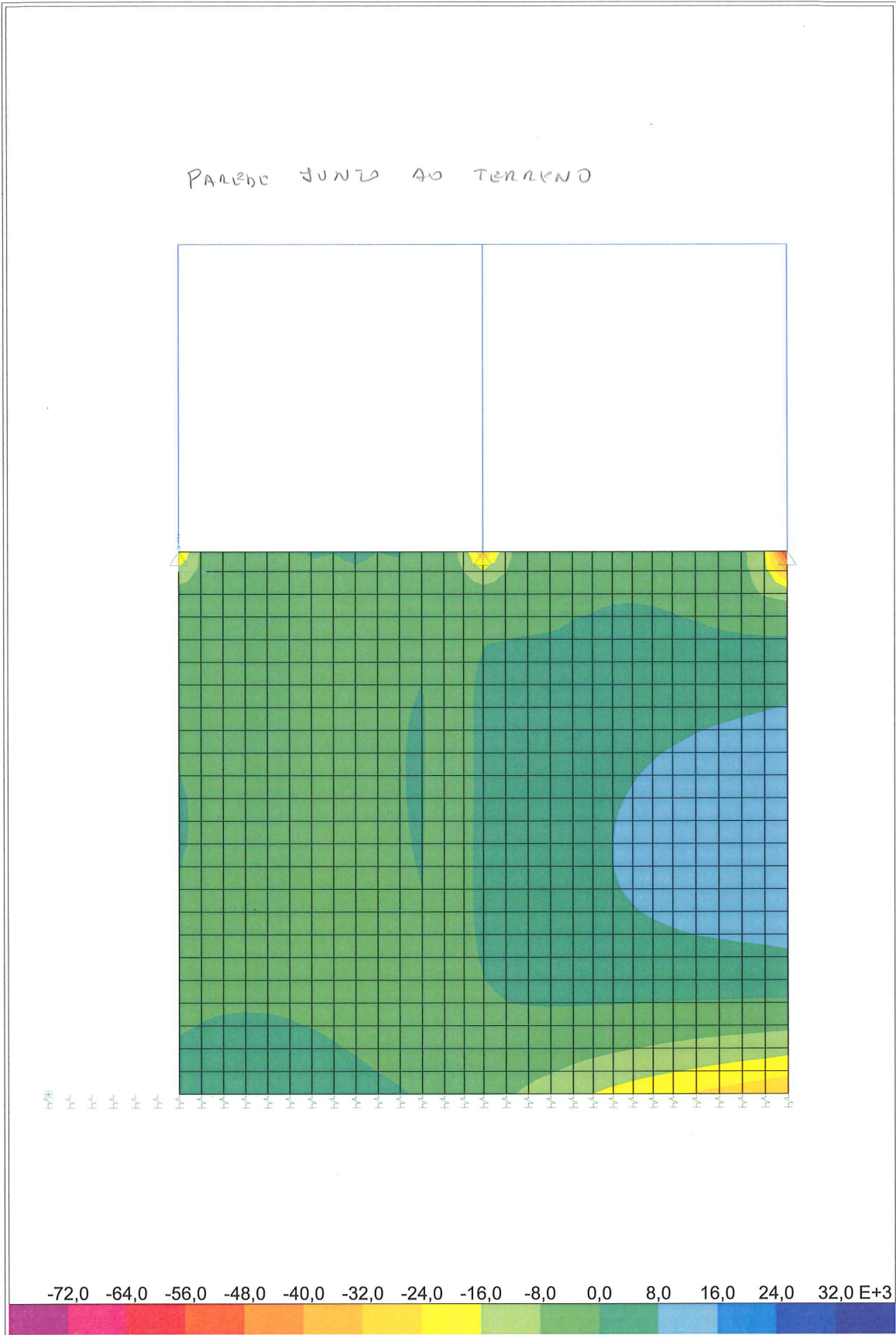
SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Resultant M11 Diagram (COMB1) - Kgf, m, C Units



SAP2000

1/7/10 16:43:16

PARLHO JUNZO AO TERRENO



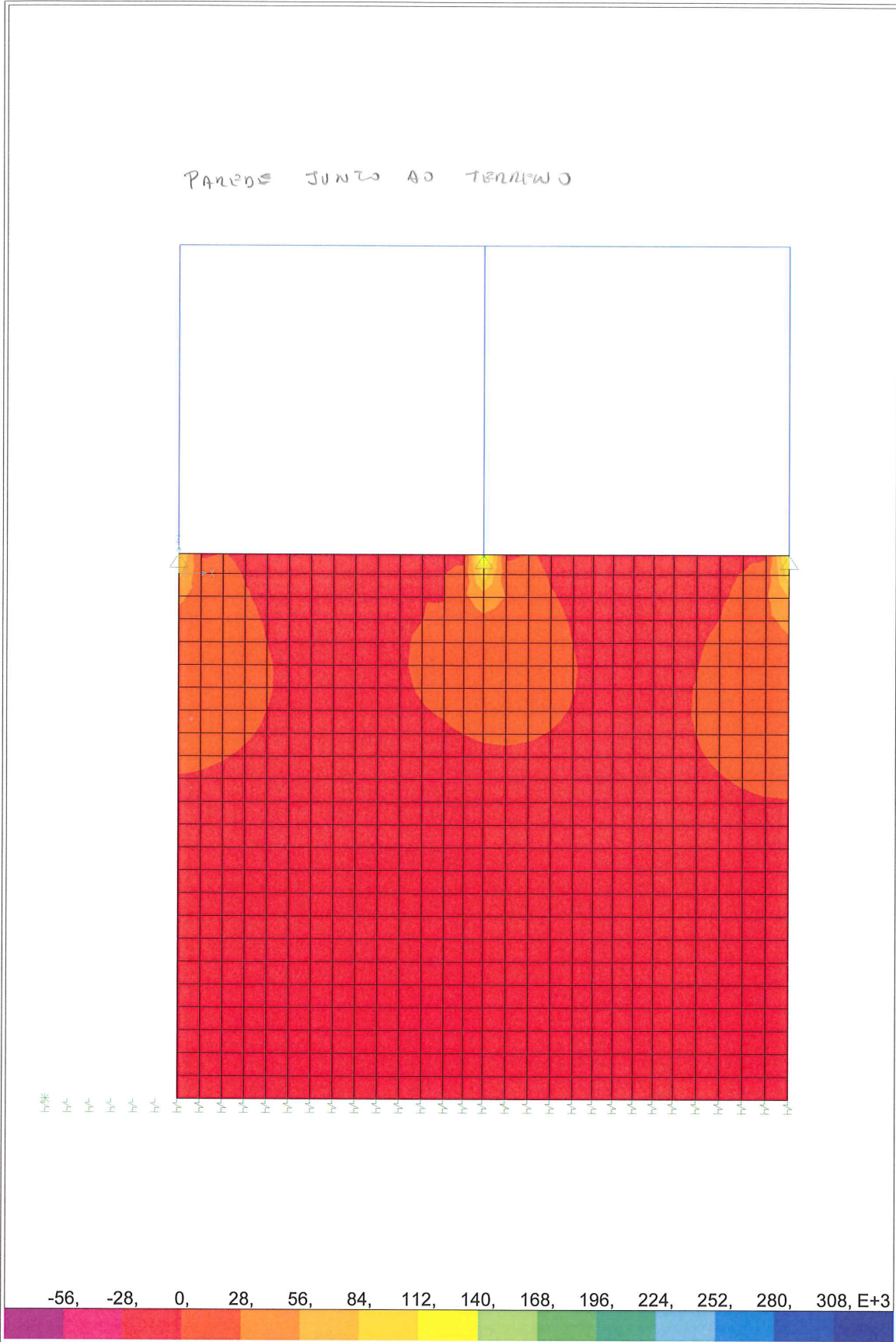
SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Resultant M22 Diagram (COMB1) - Kgf, m, C Units



SAP2000

1/7/10 16:44:34

PANES JUNTO AO TENDAO



SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Resultant F22 Diagram (COMB1) - Kgf, m, C Units



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

7.4.1.3 Dimensionamento da Parede Junto ao Terreno

$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$ e CA-50

$b_w = 100 \text{ cm}$ $h = 100 \text{ cm}$ $d = 95 \text{ cm}$

$\min M_{11} = -10.550 \text{ kgf-m/m}$ $A_s = 3,60 \text{ cm}^2/\text{m}$ \rightarrow 1 Ø 16 c/15 (13,33 cm²/m)

$\max M_{11} = -4.200 \text{ kgf-m/m}$ $A_s = A_{s\min}$ \rightarrow 1 Ø 16 c/15 (13,33 cm²/m)

$\min M_{22} = 31.000 \text{ kgf-m/m}$
 $N = -14.000/2 = -7.000 \text{ kgf/m}$ $\left. \vphantom{\begin{matrix} \min M_{22} \\ N \end{matrix}} \right\} A_s = 9,59 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow 1 \text{ Ø } 20 \text{ c}/20 (15,75 \text{ cm}^2/\text{m})$

$\max M_{22} = 13.500 \text{ kgf-m/m}$
 $N = -4.000/2 = -2.000 \text{ kgf/m}$ $\left. \vphantom{\begin{matrix} \max M_{22} \\ N \end{matrix}} \right\} A_s = 4,28 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow 1 \text{ Ø } 16 \text{ c}/15 (13,33 \text{ cm}^2/\text{m})$

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap7.docx

Consórcio:

320

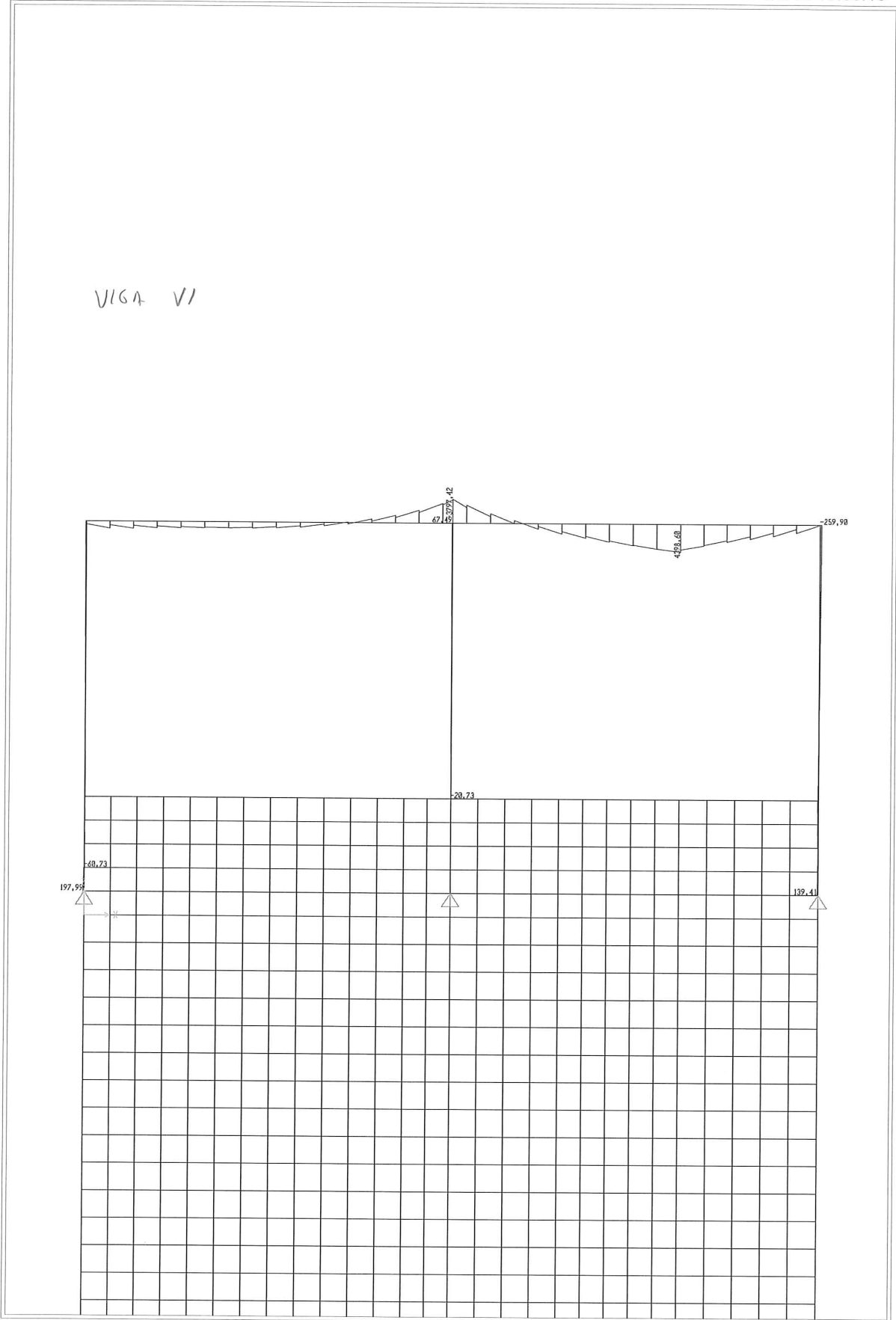




SAP2000

1/8/10 10:00:16

VIGA V1



SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Moment 3-3 Diagram (COMB5) - Kgf, m, C Units

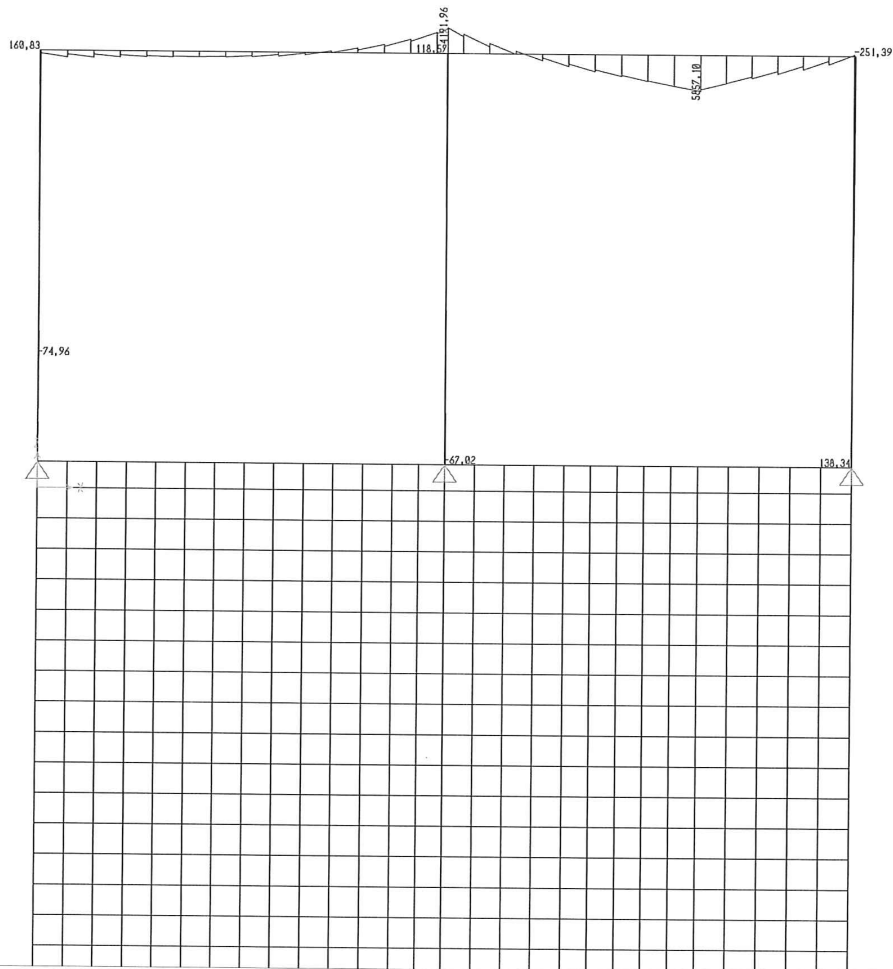




SAP2000

1/8/10 10:08:01

V16A - V2



SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Moment 3-3 Diagram (COMB1) - Kgf, m, C Units

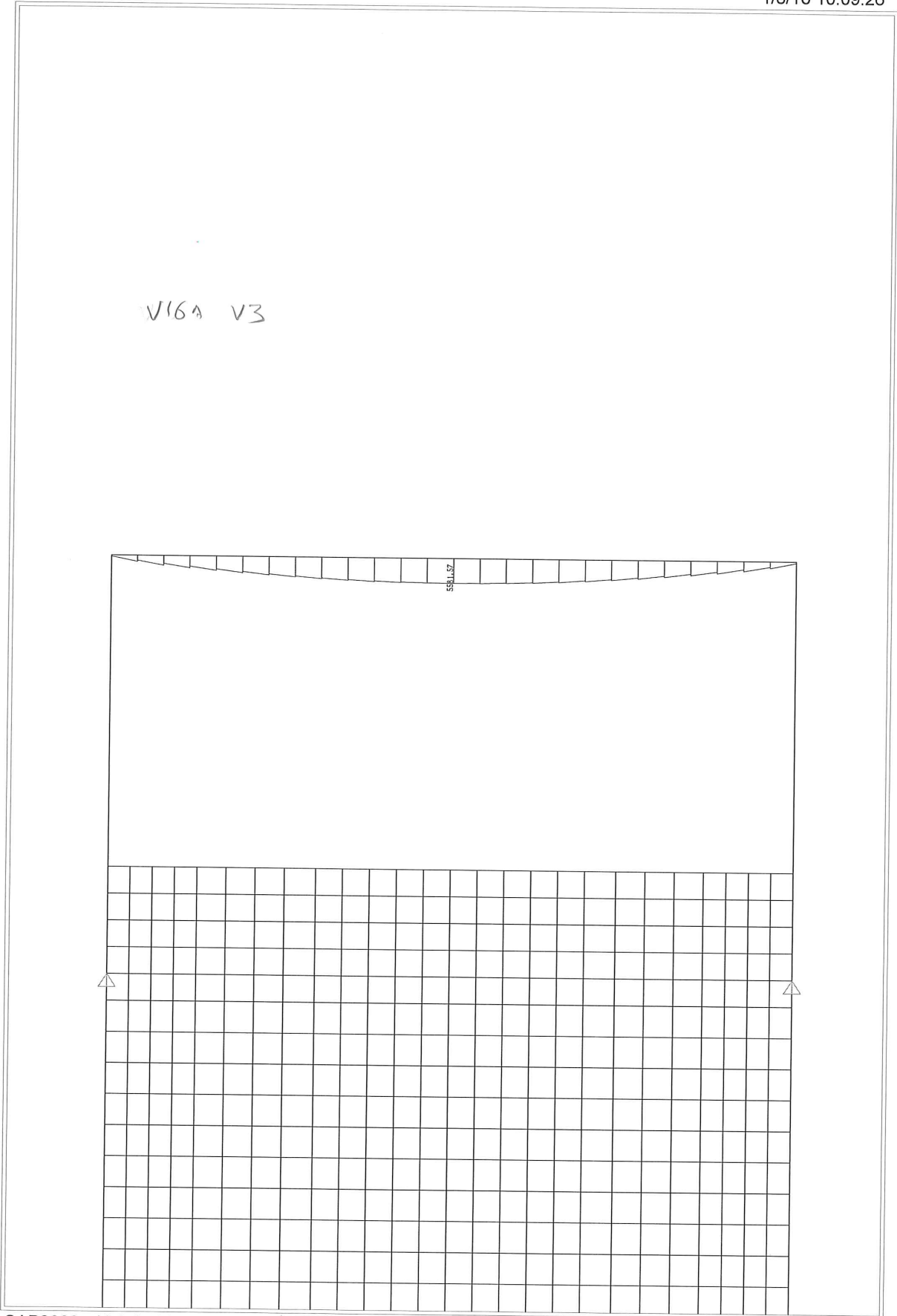




SAP2000

1/8/10 10:09:26

V16A V3



SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Moment 3-3 Diagram (COMB4) - Kgf, m, C Units

323

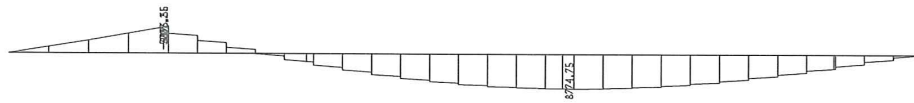




SAP2000

1/8/10 10:20:14

VIGA V4



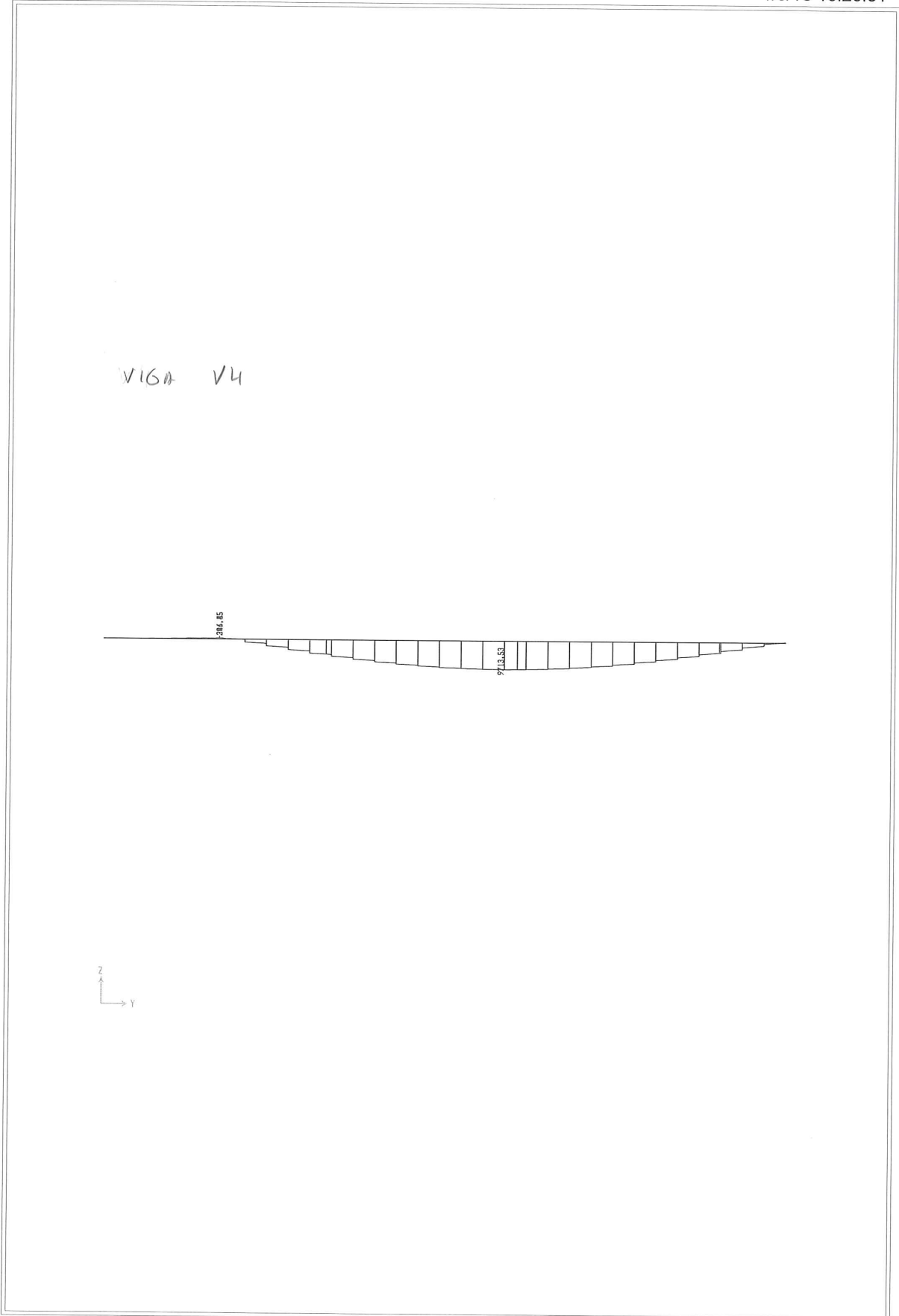
SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Moment 3-3 Diagram (COMB1) - Kgf, m, C Units





SAP2000

1/8/10 10:20:31



VIGA V4

304.85

9713.53



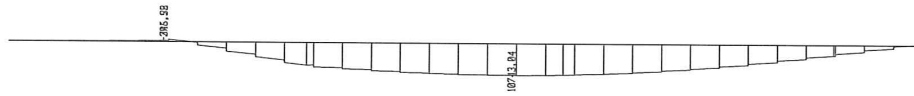
SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Moment 3-3 Diagram (COMB2) - Kgf, m, C Units



SAP2000

1/8/10 10:20:42

VIGA V4



SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Moment 3-3 Diagram (COMB3) - Kgf, m, C Units

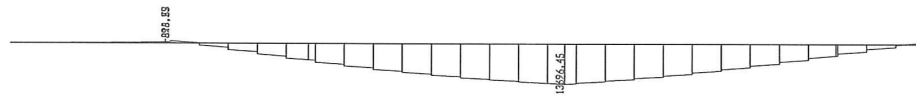




SAP2000

1/8/10 10:20:56

V16A V4



SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Moment 3-3 Diagram (COMB4) - Kgf, m, C Units

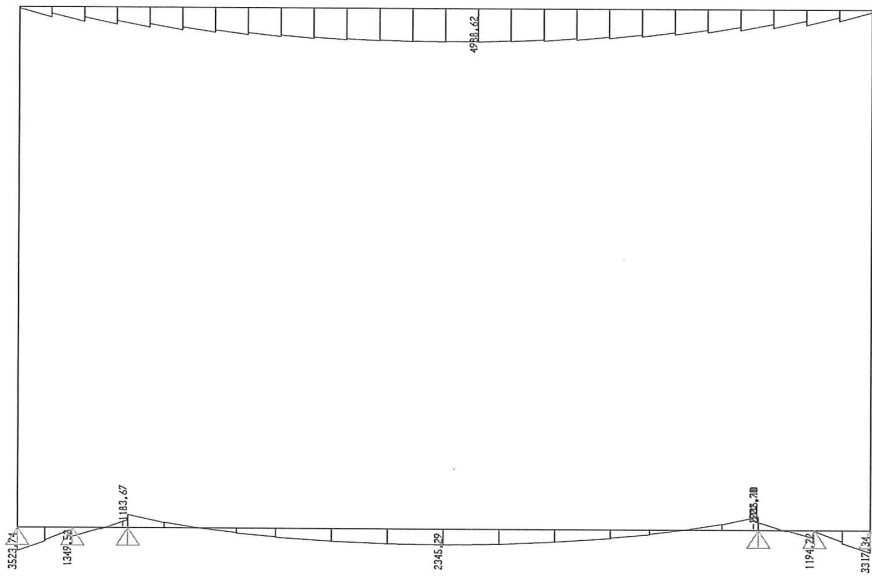




SAP2000

1/8/10 10:11:37

V16A V5



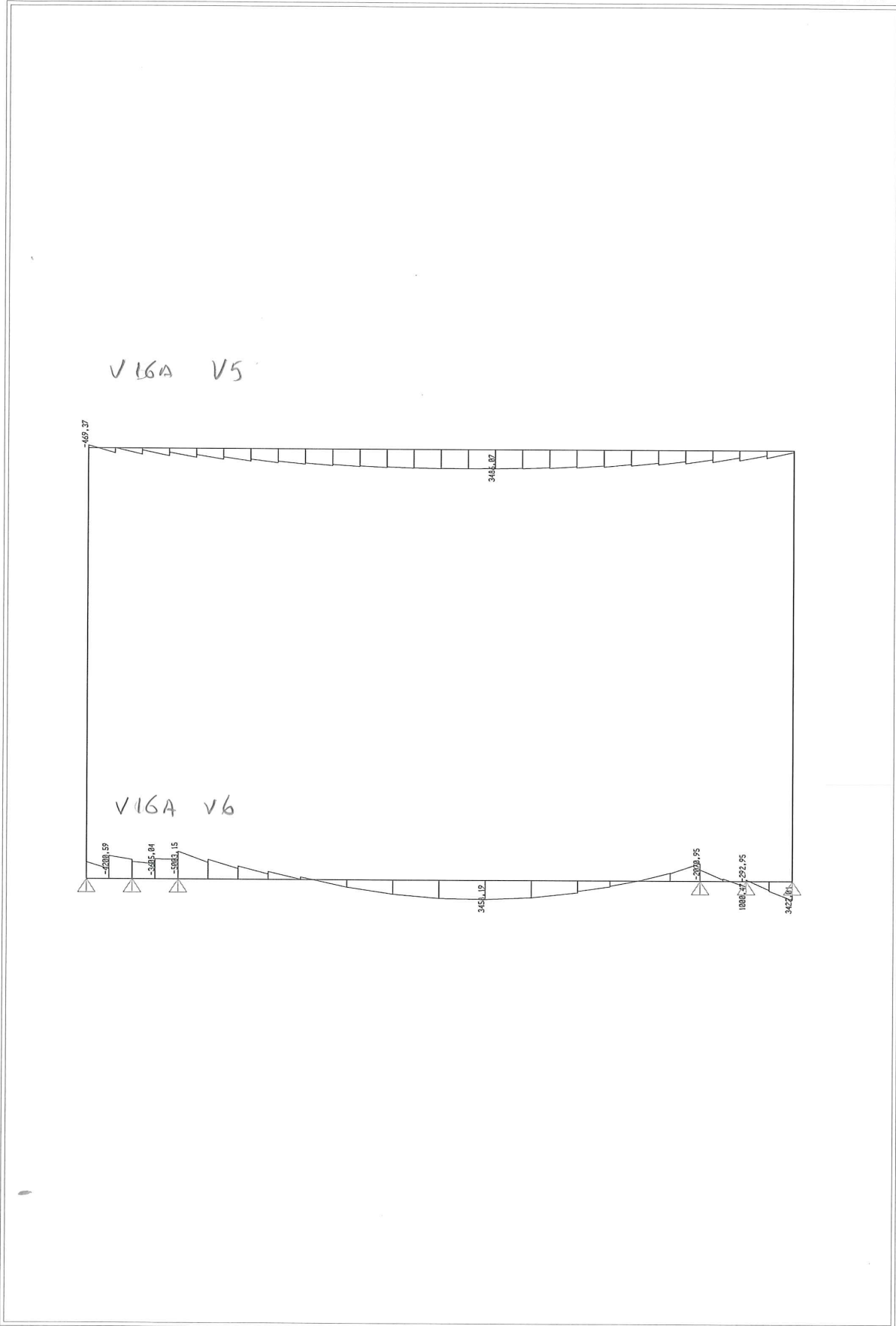
SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Moment 3-3 Diagram (COMB4) - Kg, m, C Units





SAP2000

1/8/10 10:16:10

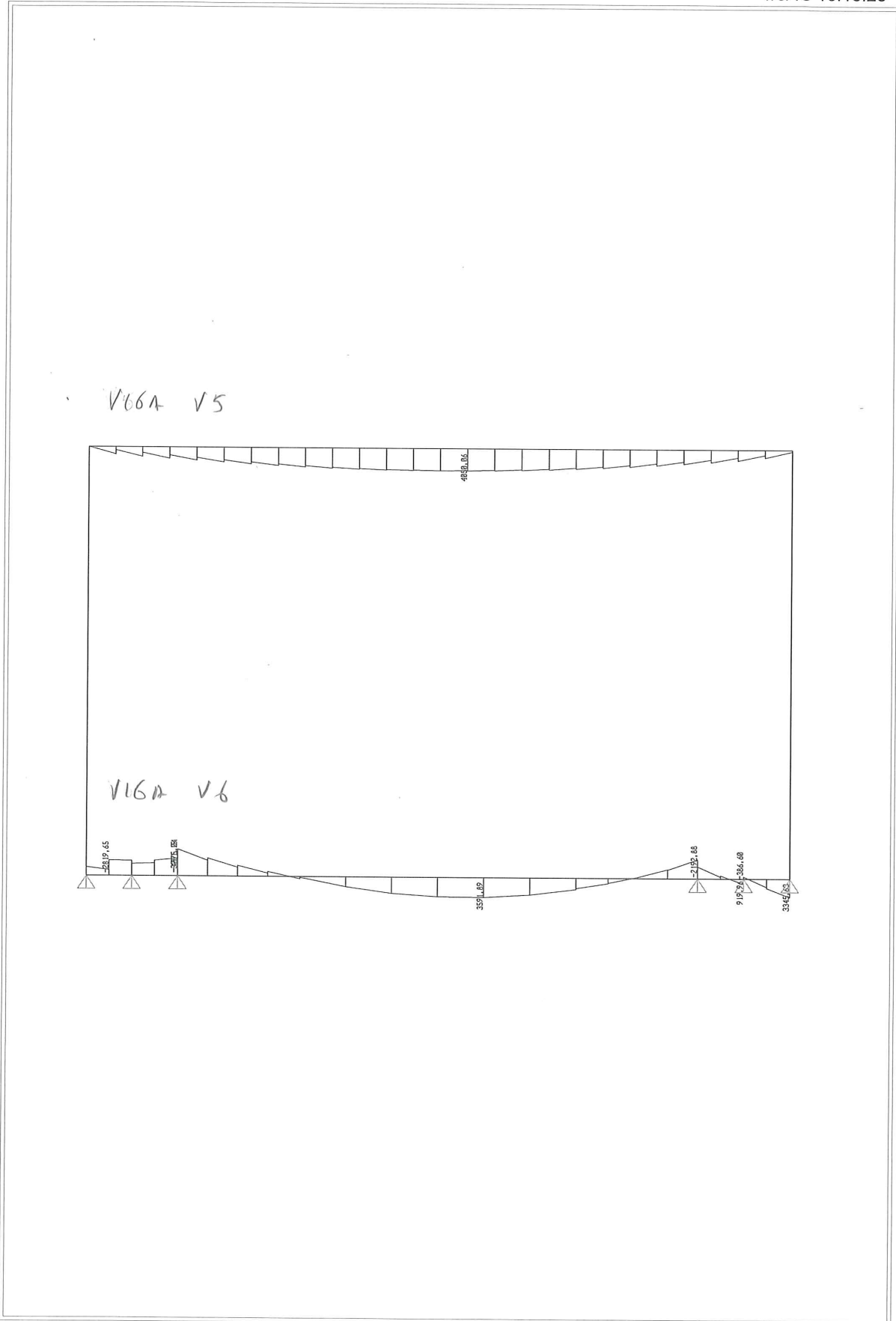


SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Moment 3-3 Diagram (COMB1) - Kgf, m, C Units



SAP2000

1/8/10 10:16:23



SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula01 - Moment 3-3 Diagram (COMB2) - Kg, m, C Units



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

Viga V4 (25 x 50/70)

máxM = 13.696 kgf-m $A_s = 7,39 \text{ cm}^2$ → 6 Ø 16 (12,00 cm²)
f₁ = 1,0 f₂ = 2,0
h = 50

mínM = 6.896 kgf-m $A_s = 5,40 \text{ cm}^2$ → 4 Ø 16 (8,0 cm²)
f₁ = 1,3 f₂ = 2,4

máxV = 4.488 kgf $A_{stmin} = 3,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ → EST Ø 6,3 c/ 15
 $A_{spele} = 4 \text{ Ø } 8 \text{ em cada face}$

Viga V6 (25 x 150)

máxM = 3.5916 kgf-m $A_{smin} = 5,65 \text{ cm}^2$ → 3 Ø 16 (6,00 cm²)

mínM = 5.003 kgf-m $A_s = 5,65 \text{ cm}^2$ → 34 Ø 16 (6,0 cm²)

máxV = 6.552 kgf $A_{stmin} = 3,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ → EST Ø 8 c/ 15
 $A_{spele} = \text{Ø } 8\text{c}/15 \text{ em cada face}$

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap7.docx

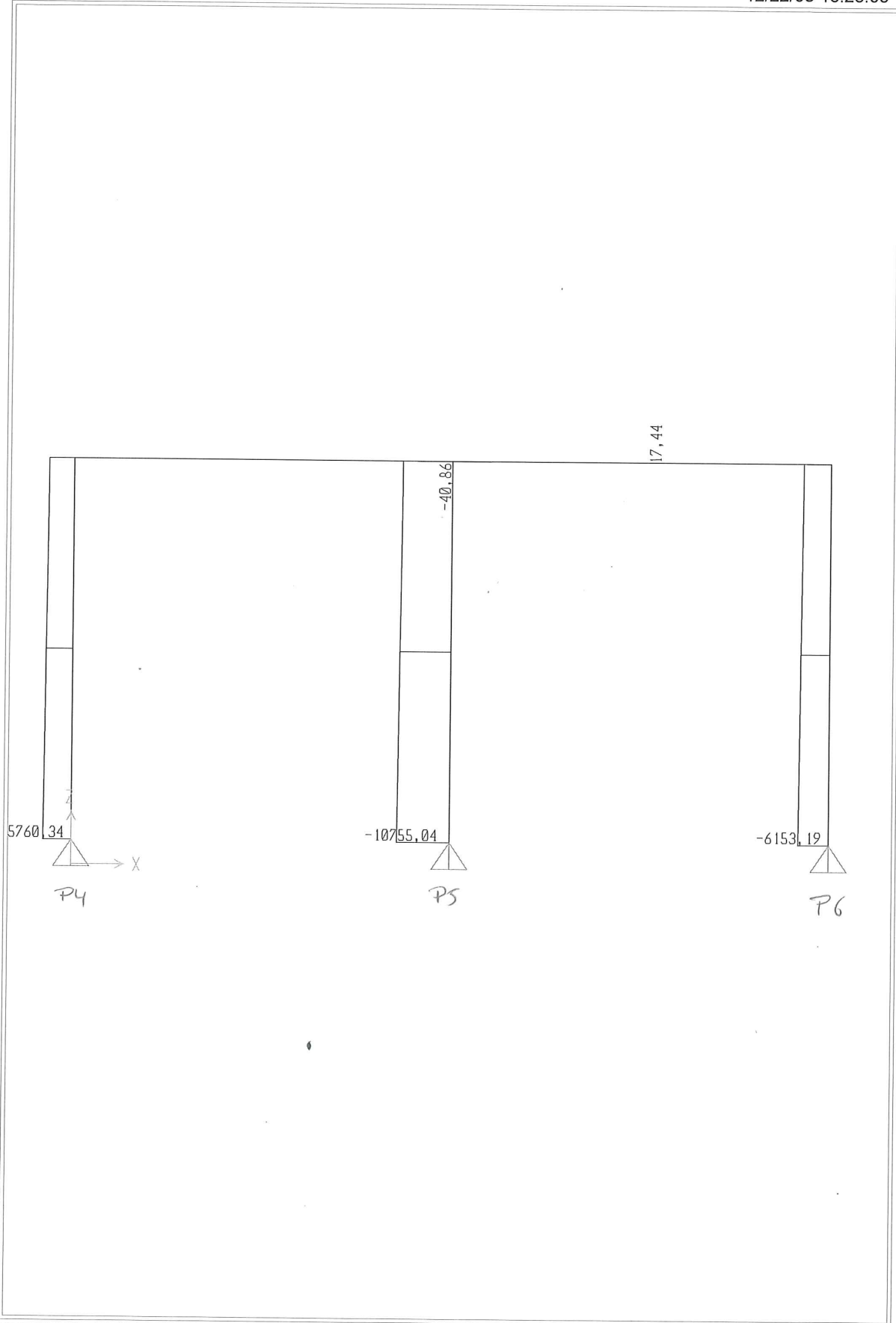
Consórcio:





SAP2000

12/22/09 16:26:05

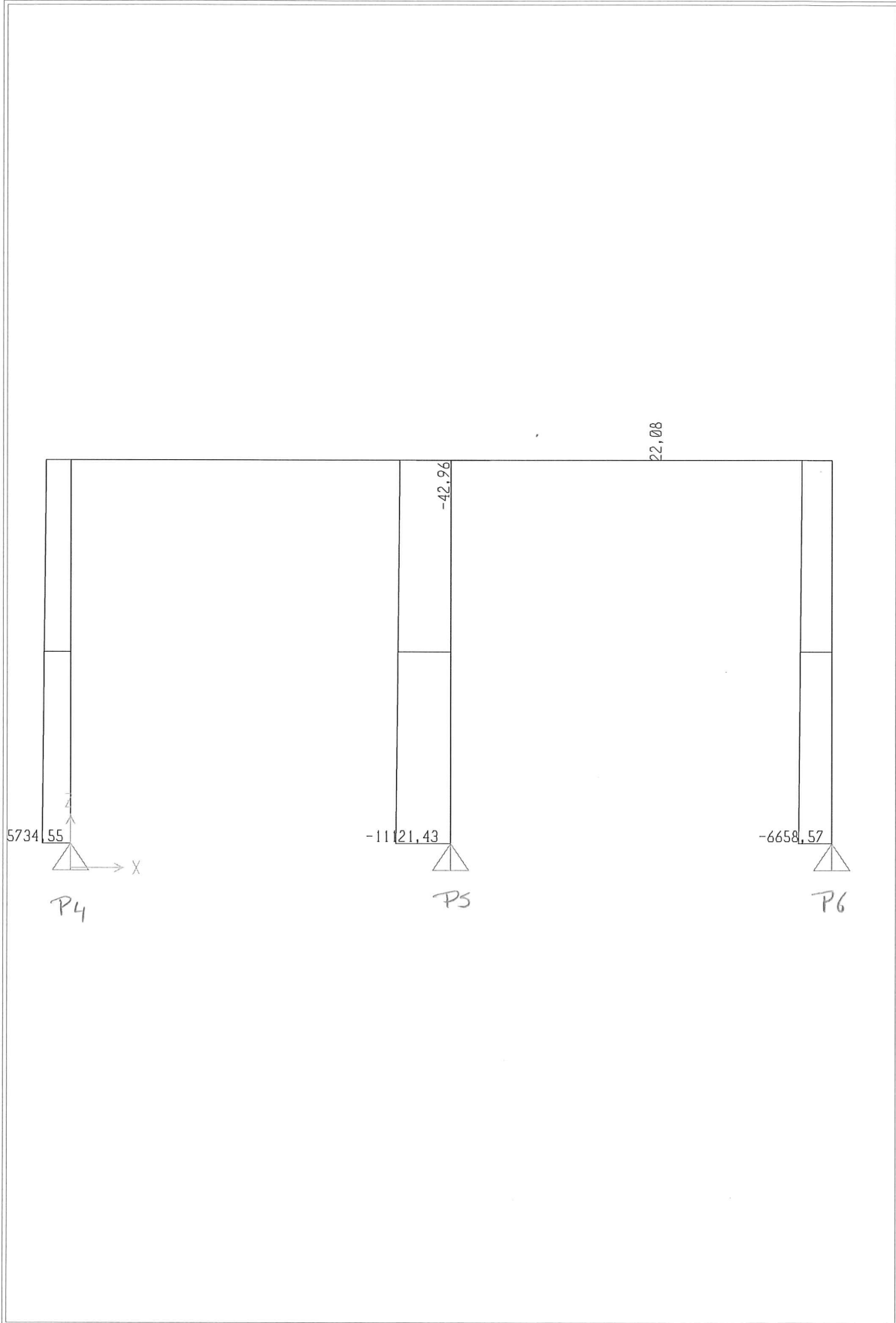


SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula - Axial Force Diagram (COMB1) - Kgf, m, C Units



SAP2000

12/22/09 16:25:51



SAP2000 v10.0.1 - File:ComandoValvula - Axial Force Diagram (COMB2) - Kgf, m, C Units





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

7.4.1.5 Pilares (25 x 25)

Pilar mais carregado P5

$$\text{máx}N = 11.200 \text{ kgf}$$

$$\text{máx}M = 892 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Com estas solicitações resultará armadura mínima

$$A_s = 0,008 \times 25^2 = 5,0 \text{ cm}^2 \rightarrow 4 \text{ } \varnothing 12,5 (5,0 \text{ cm}^2)$$

EST \varnothing 6,3 c/15

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap7.docx

Consórcio:

335



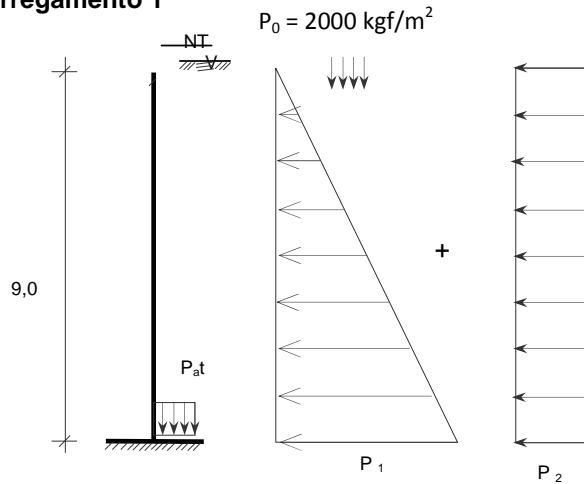


ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

7.5 Muro de Jusante da Bacia de Dissipação – Bloco 06

Este muro ficará solicitado pelo empuxo do aterro e uma sobrecarga móvel proveniente dos veículos que circularão pela área de manobras para chegar até a casa de comando inferior.

Carregamento 1

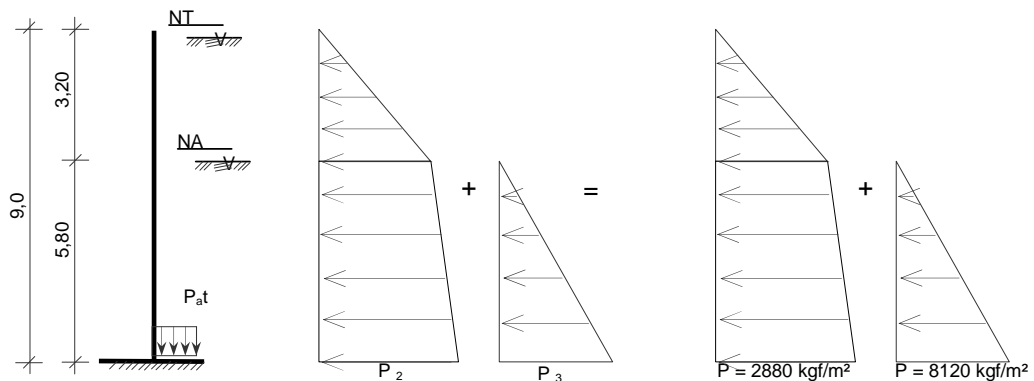


$$P_1 = 0,5 \times 1800 \times 9,0 = 8.100 \text{ kgf/m}^2$$

$$P_2 = 0,5 \times 2000 = 1.000 \text{ kgf/m}^2$$

$$P_{at} = 1800 \times 9,0 = 16.200 \text{ kgf/m}^2$$

Carregamento 2



$$P_1 = 0,5 \times 1800 \times 3,20 = 2880 \text{ kgf/m}^2$$

$$P_2 = 2880 + 0,5 \times 800 \times 5,80 = 5200 \text{ kgf/m}^2$$

$$P_3 = 5,80 \times 1000 = 5800 \text{ kgf/m}^2$$

$$P_{at} = 1800 \times 9,0 = 16.200 \text{ kgf/m}^2$$

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap7.docx

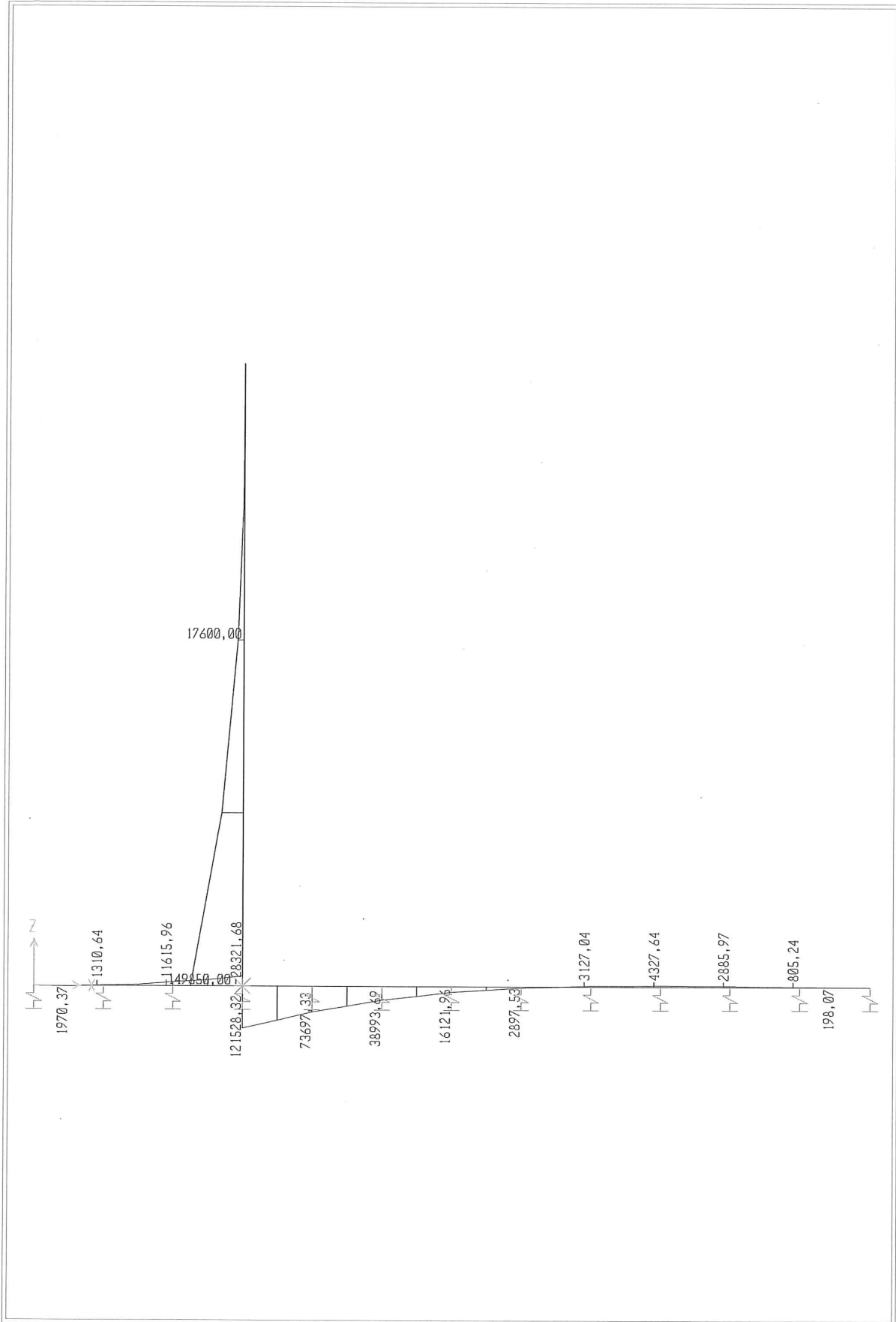
Consórcio:





SAP2000

12/28/09 15:20:41

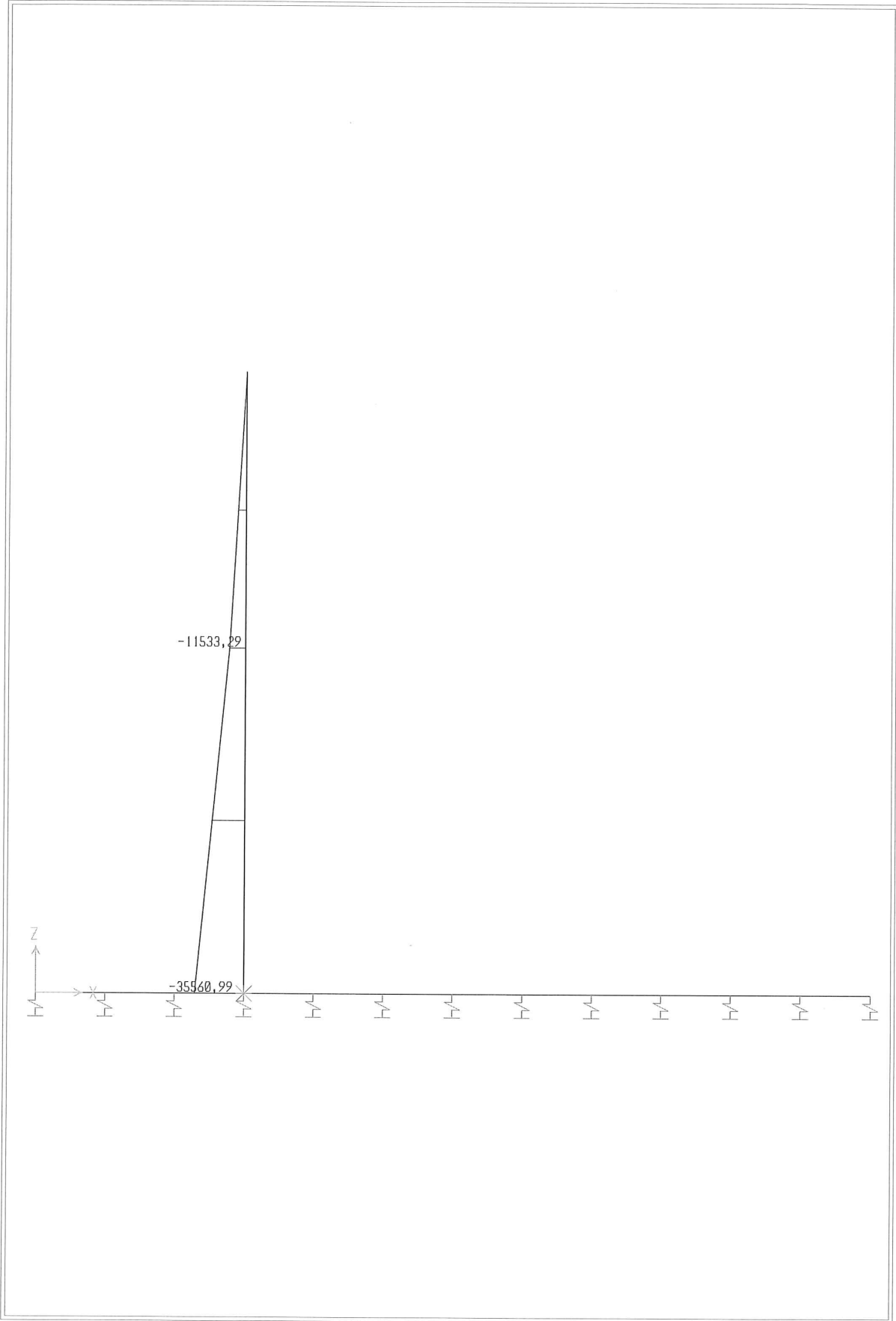


SAP2000 v10.0.1 - File:MuroJusanteTA - Moment 3-3 Diagram (COMB1) - Kg, m, C Units



SAP2000

12/28/09 15:25:25



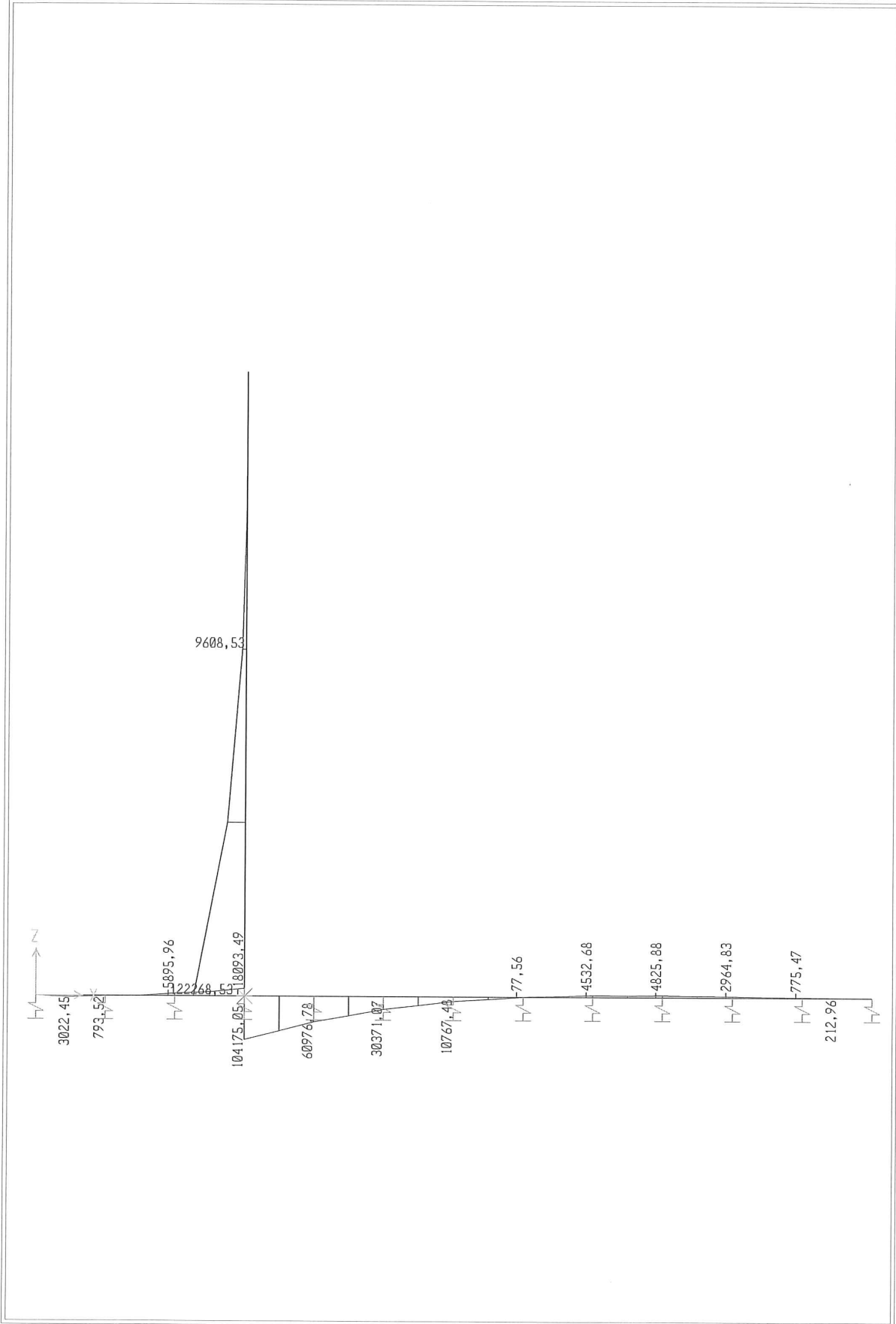
SAP2000 v10.0.1 - File:MuroJusanteTA - Axial Force Diagram (COMB2) - Kgf, m, C Units





SAP2000

12/28/09 15:20:46

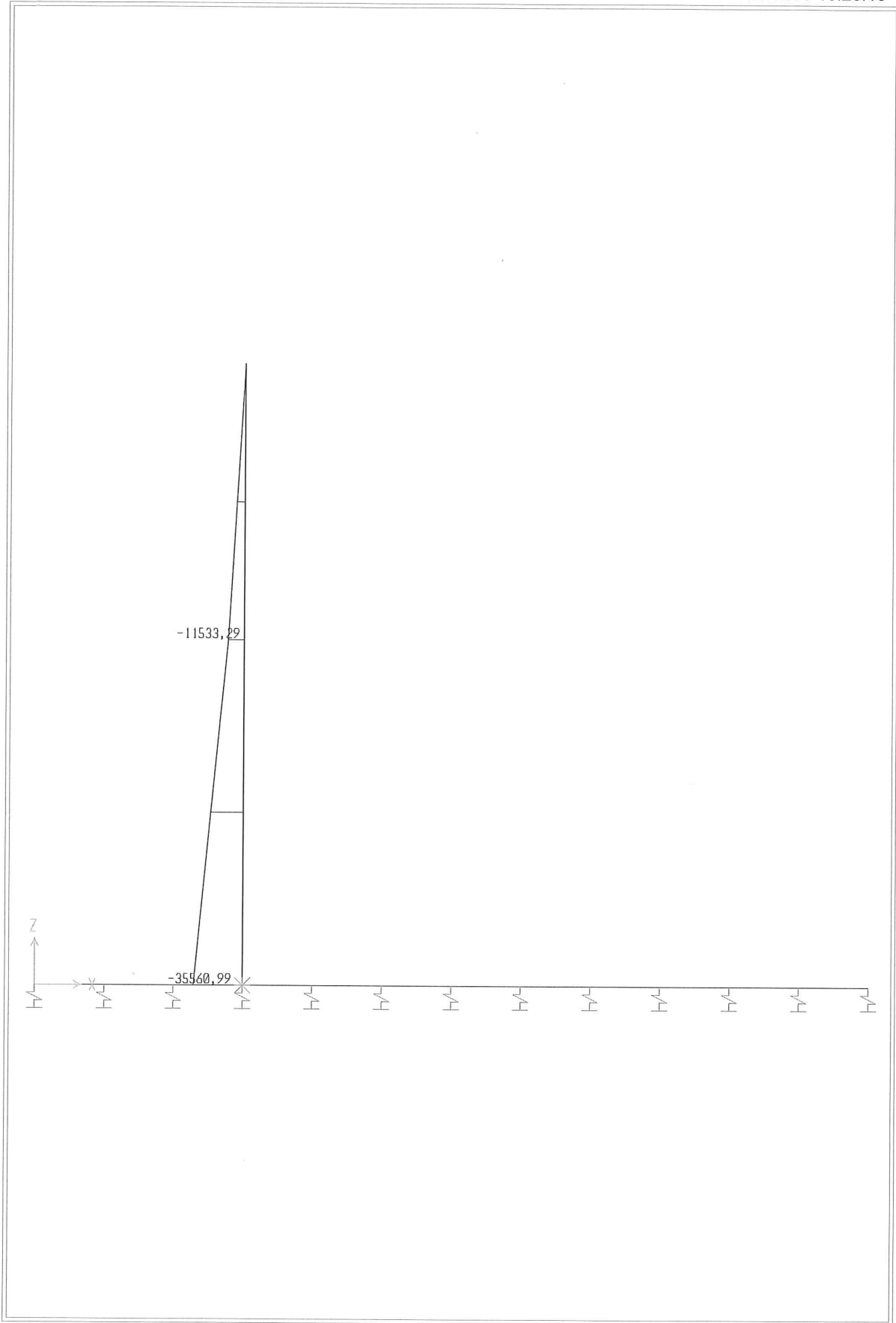


SAP2000 v10.0.1 - File:MuroJusanteTA - Moment 3-3 Diagram (COMB2) - Kgf, m, C Units



SAP2000

12/28/09 15:25:16



SAP2000 v10.0.1 - File:MuroJusanteTA - Axial Force Diagram (COMB1) - Kgf, m, C Units



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

7.6 Cálculo dos Chumbadores da Bacia de Dissipação

O dimensionamento dos chumbadores é feito para a situação mais desfavorável:

TR = 10.000 anos (CCL: Condição de Carregamento Limite)

Com $NA_{JUSANTE} = 136,00$ m

Nesta situação acontece o resalto hidráulico com o nível d'água no início da bacia- $h_1 = 1,0$ m, sobre o fundo desta.

Fazendo a hipótese que a subpressão na fundação da bacia é igual ao nível freático de jusante, tem-se no início da bacia o empuxo de baixo para cima é de:

$$p = \underbrace{-(136,0 - 127,0)}_{\text{Subpressão}} \times 1,0 + \underbrace{2,0 \times 2,3 - 1,0}_{\text{p.p. laje}} = -3,4 \text{ (tf/m}^2\text{)} \uparrow$$

Adotando um chumbador de Ø 25 mm de ação CA-50, tem-se que a capacidade de carga é:

$$F_{\text{ÚTIL}} = A_s \times f_y / Y_f$$

$$A_s = 5,0 \text{ m}^2$$

$$f_y = 5,0 / 1,15 = 4,348 \text{ tf/cm}^2$$

$$Y_f = 1,3 \text{ (Condição de Carregamento Limite)}$$

$$F_{\text{ÚTIL}} = 5,0 \times 4,348 / 1,3 \approx 16,72 \text{ tt}$$

7.6.1 Cálculo do Espaçamento dos Chumbadores

$$p = \frac{F_{\text{Útil}}}{A}$$

$$A = F_{\text{Útil}} / p = 16,72 / 3,4 = 4,92 \text{ m}^2$$

Adotando $a = 2,5$ m → $b = 1,97$ m

Adota-se: $b = 2,0$ m

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap7.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

8 PROJETOS DOS EQUIPAMENTOS E DISPOSITIVOS HIDROMECÂNICOS

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap8.docx

Consórcio:

343





8 PROJETO DOS EQUIPAMENTOS E DISPOSITIVOS HIDROMECÂNICOS

8.1 Descrição dos Equipamentos

O arranjo geral e a concepção dos equipamentos hidromecânicos descritos a seguir, devem estar de acordo com os desenhos BAR-MEC-01 a BAR-MEC-08, constantes no volume de Peças Gráficas.

O projeto possui uma tomada d'água e galerias de desvio, para os quais estão previstos os seguintes equipamentos hidromecânicos:

8.1.1 Tomada d'água

- › Uma grade de proteção na entrada da tomada
- › Uma comporta ensecadeira
- › Uma comporta vagão
- › Um conduto

8.1.1.1 *Grade de proteção*

A passagem de água da tomada d'água será provida de dois painéis de grades, instalados junto ao emboque. Sua finalidade será a de reter o material sólido e os detritos arrastados pelo rio que, devido às suas dimensões, poderiam danificar os equipamentos a jusante da entrada.

Cada painel de grade será do tipo removível e deslizante nas guias instaladas nas paredes laterais da tomada. Sua movimentação se dará por meio de talha elétrica com auxílio de viga pescadora.

8.1.1.2 *Comporta ensecadeira*

Para o fechamento do vão da tomada d'água, durante a manutenção da comporta vagão, foi prevista a utilização de uma comporta ensecadeira. A comporta será composta de um único elemento e com vedação a jusante.

A movimentação do painel na ranhura será sempre realizada com pressões equilibradas e com o auxílio da viga pescadora. Para permitir este equilíbrio de pressões, a parte superior do painel será dotada de duas válvulas, cuja abertura se dará através da viga pescadora, de modo a permitir, antes da sua remoção, o completo enchimento da câmara entre as duas comportas.

8.1.1.3 *Comporta vagão*

O vão livre da tomada d'água será provido de uma comporta plana, tipo vagão, projetada para fechamento da passagem de água, em situação de emergência, ou em condições normais, para o caso de serviços de inspeção ou manutenção dos equipamentos situados a jusante desta.

A comporta vagão operará com carga desequilibrada na abertura inicial e fechará com água passante. Sua movimentação, a exemplo da grade e da comporta ensecadeira, se dará com o auxílio da viga pescadora e talha elétrica.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

8.1.2 Galerias de desvio

- Duas comportas ensecadeiras

8.1.2.1 *Comportas ensecadeiras*

No fechamento das galerias de desvio do rio, foi prevista a utilização de 2 comportas ensecadeiras metálicas e 4 stop-logs de concreto. As comportas metálicas deverão ser construídas em um único elemento com chapa de paramento e vedação a jusante. Deverão atender à condição de fechar sob a máxima carga hidráulica prevista pelo projeto, para a época do fechamento. A operação de descida e elevação será feita com auxílio de guindaste móvel, com fluxo de água passante.

8.2 **Peso dos Equipamentos Principais**

Grades:

- Paineis: 1600 kg
- Partes fixas: 1500 kg
- Viga pescadora: 500 kg

Comporta ensecadeira

- Painel: 2400 kg
- Partes fixas: 900 kg
- Viga pescadora: 500 kg

Comporta vagão

- Painel: 3000 kg
- Partes fixas: 1800 kg
- Hastes: 200 kg

Conduto diâmetro 1524, incluindo uma transição quadrada de 2500 para diâmetro 1524mm - 5300 kg – L≈22000 mm

Comporta ensecadeira do desvio

- Painel: 6900 kg
- Partes fixas: 400 kg
- Hastes: 100 kg

8.3 **Capacidade das Talhas Elétricas**

- Para acionamento da comporta vagão: 8000 kg - curso: 7,5 m
- Para acionamento das grades e comporta ensecadeira: 3500 kg- curso: ~28 m
- Para acionamento da comporta de desvio, a capacidade do guindaste móvel deverá ser definida na ocasião, em função das condições locais.

Consórcio:

345





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

9 PROJETO EXECUTIVO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap9.docx

Consórcio:

346





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

9 PROJETO EXECUTIVO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

9.1 Projeto das Instalações Elétricas

9.1.1 Considerações Gerais

O presente memorial descritivo refere-se às instalações e equipamentos elétricos para implantação da Barragem Taquarembó para o Sistema de Abastecimento de Água do município de Dom Pedrito. Tem por objetivo a descrição detalhada do projeto elétrico de força e comando, e a definição das especificações dos materiais e equipamentos elétricos a serem utilizados na obra, com a conseqüente padronização da montagem e fornecimento dos itens especificados.

As instalações elétricas da Barragem Taquarembó, compreendem as seguintes obras:

- Ramal de ligação de energia;
- Subestação transformadora de 30kVA;
- Rede de distribuição aérea de B.T. e sistema de iluminação viária;
- Instalações elétricas de força e iluminação e
- SPDA e aterramento

9.1.2 Ramal de Ligação de Energia

O sistema elétrico da barragem será suprido de energia elétrica a partir da rede de distribuição primária existente, da CEEE, alimentador instalado para a subestação temporária.

O ramal de ligação será trifásico, aéreo, classe de tensão 15kV, e seguirá ao longo da via de acesso à barragem até a subestação transformadora de 30 kVA, com estruturas de ancoragem tipo N3. Os condutores do ramal de ligação aéreo serão com cabos de alumínio com alma de aço, bitola 2AWG, montados em estruturas tipo N1 e N2 e N3 nas deflexões da rede.

Na estrutura de ancoragem do ramal de ligação serão montadas 3 chaves fusíveis tipo distribuição de classe 15 kV e corrente nominal para 300A, equipadas com elos fusíveis de 2H. Também serão montados 3 pára-raios de distribuição, tipo poliméricos, tensão 12 kV e capacidade de corrente de 10 kA.

Os postes do ramal de ligação serão de madeira de eucalipto tratada, de 10m de comprimento. Nos postes onde ocorrerem deflexões na rede aérea deverão ser devidamente estaiados para a compensação dos esforços resultantes sobre os mesmos, conforme representado no projeto.

9.1.3 Subestação Transformadora

9.1.3.1 *Características Gerais*

A subestação transformadora será ao tempo com transformador rebaixador de 30kVA montado no poste de ancoragem do ramal de ligação de energia.

Consórcio:



347



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

O poste da subestação será de concreto, tronco cônico, 600daN, com 11m de comprimento e suportará as chaves fusíveis 15kV, 300A equipadas com elos 2H, e os pára-raios de distribuição tipo válvula com desligadores automáticos, tensão nominal de 12kV e capacidade disruptiva para 10kA.

Os cabos de BT entre o transformador e o quadro de medidores serão de cobre eletrolítico, singelos, isolados em PVC antichama classe 1 kV, e serão instalados em eletrodutos de PVC rígido, roscáveis, fixados ao poste por cintas de aço adequadas. Também os cabos alimentadores que partem do QGBT e alimentam as redes aéreas de BT e a casa do operador serão de cobre, singelos, isolados em PVC antichama classe 1 kV.

9.1.3.2 Medição e Proteção.

Para medição de energia elétrica será montado um quadro metálico para instalação abrigada, tipo horosazonal - padrão CEEE, em sala fechada de alvenaria construída de tijolos maciços junto ao poste da subestação transformadora.

Para proteção geral, será instalado no interior do quadro de medidores um disjuntor tripolar em caixa moldada equipado com disparador termomagnético para 50A.

9.1.3.3 Aterramento

Para aterramento da Subestação Transformadora será executada um amalha de terra, constituída por hastes de aterramento de aço cobreado, interligadas por cabos de cobre nu seção 25mm². Serão utilizadas tantas hastes quanto necessário para que a resistência de aterramento seja inferior a 10 ohms em qualquer época do ano.

A carcaça e neutro do transformador, pára-raios, caixa de medição e quadro geral de baixa tensão, bem como todas as partes metálicas não destinadas à condução de corrente deverão ser solidamente interligadas à malha geral de aterramento.

9.1.4 Rede de Distribuição de B.T.

As diversas cargas distribuídas na barragem serão alimentadas a partir da subestação transformadora por meio de redes subterrâneas de baixa tensão.

As redes de BT serão trifásicas, seguindo embutida na ombreira da barragem, utilizando-se de caixas de passagem metálicas, conforme indicado nos desenhos do projeto elétrico.

A tensão de alimentação será em 380/220V e os condutores das redes de BT serão de cobre eletrolíticos em PVC 1kV, instalados no interior de eletroduto de aço zincado a fogo de seção Ø 3".

9.1.5 Distribuição de Força e Iluminação

Os diversos circuitos de força e iluminação existentes serão alimentados diretamente das redes de BT através de cabos de cobre eletrolítico, isolados em PVC antichama classe 1kV, instalados no interior de eletrodutos, até atingirem os quadros de distribuição de força e comando – QGBT e QDF-01.

A alimentação de força, a partir do QGBT, será desenvolvida por cabos de cobre múltiplos, seção 4x2,5mm² para a alimentação das válvulas motorizadas e para o motor da bomba de drenagem da Galeria, montados em eletrodutos de aço zincado a fogo de instalação aparente.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Os circuitos de comando também serão desenvolvidos por cabos de cobre múltiplos, isolados em PVC antichama classe 1 kV, de seções 1,5mm², conforme o projeto.

Os quadros de distribuição de força serão metálicos de instalação a parente, grau de proteção IP-54 e serão montados a um altura de 1,1m do piso acabado.

No QGBT (instalado na Sala de Comando Superior) serão montadas as proteções de retaguarda para os circuitos de iluminação e tomadas de Sala de Comando e do alimentador do QDF-01.

No QDF-01 (instalado na Sala da Válvula Dispersora) serão montadas as chaves de partida direta para a bomba de drenagem da Galeria, proteção de retaguarda do alimentador do Quadro da Válvula Dispersora e proteções para os circuitos de iluminação e tomadas.

A iluminação será toda ela em instalação aparente, através de luminárias blindadas de montagem tipo plafonier, equipadas com lâmpadas fluorescentes compactas de 26W de potência, instaladas na Galeria de Drenagem.

Na Sala de Comando Superior e Sala da Válvula Dispersora serão utilizadas luminárias para 2 lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W de potência, equipadas com reatores de lato fator de potência de 220V.

As tomadas de uso geral serão do tipo blindadas com tampa mola, 3 polos, e capacidade para 20A em 500V, de montagem aparente a uma altura de 1,1m do piso na Galeria de Drenagem e de 50cm nas demais instalações.

Todos os eletrodutos para proteção mecânica dos circuitos de iluminação e tomadas serão em aço zincado a fogo, roscáveis, utilizando de curvas de eletrodutos pré-fabricadas de 90° ou de condutores de alumínio nas mudanças de direção.

A fiação será executada com fios singelos rígidos de cobre eletrolítico, isolamento em PVC antichama classe 750V, com emendas realizadas com solda de estanho e isoladas com fita isolante plástica de boa qualidade, sendo que as mesmas somente serão permitidas no interior das caixas de passagem.

9.1.6 Redes Externas e Iluminação Viária

Para iluminação viária das vias de circulação interna à barragem, serão instalados aparelhos de iluminação externa, fabricadas com corpo de alumínio fundido, montadas em braços metálicos, abertas, equipadas com lâmpadas a vapor de sódio de 70W de potência, com reator de alto fator de potência em 220V.

Os circuitos de iluminação externa terão origem no QGBT, com acionamento automático por células fotoelétricas montadas em cada poste do sistema de iluminação externo e protegidos a montante diretamente por disjuntor de proteção de retaguarda.

O circuito alimentador do sistema de iluminação externa será realizado com cabos de cobre eletrolíticos seção 4mm² para a fase e neutro e para o condutor de proteção.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

10 PONTOS DE FUGA

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap10.docx

Consórcio:

350





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

10 PONTOS DE FUGA

A montante do eixo da barragem ocorrem 4 (quatro) Pontos de Fuga (denominados PF-01 a PF-04), na borda do reservatório, sendo todos na margem esquerda do Arroio Taquarembó. A seguir, apresentam-se os estudos e dimensionamentos dos diques que fecharão estes pontos de fuga de água, os quais foram concebidos em maciços de terra.

10.1 Considerações Prévias

Na análise dos locais dos Pontos de Fuga considerou-se que estes tenham os mesmos objetivos de uma barragem; portanto, devem ter estanqueidade e estabilidade para cumprirem esta função.

10.2 Definição da Cota de Coroamento

A definição da cota de coroamento envolve a análise dos ventos extremos, das características físicas do reservatório formado e do tipo de maciço adotado, conforme apresentado abaixo. Em seqüência apresentam-se os procedimentos de cálculo.

10.2.1 Ventos Extremos

No caso de maciços de terra, o vento soprando sobre a superfície do reservatório gera ondas capazes de destruir os pontos de fuga por galgamento. Nestas obras devem ser previstas medidas de proteção contra estas forças dinâmicas, além do efeito do deslizamento e deslocamento da massa líquida sobre o paramento de montante destas estruturas.

Normalmente, adota-se como medida protecionista para a integridade do corpo do Ponto de Fuga a determinação da cota de coroamento acima da altura obtida pela sobreposição dos referidos efeitos, evitando assim o fenômeno de overtopping.

O tamanho das ondas é avaliado pelo estudo da velocidade, direção e duração dos ventos extremos, e, pelas características do lago formado, profundidade e a distancia livre de água por onde o vento sopra, denominada de fetch (F).

O limitado acervo bibliográfico nacional sobre a dinâmica de ventos extremos fez-se reportar a NBR 6123/1988, onde são apresentados registros e metodologias de determinação dessa normal climatológica ocorrente sobre o território brasileiro.

Segundo a norma NBR 6123/1988, a velocidade básica do vento (V_0) é a velocidade de uma rajada de 3 s, excedida em média uma vez em 50 anos, a 10 metros acima do terreno em campo aberto e plano, podendo soprar em qualquer direção horizontal.

Na bacia do Arroio Taquarembó, a velocidade básica (V_0) foi considerada igual a 45 m/s, equivalendo a 162 km/h, conforme o gráfico de isopletras apresentada na NBR 6123/88.

Para o cálculo dos ventos a serem empregados em projetos, a norma preconiza avaliar três fatores para sua composição: (a) fator topográfico (S_1), que leva em consideração as variações do relevo; (b) fator (S_2) que combina simultaneamente os efeitos da altura e duração da rajada de vento sobre o terreno, da rugosidade do terreno, do tipo de



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
 CANAIS

construção; e, por último (c) um fator estatístico (S_3) associado ao risco de perdas de vidas humanas. A combinação desses fatores fornece o vento de projeto desejado (V_p):

$$V_p(t) = S_1 \cdot S_2(t) \cdot S_3 \cdot V_o$$

Sendo:

– t = tempo da rajada de vento igual a 3.600 segundos;

Adotou-se, então, para fins de determinação da onda de projeto:

- S_1 igual a unidade, característico de um terreno plano e fracamente acidentado;
- S_2 determinado para Categoria I, representativa de lagos e rios, e Classe C característica de superfícies frontais superiores a 50 m (NBR 6123/88);
- S_3 igual a 1,10.

O Quadro 10.1 apresenta os parâmetros utilizados para o cálculo do vento de projeto na área dos pontos de fuga, bem como o valor do vento de projeto.

Quadro 10.1: Parâmetros empregados para a determinação do vento de projeto

V_o (m/s)	S_1	S_2 ($t= 3600$ s)	S_3	Altura da rajada (m)	V_p (m/s)	V_p (km/h)
45	1	0,76	1,10	5 – 10	51,8	186,6

10.2.2 Determinação da Cota de Coroamento

A cota de coroamento dos pontos de fuga determina-se pela seguinte formulação:

$$CC = C_{NA_{max}} + Z_d + Z_r + Z_s$$

Sendo:

CC = cota do coroamento (m) do Ponto de Fuga;

$C_{NA_{max}}$ = cota do N.A. *maximum* decorrente da cheia com 1.000 anos de recorrência (m);

Z_d = altura característica da onda formada no lago pelo vento de projeto (m);

Z_r = altura proveniente do deslizamento da onda gerada pelo vento de projeto sobre o paramento de montante do Ponto de Fuga (m);

Z_s = altura decorrente da sobre-elevação da massa líquida do reservatório em função do efeito do vento (m).

A altura da onda formada no lago (Z_d) foi calculada pela equação usada para determinação de ondas, apresentada em Stefenson apud Sentürk (1994):

$$Z_d = 0,75 + 0,34 \cdot F^{\frac{1}{2}} - 0,26 \cdot F^{\frac{1}{4}}$$

Sendo:

F = fetch (km).

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap10.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

Uma vez que não foi possível encontrar uma referência confiável sobre as direções predominantes de ventos extremos na região estudada, adotou-se um fetch tal que fosse obtido pela maior distância de pista por onde o vento pode soprar de uma posição sobre o lago até o corpo dos pontos de fuga, considerando um N.A. máximo decorrente da cheia decamilenar (ver Quadro 10.2). Para essa condição foram determinadas z_d , z_r e z_s .

Tanto z_r quanto z_s foram obtidos por métodos empíricos. A primeira altura foi estimada pelo método de Saville, McClendon e Cochran e a segunda pela formulação de Zuider-Zee, ambas especificadas em Sentürk (1994).

O Quadro 10.2 apresenta essas grandezas, bem como as cotas de coroamento (CC) adotadas para os paramentos de concreto. Em vista da sobreposição de eventos extremos simultâneos, as cotas de coroamentos foram arredondadas para valores inteiros mais próximos.

Quadro 10.2: Cálculo do Fetch Efetivo

Alinhamento	Fetch (km)	α [°] ângulo com o fetch perpendicular ao eixo do Ponto de Fuga	Cos (α)	Fetch x Cos(α) km
1	3,09	0,0	1,00	3,09
2	4,51	30,0	0,87	3,91
3	5,50	0,0	1,00	5,50
Total			2,87	12,50
Fetch Efetivo = (Fetch x Cos(α))/ Cos(α)			4.360 m	

O Quadro 10.3 sintetiza os parâmetros utilizados para o cálculo e os valores adotados para cota de coroamento, segundo o tipo de paramento.

Quadro 10.3: Parâmetros de cálculo da cota de coroamento dos pontos de fuga e valores adotados

NA_{Max} (m)	z_d (m)	z_r (m)	z_s (m)	CC (m)
159,93	1,1	0,76	0,34	162,10

Vale destacar que o fetch encontrado no Ponto de Fuga é superior ao registrado na barragem principal, o que leva a uma onda efetiva superior.

10.3 Ponto de Fuga Nº 01

A seguir estão descritos os principais condicionantes quanto à fundação e as seções tipo adotadas para o Ponto de Fuga Nº 01.

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap10.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

10.3.1 Perfil de Escavação

Conforme o perfil geológico-geotécnico (desenho BAR-GEO-16), a camada vegetal superficial deverá ser integralmente removida em toda a fundação, observando-se que a raspagem deverá ter uma espessura mínima de 0,30m. No trecho entre as estacas km 0+120 e 0+180 foi identificada uma camada de argila siltosa preta (depósito sedimentar) de até 1,0m de espessura, aproximadamente, a qual deverá ser totalmente removida quando da execução do cut-off, até este estar assente em material mais resistente (rocha alterada e/ou topo rochoso). 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.

Pelas sondagens, o nível do lençol freático é superficial, a cerca de 0,50 m de profundidade. Os ensaios de infiltração nas camadas de solo residual apresentaram coeficientes de permeabilidade (k) variável de 10^{-5} a 10^{-7} cm/s, sendo estes materiais pouco permeáveis a impermeáveis.

No desenho BAR-TER-25 apresenta-se o perfil de escavação a ser executado no Ponto de Fuga Nº 01 e o trecho com cut-off, observando-se que este perfil poderá ser ajustado em campo, conforme orientação complementar da Fiscalização. Os taludes de escavação do cut-off deverão ter inclinação de 1:1 (V:H).

10.3.2 Definição da Seção Transversal Tipo

No Ponto de Fuga Nº 01, o aterro compactado deverá ser construído com saibro "homogêneo" com plasticidade ($IP \geq 7$). Os taludes foram dimensionados com inclinação 1:2,0 (V:H) para a face de montante, e de 1:1,50 (V:H) para a face de jusante. A largura da crista é de 8,0m para que possibilite o trânsito de veículos já que este maciço será posteriormente utilizado como acesso viário à barragem principal. Para a drenagem interna deverão ser executados filtros verticais e horizontais de areia com espessura mínima de 0,60m e saídas horizontais descontínuas a cada 10,0m, além de trincheiras drenantes e dreno de pé até a camada de alteração de rocha ou rocha.

Para o revestimento do talude de montante deverá ser utilizado enrocamento tipo rip rap ($0,30m \leq D \leq 0,60m$) e no talude de jusante, enleivamento. Na crista do ponto de fuga deverá ser executado revestimento primário com no mínimo 0,20m de espessura.

Na Figura 10.1 está apresentada a seção tipo 01 do Ponto de Fuga Nº 01 no trecho em que será necessário cut-off para a vedação da fundação. A Figura 10.2 mostra a seção tipo 02 do Ponto de Fuga Nº 01, sem necessidade de cut-off de vedação, a qual deverá ser adotada nos segmentos de ombreira, isto é, sobre saprolitos e/ou topo rochoso.

Nos desenhos BAR-TER-23 e BAR-TER-24 estão apresentadas as seções tipo 01 e 02 do Ponto de Fuga Nº 01 e os detalhes construtivos, respectivamente.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

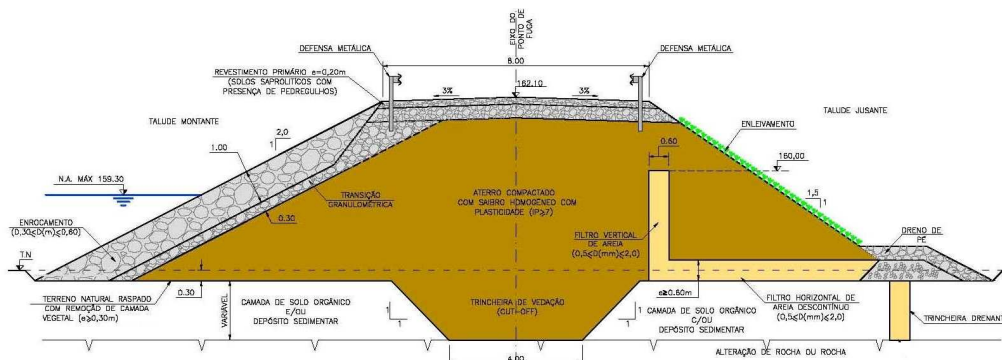


Figura 10.1: Seção Tipo 01 com cut-off para a vedação da fundação do Ponto de Fuga Nº 01

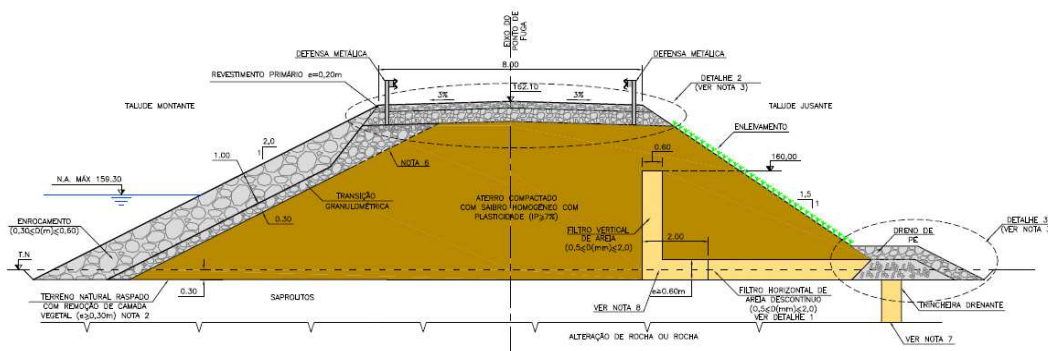


Figura 10.2: Seção Tipo 02 e ausência de cut-off do Ponto de Fuga Nº 01

10.3.3 Transições Filtrantes e Filtros

Os materiais a serem utilizados nas transições filtrantes e filtros deverão ser constituídos de partículas de areia grossa e pedrisco, isentas de matéria orgânica, sem finos, conforme faixa granulométrica a ser confirmada pela Supervisão de Obras, previamente a sua execução. Isto porque deverá ser bem conhecida a faixa de variação granulométrica dos materiais terrosos a serem utilizados nos aterros compactados (provavelmente saibros argilo-arenosos provenientes da intemperização de rochas de composição riolítica).

Os materiais que constituirão os filtros poderão ser obtidos por mistura de materiais (areia e pedrisco), nas proporções indicadas, adquiridos em depósitos comerciais da região ou processados em instalações industriais (areia artificial sem finos).

A granulometria para o filtro e tapete drenante descontínuo localizado no interior da barragem (Pontos de Fuga) deverá, em princípio, enquadrar-se na seguinte faixa.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

Quadro 10.4: Faixas Granulométricas do Filtro de Areia e Transições Granulométricas

Filtro de Areia		Transição Granulométrica	
Peneira	% passante	Peneira	% passante
¾"	100	4"	100
½ "	100 a 62	2 ½"	100 a 66
3/8"	100 a 53	2"	100 a 55
4	67 a 31	1 ½ "	100 a 42
10	53 a 14	1"	68 a 15
20	40 a 0	¾"	60 a 0
40	28 a 0	3/8"	40 a 0
100	10 a 0	4	20 a 0
200	0	10	0

As operações de lançamento e espalhamento das transições filtrantes e filtros deverão ser executadas paralelamente ao eixo longitudinal da barragem. A largura de cada camada das transições filtrantes, colocada e compactada, está indicada nos Desenhos.

Cuidados especiais deverão ser tomados com vistas a evitar a contaminação das transições filtrantes e filtros pelos materiais adjacentes.

A espessura das camadas das transições filtrantes e filtros deverá ser, em princípio, próxima da espessura das camadas do aterro dos espaldares, a fim de permitir a compactação simultânea. Caso a execução do filtro vertical seja executada na forma de valas abertas no maciço compactado, com posterior reaterro de areia adensada, deverá ser observada rigorosamente a continuidade vertical do filtro.

Os materiais das transições filtrantes deverão ser compactados de modo a atingir uma densidade aparente seca de 1,9 t/m³. O coeficiente de permeabilidade mínima para os filtros será de 5 x 10⁻² cm/s.

O controle de qualidade, granulometria e permeabilidade dos materiais naturais a serem utilizados nas transições filtrantes e filtros deverá ser realizado ainda nas pilhas de estoque.

Não deverão ser utilizados os materiais que não apresentarem os requisitos especificados.

Após a compactação, deverá ser executado, para cada 500 m³ de material compactado, no mínimo um ensaio de granulometria e uma determinação de permeabilidade, para se aferir a compactação e característica drenante.

10.3.4 Análise de Estabilidade de Taludes

Os estudos de estabilidade da barragem foram realizados através da pesquisa dos "Fatores de Segurança" (FS) mínimos na seção de estudo, a qual foi estabelecida considerando-se a altura máxima do maciço do Ponto de Fuga, ou seja, uma seção junto aos trechos de "baixada".

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap10.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

A ferramenta de cálculo utilizada foi o software SLOPE/W, da GEO-SLOPE, indicado especialmente para análises de estabilidade de taludes e fundações. Este software permite o cálculo e a estimativa de Fatores de Segurança através de vários métodos de análise da Mecânica dos Solos, utilizando superfícies de ruptura circulares e quaisquer. Entre os métodos disponíveis para análise citam-se: Bishop (com acoplagem de Fellenius e Janbu), Morgenstern-Price, Spencer, Global Limited Equilibrium (GLE), Corps of Engineer, etc.

A aplicação do programa SLOPE/W consiste em determinar numericamente, para uma dada geometria e parâmetros geotécnicos, uma malha de Fatores de Segurança para várias situações da obra, conforme apresentado a seguir. No caso em apreço foi escolhido para análise da estabilidade o método de Bishop Simplificado.

As situações de obra analisadas foram:

- final de construção, com nível freático na camada de fundação (com consideração do parâmetro de poropressão B');
- regime de operação normal do reservatório (cheio).

O regime de operação normal do reservatório simula a situação de longo prazo em que se terá o acúmulo permanente d'água e o funcionamento do sistema de drenagem do Ponto de Fuga. Nos estudos foi adotado o nível d'água máximo calculado para a barragem principal.

A situação de final de construção representa o estágio de obra em que se tem máximo excesso de poropressões internas no maciço compactado, geradas pela compactação dos aterros. Em princípio, como os aterros serão com solos de baixa a média plasticidade (saibros) não existem maiores preocupações quanto às poropressões construtivas.

Para as análises de estabilidade foram assumidos parâmetros geotécnicos para os diversos materiais de construção do maciço e as condições de contorno, conforme o Quadro 10.5 apresentado a seguir. Estes parâmetros foram adotados com base à literatura geotécnica, para materiais similares, e às sondagens realizadas.

Quadro 10.5: Parâmetros geotécnicos utilizados na análise geotécnica do Ponto de Fuga N° 01

Material	Cor característica na seção	Peso espec. natural (kN/m ³)	Coesão (kPa)	Ângulo de atrito (°)	B'
1) Saibro homogêneo (talude de montante)	vermelho	17,0	20	25	0,20*
2) Filtro/tapete drenante	amarelo	18,0	0	30	-
3) Saibro homogêneo (talude de jusante)	vermelho	17,0	20	25	0,10*
4) Camada superficial de fundação (argila siltosa preta)	marrom	17,0	12	20	-
5) Camada inferior de fundação (alteração de rocha ou rocha riolítica)	verde	18,0	50	30	-

* Válido somente na análise para o caso de final de construção.

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap10.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

As análises de estabilidade foram realizadas admitindo-se como condicionante de ruptura a passagem de superfícies de ruptura na interface do aterro/fundação, na camada de solo residual e na interface solo residual/alteração de rocha. Os resultados das análises da estabilidade estão sintetizados no Quadro 10.6 a seguir.

Quadro 10.6: Resultados das análises de estabilidade de taludes do Ponto de Fuga Nº 01

Situação de análise	Fator de segurança mínimo resultante	Arquivo
Final de Construção	1,80	PF01- construção
Regime de Operação	1,74	PF01- operação

Notas: 1 – talude jusante; 2 – talude de montante

A seguir (Figura 10.3 e Figura 10.4) apresentam-se figuras ilustrativas dos resultados do processamento do programa SLOPE/W contendo a geometria analisada (imagem deformada), a superfície de ruptura crítica pesquisada e a malha de pontos para os quais foram calculados os Fatores de Segurança, com destaque para o FS mínimo.

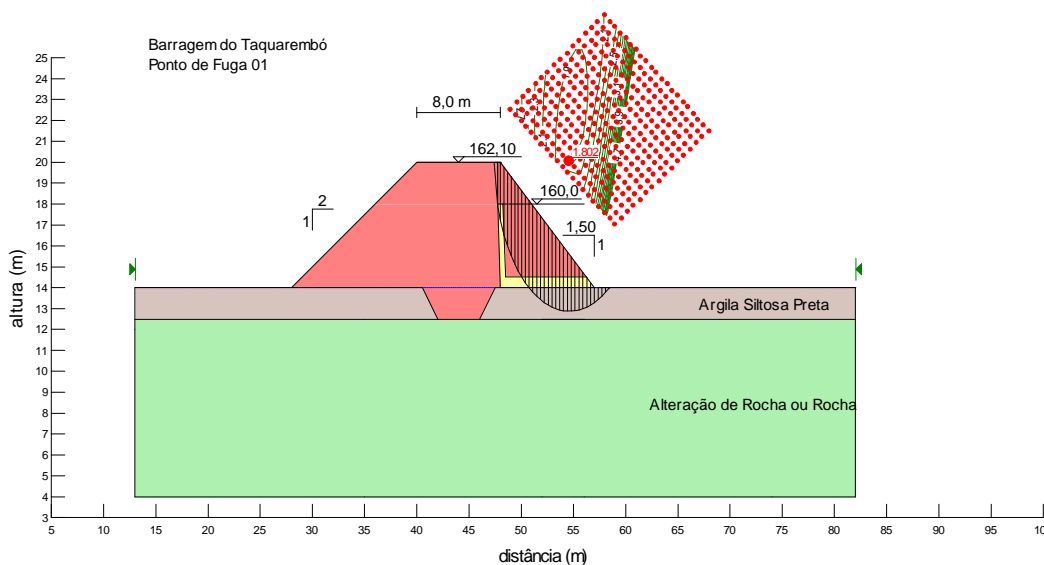


Figura 10.3: Resultados das análises de estabilidade do Ponto de Fuga Nº 01 para o caso de final de construção

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap10.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

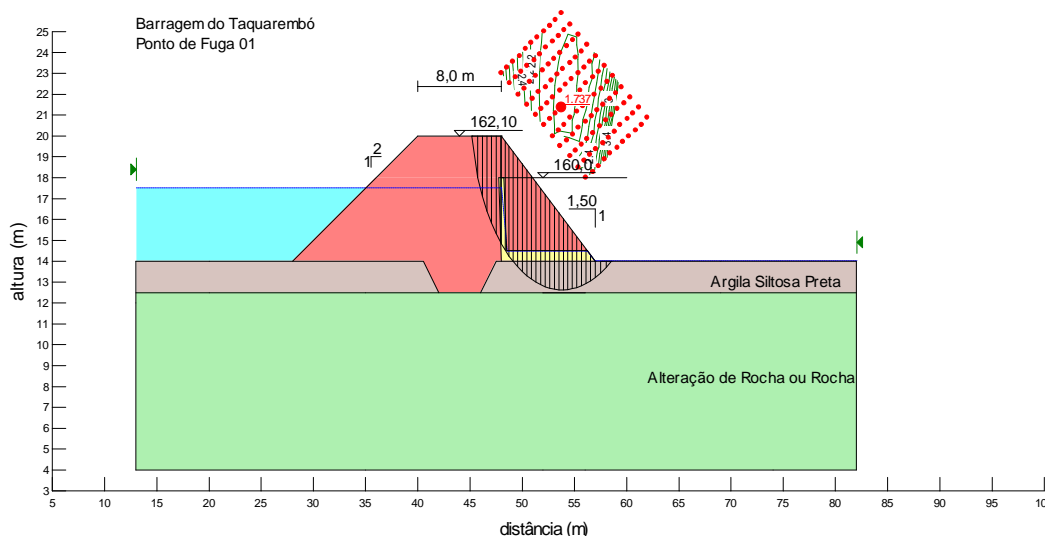


Figura 10.4: Resultados das análises de estabilidade do Ponto de Fuga Nº 01 para o caso de regime de operação

Os resultados das análises de estabilidade mostraram que nos casos estudados de regime permanente e de final de construção, os resultados dos fatores de segurança mínimos revelaram valores médios de 1,75, aproximadamente, ou seja superiores a 1,50, o que representa o valor mínimo desejável para obras desta natureza. Salienta-se que devido à variabilidade de parâmetros geotécnicos de materiais do tipo saibro, e considerando que foram adotados na análise parâmetros médios de materiais similares, à favor da segurança, consideraram-se adequadas as verificações realizadas.

10.3.5 Sistema de Drenagem Interna e da Fundação

Considerando que o Ponto de Fuga Nº 01 será executado com um aterro com saibro homogêneo com plasticidade ($IP \geq 7$) houve a necessidade da introdução de um dispositivo de drenagem interna do maciço incluindo filtros verticais e horizontais de areia com espessura mínima de 0,60m e saídas horizontais descontínuas a cada 10,0m (ver Figura 10.5). Além dos filtros, para o direcionamento da água subterrânea deverão ser executados dreno de pé e trincheira drenante até a camada de alteração de rocha ou rocha.

Os filtros verticais e horizontais e as suas saídas descontínuas deverão ser construídos com areia natural ou artificial ($0,50\text{mm} \leq D \leq 2,0\text{mm}$), sendo este material drenante e auto-filtrante. O filtro está posicionado no interior do maciço, logo a jusante do eixo. No contato com a fundação, o filtro se estenderá para jusante em saídas descontínuas a cada 10,0m sob a projeção do talude de jusante na interface aterro x fundação natural (raspada) interligadas com uma trincheira drenante e um dreno de pé. A finalidade deste filtro é assegurar o alívio das vazões d'água eventualmente percoladas pelo maciço, evitando a saturação do talude de jusante que favoreçam a formação de erosões retro-progressivas no Ponto de Fuga Nº 01.

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap10.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

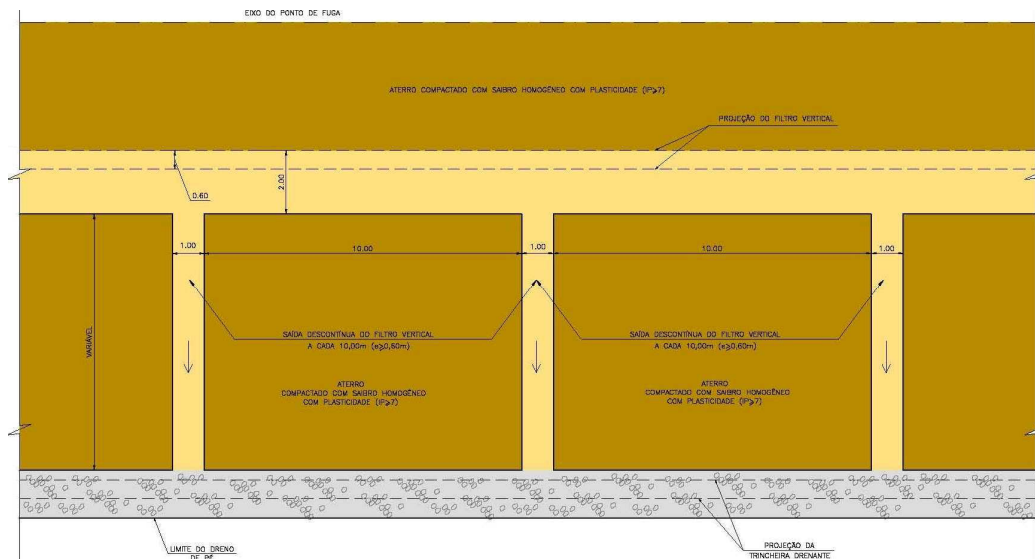


Figura 10.5: Sidas descontínuas do filtro vertical

10.3.6 Revestimento dos Taludes e Crista

O talude de montante deverá ser protegido contra a erosão provocada pela ação de ondas do reservatório. Esta proteção será dada por camada de enrocamento com 1,00m de espessura e $0,30m \leq D \leq 0,60m$. Na interface do enrocamento com o aterro compactado homogêneo deverá ser colocada uma camada de transição granulométrica ($2,0\text{ mm} \leq D \leq 0,20\text{cm}$) de 0,30m de espessura.

O talude de jusante deverá ser totalmente enleivado. O enleivamento deverá ser executado tão logo seja possível a fim de se evitar erosões devido às chuvas. Na crista do Ponto de Fuga Nº 01 deverá ser executado revestimento primário com espessura de 0,20 m.

10.4 Ponto de Fuga Nº 02

A seguir estão descritos os principais condicionantes quanto à fundação e a seção tipo adotada para o Ponto de Fuga Nº 02.

10.4.1 Perfil de Escavação

Conforme o perfil geológico-geotécnico (desenho BAR-GEO-17), 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, sendo que uma parcela destes materiais será removida quando da execução do cut-off, até este estar assente em material mais resistente (rocha alterada e/ou topo rochoso). 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.

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap10.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

Pelas sondagens, o nível do lençol freático não foi verificado e 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.

No desenho BAR-TER-26 apresenta-se o perfil de escavação a ser executado no Ponto de Fuga Nº 02 e os trechos com cut-off, observando-se que este perfil poderá ser ajustado em campo, conforme orientação complementar da Fiscalização. Os taludes de escavação do cut-off deverão ter inclinação de 1:1 (V:H).

10.4.2 Definição da Seção Transversal Tipo

No Ponto de Fuga Nº 02, o aterro compactado deverá ser construído com saibro "homogêneo" com plasticidade ($IP \geq 7$). Os taludes foram dimensionados com inclinação 1:2,0 (V:H) para a face de montante, e de 1:1,50 (V:H) para a face de jusante, e largura da crista de 6,0m. Para a drenagem interna deverão ser executados filtros verticais e horizontais de areia com espessura mínima de 0,60m e saídas horizontais descontínuas a cada 10,0m, além de trincheiras drenantes e dreno de pé até a camada de alteração de rocha ou rocha.

Para o revestimento do talude de montante deverá ser utilizado enrocamento tipo rip rap ($0,30m \leq D \leq 0,60m$) e no talude de jusante, enleivamento. Na crista do Ponto de Fuga deverá ser executado revestimento primário com no mínimo 0,20m de espessura.

Na Figura 10.6 está apresentada a seção tipo 03 do Ponto de Fuga Nº 02 no trecho em que será necessário cut-off para a vedação da fundação. A Figura 10.7 mostra a seção tipo 04 do Ponto de Fuga Nº 02, sem necessidade de cut-off de vedação, a qual deverá ser adotada nos segmentos de ombreira, isto é, sobre saprolitos e/ou topo rochoso.

Nos desenhos BAR-TER-23 e BAR-TER-24 estão apresentadas as seções tipo 03 e 04 do Ponto de Fuga Nº 02 e os detalhes construtivos, respectivamente.

Nas transições filtrantes vale os critérios aprenenados anteriormente para o Ponto de Fuga Nº 01.

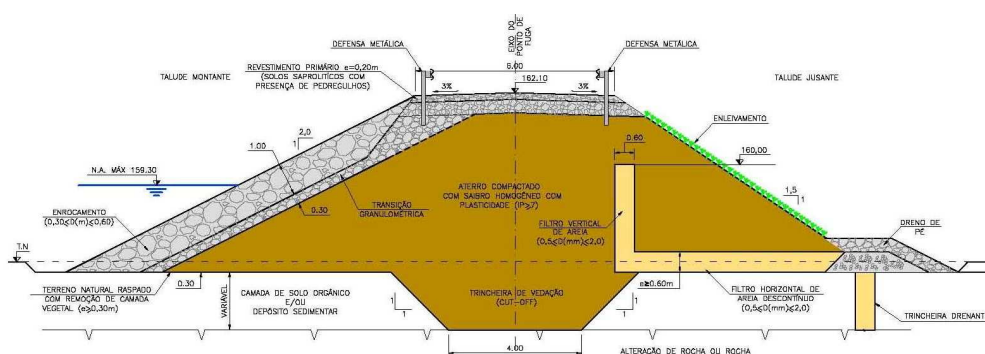


Figura 10.6: Seção Tipo 03 com cut-off para a vedação da fundação do Ponto de Fuga Nº 02

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap10.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

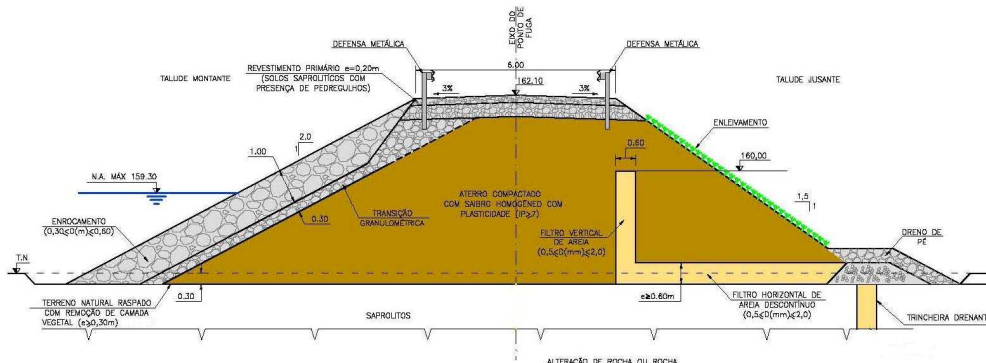


Figura 10.7: Seção Tipo 04 e ausência de cut-off do Ponto de Fuga Nº 02

10.4.3 Análise de Estabilidade de Taludes

As considerações quanto ao procedimento e metodologia de cálculo para a análise de estabilidade de taludes, comentadas anteriormente para o Ponto de Fuga Nº 01, também foram adotadas para o Ponto de Fuga Nº 02. Os parâmetros geotécnicos para os diversos materiais de construção do maciço e as condições de contorno estão apresentados no Quadro 10.7e no Quadro 10.8 os resultados das análises.

Quadro 10.7: Parâmetros geotécnicos utilizados na análise geotécnica para o Ponto de Fuga Nº 02

Material	Cor característica na seção	Peso espec. natural (kN/m ³)	Coesão (kPa)	Ângulo de atrito (°)	B'
1) Saibro homogêneo (talude de montante)	vermelho	17,0	20	25	0,20*
2) Filtro/tapete drenante	amarelo	18,0	0	30	-
3) Saibro homogêneo (talude de jusante)	vermelho	17,0	20	25	0,10*
4) Camada superficial de fundação (silte arenoso com pedregulho)	marrom	17,0	15	25	-
5) Camada inferior de fundação (alteração de rocha ou rocha riolítica)	verde	18,0	50	30	-

* Válido somente na análise para o caso de final de construção.

Quadro 10.8: Resultados das análises de estabilidade de taludes do Ponto de Fuga Nº 02

Situação de análise	Fator de segurança mínimo resultante	Arquivo
Final de Construção	1,58	PF02- construção
Regime de Operação	1,69	PF02- operação

Notas: 1 – talude jusante; 2 – talude de montante

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap10.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

A seguir (Figura 10.8 e Figura 10.9) apresentam-se figuras ilustrativas dos resultados do processamento do programa SLOPE/W contendo a geometria analisada (imagem deformada), a superfície de ruptura crítica pesquisada e a malha de pontos para os quais foram calculados os Fatores de Segurança, com destaque para o FS mínimo.

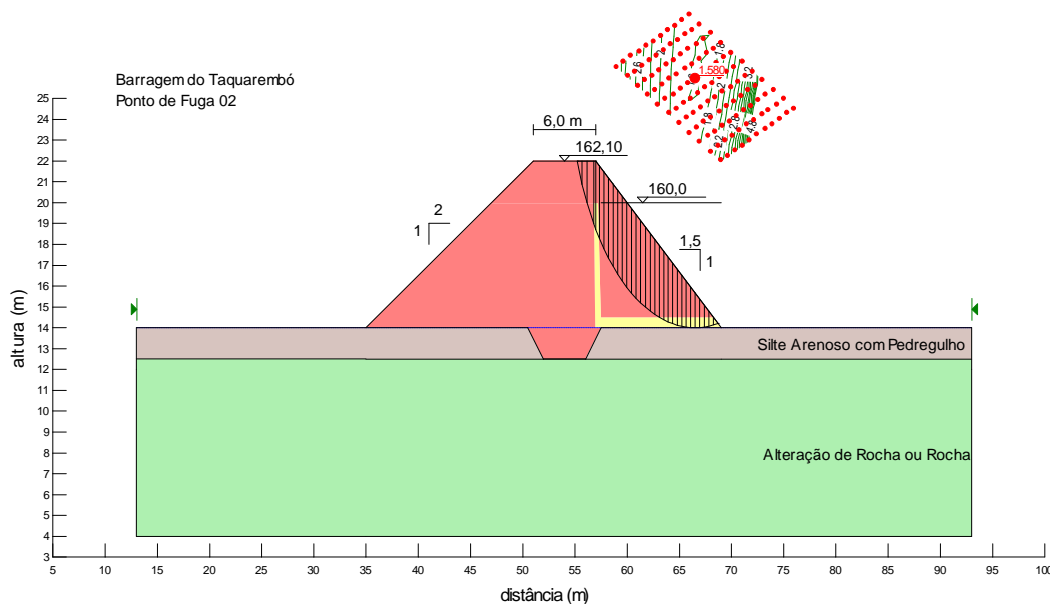


Figura 10.8: Resultados das análises de estabilidade do Ponto de Fuga Nº 02 para o caso de final de construção

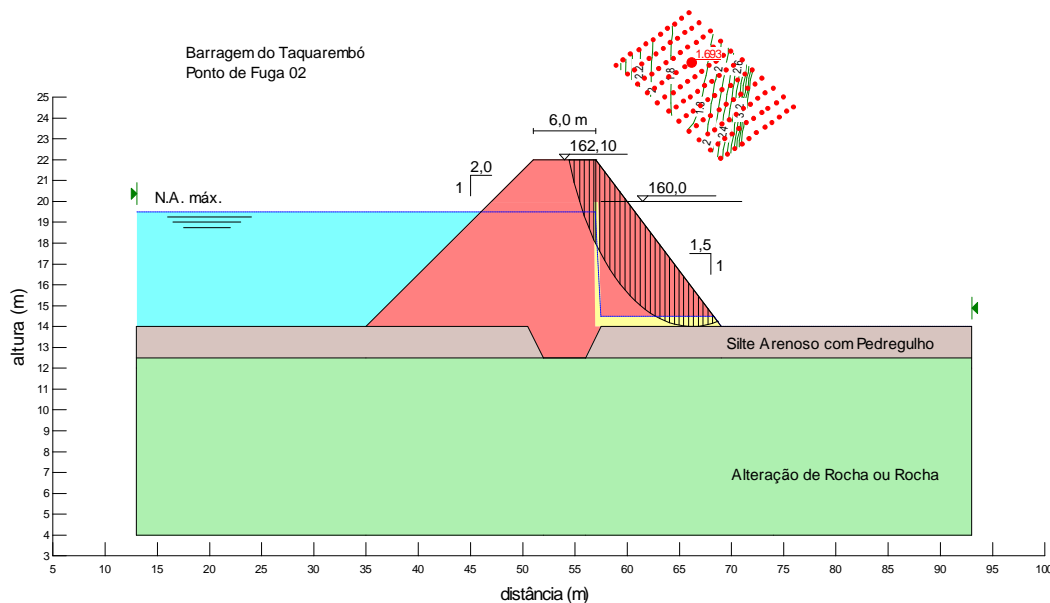


Figura 10.9: Resultados das análises de estabilidade do Ponto de Fuga Nº 02 para o caso de regime de operação

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap10.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

Os resultados das análises de estabilidade mostraram que nos casos estudados de regime permanente e de final de construção, os resultados dos fatores de segurança mínimos revelaram valores médios de 1,60, aproximadamente, ou seja superiores a 1,50, o que representa o valor mínimo desejável para obras desta natureza. Salienta-se que devido à variabilidade de parâmetros geotécnicos de materiais do tipo saibro, e considerando que foram adotados na análise parâmetros médios de materiais similares, à favor da segurança, consideraram-se adequadas as verificações realizadas.

10.4.4 Sistema de Drenagem Interna e da Fundação

Considerando que o Ponto de Fuga Nº 02 será executado com um aterro com saibro homogêneo com plasticidade ($IP \geq 7$) houve a necessidade da introdução de um dispositivo de drenagem interna do maciço incluindo filtros verticais e horizontais de areia com espessura mínima de 0,60m e saídas horizontais descontínuas a cada 10,0m (ver Figura 10.5). Além dos filtros, para o direcionamento da água subterrânea deverão ser executados dreno de pé e trincheira drenante até a camada de alteração de rocha ou rocha.

Os filtros verticais e horizontais e as suas saídas descontínuas deverão ser construídos com areia natural ou artificial ($0,50\text{mm} \leq D \leq 2,0\text{mm}$), sendo este material drenante e auto-filtrante. O filtro está posicionado no interior do maciço, logo a jusante do eixo. No contato com a fundação, o filtro se estenderá para jusante em saídas descontínuas a cada 10,0m sob a projeção do talude de jusante na interface aterro x fundação natural (raspada) interligadas com uma trincheira drenante e um dreno de pé. A finalidade deste filtro é assegurar o alívio das vazões d'água eventualmente percoladas pelo maciço, evitando a saturação do talude de jusante que favoreçam a formação de erosões retro-progressivas no Ponto de Fuga Nº 02.

10.4.5 Revestimento dos Taludes e Crista

O talude de montante deverá ser protegido contra a erosão provocada pela ação de ondas do reservatório. Esta proteção será dada por camada de enrocamento com 1,00m de espessura e $0,30\text{m} \leq D \leq 0,60\text{m}$. Na interface do enrocamento com o aterro compactado homogêneo deverá ser colocada uma camada de transição granulométrica ($2,0\text{mm} \leq D \leq 0,20\text{cm}$) de 0,30m de espessura.

O talude de jusante deverá ser totalmente enleivado. O enleivamento deverá ser executado tão logo seja possível a fim de se evitar erosões devido às chuvas. Na crista do Ponto de Fuga Nº 02 deverá ser executado revestimento primário com espessura de 0,20 m.

10.5 Ponto de Fuga Nº 03

A seguir estão descritos os principais condicionantes quanto à fundação e a seção tipo adotada para o Ponto de Fuga Nº 03.

10.5.1 Perfil de Escavação

Conforme o perfil geológico-geotécnico inferido (desenho BAR-GEO-10), a camada vegetal superficial deverá ser integralmente removida, observando-se que seja executada uma

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

raspagem mínima de 0,30m de espessura em toda a fundação do Ponto de Fuga Nº 03. Abaixo da camada de silte arenoso (solo residual ou manto de intemperismo) encontra-se a rocha riolítica.

No desenho BAR-TER-27 apresenta-se o perfil de escavação a ser executado no Ponto de Fuga Nº 03, observando-se que este perfil poderá ser ajustado em campo, conforme orientação complementar da Fiscalização, mantendo-se a fundação do Ponto de Fuga em material resistente (rocha alterada e/ou topo rochoso).

10.5.2 Definição da Seção Transversal Tipo

No Ponto de Fuga Nº 03, o aterro compactado deverá ser construído com saibro "homogêneo" com plasticidade ($IP \geq 7$) Os taludes foram dimensionados com inclinação 1:2,0 (V:H) para a face de montante, e de 1:1,50 (V:H) para a face de jusante, e largura da crista de 6,0m. Para a drenagem interna deverão ser executados filtros verticais e horizontais de areia com espessura mínima de 0,60m e saídas horizontais descontínuas a cada 10,0m, além de trincheiras drenantes e dreno de pé até a camada de alteração de rocha ou rocha.

Para o revestimento do talude de montante deverá ser utilizado enrocamento tipo rip rap (0,30m $\leq D \leq$ 0,60m) e no talude de jusante, enlevamento. Na crista do Ponto de Fuga deverá ser executado revestimento primário com no mínimo 0,20m de espessura.

Na Figura 10.10 está apresentada a seção tipo 04 do Ponto de Fuga Nº 03 sem necessidade de cut-off, visto que somente será realizada a raspagem para a limpeza da fundação. Nos desenhos BAR-TER-23 e BAR-TER-24 estão apresentadas a seção tipo 04 do Ponto de Fuga Nº 03 e os detalhes construtivos, respectivamente.

Nas transições filtrantes vale os critérios apresenados anteriormente para o Ponto de Fuga Nº 01.

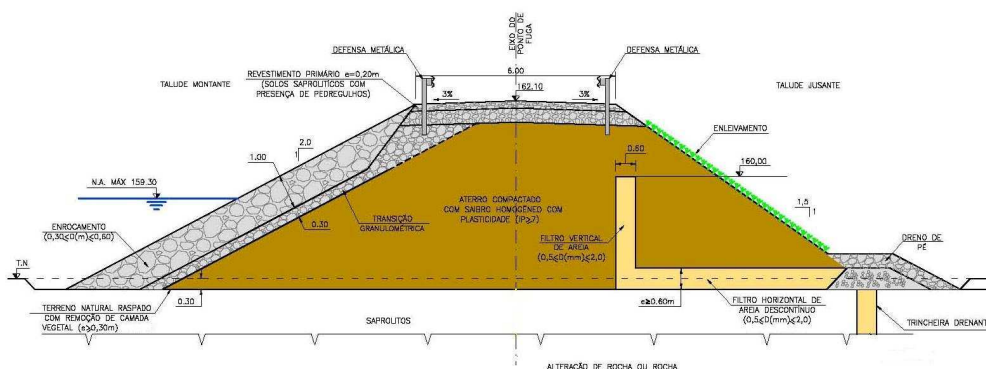


Figura 10.10: Seção tipo 04 do Ponto de Fuga Nº 03

10.5.3 Análise de Estabilidade de Taludes

As análises de estabilidade de taludes foram realizadas para os pontos de fuga Nº 01 e 02, sendo estes os de maior altura. Visto que para estes pontos de fuga os valores resultantes

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

dos fatores de segurança foram considerados satisfatórios, e considerando a similaridade de maciços em relação ao PF-03, não foram realizadas análises mais específicas para este local (de menor altura).

10.5.4 Sistema de Drenagem Interna e à Jusante

Considerando que o Ponto de Fuga Nº 03 será executado com um aterro com saibro homogêneo com plasticidade ($IP \geq 7$) houve a necessidade da introdução de um dispositivo de drenagem interna do maciço incluindo filtros verticais e horizontais de areia com espessura mínima de 0,60m e saídas horizontais descontínuas a cada 10,0m (ver Figura 10.5). Além dos filtros, para o direcionamento da água subterrânea deverão ser executados dreno de pé e trincheira drenante até a camada de alteração de rocha ou rocha.

Os filtros verticais e horizontais e as suas saídas descontínuas deverão ser construídos com areia natural ou artificial ($0,50\text{mm} \leq D \leq 2,0\text{mm}$), sendo este material drenante e auto-filtrante. O filtro está posicionado no interior do maciço, logo a jusante do eixo. No contato com a fundação, o filtro se estenderá para jusante em saídas descontínuas a cada 10,0m sob a projeção do talude de jusante na interface aterro x fundação natural (raspada) interligadas com uma trincheira drenante e um dreno de pé. A finalidade deste filtro é assegurar o alívio das vazões d'água eventualmente percoladas pelo maciço, evitando a saturação do talude de jusante que favoreçam a formação de erosões retro-progressivas no Ponto de Fuga Nº 03.

10.5.5 Revestimento dos Taludes e Crista

O talude de montante deverá ser protegido contra a erosão provocada pela ação de ondas do reservatório. Esta proteção será dada por camada de enrocamento com 1,00m de espessura e $0,30\text{m} \leq D \leq 0,60\text{m}$. Na interface do enrocamento com o aterro compactado homogêneo deverá ser colocada uma camada de transição granulométrica ($2,0\text{mm} \leq D \leq 0,20\text{cm}$) de 0,30m de espessura.

O talude de jusante deverá ser totalmente enleivado. O enleivamento deverá ser executado tão logo seja possível a fim de se evitar erosões devido às chuvas. Na crista do Ponto de Fuga Nº 03 deverá ser executado revestimento primário com espessura de 0,20 m.

10.6 Ponto de Fuga Nº 04

A seguir estão descritos os principais condicionantes quanto à fundação e a seção tipo adotada para o Ponto de Fuga Nº 04.

10.6.1 Perfil de Escavação

Conforme o perfil geológico-geotécnico inferido (desenho BAR-GEO-12), a camada vegetal superficial deverá ser integralmente removida, observando-se que seja executada uma raspagem mínima de 0,30m de espessura em toda a fundação do Ponto de Fuga Nº 04. Abaixo da camada de silte arenoso (solo residual ou manto de intemperismo) encontra-se a rocha riolítica.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

No desenho BAR-TER-28 apresenta-se o perfil de escavação a ser executado no Ponto de Fuga Nº 04, observando-se que este perfil poderá ser ajustado em campo, conforme orientação complementar da Fiscalização, mantendo-se a fundação em material resistente (rocha alterada e/ou topo rochoso).

10.6.2 Definição da Seção Transversal Tipo

No Ponto de Fuga Nº 04, o aterro compactado deverá ser construído com saibro “homogêneo” com plasticidade ($IP \geq 7$). Os taludes foram dimensionados com inclinação 1:2,0 (V:H) para a face de montante, e de 1:1,50 (V:H) para a face de jusante, e largura da crista de 6,0m. Para a drenagem interna deverão ser executados filtros verticais e horizontais de areia com espessura mínima de 0,60m e saídas horizontais descontínuas a cada 10,0m, além de trincheiras drenantes e dreno de pé até a camada de alteração de rocha ou rocha.

Para o revestimento do talude de montante deverá ser utilizado enrocamento tipo rip rap ($0,30m \leq D \leq 0,60m$) e no talude de jusante, enleivamento. Na crista do Ponto de Fuga deverá ser executado revestimento primário com no mínimo 0,20m de espessura.

Na Figura 10.11 está apresentada a seção tipo 04 do Ponto de Fuga Nº 04, sem necessidade de cut-off, visto que somente será realizada a raspagem para a limpeza da fundação. Nos desenhos BAR-TER-23 e BAR-TER-24 estão apresentadas a seção tipo 04 do Ponto de Fuga Nº 04 e os detalhes construtivos, respectivamente.

Nas transições filtrantes vale os critérios aprenados anteriormente para o Ponto de Fuga Nº 01.

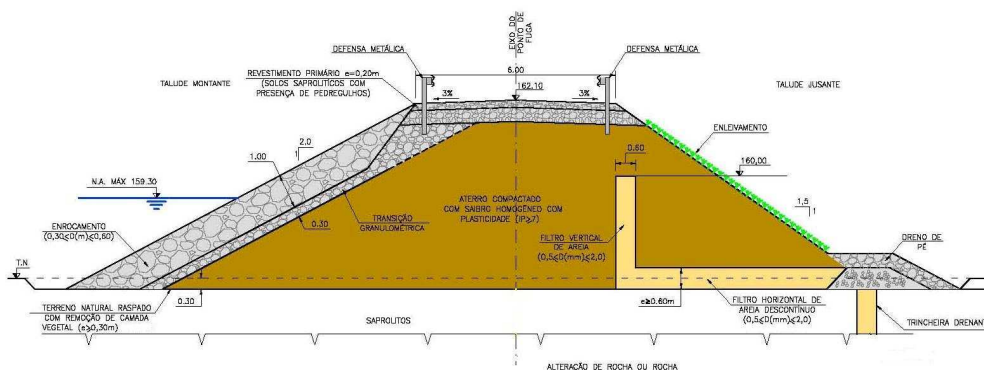


Figura 10.11: Seção tipo 04 do Ponto de Fuga Nº 04

10.6.3 Análise de Estabilidade de Taludes

As análises de estabilidade de taludes foram realizadas para os pontos de fuga Nº 01 e 02, sendo estes os de maior altura. Visto que para estes pontos de fuga os valores resultantes dos fatores de segurança foram considerados satisfatórios, e considerando a similaridade de maciços em relação ao PF-04, não foram realizadas análises mais específicas para este local (de menor altura).

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap10.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

10.6.4 Sistema de Drenagem Interna e à Jusante

Considerando que o Ponto de Fuga Nº 04 será executado com um aterro com saibro homogêneo com plasticidade ($IP \geq 7$) houve a necessidade da introdução de um dispositivo de drenagem interna do maciço incluindo filtros verticais e horizontais de areia com espessura mínima de 0,60m e saídas horizontais descontínuas a cada 10,0m (ver Figura 10.5). Além dos filtros, para o direcionamento da água subterrânea deverão ser executados dreno de pé e trincheira drenante até a camada de alteração de rocha ou rocha.

Os filtros verticais e horizontais e as suas saídas descontínuas deverão ser construídos com areia natural ou artificial ($0,50\text{mm} \leq D \leq 2,0\text{mm}$), sendo este material drenante e auto-filtrante. O filtro está posicionado no interior do maciço, logo a jusante do eixo. No contato com a fundação, o filtro se estenderá para jusante em saídas descontínuas a cada 10,0m sob a projeção do talude de jusante na interface aterro x fundação natural (raspada) interligadas com uma trincheira drenante e um dreno de pé. A finalidade deste filtro é assegurar o alívio das vazões d'água eventualmente percoladas pelo maciço, evitando a saturação do talude de jusante que favoreçam a formação de erosões retro-progressivas no Ponto de Fuga Nº 04.

10.6.5 Revestimento dos Taludes e Crista

O talude de montante deverá ser protegido contra a erosão provocada pela ação de ondas do reservatório. Esta proteção será dada por camada de enrocamento com 1,00m de espessura e $0,30\text{m} \leq D \leq 0,60\text{m}$. Na interface do enrocamento com o aterro compactado homogêneo deverá ser colocada uma camada de transição granulométrica ($2,0\text{mm} \leq D \leq 0,20\text{cm}$) de 0,30m de espessura.

O talude de jusante deverá ser totalmente enleivado. O enleivamento deverá ser executado tão logo seja possível a fim de se evitar erosões devido às chuvas. Na crista do Ponto de Fuga Nº 04 deverá ser executado revestimento primário com espessura de 0,20 m.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

11 OBRAS COMPLEMENTARES

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap11.docx

Consórcio:

369





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

11 OBRAS COMPLEMENTARES

Este capítulo apresenta o conjunto de obras complementares à implantação da barragem, ademais daquelas já previstas no projeto básico, compreendendo:

- Instrumentação geotécnica;
- Dispositivos de drenagem superficial.

11.1 Instrumentação Geotécnica

A instrumentação geotécnica tem por finalidade a auscultação de determinadas variáveis de interesse do projeto, da execução das obras e do período pós-constructivo, já durante a vida útil do empreendimento.

Deste modo, a instrumentação foi definida com o objetivo de monitorar:

- Os níveis piezométricos do substrato rochoso subjacente;
- As vazões d'água subterrânea captadas pelo sistema de drenagem das fundações;
- Variações de níveis piezométricos nas ombreiras (encostas naturais);
- Deslocamentos diferenciais entre os blocos/maciço da barragem.

11.1.1 Instrumentação da Barragem

A instrumentação da barragem foi prevista através da instalação e monitoramento dos seguintes instrumentos, descritos em continuação:

- Piezômetros de Casagrande (PZ), com ou sem manômetros;
- Medidores Triangulares de Vazão (MV);
- Medidores Triortogonais de Juntas (MT).

O Quadro 11.1 apresenta um resumo dos quantitativos de instrumentos geotécnicos previstos.

Quadro 11.1: Resumo dos quantitativos previstos na instrumentação geotécnica

Instrumento	Quantidade (un.)	Perfuração (m)
Piezômetro na galeria de drenagem	12	264,0
Piezômetro na encosta natural	12	179,0
Medidor triangular de vazão	4	-
Medidor triortogonal de juntas	21	-
Torpedos para leitura dos piezômetros	2	-
Relógio comparador (MT)	2	-
Manômetros (PZ)	2	-
Régua graduada (MV)	2	-
SOMATÓRIO	57	443,0

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap11.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
 CANAIS

11.1.1.1 Piezômetros de Casagrande

Para monitorar os níveis piezométricos das fundações foi prevista a instalação de instrumentos do tipo Piezômetro de Casagrande (denominados PZ) localizados em seções selecionadas no interior da galeria de inspeção e drenagem. Cada seção de piezometria será constituída de 3 (três) piezômetros, sendo um inclinado para montante (PZ-A), um vertical (PZ-B) e outro inclinado para jusante (PZ-C). O objetivo desta múltipla determinação da piezometria numa mesma seção é monitorar a variação de níveis verificada em campo e seu comparativo com o diagrama de subpressões hidrostáticas considerado no projeto estrutural, ademais de avaliar a eficiência da cortina de drenagem.

Na extremidade superior dos piezômetros a serem instalados na galeria de drenagem, para viabilizar leituras no caso de artesianismo, deverá ser acoplado um dispositivo com possibilidade de instalação de manômetro e registros para leitura direta da subpressão. Caso eventualmente o manômetro não acuse carga, este deverá ser removido e efetuada leitura através da descida de torpedo sensor pelo interior da tubulação do piezômetro.

A locação e a profundidade das seções piezométricas a serem instaladas no interior da galeria de inspeção e drenagem estão apresentadas no Quadro 11.2 e nos Desenhos do Projeto.

Para as estimativas das pressões neutras máximas foram adotadas algumas premissas, quais sejam:

- $H_{PZ-01,02,03,04}$ = carga total no nível do terreno natural (cota 157,0 m), a montante do barramento para os piezômetros PZ-01 a PZ-04 ou cota do vertedouro reduzindo-se a perda de carga hidráulica até a linha equipotencial referente aos piezômetros, em metros;
- $h_{ePZ-01,02,03,04}$ = carga de elevação ou cota da extremidade inferior dos piezômetros PZ-01 a PZ-04, em metros;
- $h_{pPZ-01,02,03,04} = H_{PZ-01,02,03,04} - h_{ePZ-01,02,03,04}$ = carga piezométrica total dos piezômetros – carga de elevação dos piezômetros, em metros;
- $u_{PZ-01,02,03,04} = h_{pPZ-01,02,03,04} \times \gamma_w$ (peso específico da água=10 kN/m³) = pressão neutra resultante dos piezômetros PZ-01 a PZ-04, em kPa;
- Para os piezômetros inclinados para jusante (PZ-C) considerou-se que estes estariam com uma carga total equivalente a metade da verificada nos piezômetros PZ-A e PZ-B, conforme estimativa da análise estrutural;
- Por simplificação, considerou-se as mesmas cargas total, de elevação e piezométrica para os piezômetros PZ-A e PZ-B.

Os resultados dos cálculos da pressão neutra máxima do PZ-01 foram os seguintes:

- No PZ-01 a cota da extremidade inferior do piezômetro foi definida admitindo-se uma profundidade equivalente a lâmina d'água de montante;
- $H_{PZ-01,02,03,04} = 157,0 \text{ m} - 3,0 \text{ m}$ (estimativa de perda de carga conforme cálculo das subpressões= 154,0 m);
- $h_{ePZ-01,02,03,04} = 125,0 \text{ m}$;
- $h_{pPZ-01,02,03,04} = 154,0 - 125,0 = 29,0 \text{ m}$;
- $u_{PZ-01,02,03,04} = h_{pPZ-01,02,03,04} \times \gamma_w = 29,0 \text{ m} \times 10 \text{ kN/m}^3 = 290 \text{ kPa}$.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

Os resultados dos cálculos da pressão neutra máxima do PZ-02 foram os seguintes:

- No PZ-02 a cota da extremidade inferior do piezômetro foi definida intencionalmente para medir as poro-pressões na zona de alteração de rocha/sapolito, conforme o furo de sondagem SME-02 (ver desenho BAR-GEO-02);
- $H_{PZ-01,02,03,04} = 157,0 \text{ m} - 5,0 \text{ m}$ (estimativa de perda de carga conforme cálculo das subpressões= 152,0 m);
- $h_{ePZ-01,02,03,04} = 112,0 \text{ m}$;
- $h_{pPZ-01,02,03,04} = 152,0 - 112,0 = 40,0 \text{ m}$;
- $u_{PZ-01,02,03,04} = h_{pPZ-01,02,03,04} \times \gamma_w = 40,0 \text{ m} \times 10 \text{ kN/m}^3 = 400 \text{ kPa}$.

Da mesma forma, os cálculos da pressão neutra máxima do PZ-03 resultaram em:

- No PZ-03 a cota da extremidade inferior do piezômetro foi definida admitindo-se uma profundidade equivalente 2/3 de altura da lâmina d'água de montante;
- $H_{PZ-01,02,03,04} = 157,0 \text{ m} - 5,0 \text{ m}$ (estimativa de perda de carga conforme cálculo das subpressões= 152,0 m);
- $h_{ePZ-01,02,03,04} = 107,0 \text{ m}$;
- $h_{pPZ-01,02,03,04} = 152,0 - 107,0 = 45,0 \text{ m}$;
- $u_{PZ-01,02,03,04} = h_{pPZ-01,02,03,04} \times \gamma_w = 45,0 \text{ m} \times 10 \text{ kN/m}^3 = 450 \text{ kPa}$.

Por sua vez, os cálculos da pressão neutra máxima do PZ-04 implicaram em:

- No PZ-04 a cota da extremidade inferior do piezômetro foi definida admitindo-se uma profundidade equivalente 2/3 de altura da lâmina d'água de montante e que esta estivesse a 5,0 m abaixo da escavação do vertedouro (cota 127,0 m);
- $H_{PZ-01,02,03,04} = 157,0 \text{ m} - 3,50 \text{ m}$ (estimativa de perda de carga conforme cálculo das subpressões= 153,50 m);
- $h_{ePZ-01,02,03,04} = 122,0 \text{ m}$;
- $h_{pPZ-01,02,03,04} = 153,50 - 122,0 = 31,50 \text{ m}$;
- $u_{PZ-01,02,03,04} = h_{pPZ-01,02,03,04} \times \gamma_w = 31,50 \text{ m} \times 10 \text{ kN/m}^3 = 315 \text{ kPa}$.

No Quadro 11.2 a seguir, ademais da localização dos Piezômetros ao longo da galeria, indicam-se também as estimativas de Pressão Neutra Máxima, conforme demonstrado acima (Pm). O Quadro inclui a faixa de trabalho provável ou esperado (Pp) para os piezômetros, sendo esta faixa adotada entre 75% e 90% da estimativa de pressão neutra máxima teórica.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

Quadro 11.2: Locação dos piezômetros (PZ-01 a PZ-04) a serem instalados no interior da galeria de drenagem e inspeção

Piezômetro	Localização			Cotas (m)			Pressões Neutras (kPa)		
	Bloco	Estaca	Lado	Inclinação (°)	Extremidade Inferior = Elevação	Fundação (Escavação)	Registro Leituras	Provável (Pp)	Máxima (Pm)
PZ-01A	BL.04		Montante	10	125,00			220 - 260	290
PZ-01B	BL.04 (Ombreira Direita)	4+6,00	Eixo	0	125,00	141,00	144,60	220 - 260	290
PZ-01C			Jusante	30	122,00				
PZ-02A	BL.08		Montante	10	112,00			300 - 360	400
PZ-02B	BL.08 (Margem Direita)	7+10,0	Eixo	0	112,00	127,00	132,00	300 - 360	400
PZ-02C			Jusante	30	109,00				
PZ-03A	BL.11		Montante	10	107,00			340 - 405	450
PZ-03B	BL.11 (Calha do Rio)	11+0,0	Eixo	0	107,00	127,00	132,00	340 - 405	450
PZ-03C			Jusante	30	104,00				
PZ-04A	BL.15		Montante	10	122,00			170 - 205	225
PZ-04B	BL.15 (Ombreira Esquerda)	14+15,0	Eixo	0	122,00	137,80	141,30	240 - 285	315
PZ-04C			Jusante	30	119,00				

NOTAS: 1) PZ-A= Posição inclinada 10° para montante; PZ-B = Posição vertical; PZ-C= posição inclinada 30° para jusante.

2) As inclinações são referidas em relação ao eixo vertical e perpendiculares ao eixo longitudinal da barragem.

3) Pp= faixa de pressão provável; Pm= pressão máxima (nível de alerta).

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

11.1.1.2 Medidores Triangulares de Vazão

Os Medidores Triangulares de Vazão (denominados MV) têm por objetivo a determinação de vazões acumuladas ao longo de canaletas de drenagem. Cada medidor será constituído de caixa de alvenaria e concreto, bem como de placa metálica triangular com abertura em “V”, colocada transversalmente ao fluxo d’água, possibilitando a leitura direta vertical da lâmina vertente (em centímetros) e a estimativa da vazão.

A estimativa da vazão (L/s) pode ser determinada pela expressão:

$$Q = \frac{8}{15} \times C_d \times \sqrt{2 \times g} \times t g \frac{\alpha}{2} \times h^{5/2}$$

Onde:

C_d = coeficiente de vazão, podendo ser calculado com as expressões de Bazin, Rehbock, Francis ou Kindsvater & Carter;

g = aceleração da gravidade, em m/s^2 ;

α = ângulo de abertura do medidor;

h = altura da lâmina vertente em relação ao vértice do medidor, em metros.

Foram previstos quatro medidores (MV-01 a MV-04) sendo que os medidores de vazão MV-02 a MV-04 medem a vazão acumulada proveniente dos Furos de Drenagem vertical (cortina de drenagem) no interior da galeria de inspeção e drenagem, e o MV-01 mede as vazões captadas pelos tubos de PVC perfurados da drenagem subterrânea do reaterro de jusante junto a ombreira esquerda.

A localização dos MV é a seguinte:

- MV-01: estaca 16+19,40 a 8,0 m a jusante do eixo da barragem (*ombreira esquerda*) – ver *Desenho BAR-TER-18*, captando também o fluxo d’água na saída da galeria;
- MV-02: estaca 5 + 15,50 - ver *Desenho BAR-INS-01*;
- MV-03: estaca 6 + 5,00 - ver *Desenho BAR-INS-01*;
- MV-04: estaca 11 + 18,00 - ver *Desenho BAR-INS-01*.

No Quadro 11.3 estão apresentados os dados de instalação e vazões provável e máxima estimadas para os medidores (MV-02 a MV-04) instalados na saída da galeria na margem direita da barragem. Para o cálculo da vazão máxima foi admitida uma vazão de 1/L/s/m de trecho contribuinte da galeria de inspeção e drenagem.

Quadro 11.3: Localização e vazões dos medidores MV-02 a MV-04

MV	Estaca	Trecho Contribuinte	Extensão Aprox. (m)	Vazões (L/s)	
				Provável (Qp)	Máxima (Qm)
MV-02	5 + 15,50	EST. 4+1,00 a EST. 5+15,50	40,0	30,0	40,0
MV-03	6 + 5,00	EST. 6+5,00 a EST. 11+18,00	113,0	85,0	113,0
MV-04	11 + 18,00	EST. 11+18,00 a EST. 14+17,00	59,0	44,0	59,0

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap11.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

11.1.1.3 Medidores Triortogonais de Juntas

Os medidores triortogonais de juntas (denominados MT) possibilitam a medição de deslocamentos diferenciais entre blocos de barragens de concreto (juntas de contração entre blocos). Deste modo, é possível mapear e monitorar os deslocamentos diferenciais eventualmente existentes entre blocos do maciço da barragem (abertura/fechamento da junta, recalque diferencial e deslizamento horizontal entre blocos).

Essas medições podem ser executadas através da instalação de medidores triortogonais de juntas, preferencialmente em aço inoxidável. Foram previstos para instalação no interior da galeria de inspeção e drenagem e na crista do barramento.

Para a segurança contra o vandalismo destes medidores, durante a execução da obra, recomenda-se que estes sejam instalados em “recessos” ou reentrâncias na parede no interior da galeria, a fim de que se possa colocar uma tampa ou caixa protetora metálica, devidamente identificada.

No Quadro 11.4 indica-se a localização dos medidores triortogonais de juntas ao longo da barragem. O medidor MT-01 deverá ser instalado na parede de jusante da barragem, a 1,0 m de altura, os MT-02 a MT-10 no 1º degrau superior, sendo estes instalados nas proximidades da crista da barragem, e os demais (MT-11 a MT-21), a 1,20 m de altura da base, no interior da galeria de inspeção e drenagem. O limite máximo dos recalques entre blocos foi estimado em 15 mm.

Quadro 11.4: Localização dos medidores triortogonais de juntas

Medidor	Localização			Posição	
	Blocos	Estaca	Junta de Contração	Crista	Interior da Galeria
MT-01	BL.01/BL.02	1+5,00	A	X	
MT-02	BL.02/BL.03	2+5,00	B	X	
MT-03	BL.03/BL.04	3+5,00	C	X	
MT-04	BL.04/BL.05	4+5,00	D	X	
MT-05	BL.05/BL.06	5+5,00	E	X	
MT-06	BL.14/BL.15	14+5,00	N	X	
MT-07	BL.15/BL.16	15+5,00	O	X	
MT-08	BL.16/BL.17	16+5,00	P	X	
MT-09	BL.17/BL.18	17+5,00	Q	X	
MT-10	BL.18/BL.19	18+5,00	R	X	
MT-11	BL.04/BL.05	4+5,00	D		X
MT-12	BL.05/BL.06	5+5,00	E		X
MT-13	BL.06/BL.07	6+5,00	F		X
MT-14	BL.07/BL.08	7+5,00	G		X
MT-15	BL.08/BL.09	8+5,00	H		X
MT-16	BL.09/BL.10	9+5,00	I		X
MT-17	BL.10/BL.11	10+5,00	J		X
MT-18	BL.11/BL.12	11+5,00	K		X
MT-19	BL.12/BL.13	12+5,00	L		X
MT-20	BL.13/BL.14	13+5,00	M		X
MT-21	BL.14/BL.15	14+5,00	N		X

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap11.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
 CANAIS

Os medidores triortogonais de juntas constituem-se de duas partes que são chumbadas à estrutura, uma em cada lado da junta de contração. As medições dos deslocamentos diferenciais são realizadas com auxílio de um relógio comparador, o qual apresenta um campo de leitura da ordem de 10 mm e sensibilidade de 0,001 mm.

Os medidores triortogonais de juntas deverão ser instalados tão logo quanto possível. Os MT localizados na galeria poderão ser instalados imediatamente após a concretagem e desforma da galeria, possibilitando a medição dos movimentos de abertura das juntas desde o início. Problemas ocasionados devido a recalques excessivos detectados ainda nesta fase podem ser mais facilmente solucionados.

Na Figura 11.1 mostra um desenho esquemático do medidor triortogonal de juntas e na Figura 11.2 uma foto ilustrativa.

No desenho BAR-INS-03 estão apresentados o perfil longitudinal com a localização dos medidores triortogonais de juntas na barragem, bem como os detalhes construtivos.

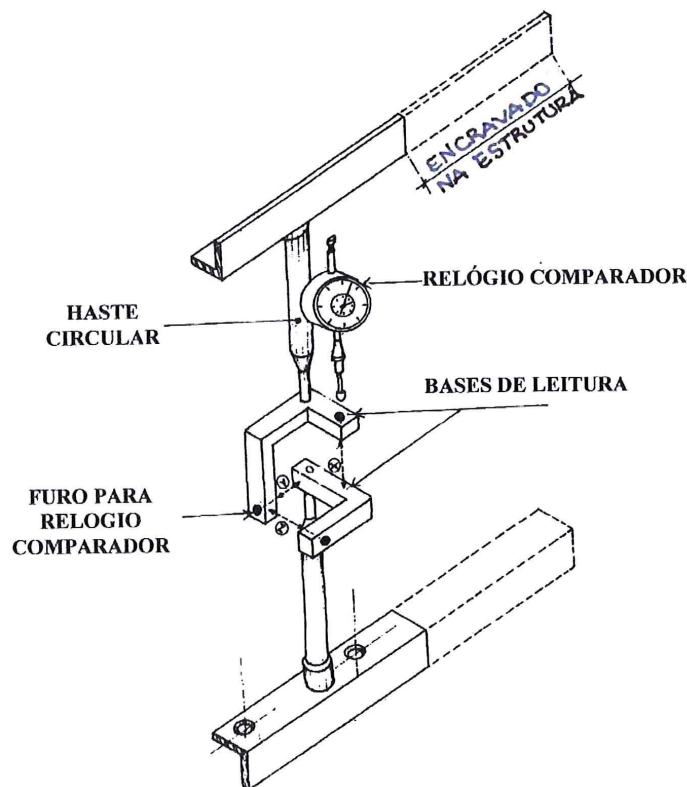


Figura 11.1: Detalhe de um Medidor Triortogonal de Juntas (MT). Fonte: Matos, S.F.¹ (2002).

¹ Matos, S.F. Avaliação de Instrumentos para Auscultação de Barragem de Concreto. Estudo de Caso: Deformímetros e Tensômetros para Concreto na Barragem de Itaipu. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Pós-Graduação em Engenharia Civil. 2002.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

Por outro lado, em que pese se tratar de fundação rochosa incompressível, devido a ocorrência de zonas ou camadas de rocha alterada especialmente na ombreira esquerda, foram realizados alguns estudos e avaliações preliminares quanto à possibilidade de recalques diferenciais.



Figura 11.2: Foto de um medidor triortogonal mecânico instalado

Os cálculos de recalque vertical foram estimados pelo método de Schleicher (1926), adaptado por Wyllie² (1999), através da seguinte fórmula:

$$\delta_v = \frac{C_d \times q \times B \times (1 - \nu^2)}{E}$$

Sendo:

q = carga uniformemente distribuída, em MPa;

C_d = parâmetro de forma (tabelado conforme Winterkorn & Fang³, 1975) através dos dados de altura e comprimento da seção analisada;

B = largura da base da estrutura, em metros, conforme a seção analisada;

ν = coeficiente de Poisson, sendo o valor adotado de 0,20;

E = módulo de elasticidade, em MPa, conforme o Quadro 11.6.

Para o cálculo de recalques foram considerados os dados geométricos da barragem em cada seção estudada, conforme a estaca de referência.

² Wyllie, Duncan C. Foundations on Rock, 2ª Ed. E & FN Spon, London, 1999.

³ Winterkorn, H.F. & Fang. Foundation Engineering Handbook, 2ª ed. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1975.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

No Quadro 11.5 estão relacionados os resultados dos cálculos do recalque vertical calculado para alguns segmentos da barragem, considerando-se um trecho com influência da sobrecarga sobre a fundação. Para o cálculo da sobrecarga considerou-se o peso específico do concreto de 23,0 kN/m³.

Quadro 11.5: Resumo dos resultados de recalque vertical calculado

Estaca	Trecho de influência (m)	Material de Fundação	Módulo de Elasticidade (MPa)	Recalque Resultante (mm)
15+0,0	20,0	Rocha de boa qualidade	8000	0,09
			5000	0,14
			10000	0,07
			15000	0,05
16 + 10,0	20,0	Rocha de boa qualidade	5000	0,03
			7000	0,02
			10000	0,01
			15000	0,01
17 + 10,0, 5m a montante	50,0	4,0 m de alteração de rocha sobreposta a rocha mais competente	7200*	0,19
			5400*	0,25
			6075*	0,22
			4300*	0,31
18 + 10,0	50,0	6,0 m de alteração de rocha sobreposta a rocha mais competente	6143*	0,27
			5571*	0,29
			6214*	0,26
			4429*	0,37
5 + 10,00 a 14 + 10,0	180,0 (corresponde ao trecho da barragem com maior altura)	Rocha resistente	8000	0,17
			5000	0,27
			10000	0,14
			15000	0,09

*O módulo de elasticidade, nestes casos, é ponderado devido à presença de uma camada superior menos resistente e uma inferior, mais resistente. Recomenda-se que durante a execução das obras, sejam executados ensaios geotécnicos complementares com a determinação/confirmação dos Módulos de elasticidade adotados.

Os recalques verticais variaram de 0,01mm a 0,37mm, sendo que os maiores valores de recalques foram obtidos na região da ombreira esquerda, onde a barragem apresenta altura reduzida, porém com fundação menos coerente.

11.1.2 Instrumentação da Encosta Natural

Considerando o posicionamento do eixo da barragem e as condicionantes geológico-geotécnicas presentes nas ombreiras (encostas naturais), considera-se oportuna e conveniente que sejam instaladas seções geotécnicas instrumentadas através de piezômetros tipo Casagrande (PZ), estrategicamente posicionados.

Recomenda-se que estes piezômetros sejam instalados e monitorados o mais breve possível, durante a construção da obra, de forma que se tenha uma série de dados e

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap11.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

leituras dos atuais níveis piezométricos, correlacionando-os com as leituras durante e após o enchimento do reservatório (para análises comparativas).

Isto é particularmente importante, pois o trecho superior das ombreiras é permeável, devido a ocorrência de saprolitos, e sujeito a oscilação do lençol freático bastante suscetível às infiltrações d'água de chuvas.

A localização e a profundidade dos piezômetros a serem instalados na encosta natural (ombreiras), a jusante da barragem, estão apresentadas no Quadro 11.6. A localização poderá ser adaptada pela Fiscalização de Obras, mediante parecer justificativo, no caso de interferências. Na Figura 11.3 apresenta-se a planta baixa com a localização dos piezômetros nas seções 01 e 02, a jusante do barramento nas ombreiras, e na Figura 11.4 e na Figura 11.5 estão apresentados os perfis longitudinais com estas seções de piezometria. Na Figura 11.6 apresenta-se um perfil transversal típico dos piezômetros a serem instalados na encosta natural.

Na extremidade superior, no nível do terreno, deverá ser executada caixa de proteção em concreto, com identificação do número do piezômetro, preferencialmente com tampa e cadeado, para evitar danos ou atos de vandalismo.

Quadro 11.6: Locação dos piezômetros a serem instalados na encosta natural a jusante da barragem

PZ	Coordenadas		Posição Aprox. (m)	Cota da Ponta Porosa (m)	Cota da Boca do Furo (m)	Profundidade de PZ (m)
	Leste	Norte				
PZ-05	730.604,969	6.590.929,767	Est. 0+0,0;	148,0	163,0	15,0
PZ-06			25,80 m a jusante	138,0		25,0
PZ-07	730.560,812	6.590.941,935	Est. 2+0,0;	148,0	156,0	8,0
PZ-08			48,20 m a jusante	138,0		18,0
PZ-09	730.516,553	6.590.954,223	Est. 4+0,0;	138,0	147,00	9,0
PZ-10			70,70 m a jusante	130,0		17,0
PZ-11	730.233,971	6.590.847,109	Est. 19+0,0;	150,0	168,0	18,0
PZ-12			34,30 m a jusante	140,0		28,0
PZ-13	730.258,769	6.590.871,868	Est. 17+10,0;	150,0	156,0	6,0
PZ-14			52,40 m a jusante	140,0		16,0
PZ-15	730.283,567	6.590.896,626	Est. 16+0,0;	135,0	142,00	7,0
PZ-16			70,50 m a jusante	130,0		12,0

Obs: Os PZ-01 a PZ-04 foram previstos no interior da galeria

No Quadro acima se observa que em cada local foram previstos 2 piezômetros no mesmo perfil, devido ao interesse em se determinar e monitorar eventuais lençóis suspensos e/ou variações da condutividade hidráulica.

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap11.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
 SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

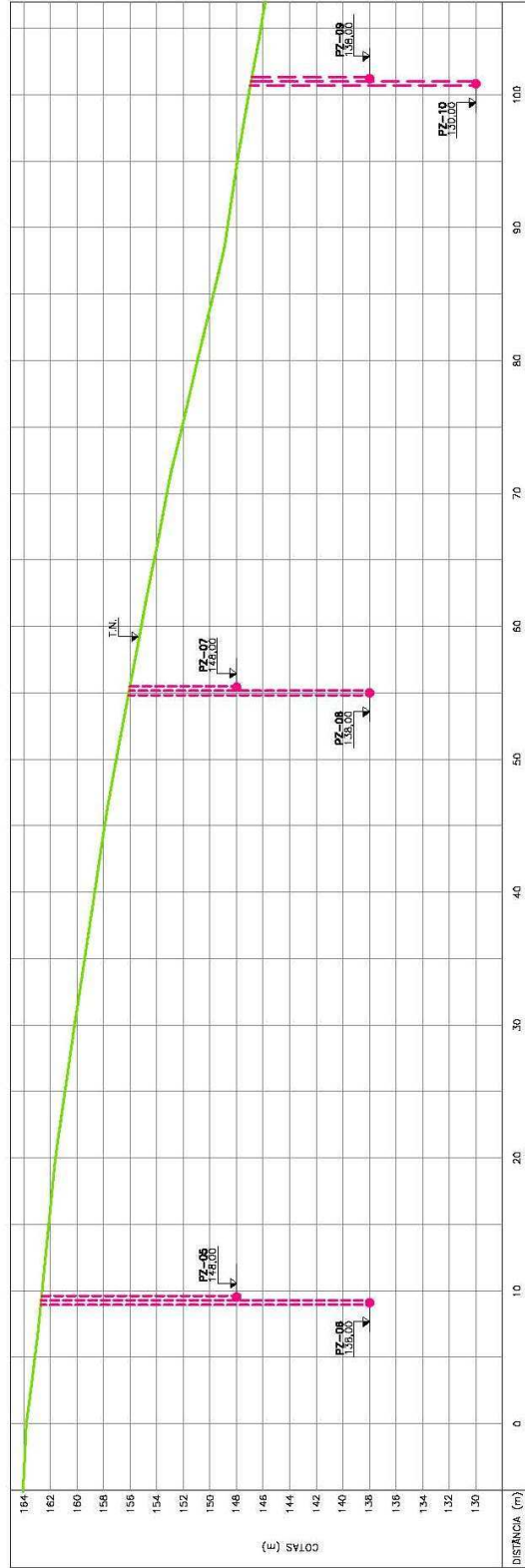


Figura 11.4: Perfil longitudinal da seção 01 de piezometria na ombreira direita

Consórcio:






ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

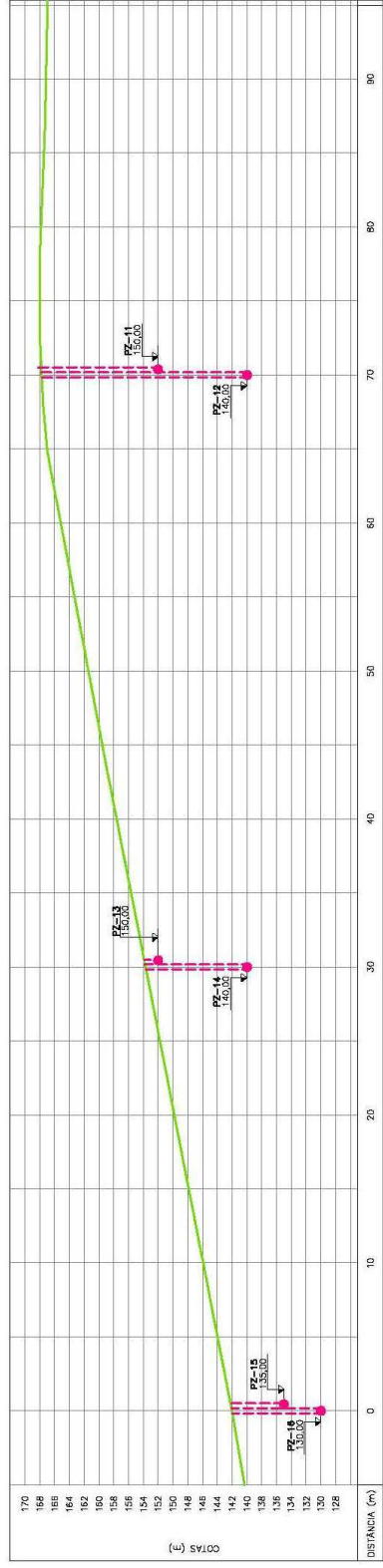


Figura 11.5. Perfil longitudinal da seção 02 de piezometria na ombreira esquerda

Consórcio:  **ste** SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA S.A.
 **magna** engenharia ltda



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

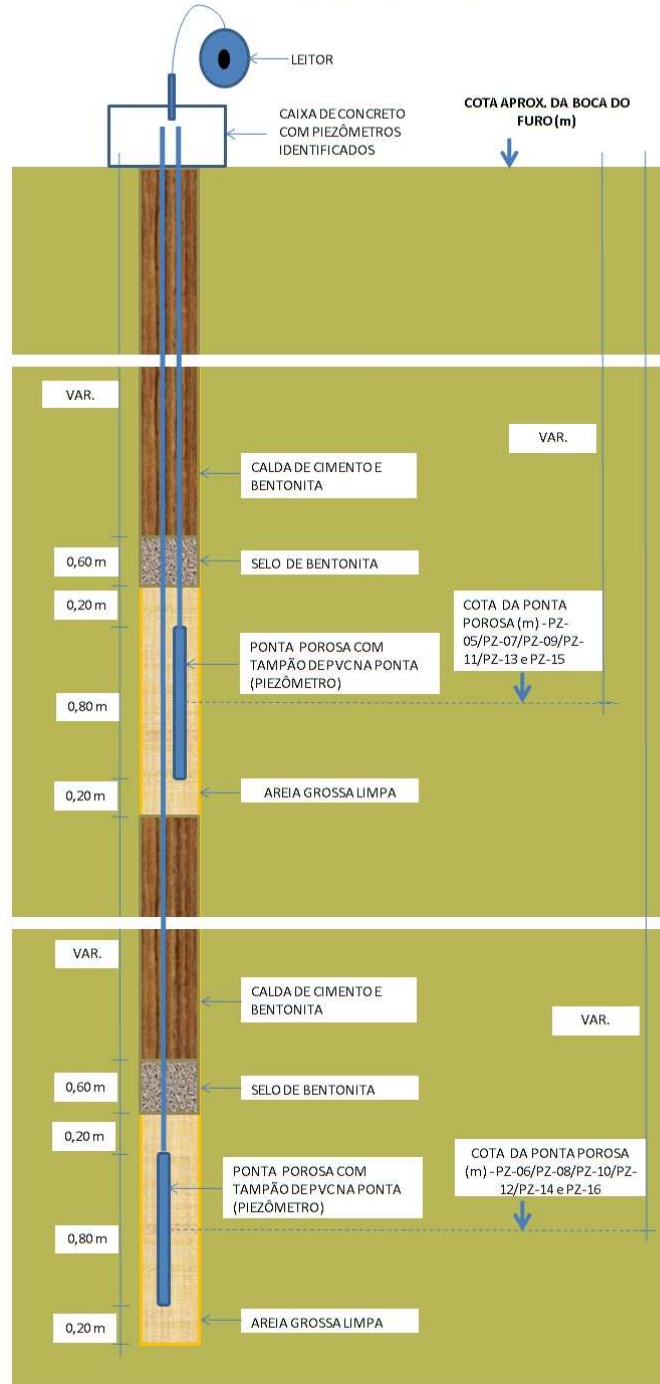


Figura 11.6: Perfil transversal típico dos piezômetros a serem instalados na encosta natural (ombreiras)

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap11.docx

Consórcio:





11.2 Especificação Técnica Complementar: Instrumentação Geotécnica

A principal vantagem da instrumentação geotécnica é a detecção antecipada da possibilidade de ocorrência de problemas de instabilização de fundações e maciços, em tempo de se adotarem intervenções corretivas. Assim, para que este objetivo seja atingido, é essencial que sejam adotados cuidados extremos quanto à instalação e monitoramento de toda a instrumentação.

A instalação da instrumentação geotécnica deverá ser realizada preferencialmente por equipe especializada, com experiência na execução de serviços similares, em especial quanto à instalação dos piezômetros, bem como utilizar equipamentos adequados. Recomenda-se seguir, complementarmente às Especificações Técnicas, as instruções de instalação preconizadas pelo IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas/SP e por SILVEIRA (2006).

11.2.1 Instalação de Piezômetros

Os piezômetros são instrumentos utilizados para medir poropressões ou pressões neutras na fundação ou no interior de maciços.

Os piezômetros indicados serão do tipo Casagrande e deverão ser instalados nos locais e profundidades definidos pelo Projeto. Na instalação, deverá ser elaborado um relatório detalhado de instalação de cada instrumento (com data de instalação, responsáveis, cota/profundidade do piezômetro, fotos, etc.), para fins de registro e documentação da obra.

Após a locação topográfica da boca do furo no piso da galeria, a instalação terá início pela perfuração rotativa, executada com diâmetro entre 75 e 100 mm até as profundidades especificadas, com as inclinações indicadas pelo Projeto. Lama estabilizadora não deve ser usada na perfuração (usar somente água limpa), pois pode impermeabilizar as paredes do furo e prejudicar o funcionamento do instrumento.

Recomenda-se a execução de ensaios de perda d'água, durante a perfuração, a cada 3,0m de perfuração, com o objetivo de se determinar e avaliar previamente a condutividade hidráulica ao longo do furo. Os resultados dos ensaios de perda d'água poderão auxiliar quanto ao ajuste da programação da profundidade de instalação da ponta porosa visto que há interesse em que se determine o nível piezométrico na pior situação, isto é, onde for menos impermeável.

Depois de completada a perfuração, deve-se esgotar a água eventualmente presente no furo, ou trocar a água turva por água límpida mediante a inversão do fluxo d'água da bomba do equipamento de perfuração. A tubulação para esgotamento da água deverá estar a poucos centímetros do fundo do furo. Quando a instalação imediata não for possível, a boca do furo deveser protegida (tamponada) evitando-se a sua obstrução.

Em seguida, instala-se na profundidade desejada um tubo de acesso vertical de PVC, com diâmetro entre 12 e 32 mm, tendo na extremidade o elemento poroso, por onde a água entra ou sai do instrumento. Em seguida executa-se o bulbo com areia grossa lavada, saturada e com permeabilidade igual ou superior ao trecho a ser medido. A cota de instalação deverá corresponder à extremidade inferior da ponta porosa.

A fase seguinte consiste na execução do selo impermeável com bolas de bentonita. Em seguida, o furo é preenchido até a superfície com calda de bentonita – cimento na relação

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

10/1 em volume. Esta atividade deverá ser executada cuidadosamente para garantir a impermeabilidade do selo e evitar erros de leitura do instrumento.

Na Figura 11.7 e na Figura 11.8 estão apresentadas as etapas construtivas da instalação dos piezômetros na encosta natural (ombreiras).

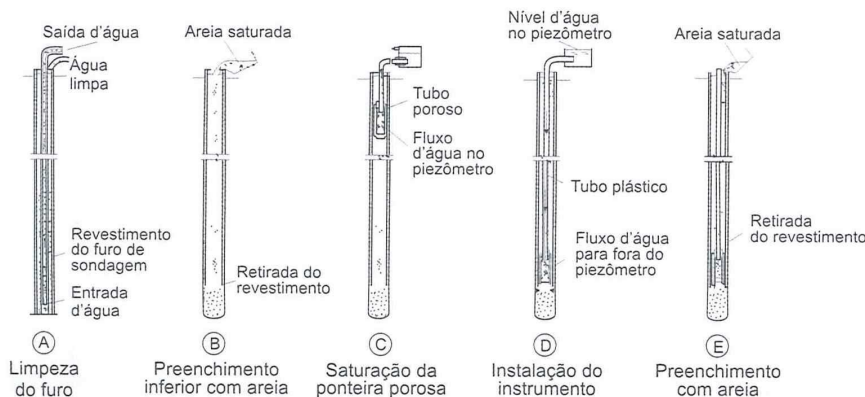


Figura 11.7: Etapas de instalação dos piezômetros até o preenchimento de areia saturada (modificado de Earth Manual, Bureau of Reclamation apud Silveira, J.F.A., 2006⁴)

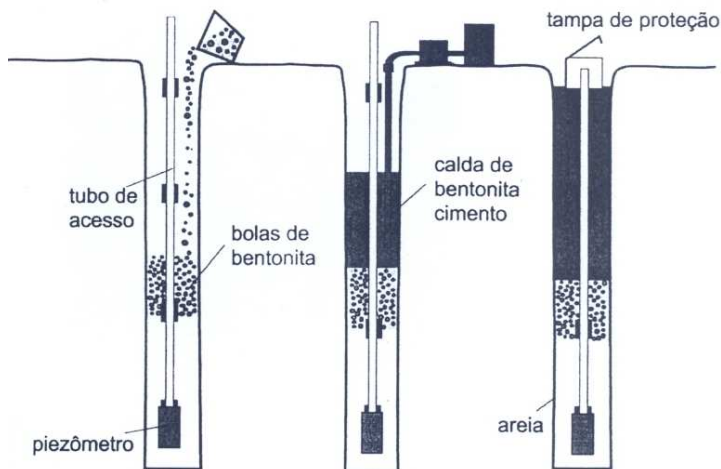


Figura 11.8: Etapas seguintes da instalação dos piezômetros (Manual da Georio⁵)

Para os piezômetros a serem instalados na galeria de drenagem, na saída de cada tubulação/piezômetro deve ser instalada uma derivação até a parede da galeria, possibilitando a instalação dos dispositivos de medição (manômetro/registros). Para os piezômetros a serem instalados no terreno natural (encosta), na fase final deve ser executada uma caixa (com tampa) de proteção, com identificação do número do piezômetro.

⁴ Silveira, João Francisco Alves. Instrumentação e comportamento de fundações de barragens de concreto. São Paulo: Oficina de Textos, 2003.

⁵ Coleção Manual Técnico de Encostas. Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro. GEORIO. 2ª ed. Vol. 1. Rio de Janeiro. 2000.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Completada a instalação dos piezômetros, se possível, estes deverão ser submetidos a testes de recuperação de nível d'água, enchendo-se os tubos piezométricos com água e medindo-se as variações dos níveis em função do tempo.

No caso dos piezômetros a serem instalados para o monitoramento da encosta natural, a leitura de carga será realizada com auxílio de instrumento indicador de nível d'água que consta de um torpedo sensor contendo uma chave elétrica, um fio graduado e um carretel. Inicialmente introduz-se o torpedo com fio graduado no tubo e quando a ponta do sensor toca a superfície da água, é fechado um circuito elétrico que produz um sinal sonoro. Por meio da graduação do fio pode-se conhecer a profundidade em que se localiza a lâmina d'água e, assim, se determinar a pressão ou carga do piezômetro.

11.2.2 Instalação dos Medidores de Vazão

Para as medições de vazões acumuladas ao longo das canaletas de drenagem no piso da galeria recomenda-se o uso de medidores triangulares de vazão. Essa vazão acumulada é proveniente dos furos de drenagem vertical da fundação da barragem dispostos ao longo da galeria, e na ombreira esquerda, dos tubos de PVC perfurados da drenagem subterrânea do reaterro de jusante, junto as ombreiras.

Estes instrumentos são constituídos de caixa de alvenaria e concreto e uma placa metálica triangular com abertura em "V", colocada transversalmente ao fluxo d'água, possibilitando a leitura direta vertical da lâmina vertente (em centímetros) e a estimativa da vazão. A leitura da altura da lâmina vertente deverá ser realizada através de uma régua graduada, preferencialmente, a 1,0 m a montante dos medidores, devido ao deplecionamento dessa lâmina nas proximidades dos medidores.

11.2.3 Instalação dos Medidores Triortogonais de Juntas

Os medidores triortogonais de juntas são instrumentos utilizados para medir os deslocamentos diferenciais entre blocos (abertura/fechamento da junta, recalque diferencial e deslizamento horizontal entre blocos).

Os medidores indicados deverão ser de aço inoxidável, preferencialmente, instalados nas juntas de contração entre blocos, conforme o Projeto. Na instalação, deverá ser elaborado um relatório detalhado de instalação de cada instrumento contendo data de instalação, responsáveis, identificação, local e cota de instalação do medidor, fotos, entre outras informações pertinentes, para fins de registro e documentação da obra.

Na instalação as duas partes constituintes do instrumento deverão ser solidarizadas através da placa de fixação. Após a marcação dos pontos de instalação das duas hastes do medidor, perfurá-los com broca de vídia, sendo que os furos deverão ser perpendiculares à superfície em que será instalado o medidor.

Em seguida, devem-se chumbar as hastes do medidor nos furos executados, utilizando-se argamassa cimento, mantendo-se o posicionamento do instrumento perfeitamente perpendicular à superfície através de apoios.

Ao final do serviço, identifica-se o instrumento. De três a sete dias após a instalação, retiram-se os apoios e iniciam-se as leituras (leitura inicial) e coloca-se a tampa ou caixa protetora metálica.

Consórcio:

386





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Para a leitura do medidor deve-se calibrar o relógio comparador antes da leitura de cada instrumento, posicionar o relógio comparador no encaixe, de modo que a base do relógio apóie-se totalmente na superfície de contato da base do medidor. Em seguida efetua-se a leitura, repetindo-se estes procedimentos para os demais encaixes.

Caso o incremento no deslocamento longitudinal seja positivo, classifica-se como uma abertura da junta, e caso seja negativo, como um fechamento da junta.

11.2.4 Monitoramento

O monitoramento da instrumentação deverá ter início com a instalação de cada instrumento (já durante a execução da obra) e deverá ser realizado e analisado periodicamente. Na fase de execução de obras e durante o primeiro enchimento do reservatório, as leituras de todos os instrumentos deverão ser diárias, ou no máximo, com espaçamento de dois dias. No caso dos medidores ortogonais de juntas, estes poderão ter leituras mais espaçadas, sendo que na fase de construção estas podem ser realizadas a cada 15 dias, reduzindo-se para duas leituras por semana na 1ª semana após a instalação e quando do enchimento do reservatório. Além destas, deverão ser realizadas leituras em situações excepcionais ou caso seja constatada alguma anomalia.

Um formulário padrão para registro de leituras dos instrumentos e análises dos resultados deverá ser elaborado, conforme aprovação da Fiscalização. Um relatório mensal de acompanhamento e análise das leituras dos instrumentos deverá ser elaborado pela equipe de Supervisão de Obras, durante a construção, sendo apresentado à SIUMA. Após o término da obra, caberá à proprietária da obra dar continuidade ao monitoramento e análise da instrumentação. Recomenda-se seguir no monitoramento os procedimentos estabelecidos, no que couber, pelo Manual de Segurança e Inspeção de Barragens (Julho/2002), elaborado pelo Ministério da Integração Nacional.

11.3 Drenagem Superficial

Para a drenagem superficial dos reaterros nas ombreiras deverão ser instaladas sarjetas trapezoidais de concreto simples moldada “in loco”, conforme projeto específico. No caso da ombreira esquerda, a sarjeta inicia com um rebaixo de 0,15 m abaixo do platô de escavação e uma declividade de 2%. Estas sarjetas coletam a água subterrânea dos tubos perfurados de diâmetro 100 mm do colchão drenante com material granular direcionando-a para a drenagem superficial do restante da barragem (Figura 11.9).



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

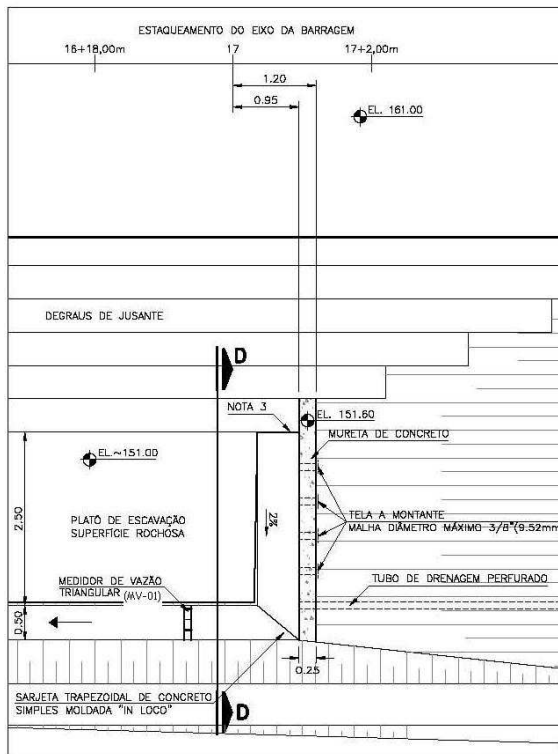


Figura 11.9: Sarjeta trapezoidal de concreto simples moldada "in loco" na base do reaterro da ombreira esquerda

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap11.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

12 PROJETOS DE ACESSOS E ADEQUAÇÃO VIÁRIA

1435-R-PRJ.FIN.01-04_Cap12.docx

Consórcio:

389





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

12 PROJETO DE ACESSOS E ADEQUAÇÃO VIÁRIA

O presente documento objetiva o fornecimento de elementos essenciais à execução das obras das vias de acesso à Barragem do arroio Taquarembó, sendo estas a RS/630 e as vias principais 01 e 02.

12.1 Localização e Acessos

A Barragem do Arroio Taquarembó localiza-se na divisa dos municípios de Dom Pedrito/RS, e Lavras do Sul/RS, na região da Campanha do Estado do Rio Grande do Sul. Geograficamente, está situado entre as coordenadas 30°46'54,6" e 31°04'27,7" de latitude sul, e 54°07'09,3" e 54°36'12,9" de longitude oeste, sobre uma altitude de, aproximadamente, 145 m.

O acesso faz-se a partir da sede municipal de Dom Pedrito partindo do trevo da BR-293 com estrada estadual **RS-630**, percorrendo a distância de 6,7 km, utilizando-se a partir deste ponto a Rodovia Municipal com extensão de 17,5 km, sendo deste ponto até o local das obras executada a implantação do acesso definitivo.

12.2 Estudos Topográficos

12.2.1 Introdução

Os serviços de campo para os Estudos Topográficos objetivam a reprodução no escritório da situação existente e a obtenção de todos os elementos necessários à execução do projeto.

Para o presente projeto, foram utilizados os dados obtidos no levantamento planialtimétrico cadastral realizado pela equipe de topografia própria do consórcio.

12.3 Rodovia RS/630

12.3.1 Projeto Geométrico

O Projeto Geométrico da rodovia RS/630 foi desenvolvido com base nos estudos topográficos. Os dados obtidos no campo foram reproduzidos em plantas, através do desenho de eixo projetado e, em perfil, através do desenho dos trechos existentes nivelados.

A alteração do nível da RS/630 se fez necessário, devido ao projeto da barragem de Taquarembó, onde o nível mínimo da rodovia passou a ser da cota 159,40 metros. A cota média da rodovia existente é de 158,077. A ponte existente na rodovia, sobre o rio Taquarembó, também sofrerá alteração, já que a cota atual está abaixo da cota mínima estipulada.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

A quilometragem inicial do projeto é de referência, e está a 400 metros da cabeceira da ponte sobre o Rio Taquarembó em direção a Dom Pedrito.

O Projeto Geométrico tem as seguintes características básicas:

CLASSE IV A
REGIÃO ondulada
VELOCIDADE DIRETRIZ 40 km/h
LARGURA DA PISTA 6,00m
LARGURA DO ACOSTAMENTO EXTERNO PREVISTO 0,50m
PLATAFORMA DE CORTE 10,00m
PLATAFORMA DE ATERRO 9,00m
RAMPA MÁXIMA 7%
FAIXA DE DOMÍNIO 40,00m

A faixa de domínio existente neste segmento da RS/630 é de 40,00m, e é centralizada em relação ao eixo da pista existente.

12.3.2 Projeto de Terraplenagem

12.3.2.1 *Introdução*

O projeto de terraplenagem tem por objetivo a definição das seções transversais de corte e de aterro, a localização, determinação e distribuição dos volumes estimados de materiais destinados a conformação da via e a especificação dos procedimentos a serem adotados na execução dos serviços.

No desenvolvimento do projeto, foram considerados os seguintes elementos básicos:

Estudos topográficos e projeto geométrico;

Visitas de inspeção ao trecho.

O projeto geométrico forneceu a seção transversal, a diretriz em planta e as ainda cotas do greide.

12.3.2.2 *Diretrizes do Projeto*

O projeto de terraplenagem consistiu, em síntese, no desenvolvimento das seguintes atividades:

Definição das seções transversais-tipo;

Cálculo de volumes.

As seções transversais-tipo foram definidas a partir dos seguintes valores e considerações:

Inclinações de Taludes

Talude de Aterro: 1:1,5 (V : H);

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Talude de corte em solo: 1,5:1 (V : H);

Talude de corte em rocha: 4:1 (V : H);

A plataforma de terraplenagem foi dimensionada de modo a comportar a implantação das seções definidas no Projeto Geométrico.

Os desenhos das seções-tipo de terraplenagem estão apresentados no final deste Volume.

12.3.2.3 Notas de Serviço

As notas de serviço de terraplenagem foram elaboradas através de programa computacional, de acordo com os elementos da seção transversal para cada segmento.

As notas de serviço contêm todos os elementos para as marcações necessárias à execução dos trabalhos de campo, constituídos por afastamentos e cotas de cada ponto característico da seção transversal.

As notas de serviço de terraplenagem estão apresentadas no final deste Volume.

12.3.2.4 Determinação dos Volumes de Terraplenagem

Os volumes de cortes e aterros necessários à implantação do projeto de terraplenagem foram estimados através da soma dos produtos das áreas pela semi-distância entre elas. As áreas a escavar ou a aterrar foram determinadas por meio computacional. Os volumes foram determinados considerando-se as seções teóricas de cortes e aterros.

Na compensação dos volumes de cortes e aterros, foram adotados os seguintes coeficientes de compactação:

Material de 1ª categoria : $V_c/V_a = 1,30$

Material de 2ª categoria : $V_c/V_a = 1,00$

Material de 3ª categoria : $V_c/V_a = 0,80$

Onde V_c/V_a é a relação entre o volume real de corte e o volume geométrico de aterro V_a , sendo V_c o volume necessário para executar V_a .

12.3.2.5 Orientações Básicas para Execução da Terraplenagem

Os aterros serão executados com os materiais dos locais abaixo relacionados:

Remoção da plataforma existente;

Denteamento das saias de aterro existentes;

Cortes;

Ocorrências laterais ao corpo estradal;

Ocorrência fora da faixa de domínio.

No alargamento dos aterros existentes para implantação da nova pista, e tendo em vista a adequação e integração do conjunto, serão feitos dentes nos taludes.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

A cava de remoção deverá ser devidamente preenchida com material selecionado.

Nas camadas inferiores dos aterros (profundidades superiores a 60 cm em relação ao greide de terraplenagem), deverão ser utilizados materiais oriundos das escavações de cortes e rebaixamentos, com índices de suporte e expansões compatíveis com as exigências da geotecnia, para orientação da terraplenagem. A compactação deve ser executada em espessuras sucessivas de 20 cm e atingir o mínimo de 95% do proctor normal.

As camadas superiores dos aterros, incluindo as substituições, compreendidas entre $h = 0$ e $h = 60$ cm, abaixo do greide de terraplenagem, deverão ser executadas com materiais selecionados de cortes e empréstimos que satisfaçam as especificações em relação aos índices de suporte e expansões. A compactação deverá ser por espessuras de 20 cm cada uma, a 100% do proctor normal, para atender às condições de suporte, previstas no Projeto de Pavimentação.

12.3.3 Projeto de Sinalização

12.3.3.1 *Introdução*

O projeto de sinalização segue as Resoluções 599/82, amparadas pelo novo código de trânsito, através da lei nº 9.503, de 23 setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro - CTB e a Resolução Nº160 de 22 de Abril de 2004, que aprova o Anexo II do CTB. Consideramos a Resolução Nº180 de 26 de agosto de 2005 - Volume I do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito.

A implantação do sistema baseou-se no Projeto Geométrico em planta e perfil e, no cadastro e inspeção de campo.

Teve como objetivo:

Regulamentar e disciplinar o uso das vias;

Advertir sobre perigos potenciais; e

Orientar o usuário através de informações úteis e/ou necessárias ao seu deslocamento.

Na sua concepção foram considerados três tipos de sinalização:

Sinalização vertical;

Sinalização horizontal; e

Sinalização por condução ótica.

12.3.3.2 *Sinalização Vertical*

A sinalização vertical é constituída de placas e painéis localizados em pontos laterais à rodovia. A codificação das placas apresentadas no projeto seguiu o Regulamento do CNT, conforme seu Anexo II - Sinalização.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

12.3.3.3 Tipo de Placas

12.3.3.3.1 Placas de regulamentação

As placas de regulamentação têm por finalidade informar sobre as limitações, proibições ou restrições, regulamentando o uso da rodovia.

a) Placa octogonal (PARE)

O fundo é vermelho, revestido com película retrorefletiva tipo II. A borda interna e letras são de cor branca revestidas com película retrorefletiva tipo II, código de cor (1).

b) Placa circular

O fundo é branco revestido com película retrorefletiva tipo II. A orla e diagonal são na cor vermelha com película retrorefletivas tipo II com inscrições ou símbolos pretos não retrorefletivos tipo IV, código (2).

c) Placa retangular composta

Fundo branco revestido com película retrorefletiva tipo II, com legendas pretas não retrorefletivas tipo IV-A, com placa interna circular de Regulamentação com Velocidade Máxima Permitida, código (2).

12.3.3.3.2 Placas de advertência

As placas de advertência têm a função de chamar a atenção dos condutores dos veículos para a existência e natureza de perigos na via ou adjacentes a ela.

a) Placa quadrada

O fundo é amarelo revestido com película retrorefletiva tipo II, com símbolos pretos não retrorefletivos, código (3).

b) Placa retangular

Placa amarela retangular com advertência interna. Consiste numa placa toda refletiva, revestida com película retrorefletiva tipo II, com símbolos e tarja pretos não retrorefletivos tipo IV, código (3a).

12.3.3.3.3 Placas Indicativas

As placas indicativas têm por finalidade indicar as direções e as distâncias das localidades ao longo da via.

a) Placa Retangular (placas de solo)

O fundo é verde pintado com esmalte sintético ou similar, com símbolos, orla e letras brancas revestidas com película retrorefletivas tipo II, código (4 a).

b) Placa Retangular (placas em pórtico ou bandeiras)

O fundo verde é revestido com película retrorefletiva tipo II, com borda interna letras e setas, branco revestido com película retrorefletiva tipo II. Código (4).



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

12.3.3.3.4 Placas educativas

Estas placas têm a função de educar os condutores quanto o comportamento a ser adotado com respeito às particularidades que o trânsito apresenta.

Elas placas terão fundo branco revestido com película retrorefletiva tipo II, com letras e tarja pretas não retrorefletivas, código (6).

12.3.3.3.5 Placas de serviços auxiliares

São utilizadas com o objetivo de indicar aos condutores e pedestres os locais onde eles podem dispor dos serviços indicados.

Terão fundo azul, não refletivo, com tarja, quadro interno, setas e inscrições em branco com película retrorefletiva tipo II, com símbolos pretos, não refletivos película tipo IV. Código (5).

12.3.3.3.6 Marcadores de alinhamento

Além do conjunto de placas relacionado, a sinalização vertical contará com os marcadores de alinhamento. São placas que incrementam a percepção do condutor quanto à mudança no alinhamento horizontal.

Serão formados por fundo preto não retrorefletivo tipo IV, com símbolo amarelo retrorefletivo tipo II, código (3 d).

12.3.3.4 *Material das placas*

12.3.3.4.1 Chapas

As placas serão confeccionadas com chapas retas de ferro galvanizados com cristais minimizados, nº 16 ou 18, lisas e isentas de graxas ou manchas.

12.3.3.4.2 Refletibilidade

A sinalização proposta está subdividida em sinalização semi-refleiva e refletiva. As placas semi-refletivas são placas com o fundo pintado de verde, as refletivas são as placas com fundo revestido com película retrorefletiva e as mensagens com a mesma película.

12.3.3.4.3 Película refletiva

Na retrofletorização das placas, serão utilizadas películas do tipo II (GT - Grau Técnico ou Grau Engenharia). Para as placas aéreas, a película utilizada será tipo II (Grau superengenharia) para letras e fundo.

12.3.3.4.4 Suportes para placas

Os postes serão confeccionados de tubo de aço galvanizado com altura de 4,5 metros.

Consórcio:



395



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

O tipo de suporte metálico a ser utilizado depende da área da placas. O projeto de sinalização prevê os seguintes tipos de suportes metálicos:

Placas até 1 m² - tubo de aço galvanizado com 2" x 3,50m parede 2,00mm;

Placas até 3 m² - tubo de aço galvanizado com 3" X 4,50m parede 3,75mm.

Placas Aéreas - coluna metálica diâmetro 6" parede 6,3mm galvanizadas a fogo com braço reforçado diâmetro de 4" parede 6,3mm.

12.3.3.4.5 Afastamento lateral das placas

Em caso de meio-fio elevado, guarda-corpo ou calçadas, as placas devem ser colocadas a 0,80 m da borda até o alinhamento vertical da placa ou conforme está localizada na planta.

12.3.3.4.6 Altura livre das placas

A altura livre em todos os segmentos deve ser de 2,10 m.

12.3.3.4.7 Letras, tipo e tamanhos

Empregam-se nas inscrições das placas os alfabetos de sinalização rodoviária das séries E(M), adaptados do Standard Alphabets for Highway Signs and Pavement Markings (EUA). Para o emprego das tabelas deverão ser utilizadas letras com altura igual a 150mm, sendo todas as letras maiúsculas.

12.3.3.4.8 Tarjas de contorno da placa

Devem ter todos os cantos arredondados, com 30 mm de largura e estar 20 mm afastadas das extremidades verticais e horizontais.

12.3.4 Projeto de Obras de Arte Especiais

A obra de arte especial prevista neste projeto é a ponte sobre o rio Taquarembó localizada no km 0+400 de referência da RS/630. A ponte existente no local não será aproveitada devido a cota atual está abaixo da cota mínima de cheia.

12.3.5 Projeto de Obras Complementares

12.3.5.1 Introdução

O Projeto de Obras Complementares compreende os seguintes serviços:

Proteção vegetal de taludes e

Defensas.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

12.3.5.2 *Proteção Vegetal*

Para a proteção dos taludes do corpo estradal em material não rochoso, foi previsto o plantio de grama por placas (enleivamento), atendendo às Especificações de Serviço DAER-ES-OC 04/91.

12.3.5.3 *Defensas*

Defensas são dispositivos para atenuar o choque de um veículo desgovernado contra estruturas fixas, ou para evitar a sua saída da plataforma da estrada, sempre que houver perigo de o veículo rolar pelo talude dos aterros.

As defensas serão de chapas perfiladas do tipo semi-maleáveis.

12.4 Via Principal 01 e Via Principal 02

Este item apresenta o Projeto Executivo das Vias Principal 01 e 02 e objetiva o fornecimento de elementos essenciais à execução das obras de terraplenagem, drenagem e pavimentação das vias de acesso à Barragem do arroio Taquarembó.

As peças gráficas do projeto geométrico e planta geral encontram-se no volume referente aos desenhos. As demais informações necessárias ao entendimento e execução do projeto como seções transversais, planilhas de coordenadas, entre outras informações, encontram-se em anexo. Já os quantitativos encontram-se no volume específico a este fim.

12.4.1 Projeto Geométrico

12.4.1.1 *Introdução*

O Projeto Geométrico foi desenvolvido com base nos estudos topográficos. Foram utilizados os diques de barramento dos pontos de fuga do reservatório para a definição das diretrizes de traçado das vias, no sentido de facilitar a drenagem e aproveitar a terraplenagem anteriormente realizada na construção dos diques.

Os dados obtidos foram reproduzidos em plantas através do desenho dos eixos projetados, bordos de pistas e "off-sets" e, em perfil, através do greide de terraplenagem nivelado.

12.4.1.2 *Descrição dos trechos*

12.4.1.2.1 Via Principal 01

O trecho projetado possui uma extensão de 1381,22 m iniciando no final do eixo da Barragem Taquarembó e estendendo-se até a interseção com a estrada vicinal existente.

No início do trecho (km 0+003,64) haverá um estacionamento com vaga para 6 automóveis e espaço para retorno facilitando o acesso ao mirante existente no local.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Para a definição da diretriz de traçado do trecho foi utilizado o caminho precário existente de acesso ao mirante localizado onde está projetada a ombreira esquerda da Barragem do arroio Taquarembó, bem como o eixo do dique de barramento do ponto de fuga 1.

O trecho foi projetado com as seguintes características técnicas:

- ▶ Número de pistas de rolamento: 1;
- ▶ Largura da pista: 7,00 m (2 x 3,50 m);

12.4.1.2.2 Via Principal 02

O trecho projetado possui uma extensão de 3513,19 m iniciando na interseção com a Via Principal 01 e estendendo-se até o final do trecho onde está previsto um cul-de-sac com 25,00 m de raio.

Para a definição do traçado do trecho foram utilizados como pontos de passagem obrigatória os eixos dos diques projetados para barramento dos pontos de fuga 2, 3 e 4.

O trecho foi projetado com as seguintes características técnicas:

- ▶ Número de pistas de rolamento: 1;
- ▶ Largura da pista: 6,00 m (2 x 3,00 m);

Haverá um estreitamento de pista nos trechos correspondentes aos diques de barramento, pois o projeto dos diques prevê 6,00 metros de largura na plataforma. A pista, nesses casos terá 5,00 m (2 x 2,50 m) adicionados a 0,50 m de folga em cada faixa.

A seguir apresentam-se os trechos onde haverá o estreitamento da pista:

Dique 2:

Km 1+772,475 ao km 2+246,525

Dique 3:

Km 2+533,567 ao km 2+707,344

Dique 4:

Km 3+098,116 ao km 3+390,714

12.4.1.2.3 Interseção

A interseção projetada concilia as Vias projetadas 01 e 02 com a concepção de interseção simples em "T". Foi utilizado esse tipo de interseção com o objetivo de reduzir ao máximo os custos de implantação visto que o volume de tráfego local não justifica uma obra de maior complexidade. Maiores detalhes da geometria estão especificados no desenho VIA-GEM-14.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

12.4.2 Projeto de Terraplenagem

Os serviços de terraplenagem constituem-se basicamente de cortes e aterros especificados nos relatórios de volumes.

A execução da terraplenagem deverá seguir as notas de serviço de terraplenagem, onde estão especificadas as cotas e afastamentos que deverão ser respeitadas para o cumprimento do projeto.

Os aterros serão executados com materiais provenientes dos cortes ou de locais sugeridos pela construtora.

Não serão contabilizados os volumes de aterro provenientes dos trechos correspondentes aos diques de barramento, visto que esses volumes já estão contabilizados no projeto dos diques. Portanto, o projeto de terraplenagem diz respeito apenas aos trechos onde não estão previstos diques.

No greide de terraplenagem foi considerado o rebaixamento de 20 cm proveniente do revestimento primário a ser executado.

Não foram levados em consideração eventuais aberturas de caminhos de serviço para a obra da barragem. Portanto, a projetista não se responsabiliza por diferenças no cálculo de volumes nos trechos onde foram executadas terraplenagens posteriores ao levantamento topográfico obtido.

12.4.3 Pavimentação

A camada de pavimentação proposta é um revestimento primário com espessura de 20 cm sobre a camada final de terraplenagem.

O revestimento consiste em uma camada granular, composta por agregados naturais e/ou artificiais, aplicada diretamente sobre o subleito compactado e regularizado, com a função de assegurar condições satisfatórias de tráfego, mesmo sob condições climáticas adversas.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

13 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE NOVOS SERVIÇOS, EQUIPAMENTOS E MATERIAIS PROPOSTOS

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap13.docx

Consórcio:

400





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

13 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE NOVOS SERVIÇOS, EQUIPAMENTOS E MATERIAIS PROPOSTOS

13.1 Utilização de Explosivos para Escavação em Rocha

13.1.1 Responsabilidade e Segurança

Os aspectos relativos à segurança nos desmontes a fogo serão de inteira responsabilidade da Empreiteira e somente serão executados sob a supervisão de pessoal legalmente habilitado e por operários experientes neste tipo de serviço. Nenhum trabalho será iniciado antes da prévia aprovação da Fiscalização e de se ter assegurado a proteção de pessoas, da obra e das propriedades da Secretaria ou de terceiros.

A Empreiteira deverá adequar seus planos de fogo, seguindo o que preconiza a boa técnica, a fim de eliminar ou reduzir a níveis aceitáveis os efeitos nocivos dessas operações, tais como as vibrações geradas no maciço, o ultralancamento de pedras e blocos e os ruídos excessivos na atmosfera. De outra parte, as conformações superficiais dos cortes executados pelos desmontes a fogo deverão atender aos requisitos estabelecidos no Projeto, tanto em relação ao aspecto segurança das estruturas formadas, quanto aos aspectos visuais da obra.

Será de exclusiva responsabilidade da Empreiteira o ressarcimento dos danos causados pelas detonações, bem como os custos derivados de serviços complementares originados por desmontes inadequados.

A escavação a fogo será levada a efeito somente até as profundidades, quantidades e extensões que não possam prejudicar as estruturas e propriedades existentes, limitando ao mínimo possível os danos causados à rocha, fora dos limites de escavação.

A utilização de explosivos nas obras deverá sempre ocorrer de acordo com as leis vigentes e pertinentes ao trabalho contemplado nestas Especificações. Estão incluídos nesta utilização os procedimentos de transporte, armazenamento e carregamento dos furos, bem como o uso dos componentes e acessórios adequados às condicionantes presentes nos locais das detonações. Enfim, todas as orientações emanadas dos órgãos públicos, que têm vinculação com o tipo de operações em pauta (Ministério do Exército, agências ambientais, CREA, etc.), devem ser atendidas em sua plenitude.

13.1.2 Procedimentos Preliminares

A Empreiteira deve submeter para aprovação, no mais tardar um mês antes da primeira detonação, um dossiê contendo:

- nome do técnico e da subcontratada (quando for o caso) responsável pelos planos de fogo e de seu(s) auxiliar (es) nos serviços com explosivos;
- currículo do pessoal envolvido e da contratada em serviços de desmonte a fogo, relacionando as principais obras em que atuaram;
- a lista dos materiais e equipamentos a serem utilizados nos desmontes;
- plano de ataque e desenvolvimento dos desmontes a fogo, com indicação das alternativas para o caso de impossibilidade na implementação das ações previstas;
- plano de monitoramento das vibrações (no solo e no ar) originadas pelas detonações;

Consórcio:



401



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

- características gerais previstas para os planos de fogo (razão de carga, cargas máximas por espera, carga total por fogo, etc.).

Caberá à Fiscalização a aceitação ou não das condições apresentadas pela Empreiteira, podendo exigir que esta conte com a assessoria de uma empresa especializada em obras com explosivos.

13.1.3 Calibração dos Planos de Fogo

A elaboração dos planos de fogo deve fundamentar-se nas condições geológicas presentes, levando em conta o tipo de rocha e sua estruturação no maciço, bem como nas condicionantes técnicas dos locais a desmontar.

Previamente aos desmontes de produção deverão ser realizados testes com explosivos, sobre um volume de 1.000 m³ (mil metros cúbicos) a fim de calibrar os planos de fogo, otimizar seu rendimento e melhor atender aos objetivos previstos, em particular quanto à :

- limitação das vibrações e ultralanchamentos, tal que sejam obedecidos os critérios previstos em projeto;
- desmontes de conformação de taludes (pré-corte, pós-fissuramento);
- compatibilidade dos fogos de produção quanto a dimensão dos blocos detonados, com a natureza dos aterros e possibilidade de reutilização do material removido;
- determinação dos parâmetros Hót (profundidade ótima) e Hcr (profundidade crítica) dos fogos de cratera, quando requeridos.

Um plano de testes será proposto pela empreiteira à Fiscalização que poderá, a seu critério, determinar alterações visando à obtenção de resultados mais adequados. Estas alterações serão discutidas previamente com a Empreiteira no intuito de buscar sempre a concordância entre as partes. Este plano comportará no mínimo:

- testes de pré-corte;
- desmontes de produção com fragmentação; e
- monitoração e controle das vibrações no maciço e no ar.

Os testes propostos deverão fundamentar-se e ter como ponto de partida os parâmetros propostos pela experiência nacional e internacional, fazendo-se os ajustes que se julgarem necessários, tendo em vista as condicionantes locais.

Durante todo o período de testes, a Empreiteira disporá, permanentemente sobre o canteiro de obras, do equipamento de perfuração, de carregamento dos furos com explosivos e de equipamento de transporte para a evacuação dos materiais detonados, além dos equipamentos para permitir a observação dos produtos da fragmentação e dos taludes executados. Adicionalmente, deverão estar disponíveis, em todos os testes, os equipamentos destinados à monitoração das vibrações e da pressão no ar

Em vista dos resultados, a Fiscalização aceitará o(s) plano(s) de fogo submetido(s) a testes, ou solicitará a modificação e a realização de fogos de testes complementares a fim de atender às Especificações. A seu critério e considerando a variabilidade dos meios geológicos, a Fiscalização poderá determinar que as detonações sejam permanentemente monitoradas no que diz respeito às vibrações, durante todo o período dos desmontes em rocha.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

Após a realização da bateria de testes, o Empreiteiro remeterá à Fiscalização um documento contemplando:

- o faseamento e o planejamento previsto para execução das obras, apontando as alterações na concepção proposta na fase preliminar;
- um relatório sobre a bateria de testes contendo as características dos fogos realizados (tipo de explosivo, perfuração, detonação, etc.), bem como os resultados obtidos. Deverá fazer parte deste relatório uma completa documentação fotográfica das diferentes etapas dos desmontes (furação, carregamento, detonação, remoção, conformação resultante, etc.);
- parecer sobre a melhor alternativa de plano de fogo, com base nos resultados obtidos nos testes.

Os planos de fogo típicos, empregados nos testes, devem ser apresentados, mostrando as malhas de acordo com o esquema sugerido na Figura 13.1.

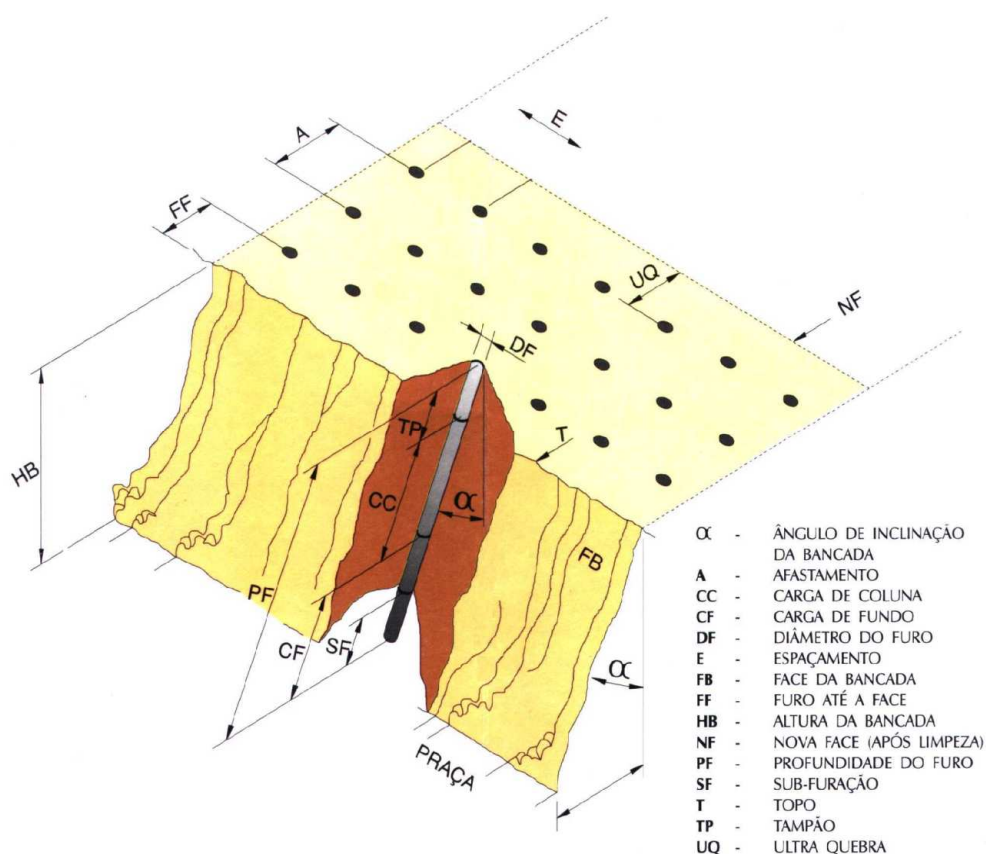


Figura 13.1: Esquema de representação da malha sugerida nos planos de fogo

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap13.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

13.1.4 Tipos de Detonação

13.1.4.1 Fogos em Cratera

O fogo de cratera objetiva fragmentar previamente parte significativa do maciço a escavar na área desejada, deixando, provisoriamente, o material no próprio local. Posteriormente, este material rochoso será removido mecanicamente, sem causar quaisquer movimentos vibratórios nas estruturas próximas.

O fogo de cratera é uma técnica que necessita da determinação experimental de alguns parâmetros básicos, tais como a profundidade ótima de soterramento das cargas explosivas (Hót), a fim de obter o maior volume possível de material fragmentado. Além disso, deve ser determinada, da mesma forma, a profundidade crítica (Hc), que, como a primeira, depende do condicionamento geológico do maciço e do tipo de explosivo utilizado.

Trata-se, portanto, de operação que deve ser cuidadosamente planejada, técnica e cronologicamente, a fim de que os resultados esperados sejam alcançados dentro do cronograma previsto.

Com base nos testes realizados, a Fiscalização aprovará ou não os planos propostos para os fogos em cratera, podendo, neste caso, determinar que novos parâmetros sejam estudados, através de testes complementares.

13.1.4.2 Detonação de Desmonte Lateral

O fogo de desmonte lateral é entendido como sendo aquele em que existem, pelo menos, duas faces livres para deslocamento de material fragmentado (superior e lateral). Sua malha terá parâmetros geométricos (espaçamento, afastamento, diâmetro, etc.) e condições de carregamentos (tipo e quantidade de explosivos e sua distribuição no interior dos furos) derivados dos testes experimentais, mas que não se afastem, significativamente, dos parâmetros do Quadro 13.1 a seguir.

Quadro 13.1: Parâmetros básicos dos planos de fogo

Parâmetros	Limites	Observações
Diâmetro do furo (D)	$D \text{ (cm)} = H \text{ (cm)} / 120$	--
	$D \text{ (in)} = H \text{ (ft)} / 10$	
Afastamento (A)	A = 20 a 45 D	Faixa ideal: A = 25 a 35 D
	$A = H / 2$	--
Espaçamento (E)	E = 1 a 1,8 A	Bons resultados: E = 1,25 A
Altura da Bancada (H)	H = 2 a 5 A	Usual: H = 2 A
	$H \geq 40 D$	
Subfuração (Sf)	$Sf = 0,2 \text{ a } 0,5 A$	Preferencial: Sf = 0,25 A
Tamponamento (T)	0,67 a 2 A	--
Retardos (r)	10 a 16 ms / m de A	--
Número de Fileiras (Nf)	Nf = 4 a 6	--
Separação das Cargas no Furo (Td)	Td = 6 D	--

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap13.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

O Quadro 13.1 fornece parâmetros normativos para a elaboração dos planos de fogo, salientando-se que o uso de parâmetros fora dos limites indicados deve ser detalhadamente justificado.

LEGENDA:

- D = diâmetro do furo;
- H = altura da bancada;
- A = afastamento efetivo entre fileiras de furos;
- E = espaçamento efetivo entre furos numa mesma fileira;
- Sf = comprimento da sub-furação;
- T = comprimento do tampão;
- Td = espaçamento entre cargas dentro do furo;
- RC = razão de carga;
- CME = carga máxima por espera;
- CF = carga de fundo;
- CC = carga de coluna;
- r = tempo de retardo entre cargas detonadas;
- Nf = número de fileiras de furos;
- CP = cálculo prejudicado.

Deverá, ainda, haver uma perfeita integração entre as atividades de detonação e de terraplenagem, de tal forma que um fogo de desmonte lateral seja executado apenas quando a remoção do material detonado do fogo precedente estiver concluída.

No caso onde um mau desprendimento do pé do corte seja constatado, este será eliminado especificamente por um fogo seletivo ou com rompedores mecânicos.

13.1.4.3 Fogos de Conformação ou de Pré-Cortes de Taludes

Os fogos para obtenção dos taludes finais, definidos em projeto, serão executados através de uma ou mais das seguintes modalidades: *pré-fissuramento*, *fogo cuidadoso* e *perfuração em linha*. Em todas essas modalidades, a perfuração de taludes inclinados deverá ser executada com utilização de gabaritos de madeira e prumos a fim de garantir a inclinação e a direção requeridas. Serão admitidos desvios máximos de 1,50 cm/m para a perfuração.

Como ponto inicial, sugere-se a seguinte configuração para a linha de pré ou pós-fissuramento (Quadro 13.2).

Deve-se evitar concentrações pontuais das cargas explosivas, fazendo-se uma distribuição uniforme ao longo do furo.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

Quadro 13.2: Configuração sugerida para a linha de pré ou pós-fissuramento

Diâmetro do Furo (mm)	Diâmetro de Carga (mm)	Razão de Carga* (kg/m)	Espaçamento (m)	Afastamento (m)	Observações
37	17	0,12	0,6	0,9	Recomendação inicial
30	11	0,07	0,5	0,7	

* Baseado no explosivo Dynamex B da NITRO NOBEL (carga por unidade de comprimento linear).

O Quadro 13.2 acima é meramente indicativa da necessidade de utilizar furos de pequeno diâmetro, com espaçamentos bastante reduzidos (fogo escultural). Salienta-se que a utilização de diâmetros maiores somente poderá ser realizada mediante testes prévios que assegurem bom resultado; porém, a experiência relatada na literatura e advinda de outras obras mostra que quanto maior o diâmetro utilizado pior o aspecto do acabamento final do talude.

A Empreiteira poderá fazer uso de explosivos com densidade baixa, se assim julgar necessário, para fazer frente a compatibilização de equipamentos disponíveis. De qualquer sorte, dever-se-á considerar o fraturamento do maciço, que certamente influenciará o processo de desmonte escultural. Esta alternativa, porém, somente poderá ser aplicada após a aprovação da Fiscalização.

A escolha do método mais adequado de fogo de acabamento será função de testes experimentais que deverão ser previamente realizados pela Empreiteira, com aprovação da Fiscalização.

A qualidade do pré ou pós-corte depende da qualidade da perfuração. A Empreiteira deverá tomar todas as disposições necessárias para evitar a fissuração ou a desagregação do terreno além do paramento definitivo.

O pré ou pós-corte será realizado sobre os taludes de altura superior a 4 m com um explosivo uniformemente repartido (ex.: cordel detonante). A altura das camadas de perfuração do pré ou pós-corte não excederá 12 m.

A tolerância de desvio das perfurações não deverá ser superior a 1,5 cm/m de perfuração. A Empreiteira proporá equipamentos específicos de perfuração, que respeitem as normas de perfuração.

Os fogos de pré-corte serão realizados antes dos fogos de desmonte lateral ou dos fogos crateras, com um avanço máximo de 10 m.

13.1.5 Demarcação dos Locais de Detonação

A Empreiteira procederá ao levantamento topográfico das seções (perfis) transversais do terreno:

- ao final das operações de terraplenagem e antes das primeiras perfurações para os fogos de fraturamento;
- antes da perfuração de cada camada de pré-corte, e a cada vez que isto seja necessário para precisar (detalhar) o faseamento dos fogos.

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap13.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Os locais das perfurações serão materializados no campo, a fim de permitir ao mineiro traçar com precisão o seu plano de fogo.

13.1.6 Qualidade e Acompanhamento da Perfuração

Previamente à perfuração e após o traçado do plano de perfuração pelo mineiro, a Empreiteira procederá ao levantamento topográfico das coordenadas e planialtimetria do conjunto dos pontos de perfuração.

A caderneta de campo dos locais perfurados será remetida à Fiscalização antes do início das perfurações. Este documento indicará, para o local de cada perfuração: a cota da plataforma a executar e a sobreprofundidade da perfuração em relação a esta cota;

Os equipamentos de perfuração serão obrigatoriamente equipados de instrumentos que permitam medir a profundidade;

As observações relativas à perfuração serão anotadas pelo sondador da Empreiteira sobre uma ficha de acompanhamento de perfuração, a qual será remetida à Fiscalização antes de cada fogo, e antes de se proceder às operações de carregamento com explosivos.

13.1.7 Explosivos

13.1.7.1 *Generalidades*

A Empreiteira deverá obter das autoridades competentes as necessárias autorizações de compra, transporte, utilização e armazenamento dos explosivos.

13.1.7.2 *Qualidade*

A Fiscalização poderá estabelecer exigências quanto à qualidade dos explosivos e dos acessórios utilizados nas explosões. A Empreiteira deverá substituir por material com características aceitáveis, às suas expensas, o material julgado inadequado, a critério da Fiscalização. Explosivos deteriorados ou com prazos prescritos serão destruídos, conforme as exigências das normas oficiais, que regem o assunto.

13.1.7.3 *Transporte e Armazenamento*

O transporte e o armazenamento de explosivos deverão ser efetuados e supervisionados por pessoa de comprovada experiência neste tipo de atividade e após permissão das autoridades pertinentes. As espoletas e os detonadores, de qualquer classe, não deverão ser transportados ou armazenados nos mesmos veículos ou lugares em que se transportem ou estoquem os explosivos.

Os depósitos para armazenamento de explosivos deverão ser construídos conforme as exigências aplicáveis das correspondentes normas oficiais e serão localizados longe do canteiro de obras e do acampamento, sendo devidamente fiscalizados e guardados, pela Empreiteira.

Apenas o pessoal autorizado terá acesso ao depósito de explosivos, que deverá ter o necessário serviço de guarda e segurança.

A Empreiteira terá sempre registros atualizados dos estoques, com as entradas e saídas de material e indicações dos locais onde foram empregados os explosivos.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

13.1.7.4 Manuseio

O manuseio de explosivos, antes e durante as operações de detonação, será somente realizado sob supervisão de pessoal experimentado e qualificado.

Danos a terceiros ou às suas propriedades, decorrentes da utilização imprópria de explosivos, serão da inteira responsabilidade da Empreiteira.

Dependendo das circunstâncias, a critério da Fiscalização, a Empreiteira deverá utilizar dispositivos de proteção, como malhas de aço, lastros, fogo controlado ou outros meios adequados, de modo a reduzir os efeitos das detonações, evitar acidentes e eliminar as possibilidades de danos às instalações e serviços.

O esquema de alarme sonoro e visual compatível com os padrões de segurança exigidos e as consequências de eventuais acidentes serão da inteira responsabilidade da Empreiteira. Os dispositivos de alarme serão aprovados previamente pela Fiscalização.

13.1.7.5 Enchimento dos Furos de Detonação

O enchimento dos furos de detonação será executado com pedregulhos de granulometria 2/6 ou 6/10 mm compreendido entre 2/4 e 6/10 mm, nos seguintes casos:

- furos de conformação dos taludes;
- em qualquer caso onde a poeira de perfuração (*cuttings*) seja úmida ou constituída em sua maioria por materiais muito finos;
- se houver necessidade de melhoria do rendimento dos fogos para reduzir a porcentagem de blocos;
- para melhorar a segurança contra o ultralçamento de pedras e blocos.

13.1.7.6 Modo e Sistema de Detonação

A detonação será obrigatoriamente realizada do fundo para a superfície da perfuração.

A Empreiteira proporá à Fiscalização dispositivos e seqüências de detonação cuidadosamente otimizados, para obter um bom rendimento dos fogos, visando particularmente:

- a redução dos danos no maciço remanescente;
- uma boa fragmentação dos materiais a escavar ;
- uma redução das vibrações no meio ambiente.

Caso a Empreiteira utilize o modo de detonação de fogo seqüencial, devem ser respeitados os parâmetros apresentados na Tabela 1, no que diz respeito aos retardos entre as detonações sucessivas.

13.1.7.7 Acompanhamento e Controle dos Fogos

A Empreiteira submeterá para aprovação junto à Fiscalização, com 48 (quarenta e oito) horas de antecedência antes da primeira detonação, um plano de fogo final que deverá conter, no mínimo, as seguintes informações:

- malha de furo a detonar com os respectivos diâmetros, espaçamento, afastamento e profundidade;



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

- local e coordenadas planialtimétricas de cada furo e horário previsto para as explosões;
- tipo, razão de carga, carga máxima por espera e distribuição dos explosivos no interior dos furos;
- a quantidade total de explosivos;
- tipo de material de enchimento de cada perfuração, com suas respectivas profundidades;
- o método de detonação e o tipo de detonador de cada explosivo;
- em caso de utilização de explosivo seqüencial, a conexão das diferentes linhas e um plano de retardo efetivo das cargas.

Após cada fogo, os resultados do controle de vibrações serão entregues à Fiscalização, na forma de Relatório tamanho A4, contendo todas as informações úteis relativas ao fogo realizado (corte dos taludes, resultados obtidos, etc.).

À medida que a escavação se aproximar dos limites finais, os planos de fogo serão modificados para preservar a integridade da superfície final a ser atingida. As explosões não deverão causar trincas ou alterar de qualquer modo as superfícies finais, para que elas não se tornem impróprias para utilização. A aprovação do plano de fogo pela Fiscalização não desobrigará a Empreiteira das responsabilidades descritas no item 15.1.1 desta Especificação.

A qualquer momento a Fiscalização pode suspender os serviços com explosivos ou solicitar à Empreiteira uma modificação no plano de fogo, caso os objetivos definidos quando da bateria de testes não sejam atingidos.

13.1.8 Controle das Vibrações

A medição e a análise das vibrações, nas situações em que forem pertinentes, implica na utilização de um conjunto de medidas que compreendem :

- a detecção;
- a transmissão;
- o armazenamento dos sinais vibratórios;
- o tratamento e a impressão dos resultados.

Antes dos primeiros fogos, a Empreiteira deverá submeter à Fiscalização para aprovação, as características dos aparelhos e métodos de medição que ele planeja colocar em serviço para o controle das vibrações, bem como um plano de localização dos sensores, nas diferentes posições dos desmontes.

O posicionamento dos detectores levará em conta as particularidades das obras a supervisionar e, principalmente, a estruturação do maciço rochoso. Cada posição de detector será levantada planialtimetricamente (coordenadas e cotas) pela Empreiteira.

As informações coletadas por meio de registradores serão armazenadas em sua totalidade sob a forma numérica e gráfica e transmitidas à Fiscalização após cada fogo.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

13.1.9 Medição e Pagamento

13.1.9.1 *Uso de Explosivos*

Nenhuma medição será feita quanto ao emprego de explosivos, em virtude de sua utilização já estar incluída nos serviços em que seja indispensável o seu uso.

Nenhum pagamento será feito à Empreiteira pelo emprego de explosivos. Sua utilização e as despesas necessárias para as operações com explosivos deverão estar incluídas nos preços unitários de escavação de material de 3ª categoria.

13.1.9.2 *Conformação dos Taludes (Fogos de Contorno)*

Pré ou pós-corte dos taludes ou fogos de contorno são aqueles destinados à obtenção das paredes finais de escavação.

A medição será feita considerando-se a área plana indicada para a perfuração, adequadamente perfurada, conforme indicado no Projeto.

O pagamento será feito pelo preço unitário correspondente às Planilhas de Orçamento de Obras e representa a compensação integral pela execução do preparo do terreno, instalação de gabaritos, perfuração, fornecimento, carga e detonação dos explosivos e tudo o mais relacionado com o item, conforme estabelecido nestas Especificações.

13.2 Concreto Convencional Vibrado – CCV

13.2.1 Generalidades

Os trabalhos, aqui designados como obras em concreto, englobarão uma série de atividades que deverão, antes mesmo de serem iniciadas, terem sua programação de execução efetivamente aprovada dentro da Programação Geral das Obras.

O concreto será composto de cimento pozolânico ou Portland comum, areia, agregado graúdo e água. Poderá conter ainda cinzas volantes e/ou aditivos, destinados a garantir-lhe propriedades específicas.

O CONTRATADO providenciará, com a devida antecedência, a confecção dos traços que pretenderá usar na obra.

Esses traços, determinados tendo em vista o material disponível e a finalidade de utilização do concreto, poderão ser modificados, sempre que a FISCALIZAÇÃO julgar necessário para preservação da segurança, economia e qualidade das estruturas em execução.

Os concretos executados deverão ater-se às dosagens aprovadas pela FISCALIZAÇÃO, bem como utilizar em sua preparação materiais aprovados na forma em que for determinada. A FISCALIZAÇÃO acompanhará inclusive a coleta de amostras a serem ensaiadas, o correto emprego dos materiais e os resultados obtidos no Canteiro de Obras, quanto à qualidade do concreto em elaboração.

De uma forma geral, a execução do concreto será acompanhada em todas as suas etapas e nenhuma operação de lançamento poderá ser efetuada sem a prévia liberação das formas e/ou armaduras e sem que a FISCALIZAÇÃO se encontre presente no local e hora em que a mesma se realize.

Consórcio:

410





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

13.2.2 Materiais

13.2.2.1 *Cimento*

O cimento atenderá às exigências da Norma NBR 5736 no caso de cimento pozolânico, e da NBR 5732 no caso de cimento Portland comum. O CONTRATADO escolherá a marca e o fornecedor do cimento, sujeito, porém, à aprovação da FISCALIZAÇÃO, que poderá decidir por indicar a fonte e o modo de fornecimento do material.

Preferencialmente deverá ser utilizado cimento Portland pozolânico, principalmente no concreto hidráulico e de proteção de paramentos expostos, definidos mais adiante.

O CONTRATADO fornecerá à FISCALIZAÇÃO, antes e durante a execução das obras, quando for solicitado, amostra do cimento para fins de realização dos ensaios de comprovação e de continuidade das características exigidas.

O cimento poderá ser fornecido a granel ou em sacos de papel de 5 (cinco) folhas, com a procedência claramente indicada, não se aceitando sacos rasgados ou molhados.

O cimento ensacado será armazenado em pilhas de no máximo 10 (dez) sacos superpostos, os quais não poderão estar em contato direto com o piso.

O cimento recebido será estocado em silos ou armazéns secos, estanques e ventilados, e de modo que se possa facilmente identificar a data de chegada de cada partida. A utilização do cimento far-se-á pela ordem cronológica de seu recebimento.

Os silos aonde o cimento vier a ser estocado deverão ser esvaziados e limpos uma vez em cada 4 (quatro) meses, ou em tempo menor, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Todo o cimento será fornecido pelo CONTRATADO. Cada lote deverá ser amostrado e ensaiado pelo fabricante na fonte de suprimento, conforme exigências destas Especificações, a expensas do CONTRATADO.

13.2.2.2 *Aditivos*

Em condições particulares de trabalho, poderão ser acrescentados aditivos, mediante determinação expressa da FISCALIZAÇÃO, ou para atender solicitação do CONTRATADO, desde que aprovada.

Os aditivos deverão ser fornecidos por fabricante idôneo que garanta qualidades invariáveis para o produto, independente de partida ou embalagem.

Os aditivos poderão ser: plastificante, incorporador de ar, retardador de pega, acelerador de pega e expansor. Serão usados nas proporções e segundo as recomendações do fabricante ou a critério da FISCALIZAÇÃO, e sua utilização deverá limitar-se às áreas determinadas a critério pela FISCALIZAÇÃO.

Nenhum aditivo poderá ser usado sem antes ter tido seu efeito testado no laboratório da obra.

13.2.2.3 *Água*

Antes de seu emprego, a água deverá ser testada em laboratório, quanto à sua adequação para utilização na mistura. A água de mistura do concreto, da argamassa, das caldas, de cura do concreto e de lavagem dos agregados, deverá estar fresca e isenta de quantidades nocivas de silte, matéria orgânica, óleos, ácidos, álcalis, sais ou outras impurezas. Presume-



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

se que as águas potáveis possam ser usadas sem restrições, salvo quando mostrado de outra forma através de testes.

A turbidez máxima tolerada será de 2.000 miligramas por litro.

Salvo quando determinado de outra forma pela FISCALIZAÇÃO, a água não deverá conter mais de 2.000 miligramas por litro de cloretos nem mais de 2.000 miligramas por litro de sulfatos, expressos em termos de Cl⁻ e S04, respectivamente.

13.2.2.4 Agregados

13.2.2.4.1 Generalidades

Todos os agregados empregados na produção do concreto deverão satisfazer às exigências das Especificações NBR-7211 da ABNT e as presentes Especificações. As fontes de agregados deverão ser aprovadas pela FISCALIZAÇÃO, não devendo entretanto, referida aprovação ser admitida como a aprovação de todos os materiais retirados de tal fonte, sendo o CONTRATADO responsável pela qualidade de tais materiais, de acordo com as presentes especificações.

Caso seja decidida a exploração pelo CONTRATADO, o estudo das instalações de britagem, seleção e lavagem, deverá ser feito de modo a obter-se certa elasticidade na produção, devendo prever-se a possibilidade de rebitagem ou classificação de qualquer faixa granulométrica de material.

Caso seja decidida a aquisição em outras fontes produtoras, as condições e instalações da fonte fornecedora estarão sujeitas à aprovação pela FISCALIZAÇÃO. A aprovação da FISCALIZAÇÃO das instalações de tal fonte, e dos materiais a serem adquiridos, não exime o CONTRATADO de suas responsabilidades quanto às condições de qualidade do material, de acordo com o fixado nestas especificações, nem no que se refere a atrasos no CRONOGRAMA, decorrentes de fornecimento insuficiente ou não uniforme desses materiais.

13.2.2.4.2 Agregados Graúdos

Os agregados graúdos serão obtidos por britagem e classificação de rocha sã ou cascalho.

Os agregados graúdos consistem de fragmentos duros, densos, duráveis e limpos, de forma esférica, cúbica ou angular, não devendo a percentagem de grãos lamelares ultrapassar a 25% (vinte e cinco por cento) em peso, em face ao efeito nocivo destes grãos.

Os agregados graúdos serão classificados em dois grupos, de acordo com suas faixas granulométricas, cujos limites se apresentam na tabela a seguir.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

PENEIRAS DE MALHAS QUADRADAS ABERTURA NOMINAL		PERCENTAGEM RETIDA E ACUMULADA EM PESO	
mm	POLEGADAS OU Nº	AGREGADO 1 (4,8 – 19,1) (mm)	AGREGADO 2 (19,1 – 38) (mm)
178	7		
152	6		
102	4		
76	3		
51	2		0
38	1 1/2		0 – 10
25,4	1	0	55 – 80
19,1	3/4	0 – 10	90 – 100
9,5	3/8	45 - 80	95 – 100
4,8	nº 4	90 – 100	
2,4	nº 8	95-100	

A CONTRATADA informará a FISCALIZAÇÃO quais as proporções em que os agregados 1 e 2 serão misturados para cada classe ou traço de concreto. À FISCALIZAÇÃO caberá aprovar a proporção sugerida ou apresentar outra para ser usada na confecção do concreto.

As percentagens máximas dos materiais deletérios no agregado graúdo, quando da entrada do agregado na betoneira, determinadas pelos ensaios especificados, não devem ultrapassar as percentagens especificadas a seguir.

MATERIAL DELETERIO	ESPECIFICAÇÕES DOS ENSAIOS	PERCENTAGEM EM PESO
Torrões de Argila	NBR-7218 da ABNT, ou C-142 da ASTM	0,5
Material Leve	C-123 da ASTM	2
Material passando na peneira n.º 200	NBR-7219 da ASNT, ou C-117	1
Total de outros materiais deletérios como álcalis, micas, grãos revestidos de impurezas e partículas moles, determinados por análise petrográfica.	C-295 da ASTM	1

A soma das percentagens de todos os materiais deletérios para qualquer dimensão de agregado, quando da entrada na betoneira, não deverá exceder a três por cento, em peso.

13.2.2.4.3 Agregado Miúdo

Os agregados miúdos poderão ser areias naturais ou misturas de areia natural com areia artificial, obtidas através de britagem e beneficiamento de rochas.

Os agregados miúdos deverão ser de boa qualidade e isentos de impurezas.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

A FISCALIZAÇÃO poderá realizar tantos ensaios de determinação da umidade da areia quantos julgar necessários, determinando para cada ensaio a correção a ser feita na quantidade de água a ser adicionada para o amassamento do concreto.

O CONTRATADO deverá submeter à aprovação da FISCALIZAÇÃO, após o primeiro mês de operação das instalações, uma granulometria fixa para o agregado miúdo. Aprovada essa granulometria, quando da entrada do agregado na betoneira, a percentagem retida nas peneiras individuais não poderá afastar-se em mais de três por cento da granulometria fixada. Essa granulometria deverá cair dentro dos limites indicados a seguir:

PENEIRAS DE MALHAS QUADRADAS ABERTURA NOMINAL		PERCENTAGEM RETIDA E ACUMULADA EM PESO	
mm	POLEGADAS OU N.º	MÍNIMO	MÁXIMO
9,5	3/8	0	0
4,8	nº 4	0	5
2,4	nº 8	0	20
1,2	nº 16	15	50
0,6	nº 30	40	75
0,3	nº 50	70	90
0,15	nº 100	90	98

O módulo de finura será determinado dividindo-se por 100 a soma das percentagens retidas e acumuladas, nas peneiras nos 4, 8, 16, 30, 50 e 100.

Além das faixas granulométricas especificadas, o agregado miúdo entregue na betoneira deverá ter um módulo de finura não inferior a 2,15 nem superior a 3,38.

Areias com módulos de finura fora dos limites especificados deverão ser submetidas a ensaios especiais e não deverão ser usadas sem prévia aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Se o módulo de finura variar mais do que 0,20 do valor médio admitido no estudo de dosagem do concreto, será estudada nova dosagem.

A granulometria da areia artificial destinada à correção da granulometria da areia natural deverá, em princípio, situar-se dentro dos limites indicados a seguir, podendo esses limites sofrer algumas alterações, como decorrência da granulometria da areia natural utilizada.

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap13.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

PENEIRAS DE MALHAS QUADRADAS ABERTURA NOMINAL		PERCENTAGEM RETIDA E ACUMULADA EM PESO	
mm	POLEGADAS OU N.º	MÍNIMO	MÁXIMO
9,5	3/8	0	0
4,8	nº 4	5	12
2,4	nº 8	35	55
1,2	nº 16	60	90
0,6	nº 30	90	95
0,3	nº 50	95	100
0,15	nº 100	97	100

As percentagens máximas de materiais deletérios na areia natural, quando da entrada do agregado na betoneira e determinadas pelos ensaios especificados, não devem ultrapassar as percentagens indicadas na tabela a seguir.

MATERIAL DELETÉRIO	ESPECIFICAÇÕES DOS ENSAIOS	PERCENTAGEM EM PESO
Torrões de Argila	NBR-7218 da ABNT, ou C-142 da ASTM	1
Material Leve	C-123 da ASTM	2
Material passando na peneira n.º 200	NBR-7219 da ABNT, ou C-117 da ASTM	3
Total de outros materiais deletérios como álcalis, micas, grãos revestidos de impurezas e partículas moles, determinados por análise petrográfica.	C-295 da ASTM	2

A soma das percentagens de todos os materiais deletérios no agregado miúdo, quando da entrada na betoneira, não deverá exceder 5% (cinco por cento) em peso.

13.2.2.4.4 Estocagem dos Agregados

Os agregados serão estocados em pilhas, de acordo com suas características e dimensões nominais. As pilhas serão construídas de forma a evitar a segregação, mistura com outro tipo de agregado, contaminação por poeira ou outros materiais estranhos. Além disso, as pilhas deverão ser providas de sistema de drenagem adequado, que evite o acúmulo de água.

13.2.3 Preparação

13.2.3.1 *Dosagem*

As proporções dos componentes serão determinadas por laboratório de controle idôneo, e aprovadas pela FISCALIZAÇÃO, antes e durante o andamento das obras. As quantidades estabelecidas de cimento, agregados miúdos e graúdos (esse em cada tamanho nominal)

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap13.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

deverão ser determinadas por pesagem automática. A quantidade de água poderá ser determinada tanto por pesagem, como por medição volumétrica.

A consistência obtida em função de água deverá ser adequada e permanecer uniforme, de betonada para betonada.

Em nenhum caso será permitida a adição de água para compensar o pré-endurecimento do concreto antes ou depois do lançamento.

Se for utilizado o cimento em sacos, os traços de concreto poderão ser proporcionados tomando-se por base números inteiros de sacos de cimento, não sendo permitido o seu fracionamento, a não ser que seja adotada a pesagem do cimento.

O método de dosagem deverá permitir um imediato ajustamento para levar em conta as variações de umidade dos agregados e eventuais variações a introduzir na composição da mistura.

O cimento deverá ser pesado em dosador próprio e será mantido separado dos agregados, até que os componentes da mistura sejam descarregados nos dosadores.

Todas as instalações de dosagem devem ser visíveis ao operador, e todos os indicadores de pesagem devem ser protegidos contra vibração e outros movimentos, de modo que a precisão das quantidades medidas de material não seja prejudicada.

O equipamento de dosagem deverá ser construído e operado de tal modo que a imprecisão total na dosagem dos materiais não exceda a:

- 1% para água e cimento;
- 2% para qualquer tipo de agregado; e
- 1,5% para o total de agregado em qualquer traço.

Antes do início da operação dos equipamentos de dosagem, mensalmente, ou quando, a critério da FISCALIZAÇÃO, se mostrar necessário, o CONTRATADO fará provas de verificação de cada equipamento de dosagem, na presença da FISCALIZAÇÃO. Todos os testes dos equipamentos que se façam necessários serão feitos às expensas do CONTRATADO, o qual deverá providenciar as peças padrão ou qualquer outro equipamento auxiliar requerido.

Os depósitos de aditivos para o concreto deverão ter a capacidade suficiente para medir de uma só vez a quantidade total de solução diluída, requerida em cada traço, e mantidos limpos e em boas condições de operação. As dosagens de aditivos não deverão variar das requeridas em porcentagens superiores a 5%.

13.2.3.2 Mistura

O Concreto deverá ser misturado completamente até ficar com aparência uniforme e com todos os componentes igualmente distribuídos. Apesar disso, não será aceita a mistura do concreto por tempo excessivo, capaz de ocasionar alteração na Consistência do mesmo.

A seqüência de introdução dos componentes na betoneira deverá ser determinada na obra, objetivando com isto mais eficiência e possibilitando os ajustes necessários. A betoneira não deverá ser carregada além da capacidade recomendada pelo fabricante. Por outro lado só deverá ser operada na velocidade adequada.

Caminhões-betoneira serão permitidos desde que assegurem a uniformidade da massa, no que se refere à consistência e à granulometria. Procurar-se-á evitar a perda excessiva de

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

água por evaporação, sendo permitida uma redução de no máximo 1" (uma), no abatimento do ensaio de consistência no cone de Abrams, para o percurso do concreto da betoneira ao local de lançamento. Serão recusadas as cargas de concreto mantidas em betoneiras imóveis, por tanto tempo que seja necessário adicionar água para permitir o lançamento.

As betoneiras deverão ser mantidas limpas e livres de incrustações de concreto. Qualquer betoneira que, em qualquer tempo, produzir concreto insatisfatório deverá ser paralisada até ser convenientemente reparada ou substituída.

13.2.4 Lançamento do Concreto

13.2.4.1 *Transporte*

Os métodos, equipamentos e o tempo de transporte deverão ser tais que evitem a segregação dos agregados ou variações em relação ao trabalho da mistura. As betoneiras descarregarão diretamente nas caçambas de transporte, devendo esta ter capacidade múltipla daquelas.

13.2.4.2 *Colocação*

O CONTRATADO deverá comunicar previamente à FISCALIZAÇÃO o início de qualquer operação de concretagem, que só poderá ser executada após sua aprovação. O CONTRATADO não poderá iniciar a concretagem sem que previamente a FISCALIZAÇÃO tenha procedido à verificação da colocação das formas, armaduras ou dispositivos embutidos, ao levantamento dos perfis para a medição dos volumes a colocar, ao exame das superfícies das juntas de concretagem, à inspeção da rocha de fundação e à vistoria das superfícies e resistências das formas, para o que, deverá ser avisada com a necessária antecedência.

O concreto deverá ser lançado da menor altura praticável, diretamente sobre sua posição final e não deverá ser empurrado lateralmente de modo a causar a segregação dos agregados. Os métodos e equipamentos empregados deverão ser previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

A colocação do concreto em cada concretagem deverá ser contínua e conduzida de forma a não haver interrupções superiores a 2 horas, no caso de a temperatura ambiente ser de 24°C ou inferior. Este limite máximo de interrupção deverá ser reduzido a critérios da FISCALIZAÇÃO no caso de temperaturas elevadas.

A colocação de concreto deverá ser interrompida durante a ocorrência de chuvas que venham a alterar o fator água: cimento do concreto em colocação.

Se, por qualquer motivo, for necessário interromper a colocação do concreto, em qualquer ponto, por tempo superior ao indicado, a concretagem deverá ser interrompida, estabelecendo-se uma junta fria, que deverá ser tratada como uma junta de concretagem. Em qualquer caso, não se poderá concretar sobre ou contiguamente a uma camada em início de pega.

13.2.4.3 *Vibração do Concreto*

O concreto deverá ser adensado por vibração após o seu lançamento, de modo que se obtenha a máxima densidade praticável e que o mesmo se molde perfeitamente às superfícies das formas e das juntas de concretagem, evitando-se a criação de bolsões de agregado graúdo e bolhas de ar. Serão utilizados vibradores de imersão.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Na consolidação de cada camada, o vibrador deverá ser mantido na posição próxima da vertical e operado de maneira metódica, mantendo espaçamento entre os pontos de vibração, de modo a garantir que nenhuma porção de concreto fique sem vibração.

O vibrador deverá ser conduzido de modo a revibrar a camada de concreto fresco, anteriormente colocada, devendo penetrar na mesma, cerca de 15 cm. Não poderá ser lançada nova camada de concreto antes que a camada anterior tenha sido vibrada de acordo com o especificado.

Os vibradores poderão ser elétricos ou pneumáticos com potência e capacidade suficientes para vibrar o concreto efetiva e rapidamente e deverão operar em frequência mínima de 6.000 rpm quando imersos no concreto. A vibração deverá continuar até que apareça a nata na superfície e que as bolhas de ar tenham parado de subir, momento em que o vibrador deverá ser retirado e mudado de posição.

Haverá no mínimo 2 (dois) vibradores funcionando em cada frente de concretagem da barragem.

13.2.4.4 Juntas de Concretagem

A superfície das juntas de concretagem deverá ser lavada a jato de água e ar comprimido, removendo-se a nata de cimento e todo o material solto, de modo a tornar a superfície rugosa e apta a ligar-se à camada seguinte. Essa lavagem deverá ser feita logo após o enrijecimento do concreto, mas antes que ele se torne tão duro que não permita a limpeza por lavagem; de 4 a 8 horas após a concretagem, a critério da FISCALIZAÇÃO, dependendo da temperatura ambiente e de outros fatores que afetem o endurecimento do concreto.

Deverão ser adotadas as disposições necessárias para que o pessoal da limpeza não destrua a ligação entre os materiais de concreto fresco por excessiva lavagem ou por ações mecânicas.

Imediatamente antes do lançamento de novo concreto, sobre a junta de concretagem, deverá ser repetida a operação de lavagem de modo a retirar o material solto e as impurezas porventura existentes.

A critério da FISCALIZAÇÃO, caso a rugosidade da superfície da junta não for satisfatória para garantir a aderência do novo concreto, a lavagem final será executada por um tratamento da junta com jato de areia ou apicoamento.

13.2.5 Proteção e Cura do Concreto

A superfície do concreto endurecido será protegida adequadamente contra a ação nociva do sol, da chuva, de águas em movimento, do vento e de agentes mecânicos, e será mantida umedecida até, pelo menos, 10 (dez) dias após o lançamento.

A água usada para cura deverá atender às mesmas exigências referentes à água de amassamento, devendo a rega ser feita continuamente em toda a superfície.

As formas de madeira que permaneçam no local deverão também ser mantidas saturadas de água até o final da cura ou sua retirada, para evitar a abertura de juntas e o conseqüente ressecamento local do concreto.

A cura das superfícies das juntas de concretagem deverá ser mantida até que nova camada seja colocada ou que se complete o tempo de cura exigido.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

As superfícies horizontais deverão ser submersas ou mantidas úmidas mediante sua cobertura com algum material conservado saturado de água (areia ou sacos de aniagem), ou por rega direta e permanente.

A face inferior de lajes, as superfícies internas de galerias e poços, as superfícies contra as quais sejam colocados reaterros e outras superfícies especificamente indicadas pela FISCALIZAÇÃO, poderão ser curadas com membrana. A cura com membrana será feita pela aplicação de um agente químico, de modo a criar-se na superfície do concreto, uma membrana retentora de água.

O agente químico deve atender às prescrições da especificação C-309 da ASTM, ter coloração clara e deverá ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Nenhuma cura com membrana de qualquer tipo será usada em superfície de concreto sobre a qual seja lançado concreto adicional, de modo a não se perturbar a aderência exigida, ou em superfícies onde sejam especificadas aplicações de acabamento.

Em superfícies de concreto moldadas sem fôrma, a aplicação de agente químico, se for o caso, começará após a realização do acabamento.

Caso seja usado agente químico em superfícies de concreto moldadas em fôrma, as aderências de nata de cimento, de areia solta, de argamassa e outros detritos de superfície devem ser removidas antes da aplicação do agente químico.

O reparo de outras imperfeições ou superfície será feito somente após a aplicação do agente químico.

Deve-se umedecer a superfície com leves borrifos de água, imediatamente após a limpeza exigida conforme descrito, e conservá-la úmida até que não haja mais absorção de água. O agente químico será aplicado imediatamente após o desaparecimento da película superficial de umidade, mas enquanto a superfície ainda conservar uma aparência úmida.

Em superfícies moldadas com fôrma, cuidados especiais deverão ser tomados na aplicação do agente químico de modo a assegurar total cobertura das bordas, cantos e locais ásperos.

Somente após a conclusão da aplicação do agente químico, e com o revestimento seco ao tato, serão executados, nas superfícies do concreto, quaisquer reparos julgados necessários.

Cada reparo, uma vez concluído, será umedecido e, em seguida, revestido com o agente químico de acordo com as prescrições desta especificação.

Todas as superfícies de concreto onde o agente químico tenha sido aplicado, e durante todo o período de cura, deverão ser adequadamente protegidas do tráfego de pedestres e veículos, ou de qualquer outra atividade que possa romper a superfície ou quebrar a continuidade da membrana de cura.

Em superfícies revestidas com membrana de cura, onde o tráfego não possa ser interrompido em decorrência das operações de construção, a membrana será protegida com uma camada de areia e terra de 5,0 centímetros de espessura mínima ou por outros métodos aprovados pela FISCALIZAÇÃO. A camada de proteção não será colocada antes da secagem completa da membrana.

Caso a membrana de cura seja danificada ou se descole da superfície do concreto durante o período de cura, deverá ser reparada prontamente conforme exigências da FISCALIZAÇÃO.

1435-R-PRU-FIN-01-04_Cap13.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Amostras dos agentes químicos serão fornecidas pelo CONTRATADO à FISCALIZAÇÃO quando exigidas. Tais agentes químicos não poderão ser usados antes de serem devidamente aprovados pela mesma.

Os métodos e as quantidades de aplicação dos agentes químicos serão determinados pela FISCALIZAÇÃO. Em geral a aplicação será contínua e em duas camadas, realizadas com equipamentos mecânicos de pulverização aprovados e com uma espessura uniforme em cada camada. O consumo mínimo de cada demão deverá obedecer às prescrições do Fabricante.

Em superfícies ásperas, o consumo deverá ser aumentado de modo a se obter uma membrana contínua e uniforme.

Deverão ser atendidas as prescrições do fabricante do agente químico quanto a exposição aos raios solares diretos e quanto à correspondente proteção das superfícies revestidas com a membrana de cura.

As superfícies revestidas com agentes químicos e submetidas a chuvas intensas antes de decorridas 3 horas de sua aplicação, serão novamente recobertas com o agente químico, conforme especificado ou a critério da FISCALIZAÇÃO.

13.2.6 Acabamento das Superfícies de Concreto

Os desvios permissíveis dos prumos, níveis, alinhamentos, perfis e dimensões indicados nos Desenhos do Projeto, serão definidas a seguir.

Esses desvios permissíveis são definidos como tolerância e não devem ser confundidos com as irregularidades das superfícies definidas abaixo.

Para efeito de conceituação das irregularidades máximas admitidas, define-se como irregularidades bruscas as rebarbas e imperfeições locais que poderão ser medidas utilizando-se réguas ou arcos com raios correspondente ao da linha de interseção da superfície em questão, com um plano que lhe seja perpendicular e comprimento de 1,50cm.

Os tipos de acabamento que se especifica para as superfícies de concreto são os seguintes:

- Acabamento F1

Válido para as superfícies sobre as quais serão colocadas outras camadas de concreto, bem como as que ficarão encobertas por reaterro ao término da obra. Essas superfícies não exigem acabamento após a remoção das formas, salvo o reparo do concreto defeituoso e o preenchimento de orifícios deixados após a remoção de eventuais ganchos de fixação. A correção das depressões, porventura existentes, só será efetuada quando essas ultrapassarem 3 cm de profundidade.

Aplica-se às superfícies onde o aspecto é considerado de especial importância, como sejam as superfícies aparentes dos dispositivos de concreto da barragem. As irregularidades superficiais não devem exceder a 0,5 cm quando bruscas, e a 1,0 cm quando graduais.

- Acabamento F3

Aplica-se às superfícies onde o perfeito acabamento e a ausência de rugosidades são de fundamental importância sob o ponto de vista hidráulico, como no caso da estrutura do vertedouro.

As irregularidades bruscas não serão permitidas, e as graduais serão limitadas a 0,5 cm.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Essas superfícies, após o acabamento, devem resultar lisas.

13.2.7 Reparos no Concreto

O CONTRATADO deverá corrigir todas as imperfeições do concreto, necessárias para que as superfícies finais das estruturas satisfaçam às exigências destas Especificações ou outras que, a seu critério, a FISCALIZAÇÃO julgar necessárias. Essas correções, salvo indicação específica em contrário, deverão ser feitas no máximo até 24 horas após a retirada das formas. O concreto danificado por qualquer causa, ou que se mostrar com nichos de agregados graúdo, fraturado ou com qualquer defeito, será removido e repostado, de modo a recompor as superfícies de acordo com o projeto e as presentes Especificações.

Os ressaltos e protuberâncias serão removidos por esmerilhamento. No caso de correções de depressões, a FISCALIZAÇÃO indicará em cada caso, o material a ser utilizado, concreto ou argamassa, dependendo da profundidade e do volume a ser preenchido.

De modo a garantir a perfeita aderência do material de preenchimento, as superfícies lisas deverão ser apicoadas e chapiscadas, ou receber qualquer tratamento que, a seu critério, a FISCALIZAÇÃO julgar conveniente.

O CONTRATADO deverá dar conhecimento à FISCALIZAÇÃO, com a necessária antecedência, de qualquer operação de reparo no concreto e, em cada caso específico, os reparos só poderão ser executados com a sua presença.

Todos os reparos que após 30 dias de sua execução se apresentarem fissurados ou que testes de percussão ponham em dúvida sua perfeita aderência ao resto da estrutura deverão ser removidos e refeitos. O CONTRATADO executará os serviços citados neste item sem qualquer direito à indenização pelos mesmos.

13.2.8 Tipos de Concreto

Os concretos se diferenciam pela resistência característica e diâmetro máximo do agregado, determinando classes ou traços.

Além da divisão em classes faz-se a diferença entre os concretos quanto a alguns modos especiais de aplicação. Para fins destas Especificações, os concretos, em relação a sua aplicação, podem ser classificados como:

- concreto estrutural;
- concreto de proteção dos paramentos expostos e regularização; e
- concreto massa (CCR).

O quadro a seguir apresenta as diferentes classes de concreto previstos no projeto, indicando ainda o tipo de estrutura ou sua localização.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
 SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E CANAIS

CLASSES DE CONCRETO						
Classe	Diâmetro Máximo do Agregado (mm)	Resistência Característica à Compressão (fck em MPa)			Máximo Fator Água/Cimento	Utilização
		aos 28 dias	aos 90 dias	aos 180 dias		
A1	38	20	-	-	0,55	Concreto Estrutural
A2	19		25	-	0,50	Hidráulico
B1	50		20	-	0,60	Concreto Estrutural
C1	38		-	15	0,75	Paramentos de jusante e regularizações das fundações
C2	38		15	-	0,65	Paramentos de montante e plinto
D1	19		-	8	1,70	CCR
Argamassa	6.3		15	-	0,85	Argamassa de selo e de berço entre camadas de CCR

13.2.8.1 Concreto Estrutural

O concreto estrutural, em seus diversos traços, dependendo das características exigidas será utilizado nas superfícies sujeitas a abrasão hídrica, nas obras da galeria de desvio, na torre de comando e outras estruturas conforme determinado pela FISCALIZAÇÃO.

13.2.8.2 Concreto Hidráulico

O concreto hidráulico será utilizado na superfície da calha em degraus do vertedouro, na superfície das lajes da bacia de dissipação, e na estrutura de descarga da válvula dispersora.

13.2.8.3 Concreto para Proteção de Paramentos Expostos e Regularizações

Este concreto será utilizado na proteção externa do concreto CCR e na regularização das fundações.

13.2.9 Medição e Pagamento

A medição e o pagamento será por metro cúbico de concreto efetivamente executado, sendo que este preço compreende o fornecimento e o manuseio de todos os materiais, equipamentos e mão-de-obra necessários a execução das estruturas.

O transporte do cimento e dos agregados até a central de concreto será cobrado a parte, em função da quantidade e da distância transportada.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

O transporte do cimento será medido em toneladas por quilômetro (t x km) e dos agregados em metro cúbico por quilômetro (m³ x km) percorrido.

13.3 Fornecimento e Execução de Dispositivo de Ancoragem (Chumbadores)

13.3.1 Generalidades

O dispositivo de ancoragem será formado por barras de aço que, introduzidas e fixadas na fundação a ser incorporada à estrutura, proporcionam estabilidade ao conjunto ancorado fundação-estrutura.

13.3.2 Chumbadores

São barras de aço, em geral de pequeno comprimento, apenas o necessário à sua fixação por meio de injeção de calda ou argamassa de cimento.

Os chumbadores serão confeccionados em aço CA-50A na bitola indicada nos desenhos executivos, sem defeito de fabricação, emendas, ou pontos fracos, e deverá obedecer conforme especificado no item 3.4.3 – Armaduras, das Especificações Técnicas do Projeto Básico.

13.3.3 Fixação dos Chumbadores

Os chumbadores serão fixados conforme as etapas descritas a seguir.

- **Perfuração**

A perfuração do maciço ou fundação será feita conforme especificado no item 3.3 – Preparo e Tratamento das Fundações, das Especificações Técnicas do Projeto Básico.

- **Injeção**

Os chumbadores deverão ser fixados por meio de injeção de calda de cimento ou argamassa, a critério da FISCALIZAÇÃO, ao longo de todo seu comprimento, o que servirá também como medida de proteção contra corrosão. A injeção ou o preenchimento do furo será sem pressão.

O traço da calda de cimento ou argamassa de cimento e areia será conforme especificado no item 3.3.3. Injeções nas Fundações, das Especificações Técnicas do Projeto Básico.

Cuidados especiais deverão ser tomados a fim de impedir que as barras fiquem em contato direto com a parede do furo, devendo-se utilizar espaçadores de plástico ou metálicos, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Os furos abertos para instalação das barras devem ser mantidos tamponados até pouco antes do início das operações de injeção.

Imediatamente antes do início das injeções, o correspondente furo será totalmente lavado com jato de água e ar comprimido e, ao término da lavagem, toda a água será removida do furo.

As injeções deverão estar concluídas pelo menos três dias antes das correspondentes operações de concretagem das peças que irão incorporar o chumbador.

1435-R-PRJ-FIN-01-04_Cap13.docx

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Cada furo executado será completamente preenchido com argamassa ou calda de cimento, e as barras serão introduzidas através da argamassa ou calda, até alcançarem a posição definitiva.

- **Aceitação do Chumbador**

Após a instalação, deverão ser evitados quaisquer movimentos ou perturbações nas barras.

A aceitação do chumbador se dará pela verificação das condições de ancoragem decorrido o prazo de cura do cimento.

As barras não adequadamente ancoradas após a pega de argamassa, a critério da FISCALIZAÇÃO, deverão ser removidas e instaladas pelo CONTRATO às suas expensas.

13.3.4 Medição e Pagamento

A medição e pagamento do fornecimento e execução de dispositivo de ancoragem (chumbadores) será conforme preço unitário previsto na planilha orçamentária, incluindo fornecimento do material e execução dos serviços, para os seguintes itens:

- Furos de ancoragem (m);
- Ancoragem para estruturas de concreto (kg);
- Injeção de consolidação de ancoragem (sc).

13.4 Cimbramento

13.4.1 Definição

Define-se cimbramento o conjunto de elementos-suporte que garantem o apoio consistente, indeformável, resistente às intempéries, às cargas de peso próprio do concreto e das formas, inclusive às cargas decorrentes da movimentação operacional, de modo a garantir total segurança durante as operações de concretagem das unidades estruturais.

13.4.2 Materiais

Os materiais devem obedecer aos requisitos da NBR 14931(1). Os escoramentos podem ser metálicos, de madeira ou mistos. A seleção do tipo fica a critério da contratada, desde que não especificado no projeto, e deve ser de conhecimento da fiscalização. Somente podem ser utilizadas madeiras com autorização ambiental para exploração.

13.4.3 Execução

O terreno de apoio deve ser cuidadosamente analisado, deve possuir condições de suporte adequadas, capaz de não promover recalques diferenciais que prejudiquem a estabilidade e a estética da peça a concretar. A regularização do terreno faz parte destes serviços. Os escoramentos devem ser suficientemente bem fixados, encunhados, contraventados e apoiados, a fim de evitar deslocamentos ou desabamentos por choques ou recalques. É fundamental a garantia de estabilidade, resistência e rigidez, do conjunto de elementos estruturais que constituem o cimbramento.

O cimbramento deve ser projetado de modo a não sofrer deformações prejudiciais ao formato da estrutura, causar esforços não previstos no concreto, quando submetido à ação de seu próprio peso, do peso da estrutura e das cargas acidentais que possam atuar durante a execução da estrutura de concreto.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

No projeto do cimbramento devem ser consideradas a deformação e flambagem dos materiais e as vibrações a que o escoramento está sujeito.

O projeto deve demonstrar e garantir a estabilidade e eficiência do cimbramento através de justificativas técnicas inequívocas.

Os pontaletes com mais de 3 m de comprimento devem ser contraventados.

Nos casos normais os prazos mínimos para remoção das formas e escoramentos são os seguintes:

- faces laterais das formas: 1 dia;
- faces inferiores, desde que hajam pontaletes bem encunhados e espaçados a cada 2 m: 14 dias;
- faces inferiores sem pontaletes: 21 dias.

Não havendo disponibilidade de resultados dos ensaios de resistência do concreto, o prazo para a sua remoção é de no mínimo 21 dias.

A diminuição do prazo normal mínimo indicado, só pode ser realizada mediante prévia autorização da FISCALIZAÇÃO, levando em consideração as especificações do projeto quanto ao módulo de elasticidade, resistência à compressão axial e retração do concreto.

A remoção do escoramento deve ser iniciada pelo seu afrouxamento, através da retirada das cunhas de madeira, evitando-se choques ou impactos violentos na peça de concreto e, salvo indicação em contrário, de modo a haver aumento gradativo do vão, ou seja, do meio do vão em direção aos apoios e da extremidade dos balanços para os apoios.

O material resultante da remoção do escoramento, não sendo reaproveitado, deve ser removido das proximidades da obra, de forma a preservar as condições ambientais e não ser conduzido a cursos d'água.

13.4.4 Controle

O controle da execução é visual ou, nos casos complexos, recomenda-se controle instrumental para aferir alinhamentos e prumos, consiste na observância dos quesitos apresentados e deve constar no livro de registro da obra como referência executiva.

O controle deve ser realizado através das seguintes etapas:

- a) verificar o certificado de procedência das madeiras, de modo a confirmar a autorização ambiental de exploração;
- b) verificar se a madeira utilizada não apresenta fendas ou rachaduras;
- c) no caso de cimbramento metálico, verificar se todas as ligações estão perfeitamente fixadas, se os montantes não apresentam desgaste por oxidação, não estão amassados e se todas as bases estão perfeitamente centralizadas e em nível;
- d) durante a concretagem, verificar o comportamento do escoramento, a fim de possibilitar a correção de pequenas deformações no mesmo ou a falta de interligação entre as peças – o recalque do cimbramento deve ser igual a zero ou desprezível, qualquer residual de deformação não compensado por correções e ajustes deve ser informado à projetista para as análises específicas em cada caso;
- e) verificar se o cimbramento permanece íntegro e sem modificações até que o concreto adquira a resistência necessária para suportar as tensões e deformação a que está sujeito;

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

f) verificar se foram atendidos os prazos mínimos para remoção do escoramento.

13.4.5 Aceitação

O cimbramento é aceito desde que todos os todos os itens de controle sejam atendidos. A concretagem da peça só pode ser liberada em função desta constatação.

13.4.5.1 *Material*

13.4.5.1.1 Cimbramento de madeira

O madeiramento do cimbramento é aceita desde que as madeiras utilizadas possuam certificado de autorização ambiental para exploração; sejam isentas de nós, rachaduras, empenamentos ou deformações.

13.4.5.1.2 Cimbramento metálico

As peças metálicas são aceitas desde que não apresentem oxidação, amassamentos, trincas nos perfis ou barras, desgastes nas ligações, ruptura nas costuras dos perfis.

13.4.5.2 *Execução*

A execução é aceita desde que:

- as bases estejam centralizadas e em nível e estejam perfeitamente interligadas entre si;
- o cimbramento permanece íntegro e sem deformações até que o concreto tenha atingido a resistência necessária para suportar as tensões e deformação a que está sujeito;
- os que eventuais recalques tenham sido compensados por ajustes no cimbramento de modo a não provocar deformações iniciais na estrutura;
- foram atendidos os prazos mínimos para remoção do escoramento;
- o material descartado seja removido para o local apropriado em acordo com as condições de preservação ambiental.

13.4.6 Medição e Pagamento

O serviço é medido por metro cúbico (m³) de volume apontado pela fiscalização.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme os respectivos preços unitários contratuais, nos quais estão inclusos: regularização da base, dispositivos de apoio em solo ou na estrutura, transporte até o local da obra, carga, montagem, locação do material e desmontagem do cimbramento e inclusive todas as peças e acessórios, bem como a estocagem e guarda do material, abrangendo inclusive a mão-de-obra com encargos sociais, BDI e equipamentos e ferramentas necessárias aos serviços, e outros recursos utilizados.

13.5 Especificações Técnicas Elétricas

13.5.1 Especificações Técnicas de Serviços e Equipamentos Principais

13.5.1.1 *Quadros Elétricos*

13.5.1.1.1 Requisitos Gerais

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

Os quadros deverão ser projetados, fabricados, montados e ensaiados de acordo com as exigências desta especificação, devendo atender as últimas revisões das normas das seguintes Organizações.

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANSI	American National standard Institute
NEMA	National Eletrical Manufacturers Association
NEC	National Eletrical Code
IEC	Internacional Eletrotechnical Comission

13.5.1.1.2 Aspectos Construtivos

O quadro deverá:

Ser construídos com grau de proteção adequado ao local da instalação, conforme definido na NBR-6146, da ABTN como se segue:

- Ser para instalação abrigada - IP-54
- Ser projetado para operar na temperatura ambiente de 40°C;
- Ser resistentes à corrosão causada por atmosfera úmida, característica do local da instalação;
- Ter tratamento anticorrosivo;

O quadro deve ser constituído de seções verticais padronizadas, feitas de chapas de aço com bitola mínima 12 MSG para os perfis estruturais e 14 MSG para as portas, laterais e fundo, justapostas e interligadas de forma a constituir uma estrutura rígida auto-estável, totalmente fechada, com possibilidade de ampliação em ambas às extremidades. O número de compartimentos deve ser adequado em função da quantidade de equipamentos instalados em cada quadro.

Cada compartimento deve possuir, na parte frontal, portas com dobradiças e trinco. Devem ser providos meios que impeçam a abertura da porta de um compartimento quando o mesmo estiver com seu equipamento ligado.

O quadro deve possuir barramento principal, de preferência horizontal e na parte superior, do qual derivam os barramentos secundários em cada compartimento para a alimentação das unidades. Todos os barramentos devem ser de cobre eletrolítico 99,9%, com cantos arredondados, pintados com uma cor para cada fase e neutro, se existir.

Cada compartimento de equipamentos deve possuir uma plaqueta de identificação de plástico laminado com fundo preto e gravação em letras brancas. Na primeira linha deve ser gravado o código de referência do equipamento, e nas demais linhas sua função, sendo estes dados indicados no projeto. Para equipamentos futuros (previsões), as plaquetas devem ser fornecidas sem gravação.

A execução da fiação deve seguir o padrão indicado no projeto. Os condutores devem ser de cobre, encordoados, com isolamento mínimo para 750 V e seção mínima 1,5 mm² para comando e 2,5 mm² para força.

Os blocos terminais, quando incluídos, devem ser em número suficiente para receber os cabos de comando, controle e sinalização, além de mais 20% dos bornes utilizados como bornes de reserva. Todos os bornes devem ser numerados de forma visível e permanente, e ter capacidade adequada aos circuitos considerados, sendo todos com isolamento para 750 V.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

O quadro deve possuir furações para colocação de dispositivos destinados à sua fixação ao piso ou base. Estes dispositivos devem ser fornecidos pelo próprio fabricante do quadro.

O acabamento dos quadros deverá ser resistente à corrosão causada por umidade ou atmosfera característica ao ambiente onde será instalado. O tratamento anti-corrosivo deve consistir de no mínimo duas demãos de tinta anti-oxidante nas partes internas e externas além da pintura final de acabamento.

A cor final de acabamento deverá ser indicado no contrato.

13.5.1.1.3Aterramento

A carcaça dos quadros e todas suas partes não energizáveis deverão possuir continuidade elétrica, devendo ser interligados com o barramento de terra. A continuidade elétrica das portas com a estrutura dos quadros deverá ser assegurada.

13.5.1.1.4Placa de Identificação

O painel deverá possuir uma placa de identificação que deverá ficar em local visível.

Os dizeres deverão ser gravados em aço inoxidável, ou aço envolvido em verniz vítreo. As placas de identificação deverão incluir informações de acordo com a NBR 6935, especificadas abaixo:

- Nome do Fabricante
- Número de série
- Tensão nominal
- Nível de isolamento
- Frequência nominal
- Massa
- Ano de fabricação

13.5.1.1.5Barramento de Terra

Deverá ser fornecido barramento de terra com seção dimensionada para suportar os efeitos térmicos da corrente de curto circuito por 1(um) segundo, porém com capacidade a 100% da capacidade de corrente dos dispositivos de proteção geral. Deverá ser localizada na parte inferior dos painéis, preferencialmente, correndo por toda sua extensão e fornecidos com conectores do tipo não soldado adequados para cabos de cobre, encordoados, bitola de 2,5 a 10mm², 1 (um) em cada uma de suas extremidades.

O Barramento será identificado na cor verde.

Conterá os seguintes equipamentos principais:

QGBT

- Entrada de Energia através de disjuntor geral 3x50 A;
- Alimentador QDF-01 – Cabo 5X16mm²- Disjuntor 3Ø In=40A;
- 2 Reservas - Disjuntor 3Ø In=16 A e In=20 A;
- Iluminação e Tomadas – DR 4x63A - Disjuntor 1Ø In=16 e In=20 A;
- Dispositivo de proteção contra surtos – 40 kA, 220V, monocomando, Vr=900V,
- Circuito estabilizado para comando;
- Circuitos de proteção para iluminação e tomada;
- Comutadoras, botoeiras e sinalizadores;
- Sistema de aquecimento;

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

- Sistema de aterramento;
- Cabos, calhas, borneiras e acessórios.
- Cabos, barramento de cobre para aterramento, força.

QGBT-01

- Chave disjuntora geral tripolar In=40 A;
- 3 Disjuntores termomagnéticos monopolar In=16 A;
- 3 Disjuntores termomagnéticos monopolar In=20 A;
- 1 Disjuntor termomagnético tripolar In=32 A;
- Dispositivo de corrente residual, 30 mA, 4x40 A;
- Contatores auxiliares In=9 A;
- Conjuntos de proteções por fusíveis diazed 2 A;
- Dispositivo de Proteção contra Surtos – DPS;
- Armações de sinalizações diversas;
- Chave geral de comando tipo cogumelo;
- Chaves seletora 3 posições;
- Sistema de teste de lâmpadas;
- Estabilizador de tensão 0,5 kVA;
- Acessórios de montagem;
- 1 chave de partida direta para motores de 1 cv, constituída com os seguintes equipamentos
 - 1 disjuntor motor reg 2,5-4 A;
 - 1 contatores categoria AC3, In=9A;
 - 1 chave seletora duas posições (manual/automático);
 - 1 armação de sinalização.

13.5.1.1.6 Inspeção e Ensaio

O equipamento terá sua fabricação inspecionada pelo CONTRATANTE ou por firma por ela credenciada, devendo todos os testes serem presenciados pelo inspetor, o que todavia não diminui a total responsabilidade do fabricante. Este deverá notificar ao cliente, em endereço previamente estabelecido, com 20 dias de antecedência, a data da inspeção e dos testes.

13.5.1.1.7 Documentos a Serem Entregues Após o Contrato

Os documentos a serem apresentados pelo FORNECEDOR após a autorização de fornecimento deverão atender aos requisitos gerais estabelecidos nesta especificação.

Devem ser fornecidos após o contrato, os seguintes documentos técnicos:

- Desenhos dimensionais, para aprovação;
- Desenho de corte com a indicação dos materiais de construção;
- Certificados de materiais;
- Certificados de testes não destrutivos e destrutivos;
- Desenhos dimensionais definitivos;
- Desenhos em corte, com a indicação das peças componentes, sendo 01 (uma) via, cópia xerox vegetal, poliéster ou sêpia;
- Manuais de teste de cada equipamento e
- Relatórios de teste de cada equipamento.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

13.5.1.1.8 Manuais

O manual de montagens, bem como o manual de operações e manutenção deverá ser completo e definir perfeitamente as fases de montagem, de operação, bem como os processos e métodos de manutenção e reparo dos equipamentos, tendo em vista sempre a segurança completa do pessoal e o bom desempenho do equipamento.

Deverá conter, onde aplicável e conforme solicitação da Fiscalização, as seguintes informações:

- Ajuste e folga, aperto de parafusos e etc...
- Desenhos seccionais com lista de peças numeradas
- Índice de intercâmbio de peças
- Descrição geral e especificação de operação de todo o equipamento
- Instruções para armazenamento, instalação montagem, funcionamento desmontagem, reparos e remontagem
- Características de todos os componentes dos equipamentos
- Listas de desenhos das peças de reposição
- Diagramas unifilares, trifilares e funcionais
- Instruções para manutenção preventiva, periodicidade e procedimentos
- Instruções específicas de segurança pessoal na operação e manutenção do equipamento

13.5.1.2 Transformadores imersos em óleo

Constituídos de tanque e tampa em chapa metálica de aço carbono laminados à quente conforme normas NBR 6650 e NBR 6663. Potência nominal de 30 kVA.

O tanque e radiadores deverão ser tratados com tinta primer, recebendo em seguida duas demãos de esmalte sintético, resistente ao tempo, na cor cinza claro.

As juntas de vedação deverão ser constituídas de elastômeros resistentes à ação do óleo aquecido à temperatura de 105°C, à ação da umidade e dos raios solares.

O núcleo deverá ser constituído de chapas finas aço-silício, com excelentes características de magnetização e poucas perdas, devendo receber durante a sua fabricação tratamento adequado à orientação de seus grãos.

Os enrolamentos primários e secundários deverão ser constituídos de fios de cobre eletrolítico, isolados com papel ou esmalte e de seção circular ou retangular.

Somente serão aceitos nos transformadores líquidos isolantes tipo óleos minerais parafínicos, para tensões iguais ou inferiores a 36,2 kV, e os óleos minerais naftênicos, para tensões superiores a 36,2 kV.

O comutador de derivação sem tensão deverá ser instalado preferencialmente próximo à placa de identificação e em posição acessível ao operador. O comutador deve ter indicações externas de posição e dispor de meios que permitam o seu travamento em qualquer posição com o emprego de cadeado.

Os transformadores imersos em óleo deverão ser fornecidos, no mínimo, com os seguintes acessórios:

- a) placa de identificação;
- b) aterramento do tanque;
- c) ganchos para suspensão do tanque;
- d) válvula de drenagem do óleo;

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

13.5.2 Especificações Técnicas Gerais

13.5.2.1 *Emendas*

Para condutores de baixa tensão poderão ser empregadas emendas de compressão ou de aperto, desde que providenciem a perfeita interligação elétrica e mecânica dos condutores. Deverão ser isoladas de modo a reconstituir no mínimo as características elétricas do isolamento original dos condutores emendados.

Para condutores de média tensão deverão ser empregadas emendas pré-fabricadas do tipo enfaixadas, vulcanizadas ou termocontráteis, de acordo com a especificação do projeto.

As emendas dos condutores deverão ser compatíveis com as características do sistema elétrico e dos condutores em que serão instaladas, especialmente no que se refere aos seguintes pontos:

- a) classe de tensão e tensão de operação do sistema;
- b) material, seção e tipo do isolamento do condutor;
- c) forma de fixação e conexão;
- d) uso interno ou externo.

Todas as emendas para cabos de média tensão deverão ser providas de terminais para aterramento da blindagem dos condutores.

13.5.2.2 *Conectores*

Poderão ser utilizados, conforme as indicações de projeto, os seguintes tipos de conectores:

- a) tipo parafuso fendido de bronze silício de alta resistência, com parafuso de aperto em bronze;
- b) conector de compressão por alicate ou ferramenta apropriada;
- c) conector paralelo.

Não será permitida emenda com amarrações de fios ou dispositivos de solda a estanho.

Para condutores de alumínio somente poderão ser utilizados conectores específicos para cabos de alumínio, em conjunto com massa apropriada.

13.5.2.3 *Hastes de Aterramento*

Com núcleo de aço carbono SAE 1010 / 1020, revestida com camada de cobre eletrolítico com espessura mínima de 0,25 mm, isenta de impureza e rebarbas, em peças de 3,0 m de comprimento.

13.5.2.4 *Materiais Complementares*

Deverão ser resistente e duráveis, sem amassamentos ou danos na superfície que prejudiquem a sua durabilidade ou sua condutividade elétrica, bem como seu isolamento e tratamento anticorrosivo.

Quando possuírem roscas estas deverão estar em perfeito estado de conservação, devendo ser rejeitadas aquelas peças que possuírem algum fio cortado ou danificado.

Todos os materiais não constantes desta especificação deverão ser de primeira qualidade e fornecidos por fabricantes idôneos com reconhecido conceito no mercado.



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

13.5.2.5 Cabos de Baixa Tensão Isolados em PVC- instalação externa

Condutores de cobre, têmpera mole, compactados, nas bitolas indicadas em projeto, isolados em cloreto de polivinila antichama (PVC), classe de tensão 0,6 / 1 kV, classe de temperatura 70°C, fabricados de acordo com as normas NBR 7288, NBR 6251 e NBR 6880 da ABNT.

Classe de encordoamento 6 para os motores a partir da caixa de conexão. Classe 2 para os demais casos.

13.5.2.6 Condutores dos Circuitos de Iluminação e Tomadas para Uso Interno

Fios ou cabos de cobre eletrolítico, têmpera mole, isolados com composto termoplástico à base de cloreto de polivinila antichama, classe de temperatura 70°C, isolamento para 750 V, singelos.

13.5.2.7 Cabos de cobre nu - CC

Formados por um encordoamento de um ou mais fios de cobre eletrolítico nu, na têmpera meio-dura, fabricados e ensaiados de acordo com as prescrições da NBR 5111, NBR 6524 e NBR 7575.

As bitolas serão de acordo com as indicações do projeto.

13.5.2.8 Caixas de passagem subterrâneas

Em alvenaria ou concreto, com fundo autodrenante e tampa de concreto com alças não salientes, com entradas laterais para eletrodutos, rebocadas internamente e impermeabilizadas

As dimensões e características específicas deverão ser de acordo com as indicações do projeto.

13.5.2.9 Caixas de passagem de Alumínio de Instalação aparente

Corpo e tampa fundidas em liga de Alumínio Silício de alta resistência mecânica e a corrosão, dotadas de junta de vedação base nitrílica. Chassi removível opcional em chapa de aço, parafusos e arruelas em aço inox. Acabamento em pintura eletrostática a pó epóxi-poliéster na cor cinza.

Indicadas para derivações embutidas, junções e montagens de equipamentos elétricos em geral e outras ligações em ambientes, úmido e com emanções de gases não inflamáveis, vapores e pó.

Grau de Proteção IP-65

13.5.2.10 Minidisjuntores

Os minidisjuntores devem ser construídos e ensaiados de acordo com a norma NBR IC 60.947-2 da ABNT.

Devem ser tropicalizados, com comando manual por alavanca, possuindo em cada fase disparadores termomagnéticos de ação direta.

A tensão e corrente nominais, capacidade de ruptura e número de pólos conforme indicação do projeto.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

O mecanismo de abertura deve ser do tipo disparo livre (trip-free), com dispositivo de indicação visual de atuação.

Deverão ser providos de terminais ou conectores próprios para as bitolas dos condutores previstos no projeto para conexão aos disjuntores.

13.5.2.11 Eletrodutos rígidos de aço zincado

Tipo pesado, zincados a fogo, em barras de 3,0 m de comprimento, com rosca em ambas as extremidades.

13.5.2.12 Eletrodutos Rígidos de PVC

De PVC rígido na cor preta, roscável, classe A, em peças de 3,0 m de comprimento.

13.5.2.13 Interruptores e Tomadas

13.5.2.13.1 Interruptores de uso geral

Interruptores de uso geral para circuitos de iluminação de embutir em caixa tipo condutele, corrente nominal mínima 10 A, tensão nominal mínima 250 V. Número de pólos e agrupamento de interruptores indicados no projeto.

13.5.2.13.2 Tomadas de uso geral

Monofásicas universais 2P - 20 A, 250 V, instalação embutida ou aparente de acordo com a indicação do projeto. NBR 14.136 - 2002.

13.5.2.13.3 Tomadas de uso específico

Corrente e tensão nominais, número de pólos, grau de proteção e tipo de instalação de acordo com a especificação do projeto.

13.5.2.14 Luminárias

13.5.2.14.1 Luminárias blindadas

Aparelhos blindados à prova de tempo, gases, vapores e pós, com corpo de alumínio silício, globo de vidro borossilicato rosqueado ao corpo, juntas de vedação e grade de proteção.

Deverão ser equipadas com soquete reforçado de porcelana, entradas rosqueadas para eletroduto DN 25 mm (3/4").

Quando forem para instalação externa, deverão ser equipadas com refletores em chapa de aço repuxado, esmaltado a fogo e pintados externamente na cor verde e internamente na cor branca.

O tipo e a potência das lâmpadas suportadas pelas luminárias, bem como o modo de instalação, que poderá ser em arandela a 45° ou 90°, plafonier ou pendente, deverão ser conforme a indicação do projeto.

13.5.2.14.2 Luminárias para lâmpadas fluorescentes

Aparelhos com corpo em poliéster reforçado com fibra de vidro, refletor interno em chapa de aço dobrado e pintado em esmalte branco, e soquetes antivibratórios, com contatos de latão e rotor de segurança.

Deverão ser fechadas, com difusor em acrílico translúcido e alojamento para reator incorporado ao corpo da luminária.

Consórcio:





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
~~SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DA IRRIGAÇÃO E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA~~
SECRETARIA DE OBRAS E HABITAÇÃO - DEPARTAMENTO DE BARRAGENS E
CANAIS

A potência das lâmpadas suportadas pelas luminárias, bem como o modo de instalação, que poderá ser plafonier ou pendente, deverão ser conforme a indicação do projeto.

13.5.2.14.3 Luminárias para iluminação externa

Aparelhos abertos, com corpo fabricado em liga de alumínio fundido, e com grade protetora fixada ao corpo da luminária.

Deverão ser equipadas com refletor interno em chapa de alumínio anodizado, soquetes reforçados de porcelana e demais dispositivos de partida das lâmpadas.

Deverão ser para instalação de topo em braço metálico.

O número, tipo e potência das lâmpadas suportadas pelas luminárias deverão ser conforme a indicação do projeto.

13.5.2.15 Reator para Lâmpada Vapor de Sódio

Aparelhos compartida rápida e alto fator de potência, para instalação externa com núcleo composto de chapa estampada em uma só peça com placas de ferro silício de alta temperatura. As bobinas deverão ser executadas com fios de cobre eletrolítico e esmalte especial para suportar temperaturas de até 180°C

O invólucro deverá ser em chapa de aço Sae 1020 com espessura de 1,2mm, chapa nº 18, com tratamento anticorrosivo. A alça de fixação deverá ser de aço de baixos teores de carbono chapa nº 11, conforme ABNT.

13.5.2.16 Reator para lâmpada fluorescente

Aparelhos compartida rápida e fator de potência corrigido para 0,95, com núcleo composto de chapa estampada em uma só peça com placas de ferro silício de alta temperatura. As bobinas deverão ser executadas com fios de cobre eletrolítico e esmalte especial para suportar temperaturas de até 130°C.

O invólucro deverá ser em chapa de ferro repuxado de espessura que evite interferências em aparelhos eletrônicos. O invólucro do reator não poderá exceder os 70°C e deverá ser pintado com tinta preta fosca.

Deverão ser para partida de uma ou duas lâmpadas, para montagem em instalações internas e possuir cabos terminais de isolamento plástica de 105°C e comprimento adequado para ligação direta dos suportes das lâmpadas.

13.5.2.17 Conduletes de Alumínio

Em liga de alumínio silício, com paredes lisas e sem cantos vivos, com tampa e junta de vedação de borracha. Entradas rosqueadas calibradas, rosca gás com no mínimo 5 filetes, nas posições indicadas em projeto, com batentes internos para os eletrodutos.

13.5.2.18 Pára-raios de distribuição

Tipo poliméricos, corrente de ruptura nominal 10 kA, tensão nominal 12 kV para sistemas com classe de tensão 15 kV, equipados com desligador automático e com ferragem reforçada para fixação.