

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ
AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO, URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
PROURB CE

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM DO ROSÁRIO

VOLUME V RELATÓRIO GERAL
TOMO 2 MEMORIAL DE CÁLCULO

ENGESOFT

FORTALEZA- CE
JUNHO DE 1996

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
PROURB/CE

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM DO ROSÁRIO

**VOLUME V - RELATÓRIO GERAL
TOMO 2 - MEMORIAL DE CÁLCULO**

Lote: 00875 - Preo () Scon () Index ()
Projeto N° 0087/05/02
Volume:
Qtd A1 _____ / Qtd A3 _____
Qtd A2 _____ / Qtd A1 _____
Qtd A0 _____ / Outros _____

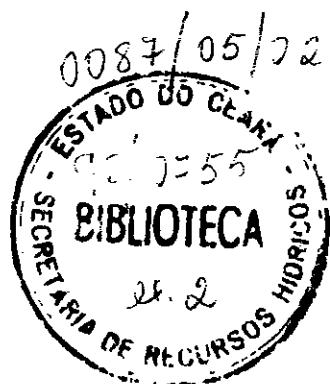


FORTALEZA
AGOSTO/97

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM DO ROSÁRIO

VOLUME V - RELATÓRIO GERAL

Tomo 2 – Memorial de Cálculo



ÍNDICE

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE	2
APRESENTAÇÃO.....	4
1. - MEMÓRIA DE CÁLCULO	6
<i>1 1 - Estudo Alternativo de Custos</i>	7
<i>1 2 - Parâmetros Geométricos do Maciço</i>	9
<i>1 2 1 - Altura da Barragem</i>	9
<i>1 2 2 - Taludes da Barragem</i>	13
<i>1 2 3 - Análises Efetuadas Para o Corpo da Barragem</i>	14
<i>1 2 4 - Largura do Coroamento</i>	22
<i>1 2 5 - Espessura do "Rip-Rap" e Transição</i>	22
<i>1 3 - Análise de Fluxo e Dimensionamento do Filtro de Areia</i>	46
<i>1 3 1 - Estimativa da Vazão Percolante</i>	46
<i>1 3 3 - Análise dos Critérios de Transição</i>	50
<i>1 3 4 - Verificação do Labirinto</i>	52
<i>1 3 4 1 - Geometria</i>	52
<i>1 3 4 2 - Hidráulica do Canal de Saída do Vertedor Labirinto</i>	53
<i>1 4 - Tratamento das Fundações</i>	59
<i>1 4 1 - Determinação da Vazão Infiltrante</i>	59
<i>1 5 – Tomada D'água</i>	62
2 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

A Engesoft - Engenharia e Consultoria Ltda apresenta a seguir, o Projeto Executivo da Barragem do Rosário, objeto do contrato nº 092/96 - PROURB/COGERH, firmado com a COGERH

O referido projeto é composto dos seguintes volumes

Volume I - Relatório de Estudos Preliminares

Volume II - Relatório de Estudos Básicos

Tomo 1 - Estudos Topográficos

Tomo 2 - Estudos Geológico-Geotécnicos

Tomo 3 - Estudos Hidrológicos

Volume III - Relatório de Concepção

Volume IV - Minuta do Relatório Geral

Tomo 1 - Textos

Tomo 2 - Desenhos

Volume V - Relatório Geral

Tomo 1 - Descrição Geral do Projeto - Textos

Tomo 2 - Memorial de Cálculo

Tomo 3 - Orçamento

Tomo 4 - Especificações Técnicas

Tomo 5 - Desenhos

Volume VI - Relatório Síntese

O presente relatório refere-se ao Volume V - Relatório Geral - Tomo 2 - Memorial de Cálculo

1. - MEMÓRIA DE CÁLCULO

1. - MEMÓRIA DE CÁLCULO

1.1 - ESTUDO ALTERNATIVO DE CUSTOS:

Este levantamento preliminar de custo contempla maciço principal, sangradouro, muro lateral, desapropriação + desmatamento, diques auxiliares , para fim de comparação

* ALTERNATIVA 1

- Maciço + Creager CC = 293,20, CS = 289,00

(maciço principal, sangradouro tipo creager, muros laterais, desap + desmat , diques auxiliares)

Maciço ≈	R\$ 2 292 314,64
Creager ≈	R\$ 191 800,00
M Lateral ≈	R\$ 178 944,50
Desap + Desm ≈	R\$ <u>548 589,23</u>
	R\$ 3.209.648,37

* ALTERNATIVA 2

- Maciço + Creager CC = 292,30, CS = 288,00

(idem à altt 1)

Maciço ≈	R\$ 1 895 832,99
Creager ≈	R\$ 154 875,00
M Lateral ≈	R\$ 153 258,00
Desap + Desm ≈	R\$ <u>487 882,50</u>
	R\$ 2.692.465,49

ASSUNTO ALTERNATIVA DE CUSTOS _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG _____ FOLHA 1/2 _____

* ALTERNATIVA 3

- Maciço + Labirinto C C = 290,50, C S = 288,00

Volume maciço ≈ 296 470,98 m³

Muro lateral ≈ 218,94 m³ x 2 = 437,88

Maciço ≈	R\$ 1 123 625,01
Labir ≈	R\$ 427 295,40
M Lateral ≈	R\$ 76 629,00
Desap + Desm ≈	R\$ 487 882,50
R\$	2.648.779,47

Valores Utilizados: SRH - SET/95

DERT - JUL/96

Forma R\$ 15,43/m²

Aço CA-50 R\$ 1,81/kg (fornecimento, dobragem e colocação)

Concreto fck = 15 MPa R\$ 126,36/m³

Concreto fck = 13 MPa R\$ 119,86/m³

Concreto ciclópico, R\$ 119,86/m³

Desap + desmat R\$ 700,00/ha

Maciço terra homog R\$ 3,79/m³

ASSUNTO ALTERNATIVA DE CUSTOS _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG _____ FOLHA 2/2 _____

1.2 - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DO MACIÇO

1.2.1 - Altura da Barragem

A capacidade da Barragem do Rosário foi definida em 47 218 527,00 m³, sendo assim, de acordo com o diagrama cota x área x volume e baseado nos estudos hidrológicos e topográficos, a soleira do sangradouro foi fixada na cota 288,00 m, como já citado anteriormente

Operando hidraulicamente o sangradouro, chegou-se que, para um vertedouro tipo Labirinto com 100,00 m de largura, a cheia máxima para um período de retorno de 1 000 anos foi estimada em 893,0 m³/s, enquanto a lâmina máxima de sangria seria da ordem de 1,10 m. O resultado destes cálculos encontram-se no Volume II - Relatório dos Estudos Básicos, Tomo 3 - Estudos Hidrológicos

Verificando a bacia hidráulica, mediu-se um FETCH de aproximadamente 5,0 km

Para a determinação da cota de coroamento da barragem, adotou-se a metodologia sugerida por Cruz (1995)

$$\text{Folga } f = H_s + H_d + H_o$$

onde H_s - altura da onda

H_d - altura necessária para compensar deformações pós construtivas provenientes de processos de adensamento do maciço compactado e de deformações residuais das fundações

H_o - altura de segurança

a) Determinação de H_a

$$\text{Adotamos } E_{\text{maciço}} = 8,0 \text{ MN/m}^2$$

$$\gamma_M = 1,7 \text{ tf/m}^3 \quad H_1 = 20,8 \text{ m}$$

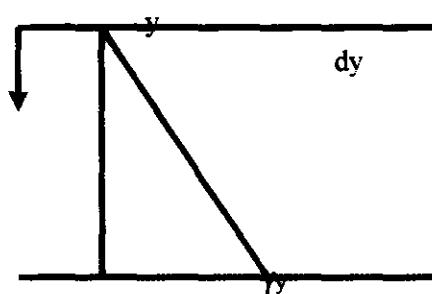
$$E_{\text{fundação}} = 6,0 \text{ MN/m}^2$$

$$\gamma_f = 1,7 \text{ tf/m}^3 \quad H_2 = 7,0 \text{ m}$$

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAÚJO _____ FOLHA 1/16 _____

Deduzindo-se a equação



$$dh = \epsilon \ dy$$

$$\epsilon = \frac{\Delta\sigma}{E}$$

$$dh = \frac{\sigma}{E} y \ dy$$

$$\Delta\sigma = \gamma \ y$$

Integrando-se a equação acima obtém-se que

$$\Delta h \approx \frac{\gamma}{E} \frac{H^2}{2}$$

$$\Delta h_{1 \text{ maciço}} \approx \frac{17}{8000} \frac{20,8^2}{2} \Rightarrow \Delta h_1 = 0,46 \text{ m}$$

$$\Delta h_{2 \text{ fundação}} \approx \frac{17}{6000} \frac{7^2}{2} \Rightarrow \Delta h_2 = 0,069 \text{ m}$$

$$\Delta h_{\text{total}} = \Delta h_1 + \Delta h_2 = 0,46 + 0,069 = 0,53 \text{ m}$$

$$\Delta h_T = H_d = 0,53 \text{ m}$$

b) Segundo Saville (1963)

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO

RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO

FOLHA 2/16

$$H_s = 2,25 \times 10^{-4} \times V \times \sqrt{F}$$

onde

V = velocidade máxima do vento água Segundo Sherard (1963), $V_{min} = 80$ km/h F = FETCH = 5000 m
(velocidade está muito acima da realidade local)

Então

$$V = 1,3 \times 80 = 104 \text{ km/h} \quad V = 29 \text{ m/s}$$

Portanto $H_s = 0,46 \text{ ,m}$

c) Determinação de H_o

$$H_o = R - H_s/2$$

Onde

$$R/H_s = 0,65 \text{ [obtido por interpolação na tabela 15 3 constante um Cruz (1995)]}$$

$$H_o = H_s (0,65 - 0,50)$$

$$H_o = 0,46 (0,65 - 0,50) \quad H_o = 0,70 \text{ m}$$

Então

$$f = 0,53 + 0,46 + 0,07 \quad f = 1,06 \text{ m}$$

Portanto o revanche será de

$$R = 1,06 + 1,00 \quad R = 2,16 \text{ m}$$

Portanto a cota de coroamento da barragem será

$$C_C = C_S + R$$

$$C_C = 288,00 + 2,6 = 290,16 \text{ m}$$

ASSUNTO GEOMETRIA DO MAGICO _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO _____ FOLHA 3/16 _____

adotou-se C C = 290,10 m

d) Análise de segurança da folga adotada

É importante comentar que Cruz (1995) orienta que se adote $H_d' \leq 0,15 \times H_d$, pois considera que durante a construção pelo menos 85% do maciço já recalcou. Portanto, dentro desta recomendação o valor da folga adotada está a favor da segurança. Conforme comparado a seguir:

$$f = H_d + H_s + H_C \Rightarrow F = 0,15 \times 0,55 + 0,46 + 0,069 \Rightarrow f = 0,61 < f_{\text{adotado}} = 1,06 \text{ m}$$

Valor este abaixo da folga adotada em cálculo

A título comparativo, apresentam-se a seguir os valores obtidos para o cálculo preconizado pelo DNOCS, que é um método conservador e numa segunda análise, para o método DNOCS porém com cálculo de altura de ondas como indicado por Cruz.

a) DNOCS

$$h_0 = 0,75 + 0,34 \sqrt{F} - 0,26 \sqrt{F} \quad F = 5,0 \text{ km}$$

$$h_0 = 0,75 + 0,34 \sqrt{5,0} - 0,26 \sqrt{5,0}$$

$$h_0 = 0,75 - 0,39 + 0,76 \quad h_0 = 1,12 \text{ m}$$

Velocidade das ondas por GAILLARD

$$V = 1,5 + 2h_0 \quad V = 1,5 + 2 \times 1,12 \quad V = 3,74 \text{ m/s}$$

então

$$f = 0,75 h_0 + \frac{V^2}{2g} \quad f = 0,75 \times 1,12 + \frac{3,74^2}{2 \times 9,81} \quad f = 1,55 \text{ m}$$

revanche = R

$$R = H + f \quad H = \text{lâmina máxima} = 1,10 \text{ m}$$

$$R = 1,10 + 1,55 \quad R = 2,65 \text{ m}$$

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACICO

RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO

FOLHA 4/16

b) DNOCS "modificado", H_s segundo Saville (1963)

$$H_s = ho = 2,25 \times 10^{-4} \times v \times \sqrt{F} \quad \text{adotado } V_T = 80 \text{ km/h}$$

$$\text{mas } v = 1,3 \text{ } V_T = 1,3 \times 80 = 104 \text{ km/h} = 29 \text{ m/s}$$

$$H_s = ho = 2,25 \times 10^{-4} \times 29 \times \sqrt{5000}$$

$$H_s = ho = 0,46 \text{ m}$$

velocidade das ondas por Gaillard

$$V = 1,5 + 2ho = 1,5 + 2 \times 0,46 \Rightarrow V = 2,42 \text{ m/s}$$

Então

$$f = 0,75 ho + \frac{V^2}{2g} \Rightarrow f = 0,75 \times 0,46 + \frac{2,42^2}{2 \times 9,81} \Rightarrow f = 0,64 \text{ m}$$

$$R = \text{revanche} = 1,10 + 0,64 = R = 1,74 \text{ m}$$

O QUADRO ABAIXO RESUME A ANÁLISE EFETUADA

FOLGA				FOLGA ADOTADA
Cruz (1995) Recalque Total	Cruz (1995) Recalque Residual	DNOCS	DNOCS "Modificado"	
1,06 m	0,61 m	1,55 m	0,64 m	1,00 m

1.2.2 - Taludes da Barragem

Os taludes foram escolhidos com base no tipo de material que será usado na construção do maciço e baseado em experiências similares. No entanto, a análise da estabilidade do maciço, é que justificou a permanência destes valores.

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACICO _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAÚJO _____ FOLHA 5/16 _____

Os taludes adotados conforme já mencionados são

- Talude de Jusante

- da cota 290,10 m (coroamento) até 280,50 m talude de 2,00 1,00,
- na cota 280,50 m desenvolve-se uma berma de 2,50 m de largura e até a cota 275,00 m o talude continua 2,0 1,00. (H V)
- na cota 275,00 m será projetada outra berma, sendo esta de 2,00 m de largura coincidindo com o topo do enrocamento,
- da cota 275,00 m até o terreno natural o talude é de 1,5 1 (H V) Neste trecho a seção é de enrocamento

- Talude de Montante

- do coroamento -cota 290,10 m até a cota 280,50 m desenvolve-se talude de 2,0 1,0, (H V)
- da cota 280,50 m até o terreno natural talude de 2.50 1,0 (H V)

1.2.3 - Análises Efetuadas Para o Corpo da Barragem

Uma vez definida a geometria da barragem, procedeu-se à sua análise, no tocante à segurança, a saber análise de fluxo percolante na barragem e fundações, dimensionamento de sistemas de drenagem e de proteção, análise da estabilidade dos taludes do maciço e tratamento das fundações

1 2 3 1 - Análise de Fluxo

A percolação da água pelo corpo da barragem é analisada através da determinação de uma rede de fluxo em meio anisotrópico. Com o traçado da rede, extraem-se dados importantes, como vazão percolante, dados de pressão neutra, a posição da linha freática. Tais parâmetros serão importantes mais adiante para a análise de estabilidade de talude e dimensionamento dos filtros.

O traçado da rede se deu de forma gráfica, conforme desenho apresentado na figura 5 1 do item 5. Uma vez que se considera o meio anisotrópico, lançou-se mão da relação entre as permeabilidades horizontal (

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO _____ FOLHA 5/16 _____

k_h) e vertical (k_v) $k_h=10 \times k_v$, valor este consagrado na teoria e na prática, para o material CL quando compactado

A posição da linha freática foi determinada através do traçado da parábola básica de Kozeny com as correções empíricas de entrada e saída de Casagrande

Obteve-se portanto, uma vazão de percolação da ordem de $Q = 2,56 \times 10^{-7} \times m^3/s/m$, cujos cálculos detalhados são apresentados Volume V - Tomo 2 - Memorial de Cálculo

1 2 3 2 - Dimensionamento do Sistema de Drenagem Interna

Através do cálculo apresentado Volume V - Tomo 2 - Memorial de Cálculo obteve-se para filtro vertical $\varnothing_{filtro\ v} = 1,00\ m$ Para o filtro horizontal, considerando-se este trabalhando em carga, resultou $\varnothing_{filtro\ h} = 1,00\ m$

1 2 3 3 - Análise da Estabilidade do Maciço

Para a análise da estabilidade da barragem foi adotado o método de Bishop Simplificado, que é o método de equilíbrio limite de uso mais consagrado embora tenha também sido calculado o método de Janbu. Uma modificação do primeiro método, permite o cálculo do fator de segurança (FS) para uma superfície genérica, ou seja, não obrigatoriamente circular

O projeto geométrico e as condições reais de campo foram discretizados assumindo hipóteses com respeito à geometria, parâmetros dos materiais constituintes e condições de contorno e carregamento, incluindo as poro-pressões geradas nas diversas etapas de operação da barragem

As hipóteses adotadas com respeito à geometria do maciço e parâmetros dos materiais constituintes são apresentadas, respectivamente, nos itens a seguir. As hipóteses quanto às condições de contorno e carregamento são apresentadas no item 3 3 3 em função dos respectivos casos em análise

Os cálculos efetuados são apresentados no Volume V - Tomo 2 - Memorial de Cálculo através de listagens de computador e figuras com as superfícies críticas e malhas de procura para cada caso analisado

1 2 3 4 - Definição da Geometria

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO _____ FOLHA 7/16 _____

A seção da barragem considerada para a análise, foi a da Estaca 29 por apresentar a maior altura acima das fundações. Para considerar a situação mais crítica, esta seção foi combinada com o perfil da fundação obtido na sondagem SM-02, que fornece uma maior espessura do pacote aluvionar. Para a fundação foram consideradas, a partir da superfície, uma camada de 3m de silte arenoso, uma camada de 4m de areia siltosa e finalmente o substrato rochoso.

Para a seção da barragem, como hipótese simplificadora, não foram consideradas, as camadas no coroamento, rip-rap e proteção superficial de jusante. A camada transição de brita no Rock-Fill foi considerada como tendo os mesmos parâmetros da areia. Essas simplificações influem pouco nas análises e ainda assim são a favor da segurança, já que os materiais destas camadas foram substituídos por outros com parâmetros de resistência inferiores.

A camada de rocha de fundação (gneisse), foi considerada como tendo uma resistência ao cisalhamento muito superior aos demais materiais constituintes do maciço e portanto as superfícies de deslizamento tangenciam esta camada, não a adentrando.

As seções geométricas consideradas nas análises são apresentadas no final deste capítulo.

1 2 3 5 - Parâmetros dos Materiais

Os materiais constituintes do maciço, considerados relevantes na análise, foram os materiais provenientes das jazidas, a areia do filtro e o enrocamento do "Rock-Fill".

Os parâmetros de resistência para os materiais, resumidos na Tabela 1 1, foram obtidos de ensaios de cisalhamento direto lento para o solo das jazidas e de fontes bibliográficas (e.g. Bureau of Reclamation, 1987, Carvalho, 1983, 1984, 1991, Lambe & Withman, 1979) para os demais.

Para as camadas de fundação foram considerados os resultados de ensaios de cisalhamento direto lento, com amostras indeformadas coletadas na região do leito do rio. Tais resultados são apresentados no Volume II - Tomo 2 Estudos Geológico - Geotécnicos. Os resultados destes ensaios também foram complementados com dados bibliográficos.

Os pesos específicos utilizados são os saturados, para o material de fundação, e os de compactação, para o material do maciço.

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO _____ FOLHA 8/16 _____

TABELA 1.1 - PARÂMETROS DOS MATERIAIS

MATERIAL	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ'
Enrocamento	20,0 *	0,0 *	38°*
Areia do Filtro e Tapete	18,0 *	0,0 *	31°*
Solo Argiloso	20,0	0,0	36°
Areia Siltosa	17,0	0,0	30°
Silte Arenoso	16,0	0,0	29°

Observação valores com * indicam que foram extraídos de fontes bibliográficas

Os parâmetros de poro-pressão e de abalo sísmico, quando utilizados, encontram-se resumidos na Tabela 1.2 e nas figuras e listagens pertinentes aos casos de carregamentos analisados

1 2 3 6 - Casos Analisados

Todas as análises efetuadas foram em termos de tensões efetivas e as poro-pressões foram previstas considerando as condições mais desfavoráveis de estabilidade. Considerou-se portanto a unicidade da envoltória de ruptura em termos de tensões efetivas como sendo uma característica intrínseca do solo, independente da história de tensões e do processo de ruptura, conforme observado por Cruz (1963) estudando solos residuais argilosos compactados.

As superfícies de ruptura utilizadas são do tipo circulares, compostas e não circulares.

A memória de cálculo, incluindo as listagens dos resultados e desenhos da geometria com curvas de Iso-Fator de Segurança obtidas por interpolação em um "grid" de procura das análises efetuadas, encontra-se apresentada no Volume V - Tomo 2 - Memorial de Cálculo.

Os casos analisados foram final de construção, reservatório cheio com fluxo estabelecido (operação), rebaixamento rápido e abalo sísmico. Todos são descritos a seguir. Os resultados obtidos das análises são apresentados na tabela 1.3 mais adiante.

a) Final de Construção

A consideração das poro-pressões geradas durante o processo construtivo, foi feita através da adoção de um parâmetro de pressão neutra (B) de 0,15 para o solo do maciço em questão e 0,10 para o material do aluvião.

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAÚJO _____ FOLHA 9/16 _____

Para esta etapa de carregamento, ambos os taludes (jusante e montante) foram analisados

b) Reservatório Cheio com Fluxo Estabelecido

A linha freática foi estimada considerando-se um meio anisotrópico, com $k_h = 10 \times k_v$ devido ao efeito da compactação

O talude analisado foi o de jusante

c) Rebaixamento Rápido do Nível d'Água no Reservatório

A estimativa das poro-pressões foi feita considerando-se um rebaixamento do N A até a cota de porão (Cota 278,00) a partir da rede de fluxo em regime permanente

A análise da estabilidade foi efetuada para o paramento de montante

d) Abalo Sísmico

Apesar de tal análise não ser muito habitual para as barragens no Nordeste do Brasil, a inclusão deste tipo de solicitação é importante devido ao número substancial de ocorrências de abalos sísmicos no Ceará, inclusive tendo ocorrido pelo menos 7 abalos nos últimos 90 anos, com magnitude variando de 3 a 5,2 na Escala Richter e epicentros no Estado do Ceará, conforme observa-se na Tabela 3 2 (DNOCS, 1990)

ASSUNTO: GEOMETRIA DO MÁGICO _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL: IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO _____ FOLHA 10/16 _____

**TABELA 12 - RESUMO DOS CASOS HISTÓRICOS DE ABALOS SÍSMICOS NO NORDESTE DO BRASIL
- MODIFICADA DE DNOCS (1990)**

DATE Y M D	COORD Lat LatN	LOCALITY	ENC MERCALLI		RICKTER MAGNITUDE (mb)	COMMENTS
			MODIFICATED	V		
1808 0608	05 70	37 70	Açu,RN	VI	4.8	
1811 1028	08 08	34 8°	Recife,PE	V		
1824	08 00	39 00		VIII	6.3 MI**	
1854 0110	05 20	35 46	Touros,RN	V VI		
1879 0724	05 77	35 21	Natal,RN	V	3.3	
1903 02	04 38	38 9°	Baturité,CE	VI		5 events in one week
1905 ? 0718	10 20	40 40	S do Bonfim, BA	V	4.8	
1905	11 20	42 30	Xique-Xique,BA	IV	4.7	
1919 1124	03 8°	38 92	Maranguape,CE	IV	4.5	
1928 0414	04 56	37 76	Aracati,CE	VI	4.0	
1949 1231	05 69	36 24	Lajes,RN	VI		
1963 0827	05 69	36 24	Lajes,RN	V-VI		
2	05 69	36 24	Lajes,RN	VI		
1964 9	08 28	35 96	Caruaru,PE	V		
6	08 28	35 96	Caruaru,PE	V		
1967 1	08 20	35 98	Caruaru,PE	V	3.9	
1968	06 09	38 44	Pernam Ce	V VII	3.9-4.5	5 events-Jan -Marc
1970	07 96	36 21	S C Capibar,PE	VI		3 events
	06 93	35 53	Alagoinha,PB	VI		
1971 0804	08 04	34 90	Recife,PE	V	3.0	5 events
1972 0304	09 93	36 49	Junqueiro,AL	V	3.3	
1973 07	05 28	35 82	Parazinho,RN	VI VI	4.0-4.4	2 events
1974 03	04 18	38 13	Bebenbe,CE	V		many events
	1020	07 99	Tontorna,PE	V	3 °	
	1215	03 67	39 24	S L do Curu,CE	VI	3.4
1976 0729	04 83	38 80	Ibaretearna,CE	V		others events
1977 0225	05 71	35 75	Ruachuelo,RN	VI VII	3.5	3 more events
1978 0214	06 28	36 03	Santa Cruz,RN	V	3.7	more events
1980 1120	04 30	38 40	Pacajus,CE	VII	5.2	
1987	05 50	33 70	João Câmara,RN		5.1	many events
						1986-1988

Notes Events from 1808-1980 summarized from Berrocal and others (1983)

1824 event is from EPRI (1987) and Brünnier (1912, 1920)

1987 João Câmara events are from Ferreira and others (1987b)

* Modified Mercalli Intensity

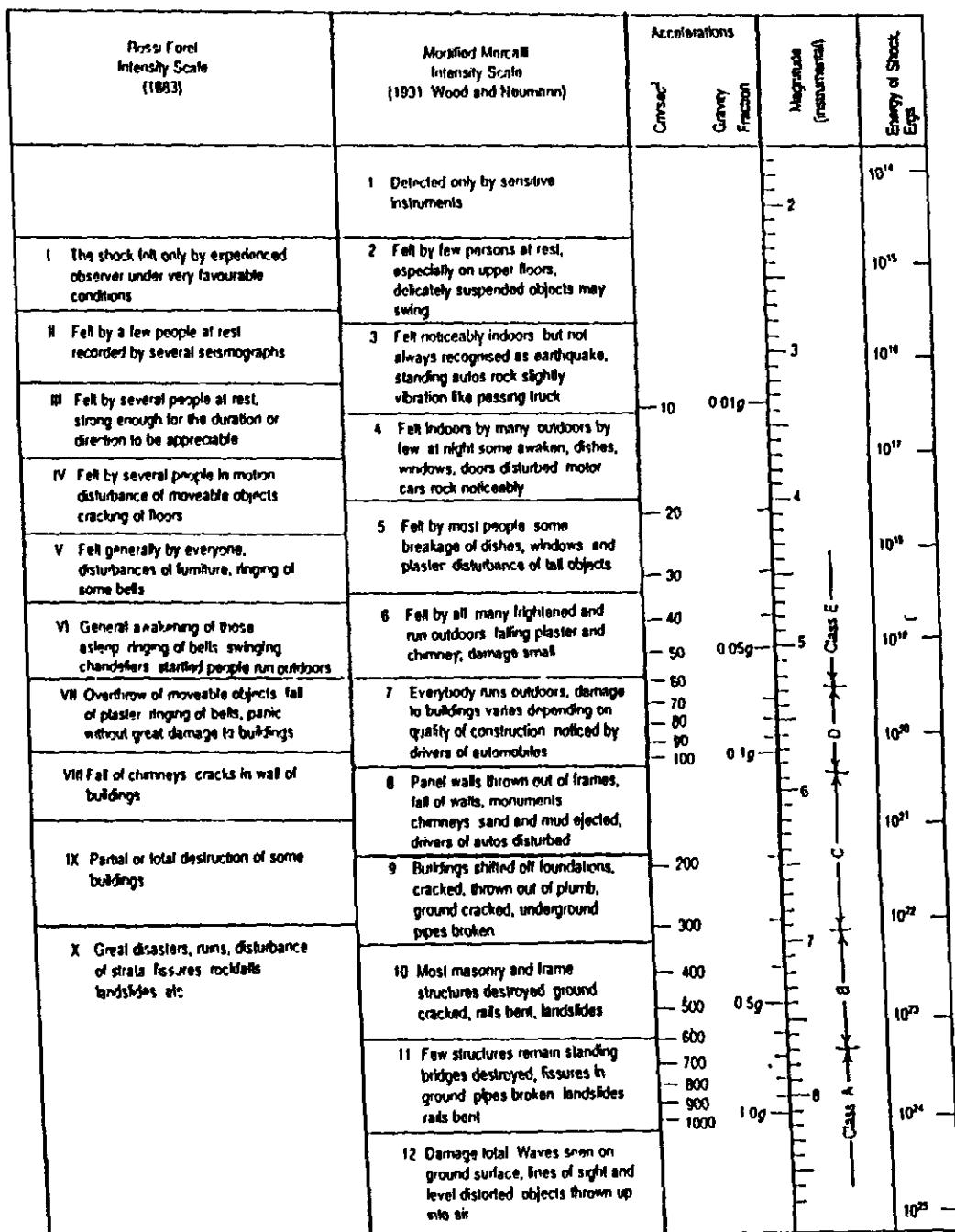
** Intensity magnitude (EPRI, 1987)

A consideração do abalo sísmico foi feita através de uma análise pseudo-estática, adotando-se um coeficiente horizontal de abalo sísmico estimado em função da magnitude dos terremotos anteriormente ocorridos na região. A Figura 11 indica que, para um abalo de magnitude VII na escala Mercalli modificada, temos um efeito de 0,10 da gravidade (valor adotado na análise).

ASSUNTO: GEOMETRIA DO MACISO _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL: IVELINE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAÚJO _____ FOLHA: 11/16 _____

FIGURA 1.1 - Relações entre Intensidade, Aceleração e Magnitude de Sismos



ASSUNTO GEOMETRIA DO MAGICO

RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL MELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO

FOLHA 12/16

As figuras e listagens de computador apresentadas no Volume V - Tomo 2 - Mémoria de Cálculo sumarizam os cálculos efetuados na análise da estabilidade da Barragem Rosário

1 2 3 7 - Conclusões

A Tabela 1.3 apresenta um resumo com o mínimo fator de segurança obtido para cada um dos casos analisados

TABELA 1.3 - RESUMO DAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE EFETUADAS

Caso	Talude	FATORES DE CORR		FS MÍN RECOMENDADO	OBSERVAÇÕES
		Método de Janbu	Método de Janbu x 1,0		
Reservatório Cheio	Jusante	1.51	1.41	1.45	Superfície de deslizamento composta e não circular
Abalo Sísmico (Reservatorio Cheio)	Jusante	1.14	1.06	1.00	Coef de Abalo Sísmico Horizontal = 0,10
Rebaixamento Rápido	Montante	1.10	1.00	1.10	Rebaixamento até cota 278,0
Final de Construção	Jusante	1.55	1.42	1.30	Núcleo B=0,15
	Montante	1,51	1.42	1.30	(Cruz, 1995)

Pela Tabela 1.3 observa-se que os fatores de segurança obtidos são superiores aos usualmente admissíveis (Cruz, 1995) para obras de barragens. Os taludes adotados estão compatíveis com os de obras construídas com tipos similares de materiais (DNOCS, 1990)

Os valores do fator de correção foi, para o método de Janbu foram extraídos do gráfico constante no Volume V - Tomo 2 - Memorial de Cálculo

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACICO _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO _____ FOLHA 13/16 _____

1.2.4 - Largura do Coroamento

As listagens referentes ao cálculo de estabilidade encontram-se no final deste item

A Largura do coroamento foi calculado, segundo o critério sugerido por E F Preece

$$b = 1,1\sqrt{H_B} + 0,9$$

onde, b - largura do coroamento em m,

H_B - altura da barragem em m (seção máxima)

$$\text{Então } B = 1,1 \sqrt{20,8} + 0,9 \Rightarrow B = 5,91 \text{ m}$$

então.

$$b = 6,00 \text{ m}$$

Valor adotado b = 6,00 m

1.2.5 - Espessura do "Rip-Rap" e Transição

Para a determinação da espessura do "Rip-Rap" usou-se como primeira aproximação a indicação do "Tennessee Valley Authority", que é a seguinte

$$e = C \times V^2$$

onde, V = Velocidade da onda, em m/s,

C = Coeficiente que depende do tipo de rocha e inclinação do talude No caso específico considerando talude 1 : 3 e $\delta_{rocha} = 2,50$, temos C = 0,028,

Segundo Gaillard a velocidade da onda é obtida pela expressão

$$v = 1,5 + 2H$$

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACICO

RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO

FOLHA 14/16

onde, H - altura da onda em (m)

V - velocidade da onda em (m/s)

Stevenson sugere para um "fetch" menor que 18,00 km.

$$H = 0,75 + 0,34 \sqrt{F} - 0,26 \sqrt[4]{F}$$

Assim para um "fetch" de 5,0 km. tem-se $H = 1.36$ m

Logo. $V = 3.74$ m/s

$$\text{então } e = 0.028 \times (3.74)^2$$

$$e = 0,39 \text{ m}$$

Segundo o "U S Bureau of Reclamation" para pequenas barragens. a espessura mínima do enrocamento e o diâmetro dos blocos constituídos de pedras angulosas. varia de acordo com a dimensão do "fetch"

FETCH km	DIÂMETRO DA PEDRA m	ESPESURA MÍNIMA DE ENROCAMENTO (Rip-Rap)			
		Dn (m)	Dn/75 (m)	Dn/100 (m)	Dn/250 (m)
15	0,45	0,50	0,15	0,05 - 0,15	0,05
30 a 40	0,60	0,75 1,00 m	0,30	0,15 - 0,30	0,15
80 a 100	0,75	1,25	0,50	0,25 - 0,50	0,25
150	0,90	2,50	1,00	0,50 - 1,00	0,50

Dn - Diâmetro do bloco correspondente a % na distribuição granulométrica da pedra utilizada

Adotar-se-á. portanto. a indicação do "Bureau of Reclamation" para as dimensões do "Rip-Rap"
Portanto. a espessura adotada será $e = 0,75$ m

ASSUNTO GEOMETRIA DO MACIÇO _____ RUBRICA _____

TECNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAUJO _____ FOLHA 15/16 _____

A espessura adotada para a transição deverá obedecer à seguinte relação

$$e_t \leq \frac{e_{RIP-RAP}}{2}$$

Logo, a espessura da transição será

$$e_t \leq 0,375 \text{ m}$$

Adotaremos a $e_t = 0,40 \text{ m}$

ASSUNTO GEOMETRIA DO MAGICO _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL IVELISE STROZBERG E JOSÉ CARLOS ARAÚJO _____ FOLHA 16/16 _____

CROSS-SECTION OF GEOMETRY

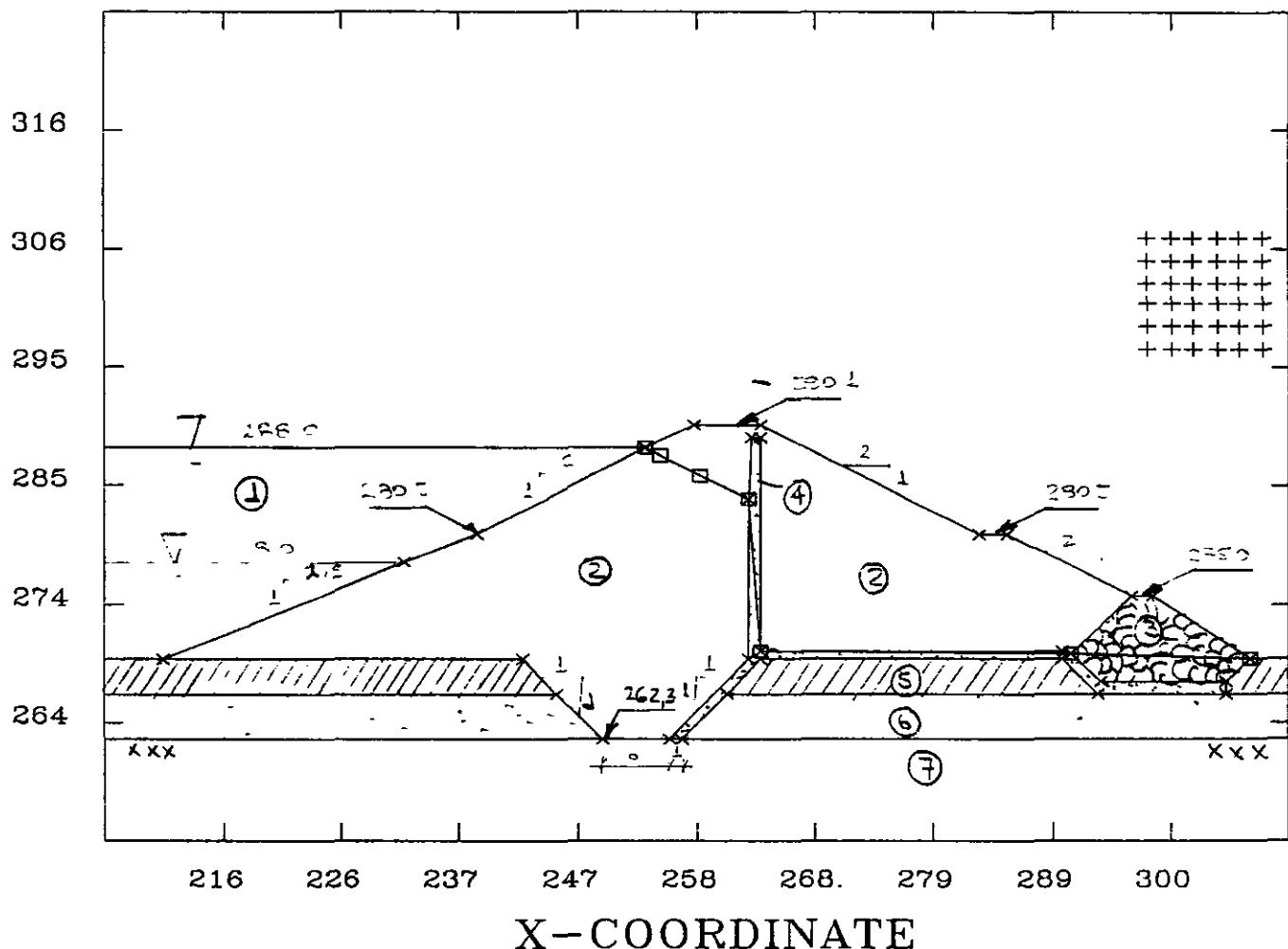
Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

20/04/97

Reservatorio Cheio

Y-COORDINATE



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
9.81	.00	00	① Agua do Reservatorio
20.00	.00	36.00	② Solo Argiloso (Macico)
20.00	.00	38.00	③ Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	.00	31.00	④ Areia do Filtro Vert e Tapete
16.00	.00	29.00	⑤ Siltoso Arenoso (Fundacao)
17.00	.00	30.00	⑥ Areia Siltosa (Fundacao)
-1.00	.00	00	⑦ Gneisse (Fundacao)

File name : rosa11 SET

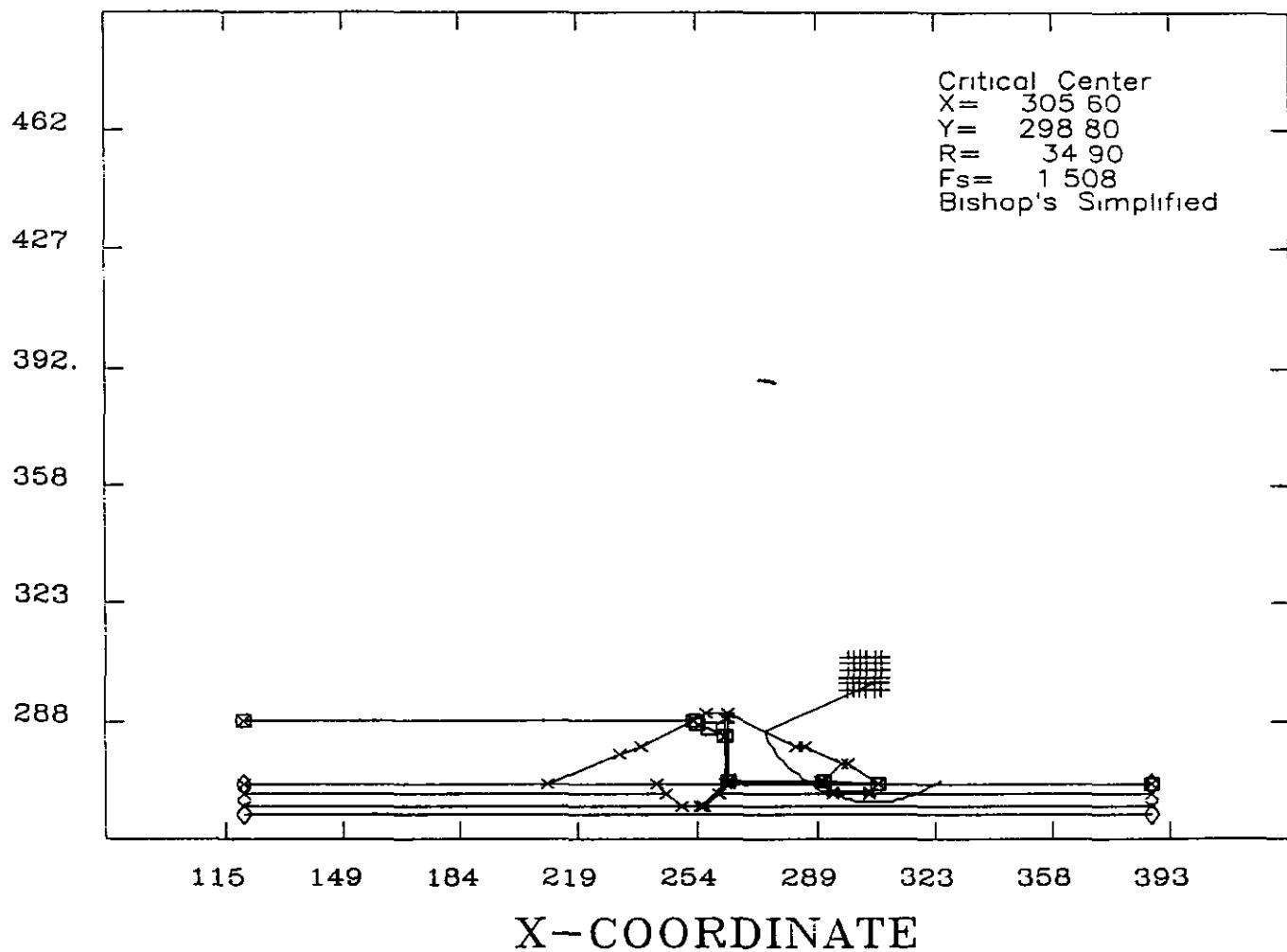
CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

20/04/97

Reservatorio Cheio



UNIT	WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
9.81	00	00	00	Agua do Reservatorio
20.00	00	36.00	36.00	Solo Argiloso (Macico)
20.00	00	38.00	38.00	Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	00	31.00	31.00	Areia do Filtro Vert e Tapete
16.00	.00	29.00	29.00	Silte Arenoso (Fundacao)
17.00	00	30.00	30.00	Areia Siltosa (Fundacao)
-1.00	.00	.00	.00	Gnaisse (Fundacao)

File name rosa11 SET

ROSA11 SET = DATA FILE NAME
 Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)
 1 = TRIAL NUMBER
 20/04/97 = DATE
 Reservatorio Cheio
 30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE
 01000, = TOLERANCE
 00000, = SEISMIC COEFFICIENT
 10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER
 POINT , 50
 1, 120 000, 269 300
 2, 210 150, 269 300
 3, 231 900, 278 000
 4, 238 150, 280 500
 5, 253 150, 288 000
 6, 257 350, 290 100
 7, 263 350, 290 100
 8, 282 550, 280 500
 9, 285 050, 280 500
 10, 296 050, 275 000
 11, 298 050, 275 000
 12, 306 600, 269 300
 13, 260 370, 266 300
 14, 387 600, 269 300
 15, 242 340, 269 300
 16, 245 340, 266 300
 17, 249 340, 262 300
 18, 255 340, 262 300
 19, 256 370, 262 300
 20, 262 340, 269 300
 21, 263 370, 269 300
 22, 263 360, 270 000
 23, 289 850, 270 000
 24, 290 850, 269 800
 25, 293 350, 267 300
 26, 304 600, 267 300
 27, 290 050, 269 300
 28, 293 050, 266 300
 29, 304 400, 266 300
 30, 262 350, 289 000
 31, 263 350, 289 000
 32, 120 000, 266 300
 33, 387 600, 266 300
 34, 120 000, 262 300
 35, 387 600, 262 300
 36, 120 000, 260 300
 37, 387 600, 260 300
 38, 120 000, 269 300
 39, 387 600, 269 300
 40, 120 000, 278 000
 41, 120 000, 288 000
 42, 254 350, 287 500
 43, 258 000, 285 500
 44, 262 345, 283 500
 45, 210 000, 299 800
 46, 220 000, 299 800

TÉCNICO RESPONDAVEL: WALTER JARDIM
FOLHA: 321

File name rosa11.FAC

PROJECT NAME Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

TRIAL NUMBER 1 DATE 20/04/97

COMMENTS Reservatorio Cheio

396=NO OF SLIP SURFACES 11=NO OF RADII 2=NO OF FUNCTIONS

SLIP NO	X-COORD	Y-COORD	ITERATION NO	FACTOR OF SAFETY		
				RADIUS	LAMBDA (MOMENT)	(FORCE)

1	297 600	296 800	27 500	1	0000	1 957	2 215
1	297 600	296 800	27 500	4	0000	2 186	1 935
2	297 600	296 800	28 400	1	0000	1 846	2 104
2	297 600	296 800	28 400	4	0000	2 087	1 835
3	297 600	296 800	29 300	1	0000	1 714	1 966
3	297 600	296 800	29 300	4	0000	1 964	1 717
4	297 600	296 800	30 200	1	0000	1 494	1 709
4	297 600	296 800	30 200	4	0000	1 727	1 514
5	297 600	296 800	31 100	1	0000	1 412	1 623
5	297 600	296 800	31 100	4	0000	1 651	1 440
6	297 600	296 800	32 000	1	0000	1 369	1 587
6	297 600	296 800	32 000	4	0000	1 623	1 406
7	297 600	296 800	32 900	1	0000	1 334	1 558
7	297 600	296 800	32 900	5	0000	1 605	1 381
8	297 600	296 800	33 800	1	0000	1 305	1 537
8	297 600	296 800	33 800	5	0000	1 595	1 363
9	297 600	296 800	34 700	1	0000	1 282	1 525
9	297 600	296 800	34 700	5	0000	1 592	1 352
10	297 600	296 800	35 600	1	0000	1 287	1 576
10	297 600	296 800	35 600	5	0000	1 625	1 372
11	297 600	296 800	36 500	1	0000	1 307	1 666
11	297 600	296 800	36 500	5	0000	1 680	1 405
12	299 600	296 800	27 500	1	0000	1 920	2 133
12	299 600	296 800	27 500	4	0000	2 110	1 902
13	299 600	296 800	28 400	1	0000	1 855	2 079
13	299 600	296 800	28 400	4	0000	2 058	1 838
14	299 600	296 800	29 300	1	0000	1 716	1 936
14	299 600	296 800	29 300	4	0000	1 927	1 711
15	299 600	296 800	30 200	1	0000	1 467	1 649
15	299 600	296 800	30 200	4	0000	1 667	1 485
16	299 600	296 800	31 100	1	0000	1 385	1 567
16	299 600	296 800	31 100	4	0000	1 597	1 414
17	299 600	296 800	32 000	1	0000	1 344	1 534
17	299 600	296 800	32 000	4	0000	1 575	1 383
18	299 600	296 800	32 900	1	0000	1 313	1 513
18	299 600	296 800	32 900	4	0000	1 565	1 364
19	299 600	296 800	33 800	1	0000	1 288	1 496
19	299 600	296 800	33 800	4	0000	1 561	1 349
20	299 600	296 800	34 700	1	0000	1 268	1 491
20	299 600	296 800	34 700	5	0000	1 567	1 344
21	299 600	296 800	35 600	1	0000	1 280	1 555
21	299 600	296 800	35 600	5	0000	1 617	1 373
22	299 600	296 800	36 500	1	0000	1 295	1 639
22	299 600	296 800	36 500	5	0000	1 669	1 405
23	301 600	296 800	27 500	1	0000	1 870	2 041

23	301 600	296 800	27 500	4	0000	2 024	1 857
24	301 600	296 800	28 400	1	0000	1 808	1 990
24	301 600	296 800	28 400	4	0000	1 973	1 794
25	301 600	296 800	29 300	1	0000	1 721	1 910
25	301 600	296 800	29 300	4	0000	1 899	1 712
26	301 600	296 800	30 200	1	0000	1 489	1 652
26	301 600	296 800	30 200	4	0000	1 665	1 502
27	301 600	296 800	31 100	1	0000	1 374	1 532
27	301 600	296 800	31 100	4	0000	1 565	1 406
28	301 600	296 800	32 000	1	0000	1 325	1 490
28	301 600	296 800	32 000	4	0000	1 537	1 369
29	301 600	296 800	32 900	1	0000	1 297	1 474
29	301 600	296 800	32 900	4	0000	1 534	1 353
30	301 600	296 800	33 800	1	0000	1 275	1 463
30	301 600	296 800	33 800	4	0000	1 537	1 345
31	301 600	296 800	34 700	1	0000	1 261	1 466
31	301 600	296 800	34 700	5	0000	1 552	1 346
32	301 600	296 800	35 600	1	0000	1 278	1 537
32	301 600	296 800	35 600	5	0000	1 612	1 381
33	301 600	296 800	36 500	1	0000	1 291	1 619
33	301 600	296 800	36 500	5	0000	1 664	1 411
34	303 600	296 800	27 500	1	0000	1 797	1 933
34	303 600	296 800	27 500	4	0000	1 920	1 786
35	303 600	296 800	28 400	1	0000	1 749	1 895
35	303 600	296 800	28 400	4	0000	1 883	1 738
36	303 600	296 800	29 300	1	0000	1 699	1 857
36	303 600	296 800	29 300	4	0000	1 849	1 692
37	303 600	296 800	30 200	1	0000	1 528	1 674
37	303 600	296 800	30 200	4	0000	1 686	1 539
38	303 600	296 800	31 100	1	0000	1 380	1 519
38	303 600	296 800	31 100	4	0000	1 555	1 414
39	303 600	296 800	32 000	1	0000	1 318	1 463
39	303 600	296 800	32 000	4	0000	1 517	1 368
40	303 600	296 800	32 900	1	0000	1 288	1 445
40	303 600	296 800	32 900	4	0000	1 514	1 352
41	303 600	296 800	33 800	1	0000	1 269	1 439
41	303 600	296 800	33 800	4	0000	1 523	1 347
42	303 600	296 800	34 700	1	0000	1 259	1 447
42	303 600	296 800	34 700	4	0000	1 545	1 352
43	303 600	296 800	35 600	1	0000	1 278	1 520
43	303 600	296 800	35 600	5	0000	1 609	1 392
44	303 600	296 800	36 500	1	0000	1 293	1 603
44	303 600	296 800	36 500	5	0000	1 664	1 423
45	305 600	296 800	27 500	1	0000	1 694	1 808
45	305 600	296 800	27 500	4	0000	1 796	1 683
46	305 600	296 800	28 400	1	0000	1 675	1 796
46	305 600	296 800	28 400	4	0000	1 787	1 666
47	305 600	296 800	29 300	1	0000	1 647	1 778
47	305 600	296 800	29 300	4	0000	1 776	1 645
48	305 600	296 800	30 200	1	0000	1 547	1 675
48	305 600	296 800	30 200	4	0000	1 691	1 560
49	305 600	296 800	31 100	1	0000	1 436	1 565
49	305 600	296 800	31 100	4	0000	1 602	1 470
50	305 600	296 800	32 000	1	0000	1 325	1 455
50	305 600	296 800	32 000	4	0000	1 516	1 382

ASSUNTO: ESTABILIDADE DO MACICO

RUBRICA

FOLHA: 4/21

000030

TÉCNICO RESPONSÁVEL WALMIR JARDIM

346	299 600	306 800	41 100	1	0000	1 397	1 549
346	299 600	306 800	41 100	4	0000	1 572	1 419
347	299 600	306 800	42 000	1	0000	1 367	1 523
347	299 600	306 800	42 000	4	0000	1 556	1 398
348	299 600	306 800	42 900	1	0000	1 346	1 506
348	299 600	306 800	42 900	4	0000	1 546	1 384
349	299 600	306 800	43 800	1	0000	1 330	1 494
349	299 600	306 800	43 800	4	0000	1 547	1 380
350	299 600	306 800	44 700	1	0000	1 311	1 485
350	299 600	306 800	44 700	4	0000	1 547	1 372
351	299 600	306 800	45 600	1	0000	1 319	1 530
351	299 600	306 800	45 600	4	0000	1 582	1 391
352	299 600	306 800	46 500	1	0000	1 326	1 584
352	299 600	306 800	46 500	4	0000	1 620	1 415
353	301 600	306 800	37 500	1	0000	1 826	1 980
353	301 600	306 800	37 500	4	0000	1 965	1 813
354	301 600	306 800	38 400	1	0000	1 769	1 931
354	301 600	306 800	38 400	4	0000	1 916	1 756
355	301 600	306 800	39 300	1	0000	1 663	1 825
355	301 600	306 800	39 300	4	0000	1 818	1 659
356	301 600	306 800	40 200	1	0000	1 468	1 607
356	301 600	306 800	40 200	4	0000	1 620	1 481
357	301 600	306 800	41 100	1	0000	1 389	1 527
357	301 600	306 800	41 100	4	0000	1 552	1 413
358	301 600	306 800	42 000	1	0000	1 350	1 494
358	301 600	306 800	42 000	4	0000	1 529	1 383
359	301 600	306 800	42 900	1	0000	1 327	1 477
359	301 600	306 800	42 900	4	0000	1 521	1 368
360	301 600	306 800	43 800	1	0000	1 309	1 466
360	301 600	306 800	43 800	4	0000	1 522	1 362
361	301 600	306 800	44 700	1	0000	1 299	1 466
361	301 600	306 800	44 700	4	0000	1 532	1 363
362	301 600	306 800	45 600	1	0000	1 318	1 518
362	301 600	306 800	45 600	4	0000	1 581	1 399
363	301 600	306 800	46 500	1	0000	1 325	1 571
363	301 600	306 800	46 500	5	0000	1 620	1 422
364	303 600	306 800	37 500	1	0000	1 810	1 936
364	303 600	306 800	37 500	4	0000	1 924	1 800
365	303 600	306 800	38 400	1	0000	1 754	1 891
365	303 600	306 800	38 400	4	0000	1 878	1 743
366	303 600	306 800	39 300	1	0000	1 686	1 830
366	303 600	306 800	39 300	4	0000	1 822	1 679
367	303 600	306 800	40 200	1	0000	1 508	1 637
367	303 600	306 800	40 200	4	0000	1 647	1 518
368	303 600	306 800	41 100	1	0000	1 395	1 519
368	303 600	306 800	41 100	4	0000	1 546	1 421
369	303 600	306 800	42 000	1	0000	1 348	1 478
369	303 600	306 800	42 000	4	0000	1 517	1 385
370	303 600	306 800	42 900	1	0000	1 323	1 461
370	303 600	306 800	42 900	4	0000	1 511	1 369
371	303 600	306 800	43 800	1	0000	1 302	1 450
371	303 600	306 800	43 800	4	0000	1 512	1 360
372	303 600	306 800	44 700	1	0000	1 292	1 451
372	303 600	306 800	44 700	4	0000	1 524	1 361
373	303 600	306 800	45 600	1	0000	1 306	1 500
373	303 600	306 800	45 600	4	0000	1 570	1 391

374	303 600	306 800	46 500	1	0000	1 319	1 558
374	303 600	306 800	46 500	5	0000	1 613	1 420
375	305 600	306 800	37 500	1	0000	1 786	1 885
375	305 600	306 800	37 500	4	0000	1 876	1 778
376	305 600	306 800	38 400	1	0000	1 740	1 851
376	305 600	306 800	38 400	4	0000	1 842	1 731
377	305 600	306 800	39 300	1	0000	1 693	1 816
377	305 600	306 800	39 300	4	0000	1 811	1 688
378	305 600	306 800	40 200	1	0000	1 560	1 679
378	305 600	306 800	40 200	4	0000	1 688	1 568
379	305 600	306 800	41 100	1	0000	1 427	1 540
379	305 600	306 800	41 100	4	0000	1 568	1 452
380	305 600	306 800	42 000	1	0000	1 360	1 477
380	305 600	306 800	42 000	4	0000	1 521	1 400
381	305 600	306 800	42 900	1	0000	1 328	1 455
381	305 600	306 800	42 900	4	0000	1 512	1 381
382	305 600	306 800	43 800	1	0000	1 309	1 446
382	305 600	306 800	43 800	4	0000	1 515	1 373
383	305 600	306 800	44 700	1	0000	1 296	1 447
383	305 600	306 800	44 700	4	0000	1 528	1 372
384	305 600	306 800	45 600	1	0000	1 306	1 492
384	305 600	306 800	45 600	4	0000	1 571	1 397
385	305 600	306 800	46 500	1	0000	1 316	1 546
385	305 600	306 800	46 500	5	0000	1 610	1 423
386	307 600	306 800	37 500	1	0000	1 744	1 820
386	307 600	306 800	37 500	4	0000	1 814	1 737
387	307 600	306 800	38 400	1	0000	1 722	1 812
387	307 600	306 800	38 400	4	0000	1 806	1 716
388	307 600	306 800	39 300	1	0000	1 685	1 788
388	307 600	306 800	39 300	4	0000	1 787	1 684
389	307 600	306 800	40 200	1	0000	1 607	1 715
389	307 600	306 800	40 200	4	0000	1 725	1 616
390	307 600	306 800	41 100	1	0000	1 493	1 601
390	307 600	306 800	41 100	4	0000	1 630	1 519
391	307 600	306 800	42 000	1	0000	1 382	1 490
391	307 600	306 800	42 000	4	0000	1 540	1 428
392	307 600	306 800	42 900	1	0000	1 344	1 461
392	307 600	306 800	42 900	4	0000	1 525	1 403
393	307 600	306 800	43 800	1	0000	1 323	1 451
393	307 600	306 800	43 800	4	0000	1 529	1 395
394	307 600	306 800	44 700	1	0000	1 309	1 451
394	307 600	306 800	44 700	4	0000	1 542	1 394
395	307 600	306 800	45 600	1	0000	1 316	1 492
395	307 600	306 800	45 600	4	0000	1 582	1 416
396	307 600	306 800	46 500	1	0000	1 322	1 543
396	307 600	306 800	46 500	4	0000	1 618	1 435

| SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY |

MOMENT EQUILIBRIUM FELLENIUS OR ORDINARY METHOD
 303 6000=X-COOR 296 8000=Y-COOR 34 7000=RADIUS 1 259=F S
 MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD
 305 6000=X-COOR 298 8000=Y-COOR 34 9000=RADIUS 1 508=F S
 FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO f_o FACTOR)
 299 6000=X-COOR 298 8000=Y-COOR 36 7000=RADIUS 1 344=F S

f₁ = 1.05

000031

FOLHA 321

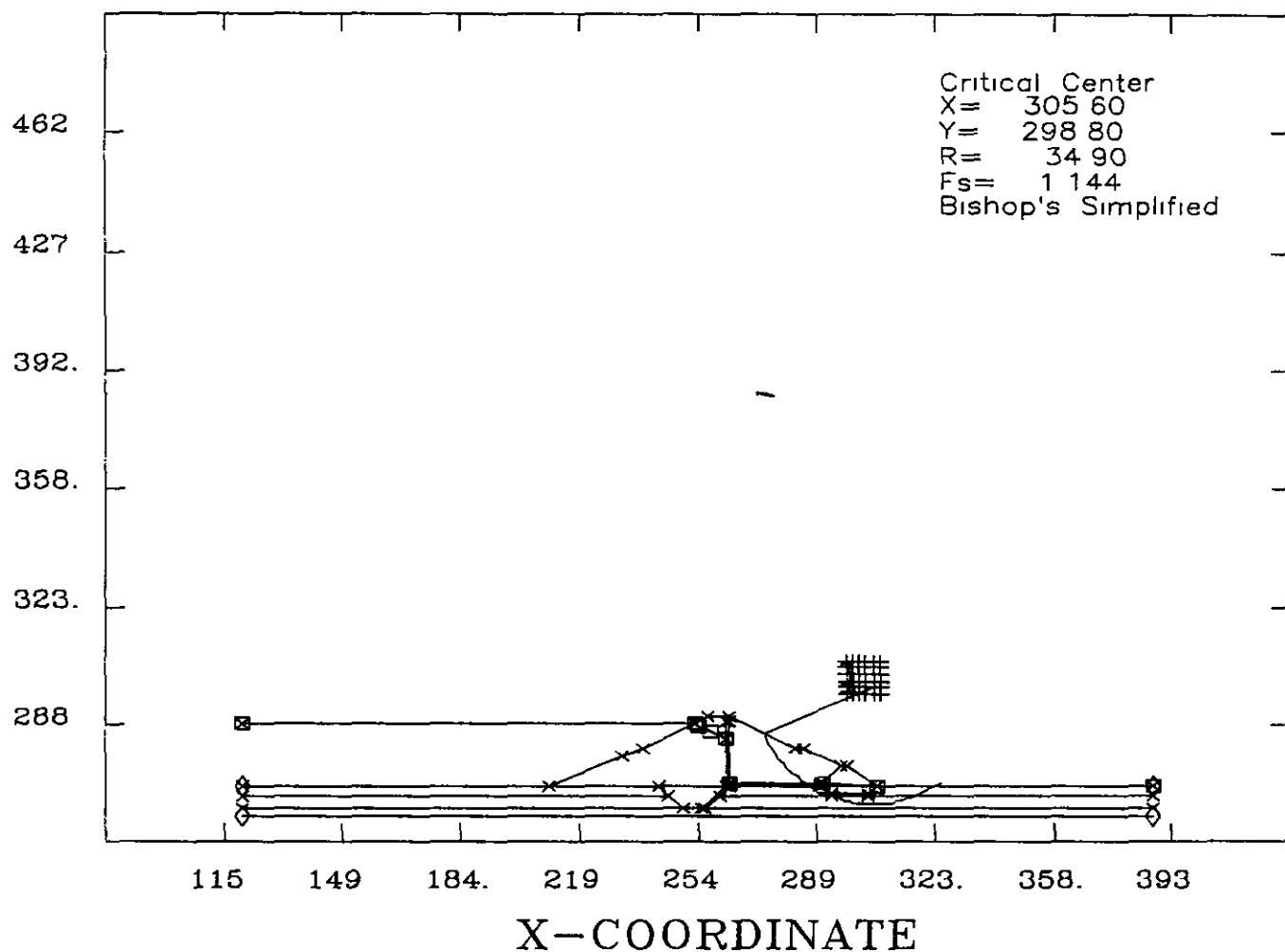
CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

20/04/97

Abalo Sismico



X-COORDINATE

UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
9.81	.00	.00	Agua do Reservatorio
20.00	.00	36.00	Solo Argiloso (Macizo)
20.00	.00	38.00	Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	.00	31.00	Areia do Filtro Vert. e Tapete
16.00	.00	29.00	Silte Arenoso (Fundacao)
17.00	.00	30.00	Areia Siltosa (Fundacao)
-1.00	.00	.00	Gnaisse (Fundacao)

File name ROSA12 SET

QUESTION = DATA FILE NAME
ROSA12 SET
 Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)
1 = TRIAL NUMBER
20/04/97 = DATE
Abalo Sismico
30. = # OF SLICES / SLIP SURFACE
01000. = TOLERANCE
10000. = SEISMIC COEFFICIENT
10 00000. = UNIT WEIGHT OF WATER
POINT . 50
 1, 120 000, 269 300
 2, 210 150, 269 300
 3, 231 900, 278 000
 4, 238 150, 280 500
 5, 253 150, 288 000
 6, 257 360, 290 100
 7, 263 350, 290 100
 8, 262 550, 280 500
 9, 265 050, 280 500
 10, 266 050, 275 000
 11, 266 050, 275 000
 12, 306 600, 269 300
 13, 260 370, 266 300
 14, 387 600, 269 300
 15, 242 340, 269 300
 16, 245 340, 268 300
 17, 248 340, 262 300
 18, 255 340, 262 300
 19, 255 370, 262 300
 20, 262 340, 269 300
 21, 263 370, 269 300
 22, 263 360, 270 000
 23, 289 850, 270 000
 24, 290 850, 269 800
 25, 293 350, 267 300
 26, 304 600, 267 300
 27, 290 050, 269 300
 28, 293 050, 266 300
 29, 304 400, 266 300
 30, 262 350, 289 000
 31, 263 350, 289 000
 32, 120 000, 266 300
 33, 387 600, 266 300
 34, 120 000, 262 300
 35, 387 600, 262 300
 36, 120 000, 260 300
 37, 387 600, 260 300
 38, 120 000, 269 300
 39, 387 600, 269 300
 40, 120 000, 278 000
 41, 120 000, 288 000
 42, 254 350, 287 500
 43, 258 000, 285 500
 44, 262 345, 283 500
 45, 210 000, 299 800

File name ROSA12 FAC

PROJECT NAME Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

TRIAL NUMBER 1 DATE 20/04/97

COMMENTS Abalo Sismico

396=NO OF SLIP SURFACES 11=NO OF RADII 2=NO OF FUNCTIONS

SLIP X- Y- ITERATION FACTOR OF SAFETY
NO COORD COORD RADIUS NO LAMBDA (MOMENT) (FORCE)

1	297 600	296 800	27 500	1	0000	1 533	1 652
1	297 600	296 800	27 500	4	0000	1 728	1 515
2	297 600	296 800	28 400	1	0000	1 448	1 564
2	297 600	296 800	28 400	4	0000	1 652	1 437
3	297 600	296 800	29 300	1	0000	1 345	1 455
3	297 600	296 800	29 300	4	0000	1 554	1 344
4	297 600	296 800	30 200	1	0000	1 168	1 254
4	297 600	296 800	30 200	4	0000	1 359	1 175
5	297 600	296 800	31 100	1	0000	1 103	1 185
5	297 600	296 800	31 100	4	0000	1 297	1 114
6	297 600	296 800	32 000	1	0000	1 068	1 152
6	297 600	296 800	32 000	4	0000	1 274	1 086
7	297 600	296 800	32 900	1	0000	1 039	1 124
7	297 600	296 800	32 900	4	0000	1 258	1 064
8	297 600	296 800	33 800	1	0000	1 015	1 102
8	297 600	296 800	33 800	4	0000	1 248	1 048
9	297 600	296 800	34 700	1	0000	996	1 085
9	297 600	296 800	34 700	4	0000	1 244	1 038
10	297 600	296 800	35 600	1	0000	997	1 108
10	297 600	296 800	35 600	4	0000	1 267	1 050
11	297 600	296 800	36 500	1	0000	1 009	1 151
11	297 600	296 800	36 500	4	0000	1 305	1 073
12	299 600	296 800	27 500	1	0000	1 505	1 603
12	299 600	296 800	27 500	4	0000	1 668	1 489
13	299 600	296 800	28 400	1	0000	1 456	1 557
13	299 600	296 800	28 400	4	0000	1 628	1 439
14	299 600	296 800	29 300	1	0000	1 348	1 442
14	299 600	296 800	29 300	4	0000	1 523	1 337
15	299 600	296 800	30 200	1	0000	1 145	1 217
15	299 600	296 800	30 200	4	0000	1 308	1 149
16	299 600	296 800	31 100	1	0000	1 078	1 148
16	299 600	296 800	31 100	4	0000	1 249	1 090
17	299 600	296 800	32 000	1	0000	1 044	1 116
17	299 600	296 800	32 000	4	0000	1 230	1 064
18	299 600	296 800	32 900	1	0000	1 018	1 092
18	299 600	296 800	32 900	4	0000	1 219	1 047
19	299 600	296 800	33 800	1	0000	996	1 072
19	299 600	296 800	33 800	4	0000	1 214	1 034
20	299 600	296 800	34 700	1	0000	979	1 060
20	299 600	296 800	34 700	4	0000	1 216	1 027
21	299 600	296 800	35 600	1	0000	984	1 089
21	299 600	296 800	35 600	4	0000	1 250	1 046
22	299 600	296 800	36 500	1	0000	994	1 129
22	299 600	296 800	36 500	4	0000	1 288	1 068
23	301 600	296 800	27 500	1	0000	1 469	1 548

23	301 600	296 800	27 500	4	0000	1 601	1 454
24	301 600	296 800	28 400	1	0000	1 420	1 502
24	301 600	296 800	28 400	4	0000	1 561	1 404
25	301 600	296 800	29 300	1	0000	1 348	1 431
25	301 600	296 800	29 300	4	0000	1 497	1 334
26	301 600	296 800	30 200	1	0000	1 160	1 224
26	301 600	296 800	30 200	3	0000	1 303	1 160
27	301 600	296 800	31 100	1	0000	1 066	1 124
27	301 600	296 800	31 100	4	0000	1 218	1 079
28	301 600	296 800	32 000	1	0000	1 024	1 085
28	301 600	296 800	32 000	4	0000	1 193	1 048
29	301 600	296 800	32 900	1	0000	1 000	1 063
29	301 600	296 800	32 900	4	0000	1 187	1 033
30	301 600	296 800	33 800	1	0000	980	1 047
30	301 600	296 800	33 800	4	0000	1 186	1 024
31	301 600	296 800	34 700	1	0000	966	1 038
31	301 600	296 800	34 700	4	0000	1 194	1 021
32	301 600	296 800	35 600	1	0000	975	1 071
32	301 600	296 800	35 600	4	0000	1 236	1 045
33	301 600	296 800	36 500	1	0000	983	1 110
33	301 600	296 800	36 500	4	0000	1 272	1 066
34	303 600	296 800	27 500	1	0000	1 416	1 481
34	303 600	296 800	27 500	4	0000	1 524	1 404
35	303 600	296 800	28 400	1	0000	1 374	1 441
35	303 600	296 800	28 400	4	0000	1 489	1 360
36	303 600	296 800	29 300	1	0000	1 328	1 396
36	303 600	296 800	29 300	4	0000	1 453	1 315
37	303 600	296 800	30 200	1	0000	1 186	1 242
37	303 600	296 800	30 200	3	0000	1 313	1 184
38	303 600	296 800	31 100	1	0000	1 065	1 115
38	303 600	296 800	31 100	3	0000	1 203	1 080
39	303 600	296 800	32 000	1	0000	1 013	1 063
39	303 600	296 800	32 000	3	0000	1 168	1 041
40	303 600	296 800	32 900	1	0000	986	1 039
40	303 600	296 800	32 900	4	0000	1 161	1 024
41	303 600	296 800	33 800	1	0000	967	1 025
41	303 600	296 800	33 800	4	0000	1 165	1 018
42	303 600	296 800	34 700	1	0000	956	1 019
42	303 600	296 800	34 700	4	0000	1 178	1 019
43	303 600	296 800	35 600	1	0000	967	1 053
43	303 600	296 800	35 600	4	0000	1 222	1 046
44	303 600	296 800	36 500	1	0000	975	1 092
44	303 600	296 800	36 500	4	0000	1 260	1 067
45	305 600	296 800	27 500	1	0000	1 342	1 401
45	305 600	296 800	27 500	4	0000	1 432	1 332
46	305 600	296 800	28 400	1	0000	1 318	1 375
46	305 600	296 800	28 400	4	0000	1 413	1 306
47	305 600	296 800	29 300	1	0000	1 284	1 340
47	305 600	296 800	29 300	4	0000	1 389	1 275
48	305 600	296 800	30 200	1	0000	1 195	1 243
48	305 600	296 800	30 200	4	0000	1 307	1 194
49	305 600	296 800	31 100	1	0000	1 102	1 146
49	305 600	296 800	31 100	3	0000	1 230	1 116
50	305 600	296 800	32 000	1	0000	1 011	1 053
50	305 600	296 800	32 000	3	0000	1 157	1 043

ASSUNTO ESTABILIDADE DO MACÍCIO

TÉCNICO RESPONSÁVEL WALMIR JARDIM

RUBRICA

Linha

FOLHA 8/21

000034

347	299 600	306 800	42 000	1	0000	1 061	1 122
347	299 600	306 800	42 000	4	0000	1 212	1 076
348	299 600	306 800	42 900	1	0000	1 042	1 102
348	299 600	306 800	42 900	4	0000	1 201	1 061
349	299 600	306 800	43 800	1	0000	1 026	1 085
349	299 600	306 800	43 800	4	0000	1 197	1 054
350	299 600	306 800	44 700	1	0000	1 007	1 070
350	299 600	306 800	44 700	4	0000	1 194	1 044
351	299 600	306 800	45 600	1	0000	1 008	1 087
351	299 600	306 800	45 600	4	0000	1 216	1 054
352	299 600	306 800	46 500	1	0000	1 009	1 110
352	299 600	306 800	46 500	4	0000	1 241	1 068
353	301 600	306 800	37 500	1	0000	1 431	1 507
353	301 600	306 800	37 500	4	0000	1 550	1 421
354	301 600	306 800	38 400	1	0000	1 387	1 465
354	301 600	306 800	38 400	4	0000	1 512	1 376
355	301 600	306 800	39 300	1	0000	1 301	1 375
355	301 600	306 800	39 300	3	0000	1 432	1 295
356	301 600	306 800	40 200	1	0000	1 142	1 200
356	301 600	306 800	40 200	3	0000	1 266	1 146
357	301 600	306 800	41 100	1	0000	1 078	1 132
357	301 600	306 800	41 100	3	0000	1 208	1 088
358	301 600	306 800	42 000	1	0000	1 045	1 100
358	301 600	306 800	42 000	3	0000	1 186	1 062
359	301 600	306 800	42 900	1	0000	1 023	1 079
359	301 600	306 800	42 900	3	0000	1 176	1 047
360	301 600	306 800	43 800	1	0000	1 006	1 063
360	301 600	306 800	43 800	4	0000	1 172	1 038
361	301 600	306 800	44 700	1	0000	995	1 054
361	301 600	306 800	44 700	4	0000	1 177	1 035
362	301 600	306 800	45 600	1	0000	1 005	1 078
362	301 600	306 800	45 600	4	0000	1 209	1 058
363	301 600	306 800	46 500	1	0000	1 007	1 102
363	301 600	306 800	46 500	4	0000	1 235	1 071
364	303 600	306 800	37 500	1	0000	1 419	1 480
364	303 600	306 800	37 500	4	0000	1 517	1 409
365	303 600	306 800	38 400	1	0000	1 374	1 439
365	303 600	306 800	38 400	4	0000	1 479	1 363
366	303 600	306 800	39 300	1	0000	1 315	1 381
366	303 600	306 800	39 300	4	0000	1 428	1 306
367	303 600	306 800	40 200	1	0000	1 170	1 223
367	303 600	306 800	40 200	4	0000	1 280	1 170
368	303 600	306 800	41 100	1	0000	1 077	1 124
368	303 600	306 800	41 100	3	0000	1 196	1 088
369	303 600	306 800	42 000	1	0000	1 037	1 085
369	303 600	306 800	42 000	3	0000	1 168	1 057
370	303 600	306 800	42 900	1	0000	1 014	1 064
370	303 600	306 800	42 900	3	0000	1 160	1 042
371	303 600	306 800	43 800	1	0000	995	1 048
371	303 600	306 800	43 800	3	0000	1 156	1 031
372	303 600	306 800	44 700	1	0000	984	1 039
372	303 600	306 800	44 700	4	0000	1 162	1 029
373	303 600	306 800	45 600	1	0000	990	1 061
373	303 600	306 800	45 600	4	0000	1 193	1 048
374	303 600	306 800	46 500	1	0000	998	1 089
374	303 600	306 800	46 500	4	0000	1 223	1 067

375	305 600	306 800	37 500	1	0000	1 401	1 449
375	305 600	306 800	37 500	4	0000	1 479	1 392
376	305 600	306 800	38 400	1	0000	1 360	1 412
376	305 600	306 800	38 400	4	0000	1 446	1 349
377	305 600	306 800	39 300	1	0000	1 316	1 371
377	305 600	306 800	39 300	4	0000	1 412	1 307
378	305 600	306 800	40 200	1	0000	1 204	1 252
378	305 600	306 800	40 200	4	0000	1 304	1 203
379	305 600	306 800	41 100	1	0000	1 095	1 136
379	305 600	306 800	41 100	3	0000	1 205	1 106
380	305 600	306 800	42 000	1	0000	1 038	1 080
380	305 600	306 800	42 000	3	0000	1 162	1 061
381	305 600	306 800	42 900	1	0000	1 010	1 054
381	305 600	306 800	42 900	3	0000	1 149	1 042
382	305 600	306 800	43 800	1	0000	992	1 039
382	305 600	306 800	43 800	3	0000	1 148	1 033
383	305 600	306 800	44 700	1	0000	978	1 030
383	305 600	306 800	44 700	4	0000	1 154	1 030
384	305 600	306 800	45 600	1	0000	983	1 049
384	305 600	306 800	45 600	4	0000	1 184	1 046
385	305 600	306 800	46 500	1	0000	989	1 075
385	305 600	306 800	46 500	4	0000	1 211	1 063
386	307 600	306 800	37 500	1	0000	1 370	1 407
386	307 600	306 800	37 500	4	0000	1 432	1 362
387	307 600	306 800	38 400	1	0000	1 343	1 384
387	307 600	306 800	38 400	4	0000	1 413	1 334
388	307 600	306 800	39 300	1	0000	1 303	1 347
388	307 600	306 800	39 300	4	0000	1 384	1 296
389	307 600	306 800	40 200	1	0000	1 232	1 274
389	307 600	306 800	40 200	4	0000	1 322	1 231
390	307 600	306 800	41 100	1	0000	1 137	1 175
390	307 600	306 800	41 100	4	0000	1 239	1 148
391	307 600	306 800	42 000	1	0000	1 047	1 082
391	307 600	306 800	42 000	3	0000	1 164	1 072
392	307 600	306 800	42 900	1	0000	1 013	1 050
392	307 600	306 800	42 900	3	0000	1 147	1 049
393	307 600	306 800	43 800	1	0000	993	1 033
393	307 600	306 800	43 800	3	0000	1 145	1 039
394	307 600	306 800	44 700	1	0000	979	1 024
394	307 600	306 800	44 700	3	0000	1 151	1 037
395	307 600	306 800	45 600	1	0000	981	1 041
395	307 600	306 800	45 600	4	0000	1 178	1 051
396	307 600	306 800	46 500	1	0000	984	1 064
396	307 600	306 800	46 500	4	0000	1 205	1 065

| SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY |

MOMENT EQUILIBRIUM FELLENIUS OR ORDINARY METHOD
 307 6000=X-COOR 296 8000=Y-COOR 34 7000=RADIUS 944=F S

MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD
 305 6000=X-COOR 298 8000=Y-COOR 34 9000=RADIUS 1 144=F S

FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO f_a FACTOR)
 305 6000=X-COOR 296 8000=Y-COOR 33 8000=RADIUS 1 018=F S

000035

CROSS-SECTION OF GEOMETRY

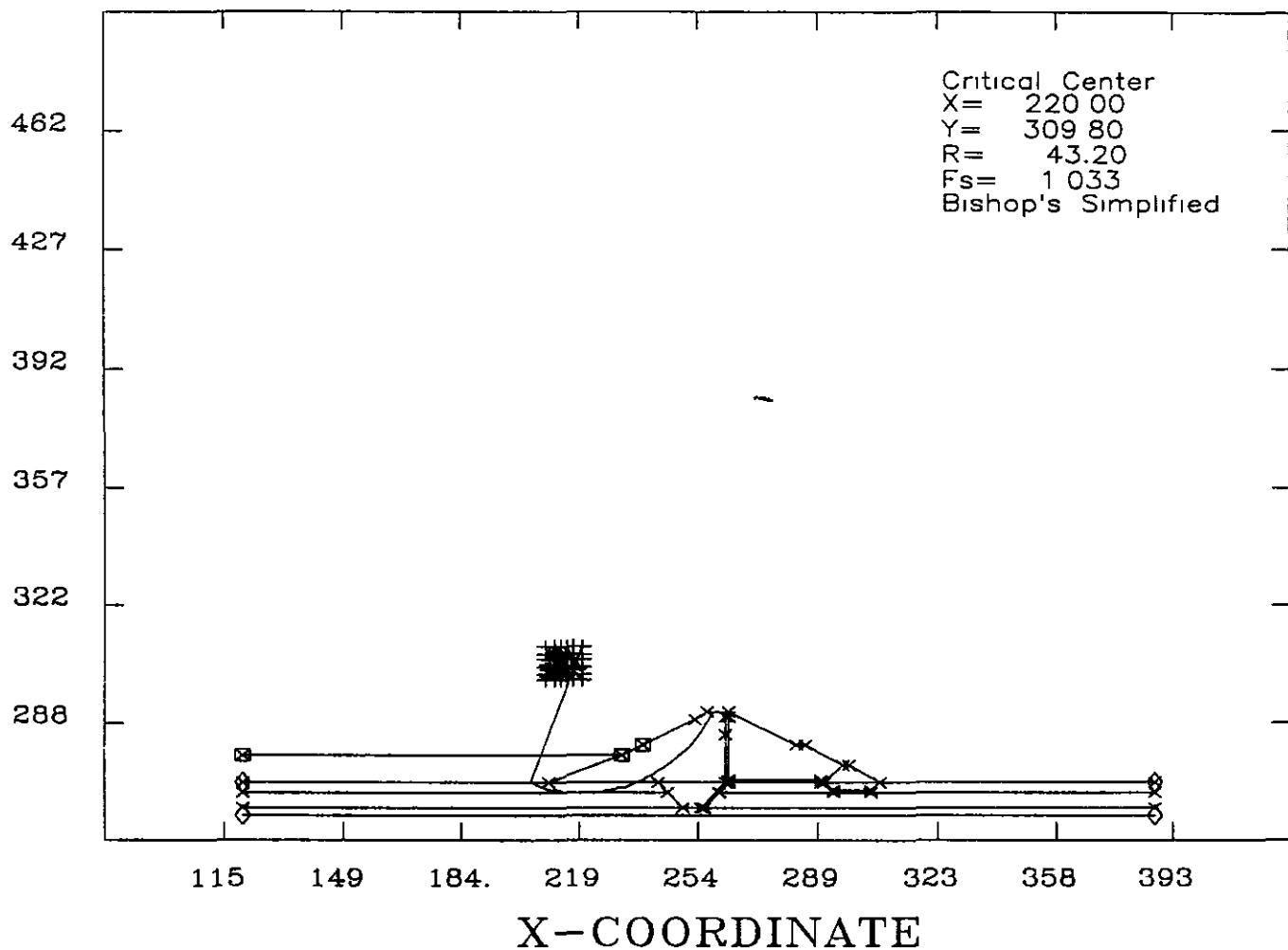
Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

20/04/97

Rebaixamento Rapido (Cota 278,00)

Y-COORDINATE



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
9.81	00	00	Agua do Reservatorio
20.00	00	36.00	Solo Argiloso (Macico)
20.00	00	38.00	Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	00	31.00	Areia do Filtro Vert. e Tapete
16.00	00	29.00	Silte Arenoso (Fundacao)
17.00	00	30.00	Areia Siltosa (Fundacao)
-1.00	.00	00	Gnaisse (Fundacao)

File name . rosa13 SET

QUESTION
ROSA13 SET = DATA FILE NAME
 Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)
1 = TRIAL NUMBER
20/04/97 = DATE
 Rebocoamento Rapido (Cota 278,00)
30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE
01000, = TOLERANCE
.00000, = SEISMIC COEFFICIENT
10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER
POINT, 50
 1, 120 000, 269 300
 2, 210 150, 269 300
 3, 231 900, 278 000
 4, 238 150, 280 500
 5, 253 150, 288 000
 6, 257 350, 290 100
 7, 263 360, 290 100
 8, 282 550, 280 500
 9, 285 050, 280 500
 10, 296 050, 275 000
 11, 298 050, 275 000
 12, 306 600, 269 300
 13, 260 370, 266 300
 14, 387 600, 269 300
 15, 242 340, 269 300
 16, 245 340, 266 300
 17, 240 340, 262 300
 18, 255 340, 262 300
 19, 256 370, 262 300
 20, 262 340, 269 300
 21, 263 370, 269 300
 22, 263 360, 270 000
 23, 269 850, 270 000
 24, 280 850, 269 800
 25, 293 350, 267 300
 26, 304 600, 267 300
 27, 290 050, 269 300
 28, 293 050, 266 300
 29, 304 400, 266 300
 30, 262 350, 289 000
 31, 263 350, 289 000
 32, 120 000, 266 300
 33, 387 600, 266 300
 34, 120 000, 262 300
 35, 387 600, 262 300
 36, 120 000, 260 300
 37, 387 600, 260 300
 38, 120 000, 269 300
 39, 387 600, 269 300
 40, 120 000, 278 000
 41, 120 000, 288 000
 42, 254 350, 287 500
 43, 258 000, 285 500
 44, 262 345, 283 500
 45, 210 000, 299 800

46, 220 000, 299 800
 47, 210 000, 309 800
 48, 297 600, 296 800
 49, 307 600, 296 800
 50, 297 600, 306 800
LINE, 7
 1, 40, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
 2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
 3, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 10, 11, 0, 0, 0
 4, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 25, 26, 12, 0, 0
 5, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 19, 13, 21, 27, 28, 29, 26, 12, 0, 0, 0, 0
 6, 32, 16, 17, 18, 19, 13, 33, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
 7, 34, 17, 18, 19, 35, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
SOIL, 7
 1, 9 8070, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
 Agua do Reservatorio
 2, 20 0000, 0000, 36 0000, 0000, 0000, 0000
 Solo Argiloso (Macico)
 3, 20 0000, 0000, 38 0000, 0000, 0000, 0000
 Enrocamento (Rock-Fill)
 4, 18 0000, 0000, 31 0000, 0000, 0000, 0000
 Areia do Filtro Vert. e Tapete
 5, 16 0000, 0000, 29 0000, 0000, 0000, 0000
 Siltte Arenoso (Fundacao)
 6, 17 0000, 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000
 Areia Silcosa (Fundacao)
 7, -1 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
 Gnaisse (Fundacao)
TENSION, 0
GRID
 45, 46, 47
 5, 5
RADIUS
 38, 39
 36, 37
 10
SIDE
 1, 1-CONSTANT FUNCTION
LAMBDA, 1
 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
LOAD, 0
PIEZ, 7
 1, 40, 3, 4, 42, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
 2, 40, 3, 4, 42, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
 3, 40, 3, 4, 42, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
 4, 40, 3, 4, 42, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
 5, 40, 3, 4, 42, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
 6, 40, 3, 4, 42, 42, 43, 44, 22, 24, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
 7, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
END

060037

File name ROSA13.FAC

PROJECT NAME Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

TRIAL NUMBER 1 DATE 20/04/97

COMMENTS Rebaixamento Rapido (Cota 278,00)

396=NO OF SLIP SURFACES 11=NO OF RADII 2=NO OF FUNCTIONS

SLIP NO	X-COORD	Y-COORD	ITERATION	FACTOR OF SAFETY
			RADIUS	NO LAMBDA (MOMENT) (FORCE)

1	210 000	299 800	30 500	1	0000	808	2 357
1	210 000	299 800	30 500	5	0000	1 767	1 713
2	210 000	299 800	31 400	1	0000	.927	1 951
2	210 000	299 800	31 400	5	0000	1 715	1 645
3	210 000	299 800	32,300	1	0000	946	1 754
3	210 000	299,800	32,300	5	0000	1 689	1 598
4	210 000	299 800	33 200	1	0000	928	1 619
4	210 000	299,800	33 200	5	0000	1 689	1.555
5	210 000	299 800	34 100	1	.0000	917	1.554
5	210 000	299 800	34 100	5	0000	1 708	1 537
6	210 000	299 800	35 000	1	0000	904	1 510
6	210 000	299 800	35 000	5	0000	1 732	1 527
7	210 000	299 800	35 900	1	0000	886	1 472
7	210 000	299 800	35 900	5	0000	1 753	1 516
8	210 000	299 800	36 800	1	0000	865	1 439
8	210 000	299 800	36 800	5	0000	1 772	1 505
9	210 000	299 800	37 700	1	0000	838	1 408
9	210 000	299 800	37 700	5	0000	1 784	1 488
10	210 000	299 800	38 600	1	0000	809	1 419
10	210 000	299 800	38 600	5	0000	1 779	1 466
11	210 000	299 800	39,500	1	0000	773	1 442
11	210 000	299 800	39 500	5	0000	1 760	1 434
12	212 000	299 800	30 500	1	0000	1 140	2 070
12	212 000	299 800	30 500	5	0000	1 802	1 715
13	212 000	299 800	31 400	1	0000	1 021	1 699
13	212 000	299 800	31 400	5	0000	1 620	1 519
14	212 000	299 800	32 300	1	0000	951	1 523
14	212 000	299 800	32 300	5	0000	1 556	1 431
15	212 000	299 800	33 200	1	0000	893	1 408
15	212 000	299 800	33 200	5	0000	1 526	1 376
16	212 000	299 800	34 100	1	0000	858	1 348
16	212 000	299 800	34 100	5	0000	1 531	1 351
17	212 000	299 800	35 000	1	0000	831	1 309
17	212 000	299 800	35 000	5	0000	1 546	1 339
18	212 000	299 800	35,900	1	0000	802	1 276
18	212 000	299 800	35 900	5	0000	1 562	1 327
19	212 000	299 800	36 800	1	0000	780	1 253
19	212 000	299 800	36 800	5	0000	1 582	1 323
20	212 000	299 800	37 700	1	0000	755	1 234
20	212 000	299 800	37 700	5	0000	1 600	1 316
21	212 000	299 800	38 600	1	0000	732	1 255
21	212 000	299 800	38 600	5	0000	1 609	1 309
22	212 000	299 800	39 500	1	0000	702	1 284
22	212 000	299 800	39 500	5	0000	1 603	1 291
23	214 000	299 800	30 500	1	0000	1 199	1 832

23	214 000	299 800	30 500	4	0000	1 718	1 591
24	214 000	299 800	31 400	1	0000	1 014	1 518
24	214 000	299 800	31 400	4	0000	1 510	1 382
25	214 000	299 800	32 300	1	0000	912	1 358
25	214 000	299 800	32,300	5	0000	1 430	1 285
26	214 000	299 800	33 200	1	0000	839	1 252
26	214 000	299 800	33 200	5	0000	1 390	1 226
27	214 000	299,800	34 100	1	0000	798	1 201
27	214 000	299 800	34 100	5	0000	1 391	1 205
28	214 000	299 800	35 000	1	0000	764	1 186
28	214 000	299 800	35 000	5	0000	1 402	1 192
29	214 000	299 800	35 900	1	0000	737	1 141
29	214 000	299 800	35 900	5	0000	1 419	1 189
30	214 000	299 800	36 800	1	0000	712	1 120
30	214 000	299 800	36 800	5	0000	1 438	1 186
31	214 000	299 800	37 700	1	0000	693	1 112
31	214 000	299 800	37 700	5	0000	1 460	1 189
32	214 000	299 800	38 600	1	0000	670	1 134
32	214 000	299 800	38 600	5	0000	1 475	1 188
33	214 000	299 800	39 500	1	0000	645	1 165
33	214 000	299 800	39 500	5	0000	1 478	1 179
34	216 000	299 800	30 500	1	0000	1 180	1 642
34	216 000	299 800	30 500	4	0000	1 611	1 453
35	216 000	299 800	31 400	1	0000	967	1 373
35	216 000	299 800	31 400	4	0000	1 407	1 256
36	216 000	299 800	32 300	1	0000	860	1 232
36	216 000	299 800	32 300	5	0000	1 326	1 164
37	216 000	299 800	33 200	1	0000	786	1 139
37	216 000	299 800	33,200	5	0000	1 286	1 112
38	216 000	299 800	34 100	1	0000	745	1 097
38	216 000	299 800	34 100	5	0000	1 286	1 095
39	216 000	299 800	35 000	1	0000	711	1 066
39	216 000	299 800	35 000	5	0000	1 295	1 086
40	216 000	299 800	35 900	1	0000	683	1 044
40	216 000	299 800	35 900	5	0000	1 311	1 083
41	216 000	299 800	36 800	1	0000	662	1 030
41	216 000	299 800	36 800	5	0000	1 331	1 086
42	216 000	299 800	37 700	1	0000	641	1 021
42	216 000	299 800	37 700	5	0000	1 351	1 089
43	216 000	299 800	38 600	1	0000	620	1 043
43	216 000	299 800	38 600	5	0000	1 370	1 091
44	216 000	299 800	39 500	1	0000	600	1 074
44	216 000	299 800	39 500	5	0000	1 378	1 092
45	218 000	299 800	30 500	1	0000	1 086	1 481
45	218 000	299 800	30 500	4	0000	1 505	1 326
46	218 000	299 800	31 400	1	0000	909	1 259
46	218 000	299 800	31 400	4	0000	1 322	1 154
47	218 000	299 800	32 300	1	0000	811	1 140
47	218 000	299 800	32 300	5	0000	1 248	1 075
48	218 000	299 800	33 200	1	0000	741	1 059
48	218 000	299 800	33 200	5	0000	1 209	1 028
49	218 000	299 800	34 100	1	0000	701	1 021
49	218 000	299 800	34 100	5	0000	1 209	1 013
50	218 000	299 800	35 000	1	0000	668	994
50	218 000	299 800	35 000	5	0000	1 216	1 005

000038

ASSUNTO ESTABILIDADE DO MACIÇO

TÉCNICO RESPONSÁVEL WILSON JASCHINSKI

RUBRICA

347 212.000 309 800 45 000 1 0000 800 1 058
 347 212.000 309 800 45 000 5 .0000 1 281 1 119
 348 212.000 309 800 45 900 1 0000 780 1 045
 348 212.000 309 800 45 900 5 0000 1 297 1 120
 349 212.000 309 800 46 800 1 0000 759 1 033
 349 212.000 309 800 46 800 5 0000 1 313 1 119
 350 212.000 309 800 47 700 1 0000 746 1 030
 350 212.000 309 800 47 700 5 0000 1 333 1 126
 351 212.000 309 800 48 600 1 0000 728 1 038
 351 212.000 309 800 48 600 5 .0000 1 341 1 123
 352 212.000 309 800 49 500 1 0000 710 1 049
 352 212.000 309 800 49 500 5 0000 1 341 1 119
 353 214.000 309 800 40 500 1 0000 1 062 1 321
 353 214.000 309 800 40 500 4 0000 1 381 1 266
 354 214.000 309 800 41 400 1 0000 930 1 161
 354 214.000 309 800 41 400 4 0000 1 247 1 135
 355 214.000 309 800 42 300 1 0000 856 1 078
 355 214.000 309 800 42 300 4 0000 1 198 1 076
 356 214.000 309 800 43 200 1 0000 801 1 021
 356 214.000 309 800 43 200 4 0000 1 170 1 041
 357 214.000 309 800 44 100 1 0000 769 994
 357 214.000 309 800 44 100 5 0000 1 175 1 030
 358 214.000 309 800 45 000 1 0000 744 976
 358 214.000 309 800 45 000 5 0000 1 186 1 027
 359 214.000 309 800 45 900 1 0000 727 967
 359 214.000 309 800 45 900 5 0000 1 204 1 031
 360 214.000 309 800 46 800 1 0000 714 .963
 360 214.000 309 800 46 800 5 0000 1 224 1 038
 361 214.000 309 800 47 700 1 0000 703 961
 361 214.000 309 800 47 700 5 .0000 1 245 1 048
 362 214.000 309 800 48 600 1 0000 702 982
 362 214.000 309 800 48 600 5 0000 1 268 1 064
 363 214.000 309 800 49 500 1 0000 695 1 005
 363 214.000 309 800 49 500 5 0000 1 281 1 073
 364 216.000 309 800 40 500 1 0000 1 001 1 225
 364 216.000 309 800 40 500 4 0000 1 296 1 170
 365 216.000 309 800 41 400 1 0000 876 1 081
 365 216.000 309 800 41 400 4 0000 1 171 1 052
 366 216.000 309 800 42 300 1 0000 807 1 007
 366 216.000 309.800 42 300 4 0000 1 124 1 000
 367 216.000 309 800 43 200 1 0000 755 956
 367 216.000 309 800 43 200 5 0000 1 102 969
 368 216.000 309 800 44 100 1 0000 727 934
 368 216.000 309 800 44 100 5 0000 1 107 962
 369 216.000 309 800 45 000 1 0000 704 919
 369 218.000 309 800 45 000 5 0000 1 118 961
 370 216.000 309 800 45 900 1 0000 692 914
 370 216.000 309 800 45 900 5 0000 1 137 969
 371 216.000 309 800 46 800 1 0000 694 920
 371 216.000 309 800 46 800 5 0000 1 166 990
 372 216.000 309 800 47 700 1 0000 693 928
 372 216.000 309 800 47 700 5 0000 1 194 1 009
 373 216.000 309 800 48 600 1 0000 702 959
 373 216.000 309 800 48 600 5 0000 1 228 1 036
 374 216.000 309 800 49 500 1 0000 711 997
 374 216.000 309 800 49 500 5 0000 1 258 1 064

375 218.000 309 800 40 500 1 0000 948 1 153
 375 218.000 309 800 40 500 4 0000 1 233 1 100
 376 218.000 309 800 41 400 1 0000 833 1 024
 376 218.000 309 800 41 400 4 0000 1 118 992
 377 218.000 309 800 42 300 1 0000 768 957
 377 218.000 309 800 42 300 4 0000 1 073 944
 378 218.000 309 800 43 200 1 0000 719 909
 378 218.000 309 800 43 200 5 0000 1 052 916
 379 218.000 309 800 44 100 1 0000 .699 .894
 379 218.000 309 800 44 100 5 0000 1 060 915
 380 218.000 309 800 45 000 1 0000 696 895
 380 218.000 309 800 45 000 5 0000 1 082 931
 381 218.000 309 800 45 900 1 0000 691 896
 381 218.000 309 800 45 900 5 0000 1 105 945
 382 218.000 309 800 46 800 1 0000 698 908
 382 218.000 309 800 46 800 5 0000 1 137 970
 383 218.000 309 800 47 700 1 0000 711 927
 383 218.000 309 800 47 700 5 0000 1 176 1 003
 384 218.000 309 800 48 600 1 0000 723 963
 384 218.000 309 800 48 600 5 0000 1 216 1 036
 385 218.000 309 800 49 500 1 0000 737 1 006
 385 218.000 309 800 49 500 5 0000 1 252 1 068
 386 220.000 309 800 40 500 1 0000 904 1 098
 386 220.000 309 800 40 500 4 0000 1 187 1 048
 387 220.000 309 800 41 400 1 0000 795 978
 387 220.000 309 800 41 400 4 0000 1 079 948
 388 220.000 309 800 42 300 1 0000 747 928
 388 220.000 309 800 42 300 4 0000 1 044 913
 389 220.000 309 800 43 200 1 0000 720 898
 389 220.000 309 800 43 200 4 0000 1 033 902
 390 220.000 309 800 44 100 1 0000 707 890
 390 220.000 309 800 44 100 5 0000 1 047 907
 391 220.000 309 800 45 000 1 0000 709 895
 391 220.000 309 800 45 000 5 0000 1 072 927
 392 220.000 309 800 45 900 1 0000 715 905
 392 220.000 309 800 45 900 5 0000 1 101 950
 393 220.000 309 800 46 800 1 0000 724 921
 393 220.000 309 800 46 800 5 0000 1 137 978
 394 220.000 309 800 47 700 1 0000 740 945
 394 220.000 309 800 47 700 5 0000 1 179 1 013
 395 220.000 309 800 48 600 1 0000 758 985
 395 220.000 309 800 48 600 5 0000 1 221 1 050
 396 220.000 309 800 49 500 1 0000 783 1 038
 396 220.000 309 800 49 500 5 0000 1 268 1 095

| SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY |

MOMENT EQUILIBRIUM FELLENIUS OR ORDINARY METHOD
 218 0000=X-COOR 299 8000=Y-COOR 39 5000=RADIUS 561=F S
 MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD
 220 0000=X-COOR 309 8000=Y-COOR 43 2000=RADIUS 1 033=F S
 FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO fo FACTOR)
 220 0000=X-COOR 307 8000=Y-COOR 41 2000=RADIUS 895=F S

000039

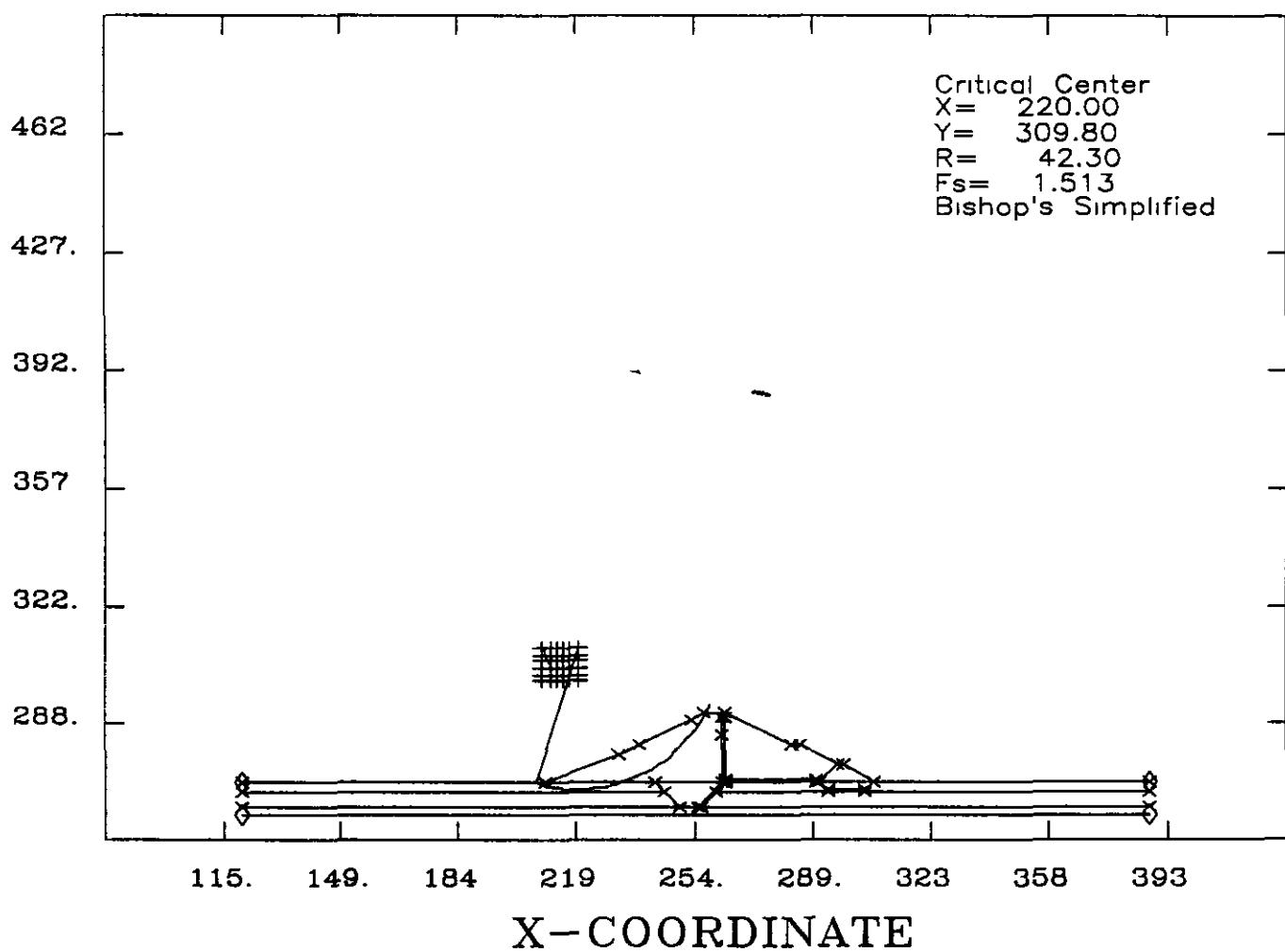
CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

20/04/97

Final de Construcao (Montante)



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
20.00	.00	36.00	Solo Argiloso (Macico)
20.00	.00	38.00	Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	.00	31.00	Areia do Filtro Vert. e Tapete
16.00	.00	29.00	Silte Arenoso (Fundacao)
17.00	.00	30.00	Areia Siltosa (Fundacao)
-1.00	.00	.00	Gnaisse (Fundacao)

File name : rosa14m.SET

ASSUNTO: ESTABILIDADE DO MACICO _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL WALMIR JARDIM _____ FOLHA 14/21 _____

000040

QUESTION

ROSA14M.SET = DATA FILE NAME
 Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)
 1 = TRIAL NUMBER
 20/04/97 = DATE
 Final de Construcao (Montante)
 30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE
 01000, = TOLERANCE
 00000, = SEISMIC COEFFICIENT
 10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER
 POINT , 50
 1, 120 000, 269 300
 2, 210 150, 269 300
 3, 231 900, 278 000
 4, 238 150, 280 500
 5, 253 150, 288 000
 6, 257 350, 290 100
 7, 263 350, 280 100
 8, 262 550, 280 500
 9, 265 050, 280 500
 10, 268 050, 275 000
 11, 268 050, 275 000
 12, 306 600, 269 300
 13, 280 370, 268 300
 14, 387 800, 269 300
 15, 242 340, 269 300
 16, 246 340, 266 300
 17, 249 340, 262 300
 18, 255 340, 262 300
 19, 256 370, 262 300
 20, 262 340, 269 300
 21, 263 370, 269 300
 22, 263 360, 270 000
 23, 266 850, 270 000
 24, 290 850, 269 800
 25, 293 350, 267 300
 26, 304 600, 267 300
 27, 290 050, 269 300
 28, 293 050, 266 300
 29, 304 400, 266 300
 30, 262 350, 289 000
 31, 263 350, 289 000
 32, 120 000, 266 300
 33, 387 600, 266 300
 34, 120 000, 262 300
 35, 387 600, 262 300
 36, 120 000, 260 300
 37, 387 600, 260 300
 38, 120 000, 269 300
 39, 387 600, 269 300
 40, 120 000, 278 000
 41, 120 000, 268 000
 42, 254 350, 287 500
 43, 258 000, 285 500
 44, 262 345, 283 500
 45, 210 000, 299 800

46, 220 000, 299 800
 47, 210 000, 309 800
 48, 297 600, 296 800
 49, 307 600, 296 800
 50, 297 600, 306 800
 LINE , 6
 2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0
 3, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 10, 11, 0, 0, 0
 4, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 25, 26, 12, 0, 0
 5, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 19, 13, 21, 27, 28, 29, 26, 12, 0, 0, 0
 6, 32, 16, 17, 18, 19, 13, 33, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
 7, 34, 17, 18, 19, 35, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
 SOIL , 6
 2, 20 0000, 0000, 36 0000, 0000, 0000, 0000
 Solo Argiloso (Macico)
 3, 20 0000, 0000, 38 0000, 0000, 0000, 0000
 Encrocamento (Rock-Fill)
 4, 18 0000, 0000, 31 0000, 0000, 0000, 0000
 Areia do Filtro Vert. e Tapete
 5, 16 0000, .0000, 29 0000, 0000, 0000, 0000
 Siltar Areoso (Fundacao)
 6, 17 0000, 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000
 Areia Siliosa (Fundacao)
 7, -1 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
 Gneissica (Fundacao)
 TENSION , 0
 GRID
 45, 46, 47
 5, 5
 RADIUS
 38, 39
 36, 37
 10
 SIDE
 1, 1-CONSTANT FUNCTION
 LAMBDA , 1
 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
 LOAD , 0
 PORU , 6
 2, 1500
 3, 0000
 4, 0000
 5, 1000
 6, 1000
 7, 0000
 END

File name ROSA14M.FAC

PROJECT NAME Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)
 TRIAL NUMBER 1 DATE 20/04/97
 COMMENTS Final de Construcao (Montante)

396=NO OF SLIP SURFACES 11=NO OF RADII 2=NO OF FUNCTIONS

SLIP NO	X-COORD	Y-COORD	ITERATION	FACTOR OF SAFETY
			RADIUS NO	LAMBDA (MOMENT) (FORCE)

1	210 000	299 800	30 500	1	.0000	1 543	1 598
1	210 000	299 800	30 500	4	.0000	1 606	1 552
2	210 000	299 800	31 400	1	.0000	1 542	1 619
2	210 000	299 800	31 400	4	.0000	1 644	1 566
3	210 000	299 800	32 300	1	.0000	1 578	1 683
3	210 000	299 800	32 300	4	.0000	1 727	1 821
4	210 000	299 800	33 200	1	.0000	1 618	1 754
4	210 000	299 800	33 200	4	.0000	1 813	1 678
5	210 000	299 800	34 100	1	.0000	1 681	1 852
5	210 000	299 800	34 100	4	.0000	1 923	1 752
6	210 000	299 800	35 000	1	.0000	1 736	1 944
6	210 000	299 800	35 000	4	.0000	2 023	1 818
7	210 000	299 800	35 900	1	.0000	1 783	2 028
7	210 000	299 800	35 900	4	.0000	2 112	1 873
8	210 000	299 800	36 800	1	.0000	1 824	2 105
8	210 000	299 800	36 800	5	.0000	2 195	1 923
9	210 000	299 800	37 700	1	.0000	1 855	2 176
9	210 000	299 800	37 700	5	.0000	2 267	1 960
10	210 000	299 800	38 600	1	.0000	1 868	2 260
10	210 000	299 800	38 600	5	.0000	2 316	1 986
11	210 000	299 800	39 500	1	.0000	1 868	2 353
11	210 000	299 800	39 500	5	.0000	2 350	1 998
12	212 000	299 800	30 500	1	.0000	1 559	1 634
12	212 000	299 800	30 500	4	.0000	1 645	1 571
13	212 000	299 800	31 400	1	.0000	1 491	1 578
13	212 000	299 800	31 400	4	.0000	1 601	1 514
14	212 000	299 800	32 300	1	.0000	1 500	1 611
14	212 000	299 800	32 300	4	.0000	1 650	1 539
15	212 000	299 800	33 200	1	.0000	1 524	1 661
15	212 000	299 800	33 200	4	.0000	1 715	1 578
16	212 000	299 800	34 100	1	.0000	1 570	1 741
16	212 000	299 800	34 100	4	.0000	1 804	1 636
17	212 000	299 800	35 000	1	.0000	1 614	1 818
17	212 000	299 800	35 000	4	.0000	1 890	1 689
18	212 000	299 800	35 900	1	.0000	1 651	1 890
18	212 000	299 800	35 900	4	.0000	1 968	1 734
19	212 000	299 800	36 800	1	.0000	1 687	1 960
19	212 000	299 800	36 800	4	.0000	2 045	1 779
20	212 000	299 800	37 700	1	.0000	1 719	2 029
20	212 000	299 800	37 700	5	.0000	2 116	1 819
21	212 000	299 800	38 600	1	.0000	1 742	2 124
21	212 000	299 800	38 600	5	.0000	2 177	1 854
22	212 000	299 800	39 500	1	.0000	1 751	2 223
22	212 000	299 800	39 500	5	.0000	2 222	1 876
23	214 000	299 800	30 500	1	.0000	1 575	1 672

23	214 000	299 800	30 500	4	.0000	1 685	1 590
24	214 000	299 800	31 400	1	.0000	1 469	1 571
24	214 000	299 800	31 400	4	.0000	1 593	1 492
25	214 000	299 800	32 300	1	.0000	1 452	1 573
25	214 000	299 800	32 300	4	.0000	1 608	1 488
26	214 000	299 800	33 200	1	.0000	1 456	1 602
26	214 000	299 800	33 200	4	.0000	1 649	1 505
27	214 000	299 800	34 100	1	.0000	1 469	1 665
27	214 000	299 800	34 100	4	.0000	1 723	1 549
28	214 000	299 800	35 000	1	.0000	1 521	1 729
28	214 000	299 800	35 000	4	.0000	1 794	1 590
29	214 000	299 800	35 900	1	.0000	1 554	1 793
29	214 000	299 800	35 900	4	.0000	1 865	1 632
30	214 000	299 800	36 800	1	.0000	1 584	1 854
30	214 000	299 800	36 800	4	.0000	1 933	1 669
31	214 000	299 800	37 700	1	.0000	1 616	1 921
31	214 000	299 800	37 700	5	.0000	2 002	1 711
32	214 000	299 800	38 600	1	.0000	1 642	2 019
32	214 000	299 800	38 600	5	.0000	2 069	1 750
33	214 000	299 800	39 500	1	.0000	1 658	2 121
33	214 000	299 800	39 500	5	.0000	2 120	1 778
34	216 000	299 800	30 500	1	.0000	1 584	1 705
34	216 000	299 800	30 500	4	.0000	1 719	1 601
35	216 000	299 800	31 400	1	.0000	1 452	1 573
35	216 000	299 800	31 400	4	.0000	1 596	1 476
36	216 000	299 800	32 300	1	.0000	1 415	1 553
36	216 000	299 800	32 300	4	.0000	1 587	1 450
37	216 000	299 800	33 200	1	.0000	1 406	1 566
37	216 000	299 800	33 200	4	.0000	1 610	1 452
38	216 000	299 800	34 100	1	.0000	1 430	1 617
38	216 000	299 800	34 100	4	.0000	1 669	1 486
39	216 000	299 800	35 000	1	.0000	1 455	1 670
39	216 000	299 800	35 000	4	.0000	1 729	1 519
40	216 000	299 800	35 900	1	.0000	1 480	1 725
40	216 000	299 800	35 900	4	.0000	1 791	1 553
41	216 000	299 800	36 800	1	.0000	1 508	1 780
41	216 000	299 800	36 800	4	.0000	1 853	1 589
42	216 000	299 800	37 700	1	.0000	1 535	1 840
42	216 000	299 800	37 700	5	.0000	1 915	1 625
43	216 000	299 800	38 600	1	.0000	1 563	1 937
43	216 000	299 800	38 600	5	.0000	1 983	1 664
44	216 000	299 800	39 500	1	.0000	1 584	2 041
44	216 000	299 800	39 500	5	.0000	2 039	1 700
45	218 000	299 800	30 500	1	.0000	1 577	1 725
45	218 000	299 800	30 500	4	.0000	1 741	1 596
46	218 000	299 800	31 400	1	.0000	1 439	1 584
46	218 000	299 800	31 400	4	.0000	1 609	1 466
47	218 000	299 800	32 300	1	.0000	1 391	1 549
47	218 000	299 800	32 300	4	.0000	1 582	1 426
48	218 000	299 800	33 200	1	.0000	1 373	1 549
48	218 000	299 800	33 200	4	.0000	1 590	1 418
49	218 000	299 800	34 100	1	.0000	1 389	1 590
49	218 000	299 800	34 100	4	.0000	1 638	1 441
50	218 000	299 800	35 000	1	.0000	1 407	1 633
50	218 000	299 800	35 000	4	.0000	1 688	1 467

ASSUNTO ALTERNATIVA DE CUSTOS

TÉCNICO RESPONSÁVEL: DELVILLO SANTOS

RUBRICA

FOLHA 1621

000042

347	212 000	309 800	45 000	1	0000	1 529	1 702
347	212 000	309 800	45 000	4	0000	1 762	1 591
348	212 000	309 800	45 900	1	0000	1 558	1 756
348	212 000	309 800	45 900	4	0000	1 824	1 628
349	212 000	309 800	46 800	1	0000	1 585	1 808
349	212 000	309 800	46 800	4	0000	1 882	1 663
350	212 000	309 800	47 700	1	0000	1 611	1 862
350	212 000	309 800	47 700	4	0000	1 939	1 697
351	212 000	309 800	48 600	1	0000	1 623	1 924
351	212 000	309 800	48 600	5	0000	1 983	1 720
352	212 000	309 800	49 500	1	0000	1 632	1 990
352	212 000	309 800	49 500	5	0000	2 018	1 740
353	214 000	309 800	40 500	1	0000	1 524	1 816
353	214 000	309 800	40 500	4	0000	1 628	1 537
354	214 000	309 800	41 400	1	0000	1 433	1 530
354	214 000	309 800	41 400	4	0000	1 549	1 452
355	214 000	309 800	42 300	1	0000	1 412	1 524
355	214 000	309 800	42 300	4	0000	1 553	1 442
356	214 000	309 800	43 200	1	0000	1 409	1 539
356	214 000	309 800	43 200	4	0000	1 579	1 450
357	214 000	309 800	44 100	1	0000	1 431	1 584
357	214 000	309 800	44 100	4	0000	1 632	1 481
358	214 000	309 800	45 000	1	0000	1 456	1 632
358	214 000	309 800	45 000	4	0000	1 688	1 515
359	214 000	309 800	45 900	1	0000	1 481	1 679
359	214 000	309 800	45 900	4	0000	1 743	1 548
360	214 000	309 800	46 800	1	0000	1 503	1 727
360	214 000	309 800	46 800	4	0000	1 796	1 577
361	214 000	309 800	47 700	1	0000	1 530	1 778
361	214 000	309 800	47 700	4	0000	1 851	1 612
362	214 000	309 800	48 600	1	0000	1 553	1 847
362	214 000	309 800	48 600	4	0000	1 904	1 646
363	214 000	309 800	49 500	1	0000	1 571	1 921
363	214 000	309 800	49 500	5	0000	1 949	1 678
364	216 000	309 800	40 500	1	0000	1 505	1 617
364	216 000	309 800	40,500	4	0000	1 630	1 520
365	216 000	309 800	41 400	1	0000	1 403	1 515
365	216 000	309 800	41 400	4	0000	1 534	1 424
366	216 000	309 800	42 300	1	0000	1 374	1 498
366	216 000	309 800	42 300	4	0000	1 526	1 404
367	216 000	309 800	43 200	1	0000	1 386	1 505
367	216 000	309 800	43 200	4	0000	1 542	1 405
368	216 000	309 800	44 100	1	0000	1 383	1 543
368	216 000	309 800	44 100	4	0000	1 588	1 430
369	216 000	309 800	45 000	1	0000	1 402	1 583
369	216 000	309 800	45 000	4	0000	1 635	1 458
370	216 000	309 800	45 900	1	0000	1 422	1 625
370	216 000	309 800	45 900	4	0000	1 684	1 486
371	216 000	309 800	46 800	1	0000	1 448	1 670
371	216 000	309 800	46 800	4	0000	1 736	1 519
372	216 000	309 800	47 700	1	0000	1 477	1 721
372	216 000	309 800	47 700	4	0000	1 791	1 556
373	216 000	309 800	48 600	1	0000	1 509	1 799
373	216 000	309 800	48 600	4	0000	1 854	1 599
374	216 000	309 800	49 500	1	0000	1 544	1 886
374	216 000	309 800	49 500	5	0000	1 915	1 650

375	218 000	309 800	40 500	1	0000	1 489	1 619
375	218 000	309 800	40 500	4	0000	1 634	1 506
376	218 000	309 800	41 400	1	0000	1 383	1 511
376	218 000	309 800	41 400	4	0000	1 532	1 406
377	218 000	309 800	42 300	1	0000	1 348	1 485
377	218 000	309 800	42 300	4	0000	1 514	1 379
378	218 000	309 800	43 200	1	0000	1 335	1 485
378	218 000	309 800	43 200	4	0000	1 521	1 373
379	218 000	309 800	44 100	1	0000	1 347	1 516
379	218 000	309 800	44 100	4	0000	1 559	1 393
380	218 000	309 800	45 000	1	0000	1 365	1 552
380	218 000	309 800	45 000	4	0000	1 602	1 419
381	218 000	309 800	45 900	1	0000	1 390	1 594
381	218 000	309 800	45 900	4	0000	1 650	1 451
382	218 000	309 800	46 800	1	0000	1 417	1 639
382	218 000	309 800	46 800	4	0000	1 702	1 485
383	218 000	309 800	47 700	1	0000	1 455	1 694
383	218 000	309 800	47 700	4	0000	1 762	1 532
384	218 000	309 800	48 600	1	0000	1 496	1 779
384	218 000	309 800	48 600	4	0000	1 834	1 586
385	218 000	309 800	49 500	1	0000	1 535	1 870
385	218 000	309 800	49 500	5	0000	1 899	1 639
386	220 000	309 800	40 500	1	0000	1 475	1 625
386	220 000	309 800	40 500	4	0000	1 641	1 495
387	220 000	309 800	41 400	1	0000	1 372	1 516
387	220 000	309 800	41 400	4	0000	1 538	1 397
388	220 000	309 800	42 300	1	0000	1 333	1 484
388	220 000	309 800	42 300	4	0000	1 513	1 365
389	220 000	309 800	43 200	1	0000	1 318	1 479
389	220 000	309 800	43 200	4	0000	1 515	1 357
390	220 000	309 800	44 100	1	0000	1 334	1 510
390	220 000	309 800	44 100	4	0000	1 552	1 380
391	220 000	309 800	45 000	1	0000	1 356	1 546
391	220 000	309 800	45 000	4	0000	1 594	1 410
392	220 000	309 800	45 900	1	0000	1 382	1 586
392	220 000	309 800	45 900	4	0000	1 641	1 443
393	220 000	309 800	46 800	1	0000	1 416	1 635
393	220 000	309 800	46 800	4	0000	1 697	1 483
394	220 000	309 800	47 700	1	0000	1 455	1 692
394	220 000	309 800	47 700	4	0000	1 759	1 531
395	220 000	309 800	48 600	1	0000	1 511	1 784
395	220 000	309 800	48 600	4	0000	1 835	1 596
396	220 000	309 800	49 500	1	0000	1 546	1 874
396	220 000	309 800	49 500	4	0000	1 903	1 648

| SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY |

MOMENT EQUILIBRIUM FELLENIUS OR ORDINARY METHOD
 220 0000=X-COOR 309 8000=Y-COOR 43 2000=RADIUS 1 318=F S

MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD
 220 0000=X-COOR 309 8000=Y-COOR 42 3000=RADIUS 1 513=F S

FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO f_c FACTOR)
 220 0000=X-COOR 309 8000=Y-COOR 43 2000=RADIUS 1 357=F S

000043

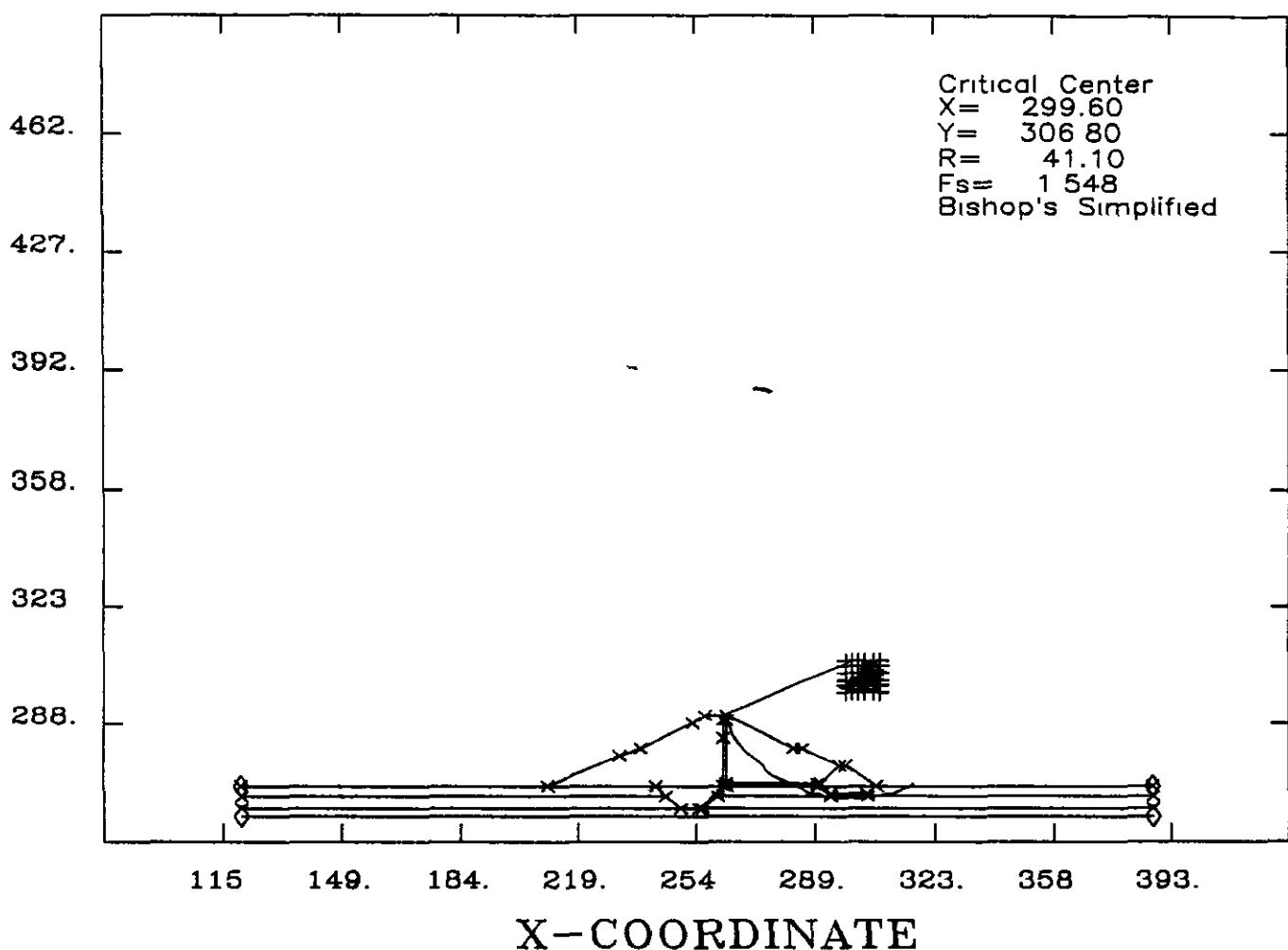
CROSS-SECTION OF GEOMETRY

Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

1

20/04/97

Final de Construcao (Jusante)



UNIT WEIGHT	COHESION	PHI	DESCRIPTION
20.00	.00	36.00	Solo Argiloso (Macico)
20.00	00	38.00	Enrocamento (Rock-Fill)
18.00	.00	31.00	Areia do Filtro Vert. e Tapete
16.00	.00	29.00	Silte Arenoso (Fundacao)
17.00	.00	30.00	Areia Siltosa (Fundacao)
-1.00	.00	00	Gnaisse (Fundacao)

File name rosa14j.SET

QUESTION
 ROSA14J SET = DATA FILE NAME
 Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)
 1 = TRIAL NUMBER
 20/04/97 = DATE
 Final de Construcao (Jusante)
 30, = # OF SLICES / SLIP SURFACE
 01000, = TOLERANCE
 00000, = SEISMIC COEFFICIENT
 10 00000, = UNIT WEIGHT OF WATER
 POINT , 50

1, 120.000, 269.300
 2, 210.150, 269.300
 3, 231.000, 278.000
 4, 238.150, 280.500
 5, 253.150, 288.000
 6, 257.350, 290.100
 7, 263.360, 280.100
 8, 282.550, 280.500
 9, 285.050, 280.500
 10, 296.050, 275.000
 11, 298.050, 275.000
 12, 308.600, 269.300
 13, 260.370, 266.300
 14, 387.600, 269.300
 15, 242.340, 269.300
 16, 245.340, 266.300
 17, 249.340, 262.300
 18, 255.340, 262.300
 19, 256.370, 262.300
 20, 262.340, 269.300
 21, 263.370, 269.300
 22, 263.360, 270.000
 23, 269.850, 270.000
 24, 290.850, 269.800
 25, 293.350, 267.300
 26, 304.600, 267.300
 27, 290.050, 269.300
 28, 293.050, 266.300
 29, 304.400, 266.300
 30, 262.350, 269.000
 31, 263.350, 269.000
 32, 120.000, 266.300
 33, 387.600, 266.300
 34, 120.000, 262.300
 35, 387.600, 262.300
 36, 120.000, 260.300
 37, 387.600, 260.300
 38, 120.000, 269.300
 39, 387.600, 269.300
 40, 120.000, 278.000
 41, 120.000, 288.000
 42, 254.350, 287.500
 43, 258.000, 285.500
 44, 262.345, 283.500
 45, 210.000, 299.800

46, 220.000, 299.800
 47, 210.000, 309.800
 48, 297.600, 296.800
 49, 307.600, 296.800
 50, 297.600, 306.800
 LINE , 6
 2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 0, 0, 0, 0, 0
 3, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 10, 11, 0, 0, 0
 4, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 20, 44, 30, 31, 22, 23, 24, 25, 26, 12, 0, 0
 5, 1, 2, 15, 16, 17, 18, 19, 13, 21, 27, 28, 29, 26, 12, 0, 0, 0
 6, 32, 16, 17, 18, 19, 13, 33, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
 7, 34, 17, 18, 19, 35, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
 SOIL , 6
 2, 20 0000, 0000, 36 0000, 0000, 0000, 0000
 Solo Argiloso (Macico)
 3, 20 0000, 0000, 38 0000, 0000, 0000, 0000
 Encrocamento (Rock-Fill)
 4, 18 0000, .0000, 31 0000, 0000, 0000, 0000
 Areia do Filtro Vert e Tapete
 5, 16 0000, 0000, 29 0000, 0000, 0000, 0000
 Silt Arenoso (Fundacao)
 6, 17 0000, 0000, 30 0000, 0000, 0000, 0000
 Areia Silcosa (Fundacao)
 7, -1 0000, 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
 Gneisse (Fundacao)
 TENSION , 0
 GRID
 48, 49, 50
 5, 5
 RADIUS
 38, 39
 36, 37
 10
 SIDE
 1, 1-CONSTANT FUNCTION
 LAMBDA , 1
 0000, 0000, 0000, 0000, 0000
 LOAD , 0
 PORU , 6
 2, 1500
 3, 0000
 4, 0000
 5, 1000
 6, 1000
 7, 0000
 END

File name ROSA14J.FAC

PROJECT NAME Barragem Rosario (Lavras da Mangabeira-CE)

TRIAL NUMBER 1 DATE 20/04/97

COMMENTS Final de Construcao (Jusante)

396=NO OF SLIP SURFACES 11=NO OF RADII 2=NO OF FUNCTIONS

SLIP NO	X-COORD	Y-COORD	ITERATION	FACTOR OF SAFETY
			RADIUS NO	LAMBDA (MOMENT) (FORCE)

1	297 600	296 800	27 500	1	0000	1 717	1 975
1	297 600	296 800	27 500	4	0000	1 970	1 722
2	297 600	296 800	28 400	1	0000	1 701	1 982
2	297 600	296 800	28 400	4	0000	1 977	1 708
3	297 600	296 800	29 300	1	0000	1 635	1 926
3	297 600	296 800	29 300	4	0000	1 930	1 652
4	297 600	296 800	30 200	1	0000	1 439	1 700
4	297 600	296 800	30 200	4	0000	1 724	1 473
5	297 600	296 800	31 100	1	0000	1 351	1 808
5	297 600	296 800	31 100	4	0000	1 644	1 396
6	297 600	296 800	32 000	1	0000	1 356	1 633
6	297 600	296 800	32 000	4	0000	1 673	1 406
7	297 600	296 800	32 900	1	0000	1 366	1 686
7	297 600	296 800	32 900	5	0000	1 711	1 424
8	297 600	296 800	33 800	1	0000	1 380	1 703
8	297 600	296 800	33 800	5	0000	1 753	1 444
9	297 600	296 800	34 700	1	0000	1 397	1 746
9	297 600	296 800	34 700	5	0000	1 797	1 468
10	297 600	296 800	35 600	1	0000	1 428	1 842
10	297 600	296 800	35 600	5	0000	1 858	1 512
11	297 600	296 800	36 500	1	0000	1 473	1 977
11	297 600	296 800	36 500	5	0000	1 937	1 587
12	299 600	296 800	27 500	1	0000	1 705	1 922
12	299 600	296 800	27 500	4	0000	1 916	1 707
13	299 600	296 800	28 400	1	0000	1 713	1 958
13	299 600	296 800	28 400	4	0000	1 948	1 712
14	299 600	296 800	29 300	1	0000	1 671	1 934
14	299 600	296 800	29 300	4	0000	1 926	1 674
15	299 600	296 800	30 200	1	0000	1 442	1 674
15	299 600	296 800	30 200	4	0000	1 696	1 472
16	299 600	296 800	31 100	1	0000	1 352	1 582
16	299 600	296 800	31 100	4	0000	1 621	1 398
17	299 600	296 800	32 000	1	0000	1 359	1 613
17	299 600	296 800	32 000	4	0000	1 658	1 413
18	299 600	296 800	32 900	1	0000	1 378	1 656
18	299 600	296 800	32 900	4	0000	1 706	1 438
19	299 600	296 800	33 800	1	0000	1 397	1 700
19	299 600	296 800	33 800	5	0000	1 757	1 466
20	299 600	296 800	34 700	1	0000	1 418	1 753
20	299 600	296 800	34 700	5	0000	1 811	1 494
21	299 600	296 800	35 600	1	0000	1 454	1 865
21	299 600	296 800	35 600	5	0000	1 888	1 542
22	299 600	296 800	36 500	1	0000	1 483	1 991
22	299 600	296 800	36 500	5	0000	1 959	1 585
23	301 600	296 800	27 500	1	0000	1 680	1 857

23	301 600	296 800	27 500	4	0000	1 852	1 680
24	301 600	296 800	28 400	1	0000	1 693	1 898
24	301 600	296 800	28 400	4	0000	1 888	1 690
25	301 600	296 800	29 300	1	0000	1 696	1 928
25	301 600	296 800	29 300	4	0000	1 916	1 692
26	301 600	296 800	30 200	1	0000	1 509	1 726
26	301 600	296 800	30 200	4	0000	1 739	1 529
27	301 600	296 800	31 100	1	0000	1 389	1 802
27	301 600	296 800	31 100	4	0000	1 640	1 434
28	301 600	296 800	32 000	1	0000	1 375	1 606
28	301 600	296 800	32 000	4	0000	1 657	1 432
29	301 600	296 800	32 900	1	0000	1 398	1 657
29	301 600	296 800	32 900	4	0000	1 715	1 463
30	301 600	296 800	33 800	1	0000	1 424	1 711
30	301 600	296 800	33 800	5	0000	1 775	1 499
31	301 600	296 800	34 700	1	0000	1 453	1 773
31	301 600	296 800	34 700	5	0000	1 840	1 535
32	301 600	296 800	35 600	1	0000	1 495	1 897
32	301 600	296 800	35 600	5	0000	1 929	1 590
33	301 600	296 800	36 500	1	0000	1 522	2 023
33	301 600	296 800	36 500	5	0000	1 998	1 629
34	303 600	296 800	27 500	1	0000	1 630	1 775
34	303 600	296 800	27 500	4	0000	1 770	1 630
35	303 600	296 800	28 400	1	0000	1 681	1 832
35	303 600	296 800	28 400	4	0000	1 824	1 659
36	303 600	296 800	29 300	1	0000	1 694	1 893
36	303 600	296 800	29 300	4	0000	1 884	1 691
37	303 600	296 800	30 200	1	0000	1 587	1 789
37	303 600	296 800	30 200	4	0000	1 798	1 602
38	303 600	296 800	31 100	1	0000	1 455	1 656
38	303 600	296 800	31 100	4	0000	1 694	1 498
39	303 600	296 800	32 000	1	0000	1 416	1 632
39	303 600	296 800	32 000	4	0000	1 688	1 477
40	303 600	296 800	32 900	1	0000	1 432	1 675
40	303 600	296 800	32 900	4	0000	1 741	1 504
41	303 600	296 800	33 800	1	0000	1 463	1 737
41	303 600	296 800	33 800	5	0000	1 810	1 544
42	303 600	296 800	34 700	1	0000	1 499	1 809
42	303 600	296 800	34 700	5	0000	1 884	1 588
43	303 600	296 800	35 600	1	0000	1 545	1 938
43	303 600	296 800	35 600	5	0000	1 978	1 647
44	303 600	296 800	36 500	1	0000	1 573	2 068
44	303 600	296 800	36 500	5	0000	2 050	1 687
45	305 600	296 800	27 500	1	0000	1 550	1 674
45	305 600	296 800	27 500	4	0000	1 667	1 546
46	305 600	296 800	28 400	1	0000	1 613	1 760
46	305 600	296 800	28 400	4	0000	1 753	1 611
47	305 600	296 800	29 300	1	0000	1 676	1 849
47	305 600	296 800	29 300	4	0000	1 846	1 677
48	305 600	296 800	30 200	1	0000	1 640	1 825
48	305 600	296 800	30 200	4	0000	1 839	1 656
49	305 600	296 800	31 100	1	0000	1 577	1 774
49	305 600	296 800	31 100	4	0000	1 809	1 614
50	305 600	296 800	32 000	1	0000	1 495	1 704
50	305 600	296 800	32 000	4	0000	1 764	1 559

000046

347	299 600	306 800	42 000	1	0000	1 338	1 542
347	299 600	306 800	42 000	4	0000	1 586	1 388
348	299 600	306 800	42 900	1	0000	1 374	1 589
348	299 600	306 800	42 900	4	0000	1 637	1 428
349	299 600	306 800	43 800	1	0000	1 391	1 624
349	299 600	306 800	43 800	4	0000	1 681	1 456
350	299 600	306 800	44 700	1	0000	1 422	1 674
350	299 600	306 800	44 700	4	0000	1 735	1 494
351	299 600	306 800	45 600	1	0000	1 487	1 783
351	299 600	306 800	45 600	5	0000	1 821	1 566
352	299 600	306 800	46 500	1	0000	1 532	1 889
352	299 600	306 800	46 500	5	0000	1 895	1 624
353	301 600	306 800	37 500	1	0000	1 599	1 754
353	301 600	306 800	37 500	4	0000	1 755	1 603
354	301 600	306 800	38 400	1	0000	1 605	1 781
354	301 600	306 800	38 400	4	0000	1 779	1 608
355	301 600	306 800	39 300	1	0000	1 587	1 780
355	301 600	306 800	39 300	4	0000	1 781	1 594
356	301 600	306 800	40 200	1	0000	1 420	1 597
356	301 600	306 800	40 200	4	0000	1 620	1 448
357	301 600	306 800	41 100	1	0000	1 346	1 524
357	301 600	306 800	41 100	4	0000	1 562	1 388
358	301 600	306 800	42 000	1	0000	1 346	1 540
358	301 600	306 800	42 000	4	0000	1 587	1 397
359	301 600	306 800	42 900	1	0000	1 371	1 583
359	301 600	306 800	42 900	4	0000	1 635	1 429
360	301 600	306 800	43 800	1	0000	1 394	1 626
360	301 600	306 800	43 800	4	0000	1 686	1 461
361	301 600	306 800	44 700	1	0000	1 425	1 680
361	301 600	306 800	44 700	4	0000	1 743	1 498
362	301 600	306 800	45 600	1	0000	1 471	1 774
362	301 600	306 800	45 600	5	0000	1 821	1 559
363	301 600	306 800	46 500	1	0000	1 507	1 871
363	301 600	306 800	46 500	5	0000	1 885	1 607
364	303 600	306 800	37 500	1	0000	1 600	1 730
364	303 600	306 800	37 500	4	0000	1 730	1 603
365	303 600	306 800	38 400	1	0000	1 610	1 762
365	303 600	306 800	38 400	4	0000	1 760	1 612
366	303 600	306 800	39 300	1	0000	1 623	1 798
366	303 600	306 800	39 300	4	0000	1 796	1 626
367	303 600	306 800	40 200	1	0000	1 498	1 668
367	303 600	306 800	40 200	4	0000	1 685	1 518
368	303 600	306 800	41 100	1	0000	1 394	1 563
368	303 600	306 800	41 100	4	0000	1 601	1 435
369	303 600	306 800	42 000	1	0000	1 375	1 558
369	303 600	306 800	42 000	4	0000	1 609	1 429
370	303 600	306 800	42 900	1	0000	1 397	1 603
370	303 600	306 800	42 900	4	0000	1 660	1 459
371	303 600	306 800	43 800	1	0000	1 421	1 649
371	303 600	306 800	43 800	4	0000	1 712	1 490
372	303 600	306 800	44 700	1	0000	1 454	1 706
372	303 600	306 800	44 700	4	0000	1 773	1 531
373	303 600	306 800	45 600	1	0000	1 489	1 795
373	303 600	306 800	45 600	5	0000	1 845	1 580
374	303 600	306 800	46 500	1	0000	1 518	1 888
374	303 600	306 800	46 500	5	0000	1 905	1 620

375	305 600	306 800	37 500	1	0000	1 594	1 699
375	305 600	306 800	37 500	4	0000	1 698	1 595
376	305 600	306 800	38 400	1	0000	1 618	1 747
376	305 600	306 800	38 400	4	0000	1 745	1 619
377	305 600	306 800	39 300	1	0000	1 649	1 803
377	305 600	306 800	39 300	4	0000	1 803	1 652
378	305 600	306 800	40 200	1	0000	1 584	1 747
378	305 600	306 800	40 200	4	0000	1 760	1 600
379	305 600	306 800	41 100	1	0000	1 479	1 644
379	305 600	306 800	41 100	4	0000	1 680	1 517
380	305 600	306 800	42 000	1	0000	1 434	1 612
380	305 600	306 800	42 000	4	0000	1 665	1 490
381	305 600	306 800	42 900	1	0000	1 443	1 641
381	305 600	306 800	42 900	4	0000	1 704	1 509
382	305 600	306 800	43 800	1	0000	1 470	1 693
382	305 600	306 800	43 800	4	0000	1 762	1 544
383	305 600	306 800	44 700	1	0000	1 498	1 749
383	305 600	306 800	44 700	4	0000	1 822	1 579
384	305 600	306 800	45 600	1	0000	1 530	1 837
384	305 600	306 800	45 600	5	0000	1 891	1 624
385	305 600	306 800	46 500	1	0000	1 557	1 927
385	305 600	306 800	46 500	5	0000	1 946	1 662
386	307 600	306 800	37 500	1	0000	1 572	1 654
386	307 600	306 800	37 500	4	0000	1 653	1 571
387	307 600	306 800	38 400	1	0000	1 625	1 733
387	307 600	306 800	38 400	4	0000	1 734	1 627
388	307 600	306 800	39 300	1	0000	1 675	1 811
388	307 600	306 800	39 300	4	0000	1 815	1 682
389	307 600	306 800	40 200	1	0000	1 661	1 815
389	307 600	306 800	40 200	4	0000	1 830	1 678
390	307 600	306 800	41 100	1	0000	1 607	1 773
390	307 600	306 800	41 100	4	0000	1 805	1 641
391	307 600	306 800	42 000	1	0000	1 521	1 696
391	307 600	306 800	42 000	4	0000	1 751	1 578
392	307 600	306 800	42 900	1	0000	1 510	1 704
392	307 600	306 800	42 900	4	0000	1 772	1 580
393	307 600	306 800	43 800	1	0000	1 535	1 755
393	307 600	306 800	43 800	4	0000	1 830	1 613
394	307 600	306 800	44 700	1	0000	1 564	1 813
394	307 600	306 800	44 700	4	0000	1 892	1 650
395	307 600	306 800	45 600	1	0000	1 593	1 898
395	307 600	306 800	45 600	5	0000	1 956	1 691
396	307 600	306 800	46 500	1	0000	1 609	1 983
396	307 600	306 800	46 500	5	0000	2 005	1 718

| SUMMARY OF MINIMUM FACTORS OF SAFETY |

MOMENT EQUILIBRIUM FELLENIUS OR ORDINARY METHOD
 299 6000=X-COOR 304 8000=Y-COOR 39 1000=RADIUS 1 321=F S

MOMENT EQUILIBRIUM BISHOP SIMPLIFIED METHOD
 299 6000=X-COOR 306 8000=Y-COOR 41 1000=RADIUS 1 548=F S

FORCE EQUILIBRIUM JANBU SIMPLIFIED METHOD (NO f_o FACTOR)
 299 6000=X-COOR 304 8000=Y-COOR 39 1000=RADIUS 1 364=F S

00047

1.3 - ANÁLISE DE FLUXO E DIMENSIONAMENTO DO FILTRO DE AREIA

A análise de fluxo consiste da estimativa da vazão que percola através do maciço para o dimensionamento da espessura do filtro e da determinação da linha freática que servirão de dados de entrada na estimativa de poro-pressões na Análise da Estabilidade

1.3.1 - Estimativa da Vazão Percolante

Para a estimativa da vazão que percola pela barragem, determinou-se a rede de fluxo provável no maciço, considerando-se o "Cut-Off" e a anisotropia inerente ao efeito da compactação. Para tal, adotou-se $K_H = 10 \times K_v$, sendo K_v = coeficiente de permeabilidade horizontal e K_v = coeficiente de permeabilidade vertical, valor este consagrado na prática e indicado em bibliografia, para o material a ser utilizado na obra.

A rede de fluxo resultante é apresentada na figura a seguir

A linha freática foi determinada a partir da Parábola Básica de Kozeny com as devidas correções de entrada e saída de Casagrande

As correções a serem feitas são

- a) Entrada no N A
- b) Na saída (Filtro) - O gráfico para correção é apresentado mais adiante, definindo, portanto, α e $\Delta\alpha$

$$\text{Para } \alpha = 90^\circ = \frac{\Delta\alpha}{\alpha + \Delta\alpha} = 0,26 \quad \Delta\alpha = 0,26 \times 12,8 = 3,30 \text{ m}$$

Uma vez traçada a rede, pôde-se determinar como se segue

Utilizando-se a equação prática de Cedergren, que leva em consideração a existência do "Cut-Off", tem-se que

$$Q = K_b \cdot \frac{H + D/2}{b_l} \cdot D \times \frac{n_f}{n_q}$$

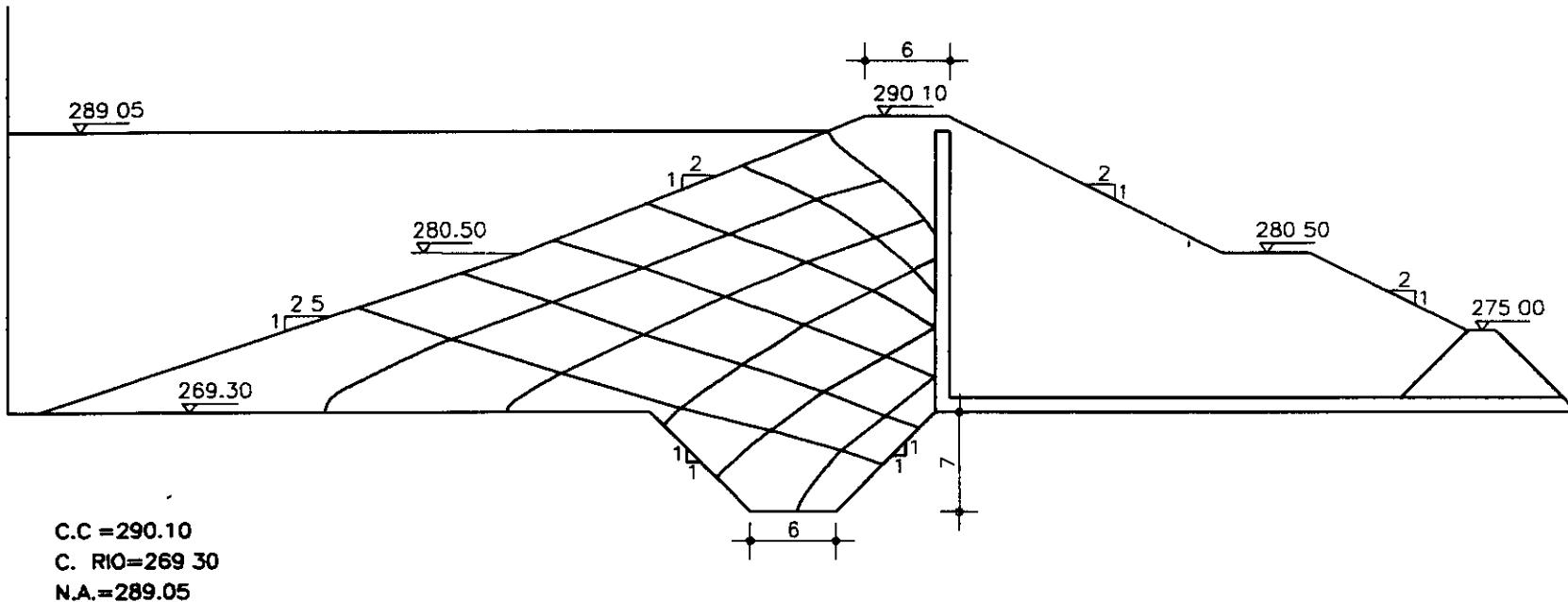
b) Largura do Cut-Off

D Profundidade do Cut-Off (tomada a máxima, neste caso)

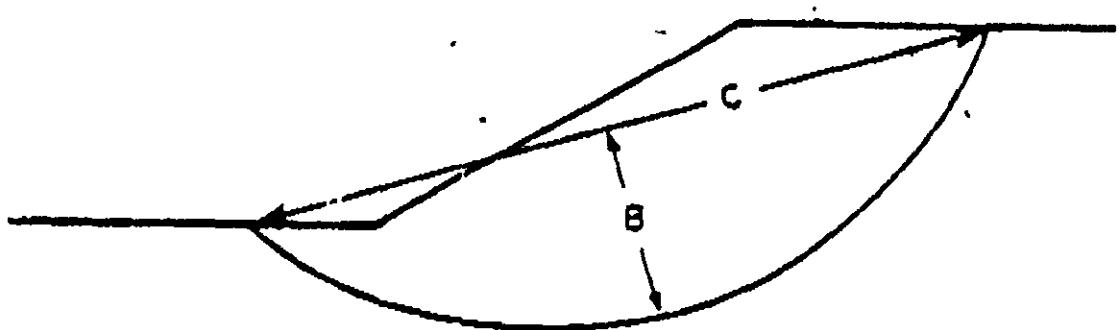
ASSUNTO ANÁLISE DE FLUXO _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL JOSÉ CARLOS E IVELISE STROZBERG _____ FOLHA 1/6 _____

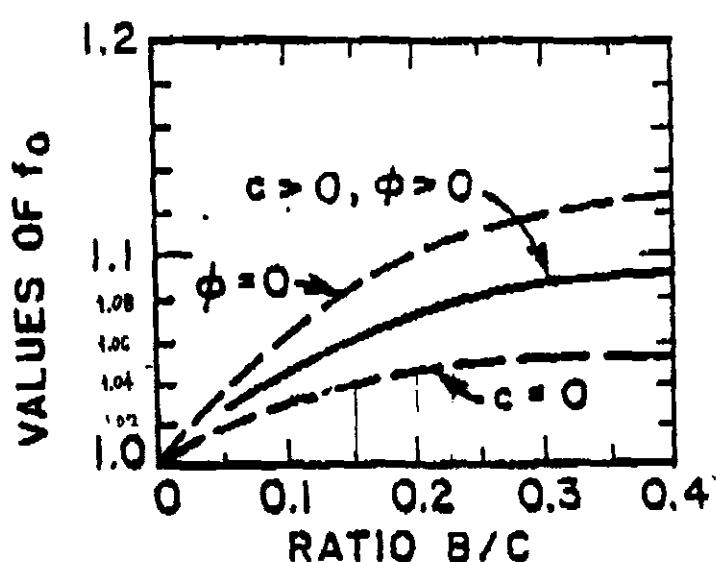
BARRAGEM DO ROSARIO
ESBOCO DA REDE DE FLUXO
(CONSIDERANDO A ANISOTROPIA DO MATERIAL DO MACICO)



000049



'B' DISTANCE DEFINED BY JANBU, BJERRUM AND
KAERNSLI (1956)



JANBU'S SIMPLIFIED METHOD

000050

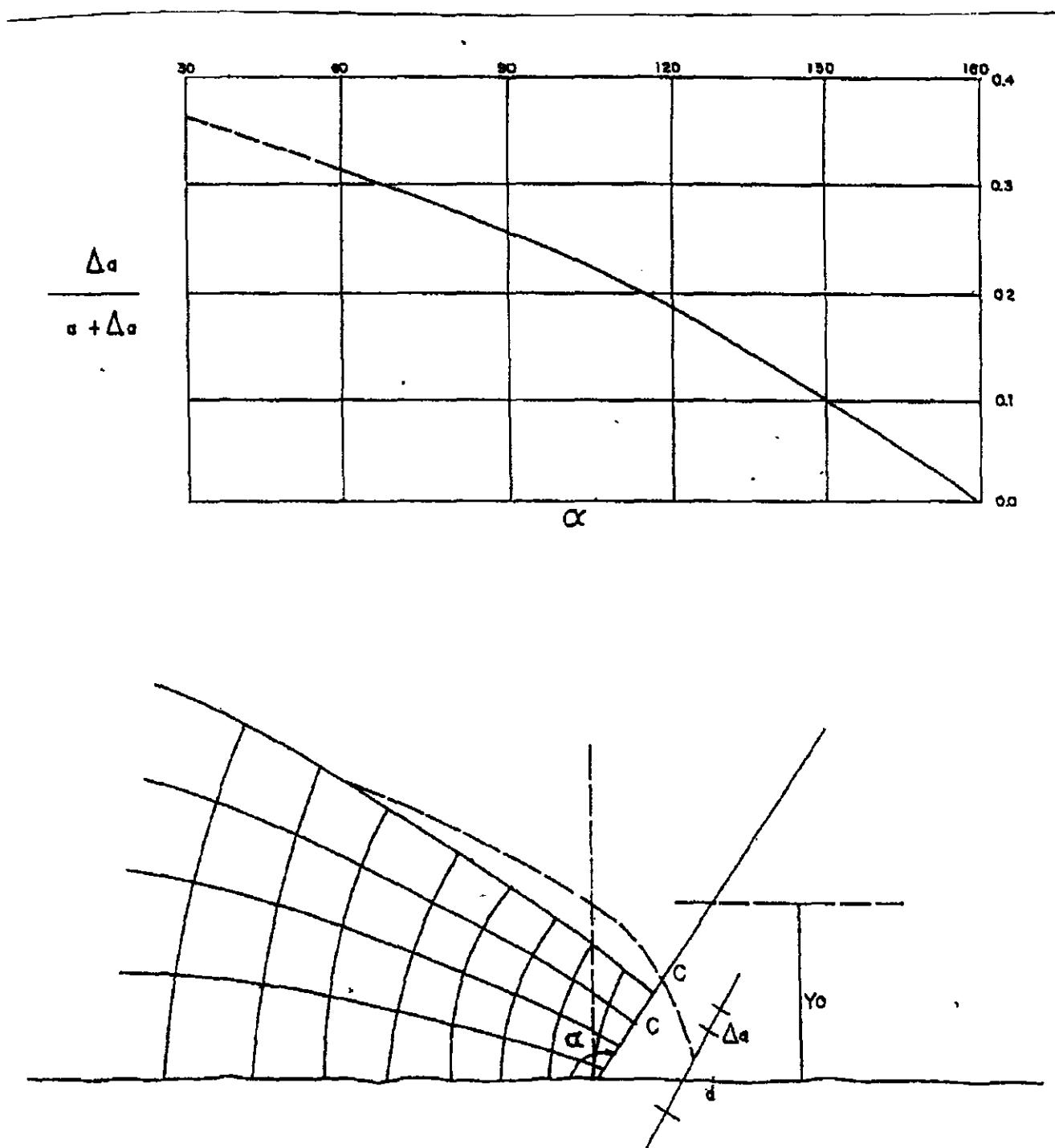


FIGURA 10.3 - CORREÇÃO DA SAÍDA LINHA FREÁTICA

ASSUNTO ANÁLISE DE FLUXO RUBRICA _____
 TÉCNICO RESPONSÁVEL JOSÉ CARLOS E IVELISE STROZBERG FOLHA 2/5

mas $K_b = K_{eq} = \sqrt{Kh \cdot Kv}$, sendo $Kv = 2,86 \times 10^{-7}$ cm/seg(vide Volume I - Tomo 2)

$$\text{Então } K_{eq} = \sqrt{2,86 \times 10^{-7} \times 10 \times 2,86 \times 10^{-7}}$$

$$K_{eq} = Kb = 9,04 \times 10^{-9} \text{ cm/s} = 9,04 \times 10^{-9} \text{ m/s}$$

e da rede de fluxo $n_p/n_q = 6/6 = 1,0$

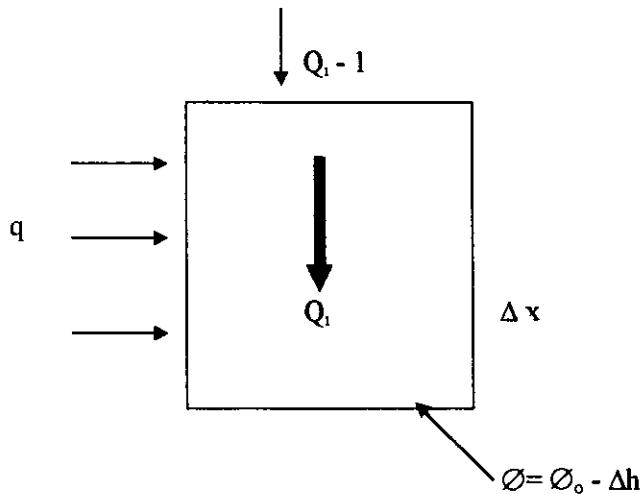
$$Q = 9,04 \times 10^{-9} \times \frac{20,8}{6} \times 7 \times 1,0$$

$Q \approx 2,56 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s/m}$ ou $Q = 2,56 \times 10^{-4} \text{ l/s/m}$, o que corresponde a aproximadamente 0,01% da $Q_{\text{regularizada}}$ com 90% de garantia anual

1.3.2 - DIMENSIONAMENTO DO FILTRO HORIZONTAL E VERTICAL:

- Filtro vertical

Considere-se o elemento de solo



$$Q_i = Q_{\text{máx}} = q \cdot \Delta x + Q_i - 1$$

$$Q = \Delta x \cdot \frac{\Delta h}{\Delta x} \cdot kv$$

ASSUNTO ANÁLISE DE FLUXO _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL JOSÉ CARLOS E IVELISE STROZBERG _____ FOLHA 3/5 _____

$$A = B \times 1,0 \text{ m}$$

$$Q_i = B \times \frac{\Delta h}{\Delta x} \times kv$$

$$B_i = \frac{Q_i \Delta x_i}{\Delta h K v}$$

da rede de fluxo, tem-se que

$$l_1 = \frac{\Delta h}{\Delta x} = \frac{2}{4} = 0,5 \Rightarrow \frac{\Delta x}{\Delta h} = 2 \Rightarrow B_1 = \frac{Q_1 = 4,27 \times 10^{-8}}{2 \times 2,13 \times 10^{-6}} = 0,01 \text{ m}$$

$$l_2 = \frac{2,5}{2,5} = 1 \Rightarrow \frac{\Delta x}{\Delta h} = 1 \Rightarrow B_2 = \frac{8,54 \times 10^{-8}}{1 \times 2,13 \times 10^{-6}} = 0,04 \text{ m}$$

$$l_3 = \frac{2,5}{3} = 0,83 \Rightarrow \frac{\Delta x}{\Delta h} = 1,2 \Rightarrow B_3 = \frac{12,81 \times 10^{-8}}{1,2 \times 2,13 \times 10^{-6}} = 0,05 \text{ m}$$

$$B_v = \frac{2,56 \times 10^{-7} \times 2}{2,13 \times 10^{-6}} \Rightarrow B = 0,24 \text{ m} \Rightarrow B_H = \frac{2,56 \times 10^{-7}}{1/6 \times 18,7 \times 2,13 \times 10^{-5}} = 0,14 \text{ m}$$

mas por imposição construtiva e sabendo-se de efeitos de colmatação ao longo do tempo adota-se
 $B_{fv} = 1,00 \text{ m}$ e $B_{FH} = 1,00 \text{ m}$

1.3.3 - Análise dos Critérios de Transição:

Para a análise em questão, em virtude do solo a de possuir grande porcentagem de finos, adotou-se o critério do "U S Army Corps Of Engineers", o qual preconiza

- Contato Maciço x Filtro

$$1^{\circ}) \frac{D_{15 \text{ Filtro}}}{D_{85 \text{ Maciço}}} \leq 5$$

ASSUNTO <u>ANÁLISE DE FLUXO</u>	RUBRICA: _____
TÉCNICO RESPONSÁVEL <u>JOSÉ CARLOS E IVELISE STROZBERG</u>	FOLHA <u>4/5</u>

$$2^{\circ}) \frac{D_{50\text{ Filtro}}}{D_{50\text{ Macico}}} \leq 25$$

3º) Coeficiente de não uniformidade CNU < 20

Filtro (Valores Medios)	$\begin{cases} D_{10} = 0,15\text{mm} \\ D_{15} = 0,157\text{mm} \\ D_{50} = 0,60\text{mm} \\ D_{60} = 0,90\text{mm} \\ D_{85} = 3,00\text{mm} \end{cases}$	Macico: $\begin{cases} D_{50} = 0,025\text{mm} \\ D_{85} = 1,05\text{mm} \end{cases}$
----------------------------	---	---

Os valores acima foram extraídos do Volume II - Tomo 2 e item 6 - Estudos Complementares deste relatório

Então

$$1^{\circ}) \frac{D_{15f}}{D_{15m}} \leq = \frac{0,157}{1,05} = 0,15 \text{ Ok!}$$

$$2^{\circ}) \frac{D_{50f}}{D_{50m}} \leq 25 = \frac{0,60}{0,025} = 24 \text{ Ok!}$$

$$3^{\circ}) \text{CNU} < 20 = \text{CNU} = \frac{0,90}{0,15} = 6 \text{ Ok!}$$

Conclui-se portanto que o material de filtro é adequado

- Contato filtro x brita corrida

$$1^{\circ}) \frac{D_{15T}}{D_{85f}} \leq 5 \Rightarrow D_{15T} \leq 5 \times 3,0 \quad \text{D}_{15T} \leq 15,0 \text{ mm}$$

$$2^{\circ}) \frac{D_{50T}}{D_{50f}} \leq 25 \quad \text{D}_{50T} \leq 25 \times 0,60 \text{ mm} \quad \text{D}_{50T} \leq 15,0 \text{ mm}$$

- Contato transição x enrocamento

ASSUNTO ANÁLISE DE FLUXO _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL: JOSÉ CARLOS E JVELISE STROZBERG _____ FOLHA 6/6 _____

$$1^{\circ}) \frac{D_{50_E}}{D_{50_T}} \leq 25 \Rightarrow D_{50_E} \leq 25 \times 15 \quad D_{50_E} \leq 375,0 \text{ mm}$$

2º) $D_{\max} = 500 \text{ mm}$ (por imposição da espessura da camada)

1.3.4 - Verificação do Labirinto

1 3 4 1 - Geometria

$$P = 3,0 \text{ m}$$

$$l^* = 46,26 \text{ m, (* comprimento hidráulicamente útil)}$$

$$n = 10$$

$$w = 10,0 \text{ m}$$

$$\alpha_{\max} = \arccos [\operatorname{sen}(5/23,49)] l \text{ "corrido"}$$

$$\alpha_{\max} = 12,29^\circ$$

mas,

$$\alpha = 11,00 > 0,75 \times 12,30 \text{ OK!}$$

$$\frac{w}{P} = \frac{10,0}{3,0} = 3,33 < 2,0 \text{ OK!}$$

$$Q_{1000} = 893 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{10\,000} = 1\,129 \text{ m}^3/\text{s}, l^*/w = 4,63$$

Método de Magalhães $Q_1 = n q_n$

$$q_n = \text{Máx } \sqrt{2g} \text{ W h } ^3/2$$

ASSUNTO SANGRADOURO TIPO LABIRINTO _____ RUBRICA _____

TECNICO RESPONSÁVEL JOSÉ CARLOS _____ FOLHA 1/3 _____

h (m)	h/s	μ_w	q (m³/s)	Q L (m³/s)	
0,30	0,10	2,5	18,2	181,96	
1,30	0,33	1,9	84,2	841,59	
* 1,10	0,37	1,75	89,4	894,29	* $\cong Q 1000$
1,50	0,50	1,45	118,0	1.179,92	
1,45	0,48	1,42	109,8	1.098,22	
* 1,47	0,49	1,43	112,9	1.128,29	* $\cong Q 10.00$
2,10	0,70	1,15	155,0	1.550,16	$\cong 1,37 \times Q 10.000$

Verificação por Hay & Taylor (1970):

$$\text{admitindo-se } C_o \cong 1,95 \text{ m}^{0.5}/\text{s} \quad Q_N = 1,95 \times 100,0 \times h^{3/2}$$

$$\text{Para } h = 1,10 \text{ m} \quad h/p = 0,37 \quad Q/Q_N \cong 4,0 \quad Q_N = 224,97 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_L = 899,88 \text{ m}^3/\text{s} \text{ OK!}$$

1.3.4.2 - Hidráulica do Canal de Saída do Vertedor Labirinto

Conforme indicado pelo painel de segurança de barragens da SRH/COGERH, apresenta-se, a seguir, a solução indicada para reduzir o risco de afogamento da estrutura durante uma eventual cheia milenar, estimada em $893 \text{ m}^3/\text{s}$. A solução apontada, após criterioso estudo, foi a de adotar, para o canal de saída desde o lado interior do vertedor, uma declividade de 0,0070: 1,0000 (VH). A solução adotada atende às exigências hidráulicas garantindo o não afogamento da estrutura, ao mesmo tempo em que procura reduzir o volume de corte necessário à execução da obra.

Foram investigadas quatro declividades, a saber, zero (plana); 0,0050: 1,0; 0,010: 1,0; e 0,0070: 1,0. Optou-se pela declividade de 0,0070: 1,0 como explicado acima. O traçado de linha d'água foi feita de jusante para montante, já que a condição de jusante (existência de escoamento crítico) prevalece. Com base em teoria clássica (USBR, 1971), verificou-se que o escoamento crítico ocorreria a 71 m do ponto mais a montante do canal. Com base na equação de declividade da linha d'água para a hipótese de Manning (Chow, 1973, p.22)), resolvida pelo Método das Diferenças Finitas, e para $n = 0,035$ (corte em rocha) foi possível traçar a curva, do tipo M2, até o extremo de jusante do vertedor. Entre as paredes do vertedor neste trecho $n = 0,013$, concreto o domínio foi despoctizado em trechos de 0,50 m e de 1,00 m e, para cada seção, calcularam-se a largura e a vazão (variáveis), assim como os elementos hidráulicos correspondentes (como as profundidades normal e

ASSUNTO: SANGRADOURO TIPO LABIRINTO

RUBRICA: _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL: JOSÉ CARLOS

FOLHA: 2/3

críticas, por exemplo) A formulação para regime gradualmente variável foi utilizada trecho a trecho, resultando na linha d'água mostrada na figura a seguir

Resultados e conclusão - A solução adotada atende às exigências hidráulicas de não afogamento da soleira mesmo para a vazão milenar, garantindo o pleno funcionamento da estrutura. A menor diferença entre a soleira e o nível d'água é de aproximadamente 0,65 m, enquanto que a linha de energia específica praticamente tangencia a soleira, superando-se em apenas 0,16 m na região próxima à saída do vertedor, local que certamente não terá velocidade nula, dadas a inércia do movimento e a proximidade do canal livre. Além da figura da linha d'água, seguem anexadas, as tabelas, com todos os dados intermediários de cálculo.

ASSUNTO SANGRADOURO TIPO LABIRINTO RUBRICA _____
TÉCNICO RESPONSÁVEL JOSÉ CARLOS FOLHA 3/3

Barragem	Rosário								
Parte I	linha	d'água	no	canal de	saída do	vertedor	labirinto		
x (m)	yn (m)	yc (m)	dx (m)	dy/dx	y (m)	V (m/s)	energia (m)	Observ	
71 000	2 24	2 01	0 001	-	2 0100	4 4426	3 0064	<i>y critico</i>	
70 998	2 24	2 01	-0 001	-	2 0110	4 4406	3 0064	<i>dy/dx admis</i>	
70 998	2 24	2 01	-0 001	-	2 0131	4 4361	3 0064		
70 997	2 24	2 01	-0 001	-0 684	2 0137	4 4346	3 0064		
70 996	2 24	2 01	-0 001	-0 543	2 0142	4 4334	3 0064		
70 995	2 24	2 01	0 001	-0 472	2 0147	4 4324	3 0064		
70 994	2 24	2 01	-0 001	0 424	2 0151	4 4315	3 0064		
70 993	2 24	2 01	-0 001	0 388	2 0155	4 4305	3 0065		
70 992	2 24	2 01	-0 001	-0 360	2 0159	4 4298	3 0065		
70 991	2 24	2 01	-0 001	0 338	2 0162	4 4291	3 0065		
70 990	2 24	2 01	-0 001	-0 318	2 0165	4 4284	3 0065		
70 989	2 24	2 01	-0 001	0 303	2 0168	4 4277	3 0065		
70 988	2 24	2 01	-0 001	0 289	2 0171	4 4271	3 0065		
70 987	2 24	2 01	-0 001	-0 277	2 0174	4 4265	3 0065		
70 986	2 24	2 01	-0 001	-0 266	2 0177	4 4259	3 0065		
70 985	2 24	2 01	-0 001	-0 257	2 0179	4 4253	3 0065		
70 984	2 24	2 01	-0 001	-0 248	2 0182	4 4248	3 0065		
70 983	2 24	2 01	-0 001	-0 240	2 0184	4 4243	3 0065		
70 982	2 24	2 01	-0 001	0 233	2 0187	4 4237	3 0065		
70 981	2 24	2 01	-0 001	0 227	2 0189	4 4232	3 0065		
70 980	2 24	2 01	-0 005	-0 221	2 0200	4 4208	3 0065		
70 975	2 24	2 01	-0 005	0 195	2 0210	4 4187	3 0068		
70 970	2 24	2 01	-0 005	-0 177	2 0218	4 4166	3 0068		
70 965	2 24	2 01	-0 005	-0 163	2 0227	4 4150	3 0068		
70 960	2 24	2 01	-0 005	-0 152	2 0234	4 4133	3 0068		
70 955	2 24	2 01	-0 005	0 143	2 0241	4 4118	3 0067		
70 950	2 24	2 01	-0 005	0 135	2 0248	4 4103	3 0067		
70 945	2 24	2 01	-0 005	-0 128	2 0255	4 4089	3 0067		
70 940	2 24	2 01	-0 005	-0 123	2 0261	4 4076	3 0067		
70 935	2 24	2 01	-0 005	-0 118	2 0267	4 4063	3 0067		
70 930	2 24	2 01	-0 005	-0 113	2 0272	4 4050	3 0067		
70 925	2 24	2 01	-0 005	0 109	2 0278	4 4039	3 0068		
70 920	2 24	2 01	-0 005	-0 108	2 0283	4 4027	3 0068		
70 915	2 24	2 01	0 005	0 102	2 0288	4 4016	3 0068		
70 910	2 24	2 01	0 005	0 099	2 0293	4 4005	3 0068		
70 905	2 24	2 01	-0 005	-0 097	2 0298	4 3995	3 0068		
70 900	2 24	2 01	-0 010	-0 094	2 0307	4 3974	3 0069		
70 890	2 24	2 01	-0 010	-0 089	2 0316	4 3955	3 0069		
70 880	2 24	2 01	-0 010	-0 085	2 0325	4 3937	3 0069		
70 870	2 24	2 01	-0 010	-0 082	2 0333	4 3919	3 0070		
70 860	2 24	2 01	-0 010	-0 078	2 0341	4 3902	3 0070		
70 850	2 24	2 01	-0 010	0 076	2 0348	4 3886	3 0070		
70 840	2 24	2 01	0 010	0 073	2 0356	4 3870	3 0071		
70 830	2 24	2 01	-0 010	0 071	2 0363	4 3855	3 0071		
70 820	2 24	2 01	-0 010	-0 069	2 0370	4 3840	3 0071		
70 810	2 24	2 01	-0 010	-0 067	2 0376	4 3826	3 0072		
70 800	2 24	2 01	-0 050	0 065	2 0406	4 3756	3 0073		
70 750	2 24	2 01	-0 050	-0 057	2 0437	4 3695	3 0075		
70 700	2 24	2 01	-0 050	-0 051	2 0463	4 3640	3 0076		
70 650	2 24	2 01	0 050	0 047	2 0486	4 3590	3 0078		
70 600	2 24	2 01	-0 050	0 044	2 0508	4 3543	3 0079		
70 550	2 24	2 01	-0 050	0 041	2 0529	4 3500	3 0081		
70 500	2 24	2 01	-0 050	0 039	2 0548	4 3459	3 0082		
70 450	2 24	2 01	-0 050	-0 036	2 0566	4 3421	3 0083		
70 400	2 24	2 01	-0 050	-0 035	2 0584	4 3384	3 0085		
70 350	2 24	2 01	-0 050	0 033	2 0600	4 3349	3 0086		
70 300	2 24	2 01	-0 050	-0 032	2 0616	4 3316	3 0087		
70 250	2 24	2 01	-0 050	0 030	2 0631	4 3284	3 0089		
70 200	2 24	2 01	0 050	-0 029	2 0646	4 3253	3 0090		
70 150	2 24	2 01	-0 050	0 028	2 0660	4 3224	3 0091		
70 100	2 24	2 01	-0 050	-0 027	2 0674	4 3195	3 0092		
70 050	2 24	2 01	-0 050	0 026	2 0687	4 3167	3 0093		
70 000	2 24	2 01	-0 100	0 026	2 0713	4 3114	3 0098		
69 900	2 24	2 01	0 100	-0 024	2 0737	4 3083	3 0098		
69 800	2 24	2 01	0 100	0 023	2 0760	4 3016	3 0100		
69 700	2 24	2 01	0 100	0 022	2 0782	4 2970	3 0103		
69 600	2 24	2 01	0 100	-0 021	2 0803	4 2927	3 0105		
69 500	2 24	2 01	-0 100	-0 020	2 0823	4 2886	3 0107		
69 400	2 24	2 01	-0 100	0 019	2 0842	4 2847	3 0109		
69 300	2 24	2 01	-0 100	0 018	2 0860	4 2809	3 0111		
69 200	2 24	2 01	-0 100	-0 018	2 0878	4 2772	3 0113		
69 100	2 24	2 01	-0 100	-0 017	2 0895	4 2737	3 0115		
69 000	2 24	2 01	-0 100	0 017	2 0912	4 2703	3 0117		
68 900	2 24	2 01	-0 100	-0 016	2 0928	4 2670	3 0119		
68 800	2 24	2 01	-0 100	-0 016	2 0944	4 2638	3 0121		
68 700	2 24	2 01	-0 100	-0 015	2 0959	4 2608	3 0123		
68 600	2 24	2 01	0 100	0 015	2 0973	4 2578	3 0125		
68 500	2 24	2 01	0 100	0 014	2 0988	4 2549	3 0126		
68 400	2 24	2 01	0 100	0 014	2 1002	4 2520	3 0128		
68 300	2 24	2 01	-0 100	-0 014	2 1015	4 2493	3 0130		
68 200	2 24	2 01	-0 100	0 013	2 1029	4 2466	3 0132		
68 100	2 24	2 01	-0 100	-0 013	2 1042	4 2440	3 0134		
68 000	2 24	2 01	-0 500	0 013	2 1105	4 2313	3 0142		
67 500	2 24	2 01	-0 500	-0 011	2 1161	4 2200	3 0151		
67 000	2 24	2 01	0 500	0 010	2 1212	4 2098	3 0159		

66 500	2 24	2 01	-0 500	-0 009	2 1259	4 2006	3 0166
66 000	2 24	2 01	-0 500	-0 009	2 1302	4 1921	3 0173
65 500	2 24	2 01	-0 500	-0 008	2 1342	4 1842	3 0180
65 000	2 24	2 01	-0 500	-0 007	2 1379	4 1770	3 0186
64 500	2 24	2 01	-0 500	-0 007	2 1414	4 1702	3 0193
64 000	2 24	2 01	-0 500	-0 007	2 1447	4 1638	3 0199
63 500	2 24	2 01	-0 500	-0 008	2 1478	4 1578	3 0204
63 000	2 24	2 01	-0 500	-0 008	2 1507	4 1522	3 0210
62 500	2 24	2 01	-0 500	0 008	2 1535	4 1468	3 0215
62 000	2 24	2 01	-0 500	0 005	2 1561	4 1418	3 0220
61 500	2 24	2 01	-0 500	-0 005	2 1586	4 1370	3 0225
61 000	2 24	2 01	-0 500	0 005	2 1610	4 1324	3 0230
60 500	2 24	2 01	-0 500	0 005	2 1633	4 1280	3 0235
60 000	2 24	2 01	1 000	-0 004	2 1676	4 1197	3 0244
59 000	2 24	2 01	1 000	-0 004	2 1718	4 1122	3 0252
58 000	2 24	2 01	1 000	-0 004	2 1753	4 1052	3 0260
57 000	2 24	2 01	1 000	-0 003	2 1787	4 0988	3 0268
56 000	2 24	2 01	1 000	-0 003	2 1819	4 0929	3 0275
55 000	2 24	2 01	1 000	0 003	2 1848	4 0873	3 0281
54 000	2 24	2 01	1 000	0 003	2 1875	4 0822	3 0288
53 000	2 24	2 01	-1 000	-0 003	2 1901	4 0774	3 0293
52 000	2 24	2 01	1 000	0 002	2 1925	4 0730	3 0299
51 000	2 24	2 01	1 000	-0 002	2 1948	4 0688	3 0304
50 000	2 24	2 01	1 000	-0 002	2 1989	4 0648	3 0310
49 000	2 24	2 01	-1 000	-0 002	2 1989	4 0611	3 0314
48 000	2 24	2 01	1 000	-0 002	2 2008	4 0577	3 0319
47 000	2 24	2 01	1 000	-0 002	2 2026	4 0544	3 0323
46 000	2 24	2 01	1 000	-0 002	2 2042	4 0513	3 0328
45 000	2 24	2 01	1 000	0 002	2 2058	4 0483	3 0332
44 000	2 24	2 01	1 000	0 002	2 2074	4 0456	3 0335
43 000	2 24	2 01	1 000	0 001	2 2088	4 0429	3 0339
42 000	2 24	2 01	1 000	0 001	2 2101	4 0405	3 0342
41 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2114	4 0381	3 0346
40 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2127	4 0359	3 0349
39 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2138	4 0337	3 0352
38 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2149	4 0317	3 0355
37 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2160	4 0298	3 0357
36 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2170	4 0279	3 0360
35 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2180	4 0262	3 0363
34 000	2 24	2 01	-1 000	-0 001	2 2189	4 0245	3 0365
33 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2198	4 0220	3 0367
32 000	2 24	2 01	-1 000	-0 001	2 2206	4 0214	3 0370
31 000	2 24	2 01	-1 000	-0 001	2 2214	4 0200	3 0372
30 000	2 24	2 01	-1 000	-0 001	2 2222	4 0186	3 0374
29 000	2 24	2 01	-1 000	-0 001	2 2229	4 0173	3 0376
28 000	2 24	2 01	1 000	-0 001	2 2236	4 0160	3 0377
27 000	2 24	2 01	-1 000	-0 001	2 2242	4 0148	3 0379
26 000	2 24	2 01	1 000	0 001	2 2249	4 0137	3 0381
25 000	2 24	2 01	1 000	0 001	2 2255	4 0126	3 0383
24 000	2 24	2 01	1 000	0 001	2 2261	4 0115	3 0384

Barragem	Rosário									
Parte II -	linha	d'água	ao	longo da	vertedor	labyrinth				
x (m)	b (m)	Q (m³/s)	yn (m)	yc (m)	dx (m)	dy/dx	y (m)	V (m/s)	energia (m)	paredes (m)
24 000	9 70	98 3	1 43	2 19	0 500	0 083	2 185	4 639	3 271	3 168
23 500	9 51	98 3	1 46	2 19	0 500	-0 696	2 532	3 998	3 339	3 165
23 000	9 31	94 2	1 46	2 19	0 500	0 017	2 524	4 008	3 335	3 161
22 500	9 12	92 2	1 47	2 18	-0 500	0 016	2 516	4 017	3 330	3 158
22 000	8 93	90 1	1 47	2 18	-0 500	0 017	2 507	4 026	3 326	3 154
21 500	8 73	88 1	1 47	2 18	0 500	0 017	2 499	4 036	3 321	3 151
21 000	8 54	86 0	1 47	2 18	-0 500	0 017	2 490	4 045	3 316	3 147
20 500	8 34	84 0	1 48	2 18	-0 500	0 018	2 482	4 055	3 312	3 144
20 000	8 15	81 9	1 48	2 18	-1 000	0 018	2 464	4 080	3 304	3 140
19 000	7 76	77 8	1 49	2 17	1 000	0 018	2 446	4 099	3 294	3 133
18 000	7 38	73 7	1 49	2 17	1 000	0 019	2 427	4 119	3 283	3 126
17 000	6 99	69 6	1 50	2 16	1 000	0 019	2 408	4 138	3 272	3 119
16 000	6 60	65 5	1 51	2 16	1 000	0 020	2 388	4 158	3 261	3 112
15 000	6 21	61 4	1 52	2 15	1 000	0 020	2 368	4 178	3 248	3 105
14 000	5 83	57 3	1 53	2 14	1 000	0 020	2 348	4 193	3 235	3 096
13 000	5 44	53 2	1 54	2 14	1 000	0 022	2 328	4 210	3 221	3 091
12 000	5 05	49 2	1 55	2 13	1 000	0 022	2 303	4 225	3 205	3 084
11 000	4 66	45 1	1 57	2 12	1 000	0 023	2 280	4 237	3 187	3 077
10 000	4 28	41 0	1 58	2 11	1 000	0 024	2 257	4 245	3 167	3 070
9 000	3 89	36 9	1 61	2 09	1 000	0 023	2 234	4 245	3 143	3 063
8 000	3 50	32 8	1 63	2 08	1 000	0 024	2 210	4 236	3 118	3 056
7 000	3 11	28 7	1 66	2 08	1 000	0 023	2 187	4 211	3 083	3 049
6 000	2 73	24 6	1 69	2 02	1 000	0 019	2 169	4 159	3 042	3 042
5 000	2 34	20 5	1 73	1 99	-1 000	0 016	2 152	4 071	2 989	3 035
4 000	1 95	16 4	1 78	1 93	1 000	0 012	2 140	3 925	2 918	3 028
3 000	1 56	12 3	1 83	1 85	1 000	0 008	2 132	3 688	2 819	3 021
2 000	1 18	8 2	1 85	1 70	1 000	0 005	2 127	3 278	2 689	3 014
1 000	0 79	4 1	1 72	1 40	-0 500	0 005	2 125	2 448	2 427	3 007
0 500	0 59	2 0	1 36	1 05	-0 500	0 006	2 121	1 620	2 255	3 004

1.4 - TRATAMENTO DAS FUNDACÕES

1.4.1 - Determinação da Vazão Infiltrante

$$\varnothing = 59,5 \text{ mm (B x)}$$

SR-03:

- R-3-1

$$\Delta p_{3-1} = 3 \text{ m c a} \Rightarrow \Delta p_{3-1} = 0,3 \text{ kgf/cm}^2 \quad q_{esp} \cong 0,27 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{3-1} = \frac{\Delta p_{inf}}{\pi \times \varnothing} \quad Q_{esp} \quad Q_{31} = \frac{288}{\pi \times 0,0595} \quad 0,27 \quad Q_{3-1} = 416 \text{ l/min}$$

- R 3-2

$$\Delta p_{3-2} = 6 \text{ m c a} \Rightarrow \Delta p_{3-2} = 0,6 \text{ kgf/m}^2 \Rightarrow q_{esp} = 0,3 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{3-2} = \frac{502}{\pi \times 0,0595} \times 0,30 \quad Q_{3-2} = 805,7 \text{ l/min}$$

• SR-04:

- R4-1

$$\Delta P_{4-1} = 9 \text{ m c a} \Rightarrow \Delta p_{4-1} = 0,9 \text{ kgf/cm}^2 \Rightarrow q_{esp} = 2,90 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{4-1} = 5,35 (140) \times 2,9 \quad Q_{4-1} = 2172 \text{ l/min}$$

- SR-4-2 12 m c a $\Delta p_{4-2} = 1,2 \text{ kgf/m}^2$ $q_{esp} = 0,7 \text{ l/min/m}$

$$Q_{4-2} = 5,35 \times 07 \times 80 \times 2 = 599,20 \Rightarrow Q_{4-2} = 599,20 \text{ l/min}$$

- SR-02

- R 21

ASSUNTO TRATAMENTO DAS FUNDACÕES _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL JOSÉ CARLOS E IVELISE STROZBERG _____ FOLHA 1/3 _____

$$\Delta p_{r-1} = 7,6 \text{ m c a} \quad \Delta p_{2-1} = 0,76 \text{ kgf/m}^2 \quad q_{esp} = 3,97 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{2-1} = 5,35 \times 3,97 \times 215,4 \Rightarrow Q_{2-1} = 4\ 574,99 \text{ l/min}$$

• **R-2-2:**

$$\Delta p_{2-2} = 10 \text{ m c a} \quad \Delta p_{2-2} = 1,0 \text{ kgf/m}^2 \quad q_{esp} = 0,11 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{22} = 5,35 \times 0,11 \times 220 \Rightarrow Q_{2-2} = 129,50 \text{ l/min}$$

SM-02

• **M₂₋₁**

$$\Delta p_{2-1} = 19 \text{ m c a} \Rightarrow \Delta p_{2-1} = 1,9 \text{ kgf/m}^2 \quad q_{esq} = 8,8 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{2-1} = 5,35 \times 8,8 \times 297 \Rightarrow Q_{2-1} = 13\ 982,76 \text{ l/min}$$

• **M2-2**

$$\Delta p_{2-2} = 21 \text{ m c a} \Rightarrow \Delta p_{2-2} = 2,1 \text{ kgf/m}^2 \quad q_{esq} = 9,00 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{2-2} = 5,35 \times 9 \times 162,40 \quad Q_{2-2} = 7\ 819,6 \text{ l/min}$$

SR - 01

• **M 1-1**

$$\Delta p_{1-1} = 23 \text{ m c a} \quad \Delta p_{1-1} = 2,3 \text{ kgf/m}^2 \quad q_{esp} = 1,8/\text{min/m}$$

$$Q_{1-1} = 5,35 \times 1,8 \times 300 = 2\ 889,0 \text{ l/min}$$

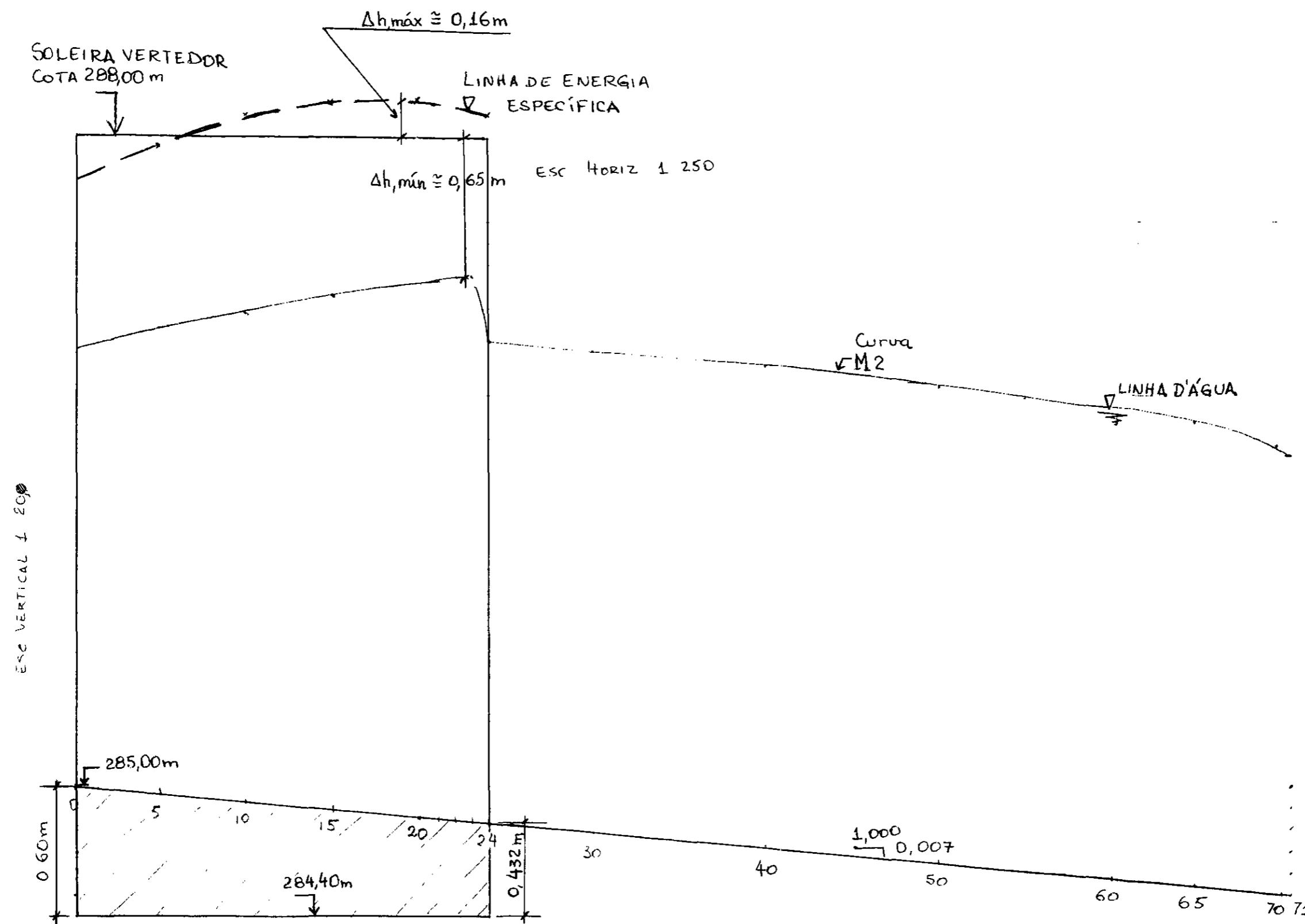
• **M 1-2**

$$Q_{1-2} = 26 \text{ m c a} = \Delta p_{1-2} = 2,6 \text{ m c a} = q_{esp} = 2,29 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{1-2} = 5,35 \times 2,29 \times 200 \quad Q_{1-2} = 2\ 450,30 \text{ l/min}$$

ASSUNTO TRATAMENTO DAS FUNDACÕES _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL JOSÉ CARLOS E IVELISE STROZBERG _____ FOLHA 2/3 _____



000063

SR -01;

• R 1-1

$$\Delta p_{1-1} = 7,0 \text{ m c a} \quad \Delta p_{1-1} = 0,7 \text{ kgf/m}^2 \quad q_{esp} = 1,67 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{1-1} = 5,35 \times 1,67 \times 320 \Rightarrow Q_{1-1} = 2,859,04 \text{ l/min}$$

• R1-2

$$\Delta p_{1-2} = 10 \text{ m c a} \Rightarrow \Delta p_{1-2} = 1,0 \text{ kgf/m}^2 \quad q_{esp} = 0,9 \text{ l/min/m}$$

$$Q_{1-2} = 5,35 \times 09 \times 320 \Rightarrow Q_{1-2} = 1,540,8 \text{ l/min}$$

POR TANTO

$$SR-03 Q_{SR3} = 1221,70 \text{ l/min}$$

$$SR-04 Q_{SR4} = 2771,20 \text{ l/min}$$

$$SR-02 Q_{SR2} = 4704,49 \text{ l/min}$$

$$SM-02 \quad Q_{SM2} = 21802,40 \text{ l/min}$$

$$SR-01 Q_{SM1} = 5339,30 \text{ l/min}$$

$$SR-01 Q_{SR1} = 4399,84 \text{ l/min}$$

$Q_{TOTAL} = 40178,93 \text{ l/min (}0,67 \text{ m}^3/\text{s})$ Há necessidade de tratamento das fundações visto que a perda d'água por percolação é muito alta e próxima à $Q_{reg} = 0,81 \text{ m}^3/\text{s}$

ASSUNTO TRATAMENTO DAS FUNDACÕES _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL JOSÉ CARLOS EIVELISE STROZBERG _____ FOLHA 3/3 _____

1.5 – TOMADA D'ÁGUA

Para o dimensionamento da tomada d'água utilizou-se a formula universal de perda de carga de Darcy-Weissbach, dada pela seguinte expressão

$$h_1 = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}, \text{ onde}$$

h = Perda de carga linear ao longo da tubulação (m)

f = Coef De atrito

L = Comprimento da tubulação (m)

D = Diâmetro da tubulação (m)

V = Velocidade da água (m/s)

Os dados utilizados nos cálculos são os seguintes

$L = 65,00 \text{ m}$

$\varnothing = 800 \text{ mm}$

$Q = \text{Variável em função de } h$

Os resultados dos cálculos obtidos através de fórmula mencionado são mostrados no quadro a seguir

Q M ³ /s	V M/s	NR	f	h_1 (m)	h_2 (m)	ht (m)
0,20	0,40	$3,2 \times 10^5$	0,027	0,018	0,02	0,038
0,40	0,80	$6,4 \times 10^5$	0,025	0,07	0,08	0,15
0,60	1,20	$9,6 \times 10^5$	0,022	0,14	0,18	0,32
0,80	1,60	$1,2 \times 10^6$	0,018	0,20	0,33	0,53
1,00	2,00	$1,6 \times 10^6$	0,018	0,30	0,51	0,81
1,20	2,40	$1,9 \times 10^6$	0,018	0,43	0,74	1,17
1,40	2,80	$2,2 \times 10^6$	0,016	0,52	1,00	1,52
1,60	3,20	$2,5 \times 10^6$	0,016	0,68	1,30	1,96
1,80	3,60	$2,9 \times 10^6$	0,015	0,80	1,65	2,45
2,00	4,00	$3,2 \times 10^6$	0,015	1,00	2,05	3,05

ASSUNTO TOMADA D'ÁGUA _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL JOSÉ OSMAR SARAIVA _____ FOLHA 1/2 _____

$$H = \text{perdas localizadas} = 2,5 \frac{V^2}{2g}$$

Ht = Perda de carga total = $h_1 + h_2$

NR = N° de Reynolds

Observa-se que a vazão regularizada do projeto de 0,81 m³/s poderá ser obtida até com o nível mínimo da barragem de aproximadamente 0,50 m.

Valores maiores serão derivados em função dos níveis, a exemplo de 2,0 m³/s obtido com o nível d'água situado a cerca de 3,00 m acima da tomada

ASSUNTO: TOMADA D'ÁGUA _____ RUBRICA _____

TÉCNICO RESPONSÁVEL: JOSÉ OSMAR SARACIVA _____ FOLHA 2/2 _____

2 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2 - Referências Bibliográficas

- BUREAU OF RECLAMATION, 1987 Design of Small Dams U S Government Printing Office, Denver, Colorado, U S A , 860p
- CRUZ, P T , 1963 Shear Strength Characteristics of some Residual Compacted Clays II Panamerican Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering
- CRUZ, P T . 1995 100 Barragens Brasileiras Em Edição, 668 p
- DNOCS, 1990 Barragens no Nordeste do Brasil Experiência do DNOCS em Barragens na Região Semi-Árida 2^a ed , Fortaleza, DNOCS, 38 p
- DNOCS, 1990 Sismicidade de João Câmara versus Barragem Engº Armando Ribeiro Gonçalves-Açu-RN
- LAMBE, T W & Whitman, R V , 1979 Soil Mechanics. SI Version Ed John Wiley & Sons, New York, U S A 553p