

**MINISTÉRIO DE IRRIGAÇÃO  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS E SANEAMENTO  
4º REGIONAL**

**BARRAGEM CRUZETA**

**PROJETO EXECUTIVO PROJETO BÁSICO**

**SIRAC**

**FORTALEZA  
AGOSTO - 1988**

MINISTÉRIO DA IRRIGAÇÃO  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO  
4.ª DIRETORIA REGIONAL

# BARRAGEM CRUZETA

## ESTUDOS BÁSICOS E PROJETO EXECUTIVO

### VOLUME I - RELATÓRIO GERAL

Lote 01826 - Prep (X) Scan ( ) Index ( )

Projeto Nº 0179

Volume

Qtd A4

Qtd A3

Qtd A2

Qtd A1

Qtd A0

Outros

0179

AGOSTO/1988

Serviços Integrados de Assessoria e Consultoria Ltda.





0179

1811/95

SUMÁRIO

000003



## S U M Á R I O

|  | PÁGINAS |
|--|---------|
| <b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....  | 04      |
| <b>2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO</b> .....  | 09      |
| <b>3 - ESTUDOS BÁSICOS</b> .....   | 12      |
| <b>4 - CRITÉRIOS USADOS NA ESCOLHA DO PROJETO</b> .....  | 15      |
| 4.1 - ESCOLHA DA SEÇÃO-TIPO .....  | 16      |
| 4.2 - MATERIAIS DE EMPRÉSTIMOS .....   | 16      |
| 4.3 - SANGRADOURO .....  | 17      |
| 4.4 - TOMADA D'ÁGUA .....  | 18      |
| <b>5 - DESCRIÇÃO E ARRANJO GERAL DO PROJETO</b> .....  | 19      |
| <b>6 - CRONOGRAMA DA CONSTRUÇÃO</b> .....  | 22      |
| <b>7 - QUANTITATIVOS E CUSTOS</b> .....  | 25      |
| <b>8 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS PARA EXECUÇÃO DAS<br/>OBRAS DO PROJETO DA BARRAGEM CRUZETA</b> ..... | 34      |
| 8.1 - GENERALIDADES .....  | 35      |
| 8.2 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA CONSTRUÇÃO DAS OBRAS<br>DE TERRA E ENROCAMENTO .....                    | 35      |
| 8.2.1 - Objetivos .....  | 35      |
| 8.2.2 - Limpeza geral da área .....  | 35      |
| 8.2.3 - Escavação e preparo das fundações .....  | 36      |
| 8.2.4 - Execução do maciço de terra e enrocamento .  | 39      |
| 8.2.5 - Controle tecnológico .....   | 46      |
| 8.3 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS DE<br>CONCRETO .....                                 | 47      |
| 8.3.1 - Objetivos .....  | 47      |

000004



**PÁGINAS**

|   |            |
|---|------------|
| 8.3.2 - Escavação e preparo das fundações .....                                     | 47         |
| 8.3.3 - Liberação das fundações .....   | 49         |
| 8.3.4 - Especificação para preparo e execução de<br>concreto simples e armado ..... | 49         |
| <b>9 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PROJETO EXECUTIVO .....</b>                            | <b>58</b>  |
| 9.1 - MACIÇO - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS .....   | 59         |
| 9.2 - MACIÇO - CÁLCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES .....                                 | 66         |
| 9.3 - MACIÇO - ESTABILIDADE DOS TALUDES .....                                       | 69         |
| 9.4 - SANGRADOURO - HIDRÁULICA .....  | 79         |
| 9.5 - TOMADA D'ÁGUA - HIDRÁULICA .....  | 91         |
| 9.6 - TOMADA D'ÁGUA - CÁLCULO DA TORRE .....  | 94         |
| 9.7 - TOMADA D'ÁGUA - CÁLCULO DA GALERIA .....                                      | 125        |
| 9.8 - TOMADA D'ÁGUA - CÁLCULO DA BACIA DE DISSIPACÃO ....                           | 133        |
| <b>10 - AMARRAÇÃO DA OBRA .....</b>   | <b>150</b> |
| 10.1 - AMARRAÇÃO DA OBRA DO MACIÇO .....  | 151        |
| 10.2 - AMARRAÇÃO DO SANGRADOURO .....   | 152        |
| 10.3 - AMARRAÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA .....   | 153        |
| <b>11 - INSTALAÇÃO MÍNIMA DA OBRA .....</b>   | <b>154</b> |
| <b>12 - EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS ...</b>                    | <b>156</b> |

000005



1 - INTRODUÇÃO

000006



## 1 - INTRODUÇÃO

O presente relatório referente ao projeto executivo da BARRAGEM CRUZETA, foi elaborado em decorrência do Contrato firmado entre o DNOS - Departamento Nacional de Obras de Saneamento e a SIRAC - Serviços Integrados de Assessoria e Consultoria Ltda.

A obra em questão deverá barrar o Rio Banabuiú na localidade de Riachão, possibilitando a criação de um reservatório com  $7,46 \times 10^6$  m<sup>3</sup>, constituindo uma fonte de recursos hídricos para perenizar o respectivo rio e irrigar as áreas aluvionares a jusante da barragem.

Os estudos relativos a barragem tiveram início no mês de junho de 1988, quando iniciaram-se os trabalhos preliminares e de campo, objetivando a definição e concepção técnica final da obra.

Os aspectos básicos das obras são apresentados a seguir:

- a) Maciço de terra zoneado com filtro vertical e horizontal, com trincheira de vedação em toda a extensão do eixo.
- b) Sangradouro localizado na ombreira direita sobre rochas gnáissicas, constituído por um perfil Creager com 80 metros de extensão e muros laterais de proteção ao sangradouro.
- c) Tomada d'água na ombreira direita, com uma torre com comporta de manutenção, um registro e bacia de dissipação a jusante para operação.

060007



As principais características da barragem podem ser visualizadas no resumo, a seguir:

### 1 - LOCALIZAÇÃO

- Rio - Rio Banabuiú
- Município - Pedra Branca
- Estado - Ceará

### 2 - CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Capacidade de acumulação -  $7,46 \times 10^6 \text{ m}^3$
- Volume efetivo disponível -  $6,81 \times 10^6 \text{ m}^3$
- Volume morto -  $0,65 \times 10^6 \text{ m}^3$
- Precipitação média anual - 658 mm
- Área da bacia hidrográfica - 200 Km<sup>2</sup>
- Área da bacia hidráulica - 166,1 ha
- N.A máximo - 485,00 m
- N.A máximo maximorum - 486,14 m
- Custo total - Cz\$ 415.933.937,00

### 3 - CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM

- Tipo - aterro zoneado
- Cota do coroamento - 487,75m

US\$ 141,65 - 14  
R\$ 234.924,55

060008





|                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| - Altura máxima               | - 24,25 m                |
| - Extensão pelo coroamento    | - 294 m                  |
| - Largura do coroamento       | - 7 m                    |
| - Taludes - Montante          | = 2,5 : 1,0 (H:V)        |
| - Jusante                     | = 2,5 : 1,0 (H:V)        |
| - Volume do corpo da barragem | - 212.076 m <sup>3</sup> |
| - Volume de fundação          | - 25.979 m <sup>3</sup>  |
| - Volume de areia             | - 11.910 m <sup>3</sup>  |
| - Volume de terra             | - 139.831 m <sup>3</sup> |
| - Volume de enrocamento       | - 25.426 m <sup>3</sup>  |
| - Volume de brita             | - 8.930 m <sup>3</sup>   |

#### 4 - CARACTERÍSTICAS DO SANGRADOURO

- Localização - ombreira direita
- Tipo - soleira em perfil "Creager"
- Largura - 80,0 m
- Cota da soleira - 485,0 m
- Revanche - 2,75 m
- Lâmina máxima prevista - 1,14 m
- Vazão máxima prevista (TR = 100 anos) - 198,70 m<sup>3</sup>/s

000000



- Volume do corte - 70.000 m<sup>3</sup>
- Volume do muro de proteção - 158 m<sup>3</sup>
- Volume do muro vertedouro - 113 m<sup>3</sup>

#### 5 - CARACTERÍSTICAS DA TOMADA D'ÁGUA

- Localização - ombreira direita
- Tipo - torre e conduto forçado com bacia de dissipação a jusante
- Diâmetro do conduto - 500mm
- Comprimento - 72m
- Vazão regularizável - 0,20 m<sup>3</sup>/s

000010



2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

000011



## 2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A Barragem Cruzeta está localizada no Rio Banabuiú, 8 km a leste do distrito de Cruzeta, no município de Pedra Branca.

O distrito de Cruzeta situa-se no sertão central, no entroncamento das rodovias federais BR-020 e BR-226, dista 265 km de Fortaleza e o acesso é feito pela rodovia federal BR-020.

O acesso ao eixo barrável, partindo-se de Cruzeta, é feito pela BR-226 em direção a cidade de Pedra Branca, e após a ponte sobre o Rio Banabuiú, nesta rodovia, segue-se na direção Norte-sul por uma estrada carroçável, através desta são percorridos 6,5 km até o eixo da Barragem em estudo.

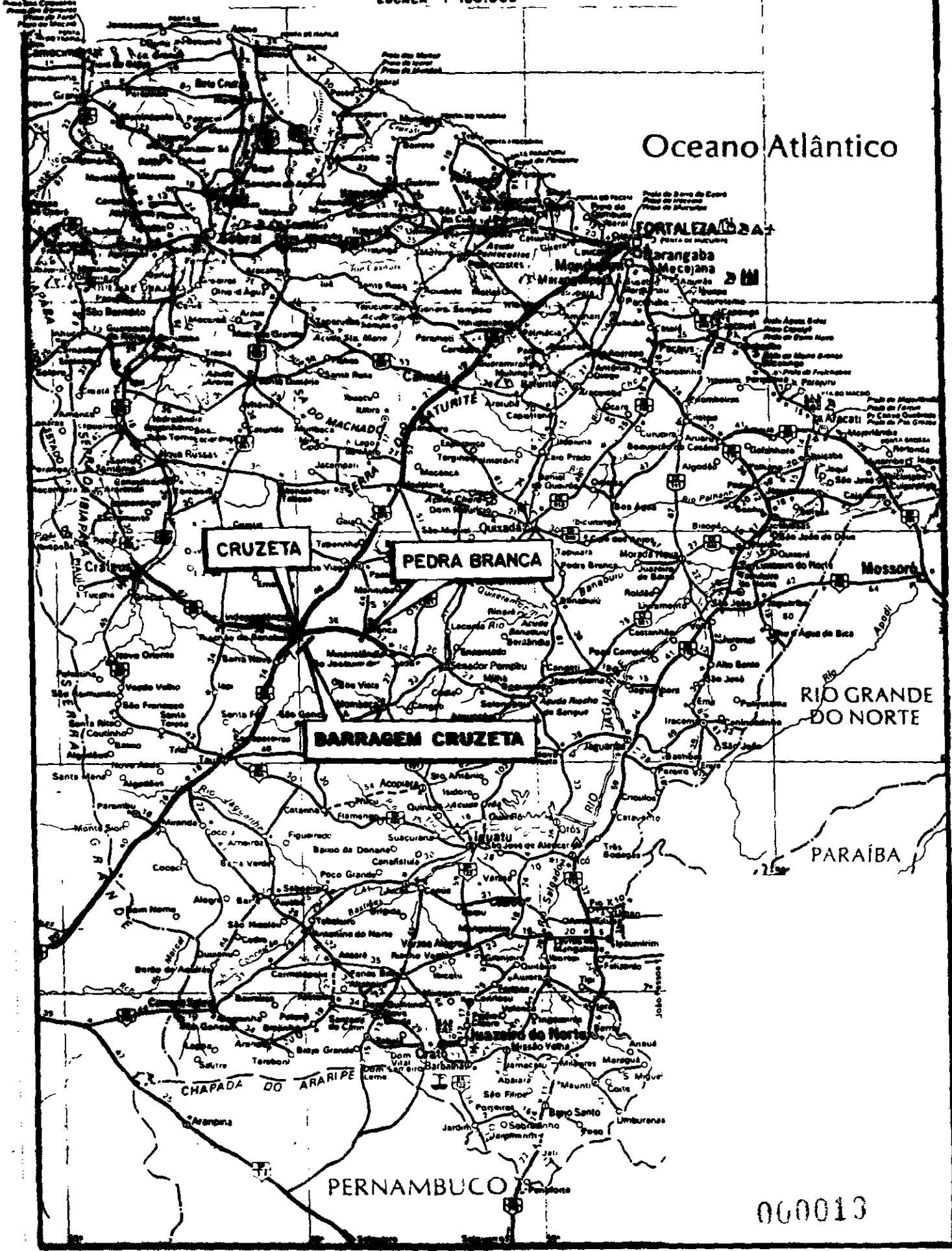
Na Figura 2.1 a seguir é mostrado o Mapa de localização da Barragem Cruzeta em relação a região.

060012

FIGURA - 21

# MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO

ESCALA 1 100.000





3 - ESTUDOS BÁSICOS

000014



### 3 - ESTUDOS BÁSICOS

A realização dos estudos básicos teve como objetivo a obtenção dos dados necessários à perfeita caracterização dos elementos naturais técnicos e probabilísticos a serem utilizados na definição dos parâmetros técnicos, nas normas do projeto, e no arranjo geral das obras.

Os Estudos Básicos constaram inicialmente da identificação e caracterização geológica e geotécnica do local da obra. Em seguida foi elaborada uma programação que constou de estudos geológicos e hidrológicos de superfície e da identificação dos materiais de empréstimos, através de poços de inspeção, e investigações geotécnicas de superfície e subsuperfície através da realização de sondagens a percussão e rotativa.

Com base nos resultados destes estudos definiram-se algumas conceituações e concepções técnicas iniciais para as obras, possibilitando a verificação de sua viabilidade técnica e, posteriormente, fornecendo dados para a realização de um novo programa de estudos de superfície e subsuperfície, visando a obtenção de dados a níveis que permitissem as conceituações e concepções técnicas finais das obras.

Os estudos realizados se concentram nos seguintes grupos de atividades:

- Estudos Topográficos;
- Estudos Hidrológicos;
- Estudos Geológicos;
- Estudos Geotécnicos.

000015



Os estudos topográficos foram realizados na bacia hidráulica, visando a obtenção da planta na escala 1:5000, e na área de implantação da obra, da qual se obteve uma planta planialtimétrica, na escala 1:1000, com curvas de nível a cada metro.

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos visando a caracterização do regime pluviométrico da região, das chuvas médias e intensas, da determinação dos deflúvios e descargas máximas, e da definição da vazão regularizada e da capacidade do reservatório.

A capacidade de acumulação do reservatório, para a soleira do sangradouro na cota 485,0 m, é  $7,46 \times 10^6$  m<sup>3</sup>; a descarga máxima efluente para um período de retorno de 100 anos, após a laminação no lago, é de 198,7 m<sup>3</sup>/s e a vazão regularizável mensal, para uma garantia de 95%, de 0,20 m<sup>3</sup>/s.

Os estudos geológicos foram realizados em escala regional, para uma visão mais ampla dos condicionantes geológicos da região, e em escala localizada, possibilitando uma visão detalhada das litologias e estruturas do local de implantação das obras.

Os estudos geotécnicos constaram da identificação das características geotécnicas regionais a nível de reconhecimento, e do estudo geotécnico detalhado de superfície e subsuperfície constando de uma campanha de sondagens e poços de inspeção.

No Volume II, Estudos Básicos, será detalhado cada grupo de atividade, mencionada acima, onde serão mostrados os trabalhos realizados e os resultados obtidos.

000016





**4 - CRITÉRIOS USADOS NA ESCOLHA DO PROJETO**

060017



#### **4 - CRITÉRIOS USADOS NA ESCOLHA DO PROJETO**

A escolha do projeto final das obras foi realizado com base nos dados obtidos nas investigações detalhadas de campo e laboratório, que compreenderam estudos de solos, geotécnicos, hidrológicos, hidráulicos e topográficos.

##### **4.1 - ESCOLHA DA SEÇÃO-TIPO**

Na escolha da seção-tipo proposta para o projeto executivo, foram consideradas as condições geológicas e geotécnicas da fundação do leito do rio e ombreiras, as disponibilidades de materiais de empréstimos terrosos, arenosos e rochosos, com suas respectivas distâncias de transportes, que analisadas em conjunto permitiram a realização de uma análise global de todos os parâmetros técnicos e econômicos que interfeririam na concepção da seção, possibilitando então a escolha da mais econômica.

A seção-tipo final consta de uma barragem de terra zoneada, com filtro horizontal e vertical, podendo no trecho de jusante ser utilizado materiais menos nobres, com menor distância de transporte.

A seção-tipo do maciço pode ser observada no Desenho 06, do Volume III.

##### **4.2 - MATERIAIS DE EMPRÉSTIMOS**

Nos estudos de campo foram identificadas cinco áreas de empréstimo de solo de alteração e/ou coluvionares, situados a pequena distância da obra.

Das áreas de empréstimo estudadas, duas estão localizadas na margem esquerda e três na direita sendo que

000018



a última situa-se na área do sangradouro.

Os materiais identificados são classificados em sua maioria como SC-CL (segundo a classificação unificada do USBR).

As jazidas de areia ocorrem ao longo do leito do rio formando bancos.

A pedreira está localizada a 300 m do eixo, na margem direita do rio, podendo entretanto ser utilizada como tal, a escavação do sangradouro.

#### 4.3 - SANGRADOURO

Projetou-se o sangradouro de forma a dar fluxo a maior vazão prevista para tempo de recorrência de 100 anos, 198,7 m<sup>3</sup>/s, já amortizada pelo lago de acumulação.

O vertedouro escolhido foi o perfil "Creager" por oferecer maior eficiência e, portanto, maior velocidade no fluxo d'água, com uma largura de 80,0 metros e com uma lâmina máxima de sangria em torno de 1,14m.

A vazão de sangria deverá fluir sobre a rocha gnáissica sã, que confere ao conjunto do sangradouro uma estrutura sólida sem riscos de erosão.

Para proteção do sangradouro foram projetados muros de gravidade com topo na cota 487,75m e extensão de 15m.

O perfil longitudinal do sangradouro, e cortes transversais dos canais de aproximação e fuga, bem como a seção do Perfil Creager e muro de proteção são mostrados no Desenho 08, volume III.

000019



#### 4.4 - TOMADA D'ÁGUA

A tomada d'água foi projetada para dar fluxo a uma vazão capaz de atender às necessidades hídricas para irrigar as manchas de aluvião a jusante do barramento.

A tomada d'água está de tal forma localizada que o volume morto corresponde a aproximadamente 9% do volume máximo de acumulação.

A distribuição espacial das obras acima descritas, podem ser visualizadas no Desenho 02, do Volume III, Arranjo Geral das Obras.

000020



**5 - DESCRIÇÃO E ARRANJO GERAL DO PROJETO**

000021..

## 5 - DESCRIÇÃO E ABRANJO GERAL DO PROJETO

O projeto executivo da Barragem Cruzeta foi concebido em função dos condicionantes geológicos e geotécnicos e da disponibilidade e balanço dos materiais, apresentando as seguintes características básicas:

O maciço é de terra, zoneado, com filtro vertical (chaminé) e filtro horizontal (colchão) e um "rock-fill" no pé do talude de jusante.

Os taludes de montante e jusante têm inclinação de 2,5:1,0 (H:V) e são protegidos contra os efeitos de erosão por um "rip-rap".

No talude de jusante há uma berma de enrocamento com 2,0m de largura, na cota 470,0m. Na região cuja topografia estiver acima desta cota o dreno terá uma altura constante de 1,50m.

Na região do leito do rio será removida a camada de material aluvionar, cujos valores de SPT são inferior a 5, até encontrar uma camada mais resistente.

Em toda a extensão da barragem será escavada uma trincheira de vedação até atingir o substrato rochoso.

Os detalhes da seção-tipo e seções transversais do maciço podem ser melhor observados nos Desenhos 06 e 07, Volume III.

O sangradouro está projetado na ombreira direita, com 80,0 m de largura e é composto por um canal de aproximação, perfil "Creager", canal de fuga e muros laterais de proteção.



Como o sangradouro será todo escavado em rocha, não foi necessário projetar elementos de combate à erosão.

A vazão máxima prevista para um período de recorrência de 100 anos,  $198,7 \text{ m}^3/\text{s}$ , corresponde a uma lâmina de sangria de  $1,14\text{m}$  para o vertedouro com  $80,0\text{m}$  de largura.

O perfil longitudinal do sangradouro, os cortes transversais dos canais de aproximação e fuga e detalhes do Creager e muro, são apresentados no Desenho 08, Volume III.

A tomada d'água, projetada para vazão de  $0,20\text{m}^3/\text{s}$ , está localizada na ombreira direita e é composta a montante por uma torre com comporta para controle de vazão, uma tubulação de  $500 \text{ mm}$  de diâmetro e a jusante por uma bacia de dissipação com um registro de gaveta.

As características da galeria, da bacia de dissipação e da torre são mostradas nos Desenhos 9, 10, 11 e 12 do Volume III.



**6 - CRONOGRAMA DA CONSTRUÇÃO**

000024





## 6 - CRONOGRAMA DA CONSTRUÇÃO

O Cronograma da Construção das obras foi elaborado considerando-se o início dos serviços em setembro e o término no final do período seco do ano seguinte, isto é, em um período de 16 meses.

Os trabalhos deverão seguir a sequência determinada no cronograma com o objetivo de se obter uma eficiência completa no andamento das obras. Os trabalhos que envolvam movimento de terra deverão ser executados em período de estiagem, ao passo que trabalhos que envolvam concretagem, escavação do sangradouro e preparo de jazidas poderão ser executados em período chuvoso.

A Figura 6.1, a seguir, mostra o Cronograma dos Serviços, onde verificam-se os tempos disponíveis para cada uma das atividades principais.





**7- QUANTITATIVOS E CUSTOS**

000027



## 7 - QUANTITATIVOS E CUSTOS

Os custos das obras, descritas anteriormente, serão apresentados a seguir em planilhas constando das seguintes etapas: Serviços Preliminares, Barragem, Sangradouro, Tomada D'água, Supervisão e Acompanhamento das Obras.

Nas planilhas são apresentadas as especificações dos serviços, os quantitativos, os preços unitários e preço total. Os preços unitários foram baseados na tabela de preços e serviços do MINTER-DNOCS, maio de 1985, e PRONI, setembro de 1986, reajustados para o mês de agosto de 88 de acordo com a variação da OTN.

\*

**MINISTÉRIO DE IRRIGAÇÃO**  
**DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO**  
**4ª DIRETORIA REGIONAL**  
**QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS**

00029

| OBRA: BARRAGEM CRUZETA<br>LOCAL: PEDRA BRANCA |  | PREÇOS DE AGOSTO DE 1988 |            |                     |                  |
|---|--|--------------------------|------------|---------------------|------------------|
| ITEM  | ESPECIFICAÇÕES   | UNIDADE                  | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO CZ\$ | PREÇO TOTAL CZ\$ |
| 1.  | <b><u>SERVIÇOS PRELIMINARES</u></b>  |                          |            |                     |                  |
| 1.1   | Instalação do canteiro de obras  | vb                       | -          | -                   | 28.774.574,00    |
| 1.2   | Mobilização e desmobilização   | vb                       | -          | -                   | 23.696.708,00    |
| 1.3   | Divulgação   | vb                       | -          | -                   | 6.770.488,00     |
|   | TOTAL ITEM 01  |                          |            |                     | 59.241.770,00    |
| 2.  | <b><u>BARRAGEM</u></b>   |                          |            |                     |                  |
| 2.1   | <b><u>Serviços Preliminares</u></b>  |                          |            |                     |                  |
| 2.1.1   | Estrada de acesso  | km                       | 8          | 1.210.530,00        | 9.684.240,00     |
| 2.1.2   | Caminhos de serviços   | km                       | 5          | 52.105,00           | 260.525,00       |
| 2.1.3   | Desmatamento e destocamento do local da barragem, sangradouro e jazidas    | ha                       | 29         | 110.053,00          | 3.191.537,00     |
| 2.1.4   | Expurgo nas áreas de implantação da barragem, sangradouro e jazidas        | m³                       | 58.000     | 138,00              | 8.004.000,00     |
| 2.2   | <b><u>Fundação</u></b>   |                          |            |                     |                  |
| 2.2.1   | Escavação mecânica em material de 1ª categoria com bota-fora de até 0,30km | m³                       | 20.783     | 289,00              | 6.006.287,00     |

**MINISTÉRIO DE IRRIGAÇÃO**  
**DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO**  
**4ª DIRETORIA REGIONAL**  
**QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS**

000030

| OBRA: BARRAGEM CRUZETA<br>LOCAL: PEDRA BRANCA |   | PREÇOS DE AGOSTO DE 1988 |                    |                     |                  |
|---|---|--------------------------|--------------------|---------------------|------------------|
| ITEM  | ESPECIFICAÇÕES  | UNIDADE                  | QUANTIDADE         | PREÇO UNITÁRIO CZ\$ | PREÇO TOTAL CZ\$ |
| 2.2.2   | Escavação mecânica em material de 2ª categoria com bota-fora de até 0,30 km   | m³                       | 5.000              | 552,00              | 2.760.000,00     |
| 2.2.3   | Escavação mecânica em material de 3ª categoria com bota-fora de até 0,30 km   | m³                       | 520                | 2.123,00            | 1.103.960,00     |
| 2.3   | <u>Maciço</u>   |                          |                    |                     |                  |
| 2.3.1   | Escavação, carga, transporte, lançamento, espalhamento e compactação de material de 1ª categoria até uma distância de:        |                          |                    |                     |                  |
|   | 0,50 km   | m³                       | 129.000 ✓          | 596,00              | 76.884.000,00    |
|   | 1,50 km   | m³                       | 36.810             | 605,00              | 22.270.050,00    |
| 2.3.2   | Lançamento, espalhamento e compactação de material de 3ª categoria  | m³                       | 34.356<br>(65 810) | 649,00              | 22.297.044,00    |
| 2.3.3   | Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria para a central de britagem a uma distância de até 0,30km (pedreira) | m³                       | -                  | 2.123,00            | -                |
| 2.3.4   | Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria para o maciço de uma distância de até 1,0 km                        | m³                       | -                  | 2.439,00            | -                |

**MINISTÉRIO DE IRRIGAÇÃO**  
**DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO**  
**4ª DIRETORIA REGIONAL**  
**QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS**

000031

| OBRA: BARRAGEM CRUZETA<br>LOCAL: PEDRA BRANCA |  | PREÇOS DE AGOSTO DE 1988 |            |                     |                  |
|---|--|--------------------------|------------|---------------------|------------------|
| ITEM  | ESPECIFICAÇÕES   | UNIDADE                  | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO CZ\$ | PREÇO TOTAL CZ\$ |
| 2.3.5   | Beneficiamento, carga, transporte, lançamento, espalhamento e compactação de material de transição à uma distância de até 0,30 km                | m <sup>3</sup>           | 8.930      | 2.772,00            | 24.753.960,00    |
| 2.3.6   | Escavação, carga, transporte, lançamento, espalhamento e compactação de material de 1ª categoria para <u>filtro</u> a uma distância de até 2,0km | m <sup>3</sup>           | 11.910     | 1.596,00            | 19.008.360,00    |
| 2.3.7   | Regularização dos taludes  | m <sup>2</sup>           | 21.500     | 167,00              | 3.590.500,00     |
| 2.3.8   | Fio de pedra   | m                        | 588        | 1.667,00            | 980.196,00       |
|   | material de 1ª categoria com o bota fora de até 0,30 km.   | m <sup>3</sup>           | 1.900      | 211,00              | 400.900,00       |

QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS

000032

| OBRA: BARRAGEM CRUZETA<br>LOCAL: PEDRA BRANCA |   | PREÇOS DE AGOSTO DE 1988 |            |                     |                  |
|---|---|--------------------------|------------|---------------------|------------------|
| ITEM  | ESPECIFICAÇÕES  | UNIDADE                  | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO CZ\$ | PREÇO TOTAL CZ\$ |
| 3.1.2   | Escavação mecânica, carga e transporte em material de 2ª categoria com bota-fora de até 0,30km  | m³                       | 10.280     | 413,00              | 4.245.640,00     |
| 3.1.3   | Escavação mecânica, carga e transporte em material de 3ª categoria não utilizável no maciço da barragem, com bota-fora de até 0,30 km | m³                       | 6.760      | 1.548,00            | 10.464.480,00    |
| 3.1.4   | Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria, para a central de britagem a uma distância de até 0,30 km                  | m³                       | 8.930      | 2.123,00            | 18.958.390,00    |
| 3.1.5   | Escavação mecânica, carga e transporte de material de 3ª categoria a uma distância de até 0,30 km para o maciço                       | m³                       | 25.426     | 2.123,00            | 53.979.398,00    |
| 3.2   | <u>Concreto</u>   |                          |            |                     |                  |
| 3.2.1   | Concreto ciclópico para o perfil "Creager" e muros com forma  | m³                       | 113        | 26.316,00           | 2.973.708,00     |
| 3.2.2   | Aço para ancoragem  | Kg                       | -          | 368,00              | -                |
| 3.2.3   | Juntas Fungenband 0-22  | m                        | 32         | 3.684,00            | 117.888,00       |
| TOTAL DO ITEM 03                              |   |                          |            |                     | 91.140.404,00    |



**MINISTÉRIO DE IRRIGAÇÃO**  
**DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO**  
**4ª DIRETORIA REGIONAL**  
**QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS**

760033

| OBRA: BARRAGEM CRUZETA<br>LOCAL: PEDRA BRANCA |   | PREÇOS DE AGOSTO DE 1988 |            |                     |                  |
|---|---|--------------------------|------------|---------------------|------------------|
| ITEM  | ESPECIFICAÇÕES  | UNIDADE                  | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO CZ\$ | PREÇO TOTAL CZ\$ |
| 4.  | <b>TOMADA D'ÁGUA</b>  |                          |            |                     |                  |
| 4.1   | <u>Escavação</u>  |                          |            |                     |                  |
| 4.1.1   | Escavação mecânica em material de 1ª categoria com bota-fora de até 0,30 km       | m³                       | 835        | 236,00              | 197.060,00       |
| 4.1.2   | Escavação mecânica em material de 2ª cate   |                          |            |                     |                  |
| 4.2   | <u>Concreto</u>   |                          |            |                     |                  |
| 4.2.1   | Concreto estrutural da galeria e torre e bacia de dissipação com forma e ferragem | m³                       | 219        | 61.404,00           | 13.447.476,00    |
| 4.2.2   | Concreto ciclópico  | m³                       | 232        | 26.316,00           | 6.105.312,00     |
| 4.2.3   | Concreto de regularização   | m³                       | 29         | 13.860,00           | 401.940,00       |
|   | <u>Equipamentos mecânicos</u>   |                          |            |                     |                  |
|   | Tubo de ferro fundido, dúctil, cinzento de 5 de diâmetro (50)                     | ud                       | 12         | 74.557,00           |                  |

**MINISTÉRIO DE IRRIGAÇÃO**  
**DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO**  
**4ª DIRETORIA REGIONAL**  
**QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS**

959034

| OBRA: BARRAGEM CRUZETA<br>LOCAL: PEDRA BRANCA |  | PREÇOS DE AGOSTO DE 1988 |            |                     |                  |
|---|--|--------------------------|------------|---------------------|------------------|
| ITEM  | ESPECIFICAÇÕES   | UNIDADE                  | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO CZ\$ | PREÇO TOTAL CZ\$ |
| 4.3.2   | Registros de acionamento direto, volante e "by pass" de Ø de 500 mm - Barbará, mod. R16 - FV.BP  | ud                       | 01         | 2.651.800,00        | 2.651.800,00     |
| 4.3.3   | Comporta quadrada 500 mm, fluxo único, mod. CQU, Barbará, com pedestal de suspensão simples, 15m de haste de prolongamento 1 3/4" com 4 mancais para quia Barbará. | ud                       | 01         | 1.804.000,00        | 1.804.000,00     |
|   | TOTAL DO ITEM 04   |                          |            |                     | 26.944.928,00    |
|   | TOTAL DOS ITENS 1, 2, 3 e 4.....   |                          |            |                     | 378.121.761,00   |

**MINISTÉRIO DE IRRIGAÇÃO**  
**DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO**  
**4ª DIRETORIA REGIONAL**  
**QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS**

200035

| <b>OBRA: BARRAGEM CRUZETA</b><br><b>LOCAL: PEDRA BRANCA</b> |  | <b>PREÇOS DE AGOSTO DE 1988</b> |            |                     |                  |
|---|--|---------------------------------|------------|---------------------|------------------|
| ITEM  | ESPECIFICAÇÕES   | UNIDADE                         | QUANTIDADE | PREÇO UNITÁRIO CZ\$ | PREÇO TOTAL CZ\$ |
| 5.  | <u><b>SUPERVISÃO E ACOMPANHAMENTO</b></u>  |                                 |            |                     |                  |
| 5.1   | Supervisão e acompanhamento dos trabalhos de implantação da obra (10% do valor global) | vb                              | -          | -                   | 37.812.176,00    |
|   | TOTAL DO ITEM 05   |                                 |            |                     | 37.812.176,00    |
|   | TOTAL GERAL.....   |                                 |            |                     | 415.933.937,00   |
|   |  |                                 |            |                     |                  |



8 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS PARA  
EXECUÇÃO DAS OBRAS DO PROJETO DA  
BARRAGEM CRUZETA.

000036



## **8 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS DO PROJETO DA BARRAGEM CRUZETA.**

### **8.1 - GENERALIDADES**

As obras a que se referem as presentes especificações compreendem as obras civis e hidromecânicas da Barragem Cruzeta.

As presentes especificações têm por objetivo o estabelecimento das condições técnicas básicas, que deverão ser obedecidas durante a construção das obras, a fim de garantir o comportamento das mesmas de acordo com as hipóteses de projeto traduzidas, e em parâmetros assumidos nos cálculos.

### **8.2 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA CONSTRUÇÃO DAS OBRAS DE TERRA E ENROCAMENTO**

#### **8.2.1 - Objetivos**

A presente especificação tem por objetivo o estabelecimento das Condições Técnicas Básicas que, juntamente com os Desenhos de Projeto e Instruções Complementares de Campo da Projetista e da Fiscalização, deverão ser obedecidas durante a construção das Obras de Terra e Enrocamento.

#### **8.2.2 - Limpeza geral da área**

A limpeza consistirá na remoção de todo o material, de origem vegetal de dentro da área a ser designada pela Fiscalização. A limpeza incluirá, onde necessário, as operações de desmatamento, destocamento e remoção de detritos de origem vegetal de forma que a superfície resultante se apresente completamente livre de qualquer detrito.

Por desmatamento entende-se a derrubada, remoção e transporte de todas as árvores, arbustos, capoeiras e macegas existentes na área. O destocamento significa a remoção dos tocos

000037



e raízes existentes dentro da área designada pela Fiscalização.

O material removido na operação de limpeza deverá ser transportado para locais previamente indicados pela Fiscalização. As madeiras aproveitáveis, a critério da Fiscalização, deverão ser depositadas pela Executante em locais apropriados a serem também indicados pela Fiscalização, ficando as mesmas à disposição desta. O restante, após colocado nos locais indicados, será queimado ou enterrado. Em nenhuma hipótese será permitido o lançamento no rio de galhos, troncos, raízes ou detritos provenientes de operação de limpeza.

As áreas a serem limpas são as correspondentes aquelas em que realizar-se-ão as escavações programadas ou as que serão utilizadas como empréstimo, bota-fora ou destinadas à estocagem. Além disso, a Executante deverá limpar, às suas expensas, a região em que instalar seu canteiro de serviço. Os limites das áreas a serem limpas se estenderão dez (10) metros além das linhas de demarcação das escavações, saias de aterro, pilhas de agregados ou bota-foras.

O acabamento das áreas sujeitas a operação de limpeza consistirá em regularização do terreno, de forma que este se mantenha estável e com drenagem adequada, para evitar a formação de bolsões onde possa haver acumulação de água.

#### 8.2.3 - Escavações e preparo as fundações

Todas as escavações deverão ser levadas até as linhas, declividades e taludes mostrados nos desenhos de projetos ou indicados pela Fiscalização, e acompanhadas por técnicos da Projetista.

Essas profundidades foram fixadas com base na interpretação dos resultados das investigações de subsuperfície, que poderão ser alteradas durante a construção, objetivando que sejam alcançadas as condições previstas nas especificações.

000038



Os limites das escavações poderão ser alterados pela Projetista e Fiscalização em função das condições locais, caso a rocha e/ou outros materiais, apresentem características diferentes das previstas nas considerações do projeto e nos desenhos.

#### 8.2.3.1 - Fundações das ombreiras

As escavações deverão compreender a remoção dos solos húmidos, bem como os matacões soltos ou parcialmente enterrados, areias e siltes inconsolidados e camadas de solos compressíveis, até a exposição do substrato rochoso de fundação. O material removido deverá ser depositado em bota-foras ou depósitos, como determinado pela Fiscalização.

Após remoção dos materiais, será regularizado e compactado o terreno, nas regiões entre os blocos ou onde ocorrerem solos, antes de receber a primeira camada de material do maciço.

Na região do núcleo central, deverá ser assegurada uma perfeita ligação entre a fundação e o núcleo, sem planos preferenciais de percolação, através da abertura de uma trincheira de vedação ("cut-off"), até atingir rocha alterada pouco decomposta ou rocha sã, por toda a extensão do núcleo.

No trecho de contato do núcleo com a rocha, a mesma deverá ser limpa com jato de ar e/ou água.

As reentrâncias e/ou saliências da superfície da rocha de fundação deverão ser aparadas, ou então, o espaço sob as mesmas, preenchido com concreto ou argamassa, de modo que nenhuma superfície de fundação tenha uma declividade maior do que 0,75 horizontal para 1,00 vertical. Mediante aprovação da Fiscalização, os recessos poderão ser enchidos com concreto dental. Se, num plano próximo da vertical, foram encontradas falhas ou camadas de material decomposto ou de qualquer forma inaceitá



vel como fundação estas deverão ser escavadas a uma profundidade de, pelo menos, um (1) metro e preenchidas com concreto dental, ou como determinar a Fiscalização. Em nenhum caso essa escavação deverá se estender a uma profundidade superior ao dobro da largura da falha ou camada escavada.

Após o tratamento localizado das irregularidades da rocha de fundação, toda a superfície que ficará em contato com o núcleo impermeável deverá ser recoberta por uma camada de concreto de regularização com uma espessura de 5 a 7 cm, e em tempo hábil, para que se verifique a pega antes da rega e lançamento da primeira camada do aterro.

#### 8.2.3.2 - Fundação do leito do rio

A escavação na região do depósito aluvionar arenoso do leito principal do rio, compreenderá apenas a escavação de uma trincheira de vedação para permitir uma perfeita ligação do núcleo com a rocha de fundação, sendo que o restante será apenas regularizado e retirado qualquer material compressível que possa ocorrer na área.

Toda a fundação deverá ser submetida à Fiscalização para mapeamento e liberação, antes do lançamento de qualquer camada de aterro, filtro ou transição.

#### 8.2.3.3 - Trincheira de vedação

A escavação da trincheira de vedação exigirá, o rebaixamento do lençol freático até a base das mesmas, para possibilitar a execução do maciço compactado, conforme detalhado nos Desenhos de projeto.

#### 8.2.3.4 - Desmoronamentos

A Executante deverá tomar todas as providências para evitar a ocorrência de desmoronamentos. Caso estes ocorram, a

000040





reparação dos danos e a retirada do material resultante serão feitas pela Executante e às suas expensas.

#### 8.2.3.5 - Utilização e rejeição do material escavado

Todo o material aproveitável retirado das escavações programadas, deverá ser usado na construção da barragem durante as operações de escavação, e será lançado nos locais definitivos sem estocagem intermediária, a não ser quando expressamente determinado pela Fiscalização. O material não aproveitável deverá ser depositado em bota-foras que serão formados em áreas aprovadas pela Fiscalização. Esses bota-foras deverão, uma vez completados, ser estáveis e apresentar taludes uniformes e regulares.

Todos os materiais oriundos das escavações e que possam ser utilizados no maciço da barragem, deverão ter seu aproveitamento direto das escavações para o maciço, necessitando portanto de uma programação conjunta dos trabalhos de escavação e construção do maciço.

#### 8.2.4 - Execução do maciço de terra e enrocamento

Antes de se iniciar a construção do Maciço de Terra e Enrocamento, deverão estar concluídos todos os serviços relativos à escavação, preparo e tratamento das fundações.

O maciço da barragem será construído de acordo com os desenhos de projeto, a presente especificação e instruções complementares de campo emitidas pela Projetista e Fiscalização.

##### 8.2.4.1 - Materiais para o maciço

Na construção do maciço da barragem serão empregados os materiais areno-argilosos das jazidas 1, 2, 3 e 4 e os materiais aluvionares do leito do rio, já os materiais rochosos serão obtidos a partir das escavações em rochas, necessárias para implantação do sangradouro, bem como da pedreira.

000041



#### 8.2.4.1.1 - Solos areno-argilosos

Para a construção do Núcleo Impermeável, está previsto a utilização do solo residual sobre rochas metamórficas, de composição areno-argiloso.

As características geotécnicas, destas áreas, suas localizações e seus volumes disponíveis, são apresentados no Desenho do Projeto.

Imediatamente antes da exploração destas áreas de empréstimos, deverão ser realizados estudos, visando a caracterização e seleção dos materiais a serem lançados no maciço.

Somente será considerado liberado para exploração e lançamento, os materiais que atenderem às seguintes características:

- umidade ótima maior ou igual a 11%
- percentagem de grãos passando na peneira 200 maior ou igual a 30%
- deverá ser plástico, pois materiais considerados não plásticos não serão utilizados.

#### 8.2.4.1.2 - Transição fina (areia)

Para a zona de transição fina de areia compactada, será utilizada a areia existente no leito principal do rio, a jusante do eixo da barragem.

#### 8.2.4.1.3 - Transições

Para a construção das zonas de transições, está previsto o beneficiamento através da britagem da rocha granítica,



proveniente da escavação da pedreira.

#### 8.2.4.2 - Construção do maciço

O processo de construção consiste em depositar os materiais nos locais convenientes, segundo suas características e indicações do projeto, lançá-los e espalhá-los com espessuras pré-determinadas, corrigir a umidade, quando necessário, e fazer a compactação obedecendo a especificação ou instruções de campo.

##### 8.2.4.2.1 - Núcleo impermeável

O núcleo impermeável deverá apresentar características de resistência, deformabilidade e permeabilidade, que permitam ao mesmo a plenitude de suas funções. Estas características deverão ser obtidas através do controle da variação de umidade e grau de compactação.

##### 8.2.4.2.1.1 - Lançamento e espalhamento

O lançamento das camadas de solo será sempre em camadas horizontais e dispostas em faixas paralelas ao eixo da barragem.

O trajeto do equipamento de transporte do material, quando passar na zona de material impermeabilizador, deverá ser mudado frequentemente, a fim de evitar um excesso prejudicial de compactação.

Este trajeto deverá ser sempre paralelo ao eixo da barragem a fim de que, no caso de produzir uma estratificação nesta direção, seja menor o perigo de infiltração.

Deve ser prevista a drenagem natural do maciço impermeável, a fim de evitar que as águas da chuva elevem a umidade além dos limites prescritos.



Quando esta drenagem for insuficiente, os trabalhos serão interrompidos a fim de permitir a evaporação. Quando uma forte chuva for prevista, deverá ser passado, sobre o maciço, um rolo liso ou de pneus, a fim de aumentar a estanqueidade superficial. A superfície do aterro será inclinada para montante de 4%, ou menos, quando o trabalho estiver sujeito a interrupções em virtude de chuvas fortes. Serão necessários cuidados especiais a fim de que seja assegurado um espalhamento uniforme entre as diversas camadas lançadas. Uma vez dispostos, os solos em camadas uniformes, a umidade deverá ser medida e corrigida.

#### 8.2.4.2.1.2 - Espessuras das camadas, número de passagem do rolo, umidade e grau de compactação

A espessura máxima das camadas, bem como o número de passadas do equipamento de compactação, no maciço impermeável, será determinada, conforme os equipamentos a serem empregados em função dos resultados obtidos no início dos trabalhos.

Inicialmente será adotada a espessura de material solto de 25 cm, que será lançada com controle lateral de espessuras por intermédio de cruzetas. Estas deverão ser consideradas como controle orientativo e preliminar da espessura das camadas, a serem confirmadas pelos ensaios de controle.

O controle efetivo deverá ser realizado pelo Executante por meio de nivelamentos de vários pontos da praça, a cada dez camadas sucessivas.

O número de passadas, para os diversos equipamentos, é definido no item 8.2.4.2.1.4 desta especificação.

O teor de umidade situar-se-á ao redor da ótima do Proctor Normal, com uma faixa de tolerância de 1,5% abaixo até 1,0% acima da ótima. Os materiais que se encontrarem na barragem com umidade fora destes limites, serão submetidos a rega ou secamento antes da compactação.



O grau de compactação deverá ser o mínimo de 95%, ficando a média em torno de 98%; quando não atingido o valor mínimo a camada deverá ser recompactada. O número de camadas rejeitadas, retrabalhadas e recompactadas não deverá exceder a 5%, considerando o intervalo de 80 ensaios de controle.

#### 8.2.4.2.1.3 - Ligação entre as camadas

Para assegurar uma boa ligação entre as camadas do maciço, é necessário que os materiais em contacto estejam nas mesmas condições de umidade, e que seja escarificada a superfície da camada compactada antes da colocação de nova camada. As rugosidades, deixadas pelos rolos de compactação, que penetrem uns 3 cm na camada compactada são suficientes. Entretanto, grande parte dessa rugosidade é muitas vezes, suprimida pela passagem dos equipamentos de transporte, devendo, então, as trilhas deixadas por estes equipamentos serem revolvidas por uma grade de disco até uma profundidade de três a oito centímetros ou escarificadas.

#### 8.2.4.2.1.4 - Equipamento de compactação

A compactação pode ser feita por meio de sapos, rolos pé-de-carneiro, rolos vibratórios ou rolos de impacto (Tamping).

O sapo mecânico ou pneumático só será usado nos locais inacessíveis a outros tipos de compactadores.

A fixação do número de passadas dos equipamentos será feita na fase inicial da compactação do aterro, e deverá ser reavaliada após os primeiros resultados obtidos.

Como sugestão inicial, recomenda-se 10 passadas com o rolo pé-de-carneiro, e 8 passadas para os rolos vibratórios ou rolos de impacto.

Quando indicado o rolo pé-de-carneiro, o pé desse rolo deve penetrar pelo menos até 3/4 da espessura da camada fôfa por



ocasião da primeira passagem do rolo, a fim de assegurar a compactação da parte inferior da camada e permitir boa aderência com a camada subjacente.

A velocidade de deslocamento do rolo compactador não dever exceder a 5 km/h para o rolo pé-de-carneiro e vibratório e 15 a 20 km/h para os rolos de impacto.

#### 8.2.4.2.1.5 - Núcleo impermeável

O material para o núcleo impermeável da Barragem deverá ser obtido das áreas de empréstimos indicadas no desenho de projeto, e devidamente compactado de acordo com as especificações vigentes.

A umidade será corrigida antes da compactação. O acréscimo de água, quando necessário, poderá ser feito por meio de carros pipas aspersores ou mangueiras. Em seguida a esta operação, se necessário, a camada de terra será destorroada e pulverizada por meio de grade de discos que, simultaneamente, uniformizará a umidade.

A critério da Fiscalização, sempre que for mais econômico deve-se corrigir o teor da umidade desejado no próprio empréstimo irrigando a superfície, quando o material não absorver água rápida e uniformemente será prático molhar a face do terreno a medida que se for fazendo a escavação.

Neste caso a correção da umidade no local da construção, se limitará às perdas por evaporação.

Na hipótese de o material no empréstimo ter teor de umidade mais elevado do que o apropriado para utilização na obra, a Executante procederá a aeração e secagem na área de empréstimo através de drenagens, escarificação e/ou revolvimento por meio de grades de discos.



Os valores das umidades ótimas, densidades secas máximas e características granulométricas são apresentados no desenho 05, do Volume III.

#### 8.2.4.2.1.6 - Material de filtro

A zona de Transição Fina deve ter o coeficiente de permeabilidade bastante superior ao do maciço impermeável da barragem, a fim de que a linha freática sofra uma queda apreciável ao passar da zona impermeável para a zona permeável.

A compactação desse material será realizada em camadas não superiores a 50 cm, com saturação completa e com emprego de equipamentos vibratórios.

Especificamente o material de filtro deverá ser composto por areias bem lavadas com granulometria contínua. A compactação relativa mínima a obter em ensaios de controle para este tipo de material será de 65%.

Os valores das densidades máximas e mínimas deverão ser determinados no início dos trabalhos, e sistematicamente aferidos durante a construção.

#### 8.2.4.2.1.7 - Zona de transição

A zona de transição deverá ser composta por uma faixa granulométrica previamente definida, e constituída de fragmentos de rocha sã com elevada resistência a abrasão e a decomposição química.

A compactação desses materiais será realizada em camadas não superiores a 50 cm, com emprego de equipamentos vibratórios.

Especificamente os materiais de transição deverão ser compostos por materiais britados, isentos de material pulveruleno.



to com granulometria contínua.

#### 8.2.4.2.1.8 - Enrocamento

Para execução do enrocamento deverão ser utilizados materiais provenientes das escavações e pedreiras, constituídos de fragmentos de rocha sã com elevadas resistências a abrasão e a decomposição.

Para assegurar uma livre drenagem, as quantidades de fragmentos de rochas ou outros materiais finos não devem ser introduzidos além daquelas necessárias para encher os vazios maiores, evitando ainda a possibilidade de carreamento dos finos e descalçamentos de blocos.

O lançamento destes materiais será sempre efetuado sobre o talude ou nas bordas da camada que está sendo lançada.

O diâmetro médio e máximo das pedras, será especificado em função do local de aplicação e das suas características necessárias.

#### 8.2.5 - Controle tecnológico

O controle de qualidade deverá ser feito por pessoal da Fiscalização, através de acompanhamento, inspeção tátil visual e permanente das diversas operações de escavação, do lançamento, espalhamento, homogeneização e compactação. Este acompanhamento de campo será complementado com realização de poços de inspeção e ensaios geotécnicos de controle, objetivando um registro do acompanhamento técnico.

Os métodos a serem empregados no controle tecnológico da obra são:

- Para o núcleo impermeável o controle tecnológico será realizado através de ensaio Hilf-Proctor, com uma





frequência de ensaio a cada 300 m<sup>3</sup> de aterro compactado, ou no mínimo 2 ensaios por camada. Estes dados deverão ser tratados estatisticamente a cada 80 ensaios, onde será analisado o comportamento do grau de compactação e do desvio de umidade;

- Para o material do filtro o controle será realizado através da determinação da compacidade relativa;
- Para os materiais de transição e enrocamento o controle será realizado através dos métodos construtivos e do número de passadas do equipamento de compactação.

A análise dos resultados obtidos fornecerá subsídios para eventuais determinações de novas rotinas de trabalho em substituição a presente especificação.

A Fiscalização deverá manter no canteiro da obra um laboratório equipado que permita a realização de ensaios de Caracterização Completa, Limites de Atterberg, Hilf-Proctor, Proctor Normal, Permeabilidade e Densidade Relativa.

### 8.3 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS DE CONCRETO

#### 8.3.1 - Objetivos

A presente especificação tem por objetivo o estabelecimento das Condições Técnicas Básicas, que juntamente com os Desenhos de Projeto e Instruções Complementares de Campo da Fiscalização e da Projetista, deverão ser obedecidas na execução de todos os trabalhos relativos às estruturas de concreto simples e armado.

#### 8.3.2 - Escavação e preparo das fundações

As escavações das áreas das fundações das estruturas de

000049



concreto, deverão seguir as indicações das linhas, declividade e taludes mostrados nos desenhos de projeto ou indicados pela Fiscalização.

Na escavação a fogo será de total responsabilidade do Executante o correto manuseio dos explosivos e a execução dos trabalhos de escavação.

Durante as escavações, à medida em que se aproximar dos limites finais, os métodos de fogo serão correspondentemente modificados de modo a preservar a integridade da superfície final, em função de sua utilização posterior. As últimas explosões não devem causar trincas ou qualquer outra alteração às superfícies finais, o que poderia torná-las impróprias para a utilização prevista.

Após as escavações nos limites e nas cotas dos desenhos de projeto, ou na indicada pela Fiscalização, as superfícies devem ser limpas com jato de ar, para a remoção da poeira, da lama, dos fragmentos de rocha, etc, para a Fiscalização examinar se são aceitáveis como fundações para as estruturas permanentes.

Caso a fundação nos níveis indicados nos desenhos de projetos não seja considerada satisfatória pela Fiscalização, a Executante deverá aprofundar as escavações até novos níveis e limpar a superfície para inspeção. Este procedimento deverá ser repetido até que seja atingida uma fundação satisfatória.

A superfície final da fundação deverá ser regularizada com o preenchimento das irregularidades por concreto, e o mesmo deverá ter características semelhantes às do concreto da estrutura que aí será assentada.

As áreas de fundação das estruturas deverão ser lavadas e limpas por meio de jato de água e/ou ar, e o Executante deverá evitar a ocorrência de água estagnada nas áreas de fundações.



### 8.3.3 - Liberação das fundações

Todas as superfícies finais de escavação, após a limpeza e preparo das mesmas, deverão ser vistoriadas e liberadas para lançamento pela Projetista e Fiscalização.

### 8.3.4 - Especificação para preparo e execução de concreto simples e armado

#### 8.3.4.1 - Normas para concretagem

Serão obedecidas as Normas Brasileiras para execução do concreto e escolha dos materiais necessários tais como brita, areia, cimento, água e aditivos.

A composição do concreto será obtida por qualquer método de dosagem racional, sendo de responsabilidade da Executante.

A Executante manterá no canteiro da obra um laboratório equipado para ensaios dos corpos de prova retirados durante as concretagens.

Os corpos de prova de concreto serão moldados em cilindros de 15 x 30 cm de acordo com as prescrições das N.B.

Serão utilizados na obra três tipos de concreto:

- Concreto tipo A para as estruturas de concreto armado. Este concreto terá um teor de cimento mínimo de 300 kg/m<sup>3</sup> e fator água-cimento não superior a 0,60, de modo a satisfazer a resistência à ruptura de 150 kg/cm<sup>2</sup>. A resistência à ruptura dos corpos de prova aos 28 dias, será função do tipo de controle utilizado durante a concretagem;
- Concreto tipo B para as camadas de regularização do terreno. Este concreto terá um teor de cimento de 160



kg/m<sup>3</sup> e fator água-cimento em torno de 0,80;

- Concreto tipo C. Concreto massa para o sangradouro e os muros com teor de cimento mínimo de 200 kg/m<sup>3</sup> e fator água-cimento em torno de 0,80. A resistência à ruptura desse concreto deverá ser 100 kg/cm<sup>2</sup>.

Na dosagem da água de amassamento será levada em consideração a umidade dos agregados inertes, principalmente da areia que será determinada pelo aparelho "speedy moisture tester" ou por outros processos expeditos usuais.

Sempre que for necessário, a Fiscalização poderá exigir o emprego de mais de uma qualidade de areia.

Quando houver mudança da qualidade dos agregados, determinar-se-á, novamente, a composição do traço mais adequado para conseguir-se um concreto com as qualidades exigidas pelo projeto.

Quando for necessário, o agregado graúdo deverá ser regado, repetidamente, pelo menos 24 horas antes da sua aplicação, de maneira a manter a sua superfície úmida.

#### 8.3.4.2 - Ensaio tecnológicos

Deverá ser feita uma série de 3 corpos de prova para cada 50 m<sup>3</sup> de concreto tipo A e 1 corpo de prova para cada 50 m<sup>3</sup> de concreto tipo C. Os corpos de prova serão confeccionados e terão sua cura de acordo com o NB-2 e NB-3 da ABNT e segundo as normas a seguir.

O resultado dos ensaios será a média das resistências dos 3 cilindros a menos que um deles mostre sinais evidentes de irregularidade na colheita, na moldagem ou no método de ensaios, casos em que o resultado será dado pelos dois corpos de prova restantes.

000052



No caso em que dois corpos de prova sejam considerados defeituosos, o resultado do ensaio não será considerado.

Os ensaios serão feitos, normalmente, a 28 dias mas podem ser adotadas provas a 3 e 7 dias a critério da Fiscalização.

Se a média de resistência à compressão de um número de 30 corpos de prova, determinada em laboratório, for inferior ao número admissível fixado para a resistência a 28 dias de determinada classe de concreto, a Fiscalização poderá exigir uma variação na proporção dos materiais do concreto a ser usado na parte restante da estrutura. Poderá também ser exigido o emprego de aditivos ou variações nas condições de temperatura, de umidade ou da cura do concreto. Poderá ser exigida em certos casos a demolição de certas partes da estrutura onde for constatada resistência média a compressão inferior à mínima estabelecida.

As tensões mínimas de ruptura em função das quais serão determinadas as resistências médias e ruptura de corpos de prova a 28 dias serão:

- |                   |                            |
|-------------------|----------------------------|
| - Concreto Tipo A | R = 150 kg/cm <sup>2</sup> |
| - Concreto Tipo C | R = 100 kg/cm <sup>2</sup> |

#### 8.3.4.3 - Cimento Portland

O cimento Portland, conforme as normas da ABNT/EB-1, será adotado para todas as estruturas de concreto.

Na eventualidade dos agregados, em parte ou na totalidade serem quimicamente ativos, a percentagem de alcalinos de cimento não deverá ultrapassar a 0,6%.

Não poderá ser empregado cimento proveniente de limpeza de sacos ou embalagens ou de sacos rasgados ou molhados durante o transporte.



O cimento deverá ser colocado em depósitos secos e ventilados de modo que seja consumido segundo a ordem de chegada.

O cimento não deverá permanecer armazenado por mais de 90 dias e as pilhas não deverão ter mais de 12 sacos.

#### 8.3.4.4 - Água

Deverá ser limpa e isenta de quantidades inadmissíveis de silte, matéria orgânica, óleo, álcali, sais, despejos de esgotos e outras substâncias nocivas.

Os agregados (areia e brita), deverão obedecer às prescrições das Normas da ABNT (EB-4, MB-8 e NB10).

Os montes de agregados deverão ter boas condições de drenagem impedindo-se a introdução de materiais estranhos e modificação da granulometria.

#### 8.3.4.5 - Preparo do concreto

Os componentes do concreto serão introduzidos conjunta e gradualmente na betoneira, podendo parte da água ser colocada depois de terminada a carga dos outros materiais.

O tempo de mistura na betoneira deverá ser, no mínimo, 1,5 minutos, depois da carga. A água deverá ser totalmente intrudizida na betoneira antes que tenha decorrido 1/4 do tempo total da mistura.

As betoneiras poderão descarregar diretamente no recipiente de transporte.

Será tomado especial cuidado em toda a manipulação de concreto para que não haja segregação dos seus componentes nem perda excessiva de água por evaporação, sendo permitido uma redução máxima de 2,5cm no abatimento do ensaio de

consistência no cone de Abrans, para o percurso do concreto da betoneira à posição definitiva nas formas.

O concreto será transportado da betoneira para as formas tão rapidamente quanto praticável, por métodos que impeçam a segregação ou perda de ingredientes, o tempo máximo entre a mistura, e o lançamento deverá ser de 45 minutos.

#### 8.3.4.6 - Vibração

O concreto deverá ser vibrado até que se obtenha a máxima densidade evitando-se a criação de vazios e bolhas de ar na sua massa. A vibração deverá ser procedida por vibradores pneumáticos ou elétricos com dimensões apropriadas para o tamanho da peça que está sendo concretada. Será mantido o vibrador na massa de concreto até que apareça a nata na superfície, momento em que deverá ser retirado e mudado de posição.

Os vibradores de imersão deverão trabalhar com uma frequência mínima de 6.000 vibrações/minuto.

Não deverão ser utilizados vibradores de superfície e ou de formas.

#### 8.3.4.7 - Cura do concreto

A superfície do concreto será protegida, adequadamente, contra a ação nociva do sol e da chuva, de águas em movimento e de agentes mecânicos, e não será deixada secar desde o lançamento até, pelo menos, 7 dias após, de acordo com a NB-1 da ABNT.

As formas de madeira que permaneçam no local, deverão ser mantidas úmidas até o final da cura para evitar a abertura de juntas e o conseqüente secamento local do concreto. A água usada para cura deverá satisfazer as mesmas exigências de água usada para misturar o concreto.



Todas as superfícies do concreto deverão ser mantidas úmidas durante 7 dias ou conforme estabelecer a Fiscalização.

#### 8.3.4.8 - Formas

As formas deverão ter resistência suficiente, para suportar as pressões resultantes do lançamento do concreto.

Deverão ser mantidas, rigidamente na posição correta para não sofrer deformações e suficientemente estanques de modo a impedir a perda de nata de concreto.

No momento da concretagem a superfície das fôrmas deverá estar livre de incrustações, de nata ou outros materiais estranhos.

A superfície que receberá o concreto deverá ser apainada e untada com óleo especial para formas ou óleo de carter usado a fim de evitar a aderência do concreto.

#### 8.3.4.9 - Armadura

As barras de aço para as armaduras de concreto seguirão as prescrições das Normas da ABNT.

Os depósitos de vergalhões deverão ser dispostos em áreas adequadas de modo a permitir a armação das diversas partes, tipos de aço e diâmetros diversos.

As barras de armaduras serão colocadas cuidadosamente e ligadas nos cruzamentos por arame de ferro doce. Devem ficar firmemente nas posições indicadas nos desenhos do projeto e, quando necessário, serão usados distanciadores ou suportes próprios de acordo com a NE-1.





#### 8.3.4.10 - Transporte

Os métodos e equipamentos para o transporte bem como o tempo decorrido nessa operação devem ser de tal forma que não provoquem a segregação dos agregados nem que ocorra perda no "slump" em valor superior a 2,5 cm.

#### 8.3.4.11 - Lançamento

Nenhuma concretagem poderá ser realizada sem a presença da Fiscalização.

As superfícies de rocha ou de concreto endurecido devem ser previamente limpas e umedecidas. O lançamento será procedido de um recobrimento preliminar dessas superfícies por uma camada de argamassa cuja espessura será, aproximadamente, de 6 a 100 mm. A argamassa deverá ter a mesma composição de argamassa deste concreto. Este concreto deverá ser lançado quando esta argamassa ainda estiver plástica.

A argamassa deve possuir os mesmos fatores água-cimento e aditivos, bem como as qualidades de cimento e areia utilizados no traço do concreto, excedendo-se apenas quando a Fiscalização determinar, por escrito, o emprego de outro traço.

As superfícies de um concreto que já tenha começado a secar e não receberem novo tratamento de limpeza, devem ser conservadas úmidas por algumas horas, preferivelmente durante a noite, antes do lançamento de nova camada.

De modo algum poderá ser colocado um concreto em local onde exista água acumulada formando poça.

A altura de queda livre de um concreto lançado deverá ser inferior a 1,5 metro, procurando-se sempre obter condições para que seja a menor possível. Para isso devem ser utilizadas caçambas, guias ou calhas que dirijam o concreto para o local em



que ficarão na fôrma, no local definitivo.

O concreto deve penetrar em todas as reentrâncias das fôrmas, tomando-se para isso providências necessárias.

A separação da argamassa pode ser minimizada evitando-se ou controlando movimentos laterais do concreto durante as operações de manipulação ou colocação.

Para conseguir os melhores resultados de vibração, as espessuras das camadas depositadas sucessivamente devem estar entre os limites:

- de 30 cm a 50 cm para concreto estrutural,
- de 40 cm a 50 cm para concreto massa.

A vibração do concreto deve ser efetuada tão logo seja colocada nas formas, de modo a permitir ao vibrador penetrar na massa com o esforço do seu peso próprio.

O concreto utilizável deve apresentar uma redução de altura, da ordem de 6 cm, no teste de "slump". Qualquer concreto que já tenha atingido "pega" deve ser rejeitado.

Após o espalhamento no local da fôrma, a vibração deve ser efetuada antes da passagem de aparelhos ou dispositivos que alisem a superfície aparente da camada, não permitindo endurecimento preliminar de qualquer parte da massa a vibrar.

Nos locais em rampa, a concretagem deve ser procedida das partes altas para as inferiores, facilitando a remoção dos excessos de massa.

A qualidade do concreto é melhorada com a redução do fator água-cimento. Entretanto isso resulta mais da redução da quantidade de água do que do aumento da quantidade de cimento.



Para uma mesma quantidade de cimento por metro cúbico de concreto, as limitações do fator água-cimento ficam condicionadas:

- A menor redução de altura no teste de "slump";
- O diâmetro máximo prático do agregado graúdo;
- A menor porcentagem de areia compatível com uma boa trabalhabilidade do concreto;

000053



9 - MEMÓRIA DE CÁLCULOS DO PROJETO EXECUTIVO

000000



9.1 - MACIÇO - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS

000061



|               |                  |        |             |                                 |       |
|---------------|------------------|--------|-------------|---------------------------------|-------|
| Obra          | BARRAGEM CRUZETA |        | Assunto     | MACIÇO - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS |       |
| Cálculo       | Visto            |        | Data        | Folha                           |       |
| Estino/Russio |                  | Mobert | AGOSTO / 88 | 01                              | de 05 |

Os parâmetros geométricos calculados dizem respeito a:

- Altura máxima da Barragem (ou cota do coroamento)
- largura do coroamento.
- Taludes do maciço ;
- Tipo do maciço.

a) ALTURA MÁXIMA DA BARRAGEM.

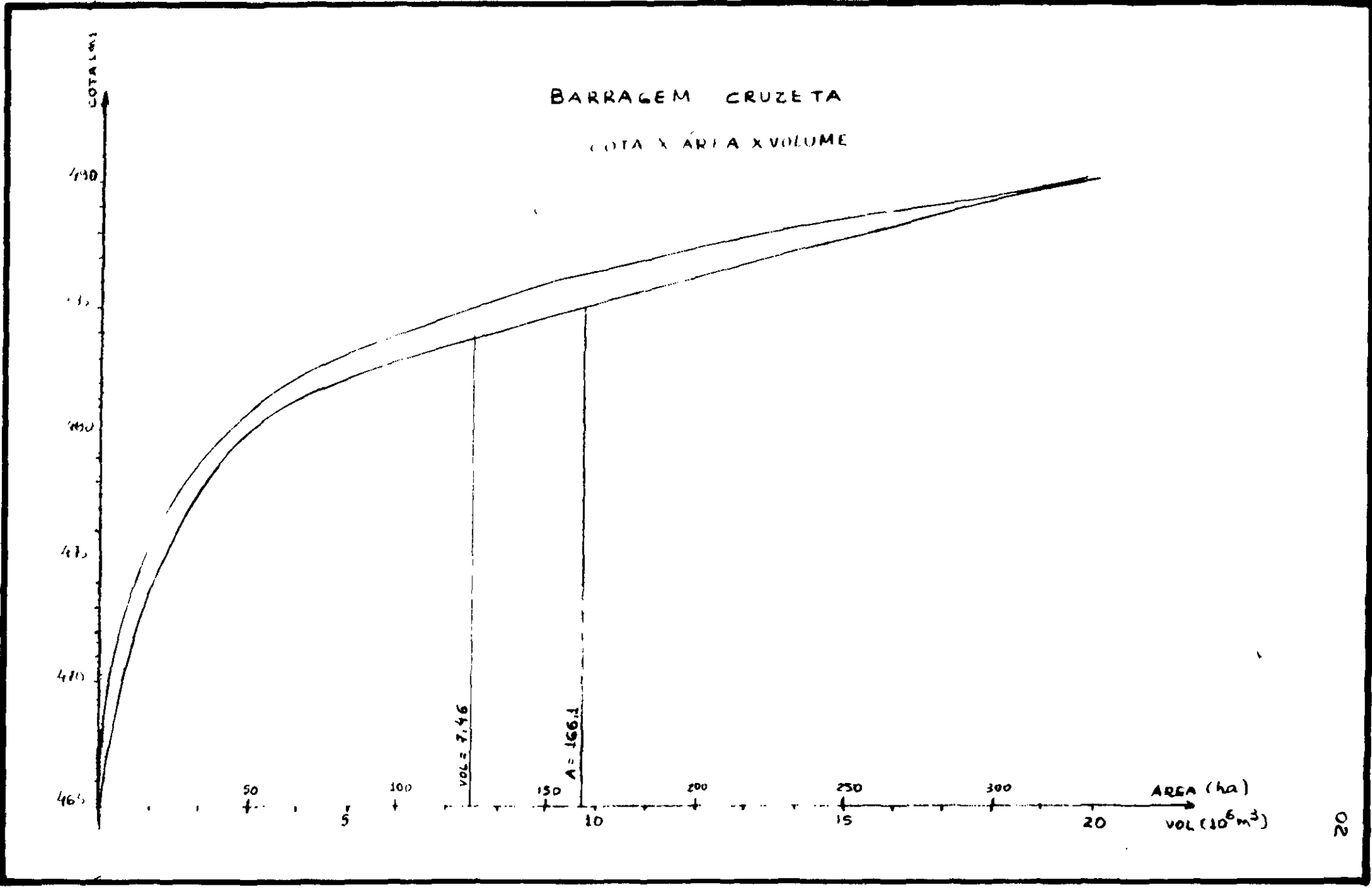
A cota do leito do rio no eixo barrável é 463,5 m.

Desprezando-se armazenar  $7,46 \times 10^6 \text{ m}^3$ , com a cota da soleira do sangradouro definida em 485,0m, consome-se mostra o gráfico cota x área x volume apresentado a seguir.

Segundo os cálculos hidráulicos a vazão centenas de  $1987 \text{ m}^3/\text{s}$ , deverá gerar uma lâmina de água de 24 m por memória dos cálculos hidráulicos e campanhas.

000002

000000





|         |                  |                  |         |                                 |                |
|---------|------------------|------------------|---------|---------------------------------|----------------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA |                  | Assunto | MACIÇO - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS |                |
| Cálculo | Visto            | <i>M. Xavier</i> | Data    | AGOSTO/88                       | Folha 03 de 05 |

Assim o cálculo da cota do coroamento é dado pela seguinte expressão:

$$C_{COR} = C_{SANG} + h_s + f$$

onde:  $C_{COR}$  - cota do coroamento;

$C_{SANG}$  - cota da soleira do sangradouro;

$h_s$  - lâmina de sangue máxima;

$f$  - folga ;  $C_{RIO} = 463.50$

$$C_{SANG} = 485.0 \text{ m} \quad \text{e} \quad h_s = 1.14 \text{ m}$$

O cálculo da folga foi efetuado segundo apresentado no livro "Curso de Barragens de Terra", do prof. L. H. Carvalho.

$$f \geq 0.75 \cdot h_0 + \frac{v_0^2}{2g}, \text{ onde:}$$

$h_0$  - altura da onda (m),

$v_0$  - velocidade da onda (m/s).

$$h_0 = 0.75 + 0.34 \sqrt{L} - 0.26 \sqrt[3]{L}, \text{ onde}$$





|                  |                                 |           |          |
|------------------|---------------------------------|-----------|----------|
| Obra             | Assunto                         |           |          |
| BARRAGEM CRUZETA | MACICO - PARÂMETROS GEOMÉTRICAS |           |          |
| Cálculo          | Visto                           | Data      | Folha    |
| Estimativa       | M. Roberto                      | AGOSTO/88 | 04 de 05 |

$$L = \text{Fetch (Km)}$$

$$v_0 = 1,5 + 2 \times h_0$$

Para a bacia hidráulica da Barragem Cruzeta,

$$L = 2,5 \text{ Km}$$

$$\text{obtem-se } h_0 = 0,96 \text{ m} \quad \text{e} \quad v_0 = 3,42 \text{ m/s}$$

A folga portanto  $f \geq 1,32 \text{ m}$ , adota-se  $f = 1,40 \text{ m}$

$$\text{Logo } C_{COR} = 485,0 + 1,40 + 1,14 = 487,54$$

$$\text{ADOPTA-SE } \underline{C_{COR} = 487,75} \rightarrow H_{\text{máx}} = \underline{487,75 - 463,5 = 24,25 \text{ m}}$$

#### b) LARGURA DO COROAMENTO.

O critério adotado para o cálculo da largura do coroamento foi o sugerido por E.F. Preece

$$b \geq 1,1 \sqrt{H} + 1,0 \quad \text{onde } H = \text{altura máxima da barragem (24,25 m)}$$

$b =$  largura do coroamento

$$b \geq 1,1 \sqrt{24,25} + 1,0 = 6,42 \text{ m}$$

$$\text{ADOPTA-SE } \underline{b = 7,00 \text{ m}}$$

000003



|                  |          |                                 |          |
|------------------|----------|---------------------------------|----------|
| Obra             |          | Assunto                         |          |
| BARRAGEM CRUZETA |          | MACIÇO - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS |          |
| Cálculo          | Visto    | Data                            | Folha    |
| Costino/Bucieva  | M. Weber | AGOSTO /88                      | 05 de 05 |

## c) TALUDES DO MACIÇO .

Os taludes do maciço foram pre-definidos com base em sugestões de tabelas. No entanto a permanência destes valores justificou-se quando da obtenção de fatores de segurança satisfatórios na verificação da estabilidade dos taludes (v. memória - Estabilidade de taludes). Os valores são:

- TALUDE DE JUSANTE 2,5 : 1,0 (H:V)

- TALUDE DE MONTANTE 2,5 : 1,0 (H:V)

## d) TIPO DE MACIÇO

O maciço é de terra zoneado, e composto basicamente de material argilo-arenoso, abundantemente na região, de um sistema de drenagem composto de filtro vertical, filtro horizontal (ou tapete drenante) e de um rock-fill ao pé do talude de jusante.

040066



## 9.2 - MACIÇO - CÁLCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES

000007



|                  |             |   |          |
|------------------|-------------|---|----------|
| Obra             |             | Assunto                                 |          |
| BARRAGEM CRUZETA |             | MACIÇO - CÁLCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES |          |
| Cálculo          | Visto       | Data                                    | Folha    |
| Cruzeta/Bucicica | M. S. S. S. | AGOSTO/88                               | 01 de 03 |

Foram avaliados o filtro e as transições pelos critérios de Terzaghi e da uniformidade para o material do núcleo X areia e para areia X brita comida

As características dos materiais são

|                | D <sub>10</sub> | D <sub>15</sub> | D <sub>60</sub> | D <sub>85</sub> | (mm) |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
| AREIA (JAZ 01) | 0,14            | 0,60            | 1,50            | 2,80            |      |
| AREIA (JAZ 02) | 0,15            | 0,20            | 0,90            | 2,70            |      |
| NÚCLEO (A E 2) | -               | 0,001           | 0,10            | 1,50            |      |

- CRITÉRIOS

a) Terzaghi

$$a_1 - \frac{D_{15 \text{ filtro}}}{D_{15 \text{ núcleo}}} \geq 5$$

$$a_2 - \frac{D_{15 \text{ filtro}}}{D_{85 \text{ núcleo}}} \leq 5$$

b) Essencial de uniformidade

$$b_1 - \frac{D_{60 \text{ filtro}}}{D_{10 \text{ filtro}}} \leq 20$$



|                |                  |          |  |         |   |  |
|----------------|------------------|----------|--|---------|---|--|
| Obra           | BARRAGEM CRUZETA |          |  | Assunto | MACICO - CALCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES |  |
| Cálculo        | Visto            | Molebela |  | Data    | AGOSTO / 88                             |  |
| Centro Bucúcia |                  |          |  | Folha   | 02 de 03                                |  |

I) Transição areia (JAZ 1) X núcleo :

$$a.1. \frac{D_{15} \text{ areia}}{D_{15} \text{ núcleo}} = \frac{0,60}{0,001} = 600 > 5 \quad \text{OK!}$$

$$a.2. \frac{D_{85} \text{ areia}}{D_{85} \text{ núcleo}} = \frac{0,60}{1,50} = 0,40 < 5 \quad \text{OK!}$$

$$b.1. \frac{D_{60} \text{ areia}}{D_{10} \text{ areia}} = \frac{1,50}{0,14} = 10,7 < 20 \quad \text{OK!}$$

II) Transição areia (JAZ 2) X núcleo

$$a.1. \frac{D_{15} \text{ areia}}{D_{15} \text{ núcleo}} = \frac{0,20}{0,001} = 200 > 5 \quad \text{OK!}$$

$$a.2. \frac{D_{85} \text{ areia}}{D_{85} \text{ núcleo}} = \frac{0,20}{1,50} = 0,13 < 5 \quad \text{OK!}$$

$$b.1. \frac{D_{60} \text{ areia}}{D_{10} \text{ núcleo}} = \frac{0,90}{0,15} = 6,0 < 20 \quad \text{OK!}$$

Para análise da transição, comparou-se a granulometria

média da areia com a da areia

|                   | D <sub>10</sub> | D <sub>15</sub> | D <sub>50</sub> | D <sub>60</sub> | D <sub>85</sub> | (mm) |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
| Areia conhecida - | 4,50            | 5,80            | 25,0            | 38,0            | 85,0            |      |

III) Transição Areia conhecida X areia (JAZ 1)

$$a.1. \frac{D_{15} \text{ areia conhecida}}{D_{15} \text{ areia}} = \frac{5,80}{0,60} = 9,67 > 5 \quad \text{OK!}$$

$$a.2. \frac{D_{85} \text{ areia conhecida}}{D_{85} \text{ areia}} = \frac{5,80}{1,80} = 3,22 < 5 \quad \text{OK!}$$

060069



|               |                  |             |       |         |   |    |    |
|---------------|------------------|-------------|-------|---------|---|----|----|
| Obra          | BARRAGEM CRUZETA |             |       | Assunto | MACIÇO - CÁLCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES |    |    |
| Cálculo       | Visto            | Data        | Folha |         |   |    |    |
| Antônio Lucio | M. S. S. S.      | AGOSTO / 88 | 03    |         |   | de | 03 |

$$b.1. \frac{D_{60} \text{ bruta}}{D_{10} \text{ bruta}} = \frac{38,0}{4,5} = 8,44 < 20 \quad \text{OK!}$$

IV) Transição bruta corrida x areia (JAZ 2)

$$a.1. \frac{D_{15} \text{ bruta}}{D_{15} \text{ areia}} = \frac{5,80}{0,20} = 29,0 > 5 \quad \text{OK!}$$

$$a.2. \frac{D_{15} \text{ bruta}}{D_{85} \text{ areia}} = \frac{5,80}{2,70} = 2,15 < 5 \quad \text{OK!}$$

$$b.1. \frac{D_{60} \text{ bruta}}{D_{10} \text{ bruta}} = 8,44 < 20 \quad \text{OK!}$$

Portanto todas as condições foram atendidas!

000070



**9.3 - MACIÇO - ESTABILIDADE DOS TALUDES**

000071



|               |                  |           |          |         |                                   |  |
|---------------|------------------|-----------|----------|---------|-----------------------------------|--|
| Obra          | BARRAGEM CRUZETA |           |          | Assunto | MACICO - ESTABILIDADE DOS TALUDES |  |
| Cálculo       | Visto            | Data      | Folha    |         |                                   |  |
| custo/bucúcia | Hoyeh            | AGOSTO/88 | 01 de 17 |         |                                   |  |

O cálculo de estabilidade dos taludes da Barragem Cruzeta foi feito utilizando-se o método das fatias, o qual consiste em escolher uma superfície de ruptura, geralmente circular, dividindo-a em fatias.

O fator de segurança é obtido da razão entre as forças resistentes, de cada fatia, e as forças desestabilizadoras quanto ao colapso do maciço:

$$F_s = \frac{\sum (N - U) \operatorname{tg} \phi + \sum C}{\sum T}$$

Onde  $F_s$  - fator de segurança,

$N$  - força Normal à superfície de ruptura,

$U$  - força peso-pressão, normal à superfície,

$C$  - força coesiva,

$T$  - força tangencial.

a razão escolhida para o cálculo ser a razão máxima, uma vez que ela detém as condições mais desfavoráveis nos taludes de montante e jusante foram verificadas.

000072





|                   |             |                                  |          |
|-------------------|-------------|----------------------------------|----------|
| Obra              |             | Assunto                          |          |
| BARRAGEM CRUZETA  |             | MACIO - ESTABILIDADE DOS TALUDES |          |
| Cálculo           | Visto       | Data                             | Folha    |
| Estimativa Bucina | M. G. G. G. | AGOSTO / 88                      | 02 de 17 |

para várias hipóteses, cada, conforme explicado a seguir.

Os parâmetros considerados para os diversos materiais, adotados na seção tipo, foram obtidos baseado na caracterização das áreas de empréstimos e em experiência com o mesmo tipo de material em outras obras.

Os parâmetros dos materiais, são

| MATERIAL       | $\gamma_{s, \text{nat}}$<br>(t/m <sup>3</sup> ) | $\gamma_{s, \text{sat}}$<br>(t/m <sup>3</sup> ) | $\gamma_{s, \text{sub}}$<br>(t/m <sup>3</sup> ) | $c$<br>(t/m <sup>2</sup> ) | $\phi'$<br>(°) |
|----------------|---|---|---|----------------------------|----------------|
| SC-CL          | 1,85  | 2,00  | 1,00  | 3,0                        | 24°            |
| SC-SM          | 1,90  | 2,05  | 1,05  | 3,0                        | 24°            |
| AREIA          | 1,55  | 1,95  | 0,95  | 0,0                        | 30°            |
| MAT. FUND. (F) | 1,80  | 1,90  | 0,90  | 0,0                        | 26°            |
| ENROCAMENTO    | 1,95  | 2,10  | 1,10  | 0,0                        | 35°            |

Foram feitos estudos de vários círculos de ruptura tanto para o caso de ruptura com de ruptura para as seguintes situações:

000073



|                  |          |                                   |          |
|------------------|----------|-----------------------------------|----------|
| Obra             |          | Assunto                           |          |
| BARRAGEM CRUZETA |          | MACIÇO - ESTABILIDADE DOS TALUDES |          |
| Cálculo          | Visto    | Data                              | Folha    |
| Luiz Albuquerque | M. S. L. | AGOSTO / 88                       | 03 de 17 |

- TALUDE DE MONTANTE:
- operação normal
  - rebassamento rápido
  - final de construção

- TALUDE DE JUSANTE:
- operação normal
  - nível inoperante
  - final de construção

Serão apresentados a seguir os resultados, rodados em computador, para a superfície de ruptura crítica de cada paramento, montante e jusante

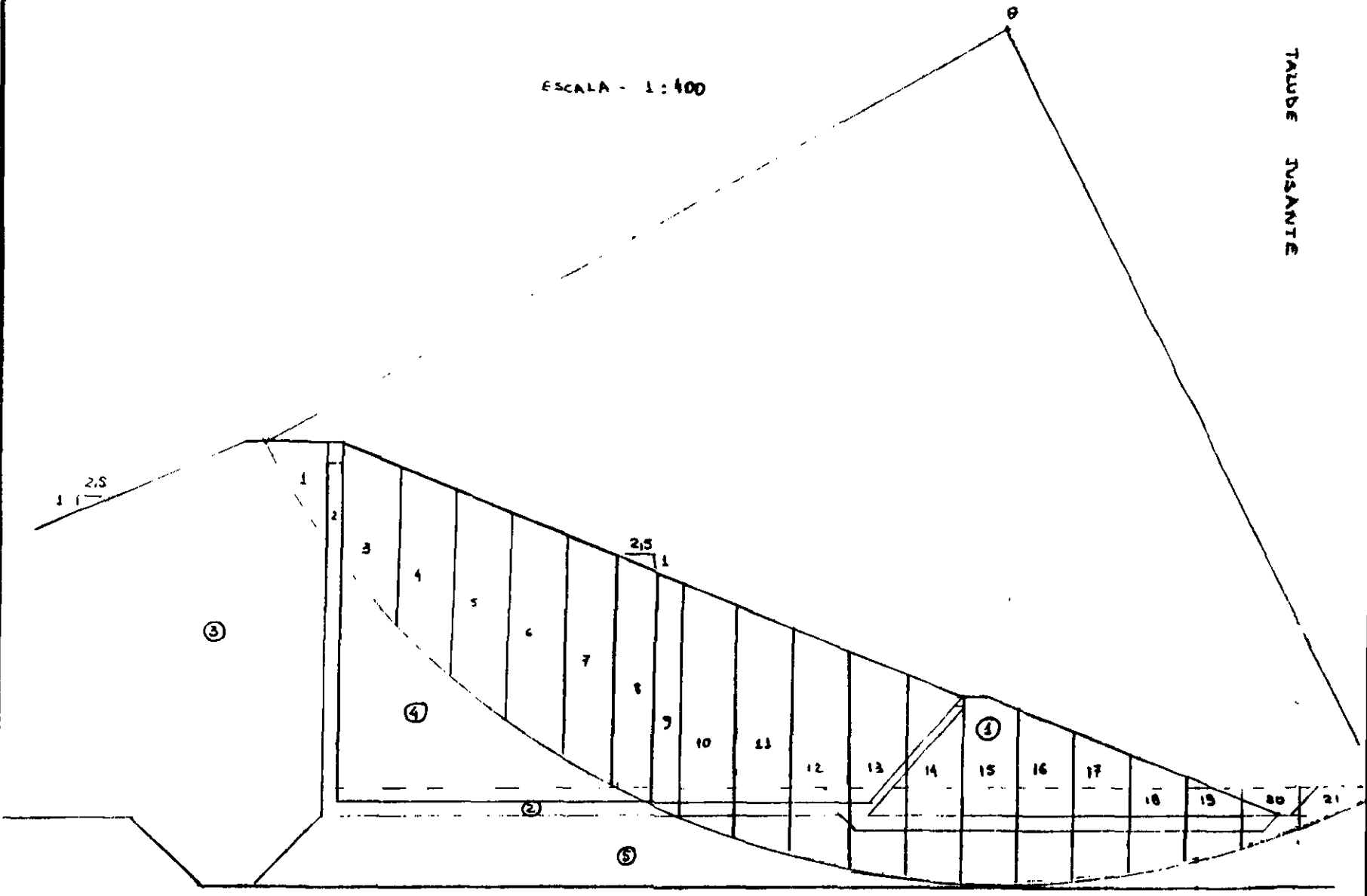
000074



|                 |                  |          |            |                                 |       |
|-----------------|------------------|----------|------------|---------------------------------|-------|
| Obra            | BARRAGEM CRUZETA |          | Assunto    | MELHOR ESTABILIDADE NOS TALUDES |       |
| Calculo         | Visto            | Mostrado | Data       | Folha                           |       |
| Antônio Bussico |                  |          | AGOSTO /88 | 04                              | de 17 |

TALUDE INGANTE

ESCALA - 1:400



006375



|                  |                                   |             |          |
|------------------|-----------------------------------|-------------|----------|
| Obra             | Assunto                           |             |          |
| BARRAGEM CRUZETA | MACICO - ESTABILIDADE DOS TALUDES |             |          |
| Cálculo          | Visto                             | Data        | Folha    |
| Antônio Buzina   | M. Hojers                         | AGOSTO / 88 | 05 de 17 |

CASO - TALUDE SUSANTE / OPERAÇÃO NORMAL

PROJETO: CRUZETA

FATOR DE PRESSÃO NEUTRA: 0.100

MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAL 1 : ENROCAMENTO

Peso Especifico: 1.95

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 35

MATERIAL 2 : FILTRO AREIA

Peso Especifico: 1.85

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 30

MATERIAL 3 : SO-OL

Peso Especifico: 1.8

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 24

MATERIAL 4 : SO-SM

Peso Especifico: 1.9

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 24

MATERIAL 5 : MATERIAL FUNDADO

Peso Especifico: 1.9

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 26

000076



|                  |                |                                   |          |
|------------------|----------------|-----------------------------------|----------|
| Obra             |                | Assunto                           |          |
| BARRAGEM CAJETA  |                | MADRID - ESTABILIDADE DOS TALUDES |          |
| Cálculo          | Visto          | Data                              | Folha    |
| Estimado Bucuina | M. W. L. S. S. | AGOSTO / 88                       | 06 de 17 |

TALUDE JUSANTE / OPERAÇÃO NORMAL

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

| IFATIA  | PESO   | ANGULO | FORCA<br>NORMAL | F.PRES.<br>NEUTRA | ANG.ATR.<br>INTERNO | FORCA<br>ATRITO | FORCA<br>TANGENC. | COESAO | FORCA<br>COESIVA |
|---------|--------|--------|-----------------|-------------------|---------------------|-----------------|-------------------|--------|------------------|
| 1       | 28.67  | 55.41  | 16.28           | 1.63              | 24.00               | 6.52            | 23.61             | 3.00   | 25.20            |
| 2       | 13.43  | 50.19  | 8.60            | 0.86              | 30.00               | 4.47            | 10.32             | 0.00   | 0.00             |
| 3       | 74.48  | 47.73  | 50.10           | 5.01              | 24.00               | 20.07           | 55.11             | 3.00   | 18.00            |
| 4       | 91.96  | 42.61  | 67.68           | 6.77              | 24.00               | 27.12           | 62.26             | 3.00   | 16.50            |
| 5       | 106.40 | 38.66  | 83.08           | 8.31              | 24.00               | 33.29           | 66.47             | 3.00   | 15.00            |
| 6       | 115.52 | 33.02  | 96.86           | 9.69              | 24.00               | 38.81           | 62.95             | 3.00   | 13.80            |
| 7       | 121.60 | 28.81  | 106.55          | 10.65             | 24.00               | 42.69           | 58.60             | 3.00   | 13.50            |
| 8       | 105.94 | 22.78  | 97.68           | 9.77              | 24.00               | 39.14           | 41.02             | 3.00   | 11.40            |
| 9       | 72.92  | 21.80  | 67.71           | 6.77              | 30.00               | 35.18           | 27.08             | 0.00   | 0.00             |
| 10      | 122.58 | 17.74  | 116.75          | 11.68             | 26.00               | 51.25           | 37.35             | 0.00   | 0.00             |
| 11      | 114.16 | 15.64  | 109.93          | 10.99             | 26.00               | 48.26           | 30.78             | 0.00   | 0.00             |
| 12      | 111.16 | 11.31  | 109.00          | 10.90             | 26.00               | 47.85           | 21.80             | 0.00   | 0.00             |
| 13      | 101.46 | 8.53   | 100.34          | 10.03             | 26.00               | 44.04           | 15.05             | 0.00   | 0.00             |
| 14      | 105.26 | 5.71   | 104.74          | 10.47             | 26.00               | 45.98           | 10.47             | 0.00   | 0.00             |
| 15      | 83.66  | 0.00   | 83.66           | 8.37              | 26.00               | 36.72           | 0.00              | 0.00   | 0.00             |
| 16      | 73.52  | -2.86  | 73.43           | 7.34              | 26.00               | 32.23           | -3.67             | 0.00   | 0.00             |
| 17      | 58.82  | -6.28  | 58.47           | 5.85              | 26.00               | 25.66           | -6.43             | 0.00   | 0.00             |
| 18      | 40.28  | -10.76 | 39.57           | 3.96              | 26.00               | 17.37           | -7.52             | 0.00   | 0.00             |
| 19      | 27.68  | -14.04 | 26.85           | 2.69              | 26.00               | 11.79           | -6.72             | 0.00   | 0.00             |
| 20      | 23.17  | -16.70 | 22.19           | 2.22              | 26.00               | 9.74            | -6.66             | 0.00   | 0.00             |
| 21      | 8.58   | -22.29 | 7.94            | 0.79              | 26.00               | 3.48            | -3.25             | 0.00   | 0.00             |
| TOTAIS- |        |        |                 |                   |                     | 621.69          | 488.61            |        | 113.40           |

Fator de Seguranca: 1.504

000077



|                       |                  |  |  |             |                                   |       |
|-----------------------|------------------|--|--|-------------|-----------------------------------|-------|
| Obra                  | BARRAGEM CRUZETA |  |  | Assunto     | MACIÇO - ESTABILIDADE DOS TALUDES |       |
| Cálculo               | Visto            |  |  | Data        | Folha                             |       |
| <i>Antônio Buzina</i> | <i>Mobiel</i>    |  |  | AGOSTO / 88 | 07                                | de 17 |

CASO - TALUDE JUSANTE / FILTRO INOPERANTE

PROJETO: CRUZETA

FATOR DE PRESSÃO NEUTRA: 0.200

#### MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAL 1 : ENROCAMENTO

Peso Específico: 1.95

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 35

MATERIAL 2 : FILTRO AREIA

Peso Específico: 1.85

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 30

MATERIAL 3 : SC-CL

Peso Específico: 1.8

Coesão: 3

Ang. Atrito Interno: 24

MATERIAL 4 : SC-SM

Peso Específico: 1.9

Coesão: 3

Ang. Atrito Interno: 24

MATERIAL 5 : MATERIAL FUNDACAO

Peso Específico: 1.9

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 26

000078



|                |                 |             |  |         |                                |       |          |
|----------------|-----------------|-------------|--|---------|--------------------------------|-------|----------|
| Obra           | BARRAGEM COJETA |             |  | Assunto | MACIO - ESTABILIDADE DO TALUDE |       |          |
| Calculo        | Visto           | M. G. R. B. |  | Data    | AGOSTO/88                      | Folha | 08 de 17 |
| Custina Buzina |                 |             |  |         |                                |       |          |

TALUDE JUSANTE - FILTRO INDEFINITE

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

| FATIA   | PESO   | ANGULO | FORCA NORMAL | F.PRES. NEUTRA | ANG.ATR. INTERNO | FORCA ATRITO | FORCA TANGENC. | COESAO | FORCA COESIVA |
|---------|--------|--------|--------------|----------------|------------------|--------------|----------------|--------|---------------|
| 1       | 28.67  | 55.41  | 16.28        | 3.26           | 24.00            | 5.80         | 23.61          | 3.00   | 25.20         |
| 2       | 13.43  | 50.19  | 8.60         | 1.72           | 30.00            | 3.97         | 10.32          | 0.00   | 0.00          |
| 3       | 74.48  | 47.73  | 50.10        | 10.02          | 24.00            | 17.84        | 55.11          | 3.00   | 18.00         |
| 4       | 91.96  | 42.61  | 67.68        | 13.54          | 24.00            | 24.11        | 62.26          | 3.00   | 16.50         |
| 5       | 106.40 | 38.66  | 83.08        | 16.62          | 24.00            | 29.59        | 66.47          | 3.00   | 15.00         |
| 6       | 115.52 | 33.02  | 96.86        | 19.37          | 24.00            | 34.50        | 62.95          | 3.00   | 13.80         |
| 7       | 121.60 | 28.81  | 106.55       | 21.31          | 24.00            | 37.95        | 58.60          | 3.00   | 13.50         |
| 8       | 105.94 | 22.78  | 97.68        | 19.54          | 24.00            | 34.79        | 41.02          | 3.00   | 11.40         |
| 9       | 72.92  | 21.80  | 67.71        | 13.54          | 30.00            | 31.27        | 27.08          | 0.00   | 0.00          |
| 10      | 122.58 | 17.74  | 116.75       | 23.35          | 26.00            | 45.55        | 37.35          | 0.00   | 0.00          |
| 11      | 114.16 | 15.64  | 109.93       | 21.99          | 26.00            | 42.89        | 30.78          | 0.00   | 0.00          |
| 12      | 111.16 | 11.31  | 109.00       | 21.80          | 26.00            | 42.53        | 21.80          | 0.00   | 0.00          |
| 13      | 101.46 | 8.53   | 100.34       | 20.07          | 26.00            | 39.15        | 15.05          | 0.00   | 0.00          |
| 14      | 105.26 | 5.71   | 104.74       | 20.95          | 26.00            | 40.87        | 10.47          | 0.00   | 0.00          |
| 15      | 83.66  | 0.00   | 83.66        | 16.73          | 26.00            | 32.64        | 0.00           | 0.00   | 0.00          |
| 16      | 73.52  | -2.86  | 73.43        | 14.69          | 26.00            | 28.65        | -3.67          | 0.00   | 0.00          |
| 17      | 58.82  | -6.28  | 58.47        | 11.69          | 26.00            | 22.81        | -6.43          | 0.00   | 0.00          |
| 18      | 40.28  | -10.76 | 39.57        | 7.91           | 26.00            | 15.44        | -7.52          | 0.00   | 0.00          |
| 19      | 27.68  | -14.04 | 26.85        | 5.37           | 26.00            | 10.48        | -6.72          | 0.00   | 0.00          |
| 20      | 23.17  | -16.70 | 22.19        | 4.44           | 26.00            | 8.66         | -6.66          | 0.00   | 0.00          |
| 21      | 8.58   | -22.29 | 7.94         | 1.59           | 26.00            | 3.10         | -3.25          | 0.00   | 0.00          |
| TOTAIS- |        |        |              |                |                  | 552.61       | 488.61         |        | 113.40        |

Fator de Seguranca: 1.363

000979



|                   |                  |                |      |             |                                   |  |
|-------------------|------------------|----------------|------|-------------|-----------------------------------|--|
| Obra              | BARRAGEM CRUZETA |                |      | Assunto     | MACICO - ESTABILIDADE DOS TALUDES |  |
| Calculo           | Visto            | M. J. S. S. S. | Data | AGOSTO 1988 |                                   |  |
| <i>Estimativa</i> |                  |                |      | Folha       | 29 de 47                          |  |

CASO - TALUDE JUSANTE / FINAL DE CONSTRUÇÃO

PROJETO: CRUZETA

FATOR DE PRESSÃO NEUTRA: 0.300

#### MATERIAIS UTILIZADOS

##### MATERIAL 1 : ENROCAMENTO

Peso Especifico: 1.95

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 35

##### MATERIAL 2 : FILTRO AREIA

Peso Especifico: 1.85

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 30

##### MATERIAL 3 : SO-CI

Peso Especifico: 1.8

Coesão: 7

Ang. Atrito Interno: 24

##### MATERIAL 4 : SO-SI

Peso Especifico: 1.9

Coesão: 3

Ang. Atrito Interno: 24

##### MATERIAL 5 : MATERIAL FUNDACAO

Peso Especifico: 1.9

Coesão: 7

Ang. Atrito Interno: 26

000080





|         |                  |            |  |         |                                 |  |       |          |
|---------|------------------|------------|--|---------|---------------------------------|--|-------|----------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA |            |  | Assunto | MACICO-ESTABILIDADE DOS TALUDES |  |       |          |
| Cálculo | Visto            | M.W. 10/10 |  | Data    | AGOSTO / 88                     |  | Folha | 10 de 17 |

TALUDE JUSANTE / FINAL DE CONSTRUÇÃO

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

| IFATIA   | PESO   | ANGULO | FORCA<br>NORMAL | F.PRES.<br>NEUTRA | ANG.ATR.<br>INTERNO | FORCA<br>ATRITO | FORCA<br>TANGENC. | COESAO | FORCA<br>COESIVA |
|----------|--------|--------|-----------------|-------------------|---------------------|-----------------|-------------------|--------|------------------|
| 1        | 28.67  | 55.41  | 16.28           | 4.88              | 24.00               | 5.07            | 23.61             | 3.00   | 25.20            |
| 2        | 13.43  | 50.19  | 8.60            | 2.58              | 30.00               | 3.48            | 10.32             | 0.00   | 0.00             |
| 3        | 74.48  | 47.73  | 50.10           | 15.03             | 24.00               | 15.61           | 55.11             | 3.00   | 18.00            |
| 4        | 91.96  | 42.61  | 67.68           | 20.30             | 24.00               | 21.09           | 62.26             | 3.00   | 16.50            |
| 5        | 106.40 | 38.66  | 83.08           | 24.93             | 24.00               | 25.89           | 66.47             | 3.00   | 15.00            |
| 6        | 115.52 | 33.02  | 96.86           | 29.06             | 24.00               | 30.19           | 62.95             | 3.00   | 13.80            |
| 7        | 121.60 | 28.81  | 106.55          | 31.96             | 24.00               | 33.21           | 58.60             | 3.00   | 13.50            |
| 8        | 105.94 | 22.78  | 97.68           | 29.30             | 24.00               | 30.44           | 41.02             | 3.00   | 11.40            |
| 9        | 72.92  | 21.80  | 67.71           | 20.31             | 30.00               | 27.36           | 27.08             | 0.00   | 0.00             |
| 10       | 122.58 | 17.74  | 116.75          | 35.03             | 26.00               | 39.86           | 37.35             | 0.00   | 0.00             |
| 11       | 114.16 | 15.64  | 109.93          | 32.98             | 26.00               | 37.53           | 30.78             | 0.00   | 0.00             |
| 12       | 111.16 | 11.31  | 109.00          | 32.70             | 26.00               | 37.21           | 21.80             | 0.00   | 0.00             |
| 13       | 101.46 | 8.53   | 100.34          | 30.10             | 26.00               | 34.26           | 15.05             | 0.00   | 0.00             |
| 14       | 105.26 | 5.71   | 104.74          | 31.42             | 26.00               | 35.76           | 10.47             | 0.00   | 0.00             |
| 15       | 83.66  | 0.00   | 83.66           | 25.10             | 26.00               | 28.56           | 0.00              | 0.00   | 0.00             |
| 16       | 73.52  | -2.86  | 73.43           | 22.03             | 26.00               | 25.07           | -3.67             | 0.00   | 0.00             |
| 17       | 58.82  | -6.28  | 58.47           | 17.54             | 26.00               | 19.96           | -6.43             | 0.00   | 0.00             |
| 18       | 40.28  | -10.76 | 39.57           | 11.87             | 26.00               | 13.51           | -7.52             | 0.00   | 0.00             |
| 19       | 27.68  | -14.04 | 26.85           | 8.06              | 26.00               | 9.17            | -6.72             | 0.00   | 0.00             |
| 20       | 23.17  | -16.70 | 22.19           | 6.66              | 26.00               | 7.58            | -6.66             | 0.00   | 0.00             |
| 21       | 8.58   | -22.29 | 7.94            | 2.38              | 26.00               | 2.71            | -3.25             | 0.00   | 0.00             |
| TOTAIS-- |        |        |                 |                   |                     | 483.53          | 488.61            |        | 113.40           |

Fator de Seguranca: 1.222

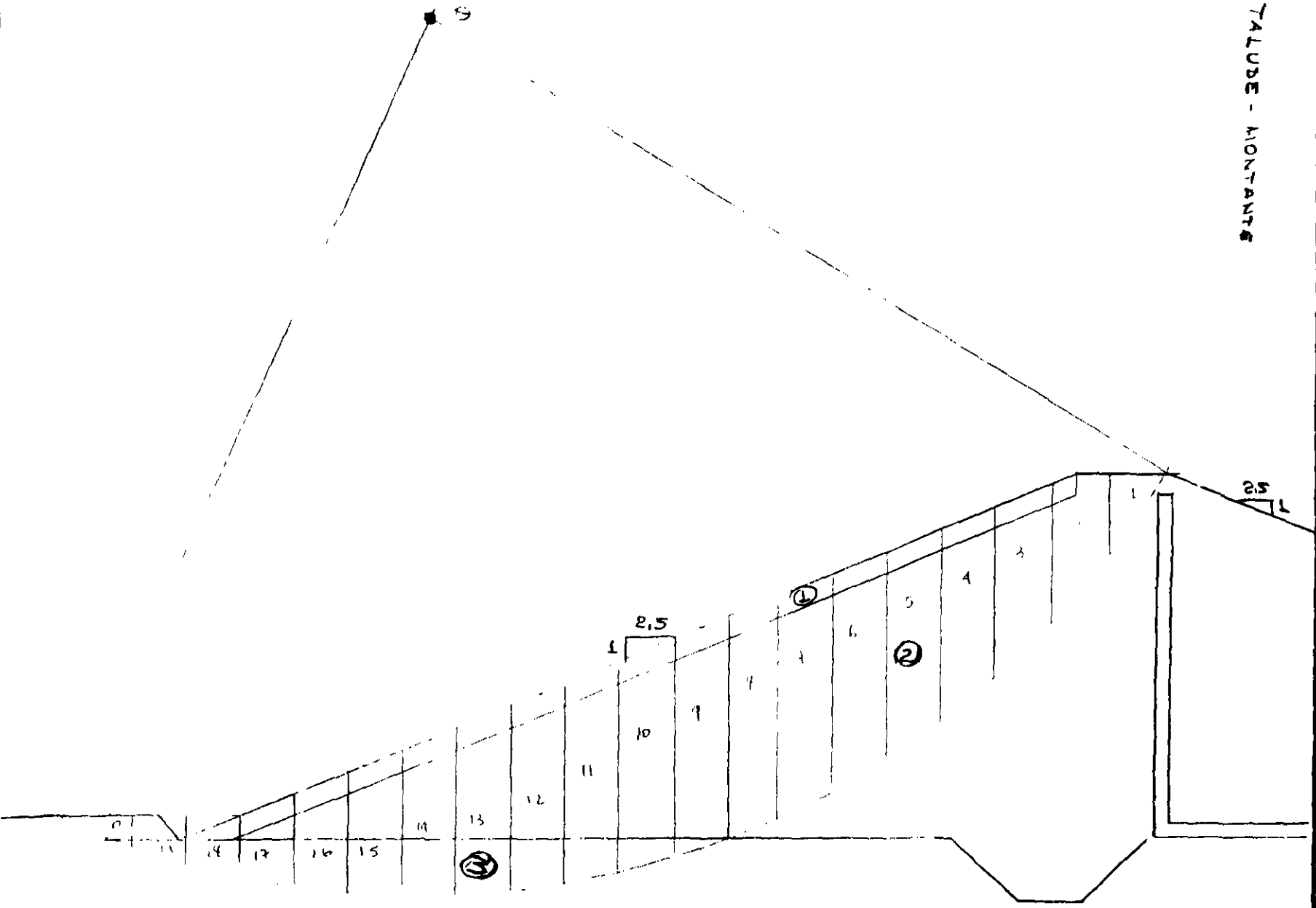
000081



|         |                  |                 |             |                                  |       |
|---------|------------------|-----------------|-------------|----------------------------------|-------|
| Obra    | BARRAGEM CEURETA |                 | Assunto     | MACRO - ESTABILIDADE DOS TALUDES |       |
| Calculo | Visio            | Antônio Baccaro | Data        | Folha                            |       |
|         |                  |                 | AGOSTO / 88 | 11                               | de 17 |

TALUDE - MONTANTE

ESCALA 1 400



000082



|                      |                  |           |          |         |                                   |  |
|----------------------|------------------|-----------|----------|---------|-----------------------------------|--|
| Obra                 | EARRAGEM CRUZETA |           |          | Assunto | MACICO - ESTABILIDADE DOS TALUDES |  |
| Cálculo              | Visto            | Data      | Folha    |         |                                   |  |
| <i>Antônio Buzio</i> | <i>Moisés</i>    | AGOSTO/08 | 12 de 17 |         |                                   |  |

## CASO - TALUDE DE MONTANTE / OPERAÇÃO NORMAL

PROJETO: CRUZETA

FATOR DE PRESSÃO NEUTRA: 0.100

## MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAL 1 : ENROCAMENTO

Peso Específico: 1.95

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 35

MATERIAL 2 : SC-CL

Peso Específico: 1.85

Coesão: 3

Ang. Atrito Interno: 24

MATERIAL 3 : MATERIAL FUNDAÇÃO

Peso Específico: .9

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 26

000083



|         |                     |       |                    |         |                                 |  |       |          |
|---------|---------------------|-------|--------------------|---------|---------------------------------|--|-------|----------|
| Obra    | BARRAEM CRUZETA     |       |                    | Assunto | MACICO-ESTABILIDADE DOS TALUDES |  |       |          |
| Cálculo | <i>Costa/Buraco</i> | Visto | <i>M. Sobrinho</i> | Data    | AGOSTO/88                       |  | Folha | 13 de 17 |

TALUDE MONTANTE / OPERAÇÃO NORMAL

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

| FATIA    | PESO   | ANGULO | FORCA NORMAL | F.PRES. NEUTRA | ANG. ATR. INTERNO | FORCA ATRITO | FORCA TANGENC. | COESAO | FORCA COESIVA |
|----------|--------|--------|--------------|----------------|-------------------|--------------|----------------|--------|---------------|
| 1        | 25.31  | 56.31  | 14.04        | 1.40           | 24.00             | 5.63         | 21.06          | 3.00   | 22.80         |
| 2        | 64.65  | 50.19  | 41.39        | 4.14           | 24.00             | 16.59        | 49.66          | 3.00   | 18.60         |
| 3        | 86.38  | 45.00  | 61.08        | 6.11           | 24.00             | 24.48        | 61.08          | 3.00   | 16.50         |
| 4        | 99.70  | 38.66  | 77.85        | 7.79           | 24.00             | 31.20        | 62.28          | 3.00   | 15.60         |
| 5        | 110.06 | 33.42  | 91.86        | 9.19           | 24.00             | 36.81        | 60.62          | 3.00   | 14.40         |
| 6        | 117.46 | 30.96  | 100.73       | 10.07          | 24.00             | 40.36        | 60.43          | 3.00   | 13.50         |
| 7        | 121.90 | 26.57  | 109.03       | 10.90          | 24.00             | 43.69        | 54.53          | 3.00   | 13.20         |
| 8        | 95.79  | 22.78  | 88.32        | 8.83           | 24.00             | 35.39        | 37.09          | 3.00   | 10.20         |
| 9        | 118.50 | 19.29  | 111.85       | 11.18          | 26.00             | 49.10        | 39.15          | 0.00   | 0.00          |
| 10       | 111.34 | 14.57  | 107.76       | 10.78          | 26.00             | 47.30        | 28.01          | 0.00   | 0.00          |
| 11       | 103.10 | 11.31  | 101.10       | 10.11          | 26.00             | 44.38        | 20.22          | 0.00   | 0.00          |
| 12       | 93.42  | 8.53   | 92.39        | 9.24           | 26.00             | 40.55        | 13.86          | 0.00   | 0.00          |
| 13       | 83.02  | 5.14   | 82.69        | 8.27           | 26.00             | 36.30        | 7.44           | 0.00   | 0.00          |
| 14       | 70.42  | 0.00   | 70.42        | 7.04           | 26.00             | 30.91        | 0.00           | 0.00   | 0.00          |
| 15       | 59.32  | -3.43  | 59.21        | 5.92           | 26.00             | 25.95        | -3.55          | 0.00   | 0.00          |
| 16       | 46.04  | -6.28  | 45.76        | 4.58           | 26.00             | 20.09        | -5.04          | 0.00   | 0.00          |
| 17       | 31.30  | -11.31 | 30.69        | 3.07           | 26.00             | 13.47        | -6.14          | 0.00   | 0.00          |
| 18       | 21.71  | -14.04 | 21.06        | 2.11           | 26.00             | 9.24         | -5.27          | 0.00   | 0.00          |
| 19       | 11.84  | -16.70 | 11.34        | 1.13           | 26.00             | 4.98         | -3.40          | 0.00   | 0.00          |
| 20       | 7.78   | -21.80 | 7.22         | 0.72           | 26.00             | 3.17         | -2.89          | 0.00   | 0.00          |
| TOTAIS-- |        |        |              |                |                   | 559.62       | 489.13         |        | 124.80        |

Fator de Seguranca: 1.399

000084



|                      |                    |                                   |          |
|----------------------|--------------------|-----------------------------------|----------|
| Obra                 |                    | Assunto                           |          |
| BARRAGEM CRUZETA     |                    | MACICO - ESTABILIDADE DOS TALUDES |          |
| Calculo              | Visto              | Data                              | Folha    |
| <i>Antonio Buzza</i> | <i>M. S. Costa</i> | AGOSTO /88                        | 14 de 17 |

CASO - TALUDE MONTANTE / REBAIXAMENTO RÁPIDO

PROJETO: CRUZETA

FATOR DE PRESSÃO NEUTRA: 0.200

MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAL 1 : ENROCAMENTO

Peso Especifico: 1.95

Coesão: 0

Ang. Atrito Interna: 35

MATERIAL 2 : SC-CL

Peso Especifico: 1.85

Coesão: 3

Ang. Atrito Interna: 24

MATERIAL 3 : MATERIAL FUNDACAO

Peso Especifico: 1.9

Coesão: 0

Ang. Atrito Interna: 26

0009085



|                  |             |                                   |          |
|------------------|-------------|-----------------------------------|----------|
| Obra             |             | Assunto                           |          |
| BARRAGEM CRUZETA |             | MACIÇO - ESTABILIDADE DOS TALUDES |          |
| Cálculo          | Visto       | Data                              | Folha    |
| Costa no Buzina  | M. B. B. B. | AGOSTO / 88                       | 15 de 17 |

TALUDE MONTANTE / REBAIXAMENTO RÁPIDO

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

| IFATIA | PESO   | ANGULO | FORCA NORMAL | F.PRES. NEUTRA | ANG. ATR. INTERNO | FORCA ATRITO | FORCA TANGENC. | COESAO | FORCA COESIVA |
|--------|--------|--------|--------------|----------------|-------------------|--------------|----------------|--------|---------------|
| 1      | 25.31  | 56.31  | 14.04        | 2.81           | 24.00             | 5.00         | 21.06          | 3.00   | 22.80         |
| 2      | 64.65  | 50.19  | 41.39        | 8.28           | 24.00             | 14.74        | 49.66          | 3.00   | 18.60         |
| 3      | 86.38  | 45.00  | 61.08        | 12.22          | 24.00             | 21.76        | 61.08          | 3.00   | 16.50         |
| 4      | 99.70  | 38.66  | 77.85        | 15.57          | 24.00             | 27.73        | 62.28          | 3.00   | 15.60         |
| 5      | 110.06 | 33.42  | 91.86        | 18.37          | 24.00             | 32.72        | 60.62          | 3.00   | 14.40         |
| 6      | 117.46 | 30.96  | 100.73       | 20.15          | 24.00             | 35.88        | 60.43          | 3.00   | 13.50         |
| 7      | 121.90 | 26.57  | 109.03       | 21.81          | 24.00             | 38.83        | 54.53          | 3.00   | 13.20         |
| 8      | 95.79  | 22.78  | 88.32        | 17.66          | 24.00             | 31.46        | 37.09          | 3.00   | 10.20         |
| 9      | 118.50 | 19.29  | 111.85       | 22.37          | 26.00             | 43.64        | 39.15          | 0.00   | 0.00          |
| 10     | 111.34 | 14.57  | 107.76       | 21.55          | 26.00             | 42.05        | 28.01          | 0.00   | 0.00          |
| 11     | 103.10 | 11.31  | 101.10       | 20.22          | 26.00             | 39.45        | 20.22          | 0.00   | 0.00          |
| 12     | 93.42  | 8.53   | 92.39        | 18.48          | 26.00             | 36.05        | 13.86          | 0.00   | 0.00          |
| 13     | 83.02  | 5.14   | 82.69        | 16.54          | 26.00             | 32.26        | 7.44           | 0.00   | 0.00          |
| 14     | 70.42  | 0.00   | 70.42        | 14.08          | 26.00             | 27.48        | 0.00           | 0.00   | 0.00          |
| 15     | 59.22  | -3.43  | 59.21        | 11.84          | 26.00             | 23.10        | -3.55          | 0.00   | 0.00          |
| 16     | 46.04  | -6.28  | 45.76        | 9.15           | 26.00             | 17.86        | -5.04          | 0.00   | 0.00          |
| 17     | 31.70  | -11.31 | 30.69        | 6.14           | 26.00             | 11.98        | -6.14          | 0.00   | 0.00          |
| 18     | 21.71  | -14.04 | 21.06        | 4.21           | 26.00             | 8.22         | -5.27          | 0.00   | 0.00          |
| 19     | 11.84  | -16.70 | 11.34        | 2.27           | 26.00             | 4.43         | -3.40          | 0.00   | 0.00          |
| 20     | 7.78   | -21.80 | 7.22         | 1.44           | 26.00             | 2.82         | -2.89          | 0.00   | 0.00          |

TOTAIS -> 497.44 489.13 124.80

Fator de Seguranca: 1.272

000086



|         |                            |       |                |         |                                 |                |
|---------|----------------------------|-------|----------------|---------|---------------------------------|----------------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA           |       |                | Assunto | MACICO-ESTABILIDADE DOS TALUDES |                |
| Cálculo | <i>Estimativa Puccinia</i> | Visto | <i>Mobilia</i> | Data    | AGOSTO/00                       | Folha 16 de 17 |

## CASO - TALUDE MONTANTE / FINAL DE CONSTRUÇÃO

PROJETO: CRUZETA

FATOR DE PRESSÃO NEUTRA: 0.300

## MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAL 1 : ENROCAMENTO

Peso Especifico: 1.95

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 35

MATERIAL 2 : SC-CL

Peso Especifico: 1.85

Coesão: 3

Ang. Atrito Interno: 24

MATERIAL 3 : MATERIAL FUNDACAO

Peso Especifico: .9

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 26



|                  |         |                                   |          |
|------------------|---------|-----------------------------------|----------|
| Obra             |         | Assunto                           |          |
| BARRAGEM CRUZETA |         | MACICO - ESTABILIDADE DOS TALUDES |          |
| Cálculo          | Visto   | Data                              | Folha    |
| Antonio Buzina   | Mozzato | AGOSTO / 88                       | 17 de 17 |

TALUDE MONTANTE - FINAL DE CONSTRUÇÃO.

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

| FATIA    | PESO   | ANGULO | FORÇA NORMAL | F.PRES. NEUTRA | ANG.ATR. INTERNO | FORÇA ATRITO | FORÇA TANGENC. | COESAO | FORÇA COESIVA |
|----------|--------|--------|--------------|----------------|------------------|--------------|----------------|--------|---------------|
| 1        | 25.31  | 56.31  | 14.04        | 4.21           | 24.00            | 4.38         | 21.06          | 3.00   | 22.80         |
| 2        | 64.65  | 50.19  | 41.39        | 12.42          | 24.00            | 12.90        | 49.66          | 3.00   | 18.60         |
| 3        | 86.38  | 45.00  | 61.08        | 18.32          | 24.00            | 19.04        | 61.08          | 3.00   | 16.50         |
| 4        | 99.70  | 38.66  | 77.85        | 23.36          | 24.00            | 24.26        | 62.28          | 3.00   | 15.60         |
| 5        | 110.06 | 33.42  | 91.86        | 27.56          | 24.00            | 28.63        | 60.62          | 3.00   | 14.40         |
| 6        | 117.46 | 30.96  | 100.73       | 30.22          | 24.00            | 31.39        | 60.43          | 3.00   | 13.50         |
| 7        | 121.90 | 26.57  | 109.03       | 32.71          | 24.00            | 33.98        | 54.53          | 3.00   | 13.20         |
| 8        | 95.79  | 22.78  | 88.32        | 26.50          | 24.00            | 27.53        | 37.09          | 3.00   | 10.20         |
| 9        | 118.50 | 19.29  | 111.85       | 33.55          | 26.00            | 38.19        | 39.15          | 0.00   | 0.00          |
| 10       | 111.34 | 14.57  | 107.76       | 32.33          | 26.00            | 36.79        | 28.01          | 0.00   | 0.00          |
| 11       | 103.10 | 11.31  | 101.10       | 30.33          | 26.00            | 34.52        | 20.22          | 0.00   | 0.00          |
| 12       | 93.42  | 8.53   | 92.39        | 27.72          | 26.00            | 31.54        | 13.86          | 0.00   | 0.00          |
| 13       | 83.02  | 5.14   | 82.69        | 24.81          | 26.00            | 28.23        | 7.44           | 0.00   | 0.00          |
| 14       | 70.42  | 0.00   | 70.42        | 21.13          | 26.00            | 24.04        | 0.00           | 0.00   | 0.00          |
| 15       | 59.32  | -3.43  | 59.21        | 17.76          | 26.00            | 20.22        | -3.55          | 0.00   | 0.00          |
| 16       | 46.04  | -6.28  | 45.76        | 13.73          | 26.00            | 15.62        | -5.04          | 0.00   | 0.00          |
| 17       | 31.30  | -11.31 | 30.69        | 9.21           | 26.00            | 10.48        | -6.14          | 0.00   | 0.00          |
| 18       | 21.71  | -14.04 | 21.06        | 6.32           | 26.00            | 7.19         | -5.27          | 0.00   | 0.00          |
| 19       | 11.84  | -16.70 | 11.34        | 3.40           | 26.00            | 3.87         | -3.40          | 0.00   | 0.00          |
| 20       | 7.78   | -21.80 | 7.22         | 2.17           | 26.00            | 2.46         | -2.89          | 0.00   | 0.00          |
| TOTAIS-> |        |        |              |                |                  | 435.26       | 489.13         |        | 124.80        |

Fator de Seguranca: 1.145

000088





**9.4 - SANGRADOURO - HIDRÁULICA**

000089



|                 |                  |             |          |         |                          |  |
|-----------------|------------------|-------------|----------|---------|--------------------------|--|
| Obra            | BARRAGEM CRUZETA |             |          | Assunto | SANGRADOURO / HIDRÁULICA |  |
| Cálculo         | Visto            | Data        | Folha    |         |                          |  |
| Antônio Luciana | Mobral           | AGOSTO / 88 | 01 de 03 |         |                          |  |

O sangradouro da barragem Cruzeta foi dimensionado para a vazão celerária obtida após a amortização na laçia, que é de  $198,7 \text{ m}^3/\text{s}$

O vertedouro escolhido por do tipo perfil "creage" pois apresenta uma boa experiência em relação ao sangradouro de soleira espessa, reduzindo com isso o valor da lâmina máxima de sangria para uma largura de soleira pré-determinada

A fórmula pela qual se calculou o sangradouro é

$$Q = C L H^{3/2}$$

onde  $Q$  - vazão,  $\text{m}^3/\text{s}$

$C$  - coeficiente devido ao vertedouro,  $\text{m}^{3/2}/\text{s}$

$L$  - largura do sangradouro,  $\text{m}$

$H$  - altura da lâmina de sangria,  $\text{m}$

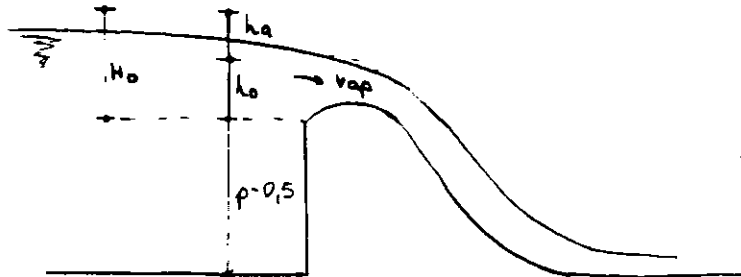
2. Desenho de Presas Pequenas, J.SBR

000090



|                  |       |                          |          |
|------------------|-------|--------------------------|----------|
| Obra             |       | Assunto                  |          |
| BARRAGEM CRUZETA |       | SANGRADOURO / HIDRÁULICA |          |
| Cálculo          | Visto | Data                     | Folha    |
| Estimativa       | Módo  | AGOSTO/88                | 02 de 03 |

Para o vertedouro tipo perfil "Creager", tem-se



$$L = 30 \text{ m}$$

$$Q = 198,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h_0 = (Q/cL)^{2/3}$$

$$h_a = v_{ao}^2 / (2g) \rightarrow v_{ao} - \text{velocidade de aproximação m/s}$$

$$H_c = h_0 + h_a$$

Para o cálculo do valor de "c" utiliza-se o método sugerido pelo U.S.B.R

| $c_0$ | $h_s$ | $v_{ao}$ | $h_a$ | $H_0$ | $p/H_0$ | $c_0$ |
|-------|-------|----------|-------|-------|---------|-------|
| 1,90  | 1,20  | 2,08     | 0,22  | 1,42  | 0,35    | 2,05  |
| 2,05  | 1,14  | 2,19     | 0,24  | 1,38  | 0,36    | 2,05  |

Como a cota da soleira é a 485,0 m, tem-se como nível máximo maximum

$$C_{SANG} = 485,0 + 1,14 = 486,14 \text{ m}$$

000091



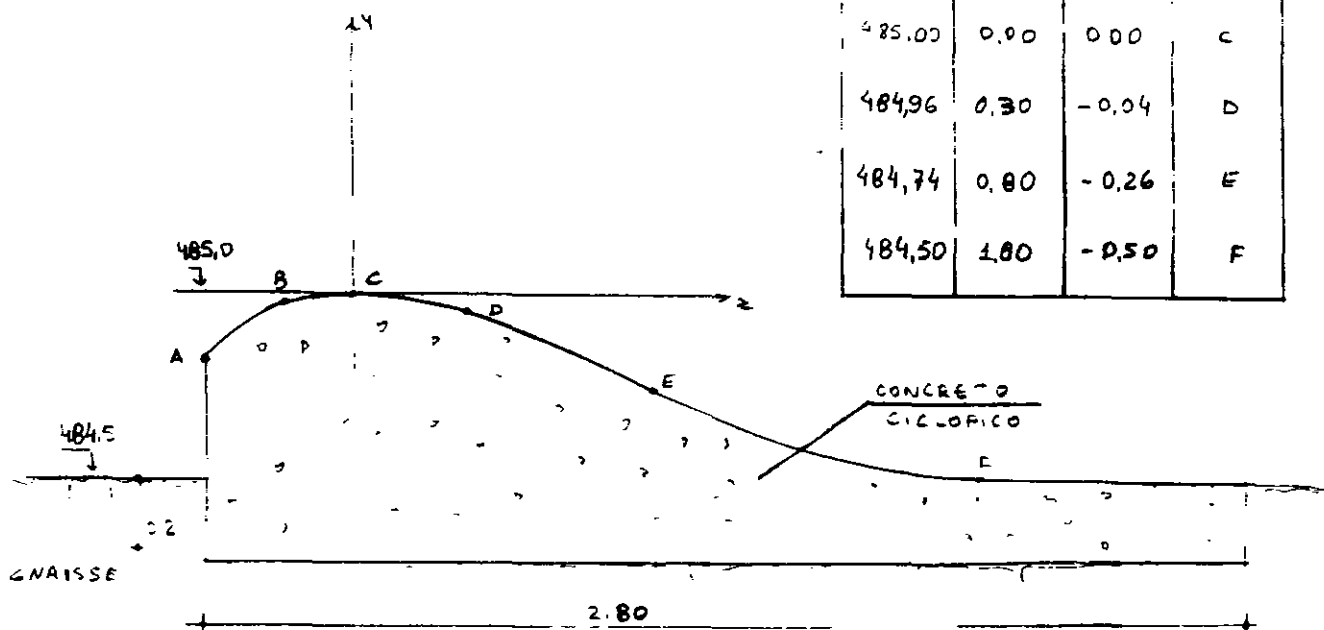
|         |                  |  |       |         |                         |       |           |
|---------|------------------|--|-------|---------|-------------------------|-------|-----------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA |  |       | Assunto | SANGRADURO / HIDRAULICA |       |           |
| Cálculo | Antonio Buccica  |  | Visto | Mozzi   |                         | Data  | AGOSTO/88 |
|         |                  |  |       |         |                         | Folha | 03 de 03  |

O perfil de esgote será construído em concreto ciclo-pico, com 12% de pedra de mão, e com juntas do tipo junção banda a cada 20,0m

O perfil "esgote" foi calculado segundo método sugerido pelo USBR, e os pontos de sua superfície foram plotados a partir do eixo xy como mostra a figura a seguir

H<sub>0</sub> = 2,38

| COTA   | X     | Y     | PTO |
|--------|-------|-------|-----|
| 484,62 | -0,39 | -0,18 | A   |
| 484,97 | -0,20 | -0,03 | B   |
| 485,00 | 0,00  | 0,00  | C   |
| 484,96 | 0,30  | -0,04 | D   |
| 484,74 | 0,80  | -0,26 | E   |
| 484,50 | 1,80  | -0,50 | F   |





9.5 - TOMADA D'ÁGUA - HIDRÁULICA

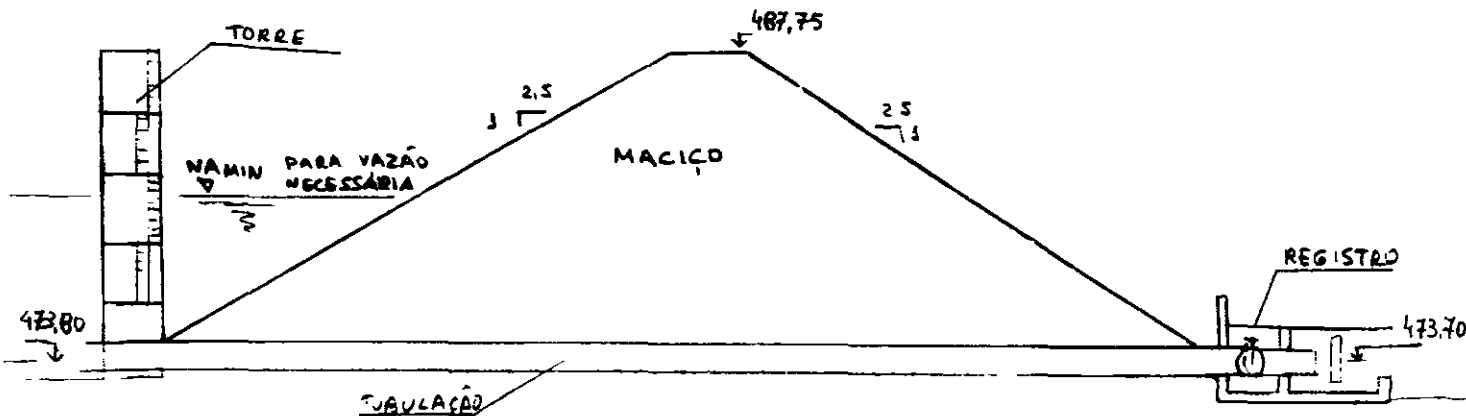
000093



|                               |             |                            |          |
|-------------------------------|-------------|----------------------------|----------|
| Obra                          |             | Assunto                    |          |
| BARRAGEM CRUZETA              |             | TOMADA D'ÁGUA / HIDRÁULICA |          |
| Cálculo                       | Visto       | Data                       | Folha    |
| Antônio / <i>[assinatura]</i> | M. Sobrinho | AGOSTO / 88                | 01 de 02 |

O cálculo hidráulico da tomada d'água consiste na escolha do tipo e diâmetro da tubulação a ser utilizada, a cota de assentamento, e o cálculo do volume acumulado mínimo para gerar a vazão regularizável necessária ao consumo de jusante,  $Q_{reg} = 920 \text{ m}^3/\text{h}$

Tem-se esquematicamente:



O cálculo do nível d'água mínimo para a vazão necessária será efetuado pela equação de Hazen-Williams, de perda de água ao longo da tubulação:

$$J = 10.643 \cdot Q^{1.85} / (10^{1.95} \cdot L^{0.87})$$



|                                 |                        |  |                          |  |
|---------------------------------|------------------------|--|--------------------------|--|
| Obra<br><b>BARRAGEM CRUZETA</b> |                        | Assunto<br><b>TOMADA D'ÁGUA / HIDRÁULICA</b> |                          |  |
| Cálculo<br><i>custina</i>       | Visto<br><i>Moisés</i> | Data<br><b>AGOSTO/88</b>                     | Folha<br><b>02 de 02</b> |  |

- Onde:
- J - perda de carga (m/m)
  - Q - vazão de projeto (m<sup>3</sup>/s) , Q = 0,20 m<sup>3</sup>/s
  - D - Diâmetro do tubo (m)
  - C - coeficiente do material

Para tubo de ferro fundido adotado , c = 130

L = 72,0 m

| Φ (mm) | Q (m <sup>3</sup> /s) | J (m/m) | ΔH (m) | NA min |
|--------|-----------------------|---------|--------|--------|
| 300    | 2,83                  | 0,023   | 1,656  | 475,46 |
| 400    | 1,59                  | 0,006   | 0,432  | 474,23 |
| 500    | 1,02                  | 0,002   | 0,144  | 473,94 |

Ø ADOADO = 500 mm

NA min = 473,94

Pelo gráfico cota X volume VOL MIN = 0,65 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

$$VOL MIN / VOL MAX = 0,65 \times 10^6 / 7,46 \times 10^6 = 8,7\%$$

Consideram-se os resultados satisfatórios no que diz respeito à localização da tomada d'água quanto a escolha da tubulação, e de suas dimensões

000095



9.6 - TOMADA D'ÁGUA - CÁLCULO DA TORRE

000096

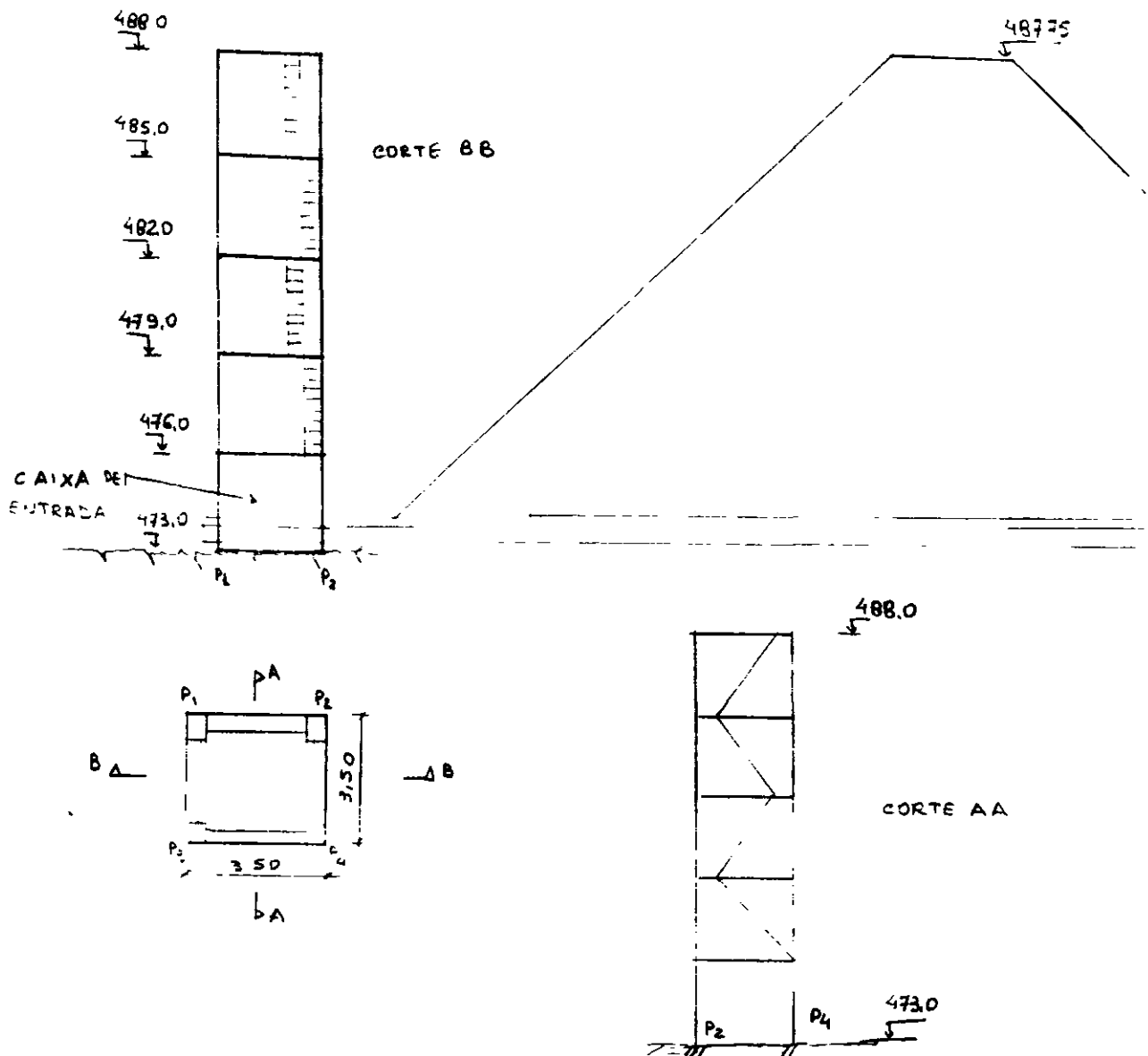




|         |                    |       |                 |         |                                    |                |
|---------|--------------------|-------|-----------------|---------|------------------------------------|----------------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA   |       |                 | Assunto | TOMADA D'ÁGUA / ESTRUTURA DA TORRE |                |
| Cálculo | Cristina / Ribamar | Visto | <i>ilobezah</i> | Data    | AGOSTO/88                          | Folha 01 de 30 |

I- TORRE DA TOMADA D'ÁGUA

A torre da tomada d'água da Barragem Cruzeta deve atingir a cota 488,0m, partindo da cota 473,0m, tendo portanto 15,0m de altura, e ser concebida conforme mostrada abaixo

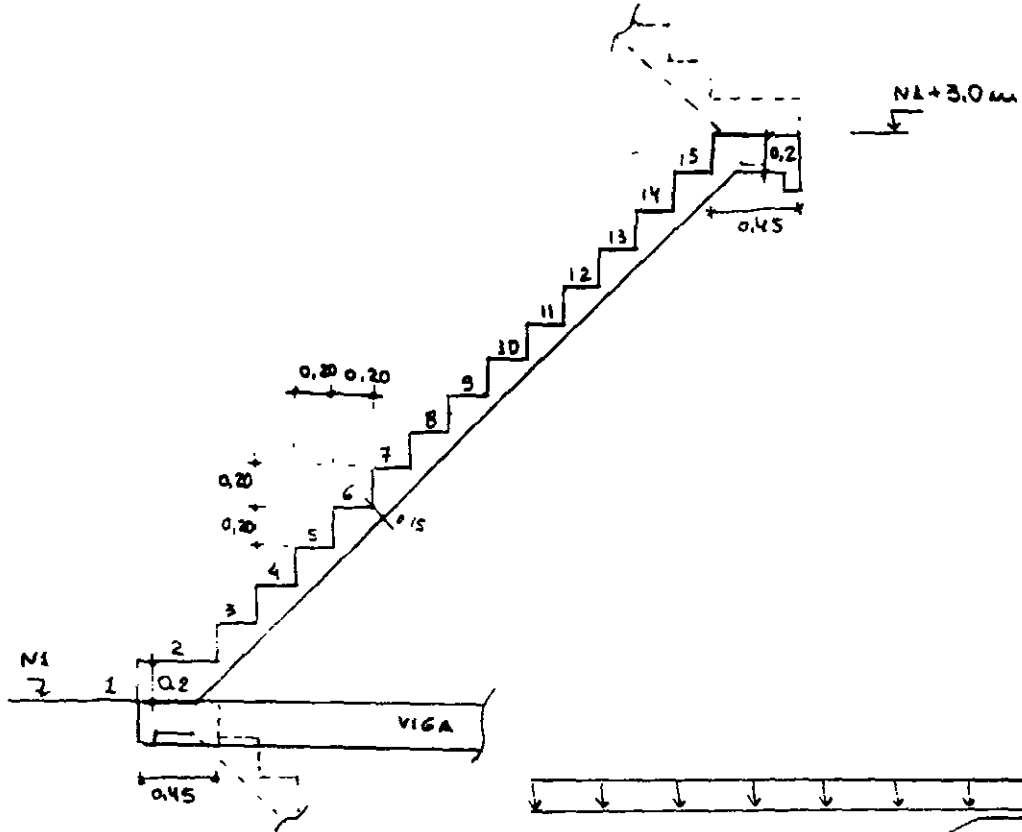


000097

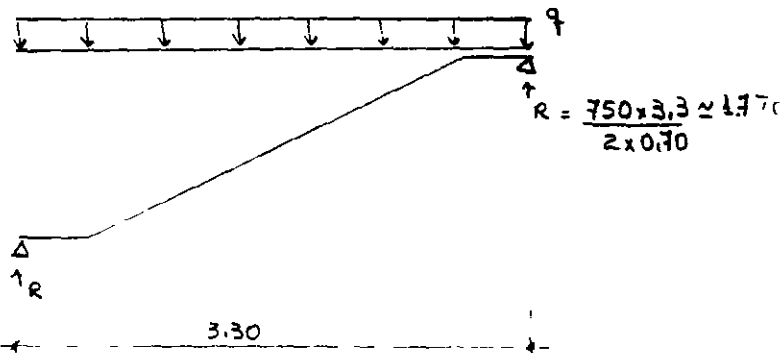


|         |                    |  |       |          |                                    |       |             |
|---------|--------------------|--|-------|----------|------------------------------------|-------|-------------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA   |  |       | Assunto  | TOMADA D'ÁGUA / ESTRUTURA DA TORRE |       |             |
| Cálculo | CRISTINA / RIBAMAR |  | Visto | M. S. S. |                                    | Data  | AGOSTO / 88 |
|         |                    |  |       |          |                                    | Folha | 02 de 30    |

ESCADA - FORMA ( b = 0,70 m )



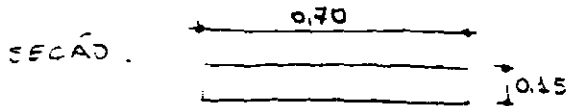
- Cálculo de q
- sobrecarga - 200
- peso próprio -  $\frac{550}{750 \text{ kg/m}}$



$$R = \frac{750 \times 3,3}{2 \times 0,70} \approx 1770$$

- Momento máximo .  $M = q l^2 / 8 = 1020 \text{ kgm} = \frac{750 \times 3,3^2}{8}$

$$M_d = 1428 \text{ kgm}$$



$$A_s = 2,95 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 2,25 \text{ cm}^2$$

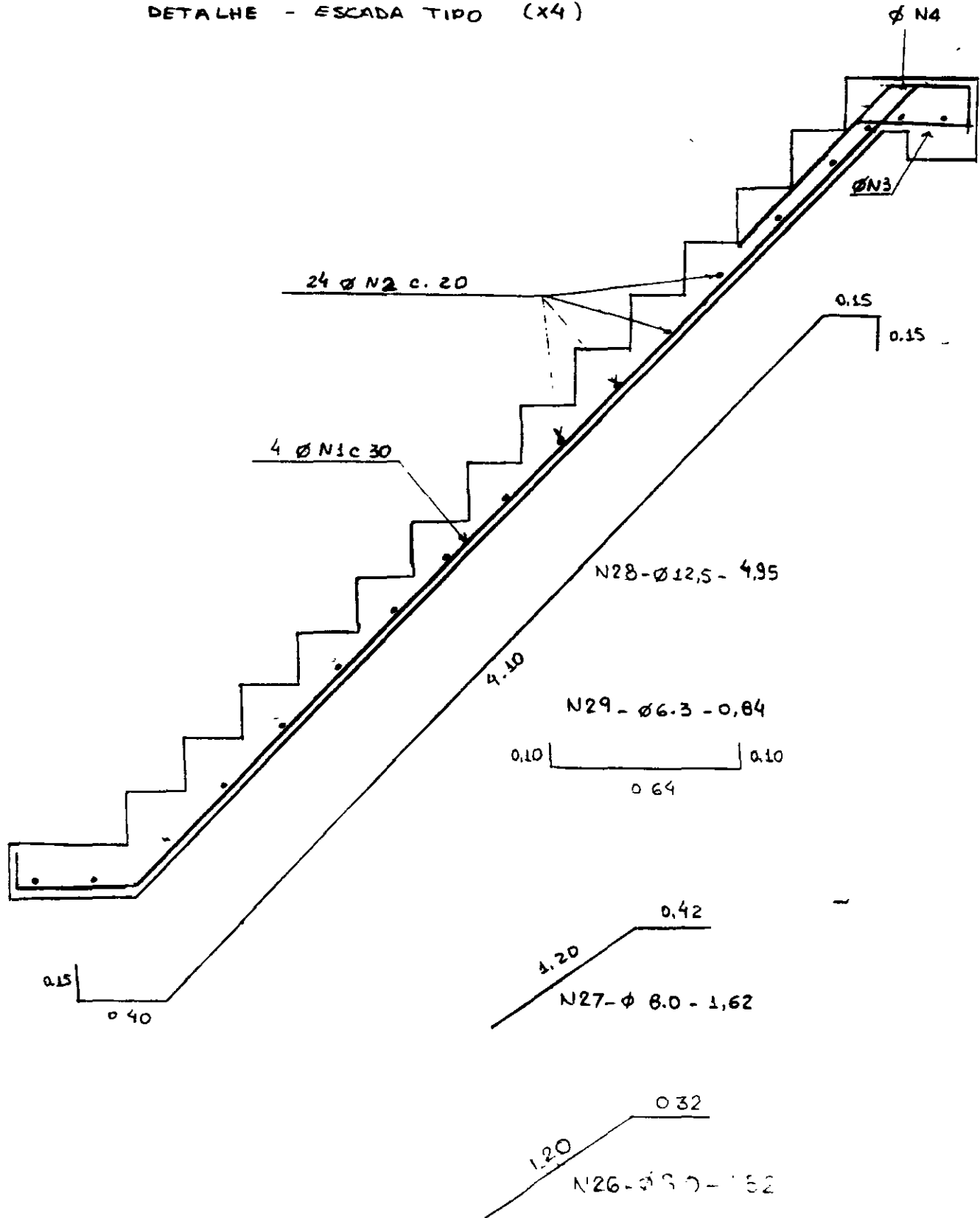
Ø ADOPTADO = Ø 12,5 C. 30

000098



|         |                    |       |         |         |                                    |                |
|---------|--------------------|-------|---------|---------|------------------------------------|----------------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA   |       |         | Assunto | TOMADA D'ÁGUA / ESTRUTURA DA TORRE |                |
| Cálculo | Cristina / Ribamar | Visto | Mobilio | Data    | AGOSTO / 98                        | Folha 03 de 30 |

DETALHE - ESCADA TIPO (x4)



000009



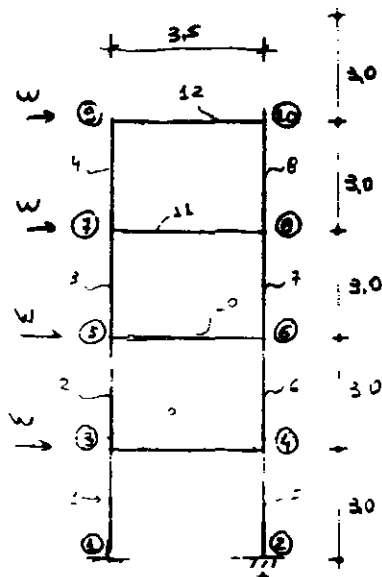
|         |                    |       |         |         |                                    |       |          |
|---------|--------------------|-------|---------|---------|------------------------------------|-------|----------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA   |       |         | Assunto | TOMADA D'AGUA - ESTRUTURA DA TORRE |       |          |
| Cálculo | Cristina / Ribamar | Visto | Mosserl | Data    | AGOSTO/88                          | Folha | 04 de 30 |

- Efeito do vento -

O efeito do vento foi considerado segundo a Norma Brasileira da ABNT, e seu efeito calculado supondo-se pórtico plano, através do modelo de estruturas reticuladas.

A hipótese inicial foi a de que a estrutura estaria totalmente descarregada, estando somente sob o efeito do vento. Na segunda hipótese considerou-se todas as cargas atuando, sem o efeito do vento. A listagem de saída do computador para a 1ª hipótese encontra-se a seguir.

Pórtico considerado





|                  |         |                                    |          |
|------------------|---------|------------------------------------|----------|
| Obra             |         | Assunto                            |          |
| BARRAGEM CRUZETA |         | TOMADA D'AGUA / ESTRUTURA DA TORRE |          |
| Cálculo          | Visto   | Data                               | Folha    |
| CRISTINA/RIBAMAR | MOSER L | AGOSTO/88                          | 05 de 30 |

ANALISE DE PORTICOS PLANOS

DADOS DA ESTRUTURA

|    |    |    |    |     |            |
|----|----|----|----|-----|------------|
| M  | N  | NJ | NR | NRJ | E          |
| 12 | 24 | 10 | 6  | 2   | 1400000.00 |

COORDENADAS DOS NÓS

|    |      |       |
|----|------|-------|
| NO | X    | Y     |
| 1  | 0.00 | 0.00  |
| 2  | 3.50 | 0.00  |
| 3  | 0.00 | 3.00  |
| 4  | 3.50 | 3.00  |
| 5  | 0.00 | 6.00  |
| 6  | 3.50 | 6.00  |
| 7  | 0.00 | 9.00  |
| 8  | 3.50 | 9.00  |
| 9  | 0.00 | 12.00 |
| 10 | 3.50 | 12.00 |

DESIGNACOES E PROPRIEDADES DOS MEBROS

|        |    |    |      |      |      |      |      |
|--------|----|----|------|------|------|------|------|
| MEMBRO | JJ | JK | AX   | Iz   | L    | CX   | CY   |
| 1      | 1  | 3  | 0.09 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 1.00 |
| 2      | 3  | 5  | 0.09 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 1.00 |
| 3      | 5  | 7  | 0.09 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 1.00 |
| 4      | 7  | 9  | 0.09 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 1.00 |
| 5      | 2  | 4  | 0.09 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 1.00 |
| 6      | 4  | 6  | 0.09 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 1.00 |
| 7      | 6  | 8  | 0.09 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 1.00 |
| 8      | 8  | 10 | 0.09 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 1.00 |
| 9      | 3  | 4  | 0.06 | 0.00 | 3.50 | 1.00 | 0.00 |
| 10     | 5  | 6  | 0.06 | 0.00 | 3.50 | 1.00 | 0.00 |
| 11     | 7  | 8  | 0.06 | 0.00 | 3.50 | 1.00 | 0.00 |
| 12     | 9  | 10 | 0.06 | 0.00 | 3.50 | 1.00 | 0.00 |

RESTRICOES DE NO

|    |        |        |        |
|----|--------|--------|--------|
| NO | REST.X | REST.Y | REST.Z |
| 1  | 1      | 1      | 1      |
| 2  | 1      | 1      | 1      |

DADOS DE CARGA

|     |     |
|-----|-----|
| NLJ | NLM |
|-----|-----|



|                    |         |                                    |          |
|--------------------|---------|------------------------------------|----------|
| Obra               |         | Assunto                            |          |
| BARRAGEM CRUZETA   |         | TOMADA D'AGUA / ESTRUTURA DA TORRE |          |
| Cálculo            | Visto   | Data                               | Folha    |
| CRISTINA / RIBAMAR | Mo Suel | AGOSTO/88                          | 06 de 30 |

ANALISE DE PORTICOS PLANOSACOES APLICADAS NOS NOS

(continua)

| NO | ACAO X | ACAO Y | ACAO Z |
|----|--------|--------|--------|
| 3  | 0.32   | 0.00   | 0.00   |
| 5  | 0.32   | 0.00   | 0.00   |
| 7  | 0.32   | 0.00   | 0.00   |
| 9  | 0.32   | 0.00   | 0.00   |

DESLOCAMENTOS DE NOS E REACOES DE APOIO

| NO | DESL.X    | DESL.Y    | DESL.Z    | REAC.X | REAC.Y | REAC.Z |
|----|-----------|-----------|-----------|--------|--------|--------|
| 1  | -0.000000 | 0.000000  | 0.000000  | -0.64  | -1.98  | 1.34   |
| 2  | 0.000000  | 0.000000  | 0.000000  | -0.64  | 1.98   | 1.34   |
| 3  | 0.003326  | 0.000047  | -0.001200 | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 4  | 0.003319  | -0.000047 | -0.001198 | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 5  | -0.007892 | 0.000077  | -0.001083 | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 6  | 0.007886  | -0.000077 | -0.001084 | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 7  | 0.011364  | 0.000092  | -0.000723 | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 8  | 0.011358  | -0.000092 | -0.000723 | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 9  | 0.013397  | 0.000096  | -0.000378 | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 10 | 0.013390  | -0.000096 | -0.000378 | 0.00   | 0.00   | 0.00   |

ACOES DE EXTREMIDADE DE MEMBRO

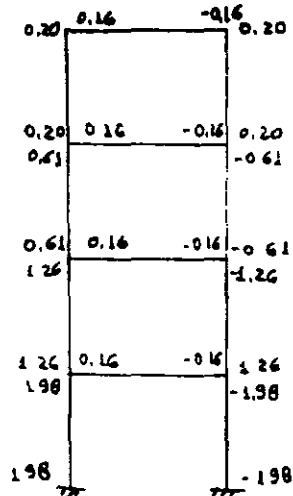
| MEMBRO | AM1    | AM2    | AM3    | AM4    | AM5    | AM6   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 1      | -1.978 | 0.641  | 1.339  | 1.978  | -0.641 | 0.58  |
| 2      | -1.255 | 0.480  | 0.683  | 1.255  | -0.480 | 0.76  |
| 3      | -0.613 | 0.320  | 0.367  | 0.613  | -0.320 | 0.59  |
| 4      | -0.199 | 0.160  | 0.131  | 0.199  | -0.160 | 0.35  |
| 5      | 1.978  | 0.639  | 1.336  | -1.978 | -0.639 | 0.58  |
| 6      | 1.255  | 0.480  | 0.684  | -1.255 | -0.480 | 0.76  |
| 7      | 0.613  | 0.320  | 0.366  | -0.613 | -0.320 | 0.59  |
| 8      | 0.199  | 0.160  | 0.131  | -0.199 | -0.160 | 0.35  |
| 9      | 0.159  | -0.723 | -1.266 | -0.159 | 0.723  | -1.27 |
| 10     | 0.160  | -0.642 | -1.123 | -0.160 | 0.642  | -1.12 |
| 11     | 0.160  | -0.414 | -0.725 | -0.160 | 0.414  | -0.72 |
| 12     | 0.160  | -0.199 | -0.349 | -0.160 | 0.199  | -0.35 |



|                    |          |                                    |          |
|--------------------|----------|------------------------------------|----------|
| Obra               |          | Assunto                            |          |
| BARRAGEM CRUZETA   |          | TOMADA D'AGUA / ESTRUTURA DA TORRE |          |
| Cálculo            | Visto    | Data                               | Folha    |
| CRISTINA / RIBAMAR | M. S. L. | AGOSTO / 88                        | 07 de 30 |

Os diagramas apresentados a seguir registram os esforços obtidos para a primeira hipótese:

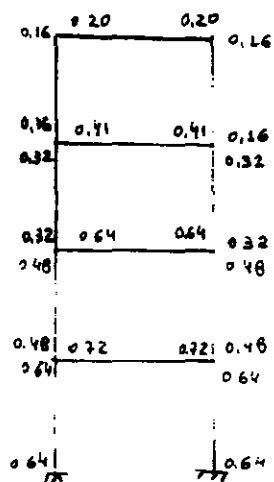
- a) ESFORÇO NORMAL . (+) tração  
 (-) compressão



• unidade - t

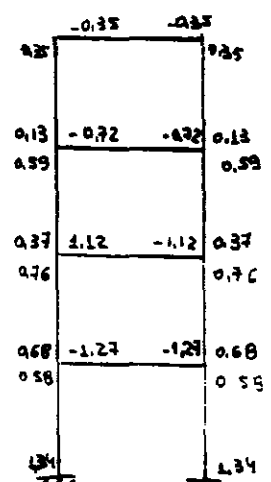
- b) ESFORÇO CORTANTE

• unidade - t



- c) MOMENTO FLETOR

• unidade - t.m





|         |                  |       |          |                                     |             |
|---------|------------------|-------|----------|-------------------------------------|-------------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA |       | Assunto  | TOMADA D'AGUA / ESTRUTURA LA - 2RFE |             |
| Cálculo | CRISTINA/RIBAMAR | Visto | M. S. 26 | Data                                | AGOSTO / 88 |
|         |                  |       |          | Folha                               | 08 de 30    |

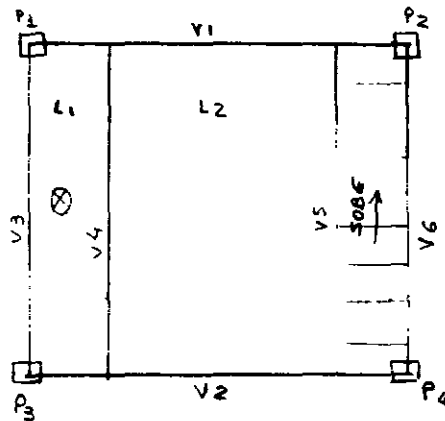
Verifica-se pelos dados de saída da estrutura que o deslocamento máximo no sentido  $y'$  (vertical) é de  $9 \times 10^{-3}$  cm, sendo, portanto desprezível.

A rotação máxima devido ao efeito da carga de vento é também desprezível, sendo da ordem de 0,2 cm.

O deslocamento máximo no sentido "x" é de 1,3 cm, estando abaixo do limite estabelecido pela Norma, que é de 3,43 cm. Segue cálculo das cargas sem interferência do vento.

- CÁLCULO DAS CARGAS

a) Pavimento Superior



Características

$f_{cx} > 150 \text{ Kg/cm}^2$

Acço - CA-50B

recobrimento - 3 cm

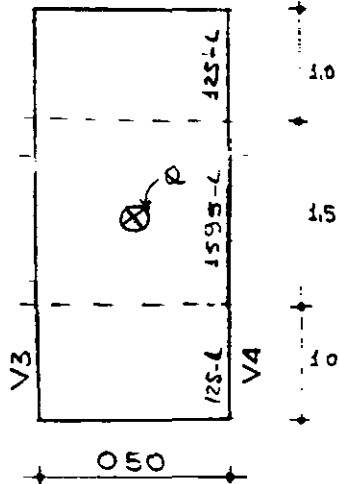




|         |                  |       |       |         |                                    |       |          |
|---------|------------------|-------|-------|---------|------------------------------------|-------|----------|
| Obra    | BARBAGEM CRUZETA |       |       | Assunto | TOMADA D'ÁGUA / ESTRUTURA DA TORRE |       |          |
| Cálculo | Cristina/Ribamar | Visto | Mozes | Data    | AGOSTO/88                          | Folha | 09 de 30 |

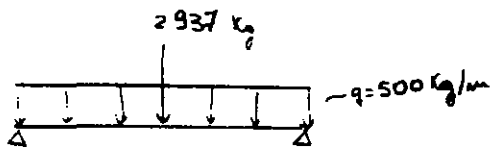
- LAJE - L1 (apoio do mauco)  $e = 10\text{ cm}$

- sobrecarga - 200
- p próprio -  $\frac{300}{500\text{ Kg/m}^2}$



Carga Q:

- comporta + haste + aparelho = 777 Kg
- ateto = 2160 Kg
- Q fechamento = 1383 Kg
- Q abertura = 2937 Kg



$R = 1593,5$  e  $M_{\text{máx}} = 385\text{ Kg}\cdot\text{m}$

$\tau_R$

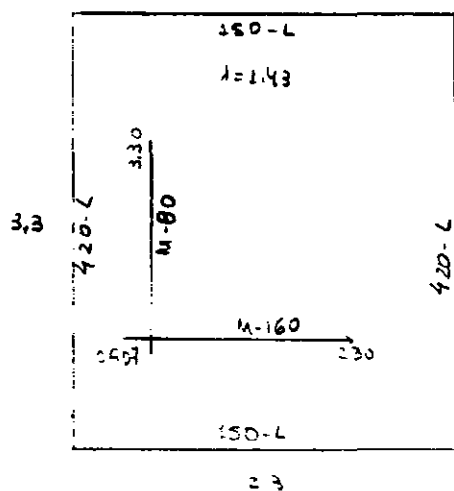
$M_d = 539\text{ Kg}\cdot\text{m}$  →

$d_{\text{mín}} = 4,5\text{ cm}$  →  $A_s = 1,90\text{ cm}^2/\text{m}$

$A_{s_{\text{mín}}} = 180\text{ cm}^2/\text{m}$

$\phi 63 \text{ c } 16$

- LAJE L2 -  $e = 10\text{ cm}$



Cálculo de q:

- sobrecarga - 200
- p. próprio -  $\frac{250}{450\text{ Kg/m}^2}$

$M_x = 160\text{ Kg}\cdot\text{m}$  →  $A_{s_x} = 0,80$

$M_y = 89\text{ Kg}\cdot\text{m}$  →  $A_{s_y} = 0,40$

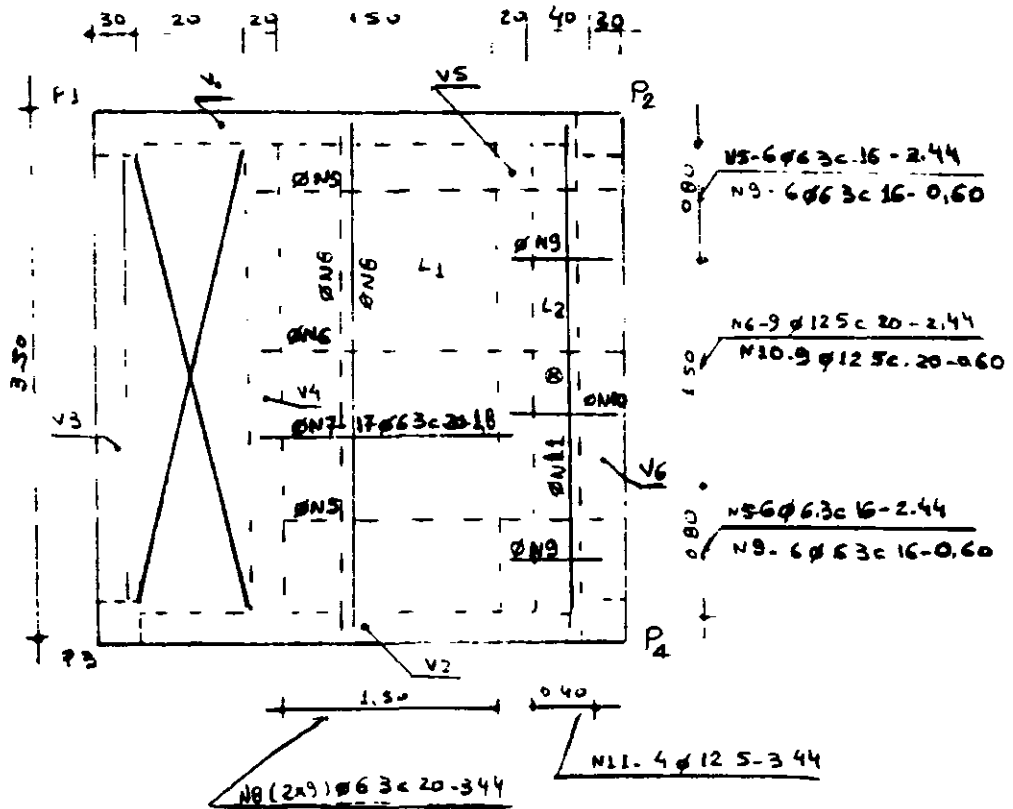
$A_{s_{\text{mín}}} = 1,15\text{ cm}^2/\text{m}$  →  $\phi 63 \text{ c } 20$



|         |                   |       |             |         |                                    |       |          |
|---------|-------------------|-------|-------------|---------|------------------------------------|-------|----------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA  |       |             | Assunto | TOMADA D'AGUA / ESTRUTURA DA TORRE |       |          |
| Cálculo | Cristina / RBAMER | Visto | M. G. S. L. | Data    | AGOSTO / 88                        | Folha | 10 de 30 |

# DIMENSIONAMENTO LAJES

## LAJE L1 E LAJE L2

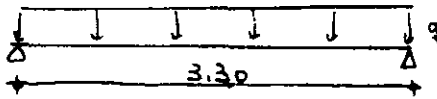




|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| Obra<br><b>BARRAGEM CRUZETA</b>      | Assunto<br><b>TOMADA D'ÁGUA / ESTRUTURA DA TORRE</b> |
| Cálculo<br><b>CRISTINA / RIBAMAR</b> | Visto<br><b>Mosimbo</b>                              |
| Data<br><b>AGOSTO/88</b>             | Folha<br><b>11 de 30</b>                             |

- VIGAS

V6 - 20x30



$R = 415 \text{ Kg}$

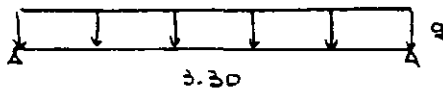
$M_{\text{máx}} = 340 \text{ Kg}$

cálculo de q

- sobrecarga 100

- p proprio  $\frac{150}{250} \text{ Kg/m}$

V5 - 20x30



$R = 340 \text{ Kg}$

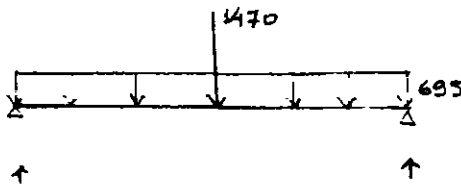
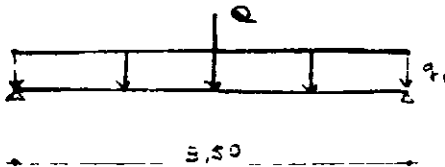
$M_{\text{máx}} = 780 \text{ Kg}$

cálculo de q:

- sobrecarga 420 - L

- p proprio  $\frac{150}{570} \text{ Kg/m}$

V4 - 20x30



$R = 695 \text{ Kg}$

$M_{\text{máx}} = 2350 \text{ Kg}$

$q_1$  sobr  $\frac{420 - L}{125 - L}$   
 p p  $\frac{150 - 1}{695} \text{ Kg/m}$

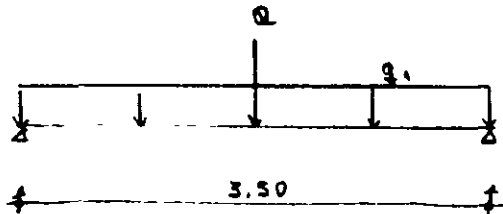
$Q = 0,5 \times \text{carga manual}$

$Q = 0,5 \times 2937 \approx 1470 \text{ Kg}$



|                  |                  |           |          |         |                                    |  |
|------------------|------------------|-----------|----------|---------|------------------------------------|--|
| Obra             | BARRAGEM CRUZETA |           |          | Assunto | TOMADA D'AGUA / ESTRUTURA DA TORRE |  |
| Cálculo          | Visto            | Data      | Folha    |         |                                    |  |
| CRISTINA/RIBAMAR | M. S. 02/06      | AGOSTO/88 | 12 de 30 |         |                                    |  |

V3. - 20x30



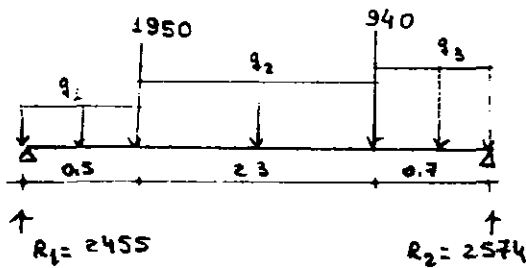
$R = 1.220 \text{ kg}$

$M_{max} = 1710 \text{ kgm}$

$q_1$  - sobrecarga. 125 - L  
 p próprio  $\frac{150 - V}{275} \text{ kg/m}$

$Q$  - 0.50 x carga manual  
 $Q = 1470 \text{ kg}$

V1 - 20x30



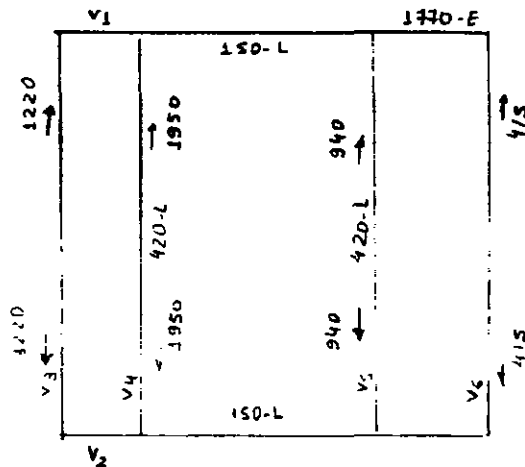
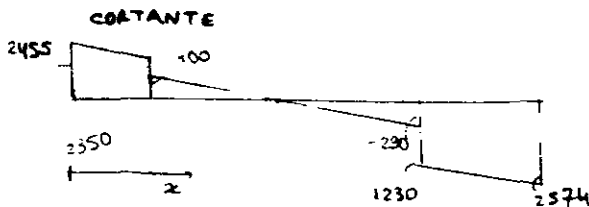
$q_1$  - sobrecarga 60 - L  
 p próprio  $\frac{150 - V}{210}$

$q_2$  - sobrecarga 150 - L  
 p próprio  $\frac{150 - V}{300}$

$q_3$  - sobrecarga 1770 - E  
 p próprio  $\frac{150 - V}{1920}$

para  $x = 1.033$

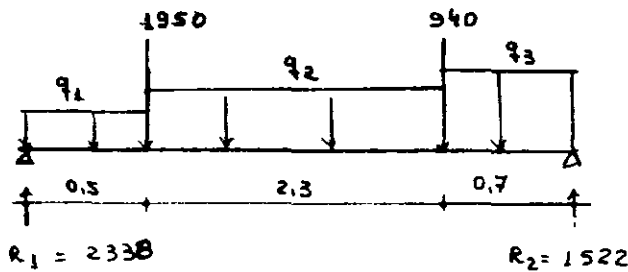
$M_{max} = 1470 \text{ kgm}$





|                    |                                    |             |          |
|--------------------|------------------------------------|-------------|----------|
| Obra               | Assunto                            |             |          |
| BARRAGEM CRUZETA   | TOMADA D'ÁGUA / ESTRUTURA DA TORRE |             |          |
| Cálculo            | Visto                              | Data        | Folha    |
| CRISTINA / RIBAMAR | Mosca L                            | AGOSTO / 88 | 13 de 30 |

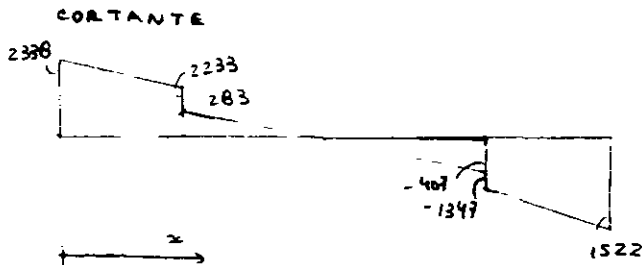
V2 (continuação)



$q_1$ : sobrecarga = 60 - L  
 p próprio =  $\frac{150 - V}{210}$  Kg/m

$q_2$ : sobrecarga = 150 - L  
 p próprio =  $\frac{150 - V}{300}$  Kg/m

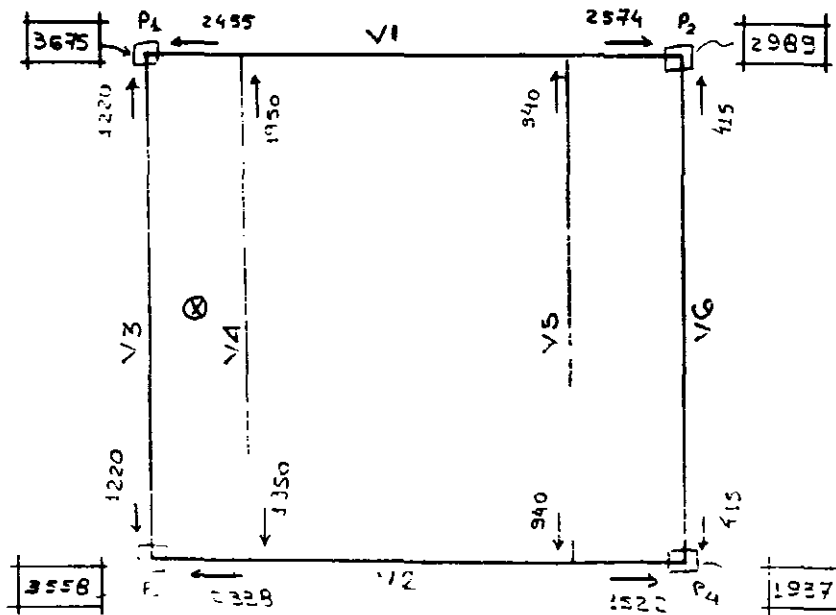
$q_3$ : sobrecarga = 100 - eventual  
 $\frac{150 - V}{250}$  Kg/m



para  $z = 1.443$

$M_{max} = 1.260$  Kg-m

- A situação do pavimento superior é, portanto:

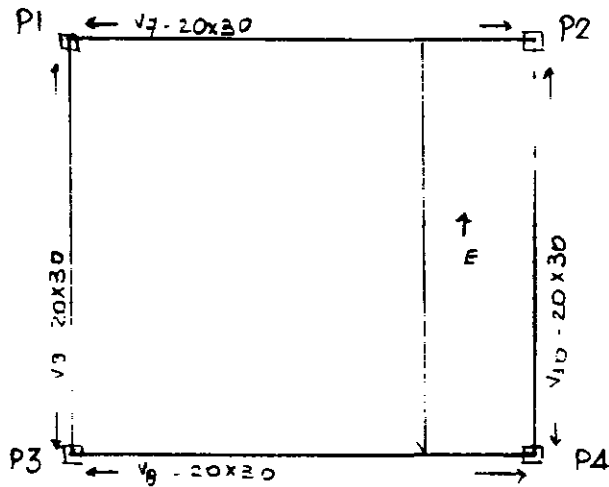


000109

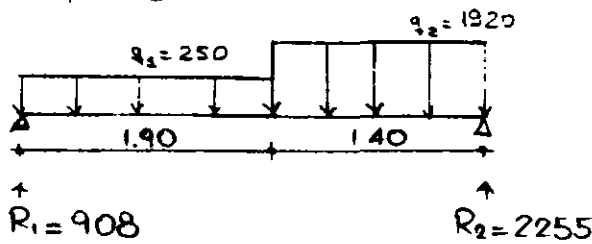


|                  |                                    |         |          |
|------------------|------------------------------------|---------|----------|
| Obra             | Assunto                            |         |          |
| BARRAGEM CRUZETA | TOMADA D'AGUA / ESTRUTURA DA TORRE |         |          |
| Cálculo          | Visto                              | Data    | Folha    |
| CRISTINA/RIBAMAR | M. S. L.                           | 4605/88 | 24 de 30 |

Cálculo do pavimento - tipo



VIGAS - V7 = V8 (20x30)



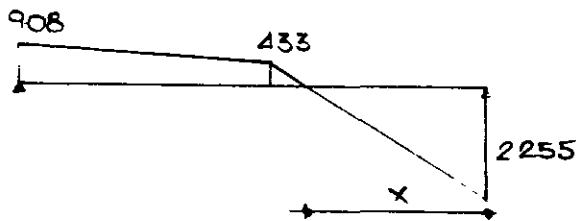
$$q_1 \text{ sobrecarga} = 300 - 20 \text{ int.}$$

$$p \text{ proprio} = \frac{150 - 1}{25}$$

$$q_2 \text{ sobrecarga} = 1770 - 1$$

$$p \text{ proprio} = \frac{150 - 1}{220}$$

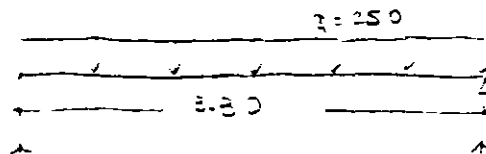
CORTANTE



$$X = 1,17 \text{ m}$$

$$M_{\text{max}} = 1324 \text{ kg m}$$

VIGAS V9 = V10 (20x30)



$$q \text{ sobrecarga} = 300 - 20 \text{ int.}$$

$$p \text{ proprio} = \frac{150 - 1}{250}$$

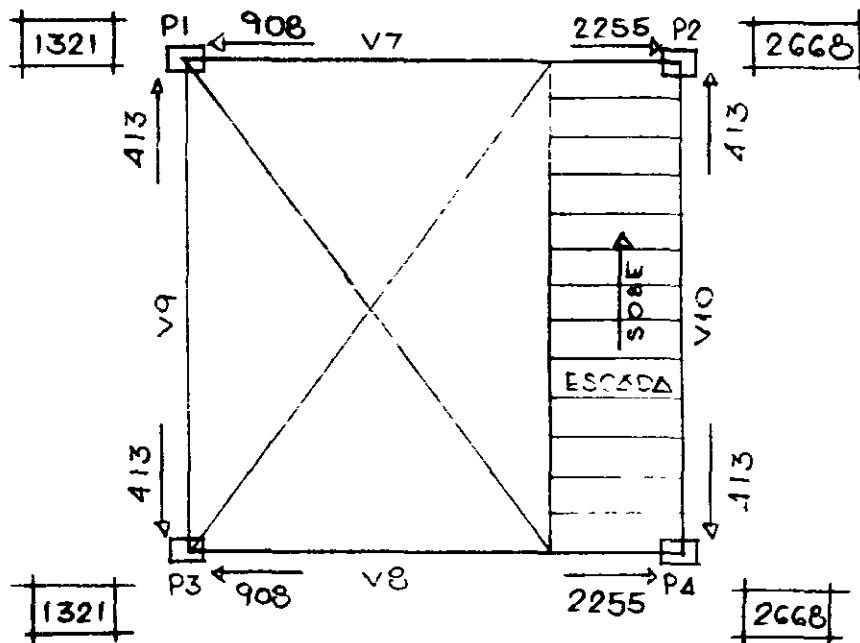
$$R = 413$$

$$M_{\text{max}} = 340 \text{ kgm}$$



|                             |                                    |                   |                   |
|-----------------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Obra<br>BARRAGEM RIJETA     | Assunto<br>OMACA CAROL - ESTRUTURA |                   |                   |
| Cálculo<br>CRISTINA/RIBAMAR | Visto<br>Aosm                      | Data<br>AGOSTO/88 | Folha<br>15 de 30 |

2. SITUAÇÃO DO CIMENTAMENTO TIPO É.



CONVEM SAIENTAR QUE, DEPENDENDO DO NÚMERO DE ANDAR, AS POSIÇÕES DAS CARGAS SE INVERTERÃO, TORNANDO P3 E P4 COM AS MAIORES CARGAS E P1 E P2 COM AS MENORES. ISTO CONDIÇÃO EM FUNÇÃO DA POSIÇÃO DA ESCADA EM RELAÇÃO ÀS VIGAS DE APOIO.



|                             |                                      |                   |                   |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Obra<br>BARRAGEM COZELZ     | Assunto<br>TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA |                   |                   |
| Cálculo<br>CRISTINA/RIBAMAR | Visto<br>MoScaLo                     | Data<br>AGOSTO/88 | Folha<br>16 de 30 |

O QUADRO ABAIXO INDICA TODOS OS ESFORÇOS NORMAL, CORTANTE E MOMENTO FLETOR PARA AS VIGAS, BEM COMO APRESENTA AS SEÇÕES DE AÇO PARA OS ESFORÇOS CORRESPONDENTES

| VIGA<br>20x30 | N <sub>v</sub> | V <sub>v</sub> <sup>MAX</sup> | V <sub>s</sub> <sup>MAX</sup> | V <sub>TOTAL</sub> | M <sub>v</sub> <sup>MAX</sup> | M <sub>s</sub> <sup>MAX</sup> | M <sub>TOTAL</sub> | A <sub>s</sub> | A <sub>sw</sub> |
|---------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------|-----------------|
| V1            | 160            | 200                           | 2574                          | 2774               | 350                           | 1470                          | 1820               | 2.71           | 3.80            |
| V2            | 160            | 200                           | 2574                          | 2774               | 350                           | 1470                          | 1820               | 2.71           | 3.80            |
| V3            | 160            | 200                           | 1220                          | 1420               | 350                           | 1710                          | 2060               | 3.07           | 1.95            |
| V4            | —              | —                             | 1950                          | 1950               | —                             | 2350                          | 2350               | 3.50           | 2.67            |
| V5            | —              | —                             | 940                           | 940                | —                             | 780                           | 780                | 1.16           | 1.29            |
| V6            | 160            | 200                           | 415                           | 615                | 350                           | 340                           | 690                | 1.03           | 0.84            |
| V7            | 160            | 720                           | 2255                          | 2975               | 1270                          | 1324                          | 2594               | 3.44           | 4.08            |
| V8            | 160            | 720                           | 2255                          | 2975               | 1270                          | 1324                          | 2594               | 3.44           | 4.08            |
| V9            | 160            | 720                           | 413                           | 1133               | 1270                          | 340                           | 1610               | 2.40           | 1.55            |
| V10           | 160            | 720                           | 413                           | 1133               | 1270                          | 340                           | 1610               | 2.40           | 1.55            |

CONVENÇÕES :

- N<sub>v</sub> : ESFORÇO NORMAL DEVIDO AO EMPHO (kg)
- V<sub>v</sub> : ESFORÇO CORTANTE DEVIDO AO EMPHO (kg)
- V<sub>s</sub> : ESFORÇO CORTANTE DEVIDO AS SOBRECARGAS (kg)
- M<sub>v</sub> : ESFORÇO MOMENTO FLETOR DEVIDO AO EMPHO (kg.m)
- M<sub>s</sub> : ESFORÇO MOMENTO FLETOR DEVIDO AS SOBRECARGAS (kg.m)
- A<sub>s</sub> : SEÇÃO DE AÇO PARA MOMENTO FLETOR (cm<sup>2</sup>)





|                             |                                      |                   |                   |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Obra<br>BARRAGEM CRUZETA    | Assunto<br>TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA |                   |                   |
| Cálculo<br>CRISTINA/RIGAMAR | Visto<br>Mo Seab                     | Data<br>AGOSTO/88 | Folha<br>17 de 30 |

ASW: SEÇÃO DE AÇO PARA ESFORÇO CORTANTE (ESTRIBOS)  $\frac{cm^2}{m}$

$$A_s = \frac{M_d}{\alpha \times d} ; M_d = 1.4 M , A_{s_{min}} = 0.9 cm^2$$

$$A_{sw} = \frac{1.15 \cdot V_d}{f_{yd} \cdot d} ; f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1.15} , V_d = 1.4 V$$

VALORES ADOTADOS:

$$f_{ck} = 150 kg/cm^2$$

$$f_{yk} = 5000 kg/cm^2 \text{ (AÇO CA 50B)}$$

RECOBRIMENTO - 3cm.

RESUMO DA FERRAGEM A SER ADOTADA PARA AS VIGAS:

$$V1 = V2 - 20 \times 30 : A_s = 2.71 (3\phi 12.5), A'_s = 0.90 (3\phi 6.3), A_{sw} = 3.80 (20\phi 6.3 c 15)$$

$$V3 = V4 - 20 \times 30 : A_s = 3.50 (4\phi 12.5), A'_s = 1.17 (3\phi 6.3), A_{sw} = 2.67 (15\phi 6.3 c 20)$$

$$V5 = V6 - 20 \times 30 : A_s = 1.16 (2\phi 12.5), A'_s = 0.40 (2\phi 6.3), A_{sw} = 1.29 (15\phi 6.3 c 20)$$

$$V7 = V8 - 20 \times 30 : A_s = 3.44 (4\phi 12.5), A'_s = 1.15 (3\phi 6.3), A_{sw} = 4.08 (23\phi 6.3 c 13)$$

$$V9 = V10 - 20 \times 30 : A_s = 2.40 (3\phi 12.5), A'_s = 0.8 (2\phi 6.3), A_{sw} = 1.55 (15\phi 6.3 c 20)$$

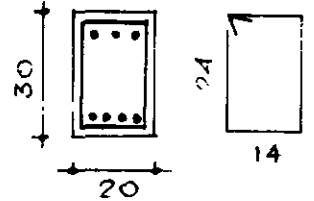
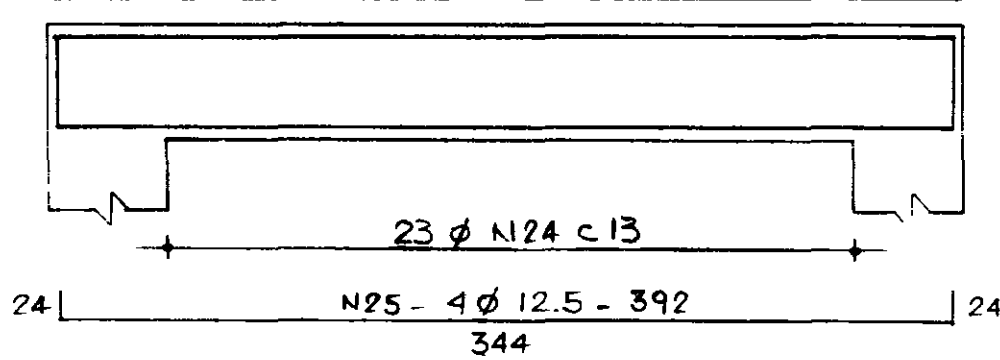


|                             |   |                   |                   |
|-----------------------------|---|-------------------|-------------------|
| Obra<br>BARRAGEM COZETA     | Assunto<br>TOMADA D'AGUA - ESTACIONAMENTO |                   |                   |
| Cálculo<br>CRISTINA/RIBAMAR | Visto<br>4/6/88                           | Data<br>AGOSTO/88 | Folha<br>18 de 30 |

### DETALHES DAS VIGAS

V1 = V2 = V7 = V8 - 20x30

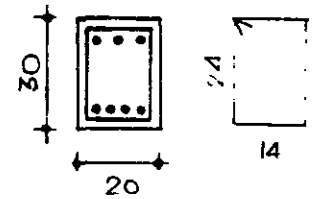
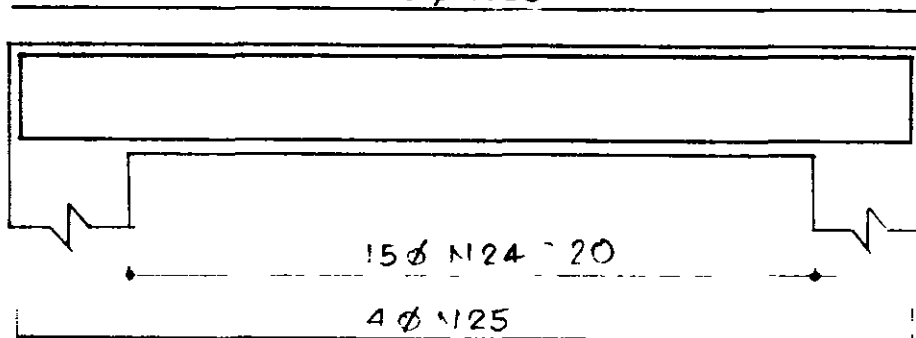
N23 - 3  $\phi$  6.3 - 344



N24 - 20  $\phi$  6.3 c15 - 20

V3, V4 = V9 = V10 - 20x50

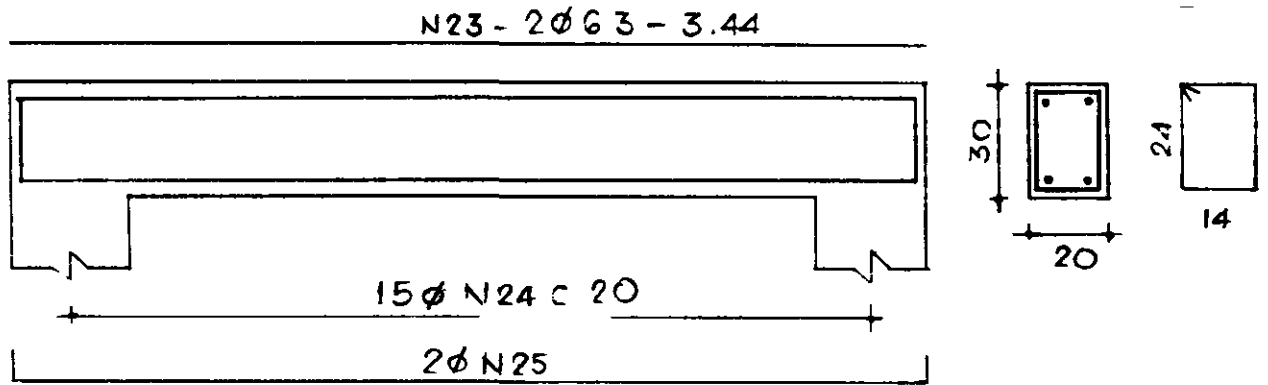
3  $\phi$  N23





|         |                  |         |                           |
|---------|------------------|---------|---------------------------|
| Obra    | BARRAGEM ROZETA  | Assunto | TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA |
| Cálculo | CRISTINA/RIBAMAR | Visto   | Mosca                     |
|         |                  | Data    | AGOSTO/88                 |
|         |                  | Folha   | 19 de 30                  |

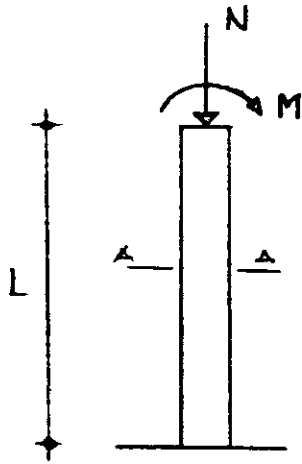
$V5 = \sqrt{6 - 20 \times 30}$





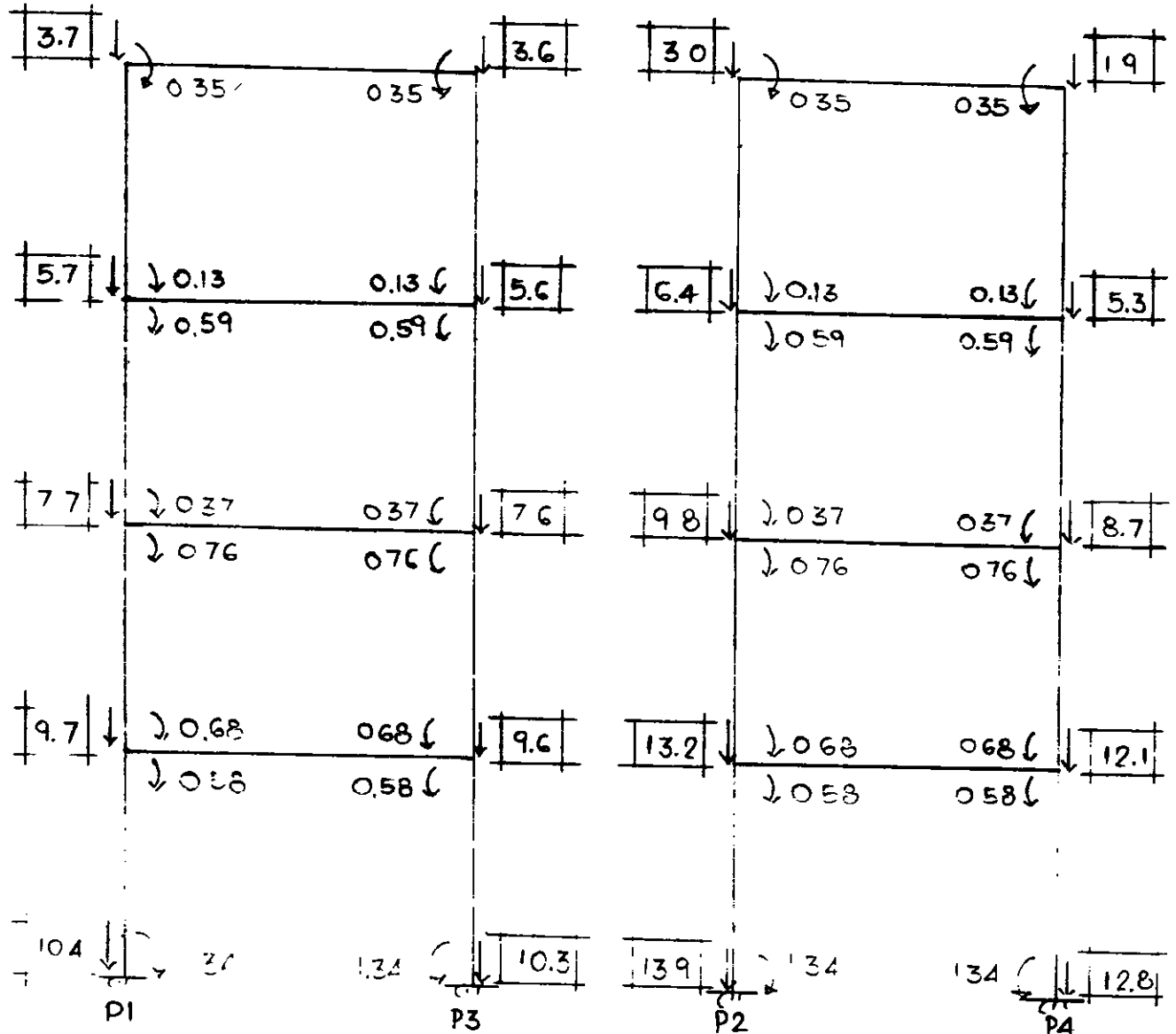
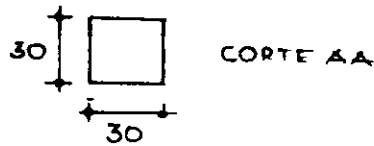
|                             |                                      |                   |                   |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Obra<br>BARRAGEM CROZETA    | Assunto<br>TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA |                   |                   |
| Cálculo<br>CRISTINA/RIBAMAR | Visto<br>MoSeab                      | Data<br>AGOSTO/88 | Folha<br>20 de 30 |

### DIMENSIONAMENTO DOS PILARES.



VERIFICAÇÃO DA ESBELTEZ:

$$\lambda = 346 \cdot \frac{L}{b} = 346 \cdot \frac{3,00}{0,30} = 346 < 40$$

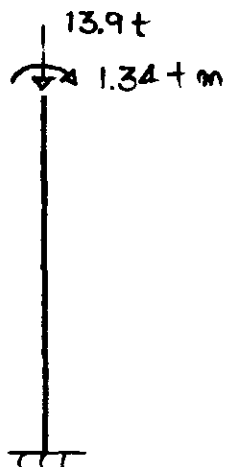


000116

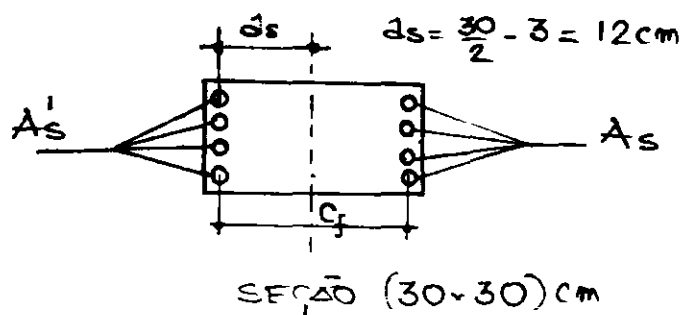


|                             |                                      |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| Obra<br>BARRAGEM CRUZETA    | Assunto<br>TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA |
| Cálculo<br>CRISTINA RIBAMAR | Visto<br>Moisés                      |
| Data<br>AGOSTO/88           | Folha<br>21 de 30                    |

TODOS OS PILARES SERÃO ANALISADOS PELO PILAR MAIS SOLICITADO - PILAR P2 :  $N = 115 t$ ,  $M = 1.34 t.m$



PRÉ-DIMENSIONAMENTO



### VERIFICAÇÃO DA EXCENTRICIDADE

$$e_a = \frac{h}{30} \geq 2 \text{ cm} ; e_a = \frac{30}{30} = 1 \text{ cm} < 2 \text{ cm} \rightarrow \Delta \text{ DO PASE: } e_a = 2 \text{ cm}$$

$$e_1 = \frac{M}{N} = \frac{1.34}{13.9} = 0.096 \text{ m} = 9.6 \text{ cm}$$

$$e_T = e_a + e_1 = 2 + 9.6 = 11.6 \text{ cm} ; e_0 = \frac{h}{6} = \frac{30}{6} = 5 \text{ cm}$$

$$e_T > e_0 \rightarrow \text{GRANDE EXCENTRICIDADE}$$

### DETERMINAÇÃO DO MOMENTO DE DIMENSIONAMENTO

$$M_s = N (e_1 + e_a + d_s) = 13.9 (0.096 + 0.02 + 0.12) = 3.28 \text{ t.m}$$

$$M_{sd} = 1.4 M_s = 1.4 \times 3.28 = 4.59 \text{ t.m}$$

$$M_{in} = \mu_1 b d^2 f_{cd} ; f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1.4} = \frac{150}{1.4} = 107, \mu_1 = \frac{f}{f_{ck}} (24508) = 0.256$$

$$M_{in} = 0.256 \times 30 \times 24^2 \times 107 = 473334 \text{ kg.cm} = 4.73 \text{ t.m}$$



|                             |                                     |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| Obra<br>BARRAGEM COZETA     | Assunto<br>TOMADA D'ÁGUA - ESTÁTICA |
| Cálculo<br>CRISTINA/RIBAMAR | Visto<br>Mosenl                     |
| Data<br>AGOSTO/88           | Folha<br>22 de 30                   |

DETERMINAÇÃO DAS SEÇÕES DE FERRO  $A_s$  E  $A'_s$

$M_{sd} < M_{id} \rightarrow A'_s = 0.$

$\mu = \frac{M_{sc'}}{b d^2 f_{cd}} = \frac{4.59}{0.30 \cdot 0.24^2 \cdot 1070} = 0.248 \rightarrow \eta \approx 0.824$

$A_s = \frac{1}{f_{yd}} \left( \frac{M_{sc'}}{\eta} - N_{id} \right); \quad \eta = \eta_c = 0.824 \cdot 0.24 = 0.198$

$A_s = \frac{1}{5/115} \left( \frac{4.59}{0.198} - 13.9 \right) = 2.13 \text{ cm}^2$

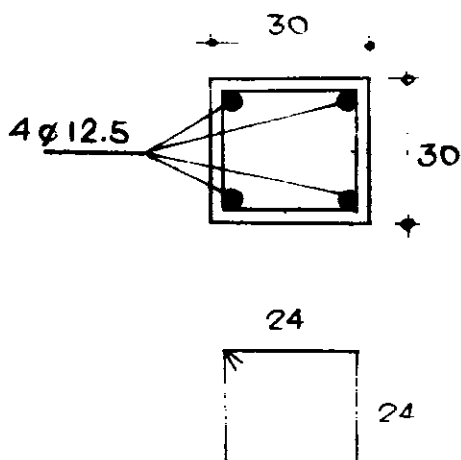
$A_{s_{MÍN}} = 0.5\% A_c = 0.005 \cdot 30 \cdot 30 = 4.5 \text{ cm}^2 > A_s = 2.13$

ARMADURA LONGITUDINAL: 4  $\phi$  12.5

ESTRIBO: e = 12  $\phi$  = 12  $\cdot$  12.5 = 150 mm = 15 cm  $\rightarrow$  21  $\phi$  6.3 c 15 cm

DETALHE CONSTRUTIVO.

P1 = P2 = P3 = P4 (x4)

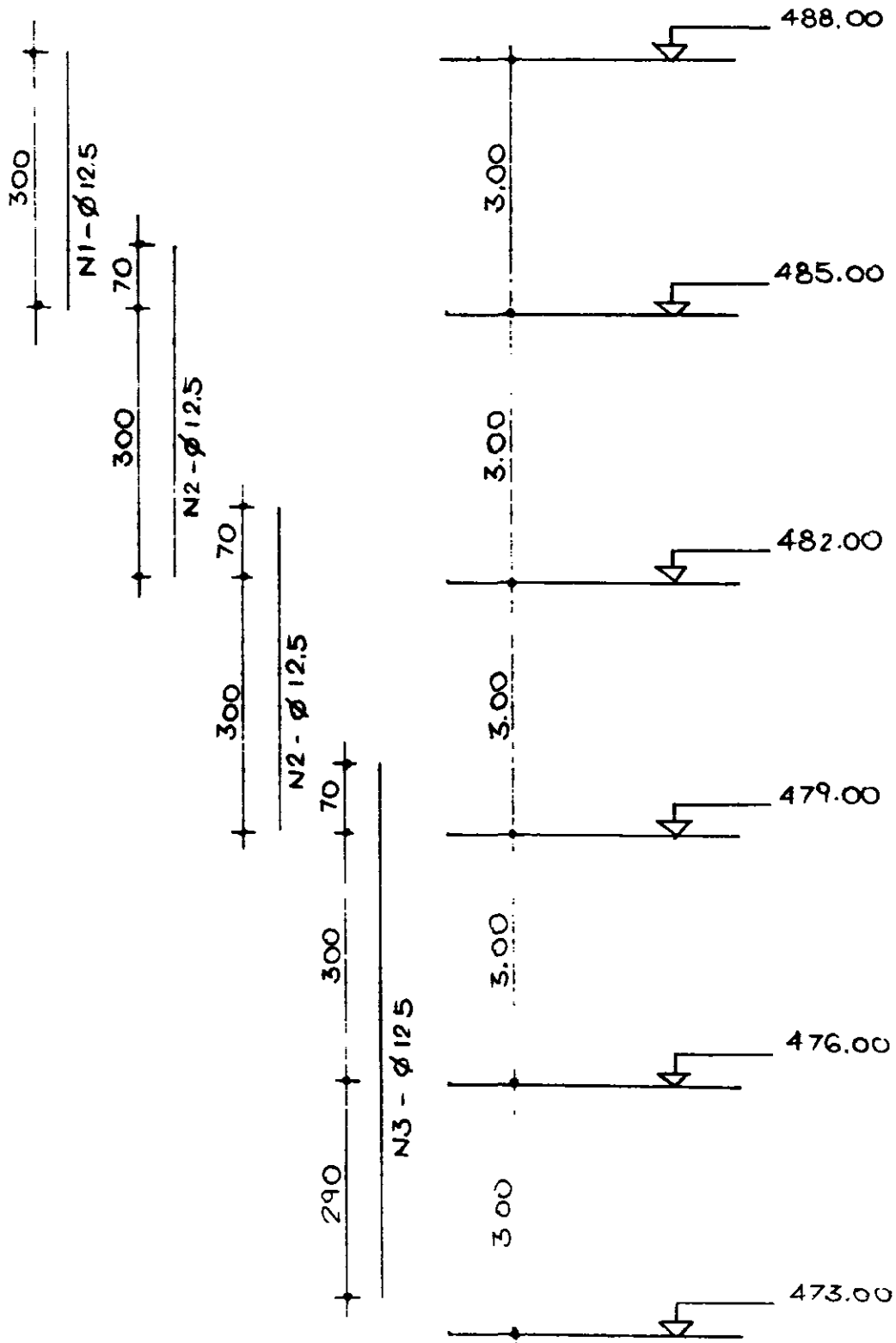


N4 - 21  $\phi$  6.3 c 15 cm



|                             |                                      |                   |                   |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Obra<br>BARRAGEM CRUZETA    | Assunto<br>TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA |                   |                   |
| Cálculo<br>CRISTINA/RIBAMAR | Visto<br>y/gscal                     | Data<br>AGOSTO/98 | Folha<br>23 de 30 |

ESQUEMA VERTICAL





|                              |                                      |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Obra<br>BARRAGEM CROZETA     | Assunto<br>TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA |
| Cálculo<br>CRISTINA RIBEIRAR | Visto<br>M. Seno b                   |
| Data<br>AGOSTO /88           | Folha<br>24 de 30                    |

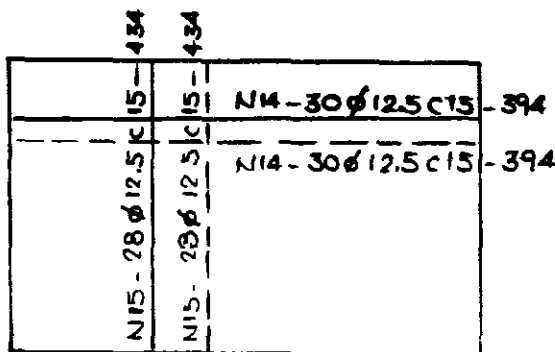
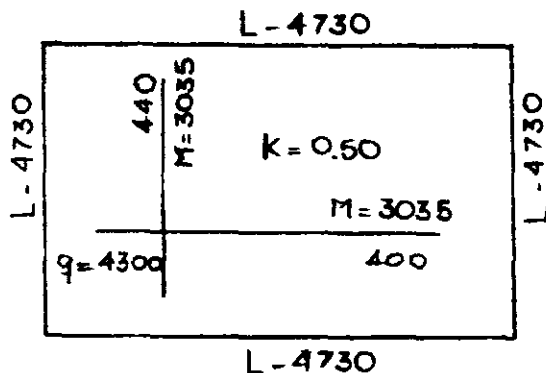
A CAIXA DE APOIO À ESTRUTURA TEM PAREDES DE 60 E 80 CM DE ESPESSURA E LAJES DE TAMPA E DE FUNDO COM 25 CM DE ESPESSURA.

A LAJE DE FUNDO SERÁ CALCULADA COM UMA CARGA DE 4000 kg/m<sup>2</sup>, INCLUINDO-SE NESTA, O PESO PRÓPRIO + SOBRECARGA + AÇÃO DO VENTO.

CONSIDERANDO QUE A CAIXA FUNCIONARÁ ABERTA EM UM DOS LADOS E QUE NÃO HÁ ATERRO SOBRE ELA, A CARGA SOBRE AS PAREDES TENDE A O (ZERO).

ATENÇÃO ESPECIAL DEVE SER DADA NAS CHEGADAS DOS PILARES.

LAJE DE FUNDO. - e = 25 cm



Peso Próprio = 625  
 SOBRECARGA = 150  
 AÇÃO DO VENTO = 3500  
 4275 kg/m<sup>2</sup>

$A_s = 494 \text{ cm}^2/\text{m}$

$A_{s\text{MIN}} = 0.15\% \cdot b \cdot h = 3.75 \text{ cm}^2/\text{m} < A_s$

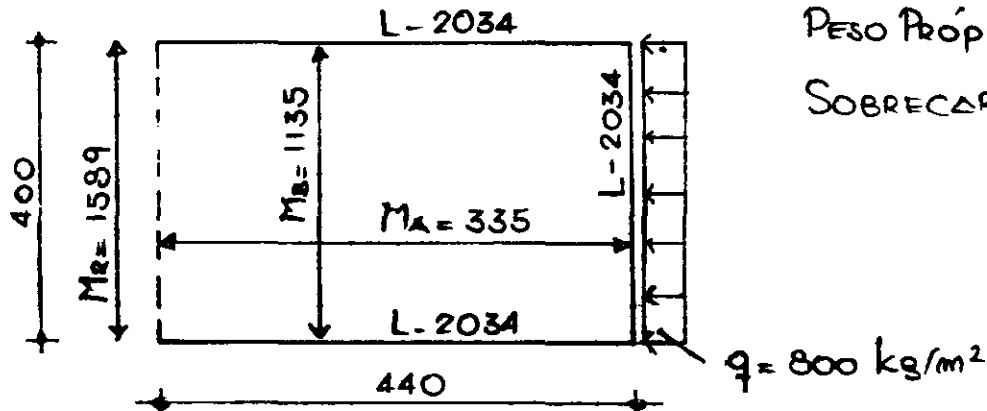
Ø 12.5 C 15





|                             |                                      |                   |                   |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Obra<br>BARRAGEM CRUZETA    | Assunto<br>TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA |                   |                   |
| Cálculo<br>CRISTINA/RIBAMAR | Visto<br>M. Sobal                    | Data<br>AGOSTO/98 | Folha<br>25 de 30 |

LAJE SUPERIOR DA CAIXA - e = 25cm



PESO PRÓPRIO = 625

SOBRECARGA =  $\frac{150}{775} \text{ kg/m}^2$

$q = 800 \text{ kg/m}^2$

$M_A = 335 \text{ kg.m} \rightarrow A_s = 0.54 \text{ cm}^2/\text{m}, A_{s \text{ m}^2 \text{ N}} = 0.15\% b h = 3.75 \text{ cm}^2/\text{m}$

$\phi 12.5 \text{ c } 15$

$M_B = 1135 \text{ kg.m} \rightarrow A_s = 1.85 \text{ cm}^2/\text{m}, A_{s \text{ m}^2 \text{ N}} = 0.15\% b h = 3.75 \text{ cm}^2/\text{m}$

$\phi 12.5 \text{ c } 15$

$M_R = 1589 \text{ kg.m} \rightarrow A_s = 2.58 \text{ cm}^2/\text{m}, A_{s \text{ m}^2 \text{ N}} = 0.15\% b h = 3.75 \text{ cm}^2/\text{m}$

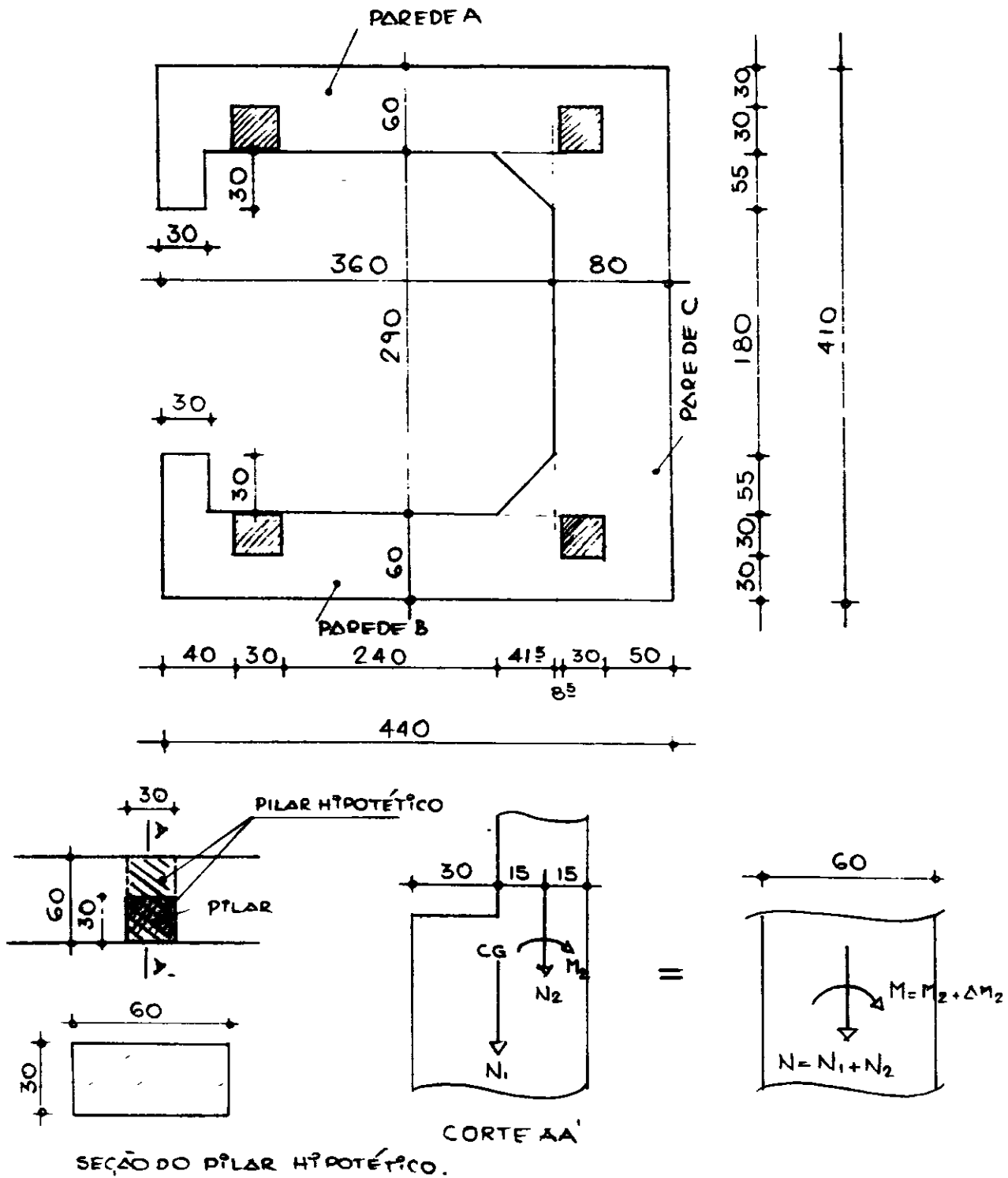
$\phi 12.5 \text{ c } 15$

|  |                                  |          |
|--|----------------------------------|----------|
|  | N13-28 $\phi 12.5 \text{ c } 15$ | 15 - 434 |
| N12-30 $\phi 12.5 \text{ c } 15 - 394$ | N13-28 $\phi 12.5 \text{ c } 15$ | 15 - 434 |
|  | N12-30 $\phi 12.5 \text{ c } 15$ | 15 - 394 |



|                             |                                      |                   |                   |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Obra<br>BARRAGEM CRUZETA    | Assunto<br>TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA |                   |                   |
| Cálculo<br>CRISTINA/RISAMAR | Visto<br>MoSeal                      | Data<br>AGOSTO/88 | Folha<br>26 de 30 |

AS PAREDES DA CAIXA SERÃO CALCULADAS COMO PILARES, INICIALMENTE PARA UMA FAIXA DE 0.30 m, ISTO É OS PILARES TERÃO SEÇÃO TRANSVERSAL (30x60) cm.





|                             |                                      |                    |                   |
|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------|-------------------|
| Obra<br>BARRAGEM CRUZETA    | Assunto<br>TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA |                    |                   |
| Cálculo<br>CRISTINA/RIBAMAR | Visto<br>Moisés                      | Data<br>AGOSTO 188 | Folha<br>27 de 30 |

### DIMENSIONAMENTO DAS PAREDES A E B: PAR. A = PAR. B.

#### a) ESFORÇOS ATUANTES.

$$N_1 = L_{ATE} \times 0,30 + \text{PESO PRÓPRIO} = 2034 \times 0,30 + 0,30 \times 0,60 = 3,00 \times 2500 \\ = 1960 \text{ Kg} = 1,96 \text{ t}$$

$$N_2 = \text{PESO DA ESTRUTURA} + \text{AÇÃO DO VENTO} = 13,9 \text{ t}$$

$$M_2 = \text{AÇÃO DAS CARGAS DA ESTRUTURA} + \text{AÇÃO DO VENTO} = 1,34 \text{ t.m}$$

$$\Delta M_2 = N_2 \times 0,15 = 13,9 \times 0,15 = 2,09 \text{ t.m}$$

$$N = N_1 + N_2 = 1,96 + 13,9 = 15,86 \text{ t}$$

$$M = M_2 + \Delta M_2 = 1,34 + 2,09 = 3,43 \text{ t.m}$$

#### b) VERIFICAÇÃO DA ESBELTEZ

$$\lambda = 3,46 \times \frac{L}{b} = 3,46 \times \frac{3,00}{0,30} = 34,6 < 40.$$

#### c) VERIFICAÇÃO DA EXCENTRICIDADE

$$e_s = \frac{h}{30} = \frac{60}{30} = 2 \text{ cm} \geq 2 \quad ; \quad d_s = \frac{h}{2} - 3 = \frac{60}{2} - 3 = 27 \text{ cm}.$$

$$e_i = \frac{M}{N} = \frac{3,43}{15,86} = 0,22 \text{ m} = 22 \text{ cm}$$

$$e_o = \frac{h}{6} = \frac{60}{6} = 10 \text{ cm}$$

$$e_T = e_s + e_i = 2 + 22 = 24 \text{ cm} > e_o \rightarrow \text{GRANDE EXCENTRICIDADE}$$

#### c) DETERMINAÇÃO DO MOMENTO DE DIMENSIONAMENTO.

$$M_s = N (e_s + e_i + d_s) = 15,64 (0,02 + 0,22 + 0,27) = 7,98 \text{ t.m}$$

$$M_{sd} = 1,4 M_s = 1,4 \times 7,98 = 11,17 \text{ t.m}$$

$$M_{id} = \mu b d^2 f_{cd} ; \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,4} = \frac{150}{1,4} = 107, \quad \mu = f(\text{CA 50B}) = 0,256$$



|                             |                                      |                   |                   |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Obra<br>BARRAGEM CROZETA    | Assunto<br>TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA |                   |                   |
| Cálculo<br>CRISTINA/RIBAMAR | Visto<br>MoSemb                      | Data<br>AGOSTO/88 | Folha<br>28 de 30 |

$$M_{id} = 0,256 \times 30 \times 54^2 - 107 = 2396252 \text{ kg.cm} = 23,96 \text{ t.m}$$

d) CÁLCULO DAS SEÇÕES DE FERRO  $A_s$  E  $A'_s$ .

$$M_{sd} < M_{id} \rightarrow A'_s = 0.$$

$$\mu = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{11,17}{0,30 \times 0,54^2 \times 1070} = 0,119 \rightarrow \varphi = 0,924$$

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} \left( \frac{M_{sd}}{z} - N_d \right); \quad z = \varphi d = 0,924 \times 0,54 = 0,499$$

$$A_s = \frac{1}{5/1,15} \left( \frac{11,17}{0,499} - 15,86 \right) = 1,50 \text{ cm}^2$$

CONSIDERANDO SÓ A AÇÃO DA FORÇA CENTRADA.

$$A_{cn} = \frac{1,1 N_d}{0,85 f_{cd} + 0,008 \cdot f_{yd}} = \frac{1,1 \times 14 \times 15860}{0,85 \cdot (150/1,1) + 0,008 (5000/1,15)} = 194,07 \text{ cm}^2$$

$$A_{sNEC} = 0,008 A_{cn} = 0,008 \times 194,07 = 1,55 \text{ cm}^2/30\text{cm} = 5,18 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{ARMADURA HORIZONTAL: } A_{SH} = 50\% A_{sNEC} = 2,59 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ARMADURA VERTICAL:  $\phi 12,5$  c 20

ARMADURA HORIZONTAL:  $\phi 10$  c 25

A PAREDE C TAMBÉM SERÁ DIMENSIONADA PELA FER-  
RAGEM ENCONTRADA NAS PAREDES A E B.

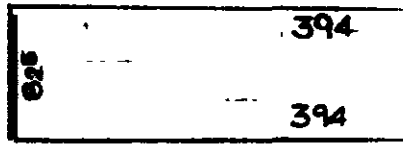
|                                    |                         |
|------------------------------------|-------------------------|
| Obra<br><b>BARRAGEM CRUZETA</b>    | Ass.<br>A               |
| Cálculo<br><b>CRISTINA ROSEMAR</b> | Visto<br><b>Mo Seal</b> |
|                                    | De<br>△                 |

|                           |
|---------------------------|
| Accessoria e Complementos |
| <b>LAGOA - ESTRUC</b>     |
| Folha<br>29 de 30         |

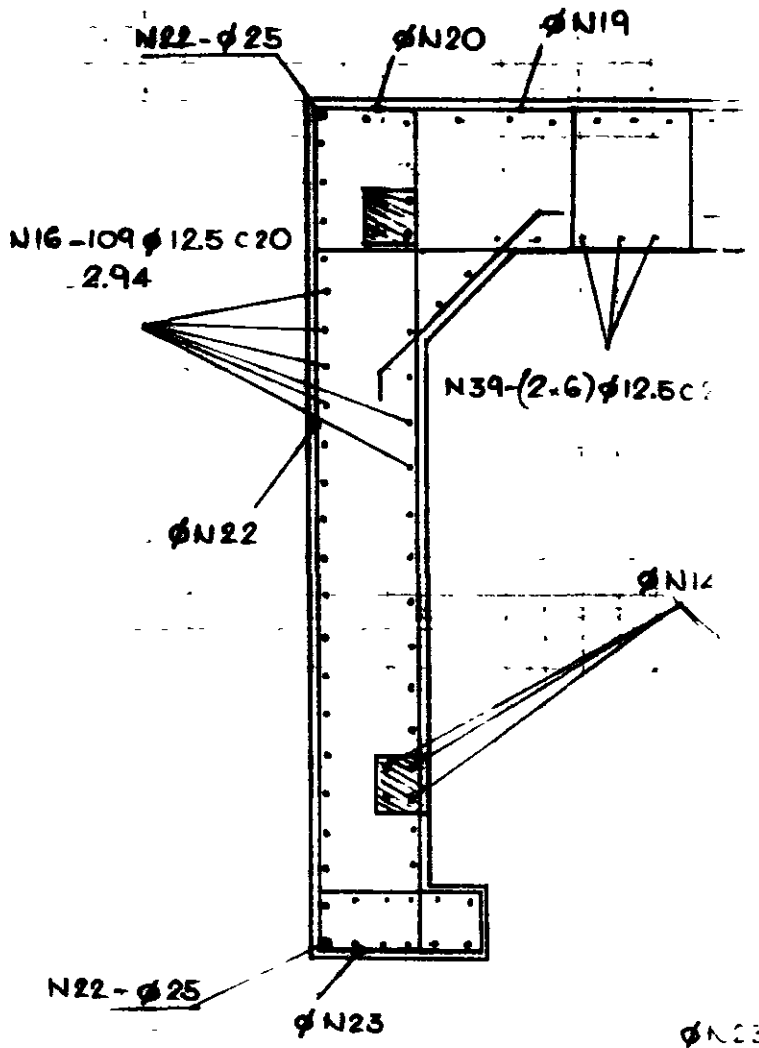
DETALHES DA CAIXA DE ΔP



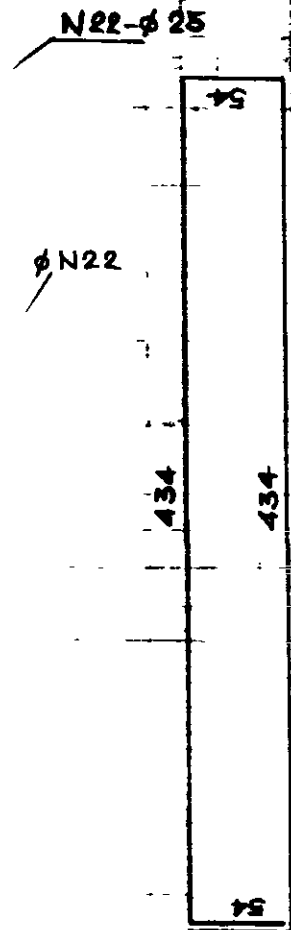
N21 - (2x13) φ 10 c 25



N20 - 13 φ 10 c 25



20  
N17 - (13) φ 10 c 25  
1.61  
2.01



N22 - φ 25

10 c 25 - 2.40



|                               |                                      |                     |                   |
|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------|
| Obra<br>BARRAGEM CRUZETA      | Assunto<br>TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA |                     |                   |
| Cálculo<br>CRISTINA / RIBAMAR | Visto<br>Moberel                     | Data<br>AGOSTO / 88 | Folha<br>30 de 30 |

QUADRO DE FERRO

| Nº | Ø    | QUANT. | COMPRIMENTO        |       |
|----|------|--------|--------------------|-------|
|    |      |        | UNITÁRIO           | TOTAL |
| 1  | 12.5 | 16     | 3.00               | 48.0  |
| 2  | 12.5 | 32     | 3.70               | 118.4 |
| 3  | 12.5 | 16     | 6.60               | 105.6 |
| 4  | 6.3  | 320    | 1.16               | 371.2 |
| 5  | 6.3  | 12     | 2.44               | 29.3  |
| 6  | 12.5 | 9      | 2.44               | 22.0  |
| 7  | 6.3  | 17     | 1.80               | 30.6  |
| 8  | 6.3  | 18     | 3.44               | 61.9  |
| 9  | 6.3  | 12     | 0.60               | 7.2   |
| 10 | 12.5 | 9      | 0.60               | 5.4   |
| 11 | 12.5 | 4      | 3.44               | 13.8  |
| 12 | 12.5 | 60     | 3.94               | 236.4 |
| 13 | 12.5 | 56     | 4.34               | 243.0 |
| 14 | 12.5 | 60     | 3.94               | 236.4 |
| 15 | 12.5 | 56     | 4.34               | 243.0 |
| 16 | 12.5 | 109    | 2.94               | 320.5 |
| 17 | 10.0 | 22     | 2.01               | 44.2  |
| 18 | 10.0 | 22     | 10.30              | 226.6 |
| 19 | 10.0 | 22     | 2.40               | 52.8  |
| 20 | 10.0 | 11     | 10.35 <sup>5</sup> | 113.9 |
| 21 | 10.0 | 22     | 5.85               | 128.7 |
| 22 | 25.0 | 4      | 4.50               | 18.0  |
| 23 | 6.3  | 52     | 3.44               | 178.9 |
| 24 | 6.3  | 334    | 1.16               | 387.4 |
| 25 | 12.5 | 68     | 3.92               | 266.6 |
| 26 | 8.0  | 16     | 1.52               | 24.3  |
| 27 | 12.5 | 16     | 1.95               | 31.2  |
| 28 | 12.5 | 16     | 5.28               | 84.5  |
| 29 | 6.3  | 96     | 0.84               | 80.6  |
| 39 | 12.5 | 12     | VAR                | 29.3  |



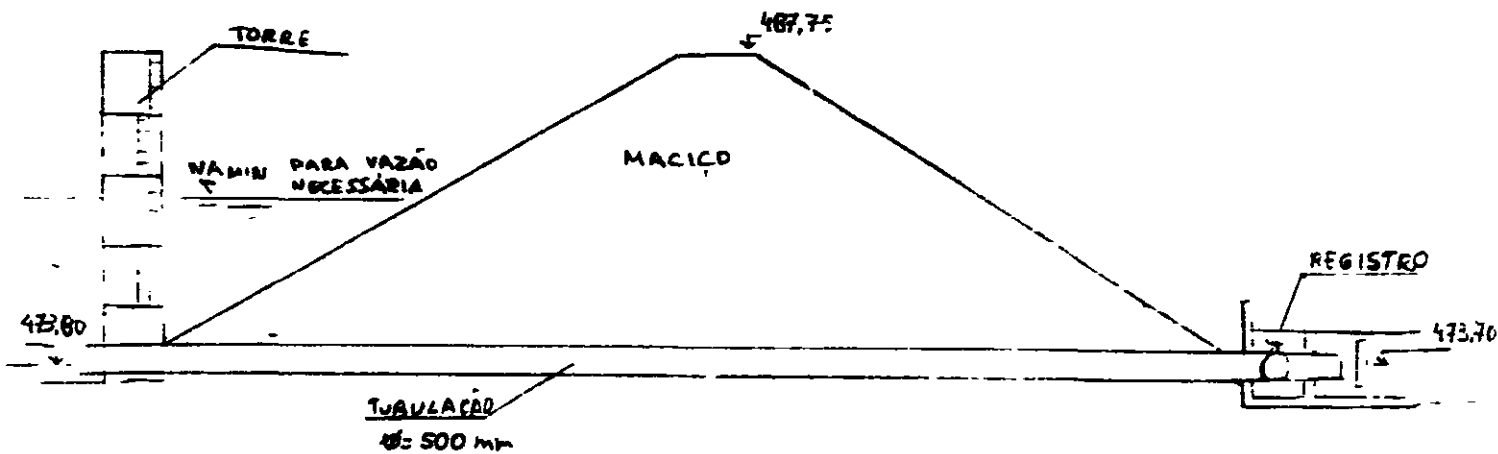
9:7 - TOMADA D'ÁGUA-CÁLCULO DA GALERIA

000127



|         |                  |         |                                    |             |
|---------|------------------|---------|------------------------------------|-------------|
| Obra    | Barragem Cruzeta | Assunto | Tomada D'água - Cálculo da Galeria |             |
| Cálculo | estudo / EB      | Visto   | Mozzeb                             | Data        |
|         |                  |         |                                    | AGOSTO / 88 |
|         |                  |         |                                    | Folha       |
|         |                  |         |                                    | 01 de 07    |

A situação da tubulação enterrada é apresentada no croqui abaixo

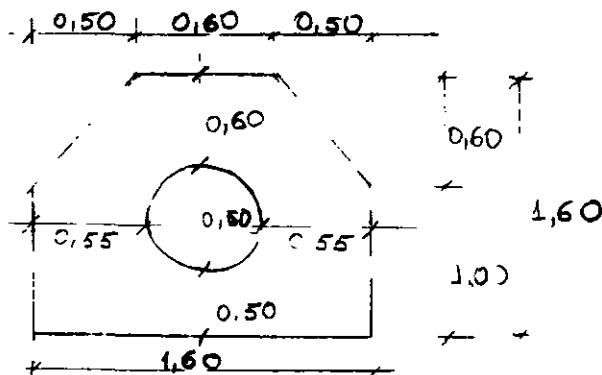


O material sobre a fundação é constituído por um solo SC/CL, com peso específico saturado de  $2,10 \text{ g/cm}^3$ , e enrocamento de pedra com peso específico próximo desse valor

Logo adotou-se para o material sobrejacente ao tubo  $\gamma_{SAT} = 2,10 \text{ t/m}^3$

AS DIMENSÕES DA CAMISA SÃO MOSTRADAS NA FIGURA

ABAIXO







|         |                                |       |          |                                    |          |
|---------|--------------------------------|-------|----------|------------------------------------|----------|
| Obra    | Barragem Cruzeta               |       | Assunto  | Tomada D'água - Cálculo da Galeria |          |
| Cálculo | Cristina / <i>[assinatura]</i> | Visto | Mozzello | Data                               | Folha    |
|         |                                |       |          | AGOSTO / 88                        | 02 de 07 |

O cálculo da sobrecarga foi baseado no método descrito por Zaidler<sup>21</sup>.

A equação fundamental é:  $Q = C_v \cdot \gamma \cdot B_d^2$

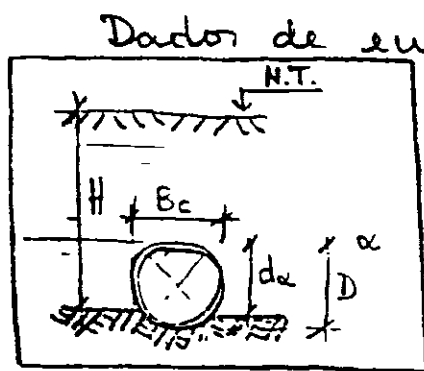
Onde:  $Q$  - carga, (t/m).

$C_v$  - Coeficiente calculado pelo método

$\gamma$  - Peso específico, (t/m<sup>3</sup>).

$B_d$  - largura de influência, também calculada, (m).

i - Cálculo de  $B_d$ .



$H/B_c$  - relação adimensional

$\tau_{sd}$  - índice que depende do substrato

$p$  - relação  $d_e/D$

$K_{\mu}$  - índice que depende do material

Dado de saída  $B_d/B_c$

1 - Projetos Estruturas de Tubos Enterrados - Waldemar Zaidler. Ed PINI - 1983



|                          |                |   |                   |
|--------------------------|----------------|---|-------------------|
| Obra<br>Barragem Fruzeta |                | Assunto<br>Tomada D'água - Cálculo da Galeria |                   |
| Cálculo<br>Austina / B   | Visto<br>Mozes | Data<br>AGOSTO/88                             | Folha<br>03 de 07 |

Situação mais desfavorável desta barragem.

$$r_{sd} = 1.00$$

$$p = 1.70 / 1.70 = 1.00 \Rightarrow p \cdot r_{sd} = 1.00$$

$k_{\mu} = 0,1100$  - Argila Saturada.

$$H/B_c = 14.00 / 1.70 = 8.24$$

$$B_d/B_c = 2.38 \rightarrow \underline{B_d} = 2.38 \times 1.70 = \underline{4.046 \text{ m}}$$

ii. Cálculo de  $Q$ :

Dados de entrada:  $\left\{ \begin{array}{l} \lambda = H/B_d - \text{relação adimensional} \\ k_{\mu} - \text{índice já definido} \end{array} \right.$

$$\lambda = 14.00 / 4.046 = 3.46$$

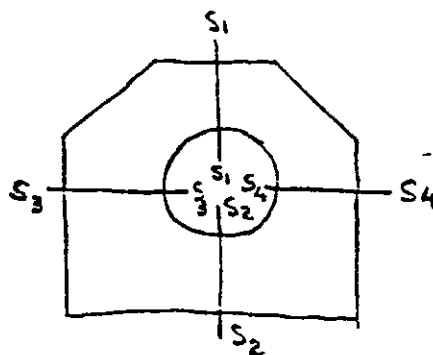
$$k_{\mu} = 0,1100$$

$$\rightarrow C_v = 2.421$$

$$Q = 2.421 \times 2.15 \times (4.046)^2$$

$$\underline{Q \cong 85 \text{ t/m}}$$

iii. Seções Mais Solicitadas.



$$S_1 - 1.00 \times 0.60 \text{ m}^2$$

$$S_2 - 1.00 \times 0.50 \text{ m}^2$$

$$S_3 - 1.00 \times 0.55 \text{ m}^2$$

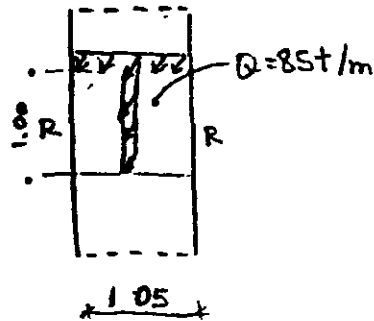
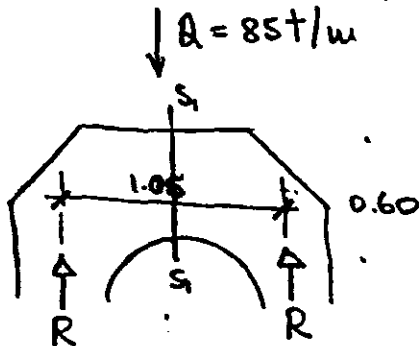
$$S_4 - 1.00 \times 0.55 \text{ m}^2$$



|                          |   |
|--------------------------|---|
| Obra<br>Barragem Cruzeta | Assunto<br>Tomada D'água - Cálculo da Galeria |
| Cálculo<br>Cálculo 1/85  | Visto<br>M. Rocha                             |
| Data<br>AGOSTO / 88      | Folha<br>04 de 07                             |

iv. Cálculos para a hipótese de tubulação vazia.

a - Cálculo Seção S1:



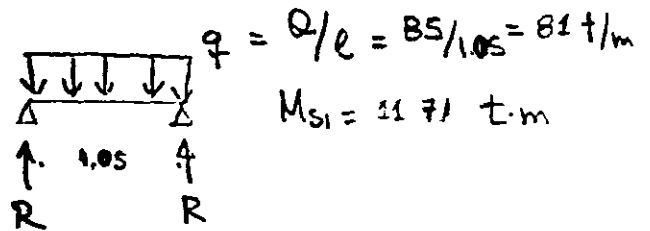
$$A_s = \frac{M_d}{\alpha \cdot d}$$

$d = 55 \text{ cm} \therefore f_{ck} \geq 150 \text{ kg/cm}^2$

$A_s \approx 9.0 \text{ cm}^2/\text{m}$

- $\phi 10. \text{ c. } 8\epsilon$
- $\phi 12. \text{ s.c. } 13\epsilon$
- $\phi 16. \text{ c. } 22$

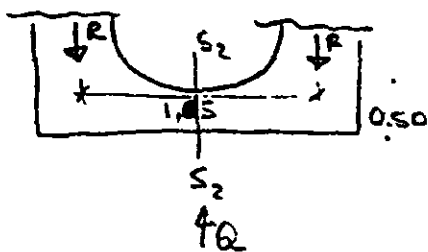
$A_{s \text{ min}} = 9.0 \text{ cm}^2/\text{m}$



b. Cálculo Seção S2:

$A_{s \text{ min}} = 7.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

$Q = 85 \text{ t/m} + \text{PP}(\text{concreto})$   
 $Q = 91 \text{ t/m}$



$q = 91/1.05 = 86.67 \text{ t/m}$

$M_{S2} = 12.54 \text{ t.m}$

$A_s = 11.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

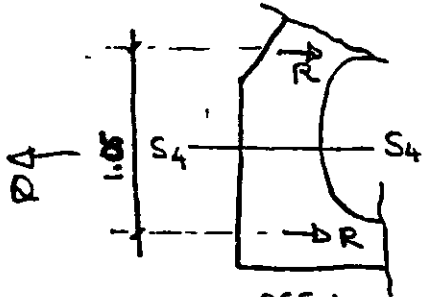
- $\phi 10 \text{ c. } 07$
- $\phi 12 \text{ s.c. } 10\epsilon$
- $\phi 16 \text{ c. } 17\epsilon$

2 - Curso prático de Concreto armado Aderson M. Rocha



|         |                  |         |                                    |           |
|---------|------------------|---------|------------------------------------|-----------|
| Obra    | Barragem Cruzeta | Assunto | Tomada D'água - Cálculo da Galeria |           |
| Cálculo | custo 1/B        | Visto   | Mohereb                            | Data      |
|         |                  |         |                                    | AGOSTO/88 |
|         |                  |         |                                    | Folha     |
|         |                  |         |                                    | 05 de 07  |

c. Cálculo Seções S3 e S4:



$A_{smin} = 8.25 \text{ cm}^2/\text{m}$

- $\phi 10 \text{ c. } 9 \pm$
- $\phi 12 \text{ c. } 15$
- $\phi 16 \text{ c. } 24$

$Q = 85.0 \times \cos 45^\circ$

$Q = 42.5 \text{ t/m}$

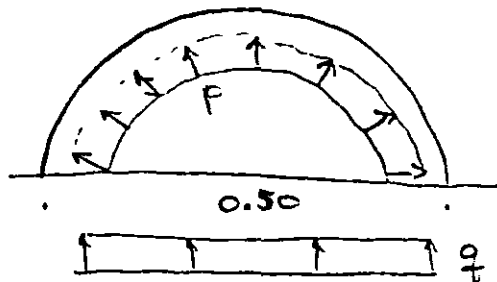
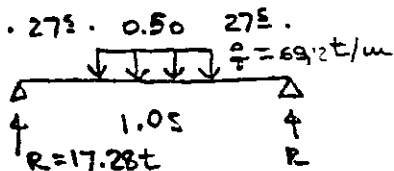
$q = 37. \text{ t/m}$

$M_{S3} = M_{S4} = 5.10 \text{ t}\cdot\text{m}$

$A_s = 4.83 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{Adotar } A_{sminimo}$

v. Tubulação Cheia:

$p = 11 \text{ m.c.a.} = 11.0 \text{ t/m}^2$



$q = \pi p = 34.56 \text{ t/m}$

$q' = q / 0.50 = 69.12 \text{ t/m}$

$M_{S1} = 8.21 \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{S2} = 8.21 \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{S3} = M_{S4} = 8.21 \text{ t}\cdot\text{m}$

A seção mais crítica.

$S_2 \quad 0.50 \times 1.00 \text{ m}^2$

$A_{s1} = 6.45 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \text{Adotar } A_{smin}$







9.8 - TOMADA D'ÁGUA - CÁLCULO DA BACIA DE DISSIPACÃO

000135

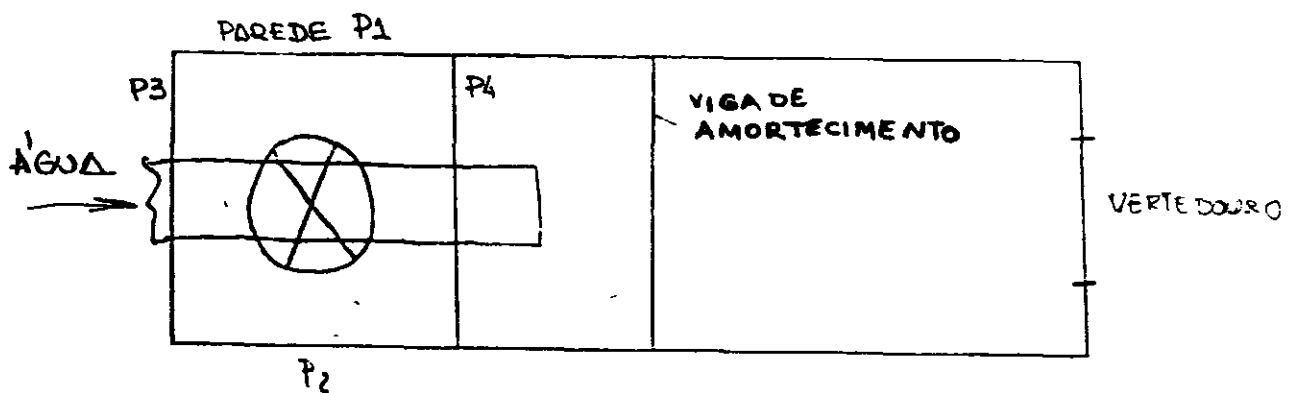


|                            |   |                  |                |
|----------------------------|---|------------------|----------------|
| Obra BARRAGEM CRUZETA      | Assunto TOMADA D'ÁGUA - BACIA DE DISSIPAÇÃO |                  |                |
| Cálculo <i>entina 18/8</i> | Visto <i>Molent</i>                         | Data AGOSTO - 88 | Folha 01 de 16 |

O cálculo da bacia de dissipação é em um contra o ícter água e o ícter. reje

A bacia foi projetada com uma parte anterior e outra posterior. A parte anterior é composta de uma câmara, situando-se nesta um registro de aceta, e a bacia é composta de uma câmara para a dissipação da água, limitada acima por um vertedouro.

Para maior eficiência da dissipação foi projetada uma rede de amortecimento logo após o fim da tubulação dentro da câmara posterior.



000136

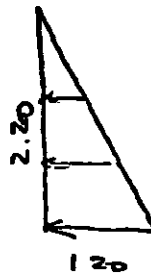
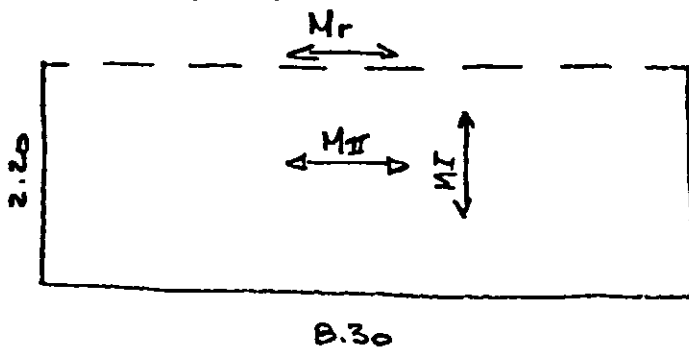




|         |                  |         |                                     |             |
|---------|------------------|---------|-------------------------------------|-------------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA | Assunto | TOMADA D'ÁGUA - BACIA DE DISSIPACÃO |             |
| Cálculo | 133              | Visto   | M. Rocha                            | Data        |
|         |                  |         |                                     | AGOSTO - 88 |
|         |                  |         |                                     | Folha       |
|         |                  |         |                                     | 02 de 16    |

I. Cálculo das solicitações de carregamentos d'água:

a) Paredes  $P_1 = P_2$  (Método recomendado pelo prof. Adelson M. Rocha no vol. IV)



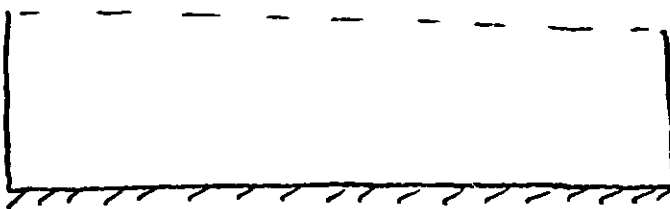
$$M_I = 0.42 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{II} = 0.33 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_r = 0.60 \text{ t}\cdot\text{m}$$



$$X_{II} = 1.87 \text{ t}\cdot\text{m}$$



$$X_I = 1.08 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Convenções.

M - momentos positivos.

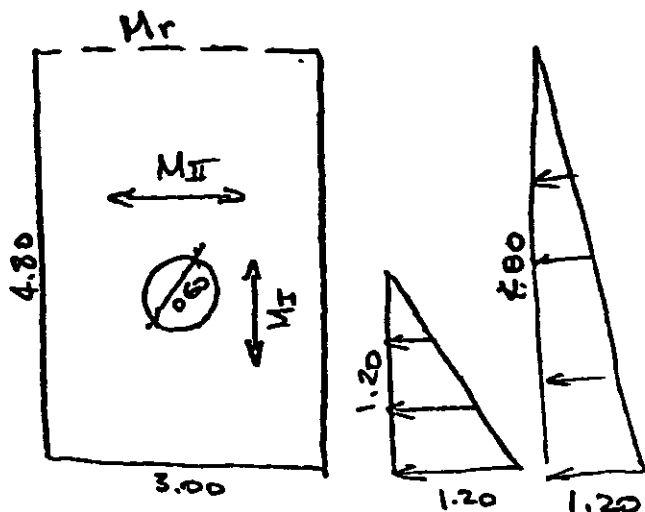
Mr - momento de bordo

X - momentos negativos



|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Obra<br>BARRAGEM CRUZETA          | Assunto<br>TOMADA D'ÁGUA LANCIA DE DISSIPACÃO |
| Cálculo<br>Lutina / <del>SE</del> | Visto<br>H. G. M. B.                          |
| Data<br>16-02-88                  | Folha<br>03 de 46                             |

b) Parede P3:



$$M_I = 0.08 t \cdot m$$

$$M_{II} = 0.55 t \cdot m$$

$$M_r = 0.28 t \cdot m$$

| Seção  | Momento         | AS   | Asmin |
|--------|-----------------|------|-------|
| 40x100 | M <sub>I</sub>  | 0,10 | 6,00  |
|        | M <sub>II</sub> | 0,51 |       |
| 40x40  | M <sub>r</sub>  | 0,26 | 2,40  |
| 30x100 | M <sub>I</sub>  | 0,10 | 4,50  |
|        | M <sub>II</sub> | 0,69 |       |
|        | M <sub>r</sub>  | 0,35 | 1,35  |
| 25x100 | M <sub>I</sub>  | 0,12 | 3,75  |
|        | M <sub>II</sub> | 0,85 |       |
| 25x25  | M <sub>r</sub>  | 0,43 | 0,94  |



|         |                            |         |                                     |      |             |       |          |
|---------|----------------------------|---------|-------------------------------------|------|-------------|-------|----------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA           | Assunto | TOMADA D'AGUA - BACIA DE DISSIPACÃO |      |             |       |          |
| Cálculo | <i>antônio</i> <i>18/8</i> | Visto   | <i>M.loben</i>                      | Data | AGOSTO - 88 | Folha | 04 de 16 |

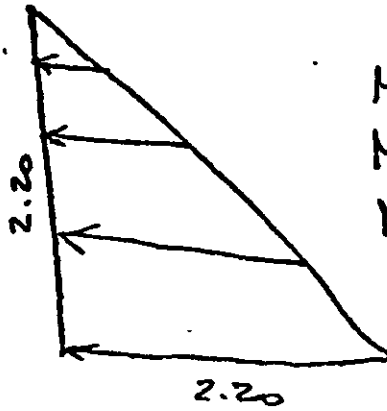
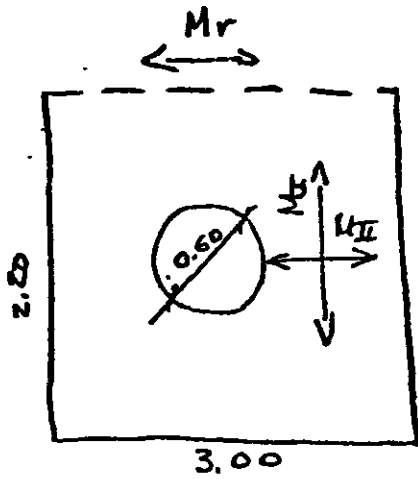
Momentos e armaduras p/ diversas seções:

| SEÇÃO  | MOMENTO         | $A_s$ (cm <sup>2</sup> ) | $A_{smin}$ (cm <sup>2</sup> ) |
|--------|-----------------|--------------------------|-------------------------------|
| 40x100 | M <sub>I</sub>  | 0.39                     | 6.0                           |
|        | M <sub>II</sub> | 0.30                     |                               |
|        | X <sub>I</sub>  | 1.00                     |                               |
|        | X <sub>II</sub> | 1.72                     |                               |
| 40x40  | M <sub>r</sub>  | 0.55                     | 2.4                           |
|        | <hr/>           |                          |                               |
| 30x100 | M <sub>I</sub>  | 0.53                     | 4.5                           |
|        | M <sub>II</sub> | 0.42                     |                               |
|        | X <sub>I</sub>  | 1.36                     |                               |
|        | X <sub>II</sub> | 2.35                     |                               |
| 30x30  | M <sub>r</sub>  | 0.75                     | 1.35                          |
| 25x100 | M <sub>I</sub>  | 0.65                     | 3.75                          |
|        | M <sub>II</sub> | 0.51                     |                               |
|        | X <sub>I</sub>  | 1.66                     |                               |
|        | X <sub>II</sub> | 2.87                     |                               |
| 25x25  | M <sub>r</sub>  | 0.92                     | 0.94                          |



|         |                  |         |                                    |             |
|---------|------------------|---------|------------------------------------|-------------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA | Assunto | TOMADA D'AGUA - BACIA DE DISCIPADO |             |
| Cálculo | Antônio / JB     | Visto   | M. W. G. M. B.                     | Data        |
|         |                  |         |                                    | AGOSTO - 88 |
|         |                  |         |                                    | Folha       |
|         |                  |         |                                    | 05 de 16    |

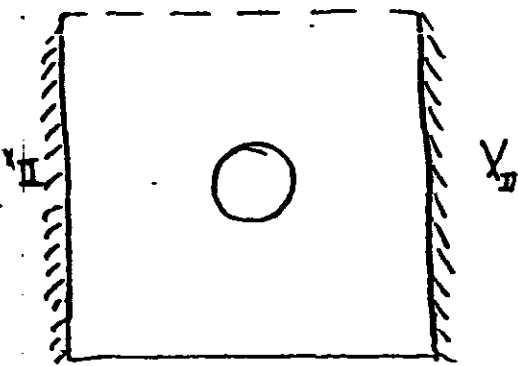
c) Parede P4:



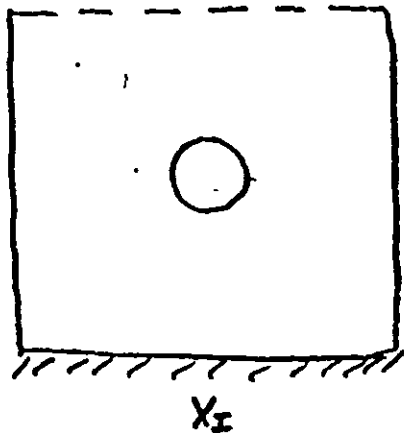
$$M_I = 0.27 \text{ t.m}$$

$$M_{II} = 0.39 \text{ t.m}$$

$$M_r = 0.51 \text{ t.m}$$



$$X_I = 0.60 \text{ t.m}$$



$$X_{II} = 0.86 \text{ t.m}$$

000140



|                          |  |                     |                   |
|--------------------------|--|---------------------|-------------------|
| Obra<br>BARRAGEM CRUZETA | Assunto<br>TOMADA D'AGUA - BACIA DE DISSIPAÇÃO |                     |                   |
| Cálculo<br>Lustina 185   | Visto<br>M. L. D. B.                           | Data<br>AGOSTO - 88 | Folha<br>06 de 16 |

## Parede P4: Momentos

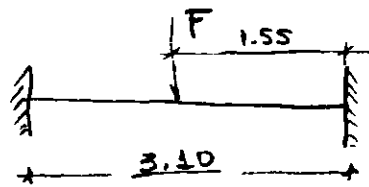
| Seção  | Momentos        | As   | As <sub>min</sub> |
|--------|-----------------|------|-------------------|
| 40x100 | M <sub>I</sub>  | 0,25 | 6,0               |
|        | M <sub>II</sub> | 0,36 |                   |
|        | X <sub>I</sub>  | 0,79 |                   |
|        | X <sub>II</sub> | 0,55 |                   |
| 40x40  | M <sub>r</sub>  | 0,47 | 2,4               |
| 30x100 | M <sub>I</sub>  | 0,34 | 4,5               |
|        | M <sub>II</sub> | 0,49 |                   |
|        | X <sub>I</sub>  | 1,08 |                   |
|        | X <sub>II</sub> | 0,75 |                   |
| 30x30  | M <sub>r</sub>  | 0,64 | 1,35              |
| 25x100 | M <sub>I</sub>  | 0,41 | 3,75              |
|        | M <sub>II</sub> | 0,60 |                   |
|        | X <sub>I</sub>  | 1,32 |                   |
|        | X <sub>II</sub> | 0,92 |                   |
| 25x25  | M <sub>r</sub>  | 0,78 | 0,94              |

006141



|                          |   |                   |                   |
|--------------------------|---|-------------------|-------------------|
| Obra<br>SARFAGEM CRUZETA | Assunto<br>TOMADA D'ÁGUA - BACIA DE DIFUSÃO |                   |                   |
| Cálculo<br>custo 1/3     | Visto<br>H20/6/06                           | Data<br>AGOSTO-88 | Folha<br>07 de 16 |

VIGA V1



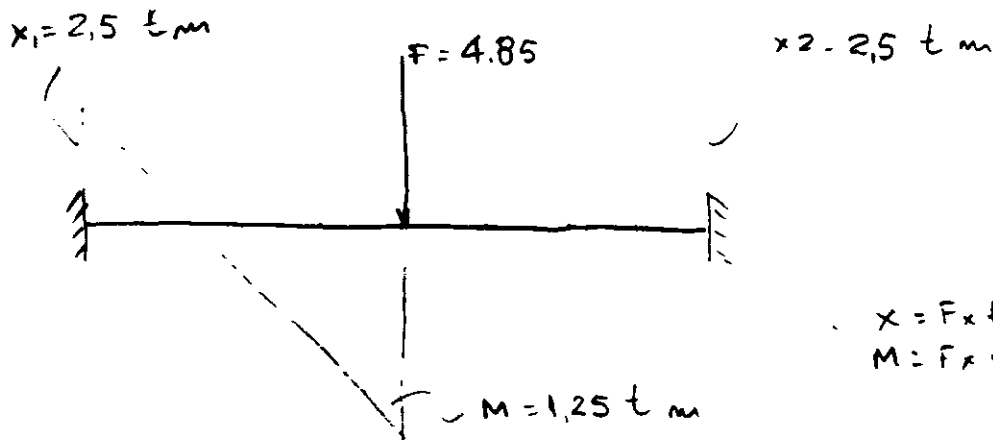
$$F = \frac{\pi \times D^2}{4} \times \frac{2V^2}{2g}$$

ONDE D - DIÂMETRO DO TUBO (m) D = 0,50 m  
V - VELOCIDADE MÁXIMA DA ÁGUA (m/s)

$$V = \sqrt{2gh} \quad h - \text{MAIOR DESNÍVEL D'ÁGUA}$$

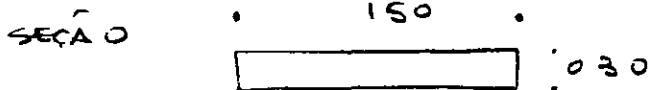
$$h = NA_{max} - Ne_{10} = 486,14 - 473,80 = 12,34 \text{ m}$$

$$V = 15,56 \text{ m/s} \quad \therefore F = 4,85 \text{ t}$$



$$x = F \times l / 6$$

$$M = F \times l / 12$$



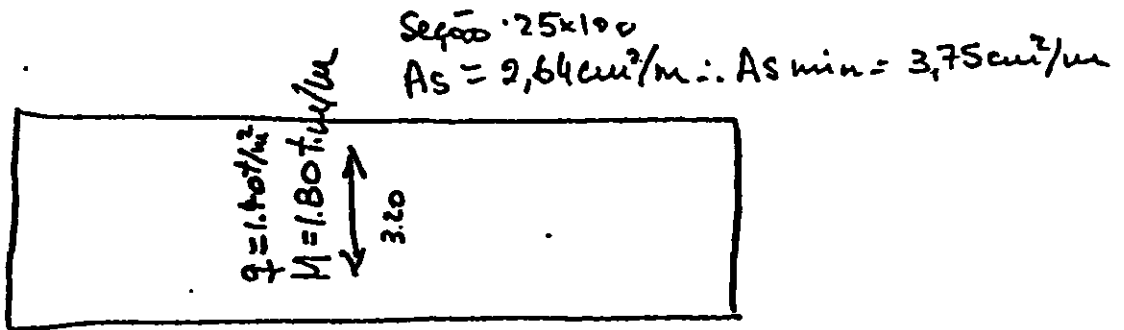
| MOMENTO                         | VALOR (kg m) | d <sub>min</sub> (cm) | d (cm) | A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> ) | A <sub>s min</sub> (cm <sup>2</sup> /m) | Ø 125 c. 25 |
|---------------------------------|--------------|-----------------------|--------|-----------------------------------|---|-------------|
| M                               | 1.250,00     | 8,0                   | 27,0   | 1,60                              | 4,50                                    | Ø 125 c. 25 |
| x <sub>1</sub> = x <sub>2</sub> | 2.500,00     | 11,3                  | 27,0   | 3,20                              | 4,50                                    | Ø 125 c. 25 |



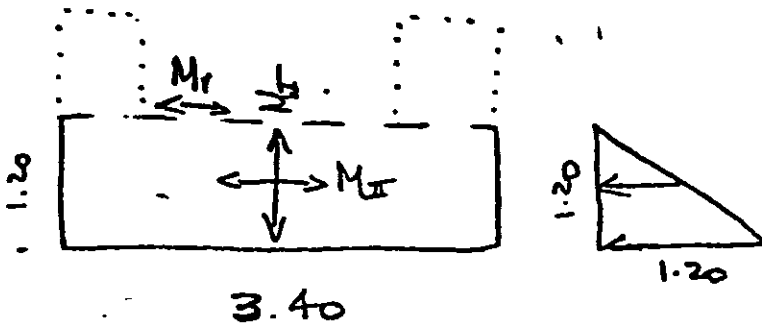
|         |                  |         |                                     |             |
|---------|------------------|---------|-------------------------------------|-------------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA | Assunto | TOMADA D'ÁGUA - BACIA DE DISSIPACÃO |             |
| Cálculo | EB               | Visto   | M. José                             | Data        |
| custo   |                  |         |                                     | AGOSTO - 88 |
|         |                  |         |                                     | Folha       |
|         |                  |         |                                     | 08 de 16    |

e) piso

piso:



f) Parede PS (+ Vertedouro)



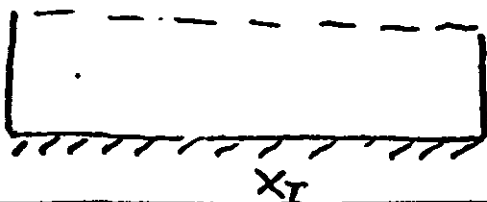
$M_{II} = 0.09 \text{ t.m}$

$M_{II} = 0.08 \text{ t.m}$

$M_r = 0.13 \text{ t.m}$



$X_{II} = 0.22 \text{ t.m}$



$X_I = 0.23 \text{ t.m}$



|         |                  |         |                                   |      |           |       |          |
|---------|------------------|---------|-----------------------------------|------|-----------|-------|----------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA | Assunto | COMADA D'ÁGUA - BACIA DE DESE PÓS |      |           |       |          |
| Cálculo | Antônio          | Visto   | MLO5.00                           | Data | AGOSTO-88 | Folha | 09 de 16 |

Parade PS - Momentos:

| Seção           | Momento         | As (cm <sup>2</sup> ) | Asmin |
|-----------------|-----------------|-----------------------|-------|
| 40x100          | M <sub>I</sub>  | 0,10                  | 6,0   |
|                 | M <sub>II</sub> | 0,10                  |       |
|                 | X <sub>I</sub>  | 0,21                  |       |
|                 | X <sub>II</sub> | 0,21                  |       |
| 40x40           | Mr              | 0,12                  | 2,4   |
|                 | 30x100          | M <sub>I</sub>        | 0,11  |
| M <sub>II</sub> |                 | 0,10                  |       |
| X <sub>I</sub>  |                 | 0,28                  |       |
| X <sub>II</sub> |                 | 0,28                  |       |
| 30x30           | Mr              | 0,16                  | 1,35  |
|                 | 25x100          | M <sub>I</sub>        | 0,14  |
| M <sub>II</sub> |                 | 0,12                  |       |
| X <sub>I</sub>  |                 | 0,35                  |       |
| X <sub>II</sub> |                 | 0,35                  |       |
| 25x25           | Mr              | 0,20                  | 0,94  |

000111





|         |                       |         |  |           |
|---------|-----------------------|---------|--|-----------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA      | Assunto | TOMADA D'ÁGUA - BARRAGEM DE DISSIPACÃO |           |
| Cálculo | <i>custina / 18/8</i> | Visto   | <i>W. L. S. / 18/8</i>                 | Data      |
|         |                       |         |  | AGOSTO-88 |
|         |                       |         | Folha                                  | 10 de 16  |

Da mesma forma, também foram computados os esforços, eventuais ou permanentes, do solo sobre a estrutura.

Para isso foram admitidos alguns valores médios:

$$\gamma_{\text{nat}} \approx 2.00 \text{ t/m}^3$$

$$K_a = 0.42$$

II. Cálculo das solicitações p/ carregamentos do solo.

a)  $P_1 = P_2$

$$\gamma_s = 2 \cdot \gamma_{\text{ág}}$$

$$M_I = 0,84 \text{ t.m}$$

$$M_{II} = 0,66 \text{ t.m}$$

$$X_I = 2,16 \text{ t.m}$$

$$X_{II} = 2,18 \text{ t.m} (2 \times 1,09)$$

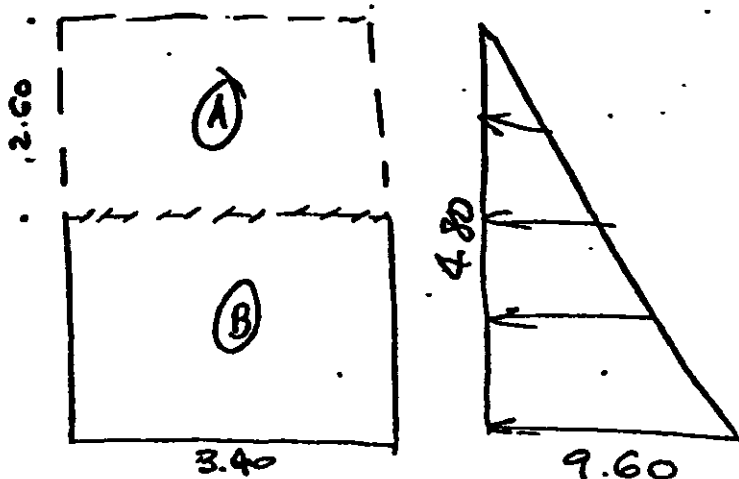
$$M_r = 1,20 \text{ t.m}$$

| Seção  | Momento         | As (cm <sup>2</sup> ) | As min |
|--------|-----------------|-----------------------|--------|
| 30x100 | M <sub>I</sub>  | 1.29                  | 3.75   |
|        | M <sub>II</sub> | 1.01                  |        |
|        | M <sub>r</sub>  | 3.32                  |        |
|        | X <sub>II</sub> | 3.35                  |        |
| 25x25  | M <sub>r</sub>  | 1.59                  | 0.94   |



|                               |                       |  |                   |
|-------------------------------|-----------------------|--|-------------------|
| Obra<br>BARRAGEM CRUZETA      |                       | Assunto<br>TOMADA D'ÁGUA - BACIA DE DISSIP. PAÇ. |                   |
| Cálculo<br><i>autora / JS</i> | Visto<br><i>Molob</i> | Data<br>AGOSTO-88                                | Folha<br>11 de 16 |

b) P3



$$M_I = 0,65 \text{ t.m}$$

$$M_{II} = 0,84 \text{ t.m}$$

$$40 \times 100$$

$$A_{SI} = 0,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{SII} = 0,77 \text{ cm}^2/\text{m}$$

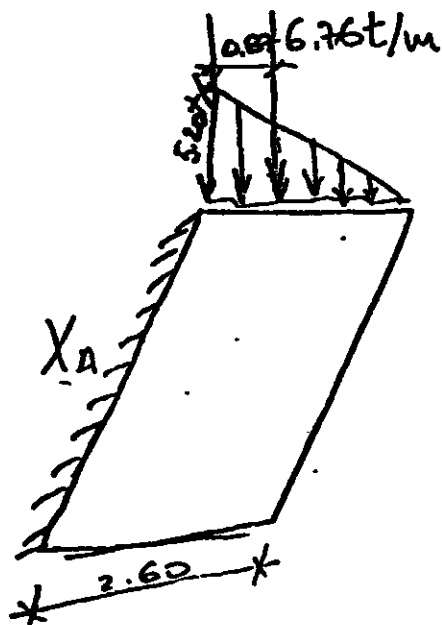
$$A_{Smin} = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$25 \times 100$$

$$A_{SI} = 1,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{SII} = 1,18$$

$$A_{Smin} = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m}$$



Seção: 40x100

$$X_A = 5,86 \text{ t.m/m}$$

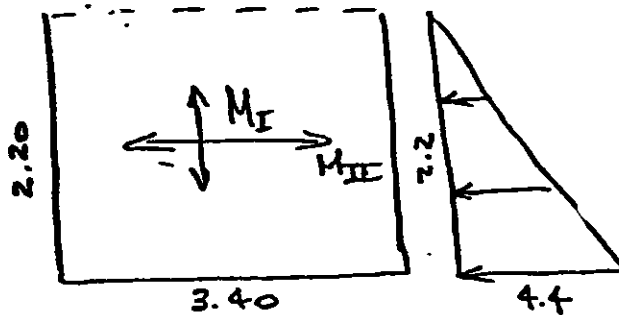
$$A_S = 5,40 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{Smin} = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

25x100

$$A_S = 9,32 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{Smin} = 3,75$$





|  |   |                   |                   |
|--|---|-------------------|-------------------|
| Obra<br>BARRAGEM CRUZETA                 | Assunto<br>TOMADA D'ÁGUA - BACIA DE DISSIPÇÃO |                   |                   |
| Cálculo<br>antônio / <i>[assinatura]</i> | Visto<br><i>Moberto</i>                       | Data<br>AGOSTO-88 | Folha<br>12 de 16 |

c) Parede P5:

P5:

$$\gamma_s = 2 \times \gamma_{\text{água}}$$

$$M_I = 0.18 \text{ t.m}$$

$$M_{II} = 0.16 \text{ t.m}$$

$$M_r = 0.26 \text{ t.m}$$

$$X_I = 0.46 \text{ t.m}$$

$$X_{II} = 0.44 \text{ t.m}$$

$$\rightarrow A_{S \text{ MIN}} = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$



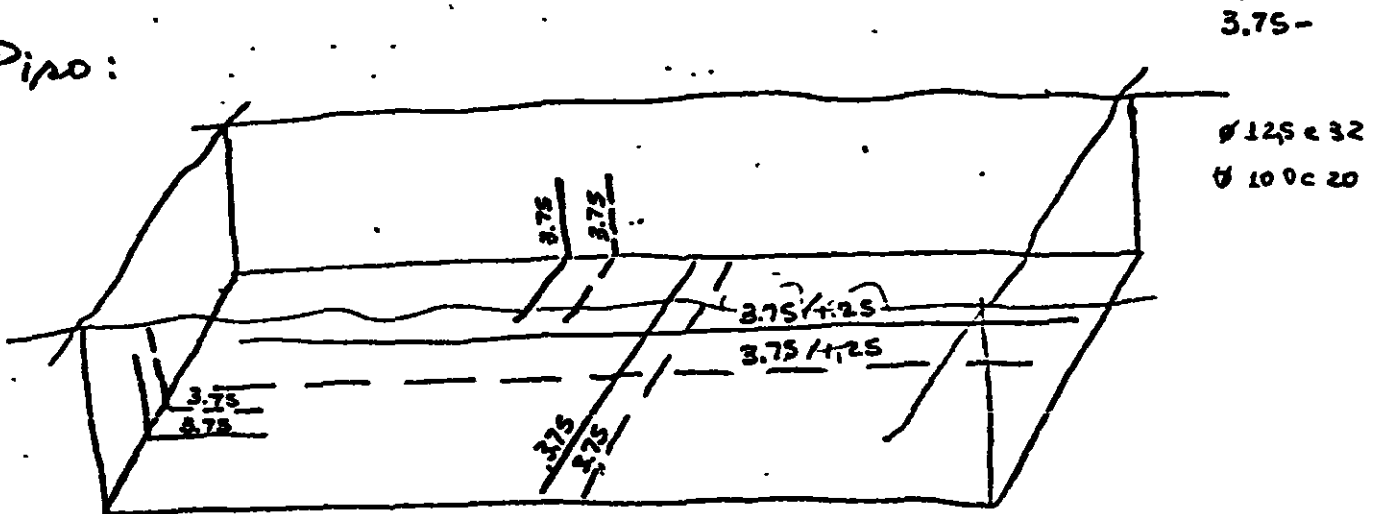
|         |                  |         |                                    |           |
|---------|------------------|---------|------------------------------------|-----------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA | Assunto | TOMADA D'ÁGUA - BACIA DE DISSIPÇÃO |           |
| Cálculo | <i>185</i>       | Visto   | <i>Moblob</i>                      | Data      |
|         |                  |         |                                    | AGOSTO-88 |
|         |                  |         | Folha                              | 13 de 46  |

### III. Dimensionamento

Situação final - espessura média: 25cm

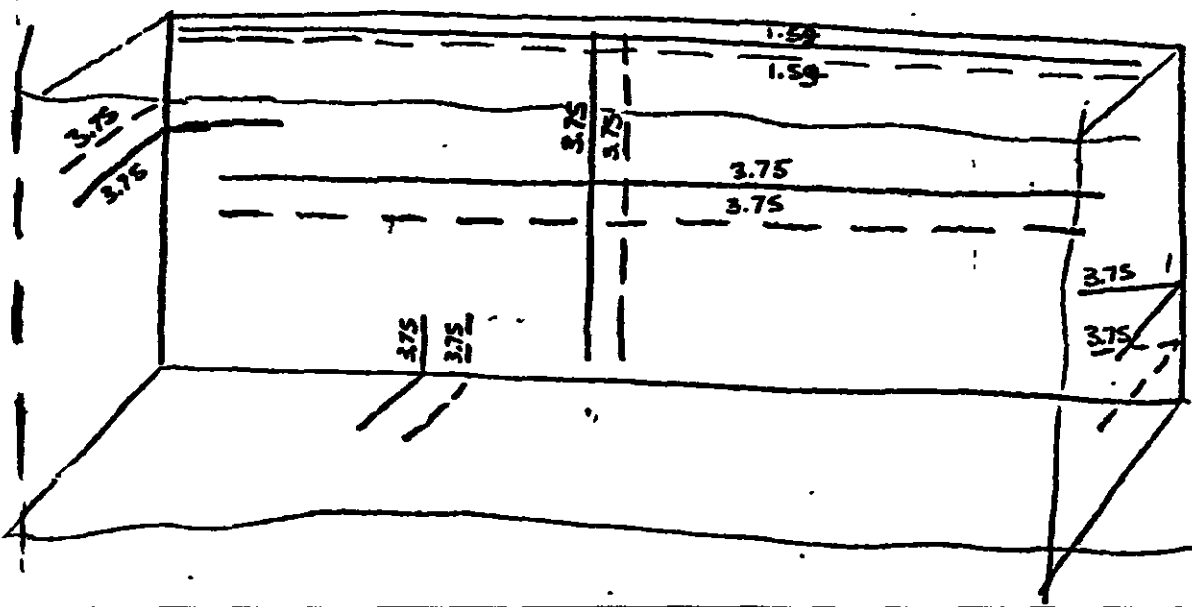
Bacia de dissipação:

Piso:



$P_1 = P_2$

1.59-2φ10

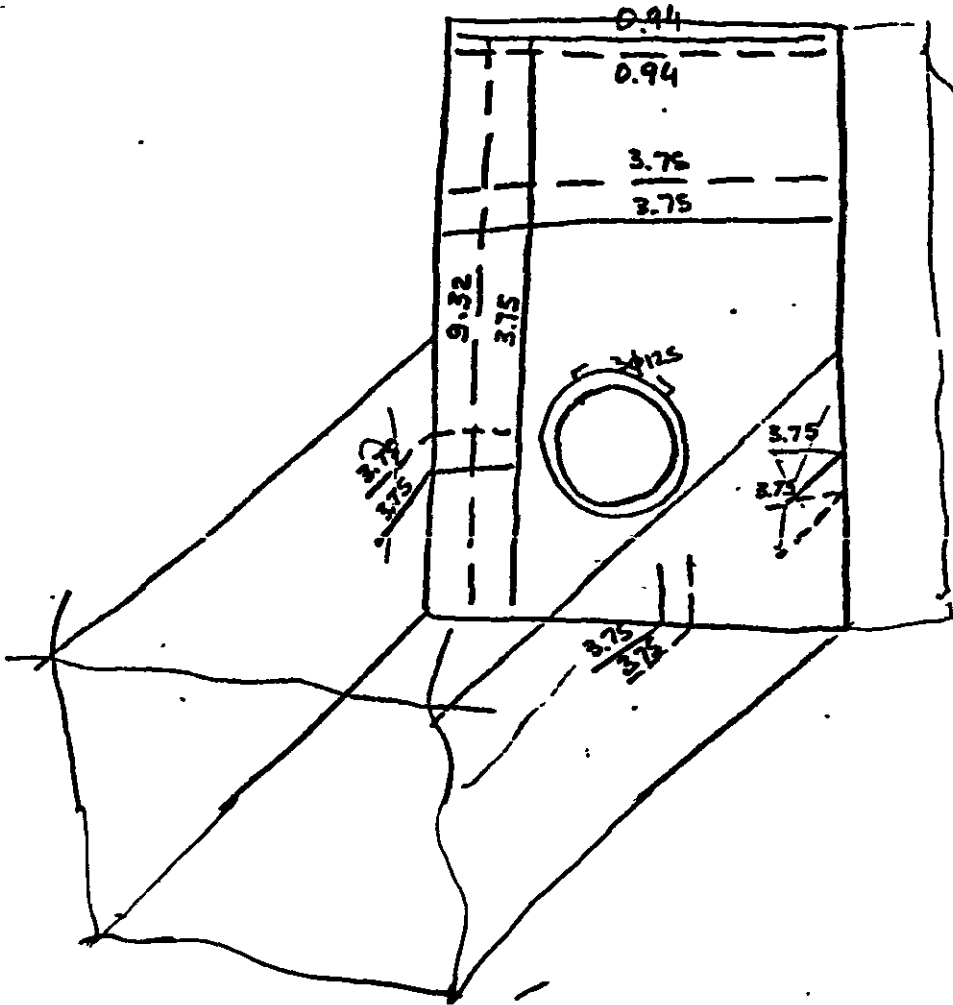


000148



|         |                          |         |                                     |             |
|---------|--------------------------|---------|-------------------------------------|-------------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA         | Assunto | TOMADA D'ÁGUA - BAC'D DE DISSIPACÃO |             |
| Cálculo | <i>Antônio</i> <i>AB</i> | Visto   | <i>Mobier</i>                       | Data        |
|         |                          |         |                                     | AGOSTO - 88 |
|         |                          |         |                                     | Folha       |
|         |                          |         |                                     | 14 de 16    |

P3:

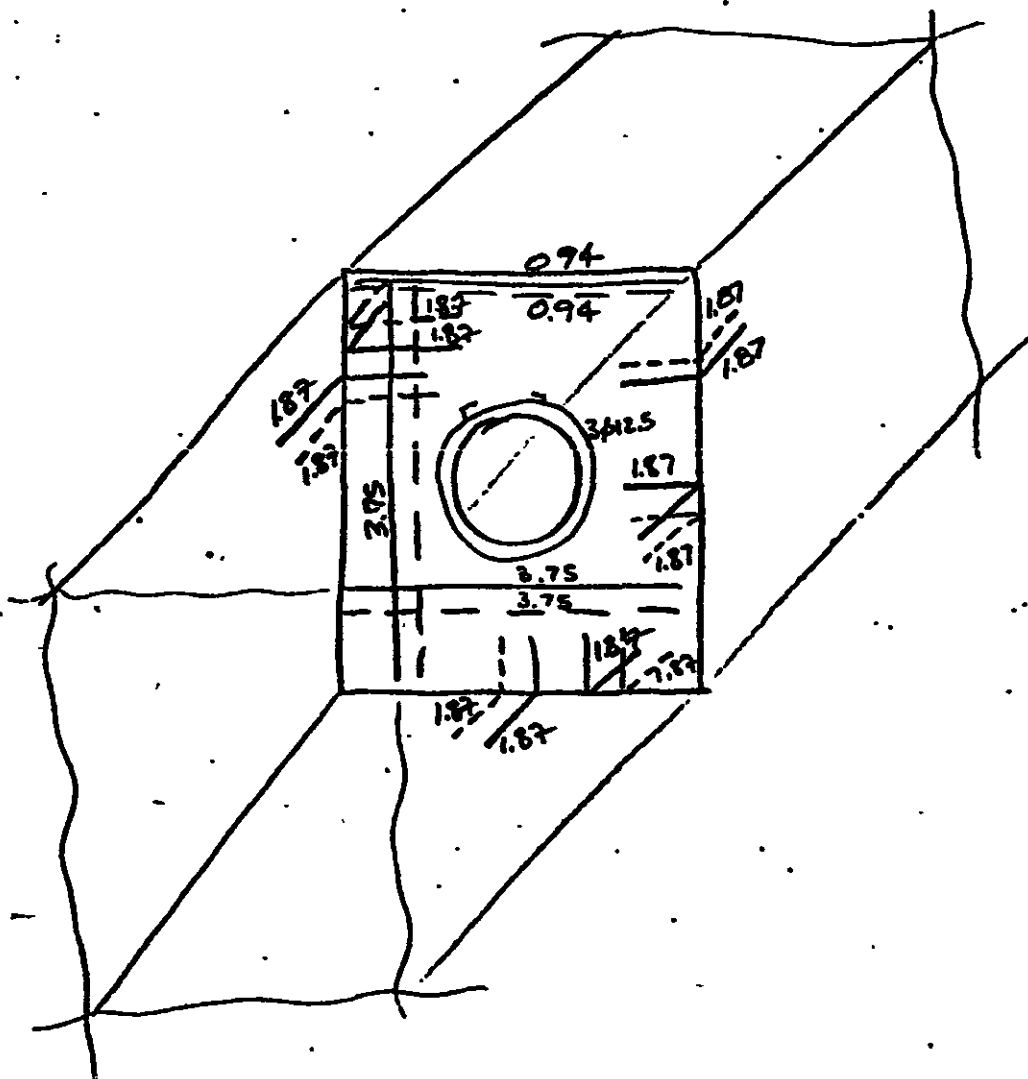


0.94 - 2φ10  
3.75 - φ12.5 c. 32  
φ10 c. 20



|                          |                    |  |                   |
|--------------------------|--------------------|--|-------------------|
| Obra<br>BARRAGEM CRUZETA |                    | Assunto<br>TOMADA D'ÁGUA - BACIA DE DISSIPACÃO |                   |
| Cálculo<br>custo 183     | Visto<br>M. Sobral | Data<br>AGOSTO-88                              | Folha<br>15 de 16 |

P4.

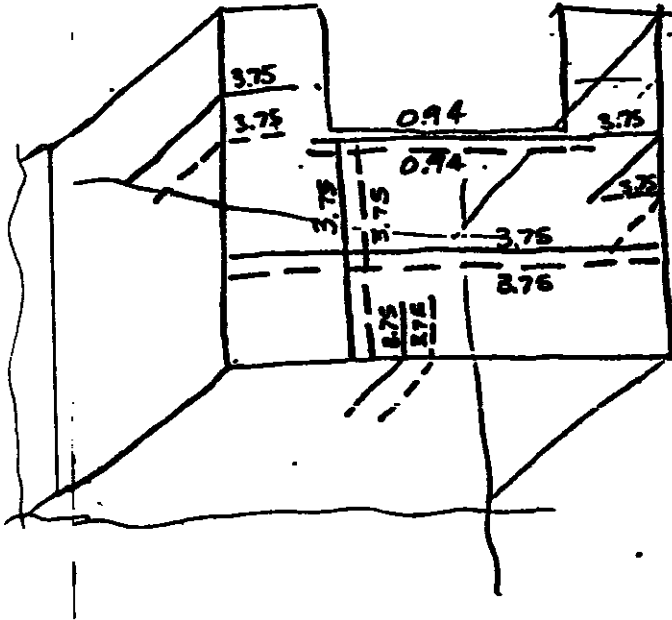


1.87 -  $\phi$  12.5 c. 65  
bloc. 42



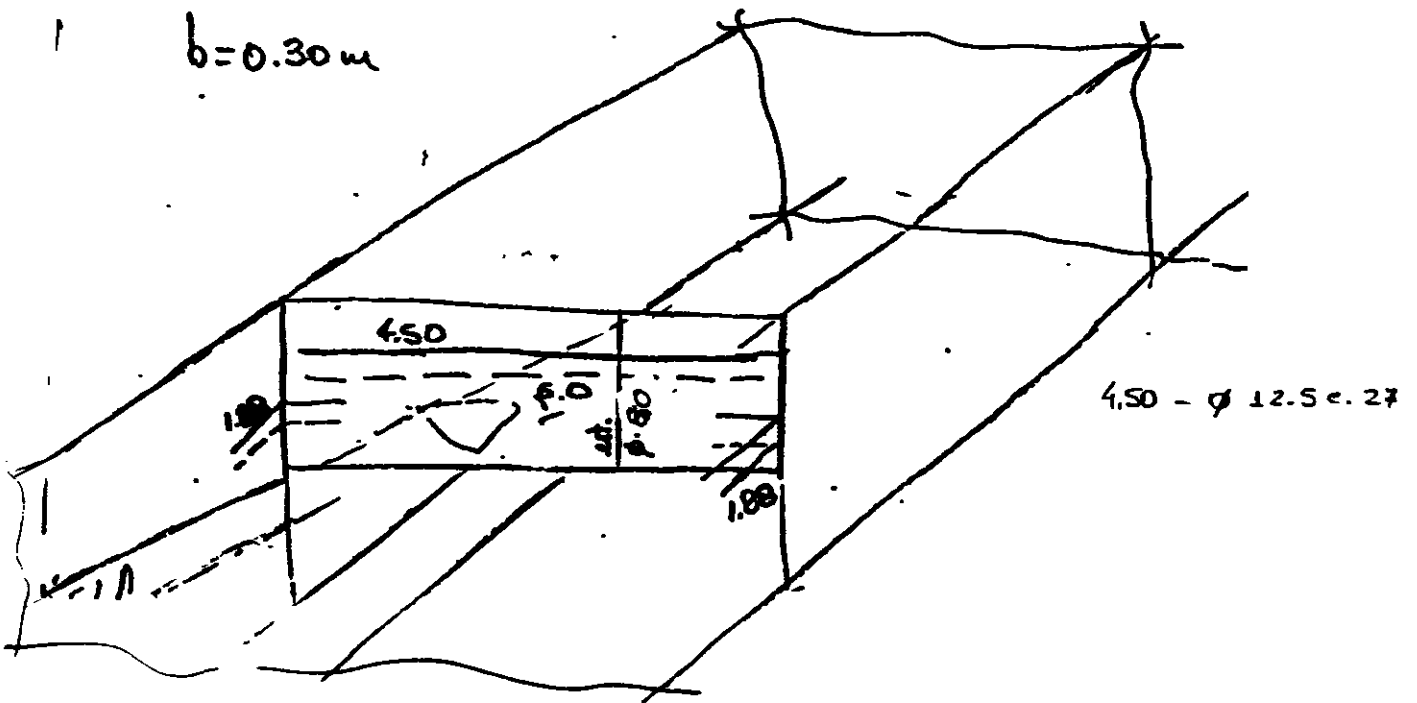
|         |                  |       |                    |         |                                     |       |          |
|---------|------------------|-------|--------------------|---------|-------------------------------------|-------|----------|
| Obra    | BARRAGEM CRUZETA |       |                    | Assunto | TOMADA D'ÁGUA - BACIA DE DISSIPACÃO |       |          |
| Cálculo | <i>custina</i>   | Visto | <i>M. Sobrinho</i> | Data    | AGOSTO - 88                         | Folha | 16 de 16 |

P5.



VIGA - V1

$b = 0.30\text{ m}$



000151



**10 - AMARRAÇÃO DA OBRA**

000132





### 10.1 - Amarração da obra do maciço

A amarração das obras está materializada nas ombreiras esquerda e direita, onde existem dois marcos topográficos, um correspondente à estaca 06E (ombreira esquerda) e o outro à estaca 10D (ombreira direita) distando entre si de 320,0m.

A direção do eixo da barragem é definida pela reta que liga os dois marcos, acima citados.

O estaqueamento do eixo foi feito a partir da estaca 0, no leito do rio, e crescendo no sentido de cada ombreira, sendo 1D, 2D, 3D, etc. No sentido da ombreira direita e 1E, 2E, 3E, 4E, etc, para a ombreira esquerda.

000153



## 10.2 - Amarração do Sangradouro

O sangradouro, localizado na ombreira direita, tem o seu eixo perpendicular à linha de base do barramento, na estaca 10D+5,0m, onde passa a ser estaca 0 do sangradouro.

O eixo do sangradouro segue em linha reta para jusante, caracterizando um canal de fuga reto. Para o lado de montante a linha de base sofre uma deflexão de  $30^\circ$  na estaca 1M+ 10,0m, formando um canal de aproximação curvo com raio de 150 m e pontos de tangência nas estacas 3M+10,0m e 0J+10m.



### 10.3 - Amarração da tomada d'água

A tomada d'água, localizada na ombreira direita, tem o seu eixo perpendicular ao eixo do barramento na estaca 4D, que passa a ser identificada como estaca 0 da tomada d'água.

O eixo da tomada d'água sofre deflexão tanto para montante como para jusante, sendo a de montante de  $29,5^{\circ}$  para direita, na estaca 2M+15m, e a de jusante de  $36^{\circ}$  para esquerda, na estaca 2J+18m. O canal de aproximação tem uma curva de raio de 38m e pontos de tangência nas estacas 2M+5m e 3M+5m, e o de fuga tem raio de 43m com pontos de tangência nas estacas 2J+5m e 3J+12m.



**11 - INSTALAÇÃO MÍNIMA DA OBRA**

000153

**BARRAGEN CRUZETA****INSTALAÇÃO MÍNIMA PARA O CANTEIRO DA OBRA**

- 01 - Escritório da Administração
- 02 - Laboratório de solo e concreto
- 03 - Depósito de cimento
- 04 - Central de britagem
- 05 - Posto de abastecimento de combustível
- 06 - Oficina mecânica
- 07 - Almoxarifado
- 08 - Carpintaria
- 09 - Ferraria
- 10 - Armação e moldagem
- 11 - Alojamento para pessoal de apoio
- 12 - Eletrificação



**12 - EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS**

000103

**BARRAGEM CRUZETA****EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS**

- 02 (DOIS) - Tratores de Esteiras com capacidade mínima de 270 HP;
- 01 ( UM ) - Trator de Esteiras com capacidade mínima de 140 HP;
- 02 (DUAS) - Pás Carregadeiras com capacidade mínima de 2 1/4 Jd3;
- 01 (UMA ) - Pá Carregadeira com capacidade mínima de 1 3/4 Jd3;
- 01 (UMA ) - Motoniveladora com potência mínima de 115 HP
- 02 (DOIS) - Rolos pés-de-carneiro vibratório, com capacidade mínima de 8 a 10 toneladas, impacto dinâmico;
- 02 (DOIS) - Compactor tipo Sapo;
- 04 (QUATRO) Grades de disco
- 02 (DOIS) - Tratores de pneus, com capacidade mínima de 100 HP;
- 02 (DOIS) - Caminhões tanques, com capacidade mínima de 6.000 litros;
- 04 (QUATRO) Betoneiras, com capacidade mínima de 320 litros;
- 04 (QUATRO) Vibradores de imersão, tipo agulha, variando de 35 a 500mm de diâmetro;
- 04 (QUATRO) Conjuntos Motobombas;
- 02 (DOIS) - Compressores de ar, com capacidade mínima de 500 pcm;
- 01 ( UM ) - Compressor de ar, portátil, com capacidade mínima de 250 pcm;
- 04 (QUATRO) Marteletores de 24 kg;
- 02 (DUAS) - Perfuratrizes, tipo ROC-601 ou similar;
- 20 (VINTE) - Caminhões basculantes com capacidade mínima de 4m<sup>3</sup>.