

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ
AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

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

PROJETO EXECUTIVO DAS ADUTORAS
DE CARIÚS E JUCÁS

TOMO IV

RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS DAS
ADUTORAS

VOLUME 4 ESTUDO DE CONCEPÇÃO DO
SISTEMA

AGUASOLOS
CONSULTORIA DE ENGENHARIA LTDA

FORTALEZA- CE
DEZEMBRO 1997

GOVERNO DO ESTADO



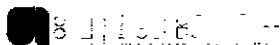
CEARÁ
AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

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

PROJETO EXECUTIVO DAS ADUTORAS DE CARIÚS E JUCÁS

ESTUDOS DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA

Lote. 01847 - Prep (X) Scan () Index ()
Projeto N° 182/03/B
Volume 1
Qtd A4 _____ Qtd A3 _____
Qtd A2 _____ Qtd A1 _____
Qtd A0 _____ Outros _____



FORTALEZA
FEVEREIRO/97

0182/03/B



PROJETO EXECUTIVO DAS ADUTORAS DE CARIÚS E JUCÁS
ESTUDOS DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA

000003

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. Apresentação..... | 2 |
| 2. Manancial | 3 |
| 3. Captação | 3 |
| 4. Dimensionamento da Tubulação Adutora que liga o Poço Amazonas à ETA | 4 |
| 5. Estação Elevatória..... | 4 |
| 6. Adutora..... | 5 |
| 7. Verificação do Golpe de Aríete..... | 7 |
| 8. Tratamento | 8 |
| 9. Reservação | 10 |

ANEXO

**Estudo do Diâmetro Econômico da Linha Adutora
Perfil e Esquema Físico do Sistema**

1. Apresentação

De conformidade com o estabelecido no Contrato de nº 025/96-PROURB/CE/COGERH, celebrado entre a **AGUASOLOS - Consultora de Engenharia Ltda e a COGERH**, este documento constitui os Estudos de Concepção do Projeto das Adutoras de Cariús de Jucás.

Antecedendo este documento, foi elaborado o Relatório dos Estudos Básicos, bem como o Relatório dos Estudos de Alternativas de Traçado das Adutoras. Na análise desses relatórios pela COGERH ficou definido que a captação seria feita a partir de poços amazonas, nos aluviões do rio Cariús, e que o traçado da adutora seria comum aos dois sistemas, no trecho inicial. Posteriormente a adutora seguiria seu traçado pela estrada que liga Cariús a Jucás.

O presente documento visa, além de apresentar as informações técnicas gerais sobre o tipo de Manancial, Captação, Estação Elevatória, Sistema de Tratamento Reservatório e Operação e Manutenção do Sistema; estudar alternativas de diâmetro econômico empregado nas linhas adutoras

2. Manancial

O sistema de abastecimento prevê a perfuração de um poço amazonas situado a montante do local onde foram realizados estudos para a construção do Açude Poço dos Paus

Esse tipo de manancial foi selecionado pela equipe de fiscalização da COGERH entre as alternativas propostas durante a primeira fase dos estudos.

A suficiência do manancial será garantido com a perenização do rio Cariús, com a construção da barragem Muquém que se situa aproximadamente 10 km a montante do poço a ser perfurado

Na localização prevista para o poço levou-se em conta a preservação da qualidade da água, ou seja, no sentido de prevenir uma eventual poluição pelas águas servidas da cidade

Com vistas ao atendimento e cálculo do sistema, foram consideradas as seguintes características técnicas para o poço, levando-se em conta que o mesmo estará sendo alimentado com as descargas regularizadas da barragem do Muquém.

- Profundidade..... .. .5,0m
- Nível estático 3,0m
- Nível dinâmico. 3,5m
- Vazão140m³/h
- Tempo de bombeamento24hs

3. Captação

A água será captada no poço amazonas através de bomba submersível e recalçada para a ETA, que é a próxima unidade do sistema. Esta unidade será responsável pelo tratamento da água que atenderá aos dois sistemas de abastecimento, de Cariús e Jucás

O poço situa-se a aproximadamente 100m da ETA, para um desnível geométrico de 10,14m. Não há restrições quanto as condições de acesso

4. Dimensionamento da Tubulação Adutora que liga o Poço Amazonas à ETA

Conforme os estudos de diâmetro econômico, apresentadas nos Quadros 1 e 2, anexos, o diâmetro de menor custo de investimento foi o de 150mm, correspondente a Alternativa 1 dos estudos. A Alternativa 2 aponta o diâmetro de 200mm como sendo o de menor custo anual de operação e manutenção

Confrontando as duas alternativas optamos pela segunda, ou seja, diâmetro de 200mm. A diferença existente entre os custos de investimentos é relativamente pequena e ainda mais que ao longo da vida útil do projeto a segunda alternativa, por ser de mais baixo custo de operação e manutenção, tornar-se-á mais viável do ponto de vista econômico

Para uma Vazão de $135,63\text{m}^3/\text{h}$ e altura manométrica de 16,58m, considerou-se para efeito de projeto, relativo a alternativa 2, uma bomba submersível de 11,5 CV

5. Estação Elevatória

A água tratada será lançada em um reservatório apoiado, que servirá de poço de sucção à estação elevatória. O reservatório, com capacidade para 50m^3 estará situado junto à ETA, em cota que permita o fluxo gravitário

A estação elevatória interligará a ETA ao reservatório apoiado atualmente existente em Jucás, e o reservatório elevado de distribuição, do atual sistema de abastecimento da cidade de Carús

Da análise dos Quadros 1 e 2, do estudo de diâmetro econômico das adutoras,, definiu-se o sistema de bombeamento, com opção pela alternativa 2 pelos motivos apontados no item anterior. O sistema apresenta as seguintes características:

- Bomba centrífuga de eixo horizontal com 3.500 r p m
- Vazão $130\text{m}^3/\text{h}$
- Altura Manométrica. 52,87m
- Potência 38 CV

6. Adutora

A água tratada será aduzida para o reservatório apoiado atualmente existente em Jucás, de onde a água é elevada para o sistema de distribuição da cidade. No ponto 1 da adutora, haverá uma derivação que seguirá para o reservatório elevado de distribuição da cidade de Cariús.

O traçado da adutora ficou definido quando da apresentação dos estudos de alternativas encaminhadas à fiscalização da COGERH, durante a 1ª fase dos trabalhos.

No Quadro 1, anexo, são apresentados os parâmetros de cálculos utilizados na composição dos custos das alternativas para a definição do diâmetro econômico.

Foram estudadas duas alternativas de diâmetro econômico para adução, nos trechos

- Captação - ETA - Trecho I - comprimento 100m
- Estação Elevatória - Ponto 1 - Trecho II - comprimento 643m
- Ponto 1 - Reservatório Elevado de Cariús - Trecho III - 148m
- Ponto 1 - Reservatório de Reunião de Jucás - Trecho IV - 3537m

A diferença entre as alternativas foi apenas nos diâmetros a serem utilizados em cada trecho. Na adutora de recalque, Trechos II, III e IV o material a ser utilizado será o PVC rígido PN -125, por ser de menor custo que o ferro fundido na faixa de diâmetro considerada. No Trecho I, Captação - ETA, o material será o ferro fundido devido os aspectos de ordem técnica. Trata-se de um trecho muito curto, de apenas 100m.

Os custos de investimentos foram compostos da seguinte maneira:

- Custo da tubulação acrescido de 5% relativo a perdas,
- Custo dos equipamentos de proteção (25% do custo da tubulação)
- Custo dos conjuntos elevatórios;
- Custo das obras civis,
- Custos dos equipamentos hidro-eleto-mecânicos, estimados em 90% dos custos das eletrobombas

Os custos anuais foram estimados levando-se em conta os gastos com energia, custos de operação e manutenção e a recuperação do capital. Os critérios e parâmetros utilizados na composição destes custos foram.

- Vida útil: 50 anos para a tubulação e obras civis, 15 anos para as bombas e equipamentos hidromecânicos e 25 anos para os equipamentos eletromecânicos,
- Custos com energia. foram consideradas as tarifas de consumo fora da ponta e na ponta, em ponta seca e ponta úmida e as tarifas de demanda fora da ponta e na ponta;
- N° de horas de bombeamento diário 24 horas, para as duas alternativas;
- Custos de Operação: Os custos de operação do sistema foram estimados levando-se em conta 03 (três) funcionários para as duas estações elevatórias Consideramos que o custo mensal de cada funcionário será de 03 (três) salários mínimos (R\$ 336,00) mais 95% de obrigações sociais;
- Custos de Manutenção. estes custos foram estimados em 5% do investimento inicial para tubulação em PVC e 3% para tubulação em ferro fundido, e 10% dos equipamentos hidro-eleto-mecânico;
- A recuperação do capital foi estimada considerando-se uma taxa de juros de 12% a a e a vida útil dos itens de composição dos custos.

Segue-se uma descrição de cada uma das alternativas.

Alternativa 1:

Esta alternativa compreende uma captação em poço Amazonas por uma bomba submersível que recalcará a água até a ETA, a 100m de distancia, em tubulação de ferro fundido de 150mm de diâmetro Após o tratamento que será efetuado na ETA, a água será lançada, gravitariamente, em um reservatório de reunião que servirá de poço de sucção da estação elevatória que fará o recalque da água para os reservatórios de Cariús e Jucás. Nos Trechos II e IV da adutora o diâmetro será de 150mm, em PVC rígido PN 125, enquanto no trecho III, entre o Ponto 1 e o reservatório elevado de Cariús será de 100mm, também em PVC rígido

Alternativa 2.

Semelhante a primeira, inclusive o material - ferro fundido no Trecho I, e PVC rígido PN 125, nos Trechos II, III e IV - sendo que os diâmetros estão assim distribuídos:

- Trecho I (Captação - ETA) Ø 200mm,
- Trecho II (Estação elevatória - Ponto 1) . Ø 200mm;
- Trecho III (Ponto 1 - Reservatório elevado de Cariús) Ø 100mm,
- Trecho IV (Ponto 1 - Reservatório de reunião de Jucás) · Ø 150mm

Da análise dos Quadros 1 e 2 citados, observa-se que a alternativa 1 apresentou menor custo de investimento, embora com pequena diferença, e custos anuais maiores que a alternativa 2. Esta alternativa apresenta conjuntos de bombeamento de potências menores e em consequência menores gastos com energia.

Dessa forma, em virtude da pequena diferença entre os custos de investimentos, cerca de R\$ 10.000,00, e tendo a alternativa 1 apresentado maiores custos anuais, adotou-se a alternativa 2 como solução mais viável devendo, portanto, ser desenvolvida na fase seguinte dos trabalhos, que é de projeto executivo.

Nos desenhos 1 e 2, em anexo, são apresentados os perfis e o esquema físico do sistema referentes às alternativas estudadas.

7. Verificação do Golpe de Aríete

Cálculo da Celeridade C

Utilizamos a fórmula de Allievi

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \frac{D}{e}}}$$

onde

D = diâmetro do encanamento, em metros

e = espessura do encanamento em metros

k = 18, para tubo de PVC rígido

$$C = \frac{9.900}{[48,3 + 18 * (\frac{0,200}{0,0068})]^{1/2}} = 411,89 \text{ m/s}$$

O maior valor da onda será:

$$\frac{C \cdot V_0}{g},$$

Onde, V_0 = velocidade de escoamento antes do golpe de aríete = 1,23m/s

g = aceleração da gravidade (m/s^2)

$$\text{então. } \frac{411,89 * 1,23}{9,81} = 51,64 \text{ m}$$

No retorno da onda, a pressão pode alcançar.

$$15 + 51,64 = 66,64 \text{ m.c.a}$$

O material utilizado será o PVC - PN 125 que suporta pressões até 125 m.c.a, tornando-se desnecessário o emprego de dispositivos anti-golpe de aríete. Será necessário somente a colocação de válvula de retenção no início da linha de recalque como forma de impedir o refluxo para o interior da bomba.

8. Tratamento

Considerando que as características físico-químicas e biológicas das águas que serão utilizadas, ficarão substancialmente alteradas em virtude da perenização do rio Cariús, com as vazões regularizadas do Açude Muquém, a ser construído, julgou-se desnecessário se determinar as características das águas dos mananciais presentemente disponíveis

Por se constituir de água subterrânea, sem o risco de agentes poluidores, pois o manancial estará situado a aproximadamente 1km a montante da cidade de Cariús, o tratamento consistirá de filtração e desinfecção à base de hipoclorito de sódio

Face a configuração topográfica do local escolhido para a ETA e aos elevados custos de construção de uma estação de tratamento convencional, a Consultora optou por dimensionar um sistema compacto de tratamento. Os equipamentos escolhidos para fins de quantificação e custos são da "HEMFIBRA", sendo que quaisquer equipamentos similares que tenham especificações técnicas semelhantes poderão substituí-los.

Estes sistemas possuem a vantagem de serem modulares, portanto oferecem oportunidade de ampliação, e apresentam grande eficiência em termos de remoção da turbidez e cor, além de serem de fácil operação.

O sistema compõe-se basicamente de:

- 04 (quatro) filtros de fluxo ascendente com capacidade para tratar $49\text{m}^3/\text{h}$, por unidade;
- 02 (dois) kits de preparação, armazenamento e dosagens de soluções de sulfato de alumínio, com tanque com volume útil de 500l;
- 01 (um) kit de preparação, armazenamento e dosagens de solução de hipoclorito de sódio, com tanque com volume útil de 250l,
- Equipamentos hidro-mecânicos.

Os filtros foram dimensionados a partir dos seguintes dados:

- Vazão $135,88\text{m}^3/\text{h}$
- Taxa de filtração: $180\text{m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$
- tempo de funcionamento: 24 horas

Resultando:

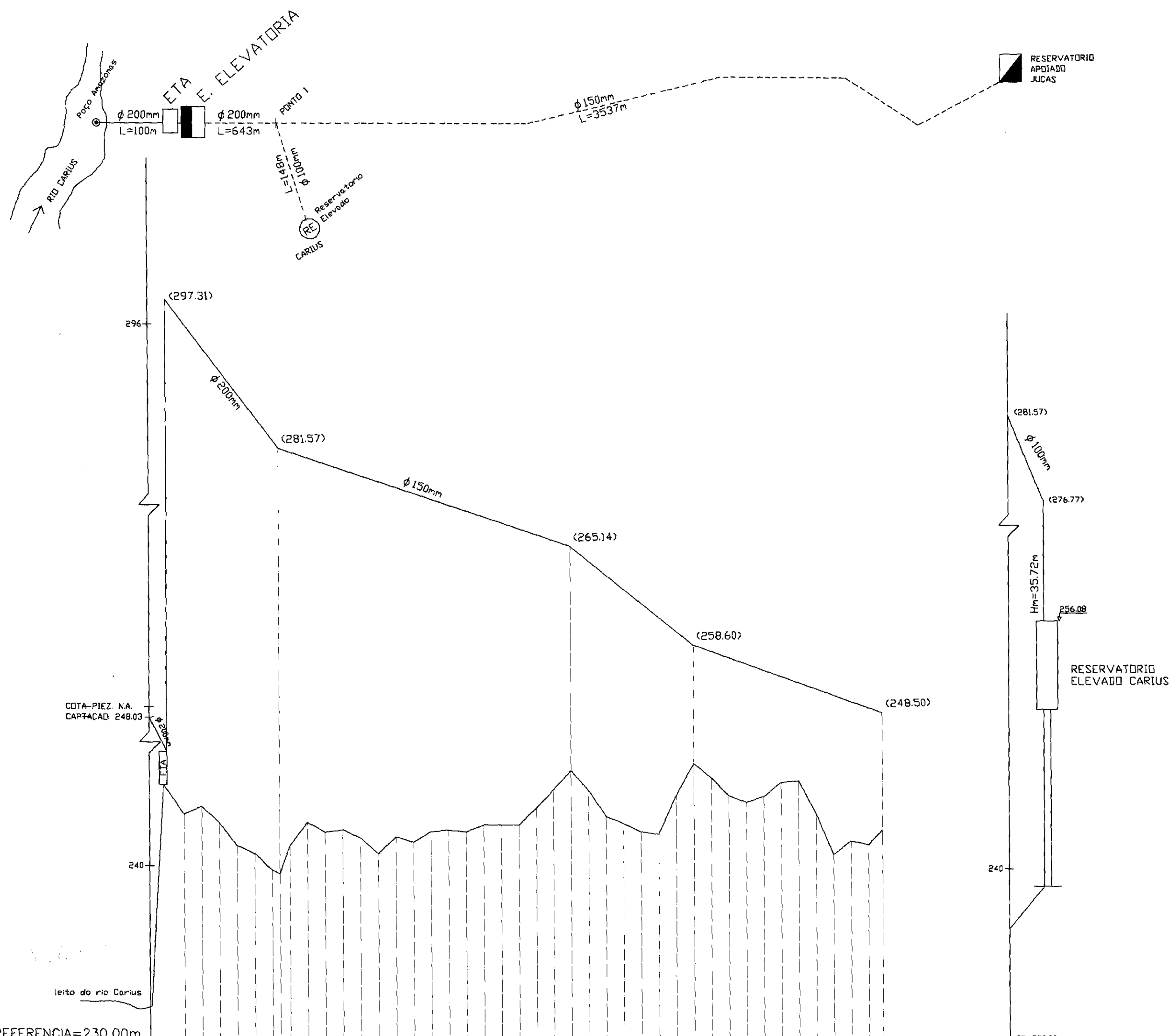
- Área filtrante: $18,08\text{m}^2$
- Número de unidades: 04 (quatro)
- Área de cada unidade: $4,52\text{m}^2$

| QUADRO 01 - CONT. | | | |
|--|--|------------|------------|
| III TRECHO CARIÚS PONTO 1 - RESERV ELEV CARIÚS | | | |
| ITEM | Discriminação | FoFo | FoFo |
| 1 | DN | 100 | 100 |
| 2 | Diâmetro externo (mm) | 101,6 | 101,6 |
| 3 | Espessura do tubo (mm) | 3,6 | 3,6 |
| 4 | Diâmetro interno (mm) | 94,4 | 94,4 |
| 5 | Custo do tubo | 14,22 | 14,22 |
| 6 | Vazão (l/s) | 12,25 | 12,25 |
| 7 | Velocidade média | 1,75 | 1,75 |
| 8 | Comprimento, L, (m) | 148 | 148 |
| 9 | Perda de carga | 0,03241 | 0,03241 |
| 10 | Perda de carga total | 4,80 | 4,80 |
| 11 | Altura necessária no reservatório elevado | 15 | 15 |
| 12 | Cota no ponto de derivação | 236,57 | 236,57 |
| 13 | Cota no terreno natural no RE (Cariús) | 241,05 | 241,05 |
| 14 | Desnível Geométrico | - 4,48 | 4,48 |
| 15 | Altura manométrica no ponto de derivação | 45,00 | 45,00 |
| 16 | Altura Manométrica no RE | 35,72 | 35,72 |
| IV - TRECHO (PONTO 1 - RESERV.APOIADO JUCÁS) | | | |
| ITEM | Discriminação | PVC PN 125 | PVC PN 125 |
| 1 | DN | 150 | 150 |
| 2 | Diâmetro externo (mm) | 170 | 170 |
| 3 | Espessura do tubo (mm) | 6,8 | 6,8 |
| 4 | Diâmetro interno | 156,4 | 156,4 |
| 5 | Custo do tubo | 11,17 | 11,17 |
| 6 | Vazão (l/s) | 23,63 | 23,63 |
| 7 | Velocidade média | 1,23 | 1,23 |
| 8 | Comprimento, L, (m) | 3 537 | 3.537 |
| 9 | Perda de carga | 0,00935 | 0,00935 |
| 10 | Perda de carga total (m) | 33,07 | 33,07 |
| 11 | Altura necessária no reservatório apoiado(m) | 3 | 3 |
| 12 | Cota no ponto de derivação | 236,57 | 236,57 |
| 13 | Cota no terreno natural Jucás | 239,42 | 239,42 |
| 14 | Desnível Geométrico | -2,85 | -2,85 |
| 15 | Altura manométrica no ponto de derivação | 45,00 | 45,00 |
| 16 | Altura Manométrica no RA (JUCÁS) | 9,08 | 9,08 |
| V - CÁLCULO DA BOMBA | | | |
| 17 | Potência consumida (cv) | 47,94 | 41,89 |
| 18 | Potência consumida (kw) | 35,29 | 30,83 |
| 19 | Potência instalada (cv) | 50 | 40 |
| 20 | Potência instalada (kw) | 36,80 | 29,44 |

| QUADRO 01 - CONT. | | | |
|--|--|-------------------|-------------------|
| III - CUSTO DOS INVESTIMENTOS | | | |
| 1 | Custo total da tubulação + 5% de Perdas | 69 124,37 | 77.961,91 |
| 2 | Custo dos Equipamentos de Proteção(25% de 1) | 17.281,09 | 19.490,48 |
| 3 | Custo total da Adutora (1 + 2) | 86.405,46 | 97.452,39 |
| 4 | Custo dos Conjuntos Elevatórios | 13.000,00 | 13 000,00 |
| 5 | Custo das Obras Civas | 40.000,00 | 40.000,00 |
| 6 | Custo dos Equip.Hidro-eletr-mec. (90% de 5) | 11.700,00 | 11.700,00 |
| 7 | Custo total das Est de Bomba. (4+5+6) | 64.700,00 | 64.700,00 |
| 8 | Custo do tratamento | 120.586,00 | 120.586,00 |
| INVESTIMENTO TOTAL (3+6+8) | | 271.691,46 | 282.738,39 |
| IV - CUSTO ANUAIS | | | |
| 1 | Custo Anual de Energia | 23 920,40 | 21.100,87 |
| 2 | Custo de Operação | 23.587,00 | 23.587,00 |
| 3 | Custo de Manutenção | 5.826,22 | 6 268,10 |
| 4 | Amortização Anual da Adutora | 866,27 | 977,02 |
| 5 | Amortização Anual das Estações de Bomba. | 6.814,36 | 6 814,36 |
| DESPESA TOTAL | | 61 014,25 | 58 747,35 |
| % EM RELAÇÃO AO DIÂMETRO MAIS ECONÔMICO | | 1,04 | 1,00 |

QUADRO 2**QUADRO RESUMO**

| ALTERNATIVA | CUSTO DO INVESTIMENTO | CUSTO ANUAL |
|-----------------------|------------------------------|--------------------|
| ALTERNATIVA 01 | 271 691,46 | 61.014,25 |
| ALTERNATIVA 02 | 282.738,39 | 58.747,35 |

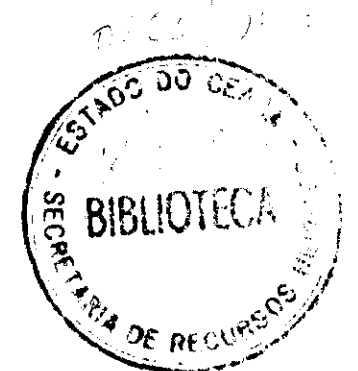
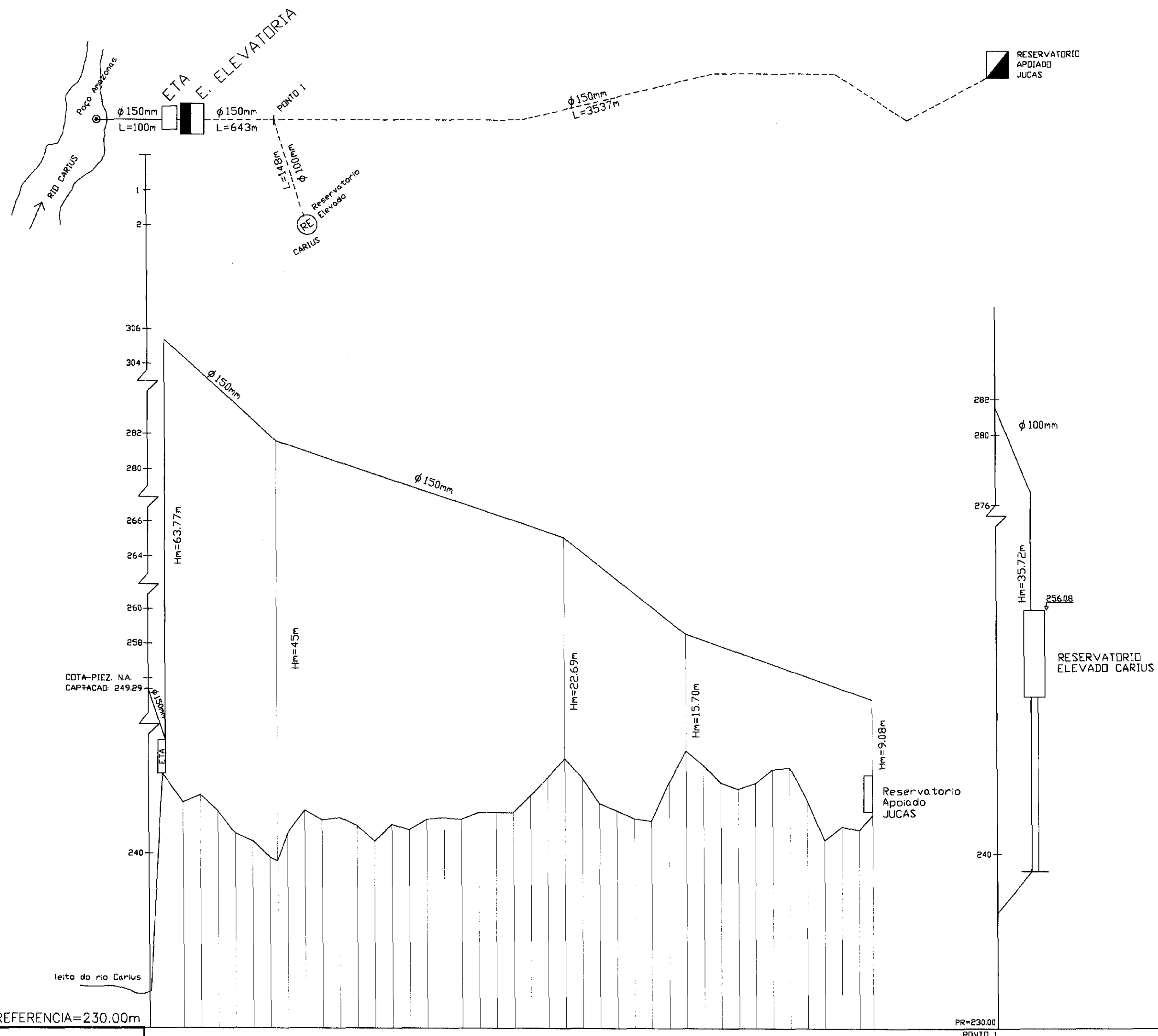


000016

PLANO DE REFERENCIA=230.00m

| PONTO | 0 | 1 |
|--------------------------|--------|--------|
| COTAS DO TERRENO NATURAL | 231.45 | 241.59 |
| DISTANCIAS PARCIAIS | 80.00 | 100.00 |
| DISTANCIAS ACUMULADAS | 100.00 | 200.00 |
| COTA PIEZOMETRICA | 281.57 | 248.50 |

| | | | |
|---|--|--------------------------------|-----|
| GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ PROURB/CE PROJETO EXECUTIVO DAS ADUTORAS DE CARIÚS E JUCAS | | | |
| PROJ. | PERFIL E ESQUEMA FÍSICO DO SISTEMA ALTERNATIVA 2 | DES. | |
| VISTO | | DATA DE EMISSÃO | |
| VERIF. | | ESCALA: H=1/20.000; V=1/200 | REV |
| APROVO | AGUASOLOS - CONSULTORA DE ENGENHARIA Ltda | Nº DO DESENHO: 02 | |



000017

PLANO DE REFERENCIA=230.00m

| PONTO | 0 | 1 |
|--------------------------|--------|--------|
| COTAS DO TERRENO NATURAL | 231.45 | 236.75 |
| DISTANCIAS PARCIAIS | 80.00 | 100.00 |
| DISTANCIAS ACUMULADAS | 100.00 | 200.00 |
| COTA PIEZOMETRICA | 249.29 | 281.57 |

GOVERNO DO ESTADO DO CEARA
SECRETARIA DOS RECURSOS HIDRICOS
COMPANHIA DE GESTAO DOS RECURSOS HIDRICOS - COGERH
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTAO DOS RECURSOS HIDRICOS DO ESTADO DO CEARA PROURB/CE
PROJETO EXECUTIVO DAS ADUTORAS DE CARIUS E JUCAS

| | | | |
|--------|--|-------------------|-----|
| PROJ. | PERFIL E ESQUEMA FISICO DO SISTEMA ALTERNATIVA 1 | DES. | |
| VISTO | | DATA DE EMISSAO | |
| VERIF. | | ESCALA: | REV |
| APROVO | | Nº DO DESENHO: 01 | |

AGUASOLOS - CONSULTORA DE ENGENHARIA Ltda