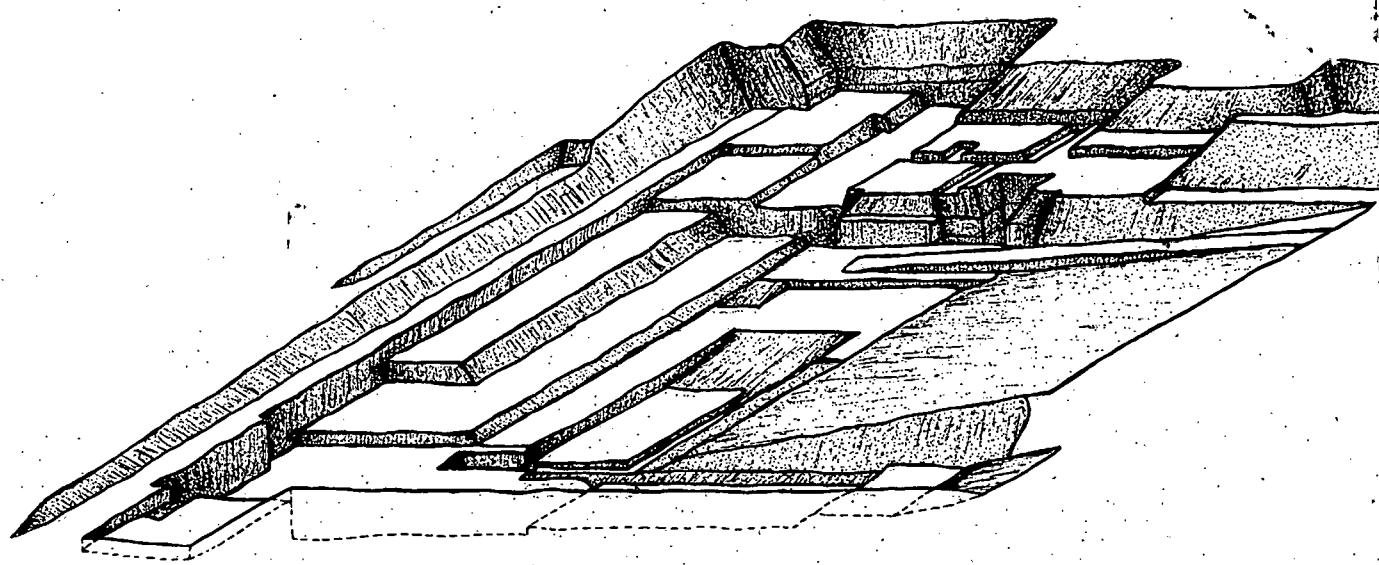


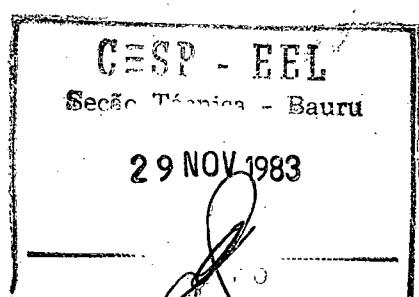
CESP

Companhia
Energética de
São Paulo



*Escavação para Implantação
das Estruturas de Concreto da
Usina Hidroelétrica Três Irmãos*

***Escavação para Implantação
das Estruturas de Concreto da
Usina Hidroelétrica Três Irmãos***



SETEMBRO DE 1983

APRESENTAÇÃO

A P R E S E N T A Ç Ã O

Este trabalho tem como escopo apresentar os métodos e processos utilizados no decorrer das escavações necessárias a implantação das estruturas de geração para o Aproveitamento Múltiplo Três Irmãos.

Desta forma, e com o intuito puramente didático, serão comentados os diversos tópicos, separados nos seguintes itens:

1 - LOCALIZAÇÃO E GEOLOGIA.

Neste item são comentados os aspectos principais da localização da Obra e geologia local, porém de uma forma razoavelmente sucinta, uma vez que os pormenores referentes a esta geologia, serão objeto de relatório específico.

2 - PLANEJAMENTO.

Sob este tópico, serão apresentadas as premissas básicas a que se atreve o planejamento, comentando-se ainda os seus aspectos positivos e negativos, apresentando-se ainda um acompanhamento dos períodos executivos com seus respectivos quantitativos.

3 - PROCESSO CONSTRUTIVO.

Neste item, comenta-se os aspectos construtivos, sendo feita uma subdivisão nos três principais tipos de desmonte utilizados:

- Fogos de miolo;
- Fogos para acabamento de fundação;
- Fogos para obtenção de taludes finais;

Comenta-se ainda o destino dos materiais escavados, do ponto de vista dos vários usos definidos.

4 - INDICES.

No tocante aos índices característicos, são comentadas as variações ocorridas, justificando-se estas em função das diversas fases, devendo-se ressaltar que somente houve

preocupação no tocante aos principais índices, por serem eles responsáveis pela quase totalidade dos custos finais.

5 - CONTROLE DE VIBRAÇÃO.

No que concerne ao controle efetuado visando a limitação das solicitações dinâmicas impostas ao maciço pelas detonações, apresenta-se uma descrição detalhada da metodologia empregada, comentando-se os resultados obtidos.

6 - ACOMPANHAMENTO.

Sob o tópico de acompanhamento serão apresentados os mapas utilizados visando a metodização da coleta de dados, facilitando então os trabalhos de compilação parcial (relatórios mensais) e total (relatório final).

7 - TRATAMENTO DE TALUDES.

Com o intuito de agilização dos processos executivos, e em virtude das interferências intrínsecas entre estabilização de taludes e escavação, estiveram afetos a Seção de Escavação em Rocha, que teve o apoio da Seção de Geologia EPL, os trabalhos referentes a estabilização do maciço rochoso, motivo pelo qual serão apresentados aqui os principais elementos de tratamento utilizados sem, no entanto, comentar-se as hipóteses de cálculos adotadas, uma vez que este tópico será abordado pela Seção de Geologia em seu relatório final.

8 - CONCLUSÃO.

Sob este item, são salientados os aspectos mais significativos deste trabalho.

NOTA: Este trabalho foi preparado pela equipe de Fiscalização, do Setor de Obras de Terra e Rocha (EEIR), calçada na experiência acumulada pela CESP na fiscalização de construção de suas barragens.

Fica aqui ainda, a intenção de tentar contribuir através da divulgação deste relato, tanto para documentação histórico-técnica sobre a construção do Aproveitamento Múltiplo Três Irmãos, como para a consolidação da experiência das equipes de Fiscalização CESP em suas Obras.

ÍNDICE

	PÁGINA
APRESENTAÇÃO	03
1 - LOCALIZAÇÃO E GEOLOGIA	11
2 - PLANEJAMENTO	23
3 - PROCESSO CONSTRUTIVO	41
4 - INDICES	55
5 - CONTROLE DE VIBRAÇÃO	69
6 - ACOMPANHAMENTO	79
7 - TRAVAMENTO DE TALUDES	91
8 - CONCLUSÃO	111
BIBLIOGRAFIA	115



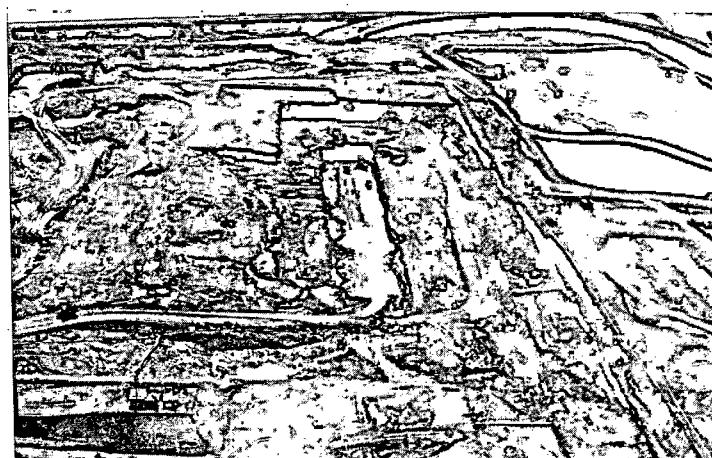
LOCALIZAÇÃO E GEOLOGIA

1 - LOCALIZAÇÃO E GEOLOGIA.

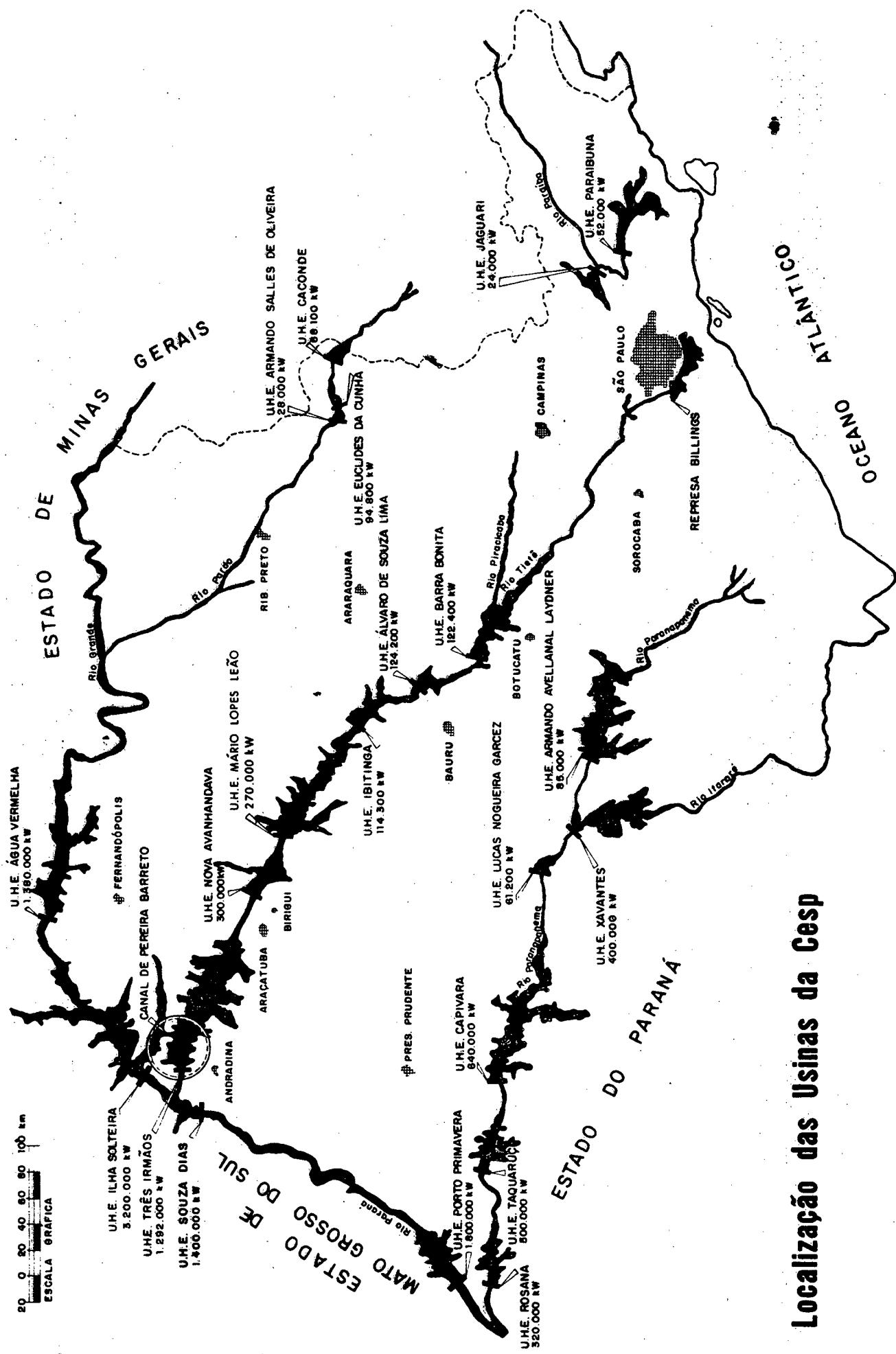
1.1 - LOCALIZAÇÃO.

O Empreendimento Três Irmãos está localizado no Rio Tietê, cerca de 28km a montante de sua confluência com o Rio Paraná. O local dista cerca de 36km da Usina Hidroelétrica Engº Souza Dias (Jupiá), 25km de Pereira Barreto e 30km de Andradina.

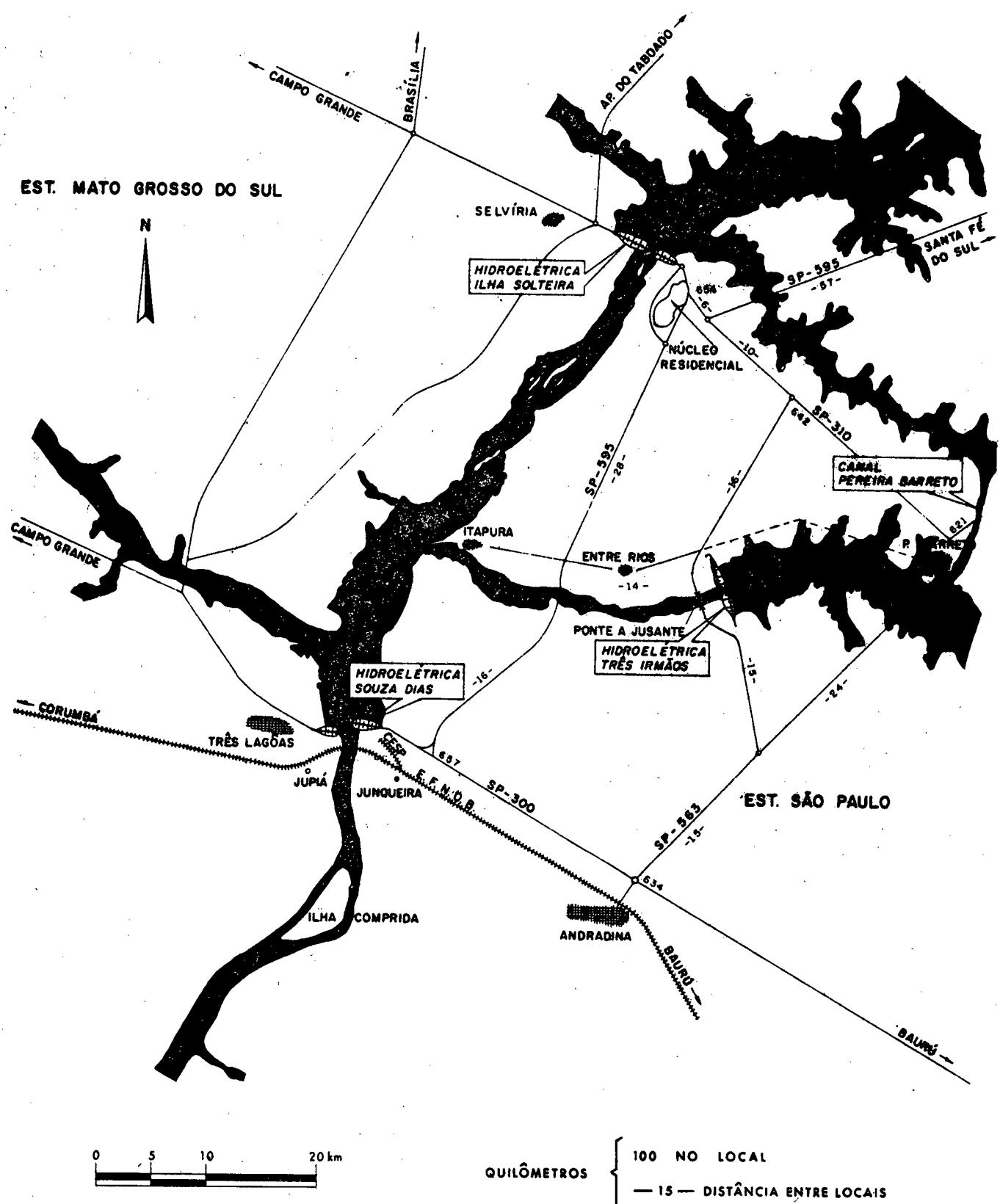
Através do desenho da folha seguinte pode-se ter uma idéia da localização geral do Empreendimento, face às demais regiões do Estado, assim como do seu posicionamento relativo às demais obras da CESP. O desenho da folha nº 17 apresenta o posicionamento regional do Empreendimento, enquanto a foto nº 01 mostra uma vista aérea da Obra em setembro de 1981.



VISTA AÉREA DA OBRA EM SETEMBRO DE 1981.



Localização das Usinas da Cesp



Planta de Situação do Empreendimento

1.2 - GEOLOGIA LOCAL.

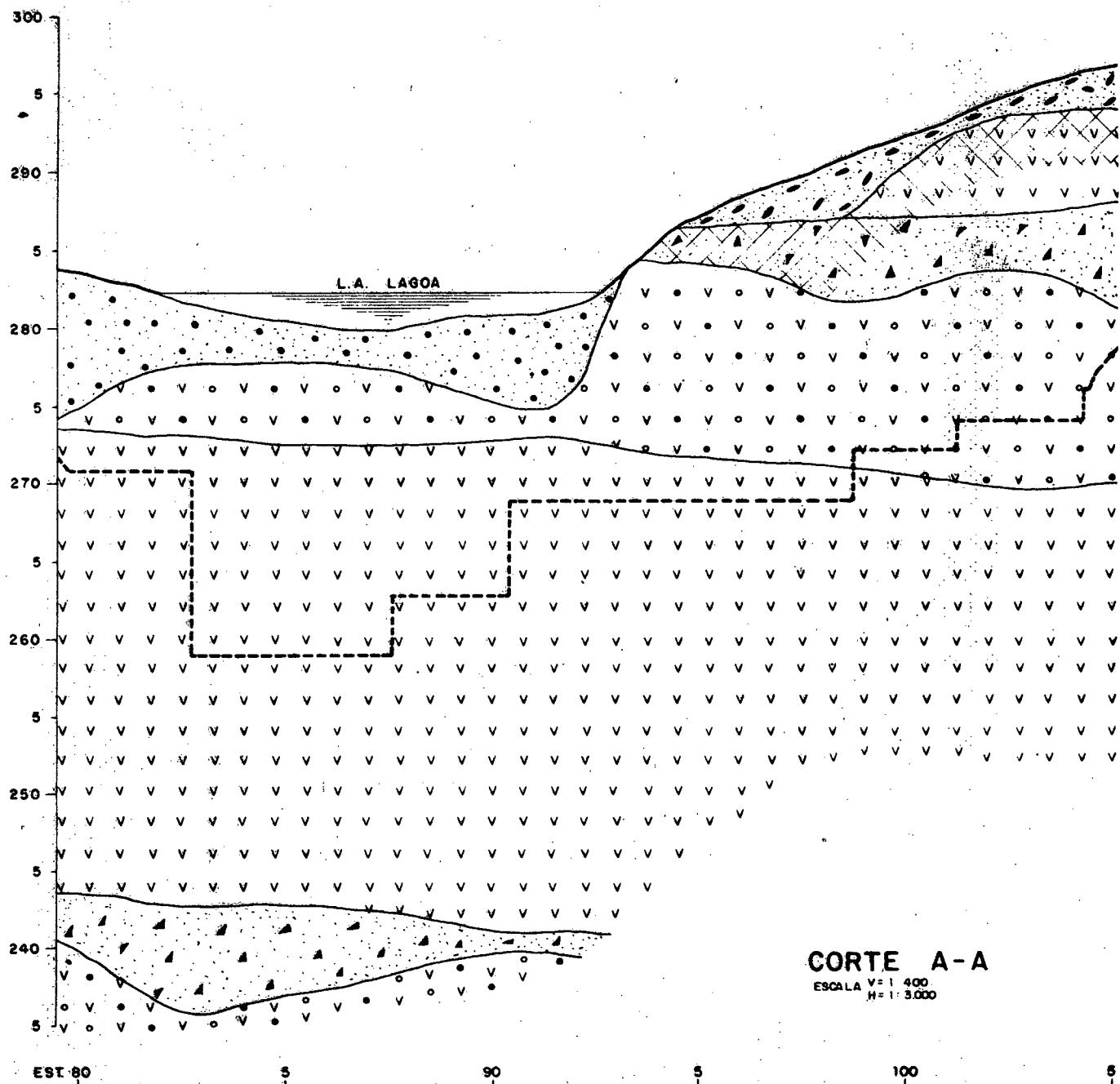
O Empreendimento Três Irmãos está localizado sobre derrames de basalto, com intercalações de brecha arenosa nos contatos. As sondagens realizadas amostraram três derrames basálticos, presentemente denominados A, B e C em ordem ascendente. Sobre os basaltos ocorre uma camada de solo transportado, que normalmente apresenta uma espessura média da ordem de 4 a 6 metros.

É possível individualizar nos derrames basálticos três zonas distintas: a basal constituída de basalto denso, a intermediária de natureza amígdalo-vesicular e uma superior representada por brecha basáltica. Estas três zonas caracterizam-se por diferentes comportamentos estruturais geotécnicos.

Deve ser ressaltado ainda os aspectos referentes ao fraturamento bastante intenso do maciço, com fraturas horizontais e sub-horizontais, ocorrendo ainda, nas proximidades dos contatos, descontinuidades bastante características. Quanto ao fraturamento vertical e sub-vertical, encontra-se um intenso diaclasamento, em geral fechado, preenchido por material calcífero, silicático ou micro-brecha.

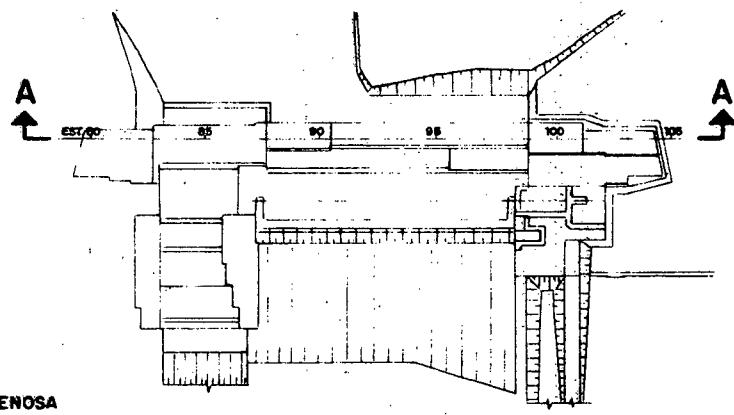
O desenho da folha nº 20 mostra, pelo eixo, uma seção geológica característica, estando também indicado o posicionamento relativo da estrutura.

Cabe informar ainda que, como relatado na introdução (item 1), uma descrição pormenorizada da geologia será objeto de relatório específico a ser emitido pela Seção de Geologia, que presta serviços ao Setor Obras de Terra e Rocha.



LEGENDA

[Dotted Pattern]	ALUVIÃO
[Vertical 'V' Pattern]	BASALTO DENSO
[Diagonal 'V' Pattern]	BASALTO VESÍCULO AMIGDALOIDAL
[Triangular Pattern]	BRECHA BASALTICA ARENOSA
[Horizontal Line Pattern]	COLUVIÃO
[Cross-hatch Pattern]	SOLO DE ALTERAÇÃO BASALTO DENSO
[Solid Black Dots]	BRECHA BASALTICA ARENOSA





PLANEJAMENTO

2 - PLANEJAMENTO.

2.1 - PLANEJAMENTO/PREMISSAS.

Algumas orientações básicas foram estabelecidas pela CESP com intuito de obter, da Contratada, a adequação mais conveniente aos trabalhos de desmonte para a implantação das estruturas de geração do Empreendimento Três Irmãos. Desta forma seriam atendidos os requisitos de qualidade bem como as datas marco de interesse do projeto, ficando a Contratada com liberdade para distribuir o esforço produtivo na forma mais conveniente aos seus interesses sem, no entanto, deixar de atender aos compromissos básicos pré-fixados.

Deste modo, os seguintes pontos foram estabelecidos:

- 1º) Escavação seletiva dos materiais constituintes das diversas litologias, visando tanto o seu melhor aproveitamento final, bem como a minimização de empréstimo necessário a finalidades específicas.

Tendo em vista que a totalidade da brecha do derrame B encontrava-se em um estado tal que permitiu sua remoção com tratores, tivemos, então, dois materiais distintos a escavar a fogo: o basalto amigdalo-vesicular do derrame B e o basalto denso do derrame B.

A separação física destes materiais ocorria em torno da elevação 269,00m e estava caracterizada pela presença de uma descontinuidade bastante evidente que, inclusive, foi uma das condicionantes do aspecto de estabilidade de algumas partes da estrutura.

- 2º) Preservação de uma massa final de rocha sobre as fundações com uma espessura de três metros a ser desmontada em operação em separado, com o objetivo de minimizar os efeitos de ultra-quebra e de abalo das fundações, permitindo desta forma trabalhos menores de preparo de fundação, sabidamente dispendiosos e onerosos.

Cabe comentar aqui que esta prática demonstrou ótima efetividade, como será mostrado mais adiante.

- 30) Os desmontes para obtenção de taludes finais deveriam ser programados, sempre que a geometria do projeto permitisse, através da técnica de "Smooth-blasting", a ser aplicado a uma massa final de rocha com seis metros de espessura, visando tanto a minimização de ultra-quebras como a maior integridade do maciço remanescente.
- 40) As escavações deveriam se iniciar pela rampa do canal de fuga, a esquerda do acesso existente na elevação 282,00m e no sentido jusante-montante, ainda no período de execução da ensecadeira, por se permitir assim a abertura de frentes de escavação bastante grandes que propiciassem a obtenção de volumes significativos quando da ensecagem da área até então submersa. Esta orientação se tornava viável, tendo em vista a particularidade de parte das estruturas se localizarem em níveis superiores ao N.A. normal do rio.
- 50) As escavações deveriam ser conduzidas de forma que a primeira estrutura a ser liberada para início de concretagem, fosse a estrutura do Vertedouro de Superfície, por ser por aí efetivado o desvio da segunda etapa, configurando assim ser este o caminho crítico do planejamento.

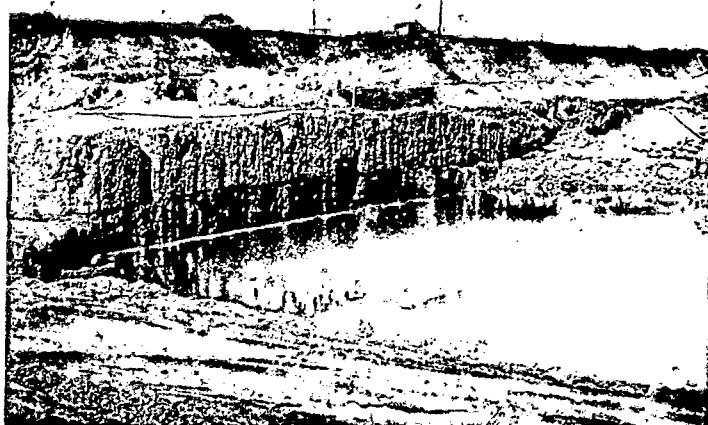
Desta forma, foi elaborado pela Contratada um planejamento subdividido em nove fases, das quais os desenhos das folhas nº 30 a nº 34 dão uma idéia bastante ilustrativa, sendo acompanhado ainda pelas fotos de nº 02 a 10, onde se nota que um dos grandes problemas enfrentados foi o das infiltrações como fica evidente nas fotos nº 05 e 06.

FOTO N° 02



INÍCIO DA ESCAVAÇÃO, ADENTRANDO PELO LADO ESQUERDO DO CANAL DE FUGA, VISTA DE JUSANTE PARA MONTANTE.

FOTO N° 03



VISTA DE MONTANTE PARA JUSANTE DA TOMADA D'ÁGUA CASA DE FORÇA E CANAL DE FUGA.

FOTO N° 04



AVANÇO PARA CASA DE FORÇA. OBSERVA-SE OPERAÇÃO DE ESGOTAMENTO.

FOTO N° 05



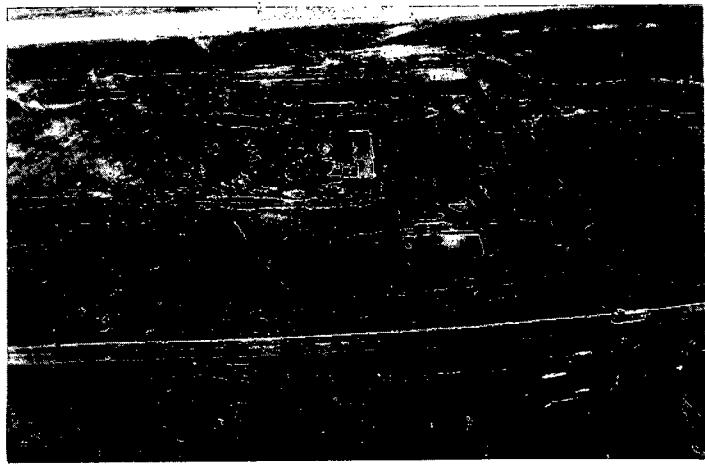
OBSERVA-SE AO FUNDO, O AVANÇO EM DIREÇÃO AO VERTEDOURO E
OPERAÇÃO DE ESGOTAMENTO.

FOTO N° 06



EMBOQUE DA CASA DE FORÇA PARA VERTEDOURO.

FOTO N° 07



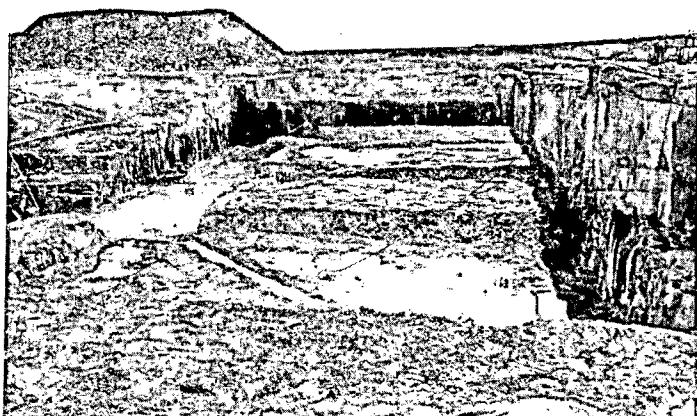
EMBOQUE NA ELEVAÇÃO 257, EM DIREÇÃO AO VERTEDOURO.

FOTO N° 08



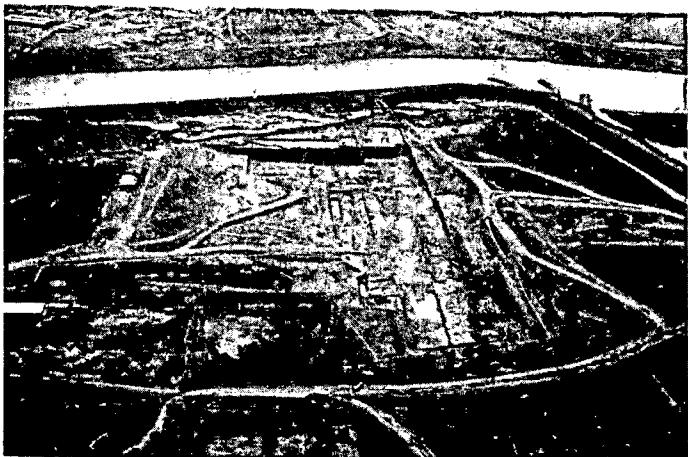
ESCAVAÇÃO DO VERTEDOURO.

FOTO N° 09

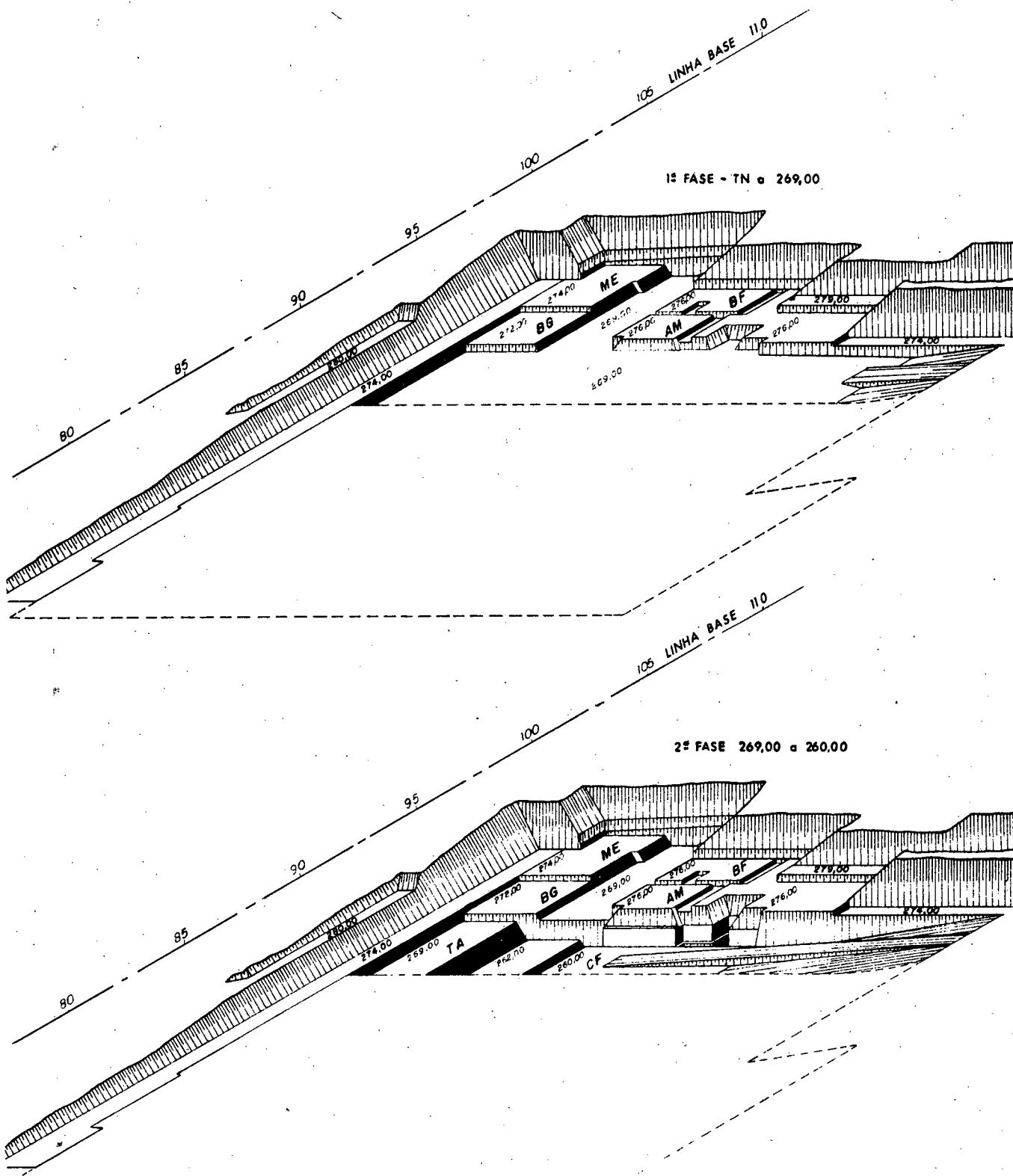


VISTA DE MONTANTE PARA JUSANTE DA ESCAVAÇÃO DO VERTEDOURO.

FOTO N° 10



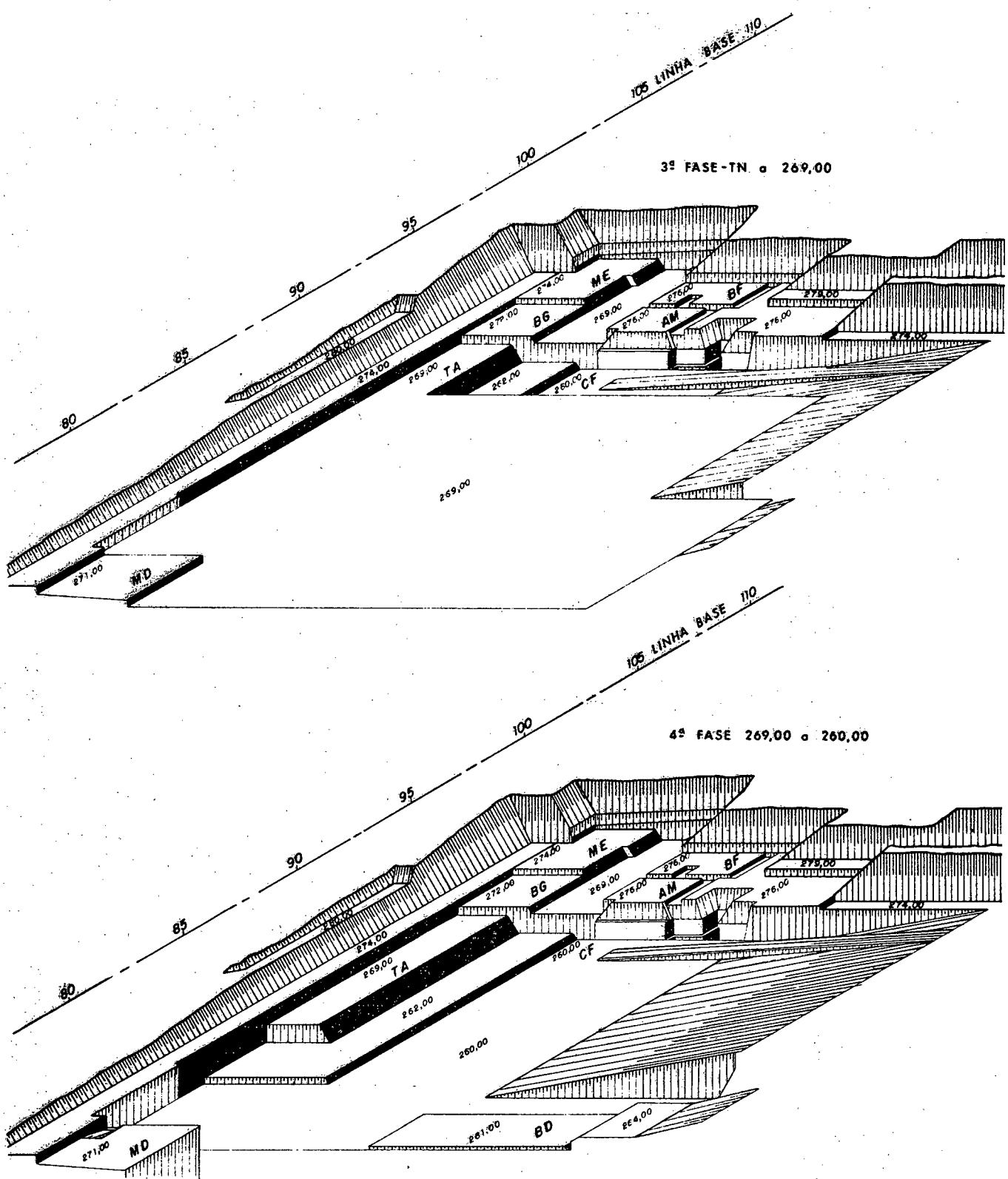
VISTA GERAL DA ESCAVAÇÃO DAS ESTRUTURAS.



BALANÇO DOS MATERIAIS				
MATERIAL	VOLUME		DESTINO	
	1 ^ª FASE	2 ^ª FASE	1 ^ª FASE	2 ^ª FASE
BASALTO VESÍCULO AMIGDALOIDAL	147.000	-	DEPÓSITO ROCHA N° 1	-
BASALTO DENSO	-	109.000	-	DEPÓSITO ROCHA N° 2
TOTAL	147.000	109.000		

NOTA: VOLUME REFERIDO AO CORTE

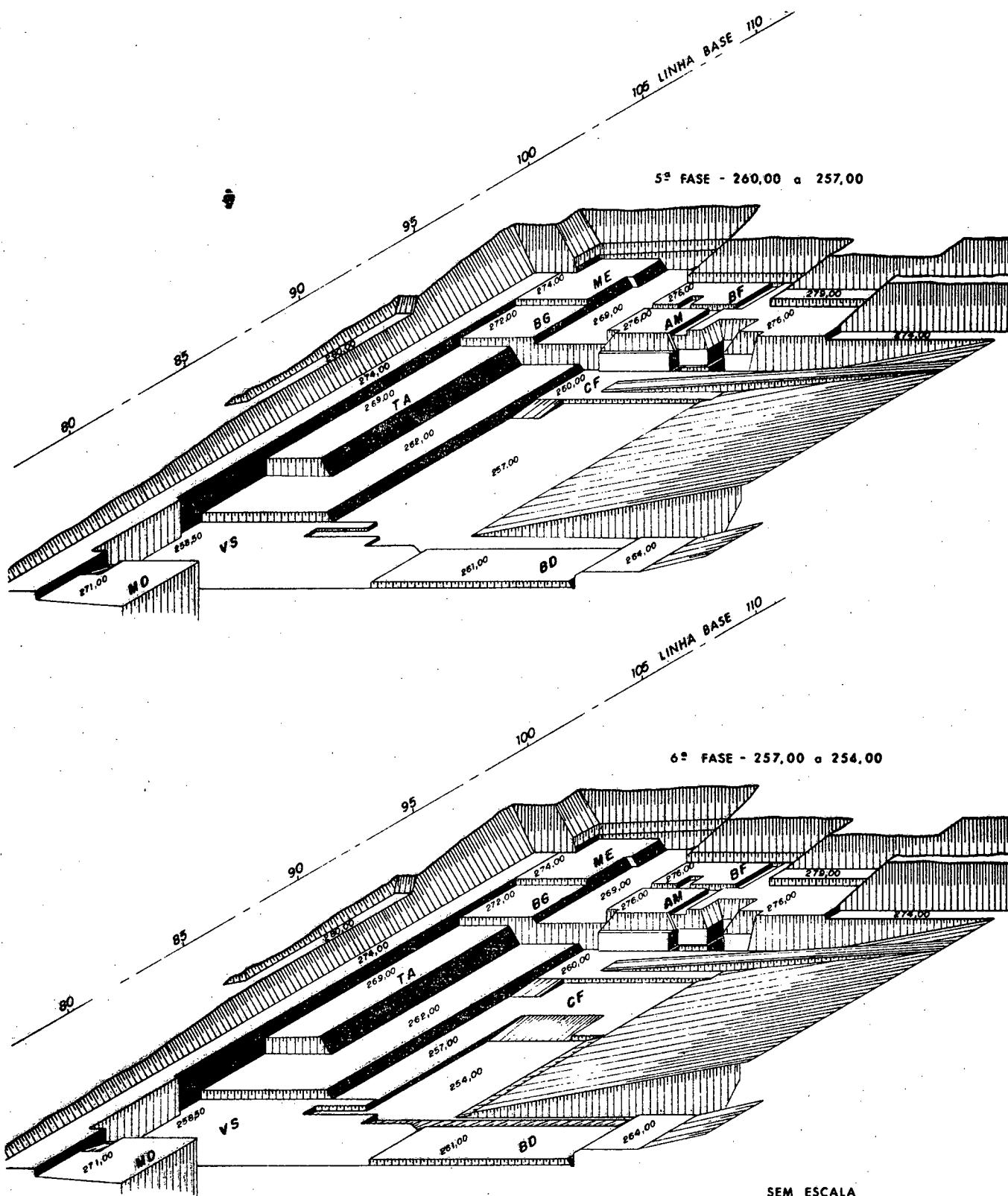
Plano de Escavação em Rocha



MATERIAL	VOLUME		DESTINO	
	3 ^a FASE	4 ^a FASE	3 ^a FASE	4 ^a FASE
BASALTO VESÍCULO AMIGDALOIDAL	166.000	—	DEPÓSITO ROCHA N° 1	—
BASALTO DENSO	68.000	296.000	—	DEPÓSITO ROCHA N° 2
TOTAL	234.000	296.000		

NOTA : VOLUME REFERIDO AO CORTE

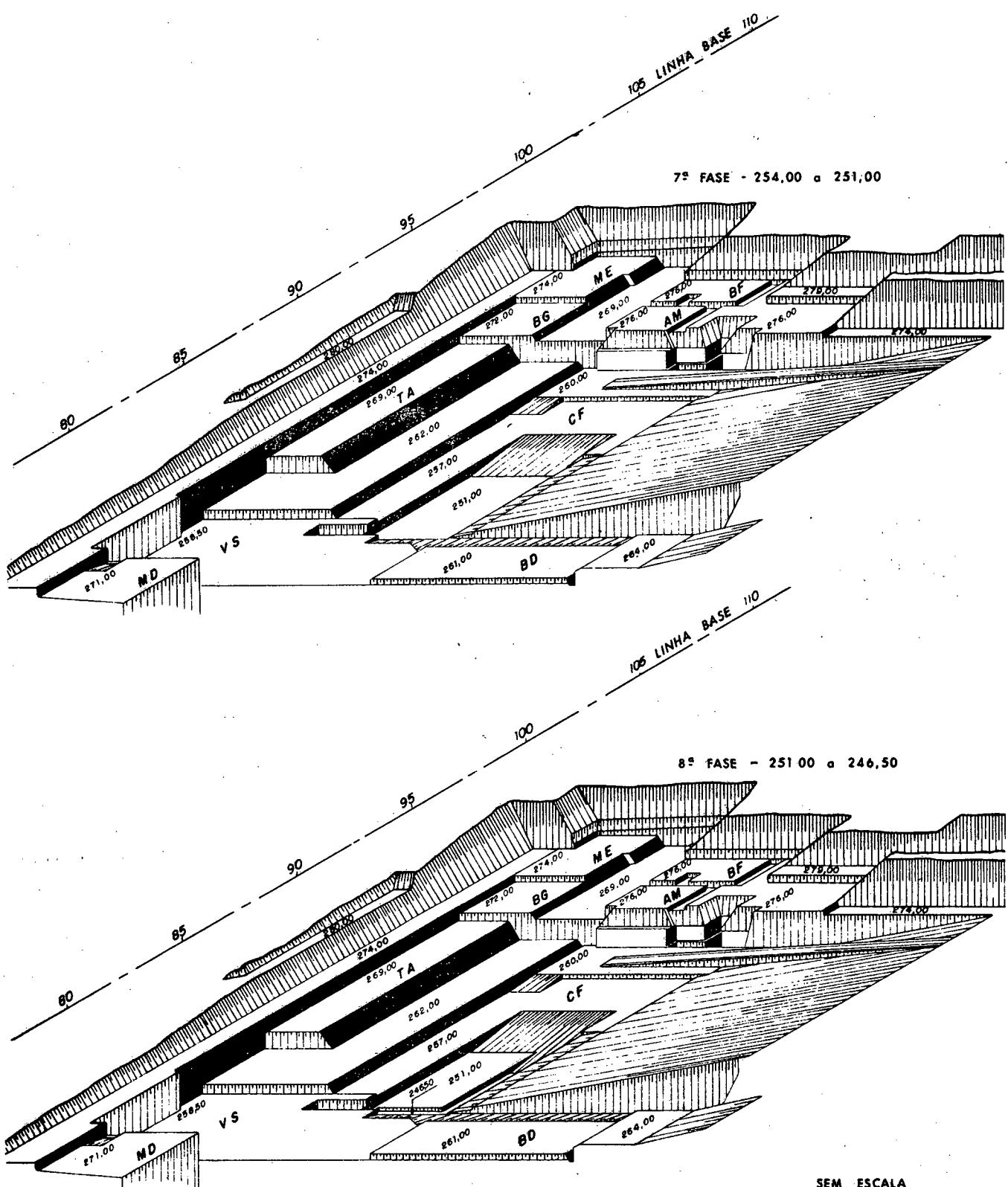
Plano de Escavação em Rocha



MATERIAL	VOLUME		DÉSTINO	
	5ª FASE	6ª FASE	5ª FASE	6ª FASE
BASALTO VESÍCULO AMIGDALOIDAL	—	—	—	—
BASALTO DENSO	56.000	23.000	DEPÓSITO ROCHA N° 2	DEPÓSITO ROCHA N° 2
TOTAL	56.000	23.000		

NOTA: VOLUME REFERIDO AO CORTE

Plano de Escavação em Rocha



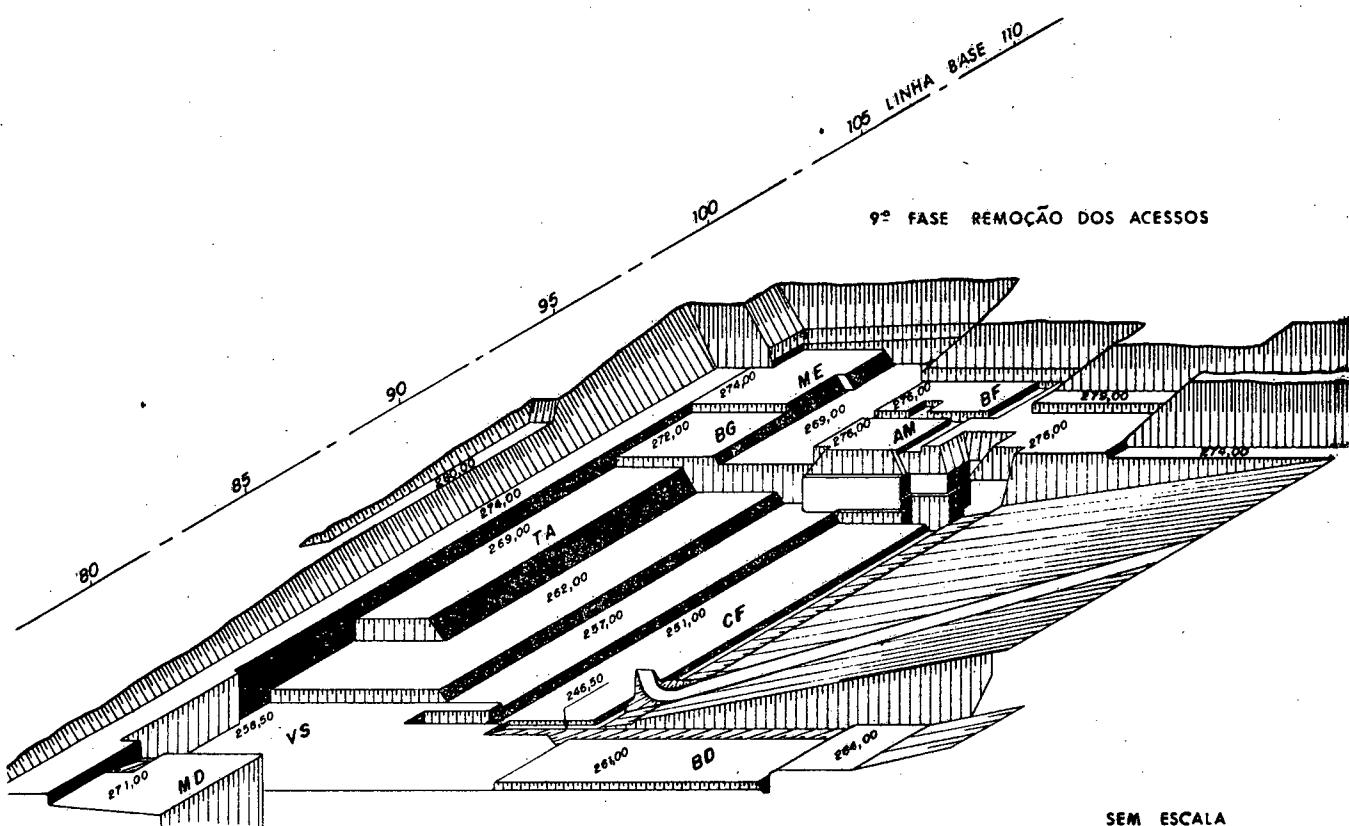
SEM ESCALA

BALANÇO DOS MATERIAIS

MATERIAL	VOLUME		DESTINO	
	7º FASE	8º FASE	7º FASE	8º FASE
BASALTO VESÍCULO AMIGDALOIDAL	—	—	—	—
BASALTO DENSO	13.000	3.000	DEPOSITO ROCHA N° 2	DEPOSITO ROCHA N° 2
TOTAL	13.000	3.000		

NOTA: VOLUME REFERIDO AO CORTE

Plano de Escavação em Rocha



MATERIAL	VOLUME		DESTINO	
	9º FASE	- FASE	9º FASE	- FASE
BASALTO VESÍCULO AMIGDALOIDAL	—	—	—	—
BASALTO DENSO	34.000	—	DEPÓSITO ROCHA N° 2	—
TOTAL	34.000	—		

NOTA: VOLUME REFERIDO AO CORTE

Piano de Escavação em Rocha

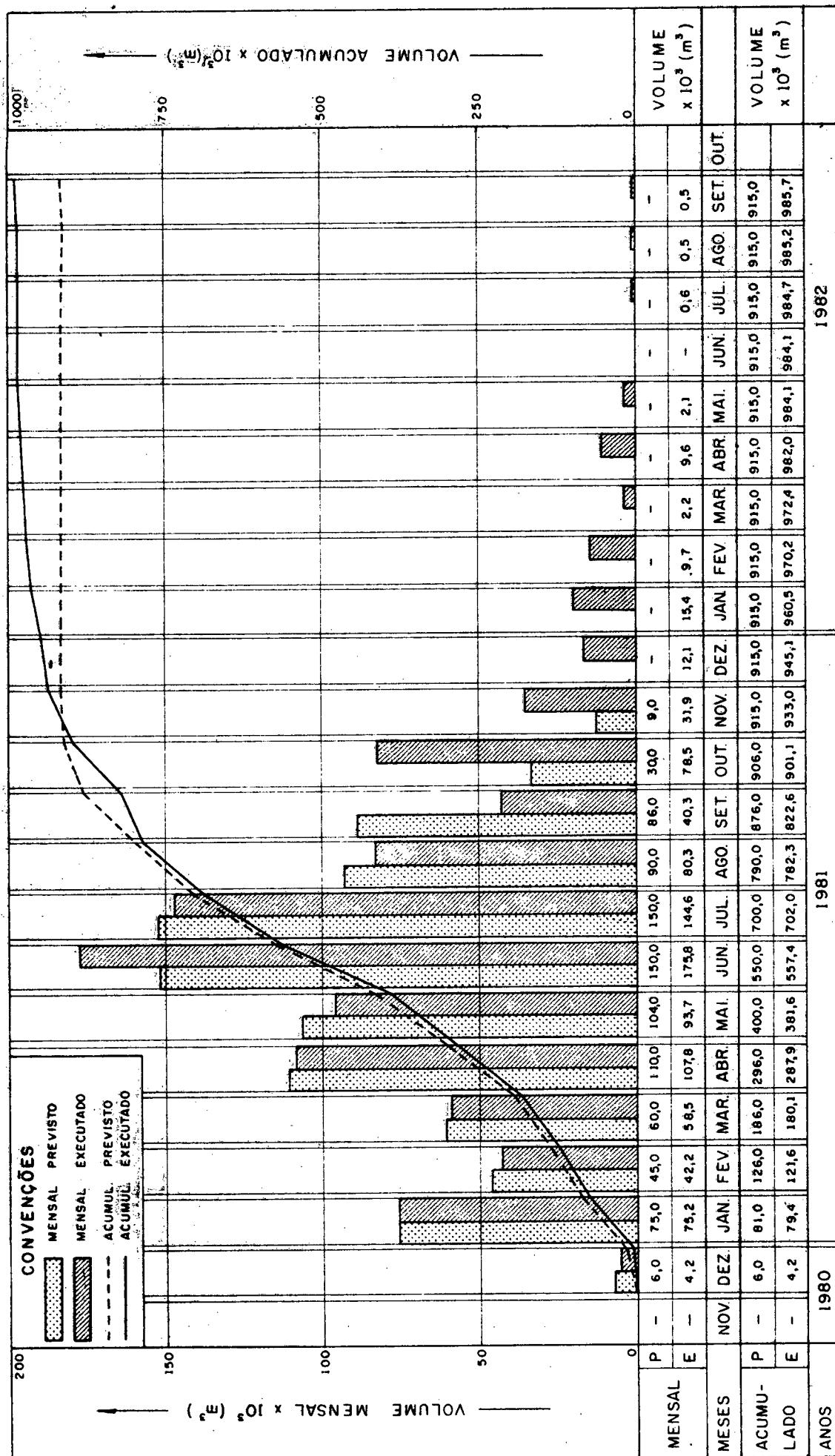
2.2 - PLANEJAMENTO/ACOMPANHAMENTO.

Através do gráfico a seguir pode-se fazer uma observação das metas programadas e atingidas devendo ser ressaltado o bom desempenho da Contratada.

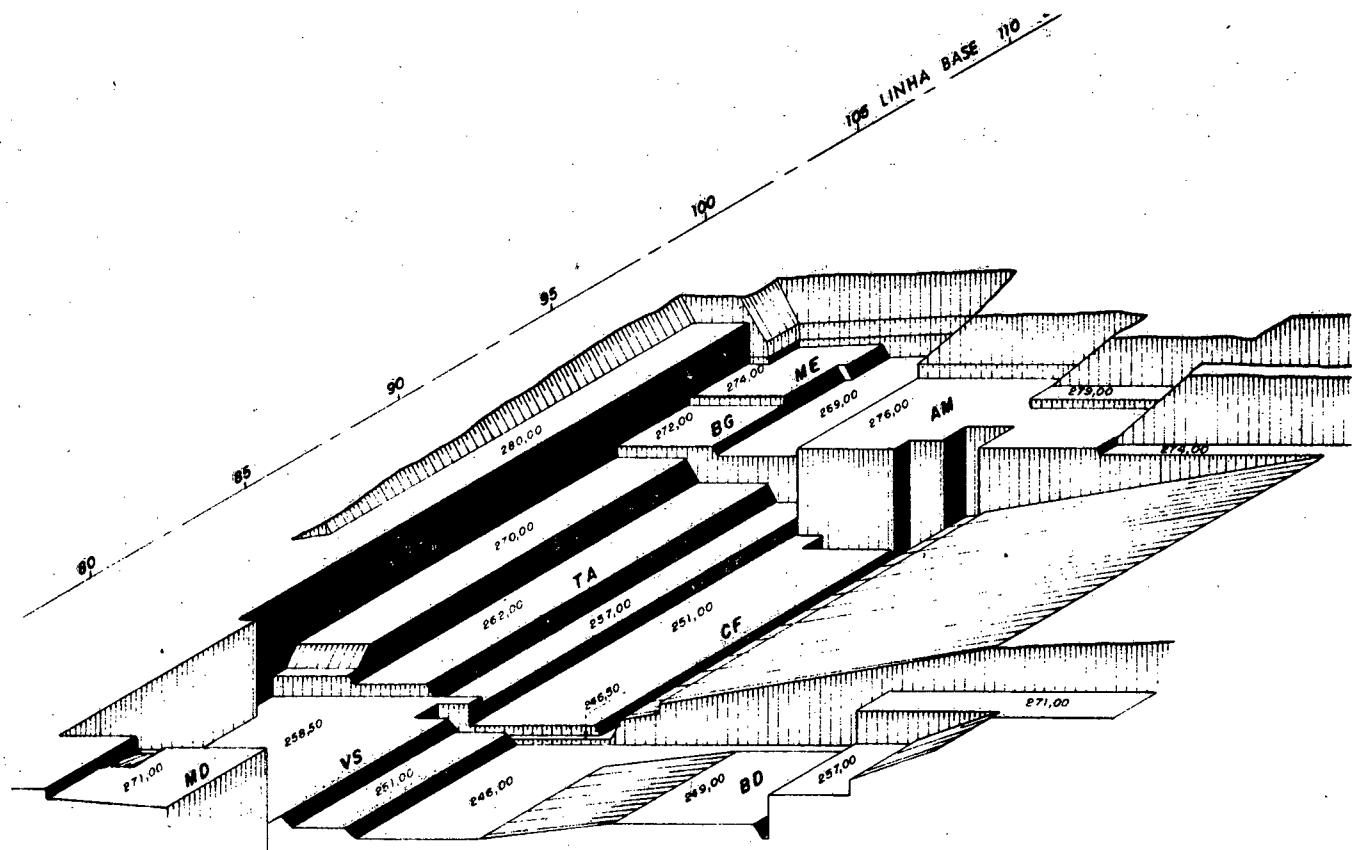
É importante notar no entanto, a discrepância significativa entre o volume previsto e o efetivamente executado, sendo de aproximadamente 75.000m³ esta diferença, motivada fundamentalmente pela remoção necessária de várias descontinuidades presentes nas fundações das estruturas.

Deste total de 75.000m³, aproximadamente 32.000m³ foram escavados a fogo, tendo sido, o restante, removido a trator, em função do alto grau de intemperização da rocha removida.

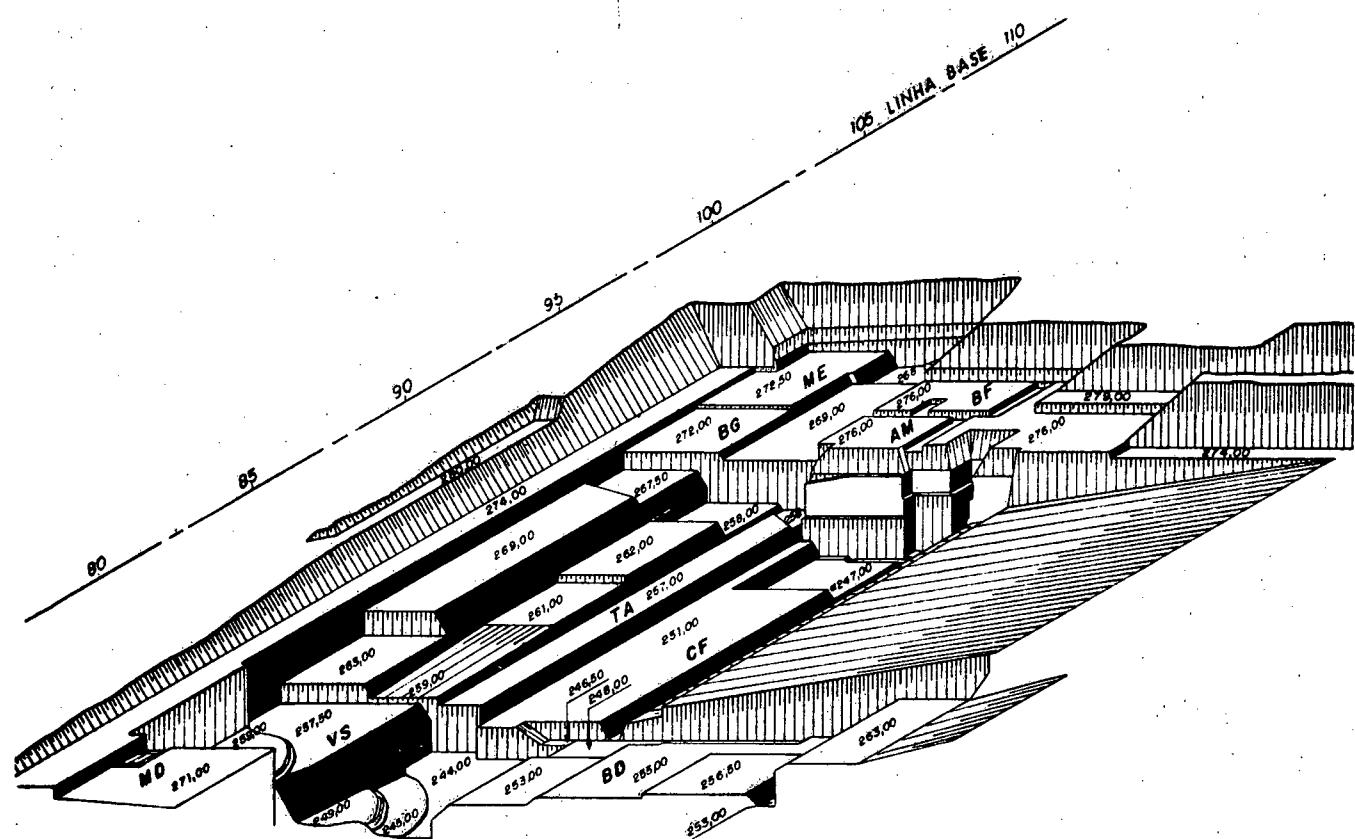
De maneira geral pode-se dizer que os únicos percalços sentidos pelo planejamento, foram estas situações anômalas, uma vez que estudos necessários às definições de manutenção ou não dos níveis projetados, obrigaram ao remanejamento de frentes de serviço visando a observância dos objetivos finais. Com o intuito de ilustrar as alterações ocorridas, são apresentados dois desenhos: um com o projeto como concebido e o outro com a situação das escavações como executada (desenhos da folha nº 37).



Acompanhamento de Produção



PROJETO CONCEBIDO



PROJETO EXECUTADO

Escavação em Rocha



PROCESSO CONSTRUTIVO

3. - PROCESSO CONSTRUTIVO.

3.1 - COMENTÁRIOS.

Os métodos e processos empregados, nas escavações necessárias à implantação das estruturas de geração para o Empreendimento Três Irmãos, foram os tradicionais utilizados em obras semelhantes sendo, no entanto, dado um tratamento especial a dois problemas: mínimo abalo possível na rocha remanescente e minimização de ultra-quebras nos paramentos finais.

Desta forma os fogos foram tratados de três maneiras distintas: desmontes de miolo, desmontes para obtenção de taludes finais e desmontes para obtenção de superfícies de fundação.

3.1.1 - Desmontes de miolo.

Como fogos de miolo foram definidos os desmontes que se localizassem a uma distância superior a seis metros dos taludes finais e cujos fundos de minas estivessem a uma distância mínima de três metros das superfícies de fundação.

Como se pode notar, estes são os fogos de produção e, como tal, sofriam restrições somente no tocante à carga máxima por tempo admissível e geometria de malha requerida para a granulometria desejada.

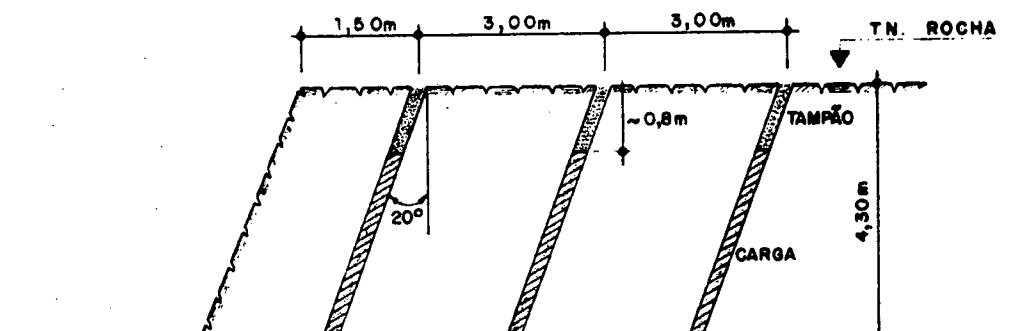
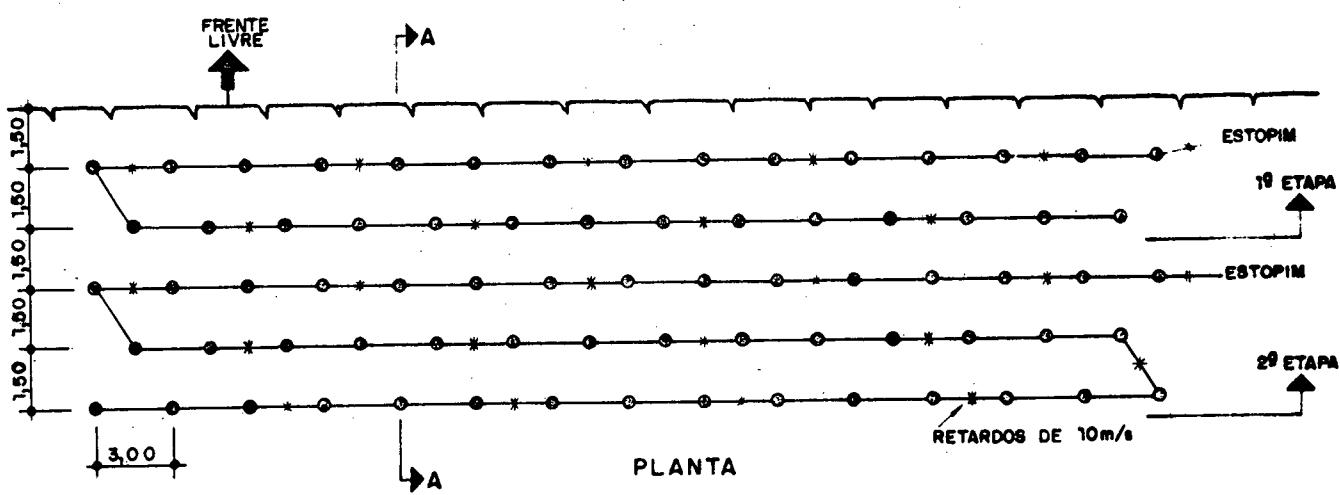
O desenho a seguir mostra o que foi o fogo médio de miolo utilizado em Três Irmãos, ressaltando-se o bom padrão dos elementos característicos, principalmente considerando-se a extrema heterogeneidade do maciço.

A foto nº 11 mostra a boa disposição do desmonte típico, ficando evidente a granulometria satisfatória.



FOTO N° 11

DESMONTE TÍPICO



CORTE A-A

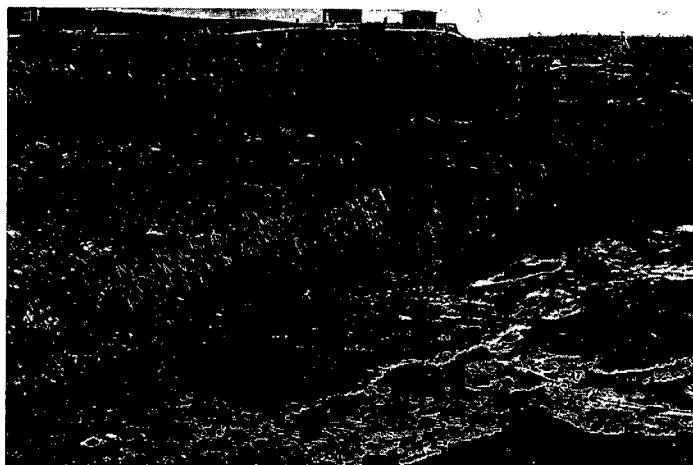
Fogo Médio de Miolo

CARACTERÍSTICAS DO FOGO	
FURAÇÃO	CARGA
DIÂMETRO = 3"	TIPO = BR 500 2" x 24"
INCLINAÇÃO = 20°	PESO DA BANANA = 1.590 gr
SUBFURAÇÃO = 0,30m	FORÇA = 40 %
TAMPÃO = 0,80 m	VELOCIDADE = 3.300 m/s
	RAZÃO DE CARGA = 340,0 g/m³
TIPO = LAMA EXPLOSIVA	

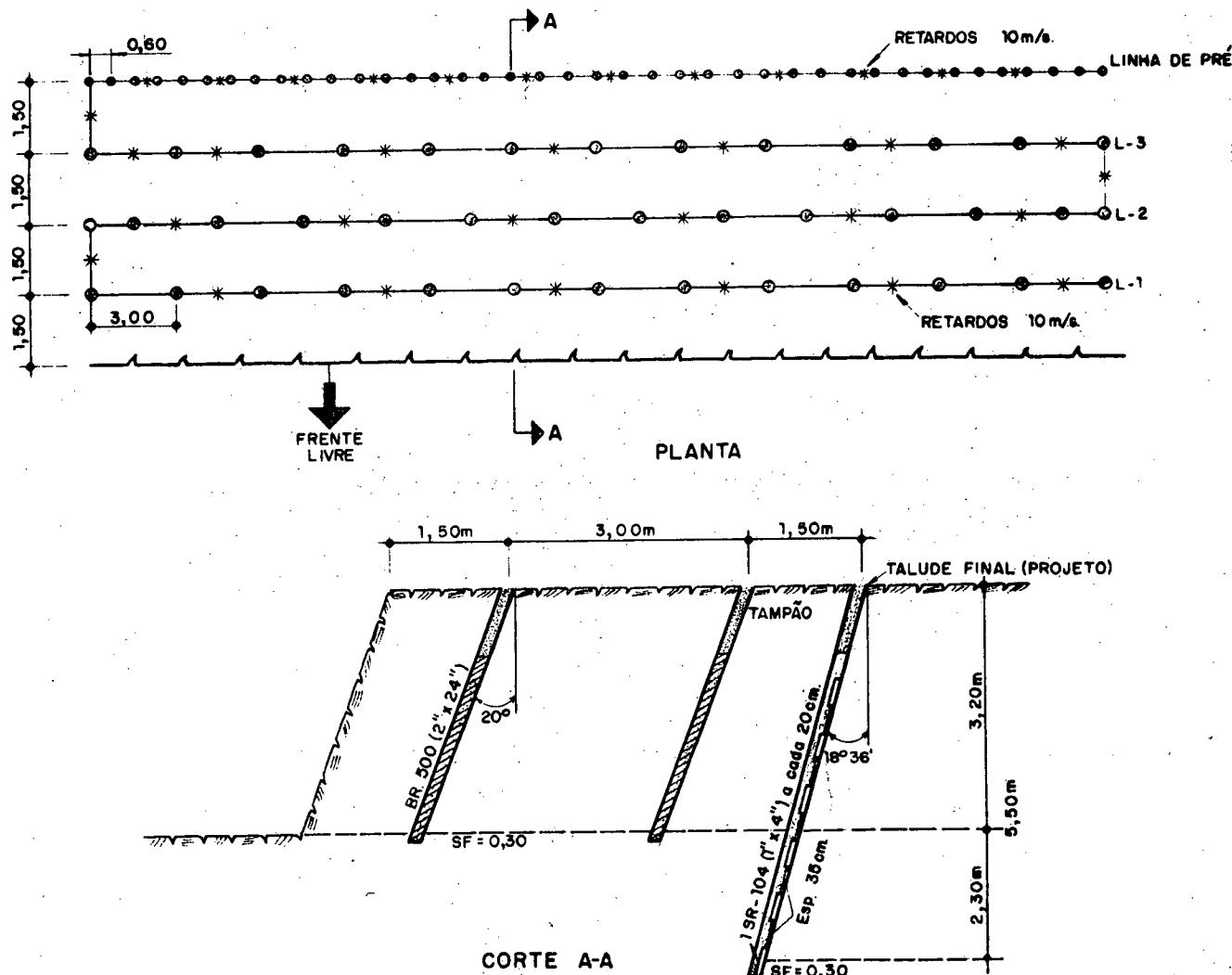
3.1.2 - Desmontes de Taludes finais.

Os desmontes para obtenção de taludes finais adotaram preferencialmente a técnica de "Smooth-blasting", por ter esta metodologia evidenciado, nas fases de ensaio, a melhor qualidade final dos taludes. No entanto algumas regiões tiveram sua configuração final estabelecida através de "Pré-splitting", em virtude da exiguidade de espaço entre as paredes finais, sendo exemplo típico deste fato a chaveta de drenagem da Casa-de-Força.

O fogo médio para obtenção de taludes finais é apresentado no desenho a seguir mostrando-se na foto nº 12 o resultado alcançado. Notar na foto nº 12 a irregularidade do piso da Tomada D'Água na cota 269,00m , motivada pela remoção de bolsões de material inadequado.



PRÉ-FISSURAMENTO, TOMADA D'ÁGUA PARA CASA-DE-FORÇA APÓS LIMPEZA.



Fogo Médio para Acabamento de Taludes

CARACTERÍSTICAS DO FOGO	
Q. MÁXIMO = 12,0 Kg/tempo	
R.C.	L1, L2, L3 = 320,0 gr/m ³ LINHA DE PRÉ = 330,0 gr/m ³

Deve ser comentado ainda, que nos cantos externos dos taludes foi adotada a técnica de "line-driling", sem obter-se, no entanto, resultados efetivos em virtude do fraturamento colunar do basalto.

As fotos nº 13 e 14 ilustram respectivamente a furação e carregamento do fogo de acabamento da rampa da galeria de acesso Vertedouro/Muro Direito e o resultado deste desmonte após a limpeza, ficando evidente o rompimento dos cantos externos.

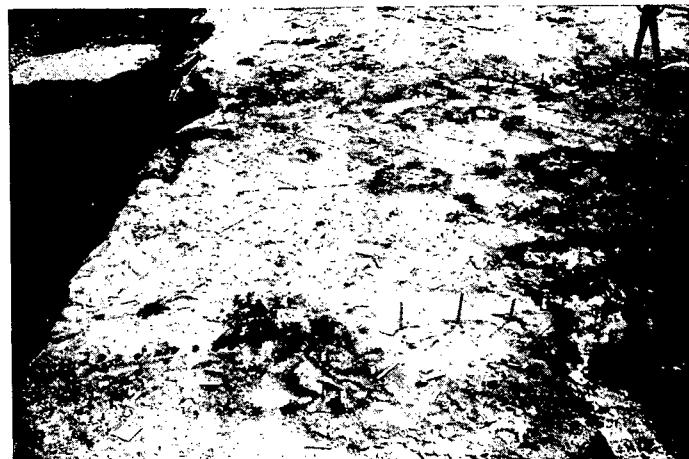


FOTO Nº 13

CARREGAMENTO DE FOGO (LINE DRILLING) NO MURO DIREITO PARA EXECUÇÃO DA RAMPA DA GALERIA DE ACESSO DO VERTEDOURO.



FOTO Nº 14

SEQÜÊNCIA FOGO DETONADO.

3.1.3 - Desmontes para obtenção de Superfícies de Fundação.

Os desmontes para obtenção de Superfícies de Fundação foram especificados pela Projetista como sendo efetuados necessariamente em uma massa final de um metro e meio de espessura de rocha. No entanto, após vários ensaios verificou-se que esta espessura podia ser ampliada até um máximo de três metros sem com isso causar problemas à rocha remanescente e, ainda, com a vantagem de não exigir um desmonte principal com baixa espessura.

O desenho a seguir ilustra, de maneira geral, os valores médios característicos deste desmonte.

Cabe comentar aqui que a prática de se adotar fogo especial nas fundações com explosivos de baixa velocidade trouxe, como benefício, a melhoria significativa na qualidade da superfície final como fica evidente nas fotos nº 15 e 16 onde pode ser constatado que o fundo das minas encontra-se intacto, sem o raiamento característico da utilização de explosivos muito velozes.

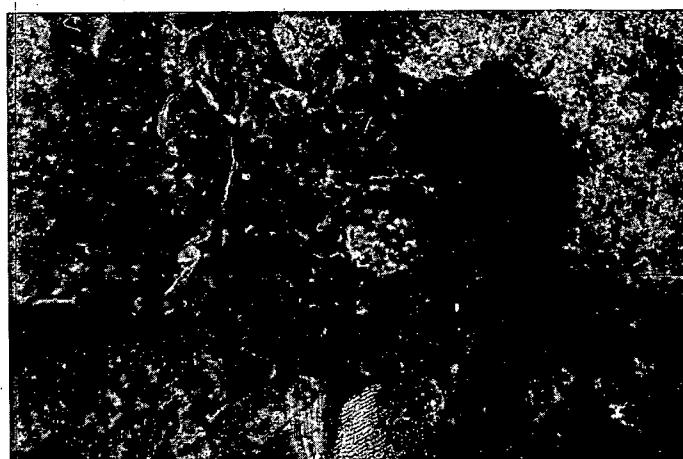


FOTO Nº 15

FUNDO DE MINA PREENCHIDO COM CALDA.

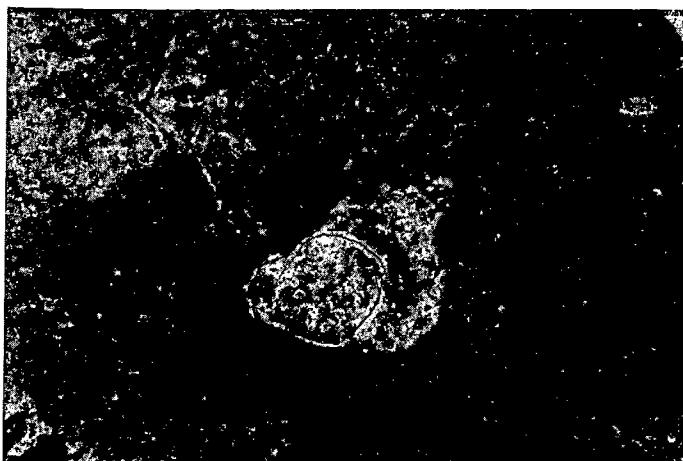
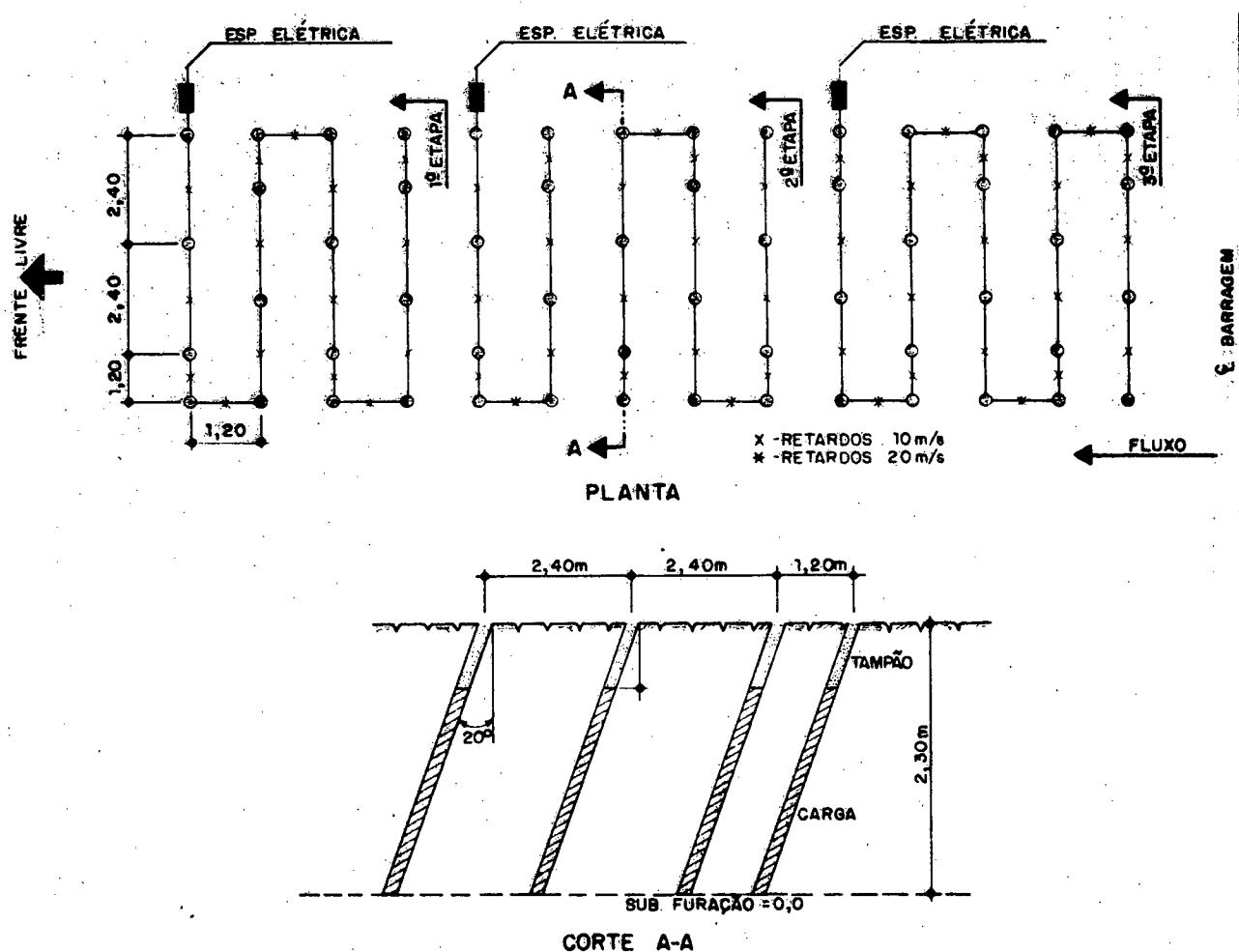


FOTO Nº 16

FUNDO DE MINA PREENCHIDO COM CALDA.



Fogo Médio de Fundação

CARACTERÍSTICAS DO FOGO	
FURAÇÃO	CARGA
DIÂMETRO = 3"	TIPO = BR 500 2" x 24"
INCLINAÇÃO = 20°	PESO DA BANANA = 1.590 gr
SUBFURAÇÃO = 0,0m	FORÇA = 40 %
TAMPÃO = 0,50m	VELOCIDADE = 3.300 m/s
	RAZÃO DE CARGA = 340,0 g/m³
TIPO = LAMA EXPLOSIVA	

3.2 - ESTOCAGEM DE MATERIAIS.

Como salientado no item 1.2, basicamente duas litologias diferentes foram interceptadas pelas escavações a fogo: o basalto vesículo-amigdaloidal e o basalto denso, ambos do derrame B.

Estes materiais foram escavados em operação em separado, como informado no item referente a planejamento, e conduzidos a estoques diferentes, com finalidades distintas, devendo o basalto denso do derrame B ser utilizado como

agregado no concreto e como enrocamento dos abraços da barragem de terra; e o vesicular, como enrocamento não selecionado e parte interna dos enrocamentos dos abraços.

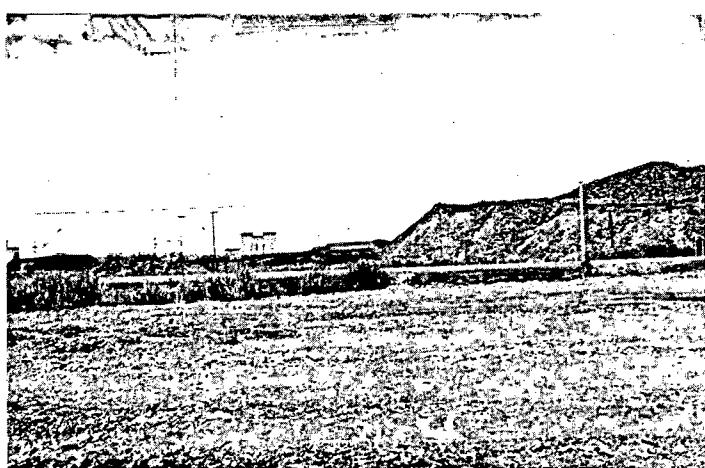
No desenho a seguir e fotos nº 17, 18 e 19 são mostrados os volumes armazenados quando da conclusão das escavações.

FOTO Nº 17



DEPÓSITO DE ROCHA Nº 01 (AO FUNDO) BASALTO VESICULAR DO DERRAME B.

FOTO Nº 18

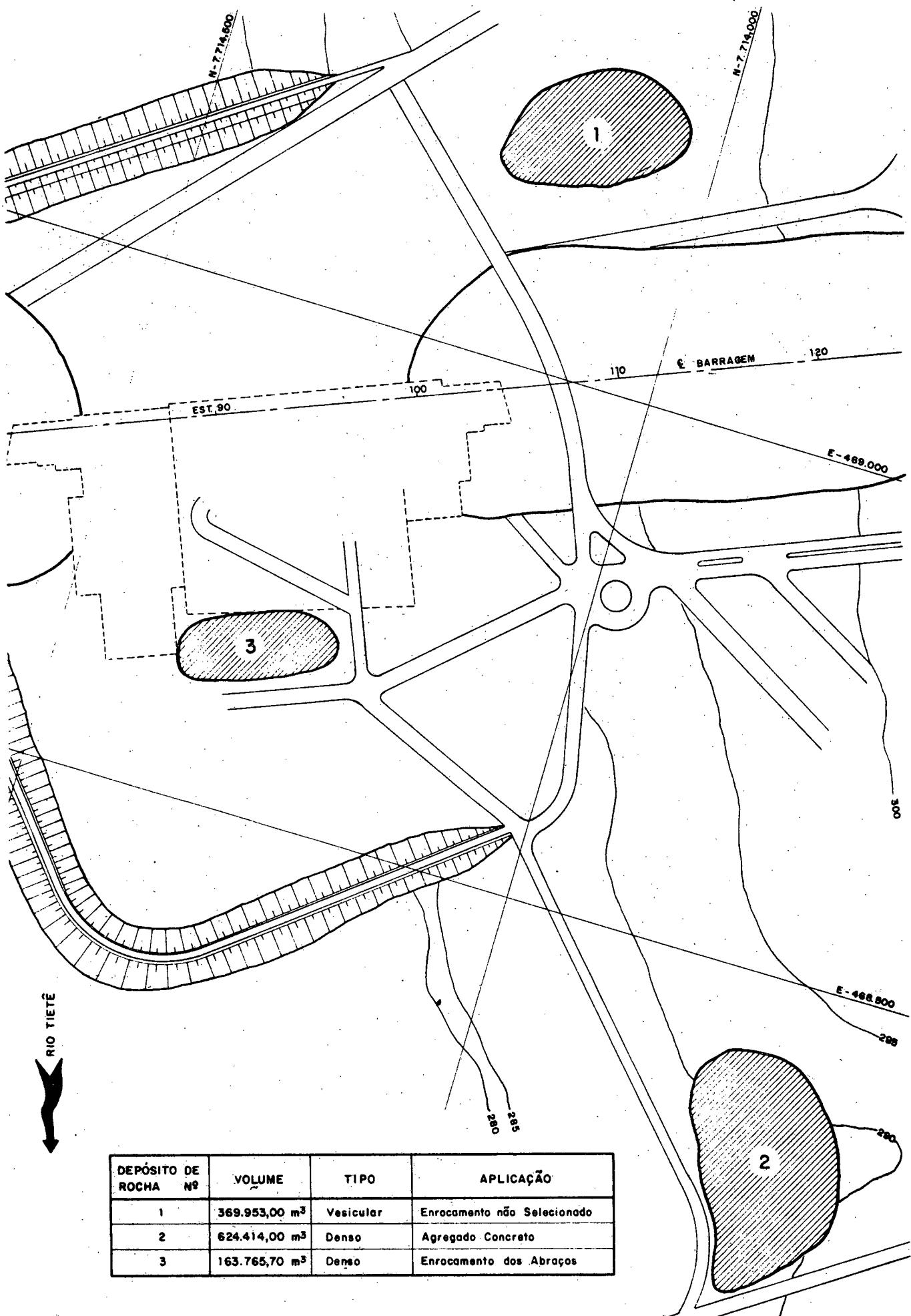


DEPÓSITO DE ROCHA Nº 02, BASALTO DENSO DO DERRAME B.

FOTO Nº 19



DEPÓSITO DE ROCHA Nº 03, BASALTO DENSO DO DERRAME B.





ÍNDICES

4 - ÍNDICES.

4.1 - ÍNDICES DE DESMONTE.

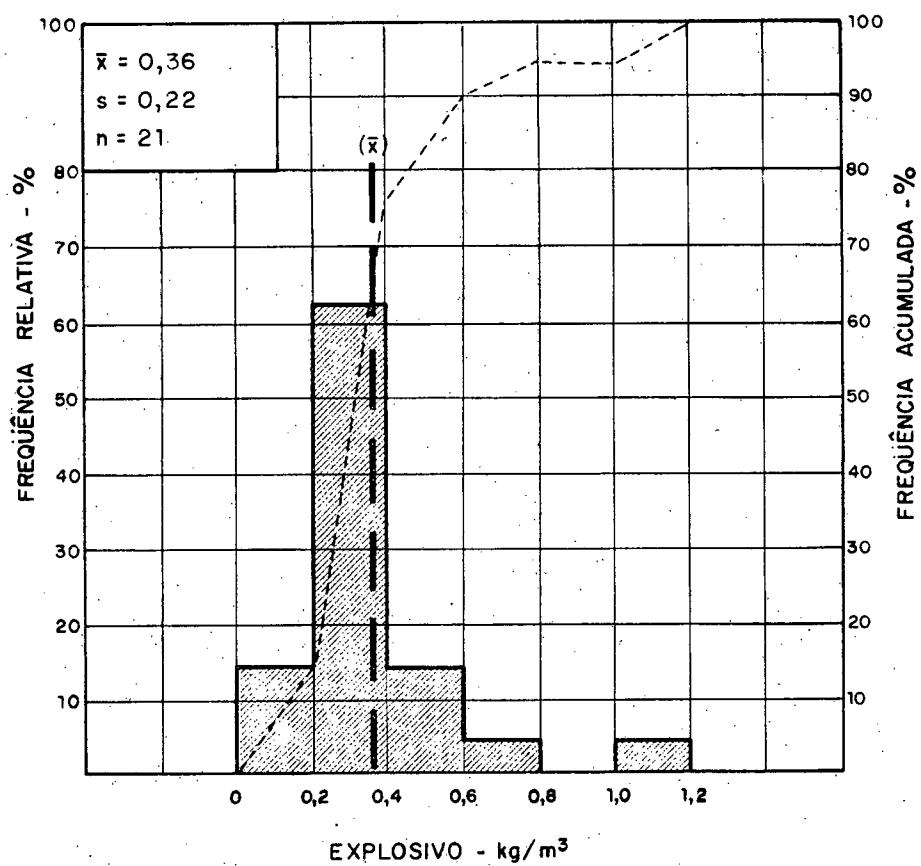
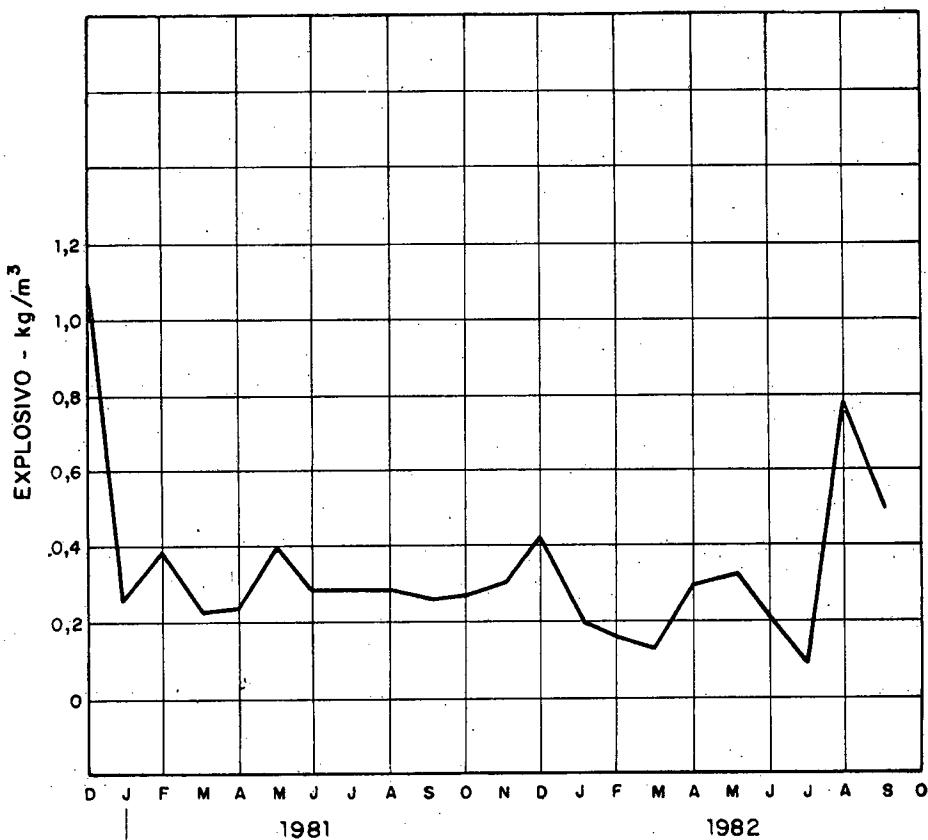
Analisando-se os gráficos da folha nº 58 a nº 62 , salienta-se dois aspectos característicos:

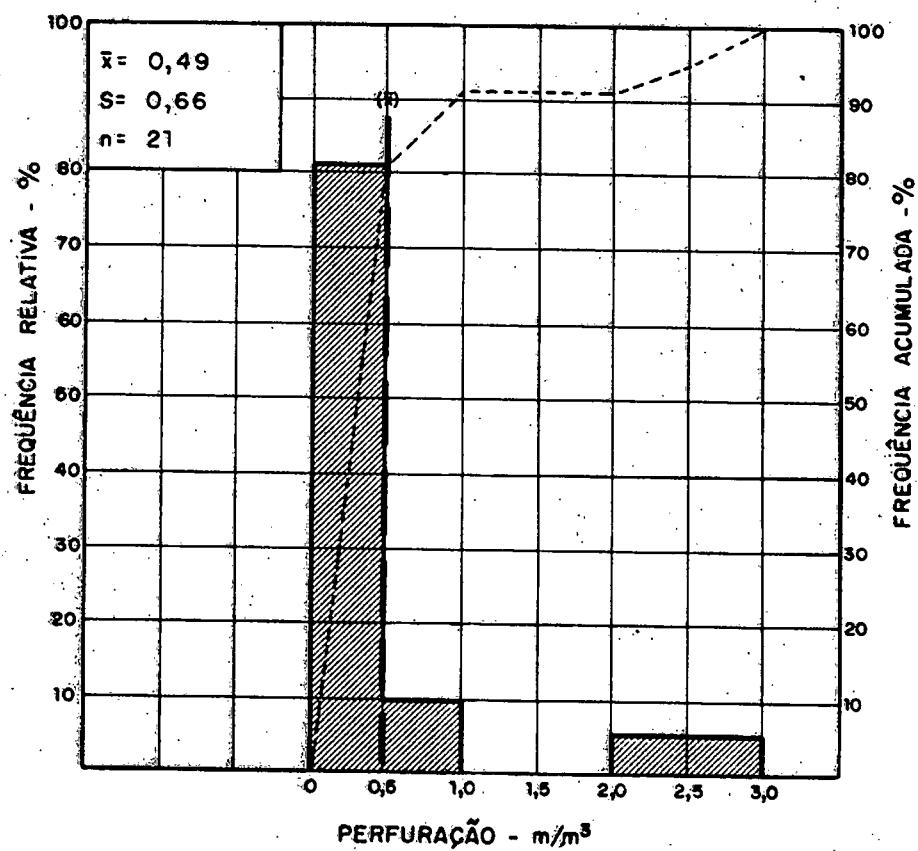
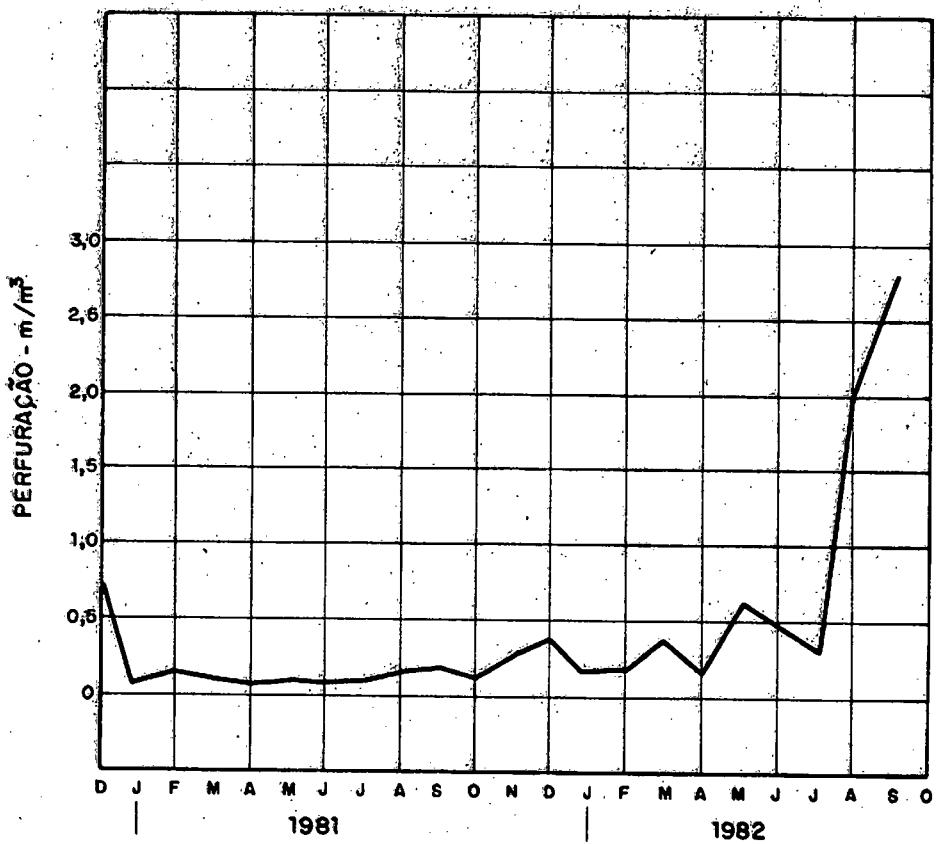
1º) O comportamento do consumo médio de explosivo por metro cúbico foi bastante típico, acusando valores altos no início dos trabalhos onde grandes concentrações de carga se tornavam necessárias à abertura dos pilões de emboque, tendendo, posteriormente, a valores estáveis com índices estatísticos bastante estáveis. Note-se serem estes valores médios mensais para um total de vinte e uma observações.

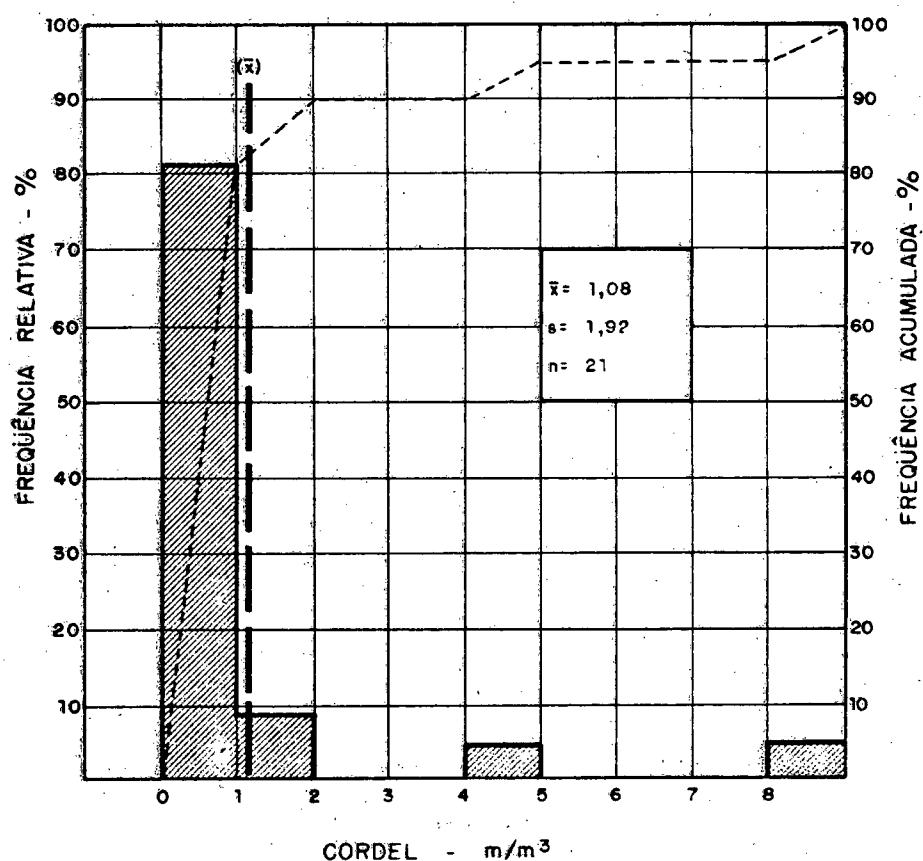
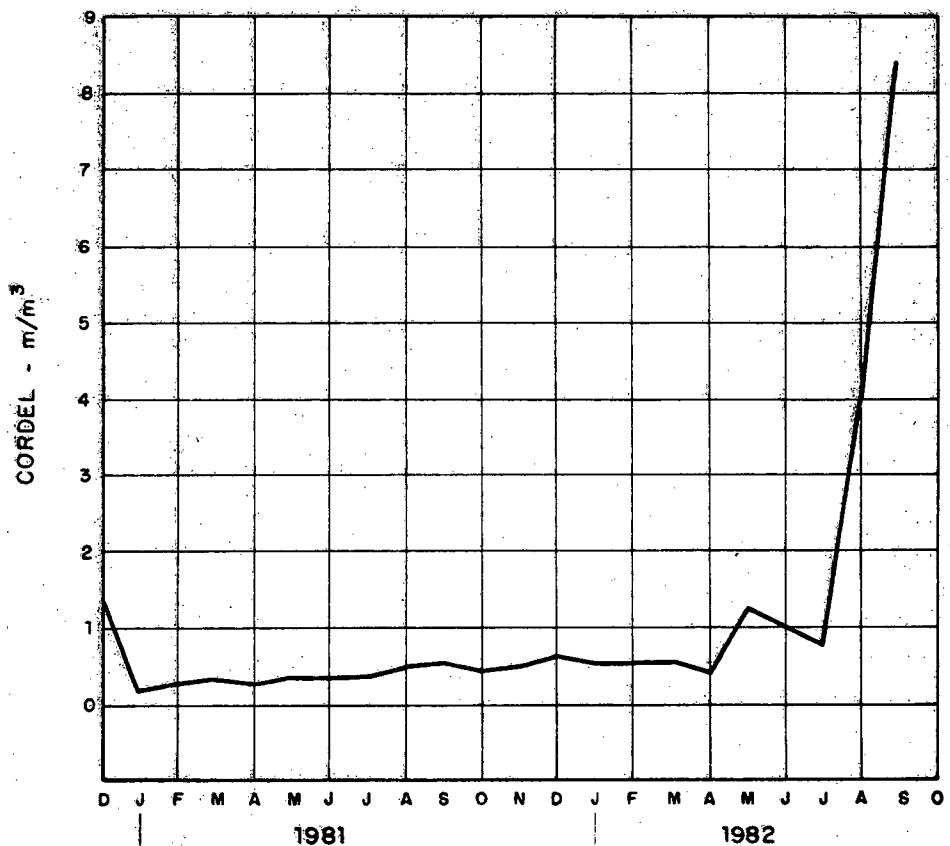
A média obtida apresenta-se como um número bem expressivo pois, de acordo com a bibliografia existente, esta seria a razão de carga ideal para o desmonte de rochas basálticas.

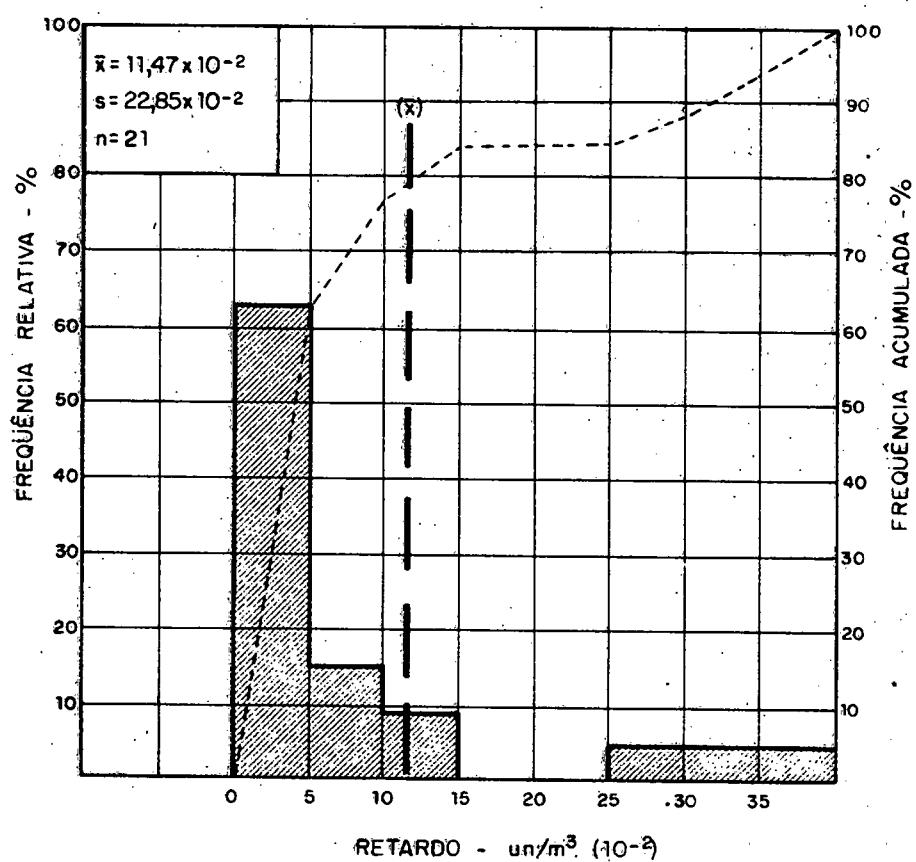
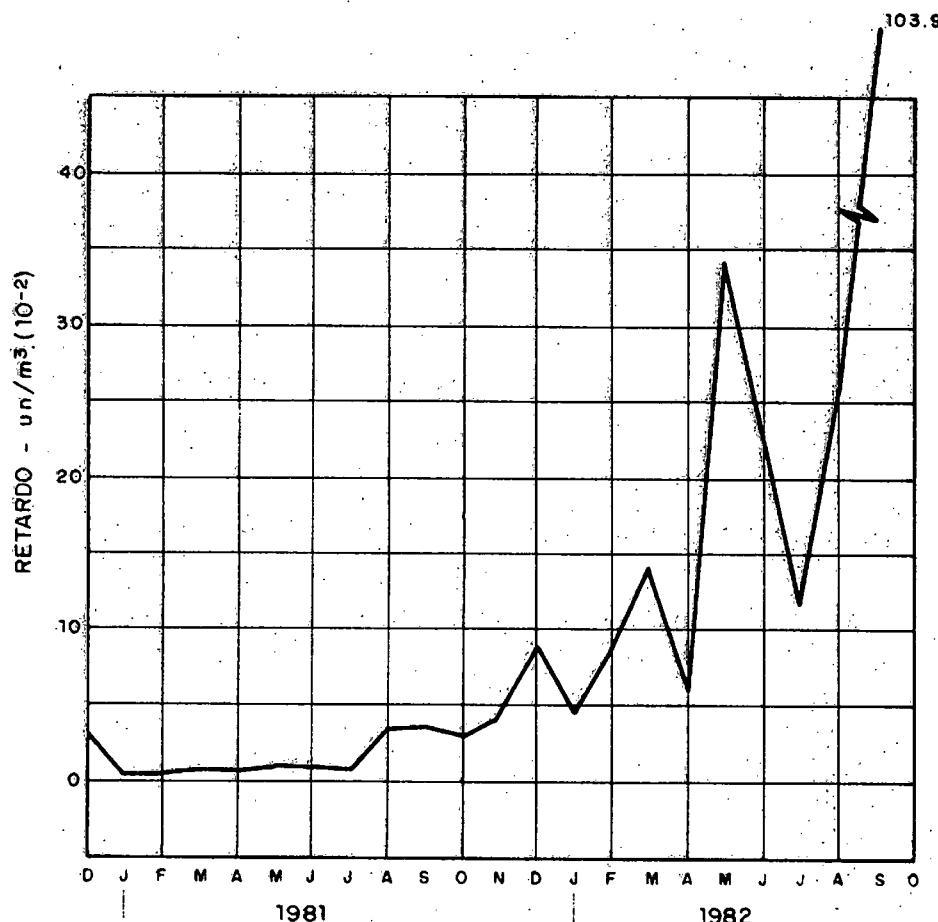
2º) Os demais índices apresentam comportamentos cíclicos no início do período de observação, apresentando acréscimos e decréscimos compatíveis com a maior ou menor incidência de fogos de acabamento, crescendo significativamente no final das observações em função da grande quantidade de furação necessária à execução dos fogos para acabamento de fundações.

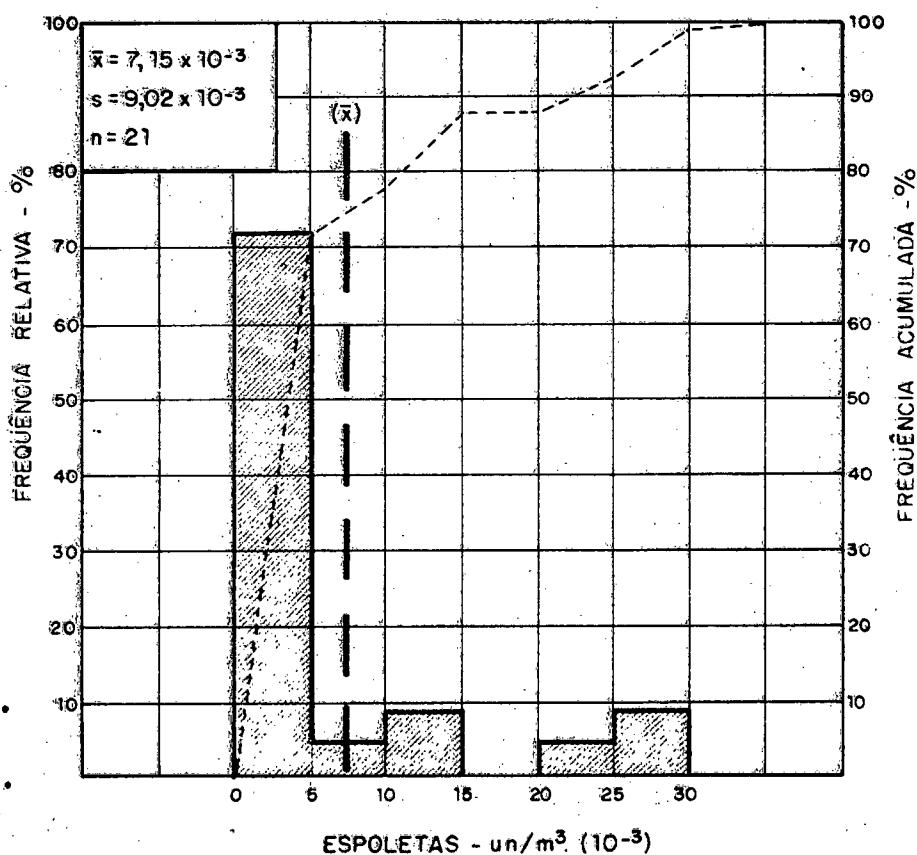
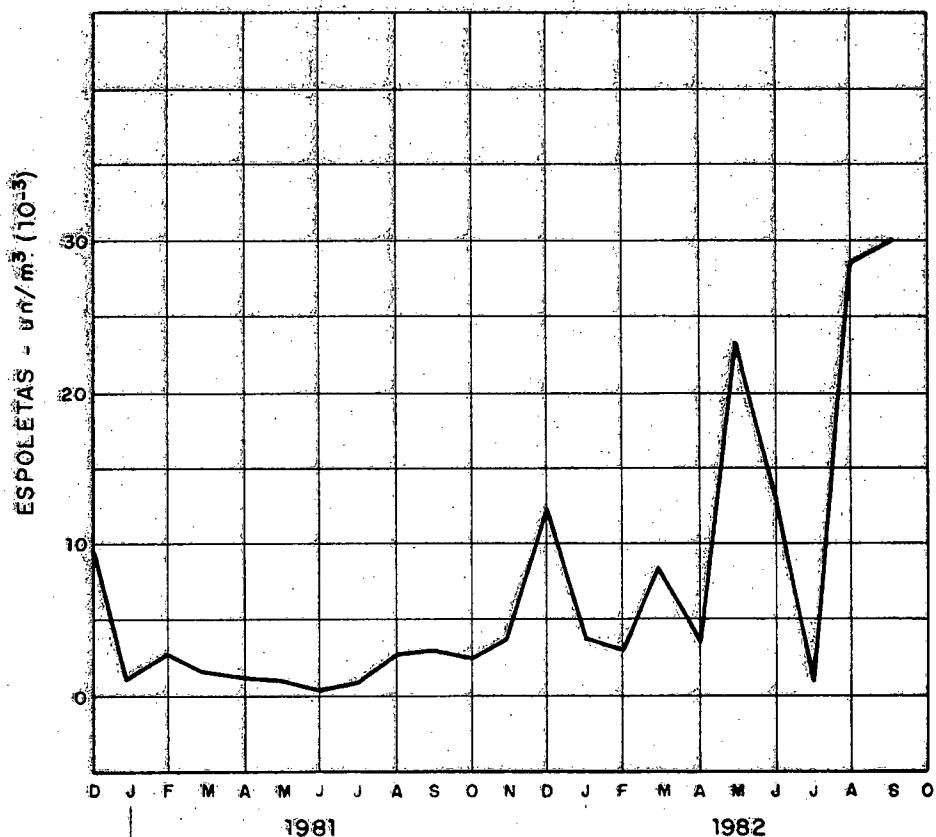
Os valores estatísticos apresentam variações expressivas, evidenciando terem estes índices comportamento razoavelmente sazonal, não permitindo, a priori, a fixação de valores seguros no caso de um planejamento específico, a menos que se disponha do comportamento de seus desvios-padrão.











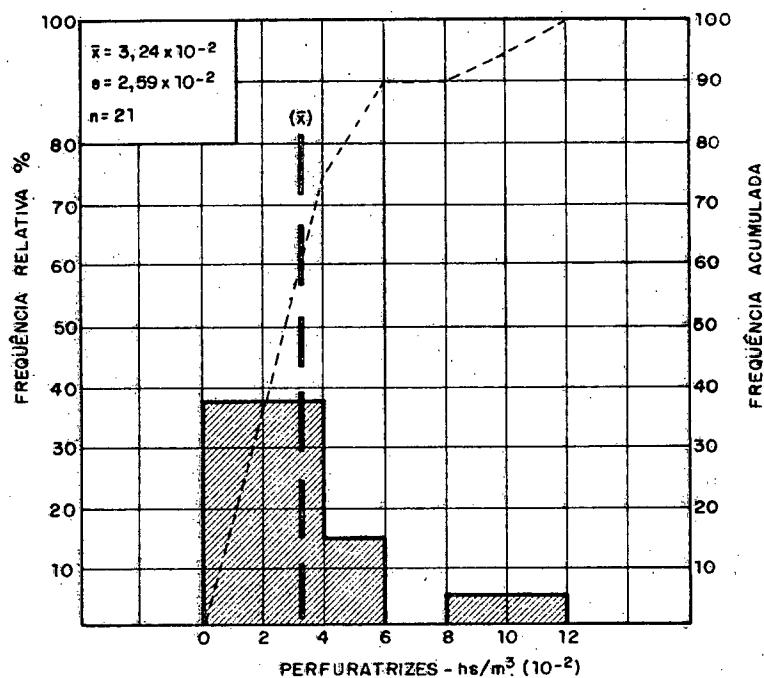
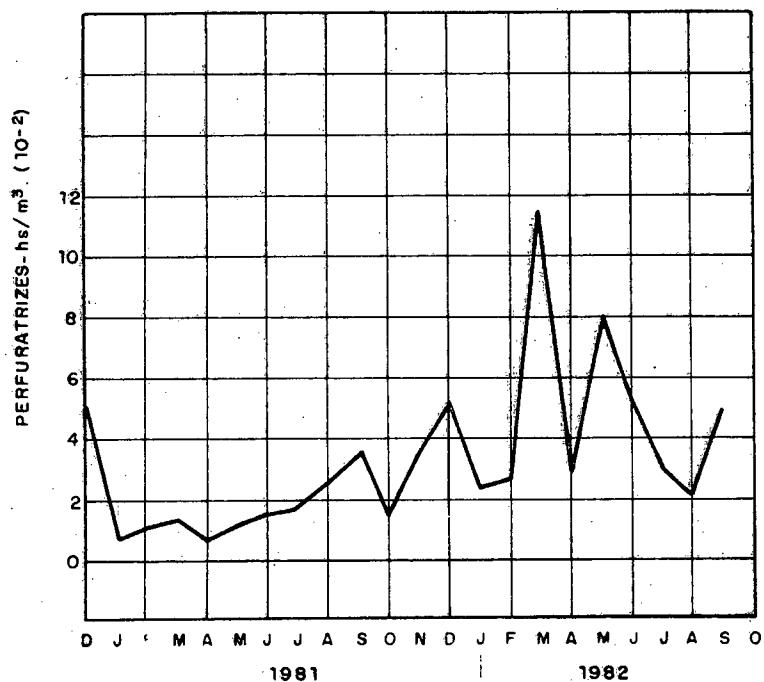
4.2 - ÍNDICES DE EQUIPAMENTOS.

Relativamente aos Índices de Incidência de Equipamentos na escavação em rocha, foram considerados aqui os equipamentos diretamente envolvidos no desmonte, não sendo computada, por exemplo, a incidência de tratores de lâmina uma vez que, a nosso ver, a incidência deste equipamento dever ser computada no item de limpeza grossa para preparo de fundação a ser concretada. Tendo em mente esta consideração, e analisando-se os gráficos a seguir pode-se verificar que nas fases iniciais e intermediárias da escavação, os gráficos apresentam valores aceitáveis, apresentando incrementos significativos nas fases terminais do desmonte. Isto se explica pelo acréscimo de dificuldade e exigência adicional de equipamento nas operações de acabamento de fundações.

E interessante notar aqui, ser o comportamento destes índices, em tudo, concordantes com os índices de desmonte já anteriormente apresentados.

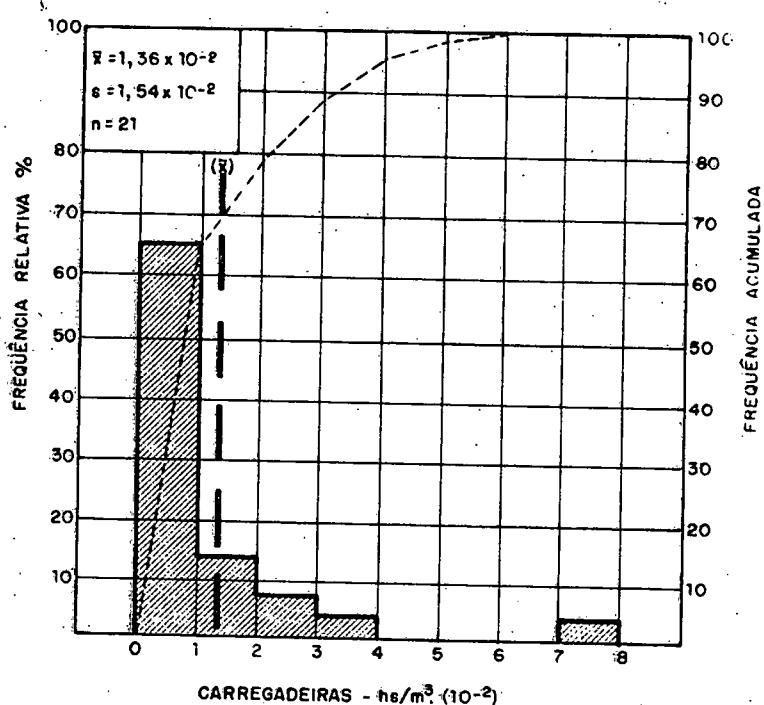
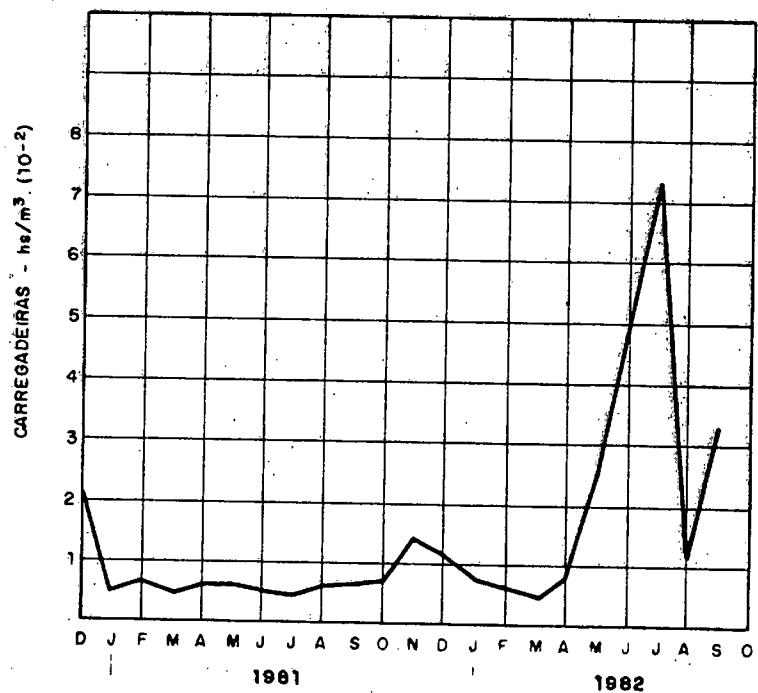
Cabem ainda aqui duas últimas observações necessárias a uma possível utilização dos parâmetros apresentados:

- 1º) Os valores obtidos se referem a produtividade média efetiva mensal, e devem ser utilizados sempre tendo em mente o desvio padrão e a freqüência relativa de sua ocorrência.
- 2º) Cada obra apresenta particularidades específicas, sendo normal esperar-se variações significativas entre elas. No entanto, é também razoável esperar-se comportamentos equivalentes entre obras semelhantes.



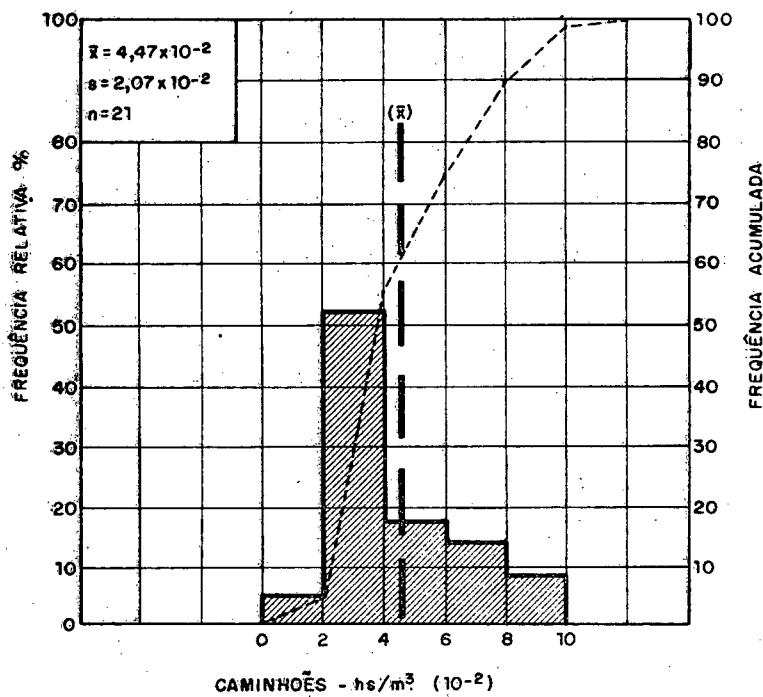
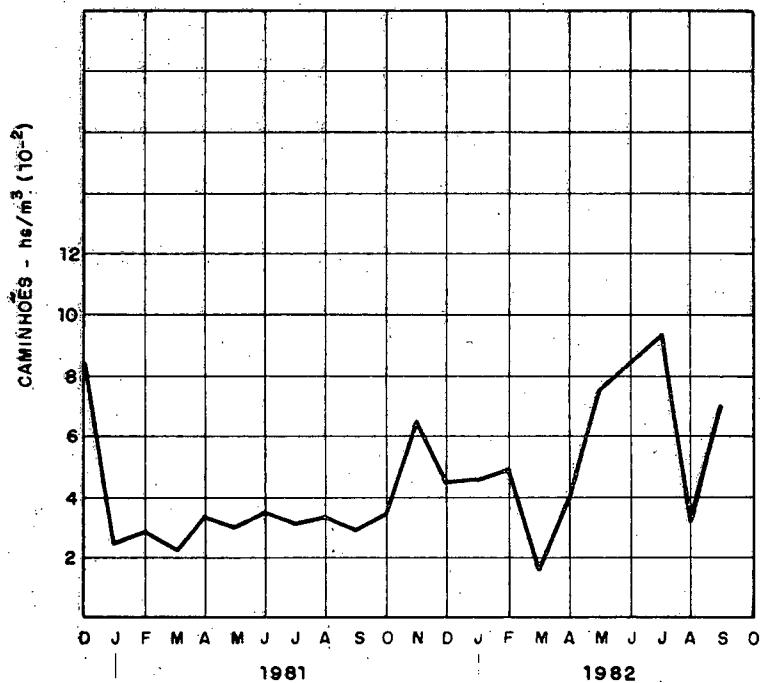
CARACTERÍSTICA DO EQUIPAMENTO

PERFURATRIZ ROCK 601, EQUIPADA COM MARTELO COP 131 E8
 CONSUMO DE AR = 600 CPM



CARACTERÍSTICA DO EQUIPAMENTO

CARREGADEIRA CAT 988B, CAÇAMBA = 5,0 m³



CARACTERÍSTICA DO EQUIPAMENTO

CAMINHÕES FORA DE ESTRADA, CAPACIDADE = 12,0 m³



CONTROLE DE VIBRAÇÃO

5 - CONTROLE DE VIBRAÇÃO.

5.1 - GENERALIDADES.

Visando atender as especificações técnicas concernentes a limites de solicitação dinâmica imposta ao maciço pelas detonações, foi efetuado pelo Setor Obras de Terra e Rocha o controle destas solicitações, através do acompanhamento da velocidade de vibração de partículas, por ser esta, de acordo com a tecnologia mais atual, a melhor maneira de quantificar e tipificar os esforços impostos, quer seja ao maciço remanescente, quer seja as estruturas sobre ele assentes. Assim sendo, serão descritas aqui todas as etapas deste trabalho, por acreditarmos ser possível tirar delas algumas conclusões importantes que seguramente poderão contribuir para trabalhos semelhantes.

5.2 - APARELHAGEM UTILIZADA.

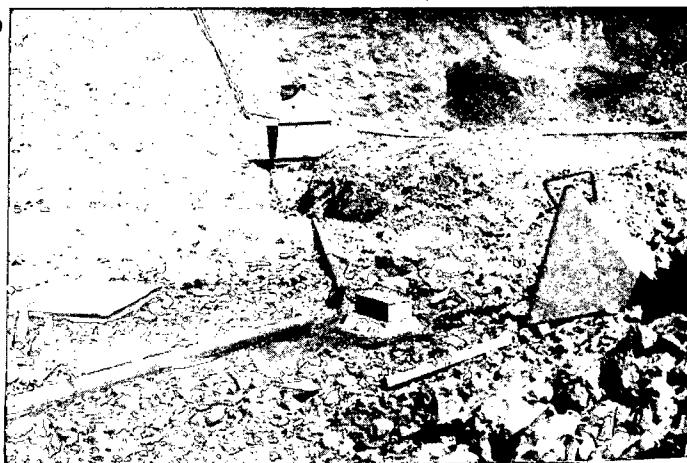
Os registros de vibrações foram executados por um sismógrafo de engenharia modelo S-2 da Slope Indicator Company, dotado de um monitor de vibrações com três canais e de duas estações transdutoras, com três geofones cada, sensíveis a velocidade e montados em um sistema ortogonal de eixos.

Este aparelho permite resposta de freqüência variando de 1Hz a 150Hz com $\pm 10\%$ de tolerância.

As fotos nº 20, 21 e 22 mostram a aparelhagem e as proteções utilizadas durante as detonações, visando garantir a integridade do equipamento contra a Projeção de fragmentos de rocha.

A foto nº 23 ilustra em escala reduzida (60%), o registro típico de uma detonação.

FOTO N° 20



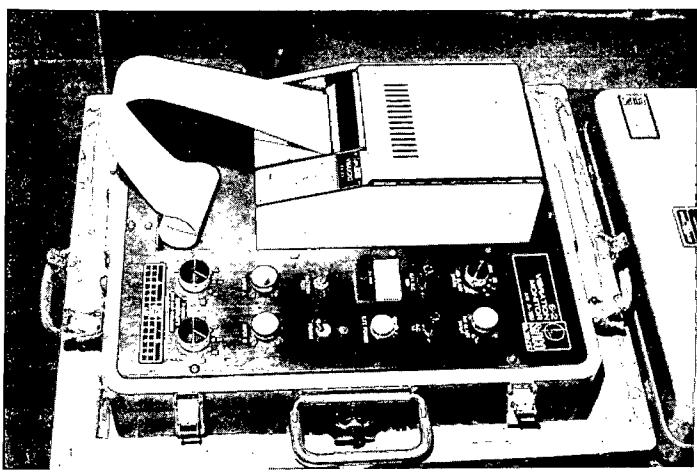
PROTEÇÕES UTILIZADAS DURANTE AS DETONAÇÕES.

FOTO N° 21

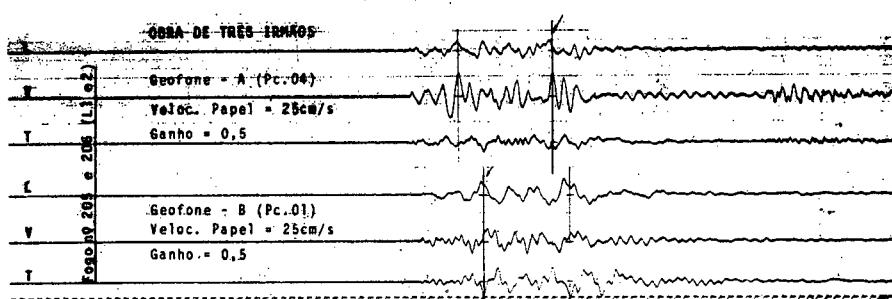


INSTALAÇÃO DE GEOPHONE PARA CAPTAÇÃO DE VIBRAÇÃO.

FOTO N° 22



SISMÓGRAFO MODELO S2 DA "SLOPE INDICATOR", UTILIZADO NAS CAPTAÇÕES DE VIBRAÇÃO.



5.3 - EXECUÇÃO DOS ENSAIOS.

Os ensaios foram executados visando atender a um programa de duas fases distintas: a primeira, onde estabelecer-se-ia a equação característica do maciço, e a segunda, onde seria efetuada a aferição desta equação, através do prosseguimento das captações.

Durante a primeira fase, procurou-se introduzir na gama dos valores registrados, todos os padrões de detonação adotados, seja em termos de carga, geometria de malha, acabamentos, alturas de bancadas, tipo de material, assim como das distâncias entre ponto de detonação e pontos de captação, visando a obtenção de resultados que pudessem oferecer a maior representatividade possível.

É importante ressaltar aqui, que dentro desta fase, os valores de carga máxima por espera foram estabelecidos a partir de uma equação obtida por regressão linear, computando-se captações de vários maciços basálticos diferentes, tais como: Itaipu, Ilha Solteira, Água Vermelha, Nova Avanhandava e outras, o que forneceu a seguinte equação:

$$VR = 51,48 \left(\frac{D}{Q^{1/2}} \right)^{-1,298}$$

- VR : Velocidade resultante (cm/s);
- D : Distância (m);
- Q : Carga máxima por tempo (kg).

Para os limites de velocidade, foram obedecidos os seguintes critérios:

- 1º) VR : 10cm/s para preservação da rocha remanescente;
- 2º) VR : 05cm/s para preservação do maciço compactado;
- 3º) VR : 03cm/s para preservação do concreto em qualquer idade.

Estes limites foram estabelecidos pelas especificações técnicas.

A finalidade deste procedimento foi de, apesar de ainda não se dispor de uma equação característica para o maciço de Três Irmãos, estabelecerem-se valores de carga máxima por espera, de maneira a não comprometer a integridade de qualquer estrutura pertencente ao Empreendimento.

Deste modo, e após a captação de cinqüenta detonações e portanto com um total disponível de cem registros, foi calculada a equação do maciço a partir de uma análise estatística de regressão múltipla, conduzindo a seguinte equação:

$$VR = 421,99 \left(\frac{D}{Q} \right)^{-1,74}, \text{ com um coeficiente}$$

de correlação R = 0,810.

Completada esta primeira fase, prosseguiu-se com os trabalhos de captação visando o atendimento da segunda fase do programa ou seja, a aferição da equação acima apresentada.

Novamente, após a obtenção de cinqüenta registros, e com um total de noventa e três valores triados, efetuou-se nova análise de regressão múltipla, já com cento e noventa e três valores acumulados, obtendo-se então a seguinte equação:

$$VR = 226,957 \left(\frac{D}{Q} \right)^{-1,6756}$$

onde o coeficiente de correlação passava a ser de: R=0,833, mostrando portanto um acréscimo significativo em relação ao anteriormente obtido. Ainda assim continuou-se a captar vibrações, sendo feita nova análise estatística após a

obtenção de mais cento e noventa e um valores, agora com um total de trezentos e oitenta e quatro observações.

No entanto, supreendentemente, esta nova análise não mostrou melhoria no padrão do coeficiente de correlação.

5.4 - CONCLUSÕES.

A nosso ver, algumas conclusões podem então aqui serem sugeridas:

- 1º) Provavelmente as baixas correlações encontradas neste último caso, se devem ao fato de terem sido estes fogos detonados quase sempre com baixas alturas de bancadas o que, seguramente, favorece dispersões, e ainda ao fato de várias captações terem sido efetuadas no concreto, onde aparecem discrepâncias entre os valores previstos e os captados.
- 2º) Outras variáveis que também interferem no efeito final das vibrações, seguramente estão associadas a fatos tais como:
 - Anisotropia do maciço rochoso;
 - Condições diferentes de pressão de confinamento e grau de umidade nos diversos ensaios;
 - Irregularidades nas ligações, tamponamentos ou variações de potência útil e tipo de explosivo, e ainda fatores adicionais não detectados.
- 3º) Em função dos dois fatores anteriores, torna-se necessário estabelecer um coeficiente de segurança, pelo menos igual ao erro de estimativa padrão, visando cobrir estas possíveis discrepâncias entre velocidade esperada e velocidade captada.
- 4º) Apesar das evidentes limitações da metodologia adotada, pode-se afirmar que existe uma efetividade positiva principalmente considerando-se relativa complexidade dos parâmetros determinantes do processo como um todo, recomendando sua utilização em trabalhos semelhantes, desde que se tenha em mente as limitações anteriormente referidas.



ACOMPANHAMENTO

6 - ACOMPANHAMENTO.

6.1 - METODOLOGIA.

Relativamente ao acompanhamento propriamente dito, procurou-se estabelecer uma metodologia que permitisse, tanto quanto possível, uma agilização do processo executivo, ao mesmo tempo que um controle efetivo sobre todos os detalhes de cada uma das detonações.

Assim sendo, a partir dos entendimentos entre Fiscalização e Contratada, foi elaborada a mecânica de liberação das detonações:

- 1º) A Contratada apresentava, até no mínimo vinte quatro horas antes das detonações, os elementos geométricos da detonação, contendo todas as informações necessárias à perfeita caracterização espacial do desmonte.
- 2º) De posse deste plano de furação e através da Topografia da Fiscalização, verificava-se a exatidão das informações prestadas analisando-se ainda a concordância entre os projetos e o desmonte propriamente dito.
- 3º) Após verificação e liberação geométrica dos elementos do desmonte, a Contratada deveria apresentar para aprovação e liberação para carregamentos o plano de fogo propriamente dito, onde fazia constar também todos os elementos necessários à perfeita caracterização da detonação.

Desta forma logrou-se atingir os objetivos acima propostos tendo sido possível atender ambas as partes com um mínimo de imprevistos.

6.2 - IMPRESSOS.

Com o objetivo de ilustrar a metodologia descrita no item anterior, apresentamos a seguir os impressos utilizados na metodização dos trabalhos, de maneira a permitir a melhor compreensão desta metodologia.

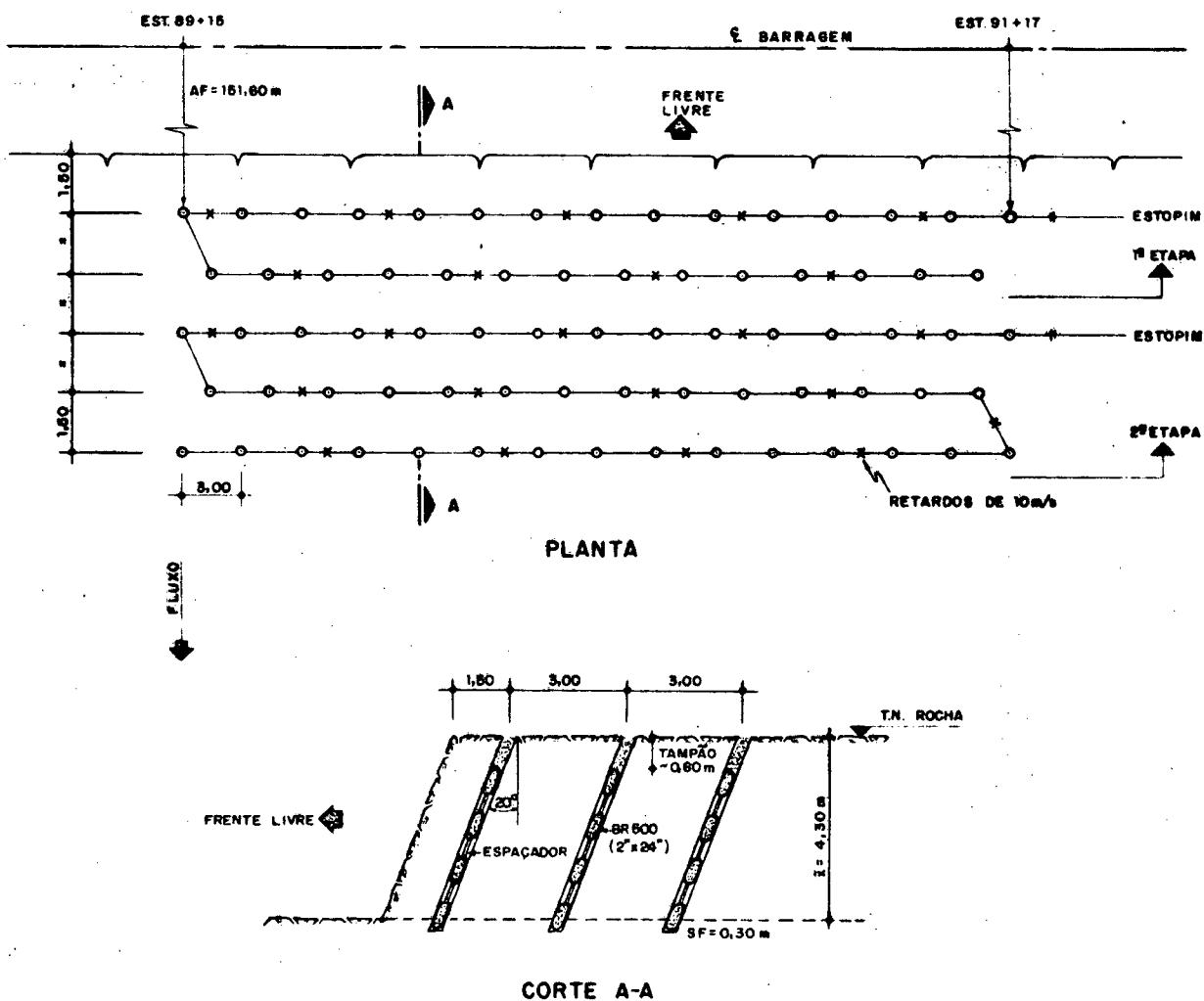
Apresenta-se ainda nestes impressos, a caracterização de um fogo típico, podendo ser acompanhada toda a compilação efetuada desde a detonação até a obtenção dos índices destes desmontes.

Através dos procedimentos anteriormente relatados, conseguiu-se boa documentação do processo, sem a criação de excesso de formulários que tornariam cansativo e inexato o processo de coleta de dados pelas equipes de campo.

PLANO DE PERFURAÇÃO E FOGO

Número	222
Data	01/05/81

Setor CANAL DE FUGA	Malha (m) 1,50 x 3,00	Diâmetro do Furo (Polegada) 3"
Lotação CONFORME ABAIXO	Prefissuramento/Espaçamento (m) — —	Subfuração (m) 0,30
Desenho Número CS-17E - GL5-004	Inclinado <input checked="" type="checkbox"/> 20° Vertical <input type="checkbox"/>	Razão de Carga (g/m³) 340,00
Volume (m³) 1.412,55	Metros Perfurados 357,23	Carga Máxima por Tempo (kg) 37,36



S/ESCALA

Perfuração Conferida por	Carregamento Conferido por
--------------------------	----------------------------

Explosivos e Acessórios Previstos : 301,5 BRAGEL-500 (2"x24"), 23 un. de Retardos 10m/s, 03 m de Estopim comum, 02 un. de Espoleta simples, 240 m de Cordel Detonante.

CESP

Preparado por	Aprovado por	Aprovado por		Data	
DETONAÇÃO PREVISTA		DETONAÇÃO REAL			
DATA	HORA	DATA	HORA		
Resultado :					

PLANO DE PERFURAÇÃO E FOGO

NÚMERO
222

SETOR CANAL DE FUGA				DATA DE EMISSÃO 29 / 04 / 81		DATA DE DETONAÇÃO 01 / 05 / 81												
PERFURAÇÃO				CARGA				PERFURAÇÃO				CARGA						
LINHA	FURO	METROS PREVIS-TOS	METROS EXECU-TADOS	PREVISTA	COLOCADA	LINHA	FURO	METROS PREVIS-TOS	METROS EXECU-TADOS	PREVISTA	COLOCADA	LINHA	FURO	METROS PREVIS-TOS	METROS EXECU-TADOS	PREVISTA	COLOCADA	
Nº	Nº			FUNDO	COLUNA	FUNDO	COLUNA			FUNDO	COLUNA			FUNDO	COLUNA	FUNDO	COLUNA	
01	1	4,83			4			04	1	4,83						4		4
	2	4,82			4				2	4,87						4 1/2		4 1/2
	3	4,78			4				3	4,86						4		4
	4	4,79			4 1/2				4	4,82						4		4
	5	4,66			4				5	4,79						4		4
	6	4,81			4				6	4,83						4		4
	7	4,76			4				7	4,89						4 1/2		4 1/2
	8	4,77			4 1/2				8	4,93						4		4
	9	4,78			4				9	4,91						4		4
	10	4,81			4				10	4,92						4		4
	11	4,83			4				11	4,92						4		4
	12	4,81			4 1/2				12	4,94						4		4
	13	4,76			4				13	4,97						4 1/2		4 1/2
	14	4,78			4				14	4,96						4		4
	15	4,79			4					68,44						57 1/2		57 1/2
		71,98			61 1/2													
02	1	4,86			4			05	1	4,97						4		4
	2	4,89			4 1/2				2	4,95						4		4
	3	4,91			4				3	4,99						4		4
	4	4,94			4				4	5,00						4 1/2		4 1/2
	5	4,96			4				5	5,01						4 1/2		4 1/2
	6	4,99			4 1/2				6	4,96						4		4
	7	4,98			4				7	4,95						4		4
	8	4,97			4				8	4,98						4 1/2		4 1/2
	9	4,98			4 1/2				9	4,97						4		4
	10	4,99			4				10	4,94						4		4
	11	4,97			4				11	4,96						4		4
	12	5,02			4 1/2				12	4,97						4		4
	13	5,03			4 1/2				13	4,98						4 1/2		4 1/2
	14	5,04			4 1/2				14	4,96						4		4
		69,53			59				15	4,95						4		4
03	1	4,90			4 1/2					74,54						62		62
	2	4,86			4													
	3	4,93			4													
	4	4,87			4													
	5	4,84			4 1/2													
	6	4,81			4													
	7	4,79			4													
	8	4,82			4													
	9	4,83			4													
	10	4,84			4 1/2													
	11	4,83			4													
	12	4,78			4													
	13	4,86			4													
	14	4,89			4													
	15	4,89			4													
		72,74			61 1/2													

PREPARADO POR

APROVADO POR

SEÇÃO DE ESCAVAÇÃO EM ROCHA
ASSUNTO: ESTRUTURAS DE CONCRETO

1) ESQUEMA DE PERFURAÇÃO

- 1.1 DIAMETRO DOS FUROS (polegada)
- 1.2 MALHA (m)
- 1.3 QUANTIDADE DE FUROS
- 1.4 % DAS DIFERENÇAS DE COTA (m)
- 1.5 VOLUME TEORICO DESLOCADO (m³)
- 1.6 INCLINAÇÃO DOS FUROS (graus)
- 1.7 COMPRIMENTO TOTAL DOS FUROS (m)
- 1.8 COTA DE FUNDO
- 1.9 SUB-FURAÇÃO (m)

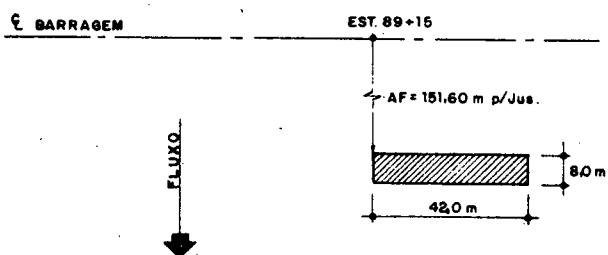
2) CARREGAMENTO

- 2.1 TIPO DE EXPLOSIVO E DIMENSÃO (polegada)
- 2.2 RAZÃO DE CARGA (g/m³)
- 2.3 CARGA POR ESPERA (kg)
- 2.4 CARGA TOTAL (kg)
- 2.5 CARGA DE FUNDO (kg)
- 2.6 Nº TOTAL DE CARTUCHOS
- 2.7 COMPRIMENTO DO TAMPÃO (m)

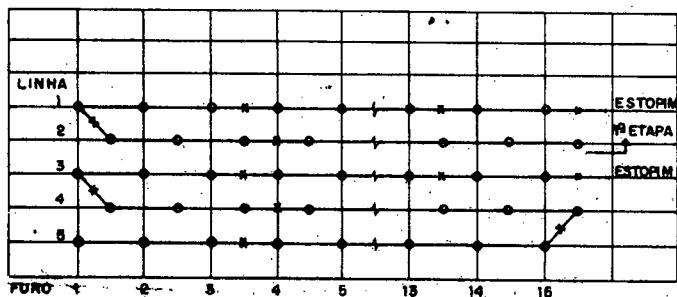
3) DETONAÇÃO

- 3.1 TIPO E QUANTIDADE DE ESPOLETA
- 3.2 CORDEL DETONANTE (m)
- 3.3 RETARDADORES P/CORDEL = 10 m/s
- 3.4 ESTOPIM (m)

4) PLANTA DE LOCAÇÃO



5) ESQUEMA DE LIGAÇÃO



BOLETIM DE CONTROLE DO FOGO Nº 222

LOCAL: CANAL DE FUGA

DETONADO AS 06:45 HS.

DATA 01 / 05 / 81

PREVISTO	EXECUTADO
3"	3"
1,50 x 3,00	1,50 x 3,00
73	73
313,90	313,90
1412,55	1412,55
20°	20°
357,23	357,23
269,00	269,00
0,30	0,30

PREVISTO	EXECUTADO
BRAGEL-500 (2" x 24")	BRAGEL-500 (2" x 24")
340,00	340,00
37,36	37,36
479,39	479,39
479,39	479,39
301,5	301,5
VARIÁVEL	VARIÁVEL
02-SIMPLES	02-SIMPLES
240	240
23	23
03	03

OBSERVAÇÕES:

DETONADO EM 2 ETAPAS

FISCALIZAÇÃO

VISTO

VISTO

VISTO

PERÍODO : MAIO / 83

LOCAL: ÁREA DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

Mapa de Controle de Fogo

Mapa de Controle de Fogo						LOCAL: ÁREA DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO				PERÍODO : MAIO / 83							
Nº DO FOGO	DATA HORAS	FUROS EXECUT.	FUROS CARREG.	PROF. MÉDIA INCLINADA	PROF. TOTAL INCLINADA	INCLINAÇÃO	VOLUME TEÓRICO DETONAÇÃO	CARGA MÁXIMA ACUMULADO POR TEMPO (kg/m³/C)	TIPO	CONSUMO - kg (g/m³)	RAZÃO CARGA (kg/m³)	TAMPÃO CORDEL (m)	ESTOQUE PIM (m)	ESTOQUE LETA (m)	OBSERVAÇÕES		
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)									
222	01/05/81 06:45	73 <i>1,5 x 3,0</i>	73 <i>3,57,23</i>	<i>4,89</i>	<i>335,44</i>	<i>20°</i>	<i>4,59</i>	<i>0,30</i>	<i>1 412,55</i>	<i>1 412,55</i>	<i>-</i>	<i>479,39</i>	<i>340,0</i>	<i>240,0</i>	<i>25</i>	<i>10</i>	<i>DET. NORMAL</i>
TOTAL		$\bar{x} = 73$ $\bar{z} = 1,5 x 3,0$	$\bar{x} = 357,23$	$\bar{x} = 4,89$	$\bar{z} = 335,44$	20°	$\bar{x} = 4,59$	$\bar{z} = 0,30$	$\bar{x} = 1 412,55$	$\bar{z} = 1 412,55$	$=$	$\bar{x} = 479,39$	$\bar{z} = 340,0$	$\bar{z} = 240,0$	$\bar{z} = 25$	$\bar{z} = 3$	$\bar{z} = 2$



TRATAMENTO DE TALUDES

7 - TRATAMENTO DE TALUDES.

7.1 - GENERALIDADES.

Em virtude do elevado grau de fraturamento e intemperização da rocha, nos taludes entre a Área de Montagem e Casa de Força todos os artifícios de detonação cuidadosa aí utilizados se mostraram inoperantes, obrigando então a um tratamento relativamente elaborado destes taludes, de modo a permitir o prosseguimento das escavações para as cotas mais baixas desta região.

Através das fotos nº 24 e 25 podem ser observadas as características acima mencionadas, sendo de se notar ainda, que mesmo onde o acabamento do talude foi executado através da técnica de "line-driling", os resultados são bastante insatisfatórios, principalmente tendo em vista ter sido esta furação executada a cada quinze centímetros entre centros de furos, realizando-se quase que o corte a frio do talude. Podem ser também aí observados, a presença de algumas descontinuidades bastante características, que foram, inclusive, condicionantes do aspecto de estabilidade das estruturas sobre elas assentadas. Assim sendo, um intenso trabalho de estabilização destes taludes se tornou necessário visando, tanto quanto possível, a manutenção da sua integridade.

Estes trabalhos se desenvolveram em várias etapas, como a seguir descritas.

FOTO N° 24



TALUDE ESQUERDO DA ÁREA DE MONTAGEM, NOTANDO-SE ACIMA O
"PRE-SPLITING".

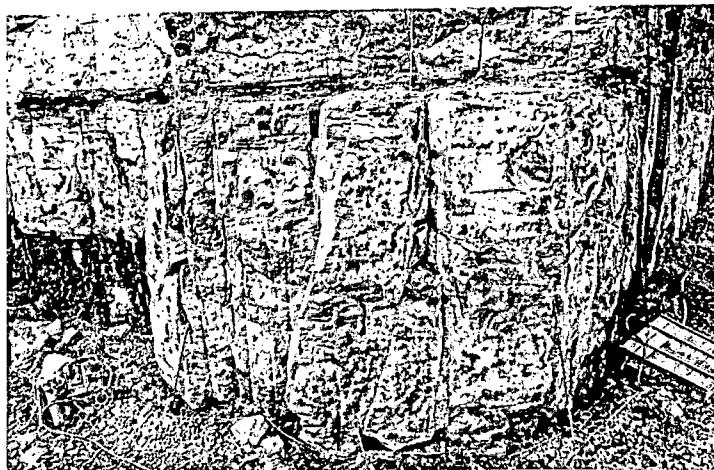


FOTO Nº 25

TALUDE JUSANTE DO POÇO DE DRENAGEM COM CANAL DE FUGA.

7.2 - METODOLOGIA.

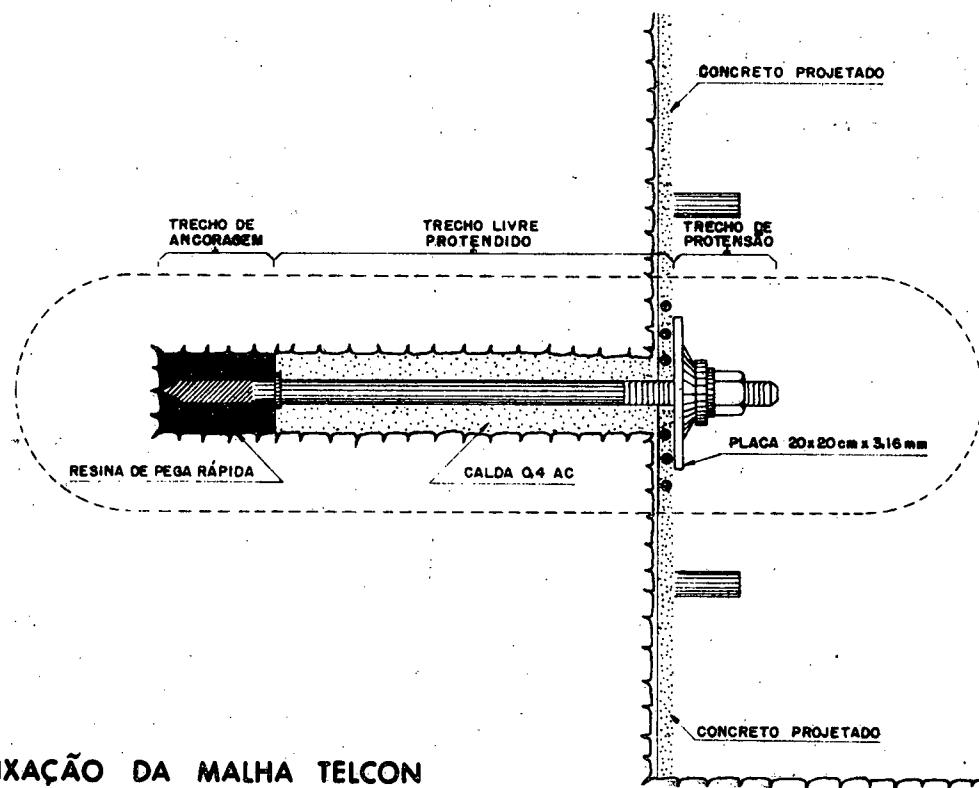
Em uma fase preliminar, foram procedidos ensaios de arrancamento em tirantes, visando determinar a capacidade de carga destes tirantes, em função da perfurabilidade dos taludes condicionantes do comprimento de ancoragem e trabalho dos mesmos.

Estes ensaios, conduziram a utilização de tirantes tipo TR-5 de 1"1/16" ancorados com resina epoxílica de pega rápida, tendo sido atingidas cargas de arrancamento da ordem de trinta toneladas. O esquema típico destes tirantes pode ser visto no desenho a seguir.

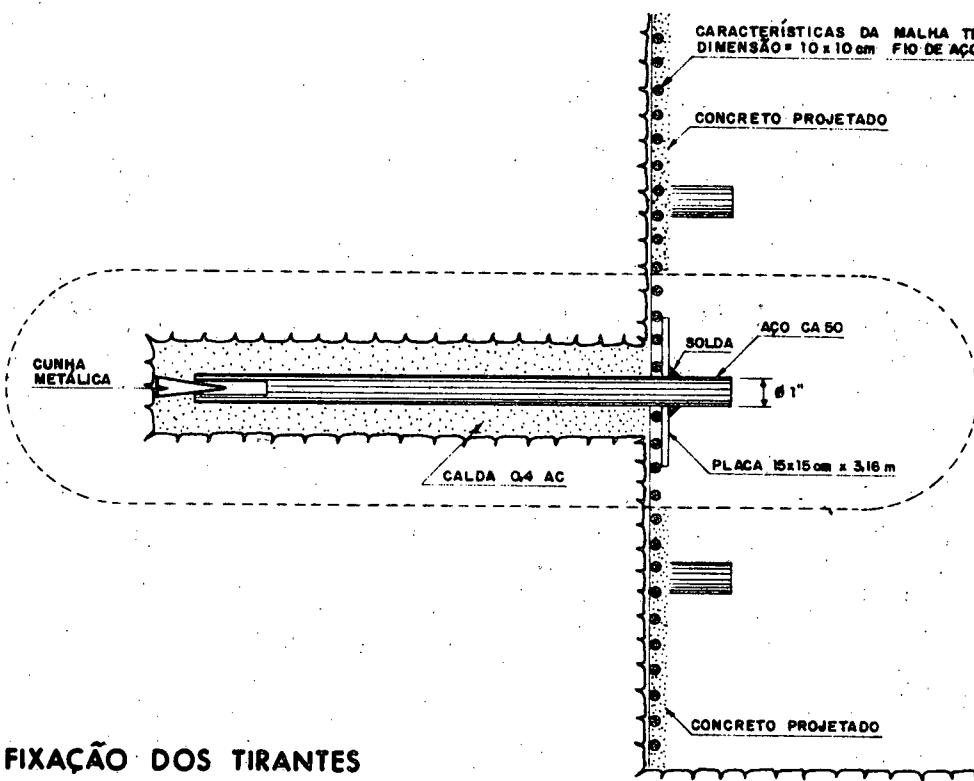
Foram realizados, ainda, ensaios de projeção de concreto com máquinas tipo via seca, cujo esquema pode ser visto no desenho da folha nº 96 , ressaltando-se aqui que, após vários ensaios, o traço que permitiu a menor perda possível, mantendo os níveis de resistência especificados pela projetista, de $f_{ck} = 300 \text{kgf/cm}^2$ (noventa dias), foi o seguinte:

- Cimento : 430kg/ m^3 ;
- Areia natural : 1.030kg/ m^3 ;
- Pedrisco : 677kg/ m^3 ;
- Vedacit em pó rapidíssimo (2% em relação ao cimento).

Com a utilização destas proporções, obteve-se uma perda média medida de 25%, valor este considerado bastante aceitável para trabalhos desta natureza.

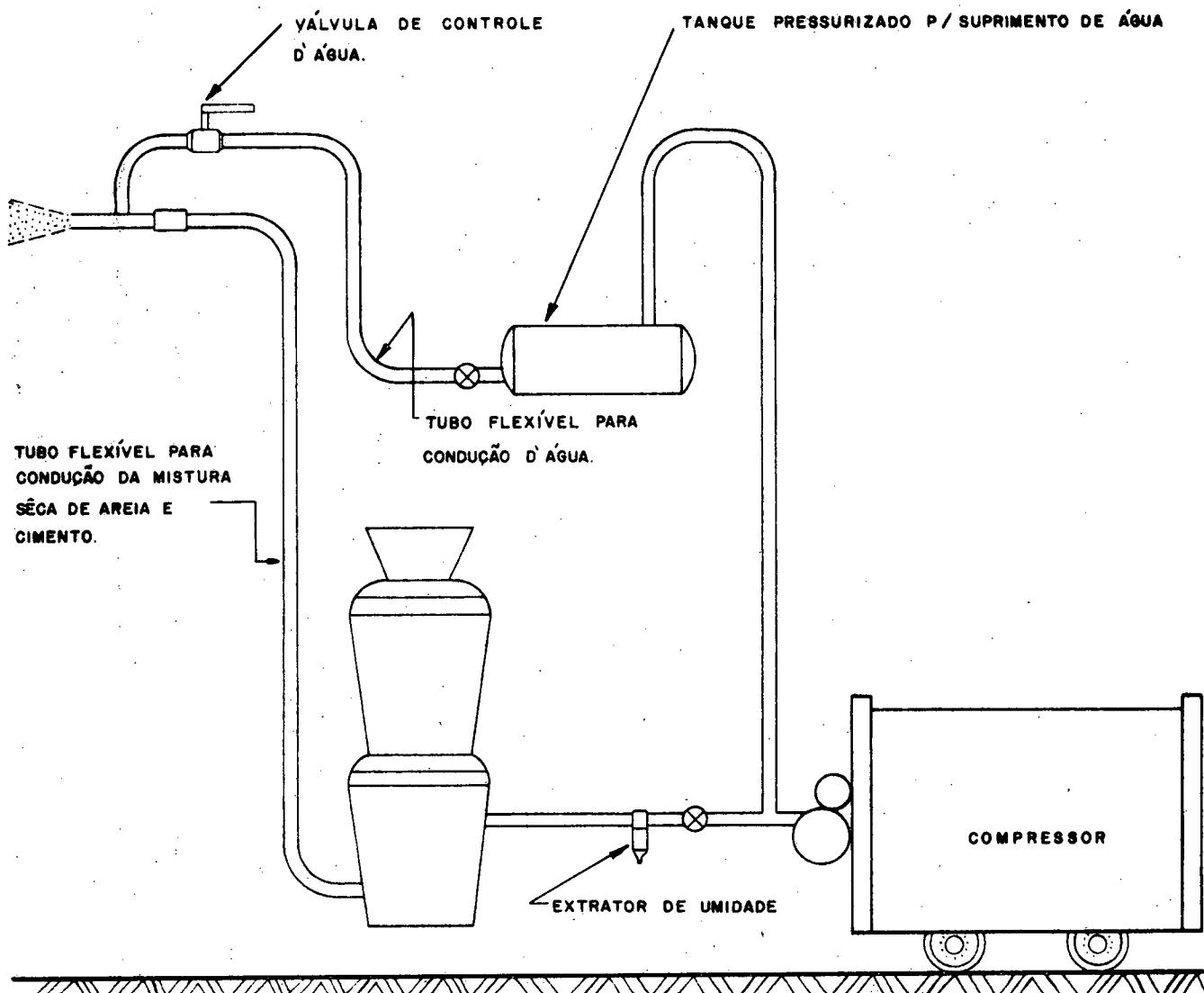


FIXAÇÃO DA MALHA TELCON



FIXAÇÃO DOS TIRANTES

Projeção de Concreto com Chumbadores de 0,80m e 1,60m



Máquina Tipo Via Seca para Concreto Projetado

Para permitir a perfeita fixação da tela metálica sob a superfície a ser projetada, foram utilizados chumbadores passivos fixados através de cunha metálica e envoltos em calda de cimento permitindo, assim, sua proteção contra a corrosão.

O desenho da folha nº 95 apresenta o esquema geral utilizado para o emprego dos elementos de tratamento, em todos os taludes que exigiram trabalhos de estabilização.

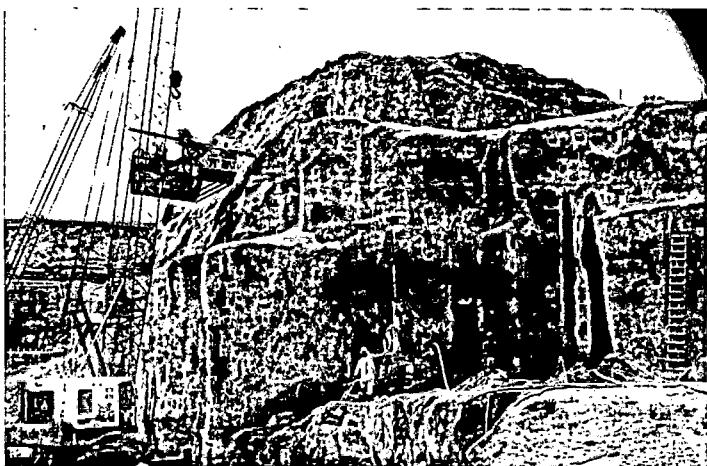
As fotos nº 26, 27 e 28 ilustram respectivamente a projeção do concreto, bem como a furação e colocação dos tirantes.

FOTO N° 26



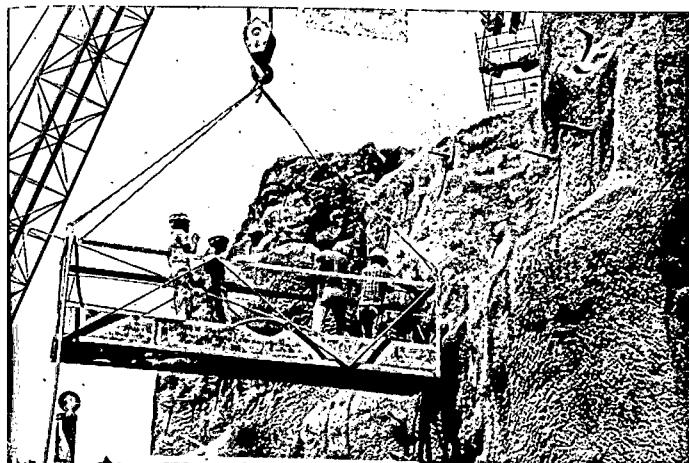
TRATAMENTO DE TALUDE COM CONCRETO PROJETADO.

FOTO N° 27



FURAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DOS TIRANTES.

FOTO N° 28



COLOCAÇÃO DOS TIRANTES E PROTENSÃO.

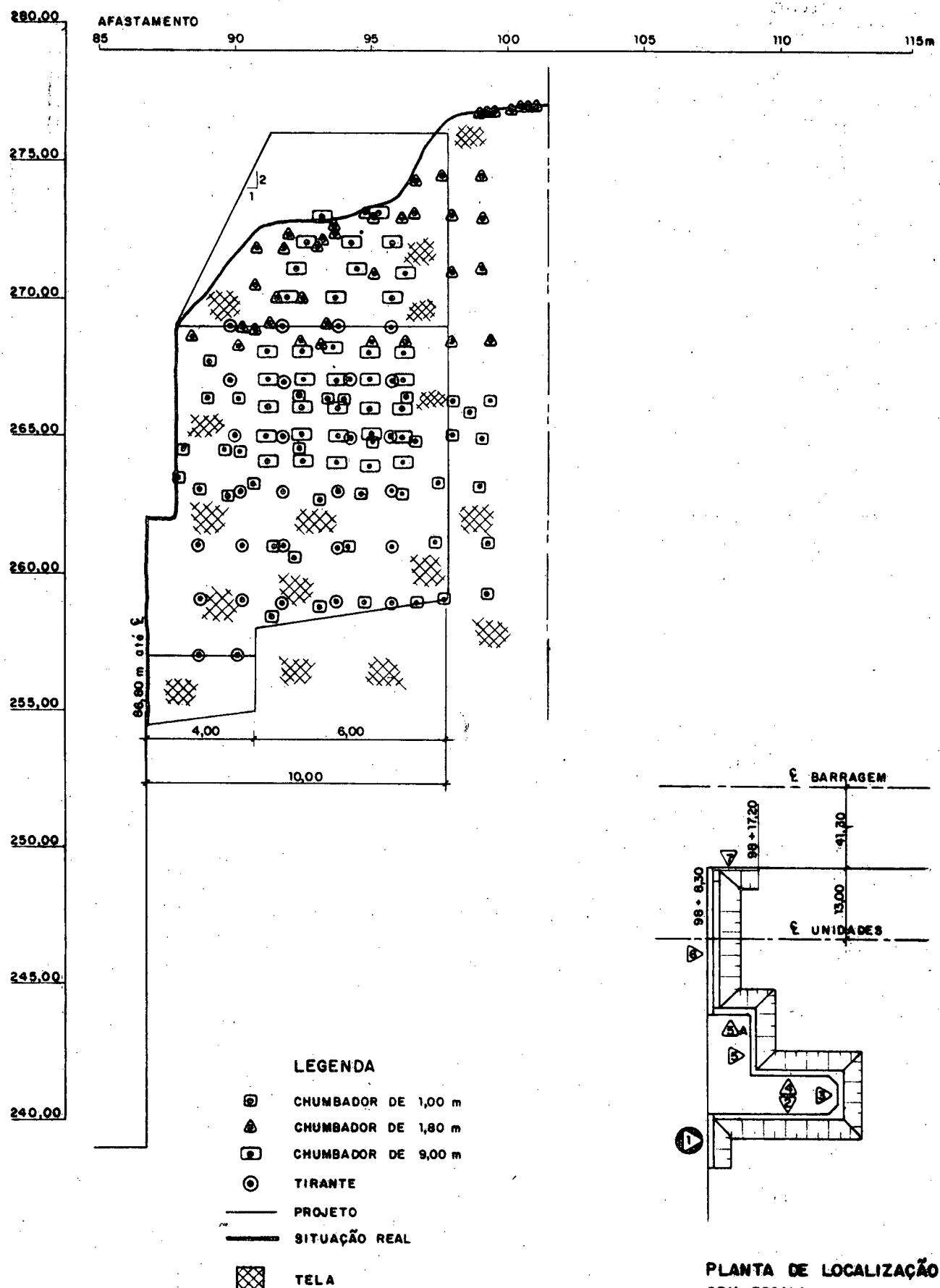
7.3 - QUANTITATIVOS E DENSIDADE DE APLICAÇÃO.

As seguintes quantidades foram aplicadas:

ELEMENTO DE TRATAMENTO	UNIDADE	QUANTIDADE	DENSIDADE DE APLICAÇÃO
CHUMBADORES DE 1,0m	un.	226	0,20 un/m ²
CHUMBADORES DE 1,8m	un.	777	1,15 un/m ²
CHUMBADORES DE 1,9m	un.	264	0,57 un/m ²
TIRANTES TR.5 (4,0m)	un.	18	0,01 un/m ²
TIRANTES TR.5 (4,5m)	un.	47	0,03 un/m ²
TIRANTES TR.5 (5,0m)	un.	499	0,29 un/m ²
TELA METÁLICA Q.138-TIPO TELCON	m ²	422,5	—
CONCRETO PROJETADO	m ³	874,5	—

Cabe observar que a espessura média da camada de concreto projetado foi de 0,16m, considerando-se uma perda de 25%.

Os desenhos da seqüência, a seguir, apresentam a localização dos elementos de tratamento, tornando evidente a sua alta densidade.



ESTACA 99+10 99+00 98+10 98+8,30

275,00

270,00

265,00

260,00

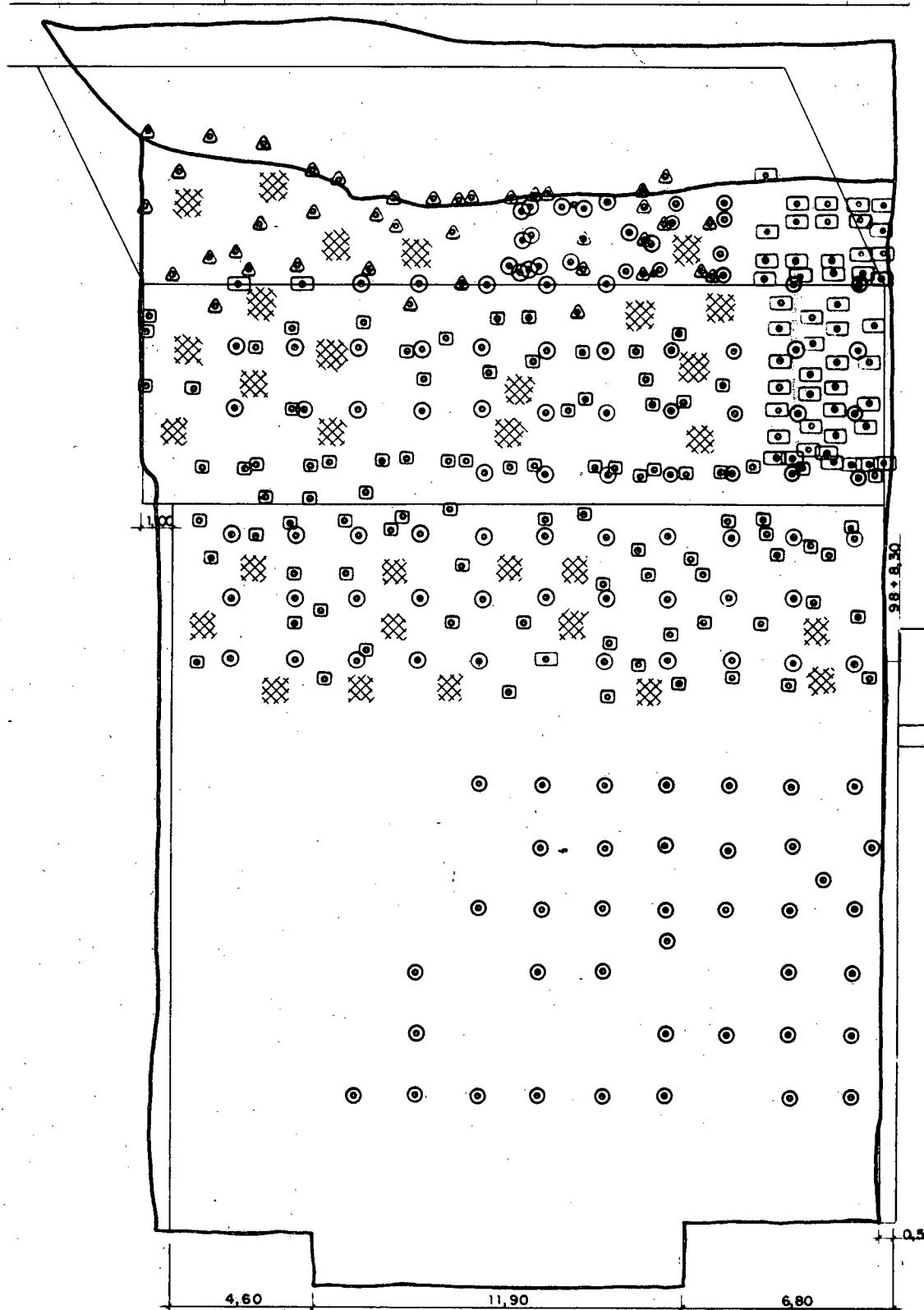
255,00

250,00

245,00

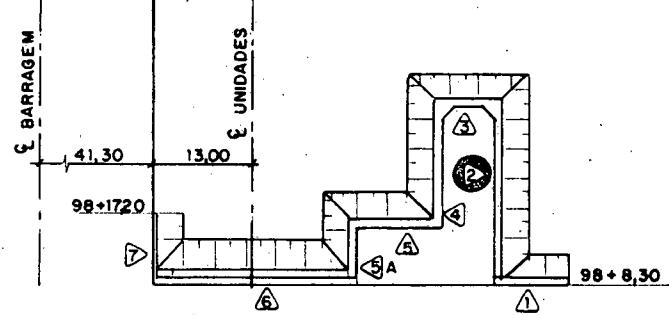
240,00

235,00



LEGENDA

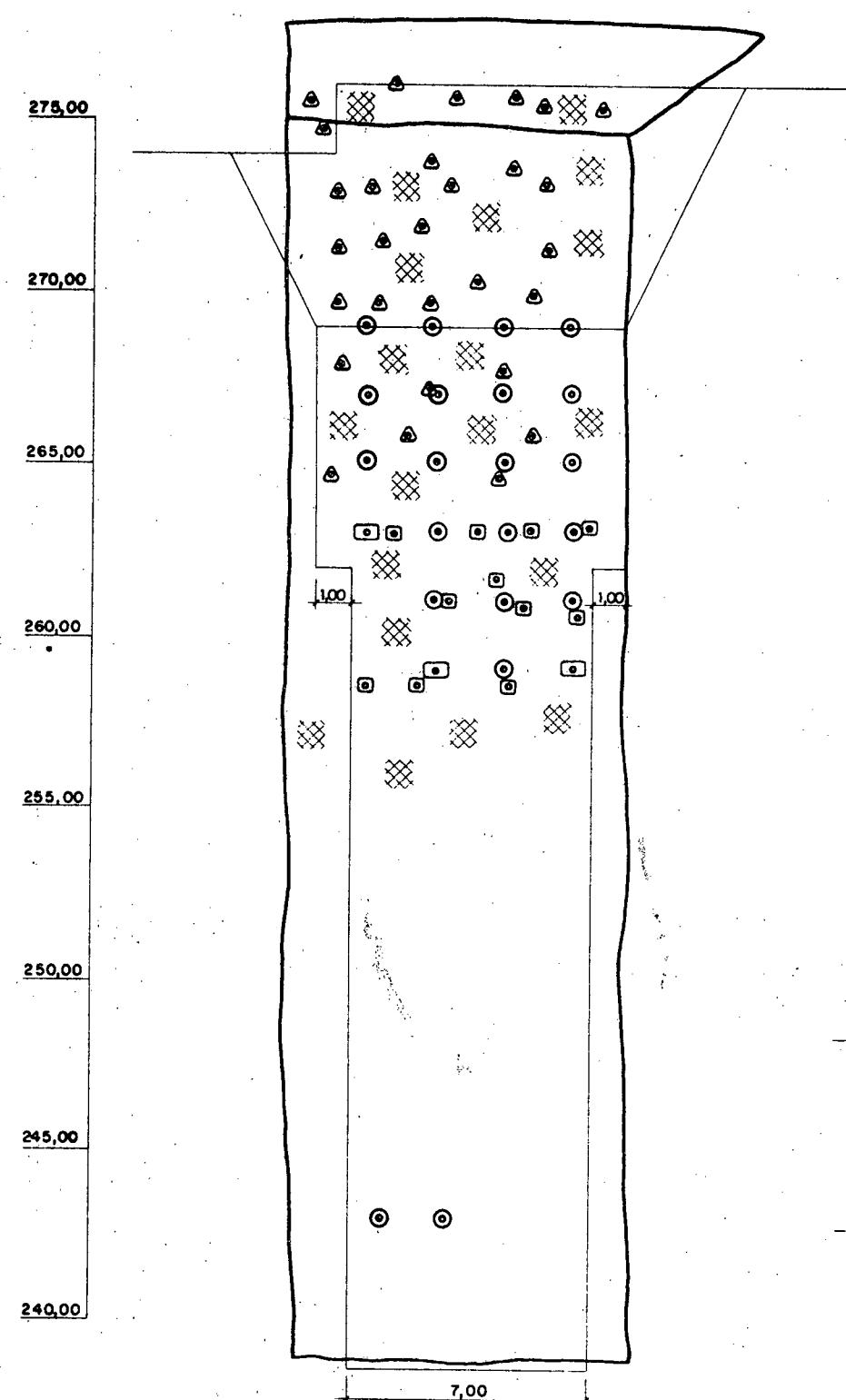
- (1) CHUMBADOR DE 1,00 m
- (2) CHUMBADOR DE 1,80 m
- (3) CHUMBADOR DE 9,00 m
- (4) TIRANTE
- PROJETO
- SITUAÇÃO REAL
- (5) TELA



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

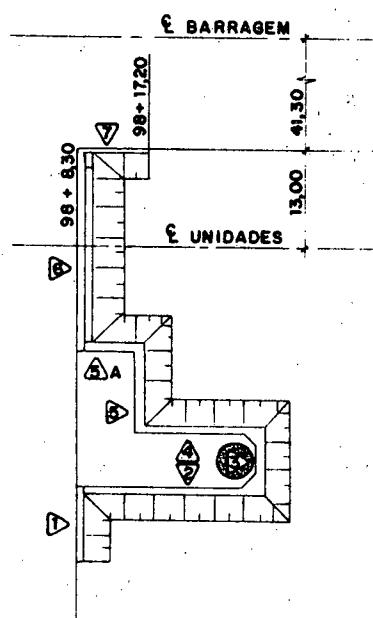
S/ ESCALA

AFASTAMENTO 75 80 85 90 95 m

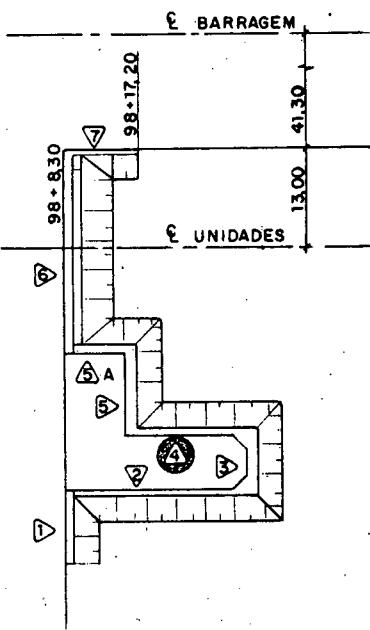
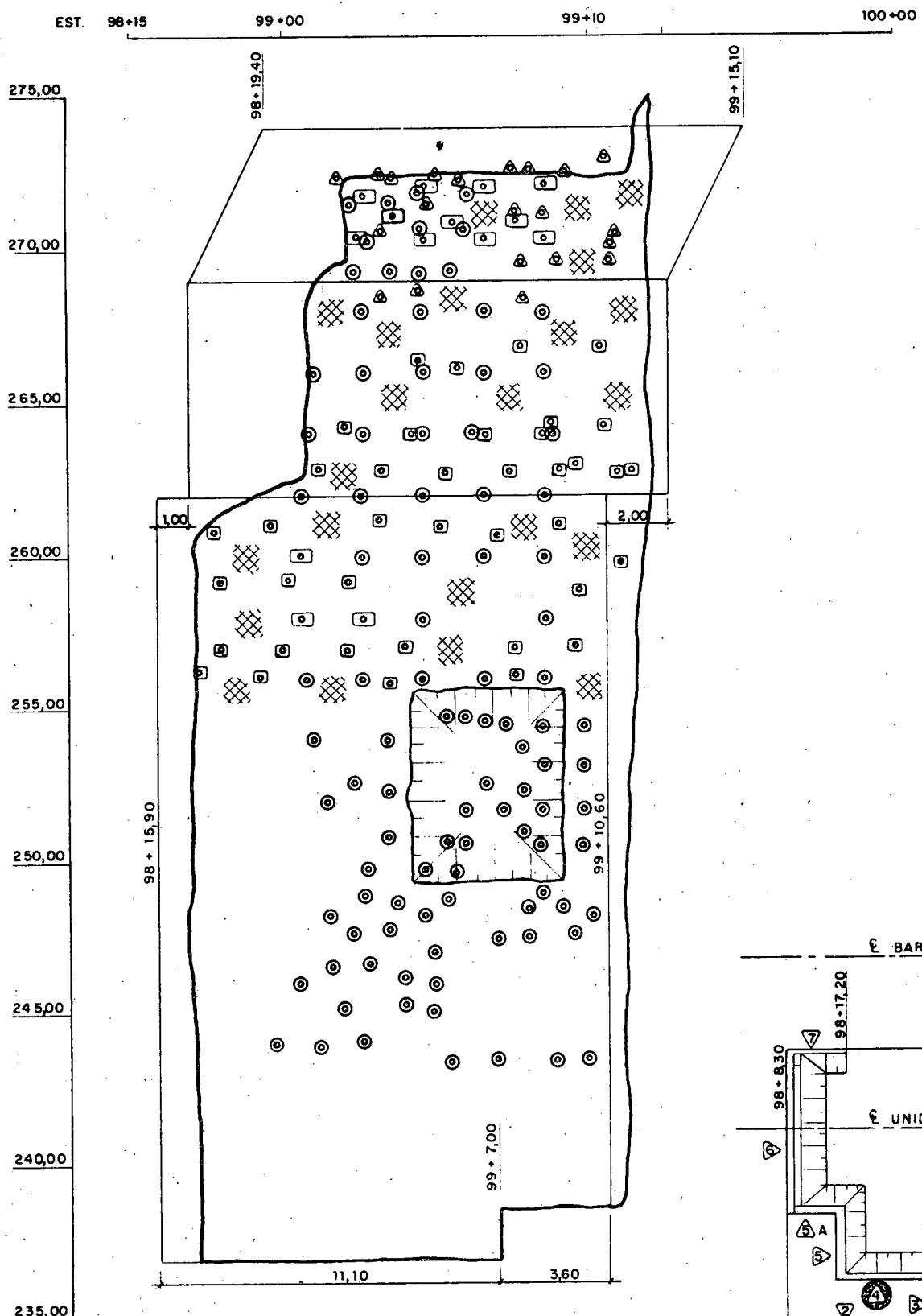


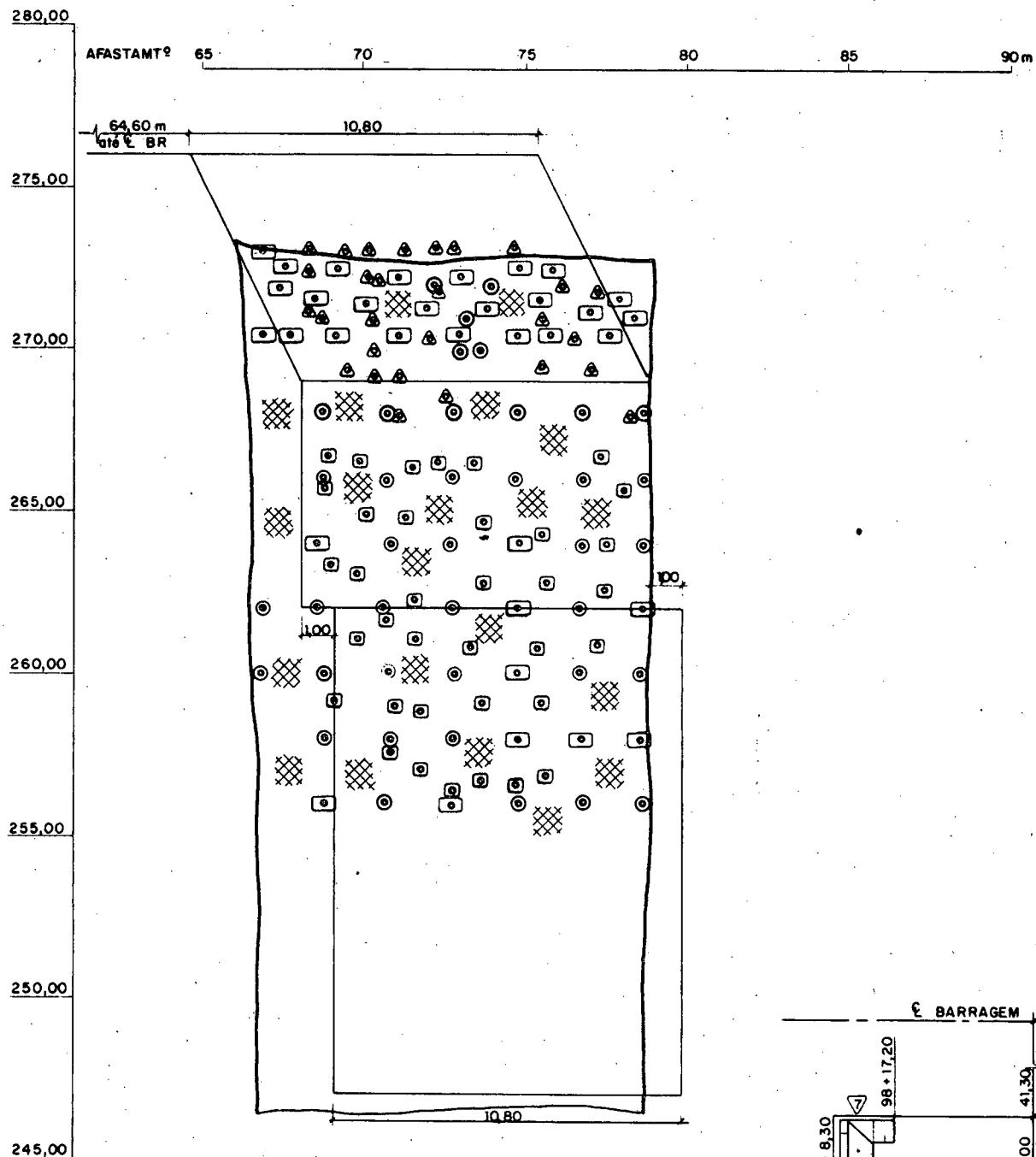
LEGENDA

- CHUMBADOR DE 1,00 m
- △ CHUMBADOR DE 1,80 m
- CHUMBADOR DE 3,00 m
- ◎ TIRANTE
- PROJETO
- SITUAÇÃO REAL
- TELA



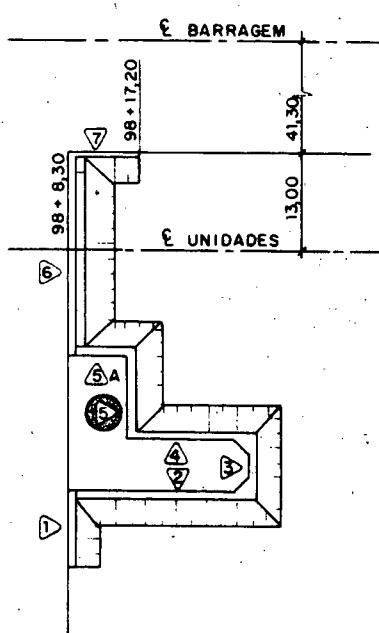
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
SEM ESCALA



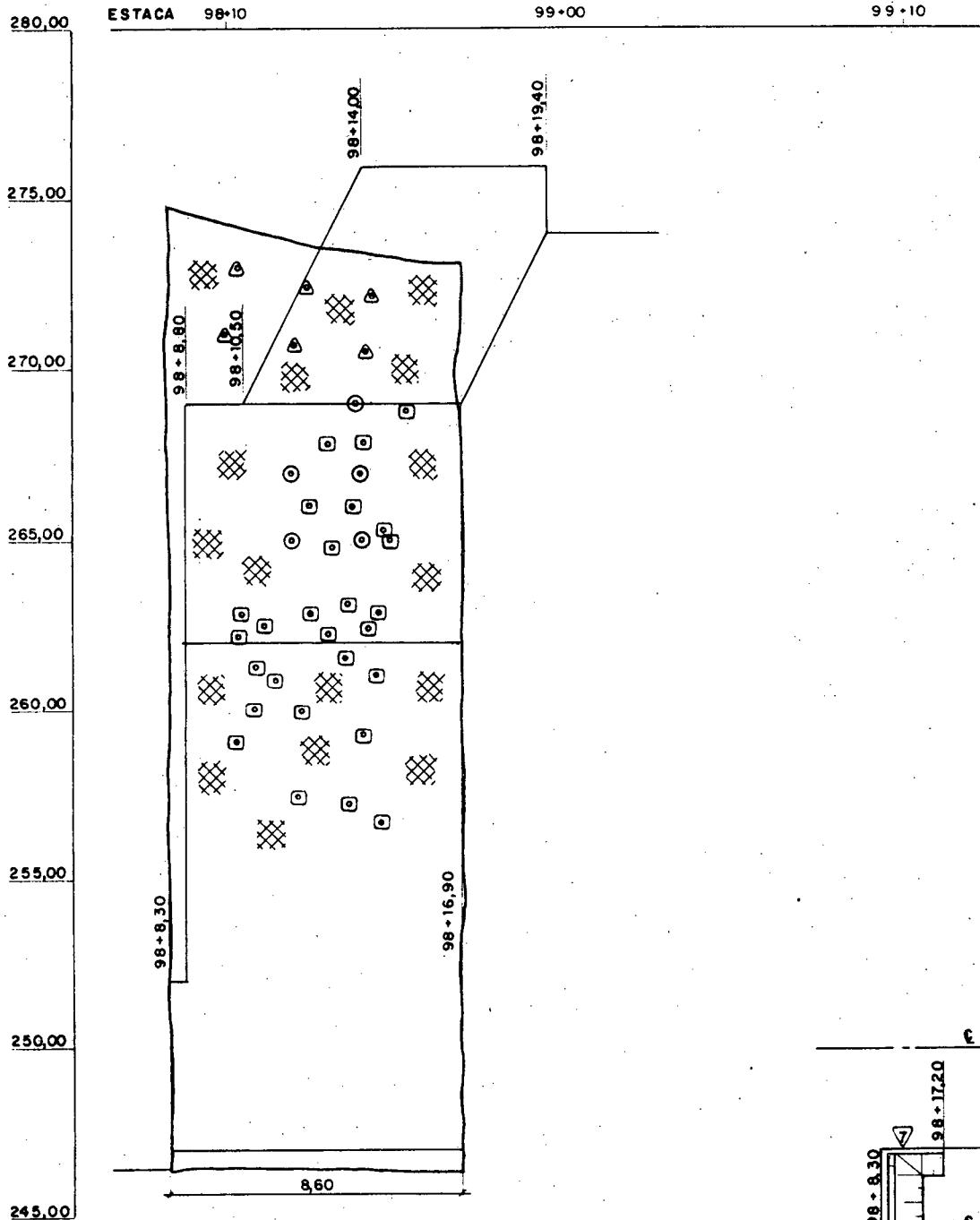


LEGENDA

- Ⓐ CHUMBADOR DE 1,00 m
- Ⓑ CHUMBADOR DE 1,80 m
- Ⓒ CHUMBADOR DE 9,00 m
- Ⓓ TIRANTE
- PROJETO
- SITUAÇÃO REAL
- ▨ TELA

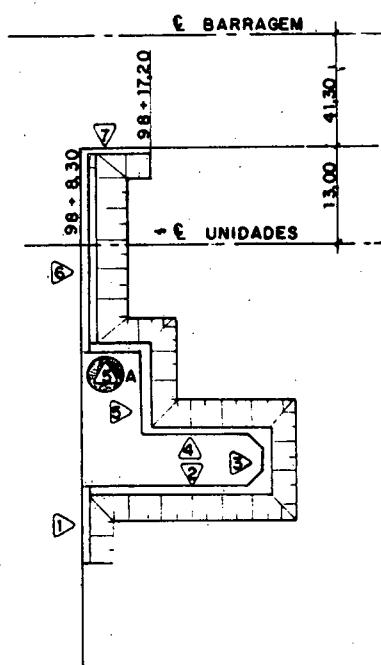


PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
 SEM ESCALA

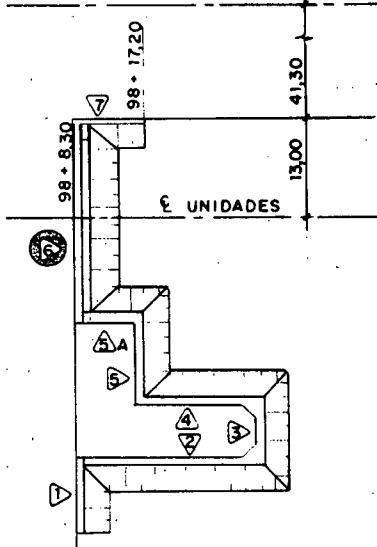
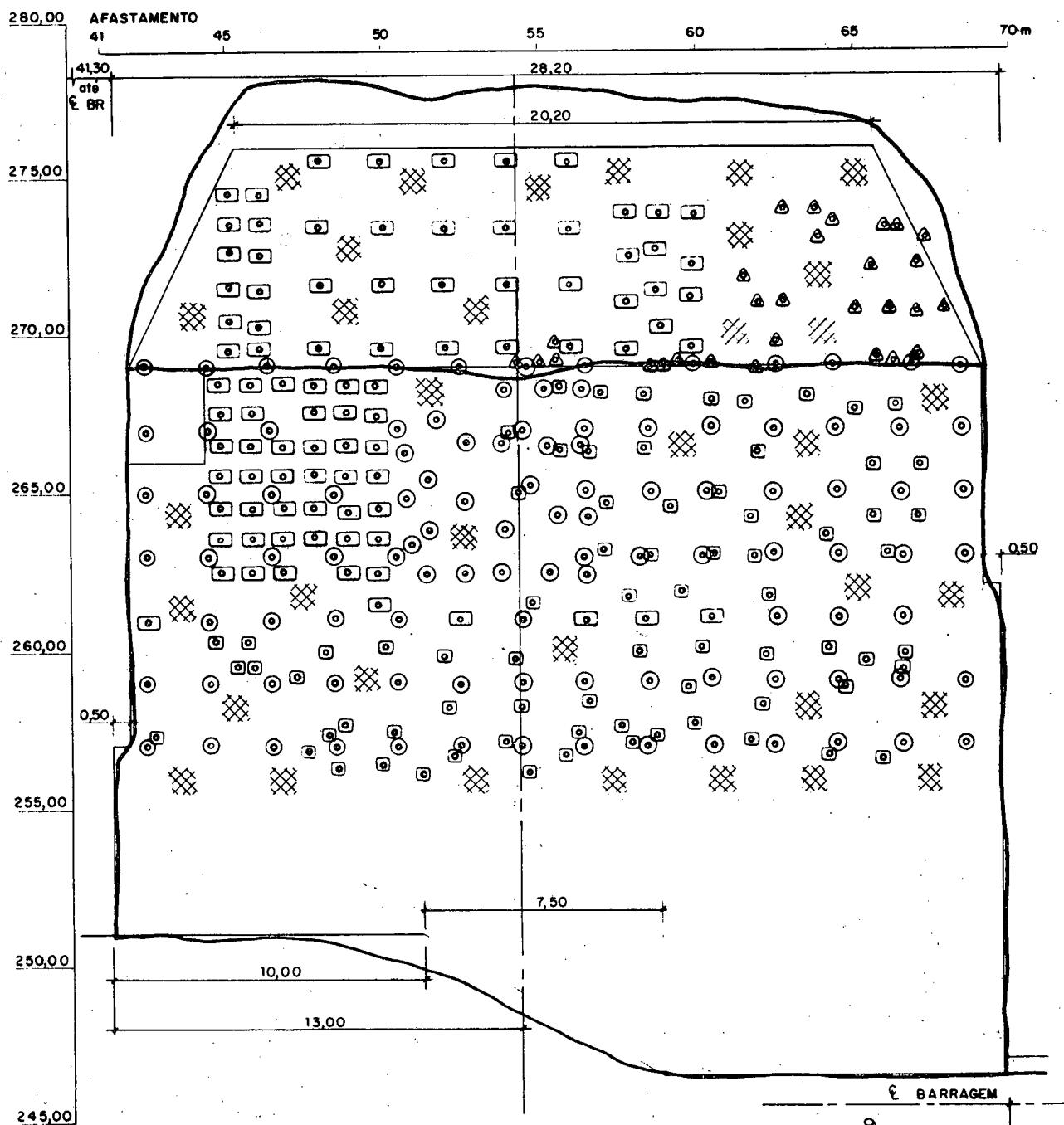


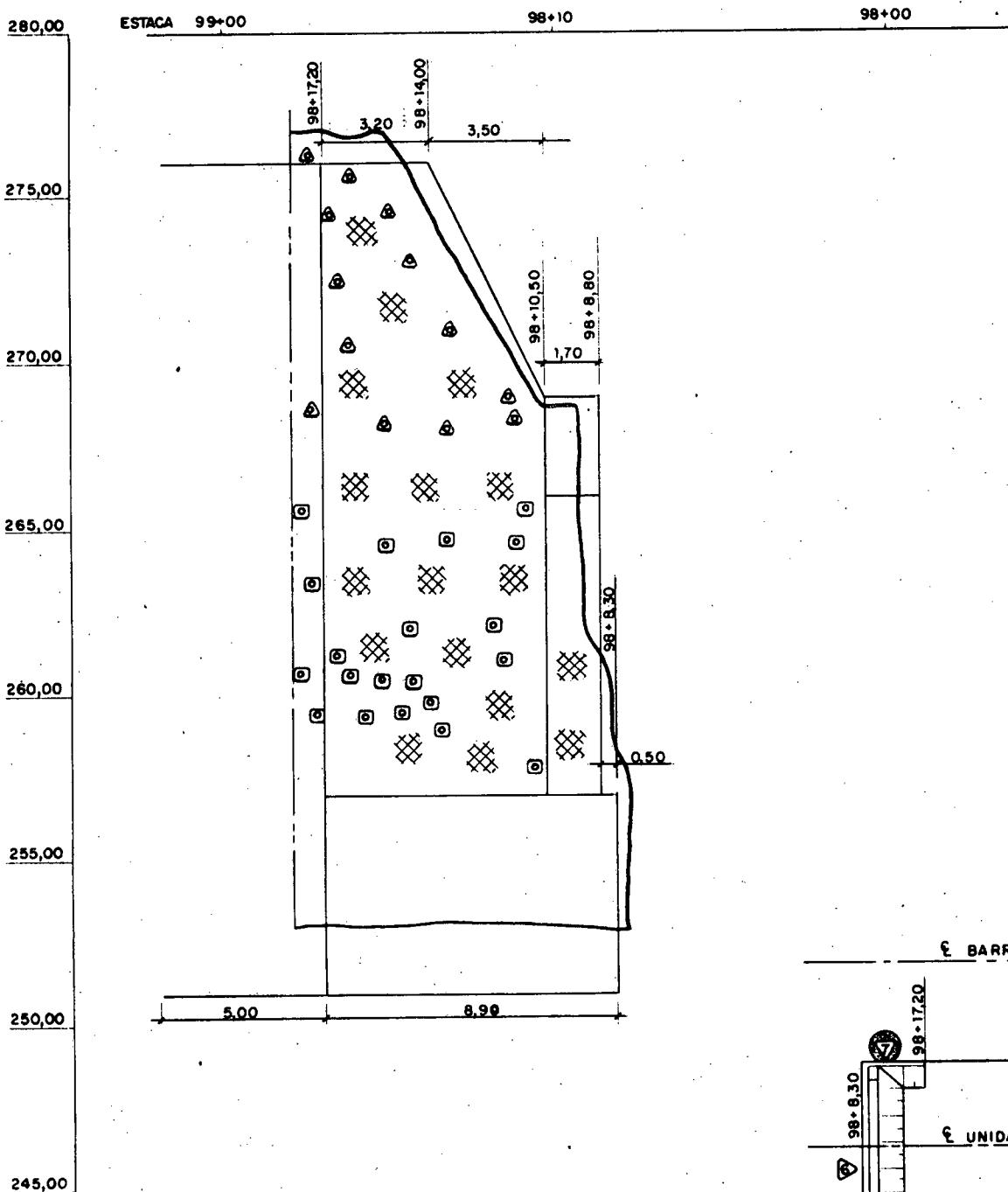
LEGENDA

- CHUMBADOR DE 1,00m
- ▲ CHUMBADOR DE 1,80m
- TELA
- PROJETO
- SITUAÇÃO REAL
- TELA



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
SEM ESCALA

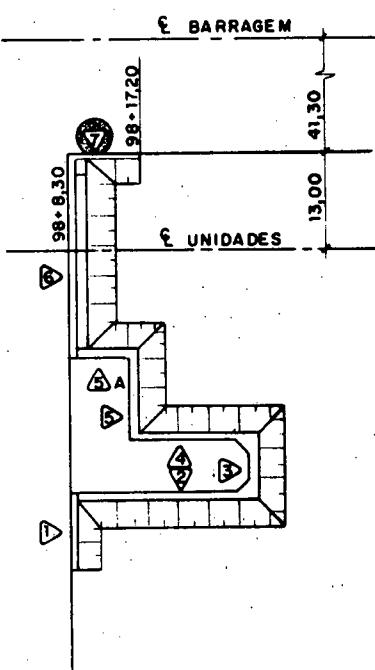


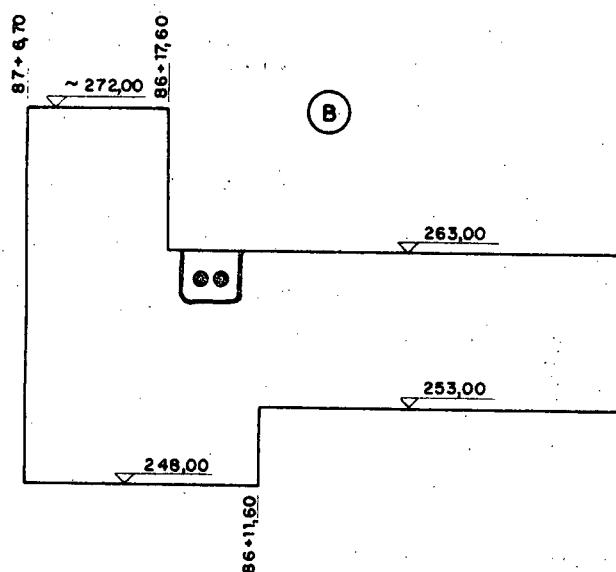
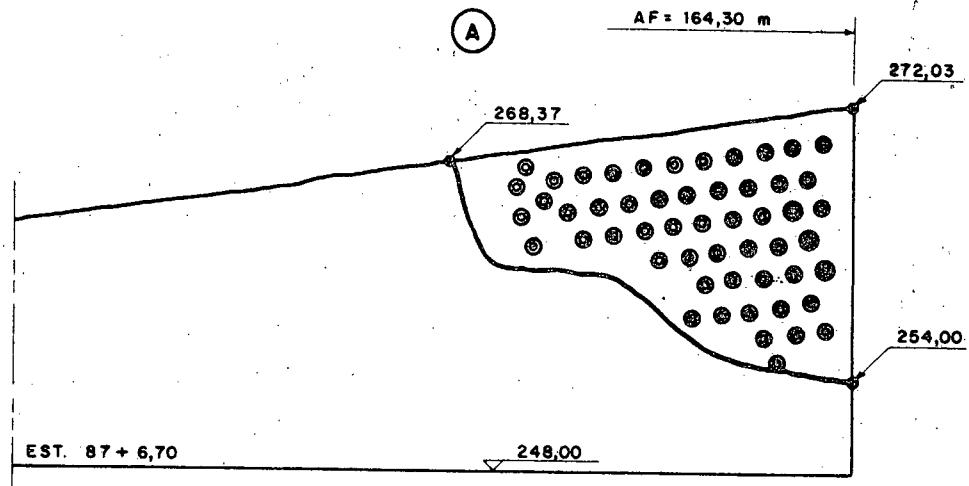


LEGENDA

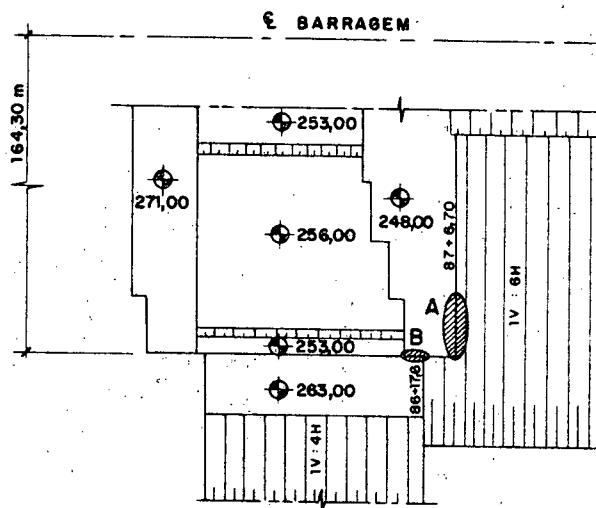
- CHUMBADOR DE 1,00 m**
CHUMBADOR DE 1,80 m
PROJETO
SITUAÇÃO REAL

**PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
SEM ESCALA**

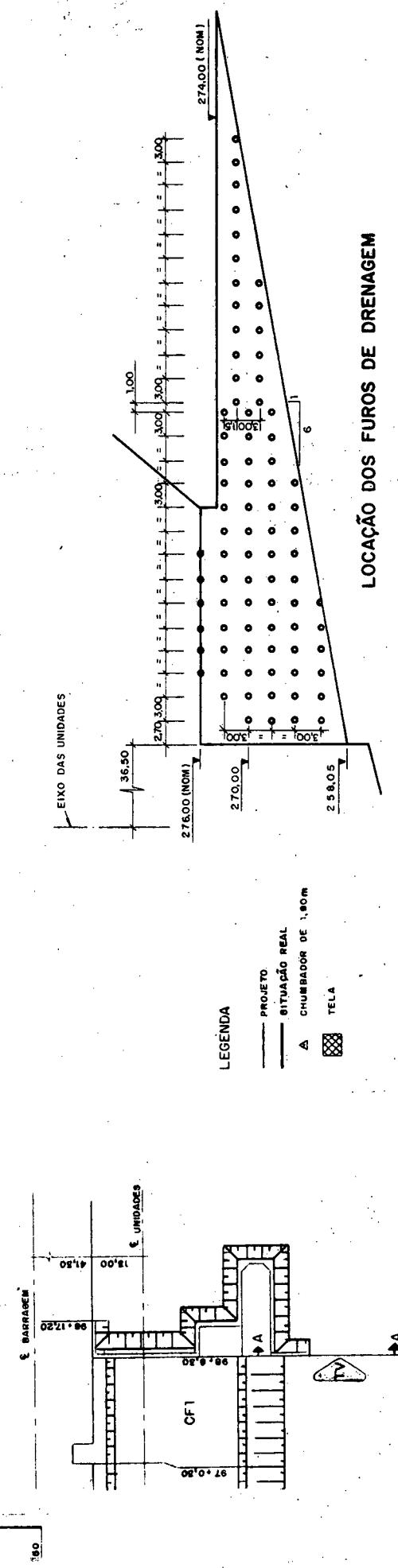
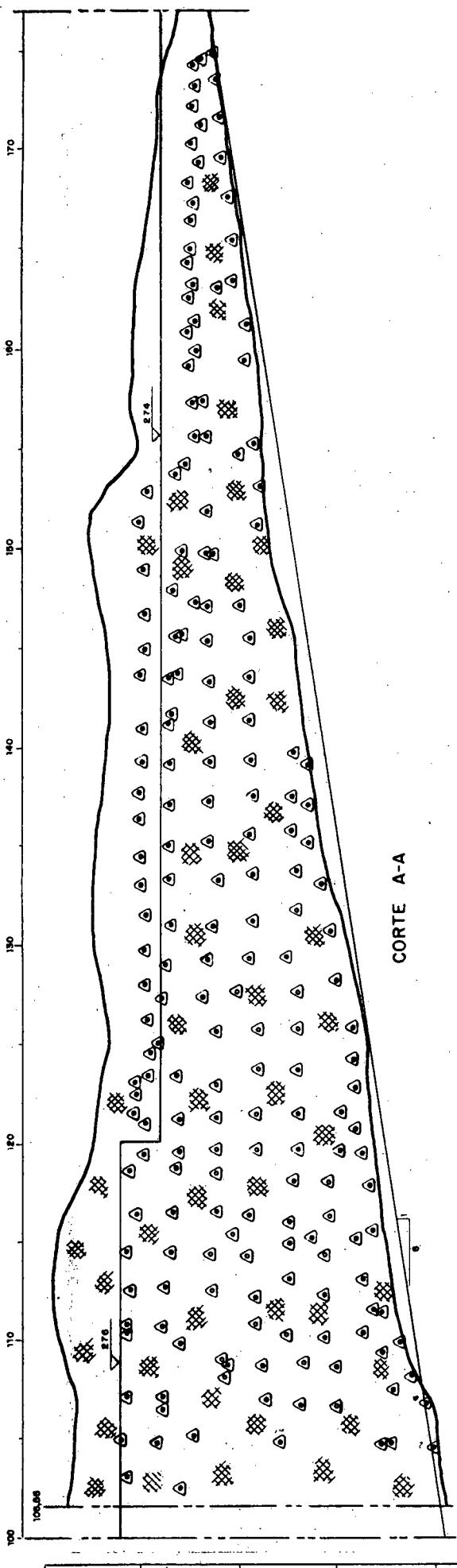




Locação dos Tirantes - Talude Vertical Muro Lateral Esquerdo



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO



Canal de Fuga



CONCLUSÃO

8 - CONCLUSÃO.

Entre os meses de dezembro/80 a setembro/82, foi totalmente escavada a região necessária à implantação das estruturas de geração para o Empreendimento Três Irmãos.

Neste período foram desmontados 985.645,00 m³ de rocha a fogo, tendo sido gastos 356.802,58kg de explosivos, sendo significativo notar do exposto até aqui, que estes desmontes foram em tudo semelhantes a experiências anteriores da CESP, não se podendo a priori afirmar ter havido inovações significativas no cômputo geral dos trabalhos. No entanto, a nosso ver, alguns pontos merecem talvez um realce especial, fundamentalmente em função dos benefícios inequívocos que acarretaram aos trabalhos.

No que concerne aos fogos para obtenção de superfícies de fundação, a prática de se adotar bancadas baixas, com inclinação acentuada, associada aos explosivos de baixa velocidade e ainda com sub-furação zero, mostrou excepcionais resultados, recomendando-se sua adoção como metodologia padrão a este tipo de desmonte.

Um outro ponto que talvez mereça também um enfoque especial, refere-se ao controle das solicitações dinâmicas, devidas às detonações, por ter sido, pela primeira vez, efetuado por equipamento e pessoal próprio da CESP. Destaque-se ainda o fato de ter sido este trabalho desenvolvido, utilizando-se tratamento estatístico através de regressão múltipla, obtendo-se resultados bastante satisfatórios, podendo-se afirmar com certeza, ser este procedimento em tudo superior ao tradicionalmente adotado, levando a parâmetros sensivelmente mais confiáveis.

BIBLIOGRAFIA

B I B L I O G R A F I A

- 1 - Concorrência ASS 15/78 - Barragem e Eclusas de Três Irmãos e Canal Pereira Barreto parte A, Condições Específicas (Promon).
- 2 - Especificação Técnica CS-29-B-GL7-002 - Especificação Técnica para o controle de vibrações induzidas por escavação em rocha (Promon).
- 3 - Especificação Técnica CS-29-B-GL7-009 - Especificação Técnica para o tratamento provisório dos taludes das escavações das estruturas de concreto (Promon).
- 4 - Especificação Técnica CS-92-B-GL7-001 - Especificação Técnica para execução de escavações em rocha (Promon).
- 5 - Relatório "Estudo do comportamento dinâmico do maciço rochoso do Aproveitamento Hidrelétrico de Três Irmãos, devido as solicitações impostas ao maciço pelas detonações" (EEIR).
- 6 - Relatório "Aferição na equação característica de transmissão de vibrações para o Aproveitamento Múltiplo Três Irmãos (EEIR).
- 7 - Relatório "Captação de Vibrações" (EEIR).
- 8 - Relatórios Técnicos Mensais de nº 05 a 26 (EEIR).
- 9 - Planejamento executivo das escavações e maciços - Obra de Três Irmãos (Andrade Gutierrez).