

MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS

LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

PLANO DE OBSERVAÇÃO DA BARRAGEM DE ODEÁXERE

LISBOA, MAIO 1957



MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS
LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

II SERVIÇO

SECÇÃO DE BARRAGENS

PROC. III-II-814
556 - II

PLANO DE OBSERVAÇÃO DA BARRAGEM DE ODEÁXERE

RELATÓRIO

LISBOA, MAIO 1957



Í N D I C E

	Pag.
1 - Generalidades	1
2 - Observações de extensões	2
3 - Observação das juntas	4
4 - Observação de temperaturas	4
5 - Observação de deslocamentos absolutos pelo método geodésico e por nivelamentos e de deslocamentos verticais por nivelamentos	5
6 - Colocação dos aparelhos	5
7 - Ligação dos aparelhos	7
8 - Trajectórias dos cabos	9
9 - Programa de leituras	10
10 - Aparelhagem a adquirir	10
11 - Estudo do betão	10

ÍNDICE DOS QUADROS

I - Extensómetros

II - Medidores de juntas

III - Termómetros

IV - Material

ÍNDICE DAS FIGURAS

- 1 - Plano de colocação dos aparelhos
- 2 - Esquemas das ligações dos aparelhos
- 3 - Termómetros de resistência
- 4 - Acessórios para a colocação dos extensómetros
- 5 - Cofragem para a colocação dos extensómetros
- 6 - Pormenores de colocação dos medidores de juntas
- 7 - Caixa para o extensómetro corrector
- 8 - Pormenores de colocação dos termómetros
- 9 - Bases de elongâmetro
- 10 - Ligações dos aparelhos
- 11 - Tomadas e quadros
- 12 - Tubos e caixas no betão

MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS
LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

OBSERVAÇÃO DA BARRAGEM DE ODEÁXERE

Plano de Observação

1 - GENERALIDADES

A Direcção Geral dos Serviços Hidráulicos no seu ofício n.º 1308/DSAH-20 de 9 de Abril de 1957 solicitou ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil a informação das condições de execução da observação da barragem de Odeáxere. Simultaneamente com o estudo das condições pedidas foi elaborado o plano de observação da barragem que constitui o conteúdo deste relatório. Consistirá a observação da barragem de Odeáxere na medição de várias grandezas na própria barragem e no estudo das propriedades mecânicas dos materiais usados na sua construção.

No que respeita às observações na barragem serão medidas as extensões, deslizamentos e aberturas de juntas, temperaturas e deslocamentos radiais e tangenciais em determinadas zonas da barragem.

No que respeita ao estudo dos materiais serão determinados, no L.N.E.C., módulos de elasticidade e tensões de rotura de prismas moldados a quando da colocação dos aparelhos e será também estudada, em prismas moldados no L.N.E.C. com os materiais e características do betão empregado na barragem, a fluência e relaxação do betao, para a determinação das curvas módulos de elasticidade-tempos para diferentes idades do betão, e com os quais se procederá ao cál

culo das tensões desenvolvidas na barragem a partir das extensões medidas.

Os aparelhos de medição de extensões e abertura de juntas a empregar na observação serão do tipo Carlson, dadas as boas provas que este material tem prestado nos Estados Unidos e que se tem constatado nas barragens do Cabril, Bouçã, Caniçada e Picote, até ao presente, todos os extensómetros e medidores de juntas funcionam com regularidade.

Usar-se-ão termómetros de resistência e serão feitas medições de abertura de juntas com elongâmetros.

Também se efectuarão observações de deslocamentos absolutos pelo método geodésico e por alinhamentos e de deslocamentos verticais por nivelamentos de precisão. Oportunamente será feito o plano para estes tipos de observação.

A fig. 1 apresenta em esquema todos os aparelhos que se irão colocar e dá as posições desses mesmos aparelhos.

2 - OBSERVAÇÃO DE EXTENSÕES

Para a determinação das extensões vão ser usados extensómetros Carlson de resistência eléctrica com uma base de medida de 10 polegadas.

Na fig. 2 encontra-se um esquema do referido aparelho que é constituído essencialmente por um tubo de latão, bastante deformável em virtude de possuir um fole do mesmo material junto a uma das extremidades. A medição da extensão baseia-se na variação da resistência eléctrica sofrida por dois condutores de fio de aço, com cerca de 0,06 mm de diâmetro, e suportados por quatro isoladores de porcelana, em consequência da variação da distância entre estes isoladores.

Pela construção do aparelho os dois condutores sofrem deformações em sentido contrário e praticamente iguais; assim, quando

ligados esses condutores a dois braços diferentes da ponte de medi-
da, as extensões sofridas pelo aparelho são-nos dadas pelo quociente
das duas resistências o qual é insensível à influência das varia-
ções de temperatura sobre os condutores. Mas dada a forma como os
condutores estão montados, as deformações sofridas pelos suportes me-
tálicos devidas à temperatura, obrigam a introduzir uma correcção da
ordem dos 4×10^{-6} por cada grau centígrado. A calibração dos apare-
lhos indica em regra que uma variação na relação das resistências da
ordem de 0,01% corresponde a uma extensão de cerca de 4×10^{-6} .

Se os dois condutores estiverem ligados em série, a variação de
resistência é devida apenas praticamente à variação de temperatura,
o que permite fazer com grande precisão a medição de temperaturas.

A resistência total dos dois condutores é da ordem dos 65 ohms
a 21°C e aumenta cerca de 1 ohm por cada 5°C de variação de tempera-
tura. A amplitude deste aparelho é de cerca de 0,20 mm ou seja cer-
ca de 1000×10^{-6} , para cada lado da posição inicial.

Na distribuição dos extensómetros pela barragem (fig. 1), pro-
cura-se observar aquelas zonas em que se irão desenvolver as maiores
tensões, quer de tracção quer de compressão, usando para isso, ou ex-
tensómetros isolados como é o caso dos colocados no coroamento e no
descarregador, ou formando grupos de 4 extensómetros (rosetas) que
nos permitam obter a distribuição das extensões num plano. Coloca-se
ainda um outro normalmente ao plano destes quatro.

Dada a grande importância que têm na interpretação dos resulta-
dos, colocar-se-á sempre um extensómetro corrector por cada grupo de
extensómetros.

No Quadro I encontra-se discriminada a localização dos grupos
de extensómetros, o comprimento dos cabos por aparelho e por grupo,
o local de leituras e esquemáticamente a constituição do grupo.

3 - OBSERVAÇÃO DAS JUNTAS

Para a observação das juntas no interior serão empregados medidores de juntas Carlson, cujo funcionamento é idêntico ao do extensômetro e cujo esquema pouco difere também, sendo apenas de salientar a localização do fole metálico a meio do tubo cilíndrico e a existência de molas nas extremidades dos condutores que permitem aumentar o campo de leituras até 5 mm (fig. 2).

A própria construção do medidor permite-nos um deslizamento lateral de cerca de 2,5 mm, deslizamento esse que o aparelho não mede.

A calibração do medidor, mostra que, em regra, a uma variação da relação das resistências dos dois condutores de 0,01% corresponde uma abertura de juntas da ordem dos ^{12,5}7,5 microns. A resistência dos dois condutores em série é de cerca de 55 ohms a 21°C, variando cerca de 1 ohm por cada 6°C de variação de temperatura.

A correcção correspondente à variação de comprimento das hastes devida à variação de temperatura pode considerar-se desprezível.

A distribuição dos medidores de juntas encontra-se representada na fig. 1.

No Quadro II está discriminada a localização dos aparelhos, com primentos de cabos e local de leituras.

Nas medições à superfície, quer no coroamento quer no paramento de jusante colocar-se-ão três bases por ponto a observar, dispostas em triângulo equilátero com um lado vertical, que nos permitirão obter a abertura da junta e o deslizamento dos blocos adjacentes (fig. 9).

A sua localização encontra-se na fig. 1.

4 - OBSERVAÇÃO DE TEMPERATURAS

Na determinação de temperaturas serão usados termómetros de resistência (fig. 2). Como os extensômetros Carlson permitem medir

temperaturas, e se têm mostrado bastante fieis ir-se-ão colocar termómetros apenas nas zonas em que não existam extensómetros e se pretenda conhecer as variações de temperatura. Colocar-se-á em cada secção a observar além dos termómetros embebidos no betão um termómetro no ar, um no paramento de montante, outro no paramento de jusante e finalmente um na água.

Os desenhos respectivos estão representados na fig. 3.

Na fig. 1 encontram-se representados os pontos da barragem onde se farão medições de temperaturas com termómetros e no Quadro III a sua localização, comprimentos de cabos e locais de leitura.

5 - OBSERVAÇÃO DE DESLOCAMENTOS ABSOLUTOS PELO MÉTODO GEODÉSICO E POR ALINHAMENTOS E DE DESLOCAMENTOS VERTICAIS POR NIVELAMENTOS

Em desenho a enviar oportunamente será indicada a posição das marcas de pontaria para a medição de deslocamentos pelo método geodésico. É intenção fazer as observações apoiadas em quatro pilares seguindo técnica idêntica à que se tem seguido nas barragens actualmente em observação. Se a topografia do local o permitir montar-se-á um sistema de alinhamentos cruzados para três pontos do coroamento, sendo um no fecho e mais um em cada encontro.

Os deslocamentos verticais serão medidos no coroamento e na inserção da barragem no terreno mediante um nivelamento de precisão em circuito, devidamente ligado a terreno firme.

6 - COLOCAÇÃO DOS APARELHOS

a) Extensómetros - A colocação dos extensómetros será feita mediante o emprego dos dispositivos representados na fig. 4. A pega representada na mesma figura permitirá uma ligação não rígida ao suporte, não sendo por isso de temer que qualquer deformação de um extensómetro seja transmitida a outro através da pega e do suporte.

Os suportes a usar serão de dois tipos conforme se trate de co

locar rosetas de extensómetros, ou extensómetros horizontais e estão representados na fig. 4.

Os grupos serão montados dentro de uma cofragem de madeira com a forma dum tronco de pirâmide rectangular com as dimensões indicadas na fig. 5 onde se representou a título de exemplificação uma roseta de extensómetros dentro da cofragem.

A envolver os grupos de extensómetros será necessário usar um betão de inertes de dimensões não superiores a 7 cm. É necessário por isso, que o betão seja escolhido e colocado à pá sendo a sua vibração feita com um vibrador de pequena potência.

Quando se trate de um só extensómetro deverá ele ser envolvido por uma massa de betão de forma cilíndrica com 30 cm de diâmetro e 60 cm de altura. Os extensómetros correctores serão metidos dentro de caixas metálicas indicadas na fig. 7, sendo depois cheias com o mesmo betão envolvente dos aparelhos. A caixa por sua vez deverá ser envolvida por uma massa do mesmo betão. Os extensómetros correctores devem ser colocados a 1,00 m dos extensómetros medidores e a sua distância ao paramento igual àquela a que se encontram os extensómetros medidores.

b) Medidores de juntas e bases de elongâmetro - Na fig. 6 indicam-se os pormenores relativos à colocação dos medidores de juntas. O aparelho é fornecido com uma caixa cilíndrica, prolongada numa das extremidades por um varão de fixação ao betão, tendo nessa mesma extremidade e pela parte de dentro, aberta uma rosca onde virá a ficar ligado o medidor de juntas. A outra extremidade é tapada com uma tampa roscada que veda a entrada na referida caixa.

Esta caixa é sempre colocada no bloco mais alto como se vê na fig. 6 e, só quando o bloco mais baixo atinge a cota de colocação é que o medidor de juntas é roscado no fundo da caixa e fica definitivamente embebido no betão tal como a figura indica.

Dois casos se podem no entanto dar: ou o cabo sai no bloco na baixo e então não há que realizar qualquer dispositivo especial, o o cabo sai no bloco mais alto e então há que deixar ficar enrolado numa caixa de madeira fixada à cofragem e que mais tarde é removida um comprimento de cabo de cerca de 1,60 m que permitirá, quando da colocação do medidor de juntas, fazer as ligações, tal como se indica na mesma fig. 6.

O controle das juntas à superfície é feito, como se disse, com o alongâmetro. Na fig. 9 está indicada a disposição a dar às bases em relação à junta. Há que ter somente um cuidado que é o de deixar o eixo da base normal à superfície em que ela é fixada.

c) Termómetros - Na fig. 8 estão indicados esquematicamente pormenores relativos à colocação dos vários tipos de termómetros.

Por se julgar que os desenhos estão bastante explícitos dispensam-se mais explicações.

d) Outras colocações - Todos os pormenores relativos às colocações de bases e marcas, assim como instalações dos pilares e barras, etc. para as medições de deslocamentos absolutos pelo método geodésico, para as medições pelo método de alinhamentos e para o nivelamentos serão oportunamente definidos.

7 - LIGAÇÃO DOS APARELHOS

Os extensómetros, os termómetros, os medidores de juntas, colocados no interior do betão, necessitam de ficar ligados com cabos a exterior.

a) Extensómetros e medidores de juntas - Para a ligação destes aparelhos usar-se-ão cabos de quatro condutores multifilares de cobre com as cores branca, preta, verde e encarnada.

Esse cabo deve obedecer a certas especificações para poder resistir ao tempo.

Em Apêndice apresentam-se as especificações do Bureau of Reclamation para o fornecimento de cabos com essa mesma finalidade. Seria de toda a vantagem que os cabos a adquirir obedecessem o melhor possível a essas especificações.

Cada um dos aparelhos acima mencionados será ligado por um cabo directamente ao quadro de leitura equipado com tomadas macho quadripolares fig. 11. O isolamento do terminal de cada cabo junto do quadro é feito na câmara existente na face posterior do quadro, como se indica na fig. 11.

Todos os aparelhos são fornecidos pelo fabricante com um pequeno comprimento de cabo de três condutores com as cores de código branca, preta e verde. As ligações a fazer estão indicadas na fig. 2.

O condutor suplementar com a cor vermelha deve ficar soldado junto de cada aparelho ao condutor branco e destina-se a anular ou compensar o efeito da resistência de linhas no equilíbrio da ponte.

A ligação do cabo que vem com o aparelho ao cabo de ligação aos quadros deve ser feita com todos os cuidados⁽¹⁾. Tem-se usado entre nós, com bons resultados, pequenas caixas de junção dentro das quais são feitas as ligações que são depois cheias de massa isolante e tapadas. Oportunamente será fornecido o modelo dessas caixas afim de poderem ser fabricadas.

b) Termómetros - Os termómetros serão ligados às centrais de leitura por cabos de três condutores multifilares de cobre com as cores branca, preta e encarnada. Estes cabos deverão obedecer às mesmas especificações já anteriormente referidas. Cada termómetro será ligado por um cabo directamente ao quadro de leitura equipa-

(1) - Ver Instruções em Apêndice.

do com tomadas macho tripolares (fig. 11).

Todos os termómetros são fornecidos pelo fabricante com um pequeno comprimento de cabo com as cores branca, preta e encarnada que deve ser ligado, por meio de caixas de junção semelhantes às já atrás referidas, ao cabo com as mesmas cores. O condutor encarnado tem a mesma finalidade já referida a propósito dos extensómetros e dos medidores de juntas.

8 - TRAJECTÓRIAS DOS CABOS

Na fig. 10 está indicado o percurso dos cabos de ligação aos pontos de leitura onde serão ligados. Junto de cada ponto de leitura indicam-se as características dos quadros de leitura. Na fig. 10 estão desenhados os quadros a montar nas centrais de leitura.

Os tubos de passagem dos cabos assim como as caixas a abrir no betão para os quadros de leitura estão indicados na fig. 12. Na mesma figura dão-se as dimensões das caixas e os pormenores das portas metálicas a montar em cada caixa.

É conveniente, após a introdução dos cabos no tubo, tapar a entrada deste com desperdício ou outro material qualquer de forma a impedir que o betão penetre no tubo.

Todos os aparelhos antes da sua colocação devem estar bem identificados quer no princípio quer no fim do cabo condutor, para que não possa haver enganos na posição em que ficaram embebidos no betão. Convém que essa identificação seja feita por meio de etiquetas, de preferência metálicas, para evitar que sejam destruídas quer durante o transporte quer durante a colocação.

É do máximo interesse que os quadros de ligação já estejam prontos quando da colocação dos aparelhos para que as ligações aos terminais se façam imediatamente o que facilitará extraordinariamente o programa de leituras.

9 - PROGRAMA DE LEITURAS

O programa de leituras dos extensómetros e termómetros será o seguinte:

- Antes da colocação
- Imediatamente após a colocação
- 4 horas depois
- 8 horas depois
- 12 horas depois
- Diárias até o betão indicar o máximo de temperatura
- 2 vezes por semana até um mês a contar da última leitura diária
- Quinzenais daí em diante.

Pelo que se refere aos medidores de juntas no interior, deve seguir-se o programa dos extensómetros e termómetros logo que o aparelho fique totalmente embebido.

As medições com elongómetros devem começar uma semana depois das bases fixadas e serem intercaladas de 15 dias e às mesmas horas.

Quando houver observações geodésicas, alinhamentos ou nivelamentos devem as observações com os outros aparelhos ser realizadas ao mesmo tempo que aquelas observações.

10 - APARELHAGEM A ADQUIRIR

No Quadro IV indica-se a diferente aparelhagem e acessórios necessários para a observação da barragem de Odeáxere e os seus quantitativos.

11 - ESTUDO DO BETÃO

O estudo do betão da barragem será feito seguindo duas vias. Na primeira via serão moldados seis prismas de 20x20x60 cm, na barragem, por cada colocação de extensómetros e ensaiados no L.N.E.C. dois aos 28 dias, dois aos 90 dias dois ao 1 ano de idade, de forma a obter

o módulo de elasticidade instantâneo e a tensão de rotura.

Simultaneamente serão moldados também 6 cubos de 20x20x20 cm conservados nas condições habituais no laboratório do estaleiro e ensaiados à rotura dois aos 28 dias, dois aos 90 dias e dois ao 1 ano de idade.

Todos estes espécimes serão moldados com betão a que se tiram os inertes de dimensões superiores a 7 cm, tal como se fez para o betão que envolve os aparelhos de medida.

Na segunda via serão moldados no LNEC com os materiais representativos do betão da barragem e com inertes de dimensões não superiores a 7 cm 15 prismas com as dimensões de 20x20x60 cm protegidos com chapa de cobre e com extensómetro Carlson no seu interior.

Com estes prismas procurar-se-á determinar o módulo de elasticidade do betão no tempo para diferentes idades; assim, serão ensaiados a uma tensão igual a cerca de $\frac{1}{3}$ da tensão de rotura os seguintes prismas às idades adiante indicadas:

2	prismas	aos	2	dias	de	idade
2	"	"	8	"	"	"
2	"	"	28	"	"	"
2	"	"	90	"	"	"
2	"	"	1 ano	"	"	"

Manter-se-ão dois prismas de controle para deduzir os efeitos de temperatura e da variação de volume devidos a outras causas.

Os prismas não carregados servirão de controle aos que estiverem em carga, além dos dois mencionados.

Para melhor interpretação dos resultados obtidos serão colocados, em cada prisma, em duas faces opostas cordas vibrantes de 20cm de comprimento e lidas simultaneamente com os extensómetros colocados no interior; far-se-ão também leituras da temperatura no inte-

rior do betão, pois que os extensómetros Carlson nos permitem obtê-las, e também no meio ambiente.

O programa de leituras dos extensómetros antes da entrada em carga será o seguinte:

- no momento da colocação do extensómetro
- imediatamente depois da camisa metálica fechada
- 12 horas depois
- 24 horas depois
- Diariamente até os prismas atingirem os 28 dias de idade.

Depois de introduzidos na máquina de carga constante o programa será o seguinte:

- imediatamente a seguir à aplicação da carga
- 1 hora depois
- 2 horas depois
- 4 horas depois
- 8 horas depois
- 12 horas depois
- 24 horas depois
- diariamente até 1 mês depois da aplicação da carga
- semanalmente daí em diante.

Os prismas ainda não carregados serão observados simultaneamente com os já introduzidos nas máquinas de carga constante. Dos prismas carregados, serão alguns depois de um certo período de tempo submetidos a ensaios de relaxação. Para isso serão descarregados, deixados descansar durante um intervalo de tempo suficientemente longo e submetidos em seguida a uma deformação constante para se obter a variação da tensão a deformação constante no tempo.

Este estudo tem por finalidade a determinação, tão exacta quanto possível, das características mecânicas do betão no tempo e em

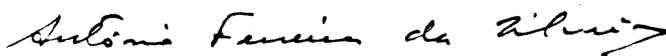
função da sua idade para a passagem das extensões lidas nos extensómetros para as tensões desenvolvidas na barragem.

Para todos estes estudos terão que **ser** construídas máquinas de carga constante, que terão que ficar imobilizadas durante todo o tempo que demorarem os ensaios.

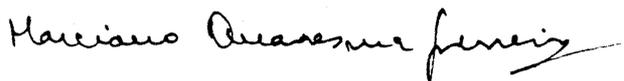
Lisboa, Maio de 1957



Manuel Rocha, Engenheiro Director, Interino



António Ferreira da Silveira, Engenheiro Assistente



Marciano Quaresma Guerreiro, Engenheiro Assistente

A P Ê N D I C E

U. S.
DEPARTMENT OF THE INTERIOR
BUREAU OF RECLAMATION

INSTRUÇÕES PARA AS LIGAÇÕES DOS CABOS (1)

1.- Todas as ligações dos condutores aos termómetros de resistência, tensómetros e extensómetros devem ser feitas por pessoal especializado.

Tomar-se-á grande cuidado em todas as fases do trabalho para assegurar que as ligações não tenham defeitos eléctricos e sejam absolutamente à prova da humidade. A eficiência do processo de ligação que pagamos a descrever ficou demonstrada pelo facto de que na barragem Grand Coulee, somente quatro termómetros deram más leituras depois da colocação e ensaios completos em cada caso mostraram definitivamente que a falta não estava na ligação.

O processo de fazer uma ligação será o seguinte:

a) A determinação do comprimento do cabo a ser ligado ao aparelho deverá ser feita medindo à escala em desenhos detalhados e fazendo certas correcções ditadas pela experiência⁽²⁾.

b) O aparelho a ligar será ensaiado para verificar se está em boas condições e a resistência dos condutores do cabo medida e registada. A maior diferença de resistência admissível entre os dois condutores ligados nos circuitos de medida será de 0,05 (igual a um erro de temperatura de 0,5 graus Fahrenheit).

-
- 1) Estas instruções referem-se às ligações dos cabos não usando o aparelho vulcanizador.
2) Trabalho a fazer no campo sobre os desenhos de construção da barragem à escala 1/50.

Este limite no entanto não foi atingido em nenhum dos casos em que se efectuaram colocações dos aparelhos.

c) Etiquetas de latão com o número do aparelho serão fixadas em redor da ponta de cabo ligada ao aparelho e à extremidade do cabo que irá terminar na galeria. Serão dobradas em forma circular e apertadas no cabo. É importante que a etiqueta na extremidade do cabo não se perca pois é a única forma de identificação do aparelho depois da colocação.

d) A extremidade do cabo que irá ficar na caixa terminal será preparada tirando o isolamento e os fios de juta de enchimento numa extensão de 8 cm. O fio de identificação será enrolado à volta dos condutores no sítio onde eles entram no isolamento exterior para evitar que se parta. As extremidades dos condutores serão descascadas numa extensão de 25 mm e fortemente estanhadas.

Nas duas pontas a serem ligadas (fig. 10), o isolamento exterior será retirado numa extensão de 12 cm (cabo de 3 condutores) e 15 cm (cabo de 4 condutores) e os fios de enchimento e o fio de identificação enrolados para trás sobre o cabo com fita isoladora para evitar que se partam e para os tirar da zona de ligação. Os condutores serão então cortados até comprimentos de 5 cm; 7,5 cm e 10 cm (cabo de 3 condutores) e 5 cm; 7,5 cm; 10 cm e 12,5 cm (cabo de 4 condutores) desde o fim do isolamento exterior, com as correspondentes cores das duas partes a casar quando ligadas, (Fase A).

e) Os condutores serão então ligados e soldados cuidadosamente usando uma resina não corrosiva com as cores dos isolamentos casados. Este último cuidado é importante porque uma combinação de cores definida é usada nas ligações dentro dos aparelhos. Qualquer ponto aguçado da soldadura ou qualquer fio saliente serão cuidadosamente eliminados. Os condutores serão deixados com um comprimento tal que qualquer extensão que vierem a suportar será igualmente re-

partida por eles. Depois da soldadura, cada ligação será envolvida com uma camada de fita isoladora de borracha (rubber tape), (Fase B).

f) Os fios de enchimento de juta serão atados entre si de forma que os esforços sejam suportados por eles e não pelos condutores e o conjunto atado com cordel de forma a fazer um molho. O fio de identificação será conduzido através da ligação debaixo daquela atadura, (Fases B e C).

Se os condutores do aparelho tiverem um fio de identificação os dois serão soldados.

g) Far-se-á depois um ensaio com o indicador de temperatura e com o aparelho de observação tipo S para verificar se as ligações estão bem feitas.

h) Em seguida o cabo no local da ligação será mergulhado em "General Electric Cable Joint Compound nº. 227" a uma temperatura de cerca de 190°C até estar perfeitamente impregnado (10 minutos), imediatamente depois do que uma camada de fita isoladora de borracha, será aplicada; cada volta da fita isoladora será sobreposta sobre a anterior pelo menos em metade da sua largura, (Fase D).

i) Então a ligação será mergulhada rapidamente uma ou duas vezes na massa isolante, até ser formada uma camada de cerca de 2,5 mm de espessura. Depois de retirada da massa isolante, a ligação será mantida na posição horizontal e rodada lentamente até arrefecer o bastante para a massa deixar de escorrer, com o fim de realizar mais uma camada à volta. Depois do arrefecimento uma camada dupla de fita de fricção será aplicada para protecção, (Fase E).

j) Verificou-se por ensaios que no tempo frio (abaixo do ponto de congelação) a massa isolante se tornava quebradiça e que a ligação se partia quando flectida.

Para evitar a flexão, o cabo será enfiado em bainhas de tubos de 1" envolvendo a zona ligada, podendo então este tipo de ligação pas-

ser a ser usado em tempo frio, (Fase F).

k) Outra verificação deverá ser feita para ver se o trabalho uma vez completo é satisfatório.

l) A extremidade do cabo que irá ligar ao quadro de leitura será então isolada da humidade metendo-o durante 10 minutos em parafina a aproximadamente 95°C. É necessário tomar o cuidado de evitar a excessiva imersão na parafina pois esta pode deteriorar a borracha⁽¹⁾.

m) As ligações nos cabos dos tensómetros e extensómetros serão feitas pelo mesmo processo atrás descrito. Um cabo de 4 condutores será usado para permitir leituras de resistências dos dois enrolamentos em série, independentemente do comprimento dos condutores evitando-se assim a correcção.

n) Os extensómetros serão empacotados em desperdícios e colocados em caixas feitas de tubo de 2" para evitar a sua avaria quando manuseados.

o) Antes de usar os extensómetros deverão estes ser verificados para as perdas de óleo. Qualquer extensómetro que apresente esse defeito será rejeitado porque esse provavelmente avariar-se-á em pouco tempo, quando embebido no betão, devido à humidade que se introduzirá, causando perda de isolamento.

1) Com o dispositivo desenhado na fig. 11 do plano de observação da barragem do ODEÁXERE torna-se inútil esta operação,

ESPECIFICAÇÕES PARA CABOS ELÉTRICOS ISOLADOS E
REVESTIDOS A BORRACHA

1. Objectivo.- Estas especificações dizem respeito ao fabrico de cabos de 3 e 4 condutores multifilares, de resistência igual, isolados e revestidos a borracha, utilizados na ligação dos instrumentos de medida de alta precisão, embebidos no betão das barragens, com os convenientes quadros terminais situados nas galerias. Uma porção considerável do cabo destina-se a ficar embebida directamente no betão da barragem, e daí a extraordinária importância que têm a robustez de construção, a impermeabilidade à humidade sob pressões elevadas, a uniformidade da resistência e a durabilidade. As condições invulgarmente severas que este cabo é destinado a suportar incluem temperaturas, tanto do ar como do betão, até 50°C, humidade excessiva, reacção alcalina do betão, e rudeza de manejo durante a instalação.

2. Descrição geral.- Este cabo será constituído por 3 ou 4 condutores multifilares nº.18 AWG de resistência igual com isolamento à base de borracha, com a espessura de 1,2 mm e resistente à humidade e ao calor, conforme as especificações da parte que se segue, e contendo uma percentagem não inferior a 30% em peso de borracha "new Hevea", enrolada com juta e revestida de uma camada de 2,4 mm de isolante com 60% de borracha "new Hevea". O diâmetro exterior do cabo de 3 condutores não excederá 13,0 mm e o do cabo de 4 condutores 14,5 mm. O valor do diâmetro será estabelecido pelo fabricante.

3. Condutores.- Cada condutor será composto por 16 fios de cobre estanhado ou revestido de liga de chumbo, com o diâmetro de 0,254 mm (nº.30 AWG). Todos os condutores deverão satisfazer às condições especificadas em A.S.T.M. B-33, com a excepção de que o fio deverá re-

sistir a 4 ciclos do ensaio ao polisulfito de sódio. A resistência dos condutores em corrente contínua será rigorosamente controlada e as resistências dos condutores em cada cabo parcial calibrar-se-ão de modo a ficarem dentro dos limites de tolerância que a seguir se especificam para os cabos acabados.

4. Isolamento.— Cada condutor terá um isolamento à base de borracha convenientemente vulcanizada, contendo uma percentagem em peso de borracha "new Hevea" não inferior a 30%, o qual deverá ser homogêneo, sólido e elástico. Os materiais utilizados no fabrico do isolante deverão ser secos e isentos de água, componentes solúveis e outras substâncias que poderiam resultar nocivas para o isolamento de borracha. No isolante não deverá utilizar-se mais que 8% em peso de enxofre. Deverá ser preparado e vulcanizado de modo a resistir aos ensaios de fabrico e satisfazer às propriedades físicas e eléctricas especificadas no que se segue. O isolamento deverá aplicar-se em camada concêntrica com o condutor, e fixar-se de modo que adira perfeitamente a este. A espessura da camada isolante deverá ser de 1,2 mm. O isolamento deverá ter uma cor que permita distinguir perfeitamente uns condutores dos outros, ou qualquer outra marca que facilite a identificação. O fabricante determinará qual a percentagem de borracha do isolante, e a designação comercial deste.

5. Ensaio físicos e ensaios de envelhecimento acelerados do isolamento.— Tomar-se-ão amostras do isolamento de pelo menos 10% das bobinas ou rolos, em qualquer caso nunca de menos de 2, após a vulcanização e antes da aplicação de qualquer revestimento. Estas amostras submeter-se-ão aos ensaios a seguir descritos, devendo apresentar concordância com os limites especificados. De cada amostra preparar-se-ão três espécimens para cada ensaio especificado. A amostra será considerada como satisfazendo aos ensaios quando a média dos dois melho-

nes entre os três resultados de cada tipo de ensaio estiver em conformidade com os limites especificados.

Os espécimens para ensaio deverão abranger toda a seção do isolamento. O condutor não deverá retirar-se dos espécimens destinados ao ensaio de envelhecimento na bomba de oxigênio ou no forno de Greer antes de estar completado o envelhecimento. Os ensaios físicos sobre as amostras envelhecidas como sobre as não envelhecidas deverão efectuar-se simultaneamente. As amostras envelhecidas devem ter um período de descanso, não inferior a 15 horas nem superior a 48, entre a conclusão do ensaio de envelhecimento e a determinação das propriedades físicas.

Cada espécimen para ensaio, com um comprimento não inferior a 152,40 mm e com marcas de referência espaçadas de 50,8 mm, ensaiar-se-á numa máquina normalizada e por um método aprovado. O espécimen deverá romper entre as marcas de referência, e a resistência à tração será calculada em relação à área do mesmo antes do ensaio. A determinação do módulo de elasticidade deverá fazer-se em combinação com o ensaio de tração, registando-se a carga quando as marcas de referência estão afastadas de 152,40 mm. O alongamento determina-se lendo a distância em milímetros entre as marcas de referência no ponto de rotura.

O ensaio da bomba de oxigênio far-se-á aquecendo os espécimens numa atmosfera de oxigênio à pressão de 21 kgcm^{-2} , à temperatura de 70°C , durante 96 horas. Os espécimens deverão suspender-se verticalmente de modo que não se toquem entre si nem toquem nas paredes da bomba.

O ensaio no forno de Greer far-se-á aquecendo os espécimens à temperatura de 70°C durante 7 dias num forno com circulação livre de ar. Os espécimens devem suspender-se verticalmente de modo a não se

tocarem entre si nem tocarem nas paredes do forno.

O isolamento deverá satisfazer às seguintes condições (valores limites):

	Especimens não envelhecidos	Tratados na bomba de oxig.	Tratados no forno de Greer
Resistência mínima à tracção, kgcm ⁻²	140	112,5	112,5
Módulo de elasticidade mínimo, kgcm ⁻²	28,12	-	-
Alongamento em	25,4	22,86	22,86

6. Ensaio eléctrico dos condutores. - Cada troço acabado de condutor isolado a borracha mergulhar-se-á, antes de entrançar os condutores, em água limpa à temperatura ambiente durante um período de pelo menos 24 horas, após o que, e ainda mergulhado, se submeterá aos ensaios eléctricos a seguir descritos, devendo concordar com os limites especificados.

Cada condutor deverá resistir a uma tensão alternada de 3.000 volts, aplicada, conforme o determinado nas especificações da American Standards Association (A.S.A.-C3.1) 30-200 a 30-203 inclusive, entre o condutor e a água em que este mergulha, por um período de 5 minutos.

Os condutores ensaiar-se-ão à resistência eléctrica do isolamento com uma tensão não inferior a 200 volts, aplicada durante 1 minuto entre o condutor e a água em que este mergulha. A resistência calcular-se-á a partir do desvio do galvanómetro, não devendo ser inferior a 1.000 MΩ por cada 304,8 m (1.000 pés) de cabo após correcção para a temperatura de 15°C.

A capacidade eléctrica entre cada condutor isolado e a água em que mergulha medir-se-á com uma ponte de corrente alternada e capacidades esféricas, a uma frequência de 1.000 c/s, não devendo exceder 0,090 μF.

por cada 304,8 m (1.000 pés).

7. Entrançar os condutores.- Os condutores serão entrançados de maneira conveniente. Os interstícios exteriores vedar-se-ão com juta alcatroada contendo um máximo de 20% de alcatrão, sem excesso deste. O núcleo assim formado ligar-se-á com um fio leve, resistente, dando no máximo uma volta completa por cada 25,4 mm de cabo, a fim de manter unidos os condutores e a juta durante a aplicação do revestimento protector; não poderão para este fim usar-se fitas de pano ou semelhantes.

8. Revestimento.- O "núcleo" entrançado revestir-se-á com um isolante à base de borracha, vulcanizado a pressão, e com um teor de borracha "new Hevea" não inferior a 60% em peso. Este revestimento deverá ter uma espessura de 2,4 mm e ser aplicado concêntricamente e de modo que fique isento de chochos ou outros defeitos, e com uma superfície exterior sem saliências nem cavidades; o diâmetro exterior não deverá exceder 13,0 mm para o cabo de 3 condutores, ou 14,5 mm para o de 4 condutores. O isolante empregado deverá ser dum tipo resistente ao desgaste e aos efeitos corrosivos da água e dos álcalis à temperatura de 50°C.

9. Ensaio físicos e ensaios de envelhecimento acelerados do revestimento.- O isolante à base de borracha que forma o revestimento do cabo deverá satisfazer aos ensaios a seguir indicados, para espécimens confeccionados e ensaiados de acordo com as especificações nº. 21-I-601 A, Federal Specifications for Rubber Goods, na medida em que estas são aplicáveis. Todos os espécimens deverão confeccionar-se antes de se proceder aos ensaios de envelhecimento, devendo todos eles, tanto os envelhecidos como os não envelhecidos, ser ensaiados simultaneamente. Aos espécimens envelhecidos dar-se-á um descanso, não inferior a 16 horas e não superior a 48, entre a con-

clusão do ensaio de envelhecimento e a determinação das propriedades físicas.

Resistência à tração, mínima, não envelhecido	253 kgcm ⁻²
Extensão, mínima, (5,08 a 50,48 cm), não envelhecido	500%
Módulo de elasticidade, não envelhecido. Tensão de tração necessária para um alongamento de 5,08 a 20,32 cm, mínimo	91,4 kgcm ⁻²
Ensaio de Greer. Resistência à tração após 7 dias no ar a 21°C, mínimo	168,7 kgcm ⁻²
Ensaio na bomba de oxigênio. Resistência à tração após 36 horas em atmosfera de oxigênio a 21 kgcm ⁻² e a 700C, mínimo	140,6 kgcm ⁻²
Extensão mínima após envelhecimento por qualquer dos dois métodos anteriores (5,08 a 25,4 cm) .	400%

10. Ensaio físicos do cabo acabado.- O cabo acabado deverá apresentar à tração uma resistência total de pelo menos 113 kg para o de 3 condutores, e de 136 kg para o de 4 condutores.

11. Ensaio eléctricos do cabo acabado.- Cada cabo, acabado, mergulhar-se-á em água limpa à temperatura ambiente durante pelo menos 48 horas, após o que, e ainda mergulhado na água, se submeterá aos ensaios eléctricos abaixo descritos, devendo apresentar concordância com os limites indicados.

Cada um dos troços acabados deverá ser capaz de resistir a uma tensão alternada de 2.000 V, aplicada, de acordo com as normas (A.S.A.-C.F.1) 30-200 a 30-209 inclusive, da American Standards Association, entre os condutores e a água, por um período de 5 minutos.

A resistência de cada condutor em corrente contínua medir-se-á depois de o cabo ter sido enrolado; tais resistências não deverão diferir em mais de 5% da resistência normal AWG dos condutores destas dimensões e número de fios, devendo além disso as resistências dos condutores individuais de cada troço de cabo ser iguais, com uma tolerância de 1%.

A capacidade entre cada um dos pares possíveis (cada dois condutores formando um par) deverá medir-se pelo mesmo método que o seguido na medição da capacidade de um condutor em relação à terra, e não poderá exceder $0.0454 F$ por cada 304,8 metros (1.000 pés) de cabo.

12. Método de fornecimento. - O cabo fabricar-se-á em troços de 304,8 (1.000 pés) a 914,4 metros (3.000 pés), com as extremidades interior e exterior saindo do rolo numa extensão mínima de 1,20 m para facilitar a toma de amostras para os ensaios. O cabo deverá ser fornecido em bobines susceptíveis de devolução, cujos preços deverão ser especificados.

13. Inspeção e ensaios. - O fabricante deverá fornecer o material necessário para a inspeção e o ensaio dos cabos ou dos materiais usados no seu fabrico. O inspector deverá ter livre acesso às dependências da fábrica onde lhe seja necessário entrar para examinar e ensaiar convenientemente os cabos, ou os materiais usados no seu fabrico, em qualquer fase do processo de manufactura. Nenhum condutor isolado deverá ser entrançado, nem nenhum cabo acabado deverá ser fornecido sem que todos os ensaios anteriormente especificados tenham sido efectuados, ou a sua execução dispensada, por escrito, por parte do Governo ou do inspector que o represente.

Se o Governo dispensar a inspeção por parte do seu inspector, o fabricante deverá, em substituição, fornecer cópias certificadas dos ensaios especificados ao gabinete do Engenheiro Chefe, devendo o custo do fornecimento destes relatórios ser incluído no preço unitário da proposta. A aceitação do material ou a dispensa da sua inspeção de modo algum isentará o fabricante da responsabilidade pelo fornecimento de material que satisfaça as condições constantes das presentes especificações.

14. Garantia.- O fabricante, concordará em substituir prontamente, colocando-o fob camiões na estação de caminho de ferro mais conveniente para as obras qualquer troço de cabo em que se tenham constatado avarias durante o seu uso em condições normais, no prazo de 1 ano a partir da data da instalação(começando este prazo a contar-se 6 meses no máximo após a data do embarque do cabo), e que estivesse defeituoso à data do embarque; essa substituição far-se-á logo que a avaria seja constatada por parte do Governo. Deve entender-se que o fabricante não custeará quaisquer despesas de remoção do cabo defeituoso ou de instalação do cabo que o substitui. No caso de o fabricante não enviar o cabo para substituição, o Governo poderá reparar ou promover a reparação do cabo avariado, ou proceder à sua substituição, obrigando o fabricante a pagar as despesas respectivas.

QUADRO I

EXTENSÓMETROS

GRUPO N.º	BLOCO E COTA	SITUAÇÃO	QUANT. DE EXTENS.	COMPR. DE CABO DE 4 CONDUT.	CENTRAL DE MEDIDA
1	DE ROCHA	1 EXTENSÓMETRO VERTICAL A 1m DE JUSANTE	1	47	CENTRAL 1
2		1 EXTENSÓMETRO A MEIA ESPESSURA	1	44	
3		1 EXTENSÓMETRO VERTICAL A 1m DE MONTANTE	1	47	
4	DE	ROSETA DE 4 EXTENSÓMETROS // AO PARAMENTO DE JUSANTE + 1 ⊥ AO PARAMENTO + 1 CORRECTOR A 1m DE JUSANTE	5+1	6x51 = 306	CENTRAL 1
5	48.00	ROSETA DE 4 EXTENSÓMETROS // AO PARAMENTO DE MONTANTE + 1 ⊥ AO PARAMENTO + 1 CORRECTOR A 1m DE MONTANTE	5+1	6x51 = 306	
6	CD	ROSETA DE 4 EXTENSÓMETROS // AO PARAMENTO DE JUSANTE + 1 ⊥ AO PARAMENTO + 1 CORRECTOR A 1m DE JUSANTE	5+1	6x6 = 36	CENTRAL 5
7	57.00	ROSETA DE 4 EXTENSÓMETROS // AO PARAMENTO DE MONTANTE + 1 ⊥ AO PARAMENTO + 1 CORRECTOR A 1m DE MONTANTE	5+1	6x6 = 36	
8	EF	ROSETA DE 4 EXTENSÓMETROS // AO PARAMENTO DE JUSANTE + 1 ⊥ AO PARAMENTO + 1 CORRECTOR A 1m DE JUSANTE	5+1	6x6 = 36	CENTRAL 6
9	57.00	ROSETA DE 4 EXTENSÓMETROS // AO PARAMENTO DE MONTANTE + 1 ⊥ AO PARAMENTO + 1 CORRECTOR A 1m DE MONTANTE	5+1	6x6 = 36	
10	DE	ROSETA DE 4 EXTENSÓMETROS // AO PARAMENTO DE JUSANTE + 1 ⊥ AO PARAMENTO + 1 CORRECTOR A 0,50 DE JUSANTE	5+1	6x28 = 168	CENTRAL 1
11	68.00	ROSETA DE 4 EXTENSÓMETROS // AO PARAMENTO DE MONTANTE + 1 ⊥ AO PARAMENTO + 1 CORRECTOR A 0,50 DE MONTANTE	5+1	6x28 = 168	
12	AB	1 EXTENSÓMETRO HORIZONTAL // AO PARAMENTO + 1 CORRECTOR A 0,50 DE JUSANTE	1+1	2x8 = 16	CENTRAL 2
13	79,50	1 EXTENSÓMETRO HORIZONTAL // AO PARAMENTO + 1 CORRECTOR A 0,50 DE MONTANTE	1+1	2x8 = 16	
14	DE	1 EXTENSÓMETRO HORIZONTAL // AO PARAMENTO + 1 CORRECTOR A 0,50 DE JUSANTE	1+1	2x14 = 28	CENTRAL 1
15	79,50	1 EXTENSÓMETRO HORIZONTAL // AO PARAMENTO + 1 CORRECTOR A 0,50 DE MONTANTE	1+1	2x14 = 28	
16	GH	1 EXTENSÓMETRO HORIZONTAL // AO PARAMENTO + 1 CORRECTOR A 0,50 DE JUSANTE	1+1	2x8 = 16	CENTRAL 3
17	79,50	1 EXTENSÓMETRO HORIZONTAL // AO PARAMENTO + 1 CORRECTOR A 0,50 DE MONTANTE	1+1	2x8 = 16	
TOTALS			63	1353 m	

NOTA - O COMPRIMENTO DO CABO NECESSARIO DEVE SER VERIFICADO ANTES DA COLOCAÇÃO

ESCALA	M. O. P. LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL SERVIÇO - SECÇÃO DE BARRAGENS	PROC. III-II-814 C. D.
EST. DES. VERIF. APROV.	BARRAGEM DE ODEAXERE	N.º DE ARQUIVO

QUADRO II

MEDIDORES DE JUNTAS

MEDID. Nº	JUNTA E COTA	SITUAÇÃO	COMPRIMENTO DO CABO DE 4 CONDUT.	CENTRAL DE MEDIDA
1	D 57,00	A 1 METRO DE JUSANTE	17	CENTRAL 5
2		A MEIA ESPESSURA	14	
3		A 1 METRO DE MONTANTE	17	
4	E 57,00	A 1 METRO DE JUSANTE	17	CENTRAL 6
5		A MEIA ESPESSURA	14	
6		A 1 METRO DE MONTANTE	17	
7	D 68,00	A 1 METRO DE JUSANTE	21	CENTRAL 1
8		A MEIA ESPESSURA	19	
9		A 1 METRO DE MONTANTE	21	
10	E 68,00	A 1 METRO DE JUSANTE	36	CENTRAL 1
11		A MEIA ESPESSURA	34	
12		A 1 METRO DE MONTANTE	36	
13	B 68,00	A MEIA ESPESSURA	10	CENTRAL 4
14	C 68,00	A MEIA ESPESSURA	15	
15	F 68,00	A MEIA ESPESSURA	15	CENTRAL 7
16	G 68,00	A MEIA ESPESSURA	10	

TOTAL 313 m

NOTA - O COMPRIMENTO DO CABO NECESSARIO DEVE SER VERIFICADO ANTES DA COLOCAÇÃO

ESCALA	M. O. P. LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL SERVIÇO - SECÇÃO DE BARRAGENS	PROC. III-II-814 C. D.
EST. DES. VERIF. APROV.	BARRAGEM DE ODEÁXERE	N.º DE ARQUIVO

QUADRO III

TERMÓMETROS

TERMÓMETRO N.º	BLOCO E COTA	SITUAÇÃO	COMPRIMENTO DO CABO DE 3 CONDUT.	CENTRAL DE MEDIDA
1	D E 48,00	NO AR	49	CENTRAL 1
2		NO PARAMENTO DE JUSANTE	49	
3		A MEIA ESPESSURA	44	
4		NO PARAMENTO DE MONTANTE	49	
5	C D 57,00	NA ÁGUA	49	CENTRAL 5
6		NO PARAMENTO DE JUSANTE	8	
7		A MEIA ESPESSURA	5	
8	E F 57,00	NO PARAMENTO DE MONTANTE	8	CENTRAL 6
9		NO PARAMENTO DE JUSANTE	8	
10		A MEIA ESPESSURA	5	
11	B C 68,00	NO PARAMENTO DE MONTANTE	8	CENTRAL 4
12		NO PARAMENTO DE JUSANTE	8	
13		A 1 METRO DO PARAMENTO DE JUSANTE	8	
14		A MEIA ESPESSURA	6	
15	D E 68,00	A 1 METRO DO PARAMENTO DE MONTANTE	8	CENTRAL 1
16		NO PARAMENTO DE MONTANTE	8	
17		NO AR	30	
18	E F 68,00	NO PARAMENTO DE JUSANTE	30	CENTRAL 7
19		A MEIA ESPESSURA	28	
20		NO PARAMENTO DE MONTANTE	30	
21		NA ÁGUA	30	
22	G H 68,00	NO PARAMENTO DE JUSANTE	8	CENTRAL 2
23		A 1 METRO DO PARAMENTO DE JUSANTE	8	
24		A MEIA ESPESSURA	6	
25	A B 79,50	A 1 METRO DO PARAMENTO DE MONTANTE	8	CENTRAL 1
26		NO PARAMENTO DE MONTANTE	8	
27		NO PARAMENTO DE JUSANTE	8	
28		A MEIA ESPESSURA	8	
29	D E 79,50	NO PARAMENTO DE MONTANTE	8	CENTRAL 3
30		NO AR	14	
31		NO PARAMENTO DE JUSANTE	14	
32		A MEIA ESPESSURA	14	
33	G H 79,50	NO PARAMENTO DE MONTANTE	14	CENTRAL 3
34		NA ÁGUA	14	
35		NO PARAMENTO DE JUSANTE	8	
36	A B 79,50	A MEIA ESPESSURA	8	CENTRAL 3
37		NO PARAMENTO DE MONTANTE	8	

TOTAL 624 m

NOTA - O COMPRIMENTO DO CABO NECESSÁRIO DEVE SER VERIFICADO ANTES DA COLOCAÇÃO

ESCALA	M. O. P. LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL SERVIÇO — SECÇÃO DE BARRAGENS	PROC. III-II-814 C. D.
EST. DES. VERIF. APROV.	BARRAGEM DE ODEÁXERE	N.º DE ARQUIVO

QUADRO IV

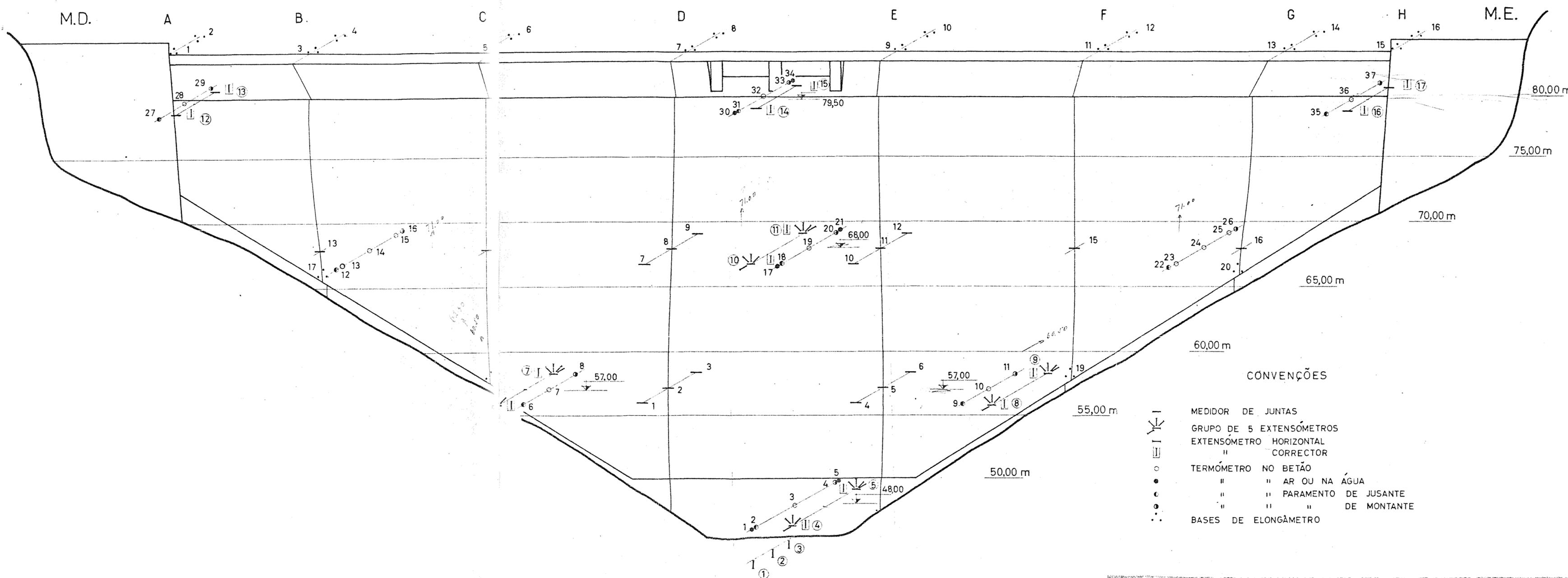
MATERIAL

OBSERV.	DESIGNAÇÃO	QUANT.
EXTENSÕES	APARELHOS DE MEDIÇÃO CARLSON	1
	EXTENSÓMETROS CARLSON	63
	PEÇAS (FIG. 4)	46
	SUPORTES DE ROSETAS (FIG. 4)	8
	SUPORTES DE EXTENSÓMETROS HORIZONTAIS (FIG. 4)	6
	CAIXAS PARA CORRECTORES (FIG. 7)	14
	CABO DE 4 CONDUCTORES MULTIFILARES DE COBRE	1.500 m
	CAIXAS DE JUNÇÃO	63
TEMPER.	TERMÓMETROS DE RESISTÊNCIA PARA BETÃO (FIG. 3)	31
	TERMÓMETROS DE RESISTÊNCIA PARA A ÁGUA (FIG. 3)	3
	TERMÓMETROS DE RESISTÊNCIA PARA O AR (FIG. 3)	3
	CABO DE 3 CONDUCTORES MULTIFILARES DE COBRE	700 m
	CAIXAS DE JUNÇÃO	31
JUNTAS	MEDIDORES DE JUNTAS CARLSON	16
	CABO DE 4 CONDUCTORES MULTIFILARES DE COBRE	400 m
	CAIXAS DE JUNÇÃO	16
	ELONGAMETRO	1
	BASES DE ELONGAMETROS PARA COROAMENTO (FIG. 9)	60
	BASES DE ELONGAMETROS PARA PARAMENTO (FIG. 9)	20
VÁRIOS	QUADRO PARA 37 TOMADAS QUADRIPL. E 15 TRIP. (FIG. 11)	1
	QUADRO PARA 15 TOMADAS QUADRIPL. E 3 TRIP. (FIG. 11)	2
	QUADRO PARA 4 TOMADAS QUADRIPL. E 3 TRIP. (FIG. 11)	2
	QUADRO PARA 2 TOMADAS QUADRIPL. E 5 TRIP. (FIG. 11)	2
	PORTAS PARA CAIXAS DE 60x60x45 cm (FIG. 12)	3
	PORTAS PARA CAIXAS DE 40x40x45 cm (FIG. 12)	4
ESTUDO DO BETÃO	EXTENSÓMETROS CARLSON	12

NOTA - O COMPRIMENTO DO CABO NECESSÁRIO DEVE SER VERIFICADO ANTES DA COLOCAÇÃO

ESCALA	M. O. P. LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL SERVIÇO - SECÇÃO DE BARRAGENS	PROC. III-II-814 C. D.
EST. DES. VERIF. APROV.	BARRAGEM DE ODEÁXERE	N.º DE ARQUIVO

FIGURAS

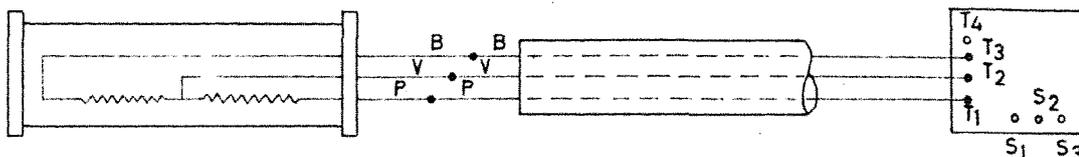


CONVENÇÕES

- MEDIDOR DE JUNTAS
- ⊥ GRUPO DE 5 EXTENSÔMETROS
- ⊥ EXTENSÔMETRO HORIZONTAL
- ⊥ CORRECTOR
- TERMÔMETRO NO BETÃO
- " " AR OU NA ÁGUA
- ⊙ " " PARAMENTO DE JUSANTE
- ⊙ " " " DE MONTANTE
- ⋯ BASES DE ELONGÂMETRO

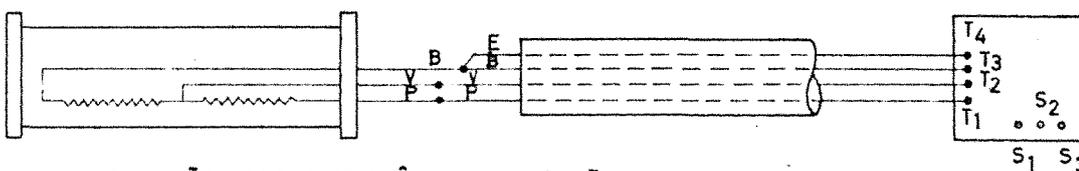
ESCALA 1/200	LEGENDA	FIG. III-II-814
PROJ. A. J. SILVA	BARRAGENS	
RES. H. SANTOS	BARRAGEM DE ODEÁXERE	
YELUP. A. J. SILVA	PLANO DE COLOCAÇÃO DOS APARELHOS	

EXTENSÓMETROS E MEDIDORES DE JUNTAS
(CARLSON)



RELAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS — BOTÃO S₁
RESISTÊNCIA TOTAL — BOTÃO S₂

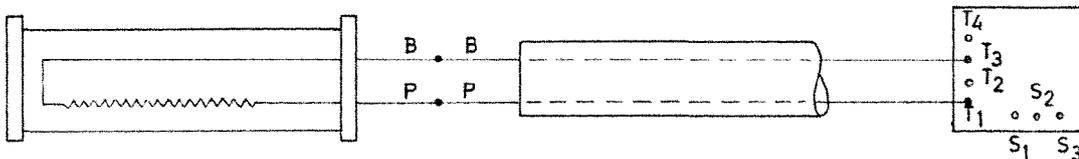
(com 3 conductores comete-se o erro da resistência da linha).



RELAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS — BOTÃO S₁
RESISTÊNCIA TOTAL — BOTÕES S₂ OU S₃

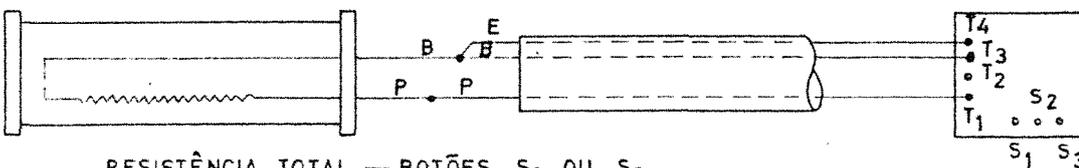
(com 4 conductores elimina-se o erro da resistência de linha).

TERMÓMETROS
(L.N.E.C.)



RESISTÊNCIA TOTAL — BOTÃO S₂

(com 2 conductores comete-se o erro da resistência de linha).



RESISTÊNCIA TOTAL — BOTÕES S₂ OU S₃

(com 3 conductores elimina-se o erro da resistência de linha).

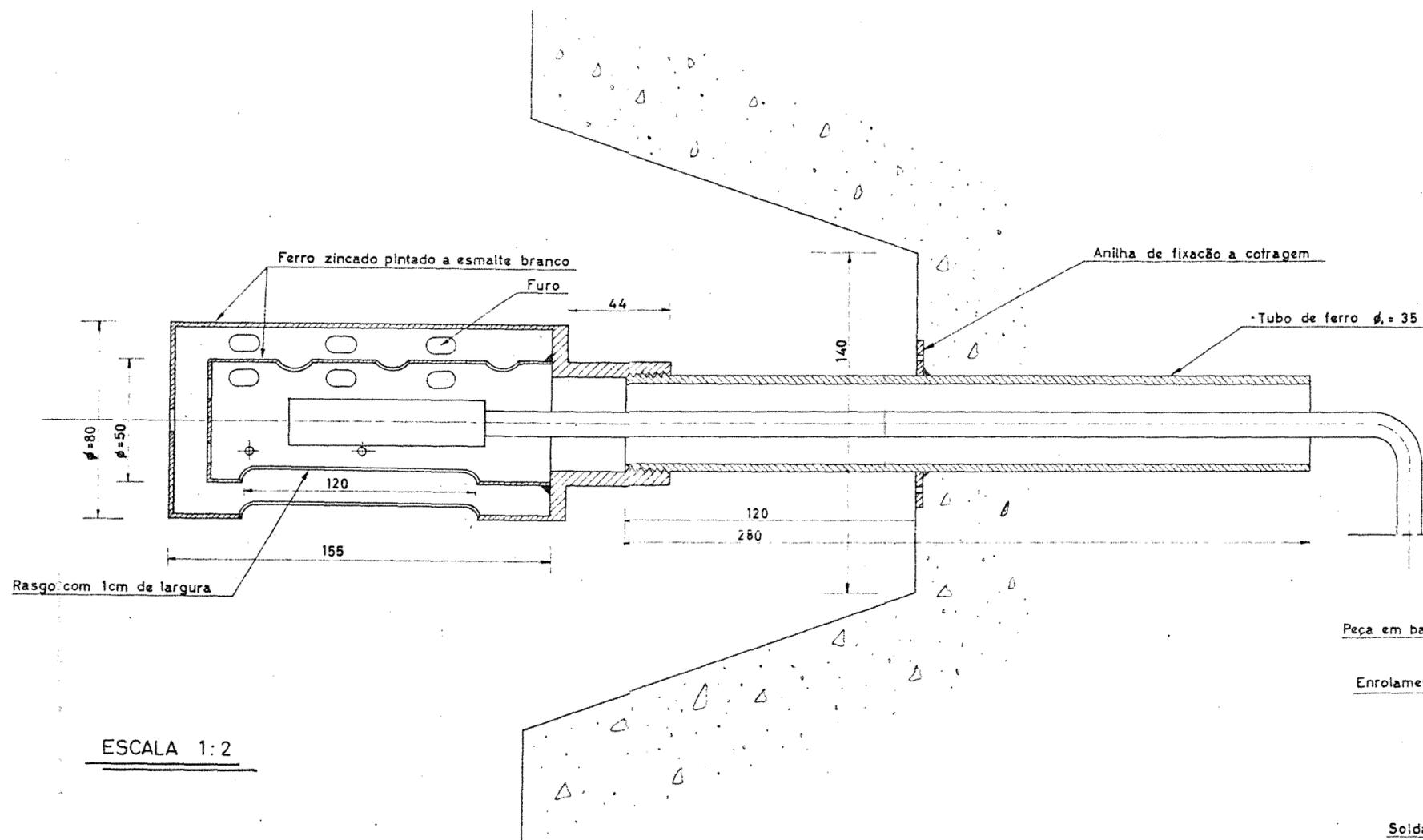
- B — BRANCO
- V — VERDE
- P — PRETO
- E — ENCARNADO

ESCALA	M. O. P. LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL II SERVIÇO — SECÇÃO DE BARRAGENS	PROC III-II-814 C. D.
EST. DES. VERIF. APROV.	BARRAGEM DE ODEÁXERE ESQUEMA DAS LIGAÇÕES DOS APARELHOS	N.º DE ARQUIVO

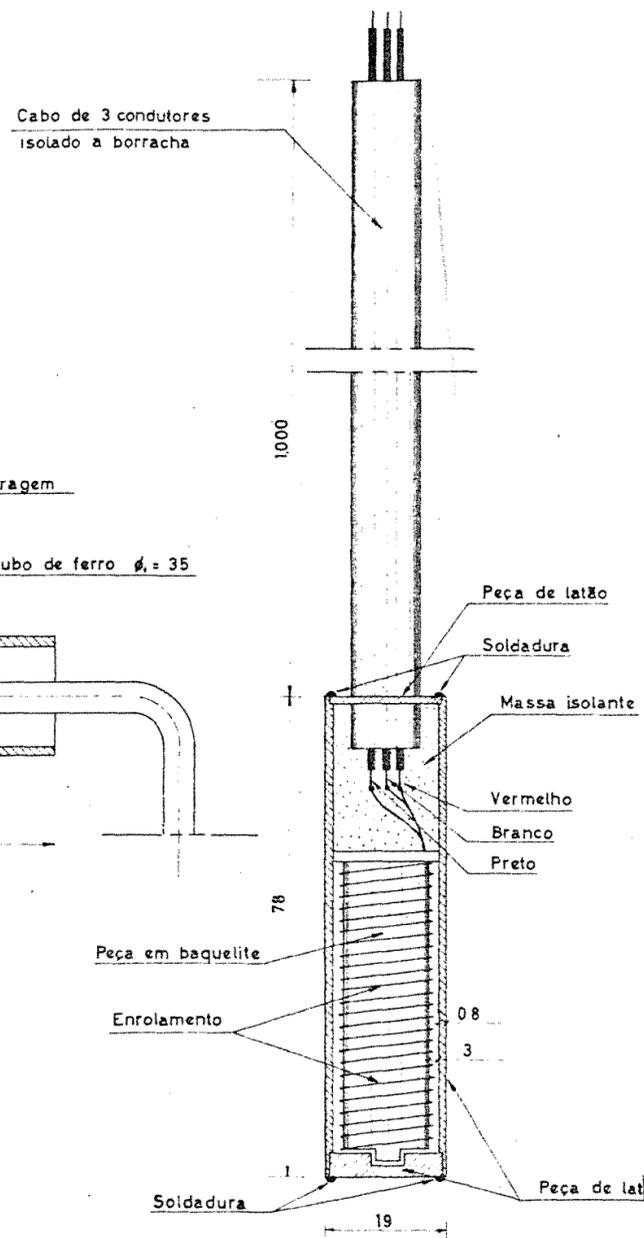
TERMÓMETROS DE RESISTÊNCIA TIPO L.N.E.C.

TERMÓMETRO PARA MEDIR TEMPERATURAS DA ÁGUA

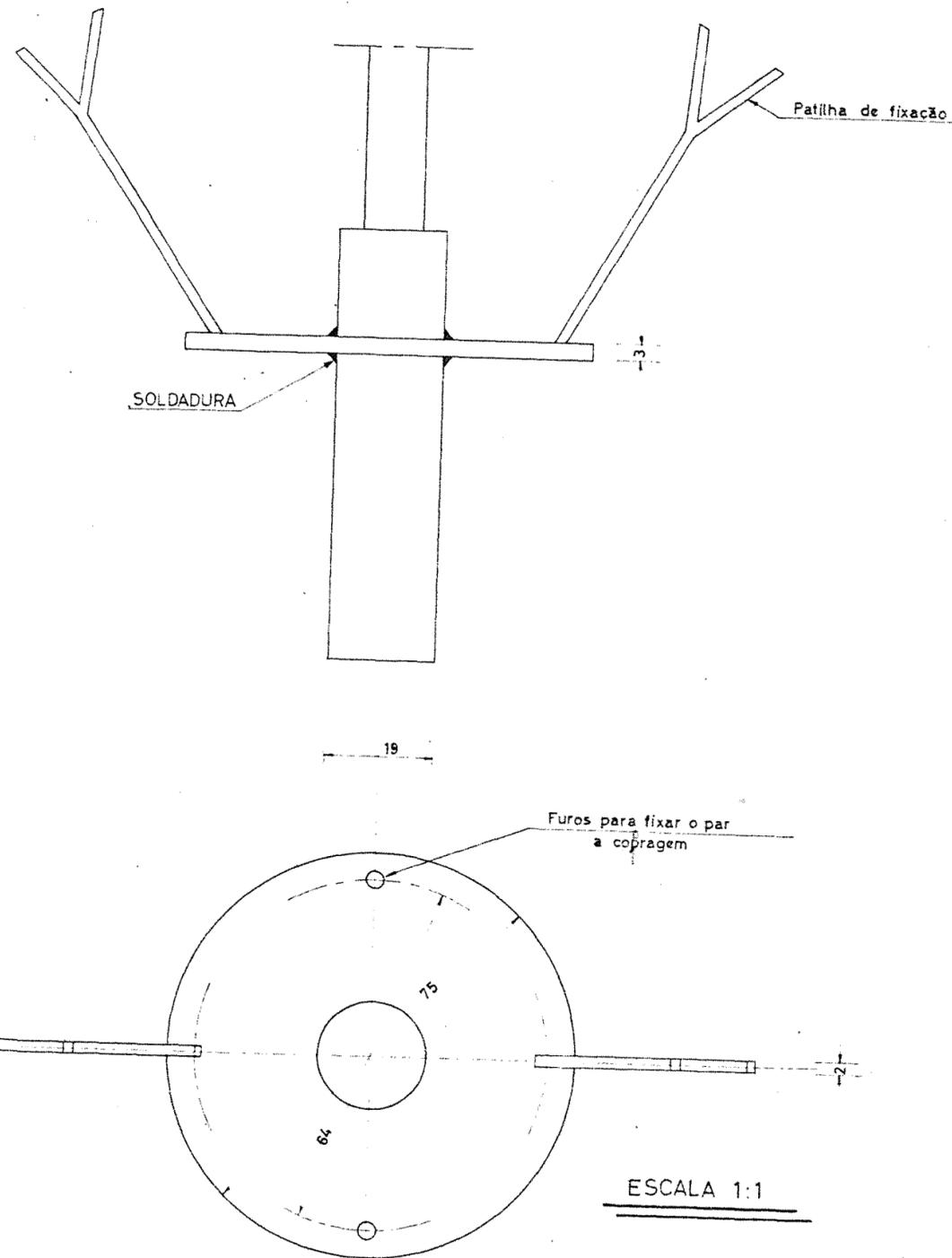
TERMÓMETRO PARA MEDIR A TEMPERATURA DO AR



ESCALA 1:2



ESCALA 1:1



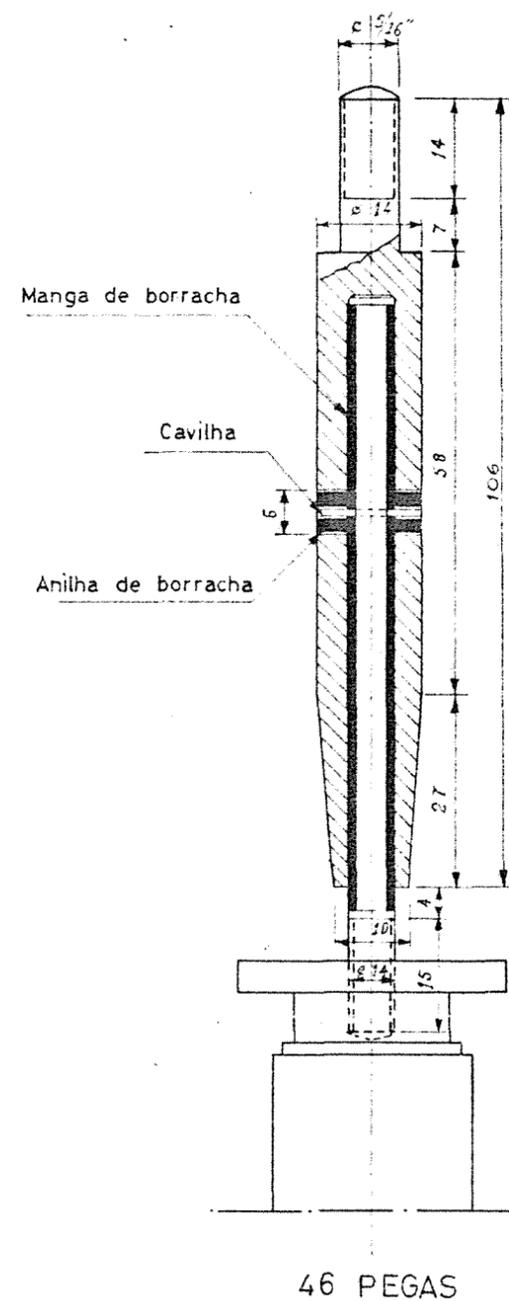
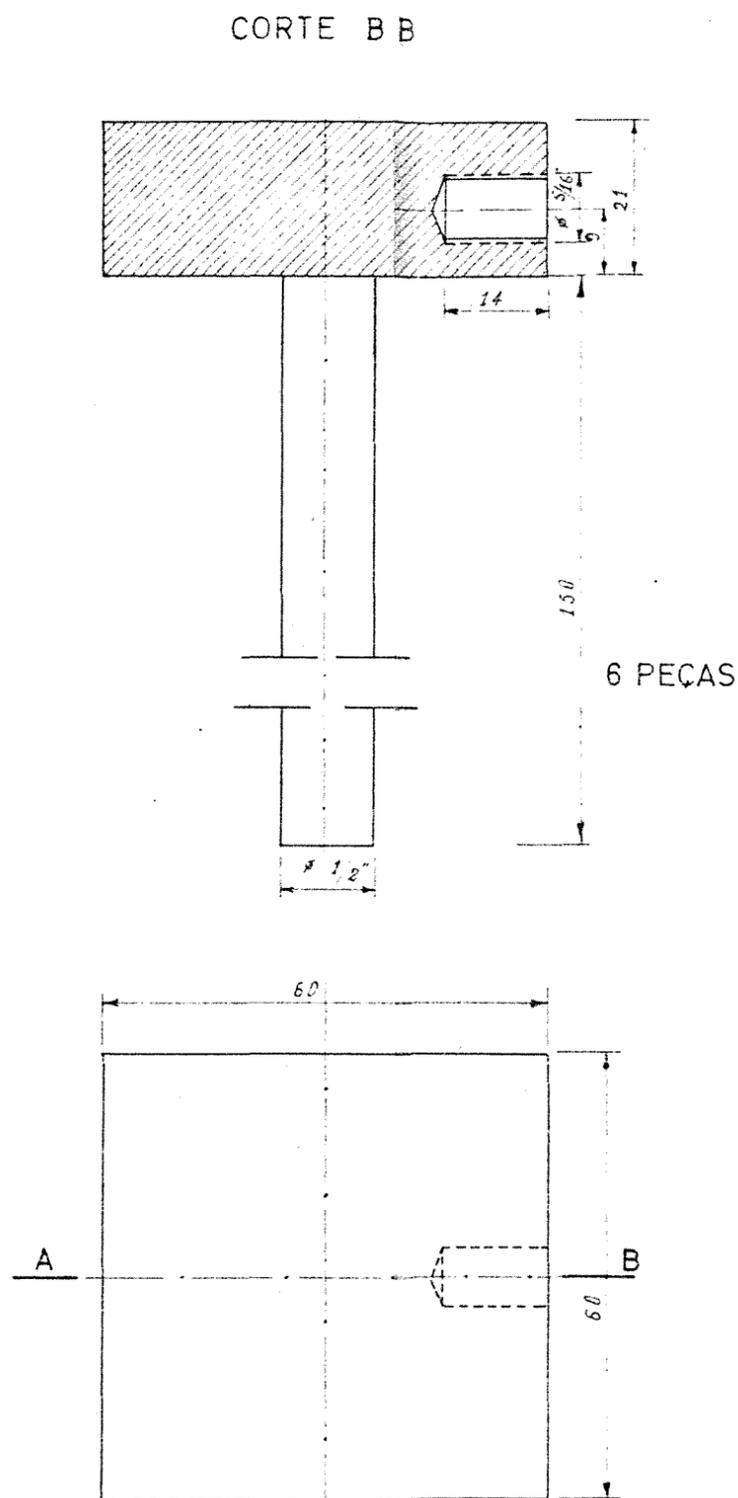
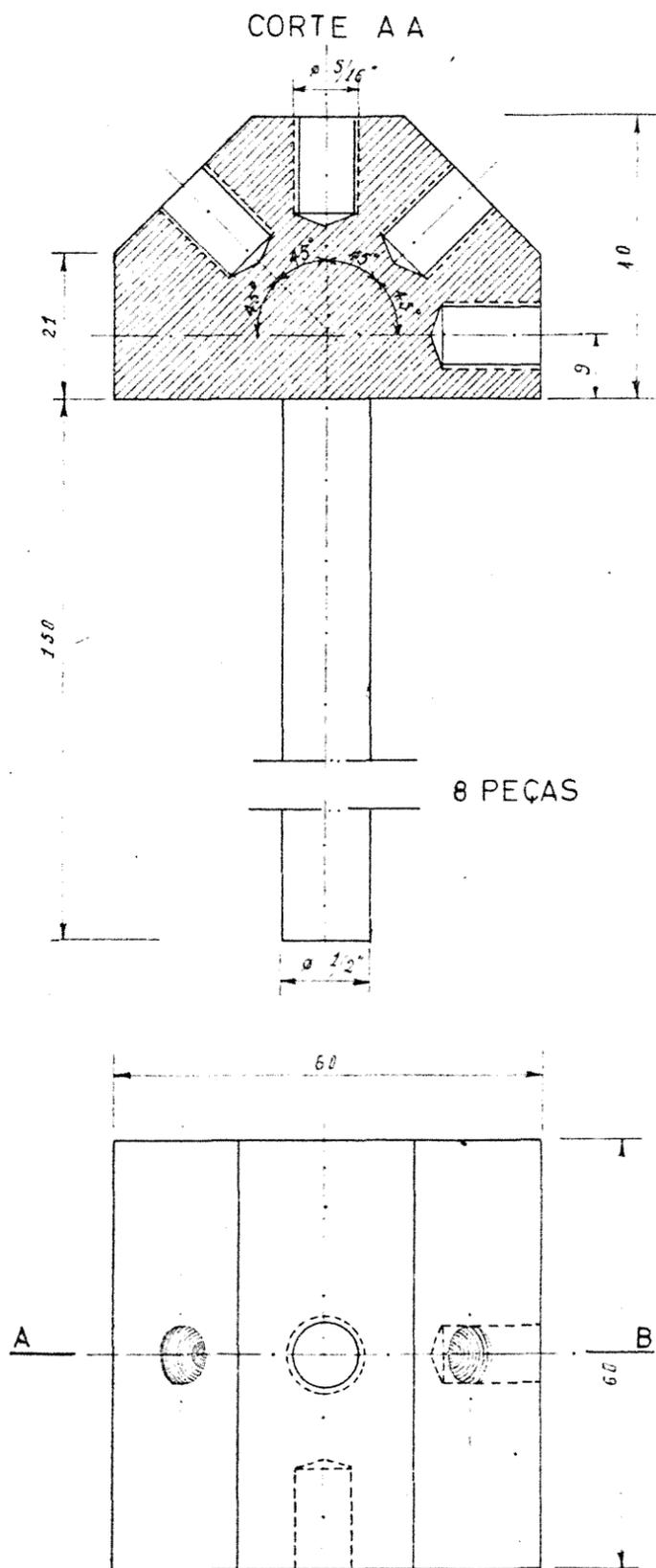
ESCALA 1:1

ESCALAS	M. O. P.	LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL	PROC. III-II-814
1:1 1:2	SERVIÇO - SECÇÃO DE BARRAGENS	BARRAGEM DE ODEÁXERE	C. D.
ST. <i>[Handwritten]</i>	TERMÓMETROS DE RESISTÊNCIA		N.º DE ARQUIVO
ES. <i>[Handwritten]</i>			
RIF. <i>[Handwritten]</i>			
ROV. <i>[Handwritten]</i>			

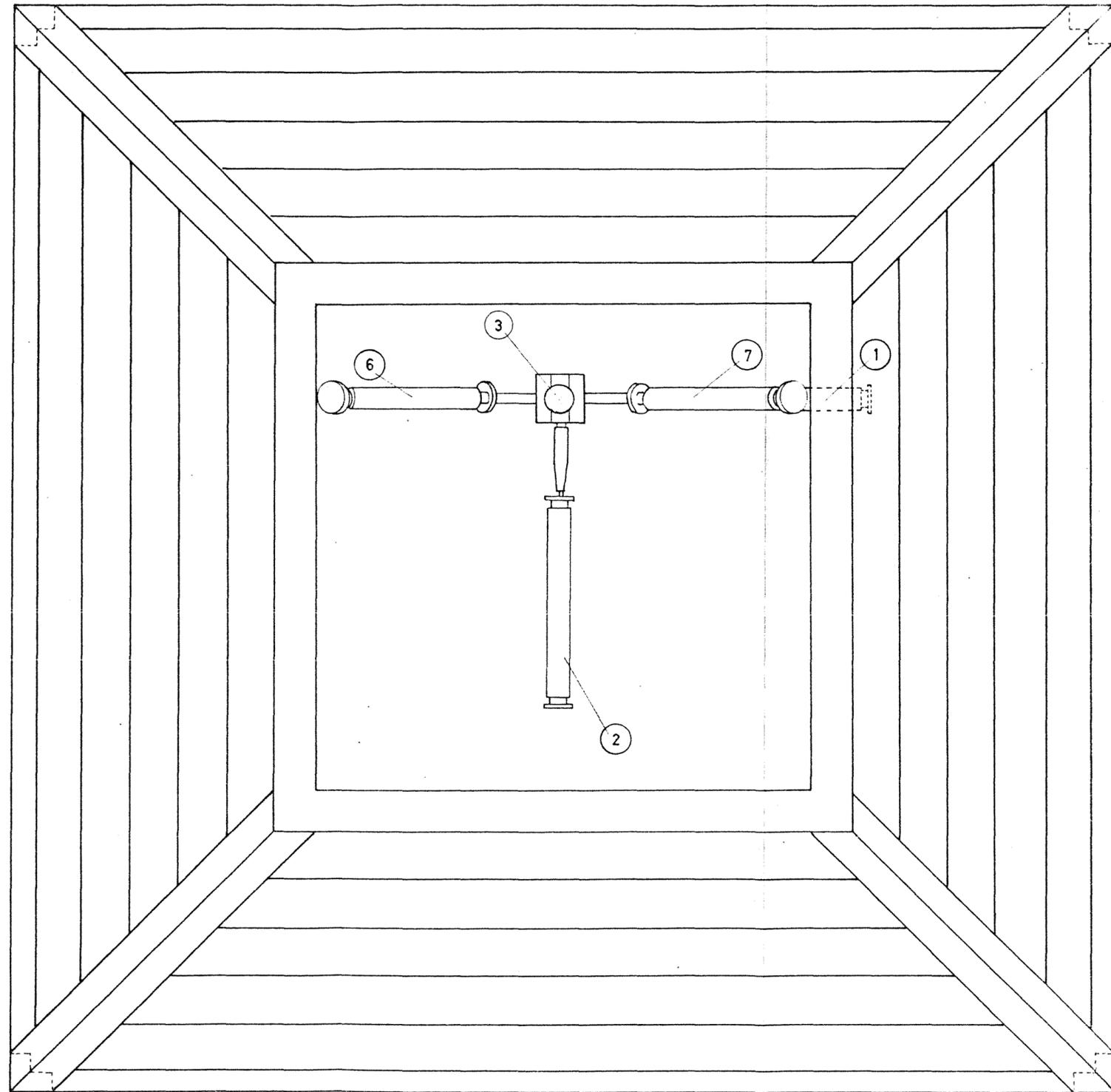
SUPOORTE DE ROSETA

SUPOORTE DE EXTENSÓMETRO HORIZONTAL

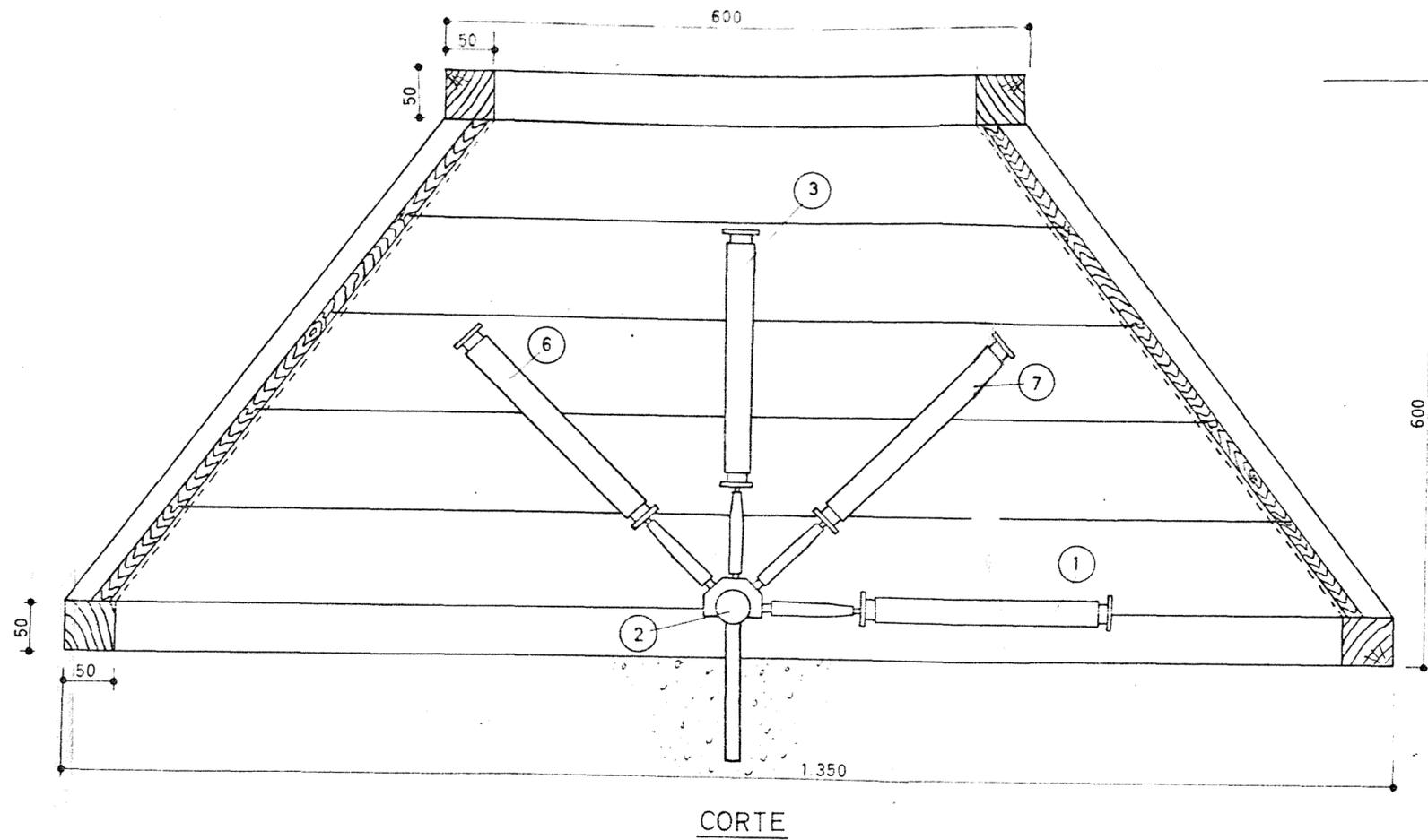
PEGA DE EXTENSÓMETRO



ESCALA 1:1	M. O. P. LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL SERVIÇO - SECÇÃO DE BARRAGENS	PROC. III-II-814 C. D.
EST. <i>[Signature]</i> DES. <i>[Signature]</i> VERIF. <i>[Signature]</i> APROV. <i>[Signature]</i>	BARRAGEM DE ODEÁXERE ACESSÓRIOS PARA A COLOCAÇÃO DOS EXTENSÓMETROS	N.º DE ARQUIVO



PLANTA



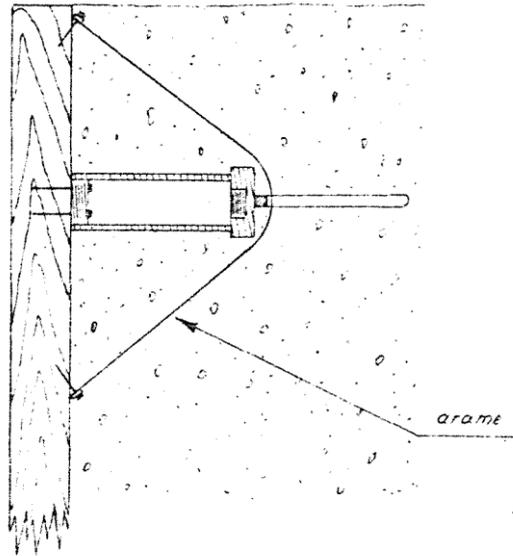
1:5

Calisto
1/1/1951
WZ

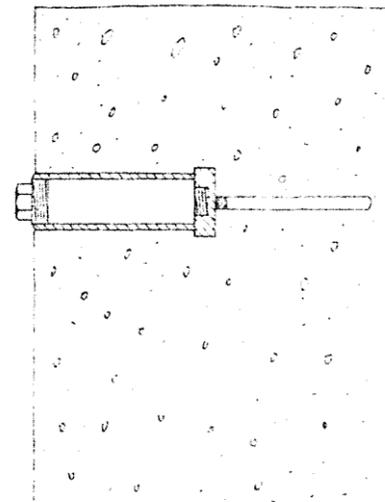
II BARRAGENS
 BARRAGEM DE ODEÁXERE
 COFRAGEM PARA A COLOCAÇÃO
 DOS EXTENSÔMETROS

MONTAGEM DOS MEDIDORES DE JUNTAS

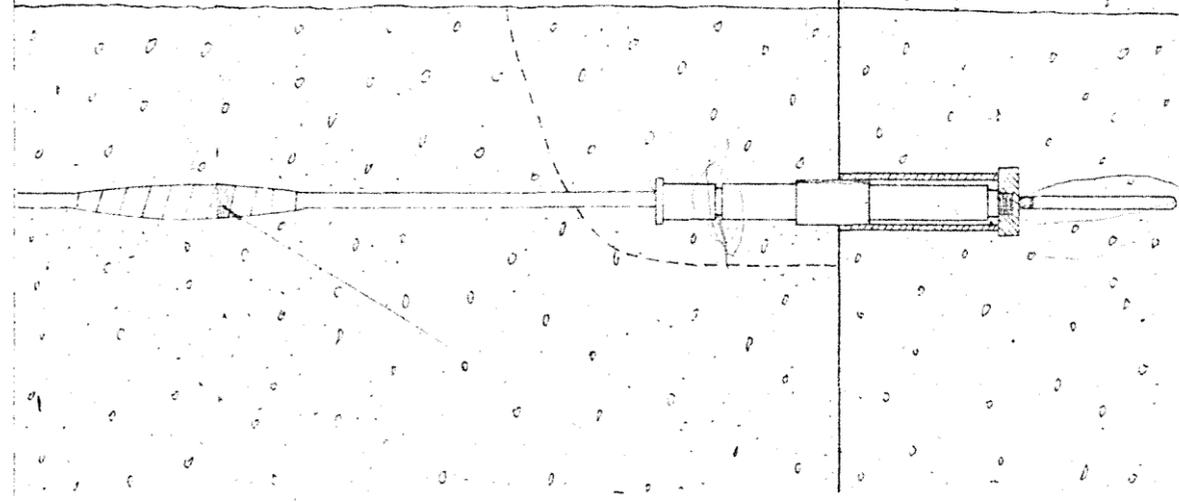
CABOS SAINDO NO BLOCO MAIS BAIXO



1ª FASE



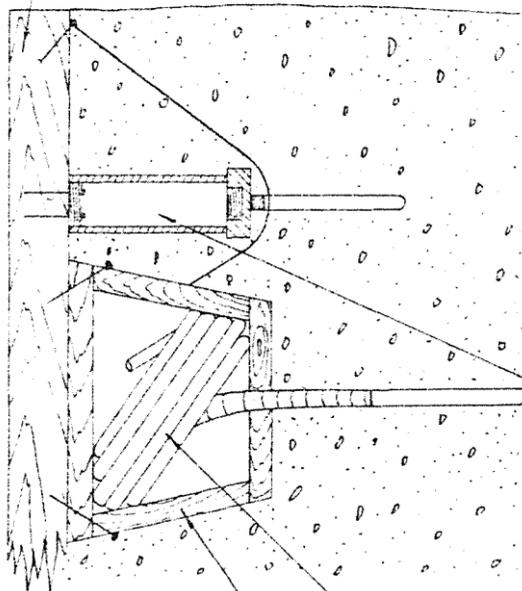
2ª FASE



3ª FASE

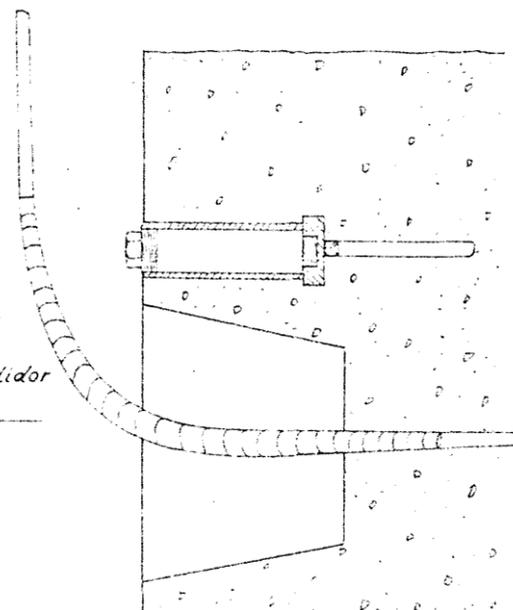
Ligação do cabo do aparelho ao cabo de ligação ao quadro

Cofragem



Suprte do medidor de juntas

CABOS SAINDO NO BLOCO MAIS ALTO



1,80 m de cabo com fita isoladora de fricção enrolada numa extensão de 25cm

Caixa de madeira

NOTA: a caixa de madeira deve ficar aproximadamente à mesma cota do aparelho e a 0,35 na horizontal do eixo do aparelho.

II-

BARRAGENS

BARRAGEM DE ODEÁXERE
PORMENORES DA COLOCAÇÃO DOS MEDIDORES DE JUNTAS

F. Ribeiro
L. H. S.

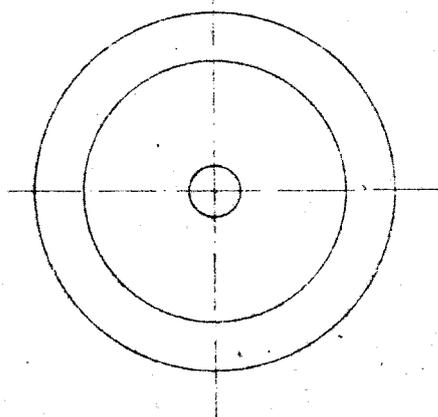
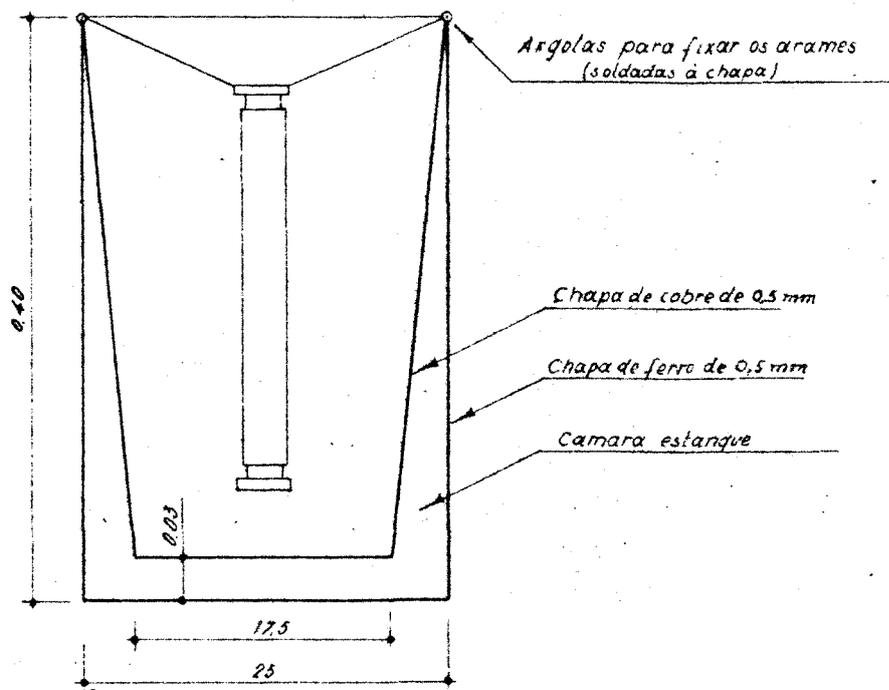
III II
814

1:5

Handwritten signature

FIG. 7

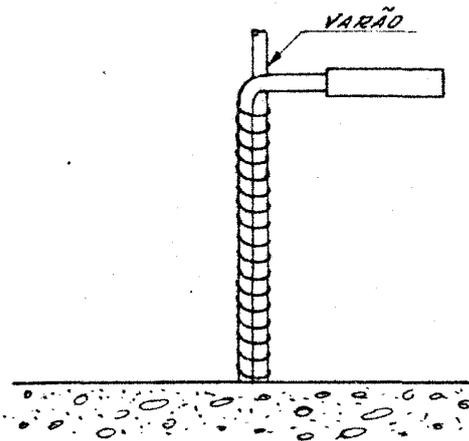
EXTENSÓMETRO CORRECTOR



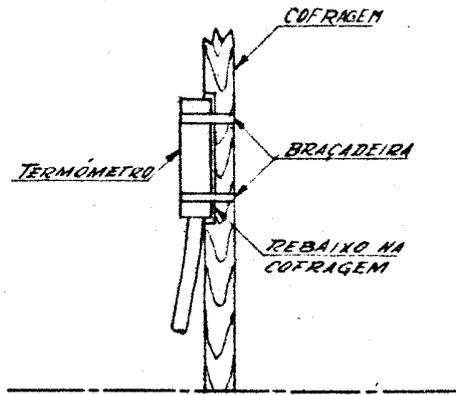
14 CAIXAS

1/5 <i>[Handwritten signature]</i>	M. C. F. LABORATORIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL II SERVIÇO (SECCÃO DE BARRAGENS)	PROJ. III-11-814 C. B.
BARRAGEM DE ODEÁXERE CAIXA PARA O EXTENSÓMETRO CORRECTOR		Nº DE PROJ.

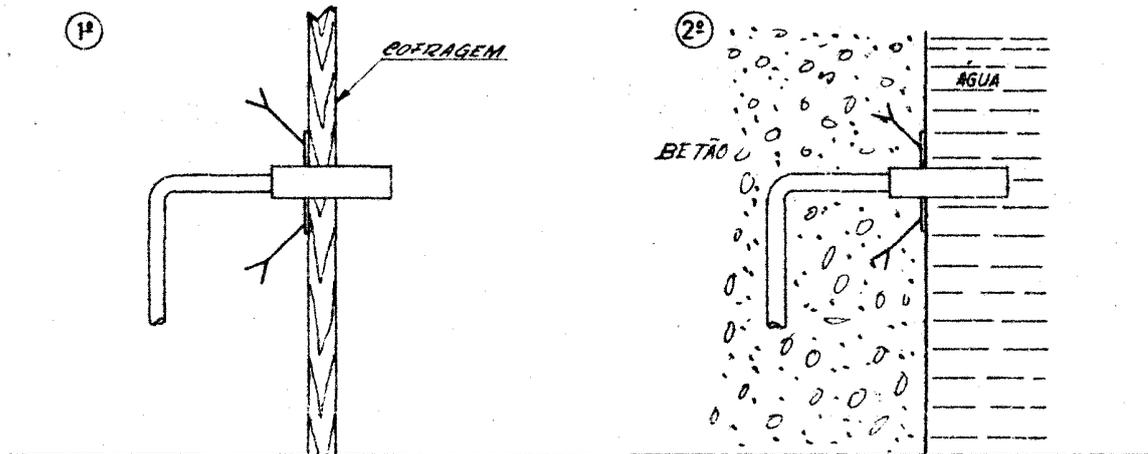
TERMÓMETRO NO BETÃO



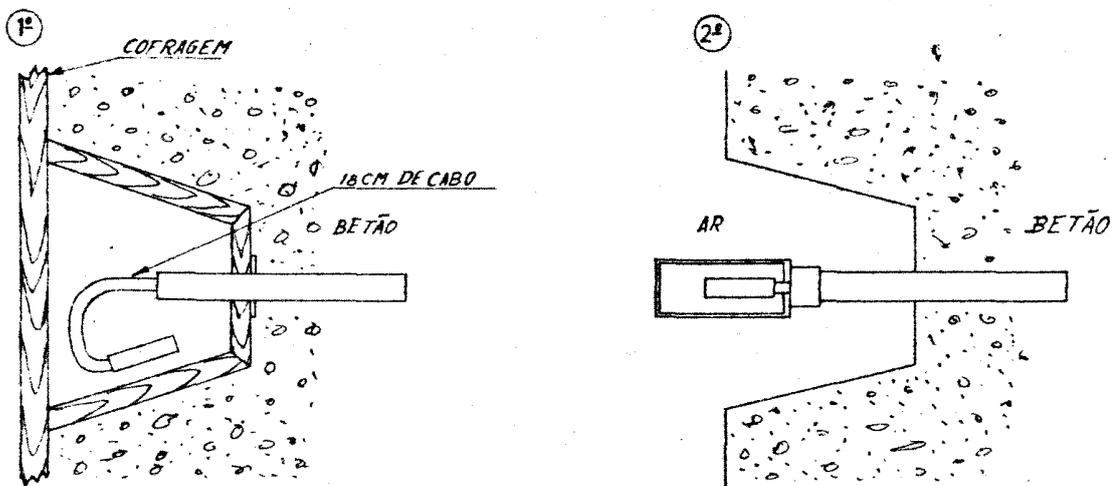
TERMÓMETRO NOS PARAMENTOS



TERMÓMETRO NA ÁGUA

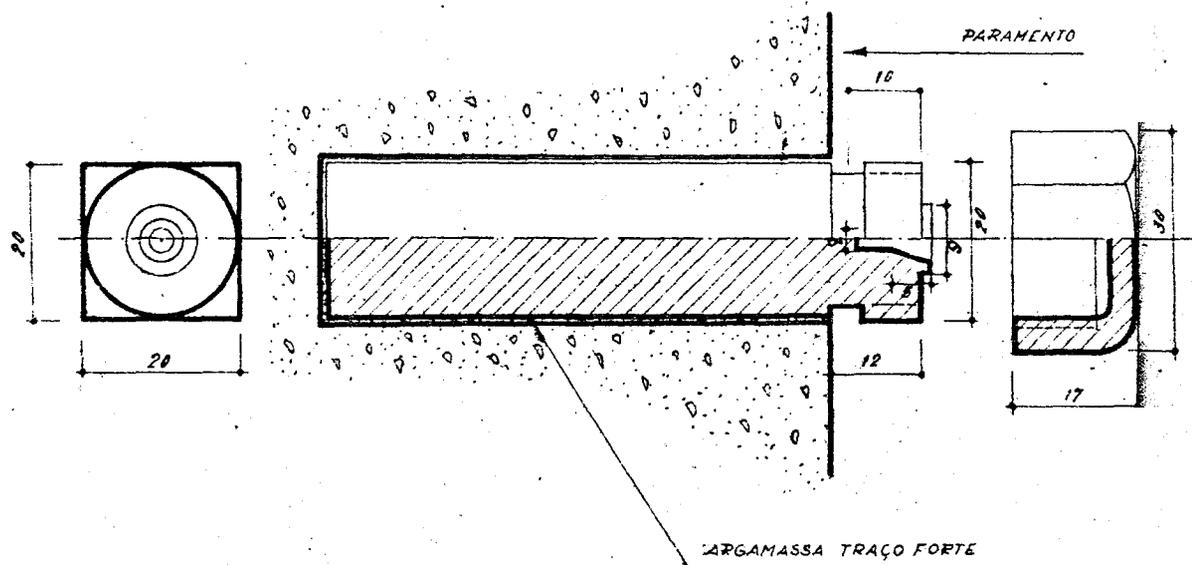


TERMÓMETRO NO AR

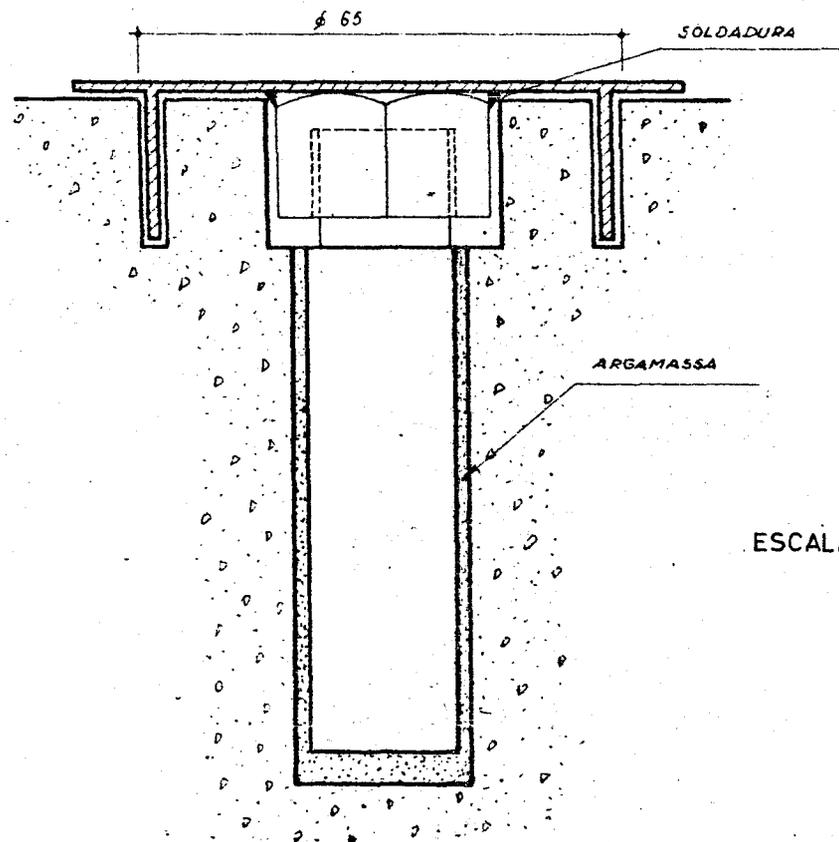


ESCALA	M. O. P. LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL II SERVIÇO — SECÇÃO DE BARRAGENS	PROC. III-11-814 C. D.
EST. DES. VERIF. APROV.	BARRAGEM DE ODEÁXERE	N.º DE ARQUIVO
	FORMENORES DA COLOCAÇÃO DOS TERMÓMETROS	

NO PARAMENTO

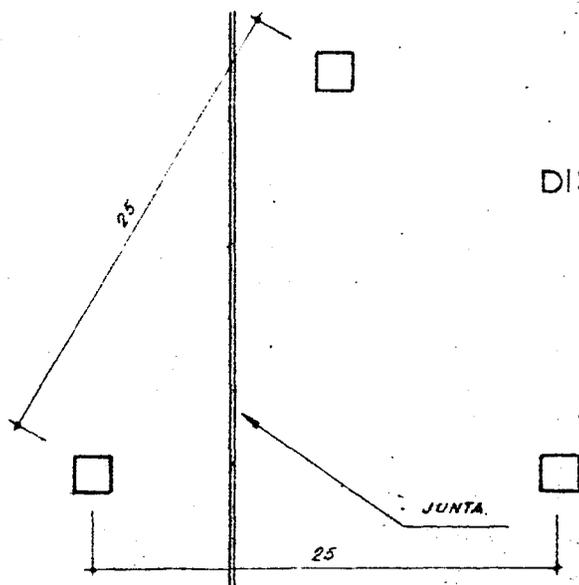


NO COROAMENTO



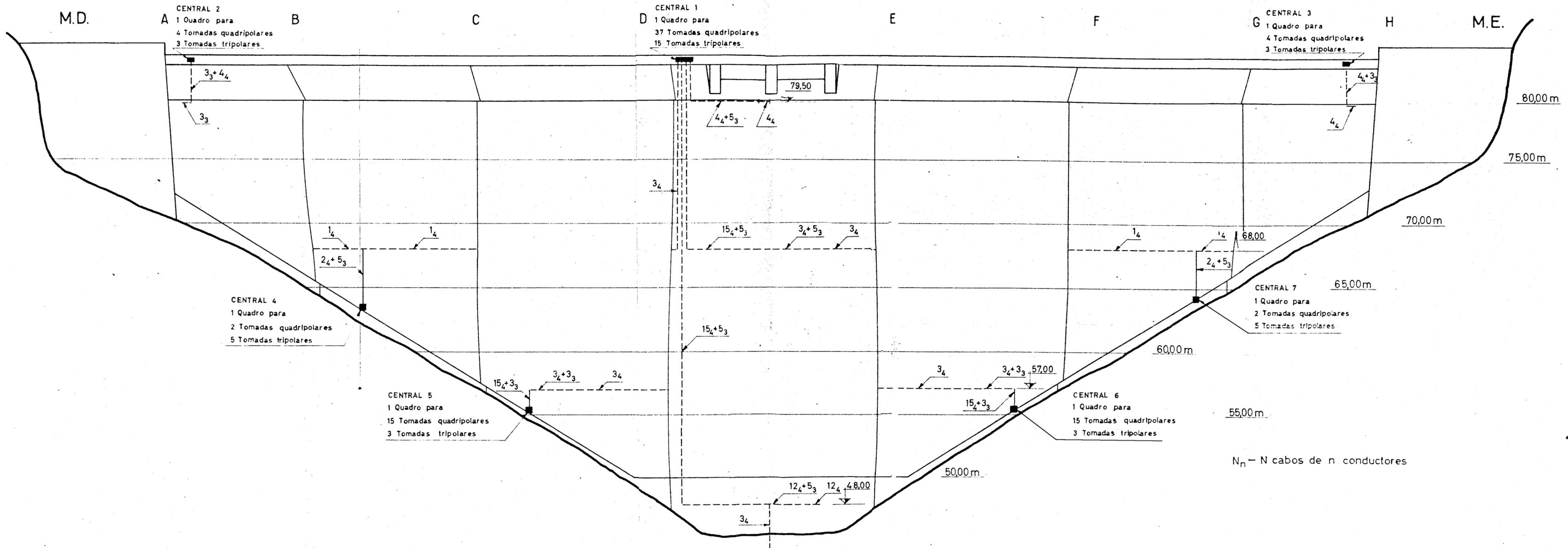
ESCALA 1/1

DISPOSIÇÃO DAS BASES EM TRIANGULO



ESCALA 1/4

M. G. P.	
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE BARRAGENS	
II SEÇÃO DE BARRAGENS	
BARRAGEM DE ODEÁXERE	
BASES DE ELONGAMENTO	
EST. <i>Alcides</i>	<i>Juliano</i>
DES. <i>Alcides</i>	<i>Alcides</i>
ESCALA 1/1 e 1/4	III II 814 setembro 55



CENTRAL 2
1 Quadro para
4 Tomadas quadripolares
3 Tomadas tripolares

CENTRAL 1
1 Quadro para
37 Tomadas quadripolares
15 Tomadas tripolares

CENTRAL 3
1 Quadro para
4 Tomadas quadripolares
3 Tomadas tripolares

CENTRAL 4
1 Quadro para
2 Tomadas quadripolares
5 Tomadas tripolares

CENTRAL 5
1 Quadro para
15 Tomadas quadripolares
3 Tomadas tripolares

CENTRAL 6
1 Quadro para
15 Tomadas quadripolares
3 Tomadas tripolares

CENTRAL 7
1 Quadro para
2 Tomadas quadripolares
5 Tomadas tripolares

N_n - N cabos de n condutores

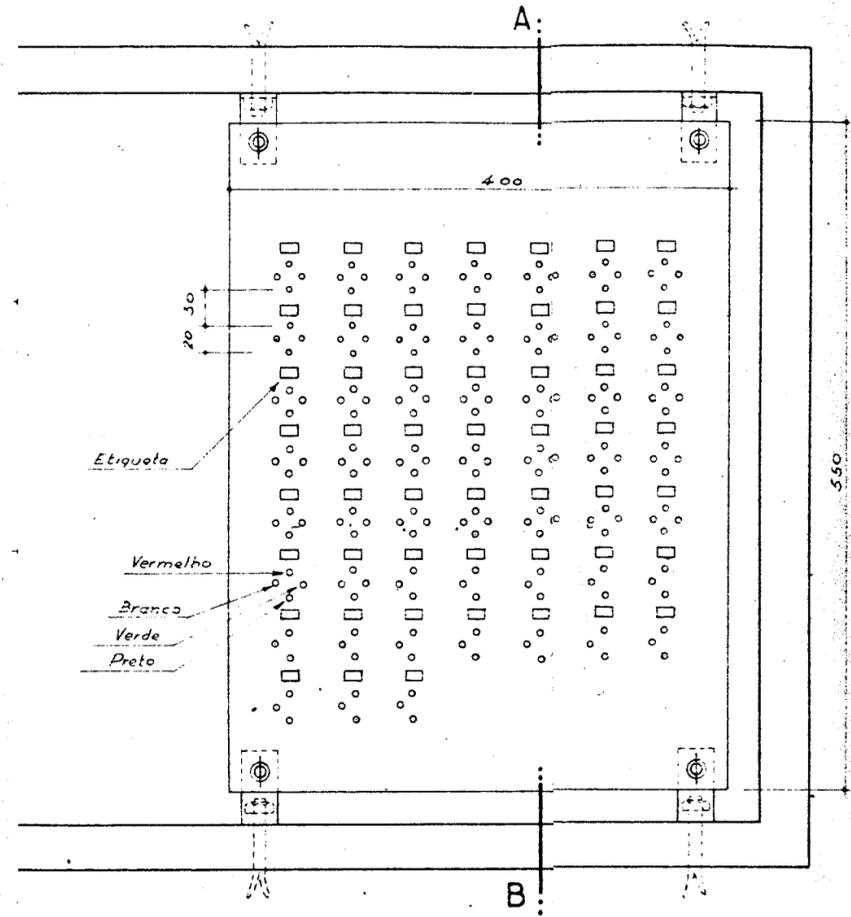
1:200

Handwritten signature and date

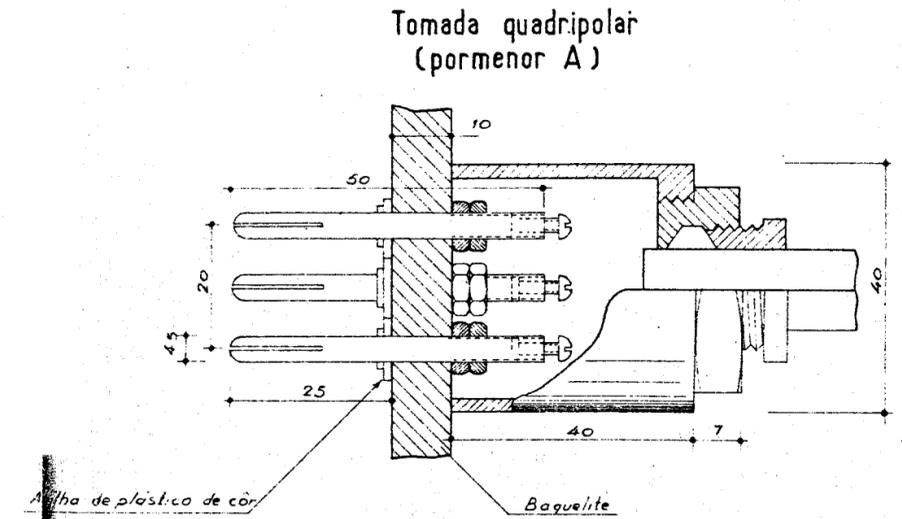
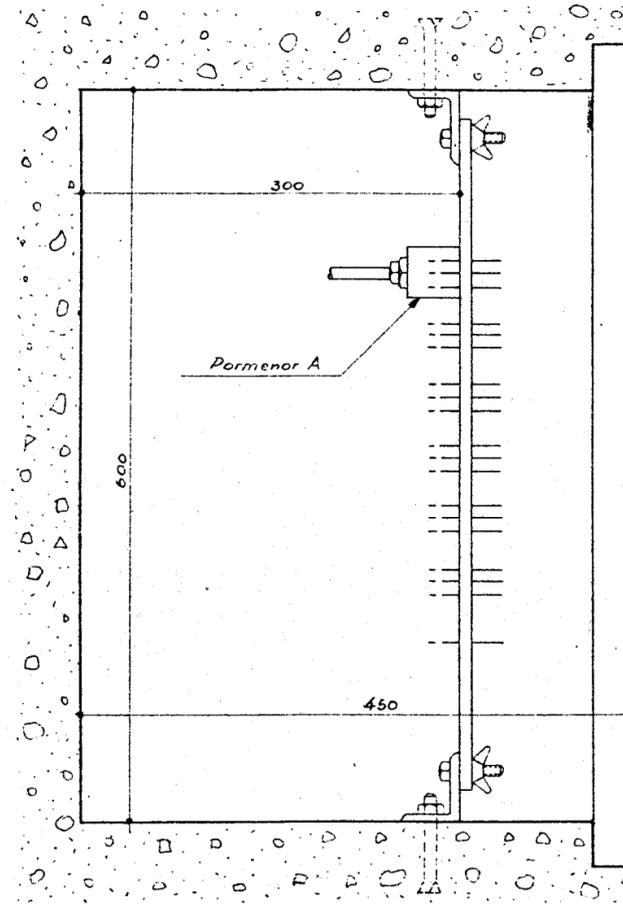
BARRAGENS
BARRAGEM DE ODEÁXERE
LIGAÇÕES DOS APARELHOS

1 QUADRO PARA 37 TOMADAS QUADRIPOLARES E 15 TRIPOLARES

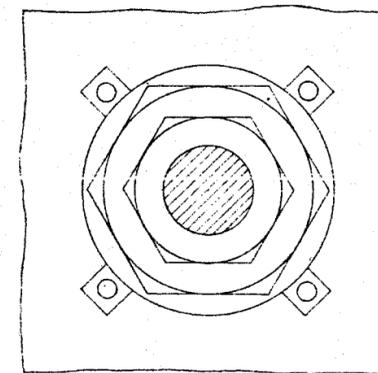
CORTE A-B



Escala 1:5

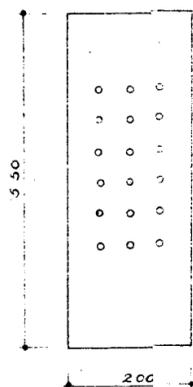


Escala 1:1



ESQUEMAS

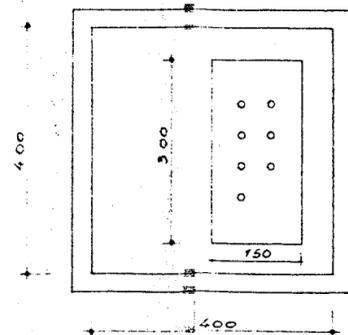
15 Quadrip.+3 Trip.



Quantidades

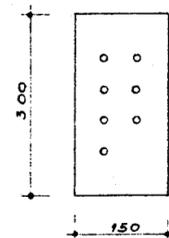
2

4 Quadrip.+3 Trip.



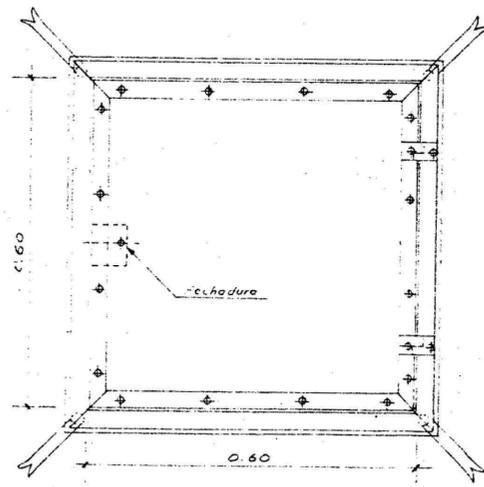
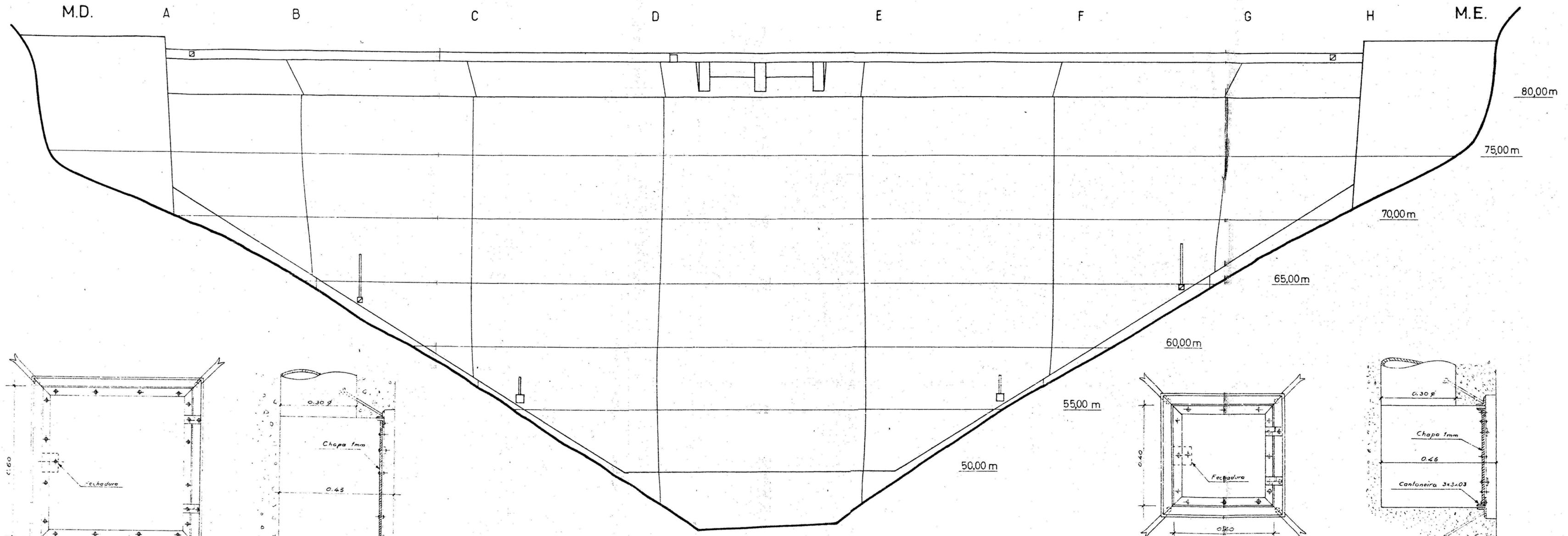
2

2 Quadrip.+ 5 Trip.

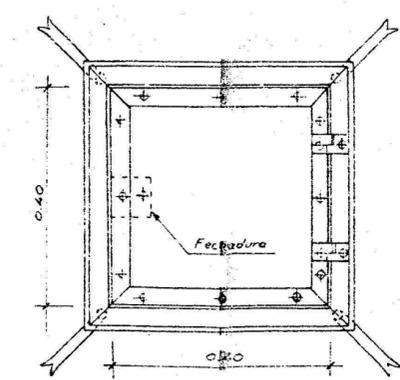
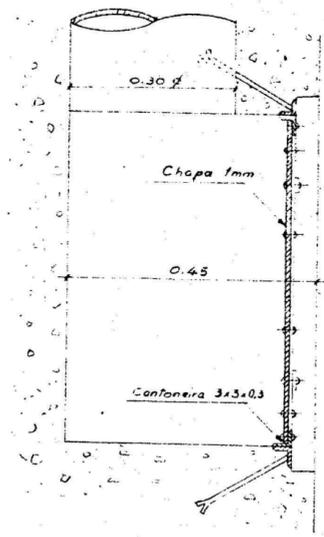


2

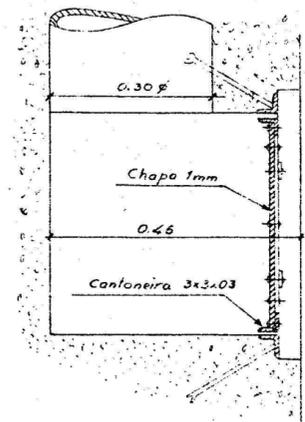
<p>ESCALAS 1/1 1/5</p> <p>EST. <i>N. J. Silva</i> DES. <i>M. J. Silva</i> VERIF. <i>N. J. Silva</i> APROV. <i>M. J. Silva</i></p>	<p>M. O. P. LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL SERVIÇO - SECÇÃO DE BARRAGENS</p> <p>BARRAGEM DE ODEÁXERE</p> <p>TOMADAS E QUADROS</p>	<p>PROC. III-II-814 C. D.</p> <p>N.º DE ARQUIVO</p>
---	---	---



ESCALA 1:10



ESCALA 1:10



- CONVENÇÕES
- TUBO DE FIBROCIMENTO $\phi = 30$ cm
 - CAIXA DE 40x40x45 cm
 - CAIXA DE 60x60x45 cm

1:10 1:200
 A. Silva
 B. Silva
 C. Silva

II BARRAGENS
 BARRAGEM DE ODEÁXERE
 TUBOS E CAIXAS NO BETÃO

III-II-814



www.lnec.pt/

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA • PORTUGAL
tel. (+351) 21 844 30 00 • fax (+351) 21 844 30 11
lnec@lnec.pt www.lnec.pt