

Sistema Adutor Metropolitano

- SAM -

Aspectos de Projetos

Eng.º PAULO FERREIRA (*)

1 — INTRODUÇÃO

O Sistema Adutor Metropolitano SAM, é representado pelo conjunto de linhas adutoras, reservatórios de distribuição, e estações elevatórias, com a finalidade de transportar a água dos diversos Sistemas Produtores aos centros de distribuição.

Este artigo procura analisar alguns aspectos do projeto e da construção, abordando ainda que parcialmente, as experiências obtidas, buscando os objetivos a seguir.

2 — OBJETIVOS

2.1 Analisar problemas envolvidos na escolha do caminhamento de adutoras de grande porte nos centros urbanos. O uso do sub-solo.

2.2 Apresentar os critérios utilizados no dimensionamento das chapas dos tubos de aço e dispositivos de proteção.

2.3 Abordar a utilização de desenhos padrões que possibilitem economia no detalhamento, e melhores condições de suprimento de materiais para construção e manutenção.

3 — PROJETO DO CAMINHAMENTO — USO DO SUB-SOLO

O ramo pioneiro do SAM foi o NORTE, cujos diâmetros variam de 600 mm até 2.100 mm, e que se desenvolve a partir da ETA-GUARAÚ; caminhando para leste alcança São Miguel Paulista, para Oeste o Município de Osasco. Na direção Sul há uma linha que atinge, no centro da cidade de São Paulo, o Reservatório da Consolação, com o diâmetro de 1.800 mm em toda extensão.

Nos grandes centros urbanos, as condições ideais representam objetivos raramente atingíveis. As adutoras veiculam grandes vazões e, portanto, são de grandes diâmetros; os problemas de remanejamentos de trânsito são ponderáveis, e a densidade de utilidades públicas no subsolo é considerável. Nem sempre o menor caminhamento pode ser se-

guido ou por causa do arruamento estreito e não uniforme, ou então pelos transtornos que poderiam ser causados à população em ruas de grande intensidade de trânsito.

No caso específico de São Paulo, e, em particular no SAM-NORTE, estes problemas foram bastante significativos, e os seus principais aspectos são analisados nos itens seguintes:

3.1 Travessias de córregos

Os fundos de vale representam potencialmente regiões por onde grandes avenidas irão se desenvolver. Nessa oportunidade uns serão retificados, outros canalizados.

Através de entendimentos com os órgãos Municipais se conseguiu compatibilizar as necessidades de cotas para chegada das galerias, e a passagem das adutoras.

Outras vezes, são os interceptores de esgoto que se desenvolverão ao longo destes cursos d'água, exigindo entendimentos para fixação de profundidades.

(*) Coordenador de Projetos da Diretoria de Construção e Professor Assistente da Escola de Engenharia Mackenzie.

A esta necessária colaboração sem dúvida corresponde o menor custo final, e um melhor serviço prestado à população.

3.2 Travessia de Rios

Cursos d'água de maior porte além de exigir os cuidados anteriores, exigem também projetos especiais; quando a travessia é aérea, tem sido adotado o arco portante que é uma solução econômica e elegante (3 arcos sobre o Rio Tietê); em outros casos tem sido adotado o assentamento dos tubos sobre apoios de concreto. Em qualquer situação o ajuste do comprimento livre da travessia é precedida de entendimentos com a entidade responsável pelas condições do rio.

A figura 1 apresenta uma travessia sobre o Rio Tietê em arco portante, diâmetro: 1,80 m; vão: 101,00 m.

3.3 Travessias de estradas de ferro e de rodagem

São obras que exigem uma coordenação e entendimentos prévios da maior relevância. Somente o SAM-NORTE atravessa por três vezes linhas ferroviárias de grande intensidade de tráfego; tanto de populações que demandam aos subúrbios, quanto de cargas para Santos e Rio de Janeiro.

Os diâmetros das adutoras (1,50 m em duas delas e 1,80 m na outra) exigiram soluções cuidadosas, estudos apurados e execução acompanhada com o maior critério.

O método de construção que melhor se adapta às necessidades é o não destrutivo, e, o processo de construção pode ser por perfuração do terreno com macaco hidráulico (TO-1 Pirituba) ou por escavação manual do túnel e escoramento por segmentos corrugados, justapostos, que formariam um tubo camisa para a adutora.

Normalmente, o tubo camisa excede o diâmetro da adutora em cerca de 1,00 m; este valor depende do comprimento da travessia, e da possibilidade de construção ou não de poço intermediário.

Casos há em que o diâmetro do tubo camisa precisa ser aumentado em função das condições de trabalho, do solo, do nível do lençol freático, da consistência do terreno, do grau de controle do alinhamento do tubo camisa, do comprimento do tubo da adutora, etc.

Providência importante para a segurança da obra, é preencher-se com argamassa de cimento bombeado, paulatinamente ao andamento da frente de serviço, as irregularidades que ficam na escavação do terreno em contato com o tubo camisa. Temos adotado também o critério de preencher o vazio entre a adutora e o tubo camisa com argamassa de cimento e areia no traço de 100 kg/m³.

As soluções técnicas demandaram longos entendimentos, e possibilitaram a participação colaboradora dos técnicos ferroviários que sempre ofereceram condições para o eficiente andamento das obras. Não obstante, a atenta e vigilante presença dos técnicos responsáveis, foi fator preponderante para que os problemas que surgiram nas frentes de serviço fossem resolvidos sem demora, preservando-se de riscos, o intenso tráfego que,间断地 se processava sobre os trilhos.

A figura 2 ilustra um caso típico.

3.4 Linhas de utilidades públicas enterradas

Sem dúvida um dos grandes desafios que existe nas construções em vias públicas está o fato de que, apesar dos esforços que são feitos, não se poder contar com cadastros confiáveis e atualizados das utilidades públicas existentes no sub-solo. Não se encontram ainda disponíveis normas para sua utilização.

Não raro, este fato inviabiliza um traçado, impondo soluções de maior comprimento, transtornos à população, morosidade e mesmo paralisação das obras.

Para minimizar a ocorrência de acidentes em linhas de outras concessionárias, e também nas redes de água e esgotos da própria SABESP, foi executado um amplo levantamento por todas as ruas por onde passaram as tubulações da adutora.

Este trabalho apresentou as seguintes fases:

a) consulta aos cadastros das entidades;

b) desenho e análise de sua compatibilidade na região (esc. 1:500);

c) verificação no campo:

- inspeção visual na superfície.
- varrição com aparelhos de geofonia.

- confirmação com furos e valas estreitas de pontos ainda obscuros.

- marcação com tinta na superfície de todas as interferências, indicando as profundidades, diâmetros, dimensões das caixas, etc.

- locação topográfica.
- desenho nas escalas 1:500 e 1:200, conforme a densidade de interferências.

Desta forma a segurança total, no aspecto ruptura de tubulações enterradas se mostrava bastante provável, uma vez que no pavimento era indicado com clareza as posições e as cotas de todo o sub-solo ao longo do trecho onde seriam abertas as valas.

As utilidades públicas deveriam ser escoradas ou remanejadas, causando o menor transtorno ao usuário.

Esta forma de atuação apresentou um índice irrisório de acidentes e, ao mesmo tempo possibilitou a formação de um acervo de desenhos ao longo de todo o SAM que está disponível na SABESP, e que indicam com clareza a necessidade urgente de normalização para o uso do sub-solo, e adequada utilização e atualização do cadastro existente.

A fig. 3 e 4 ilustram trechos de grande densidade de interferências no sub-solo.

3.5 Trânsito

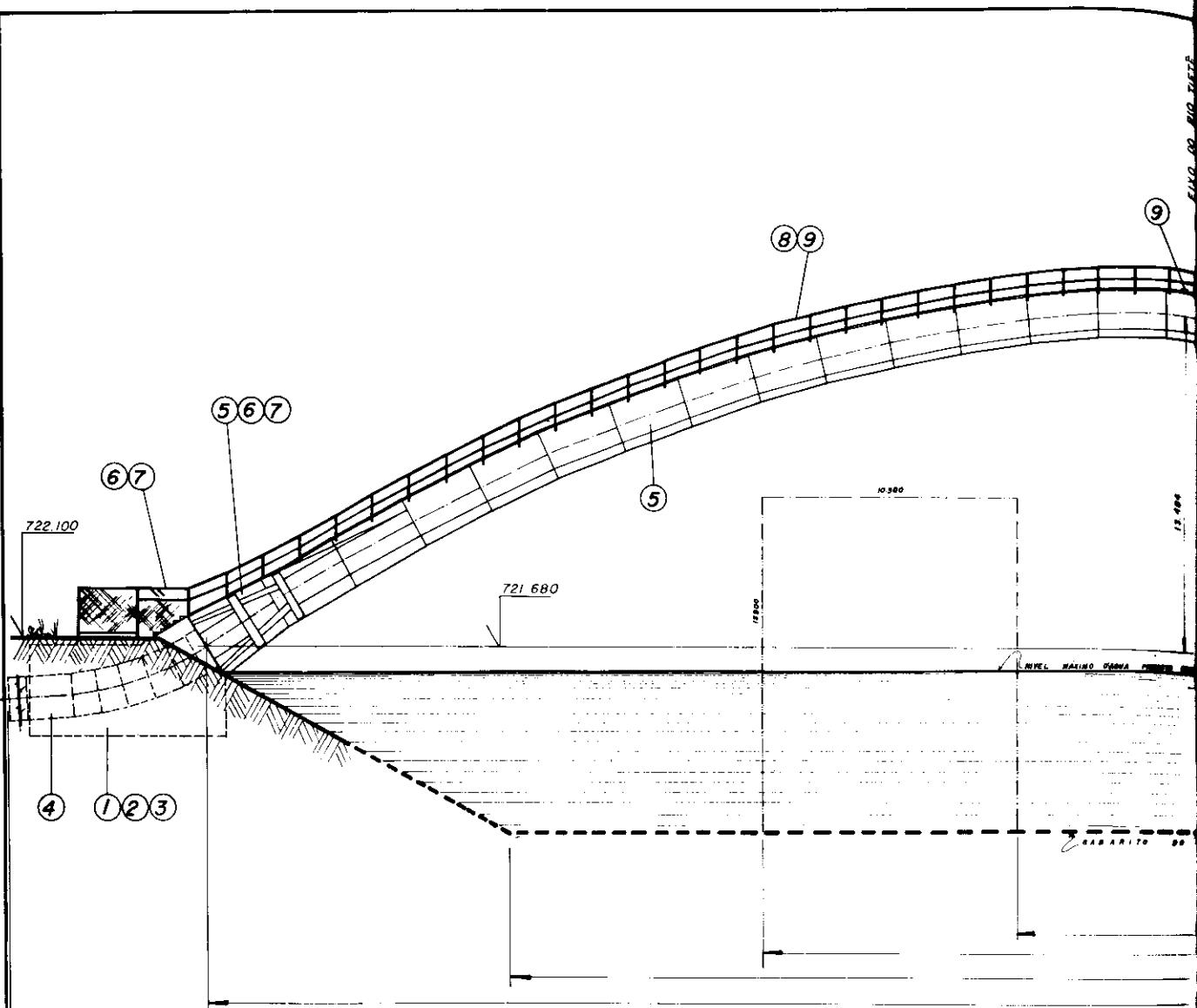
É um outro fator da maior importância. Os remanejamentos de tráfego feitos com critérios técnicos, e por períodos de tempo bem determinados, foram executados com a colaboração prestativa e atenta das entidades de trânsito.

As travessias de ruas de tráfego intenso obedeceram a projetos que procuravam oferecer condições de segurança aos veículos e às obras: muitas vezes o trânsito local era de tal ordem, que não era viável a abertura de valas transversalmente à via pública, mesmo em períodos noturnos. Dessa forma, optou-se por métodos não destrutivos dos pavimentos, semelhantes aos utilizados para travessias em ferrovias e rodovias.

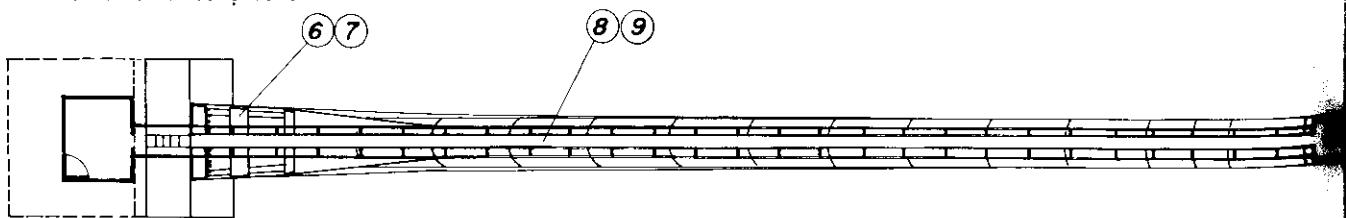
Apenas para fixação de grandezas, no SAM-CENTRO foram executadas 14 travessias por método não destrutivo com comprimentos variando de 20 m a 170 m, todas por necessidades de tráfego.

4 — DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES

O modelo matemático dos recursos hídricos disponíveis e das necessidades de consumo da população, oferecem os parâmetros para a determinação dos diâmetros das tubulações.

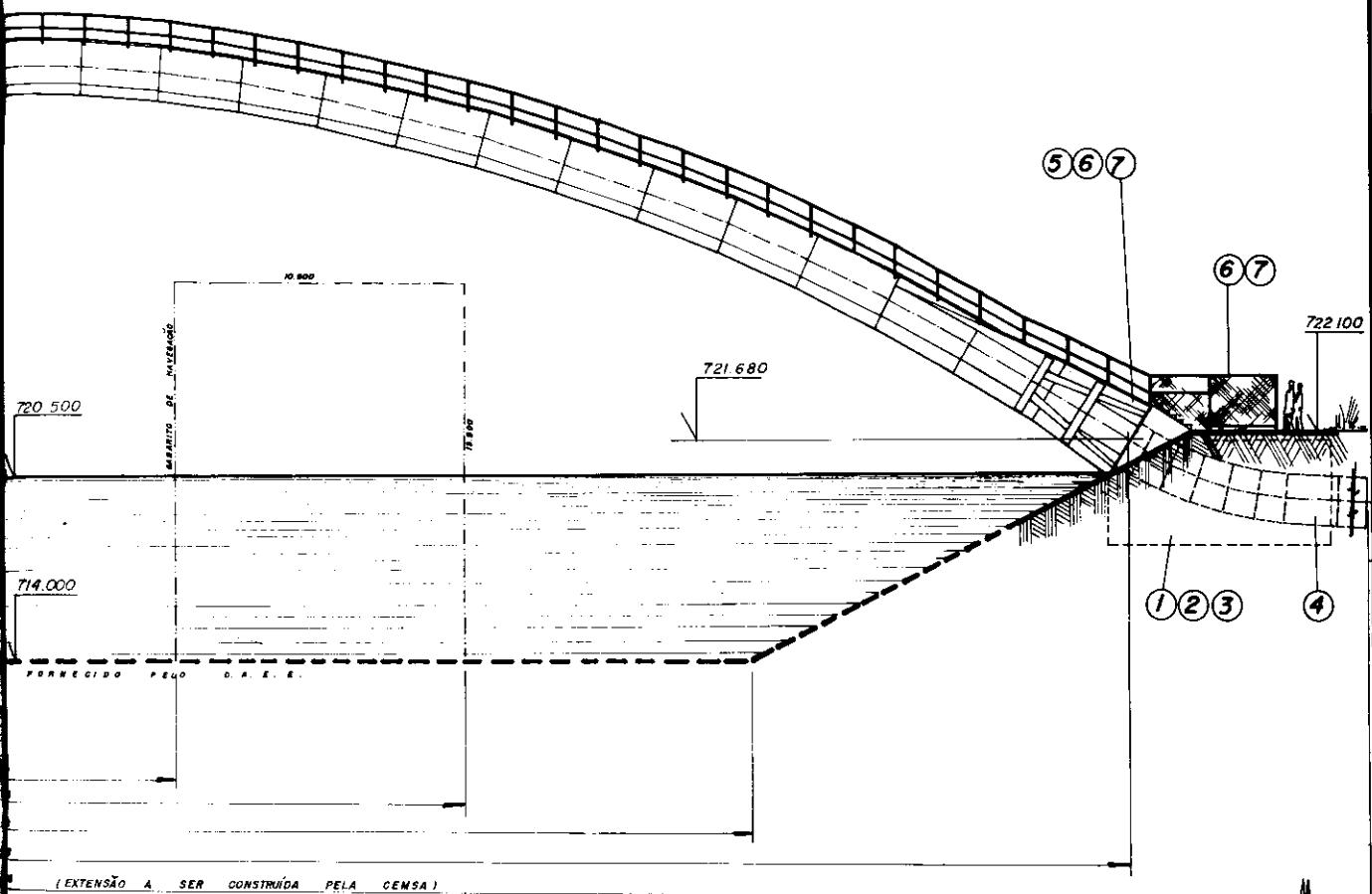


ELEVACÃO

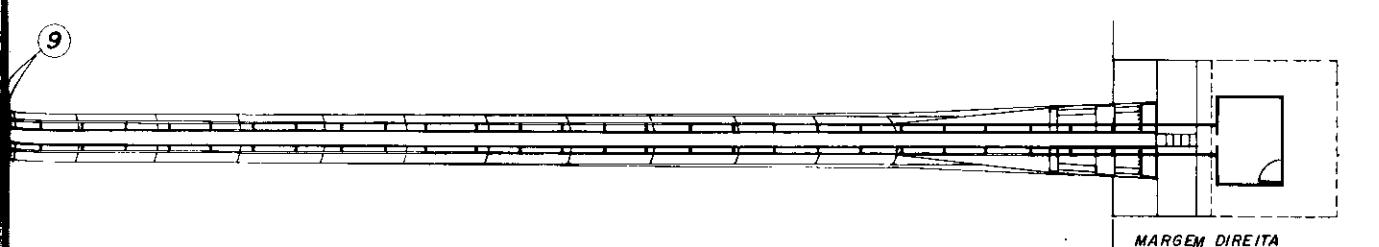


MARGEM ESQUERDA

PLANTA



(EXTENSÃO A SER CONSTRUÍDA PELA CEMSA)



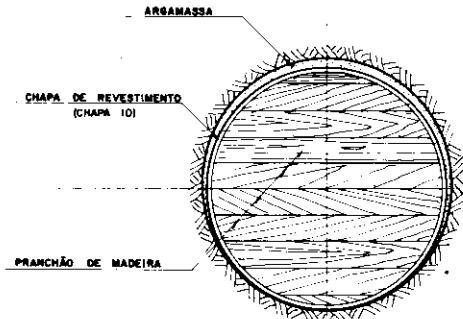
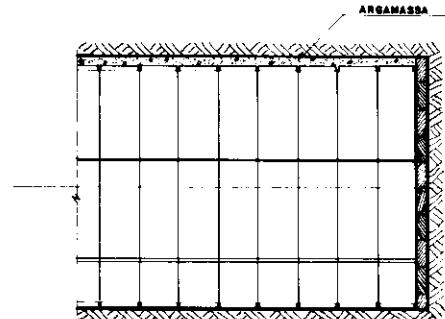
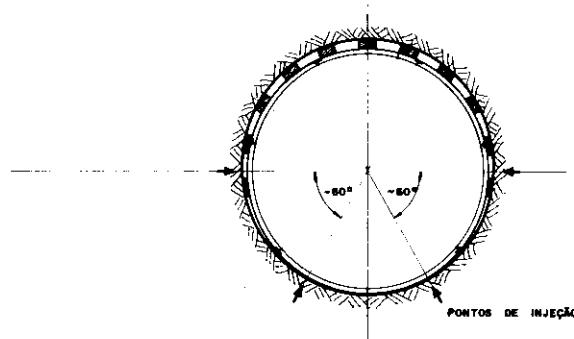
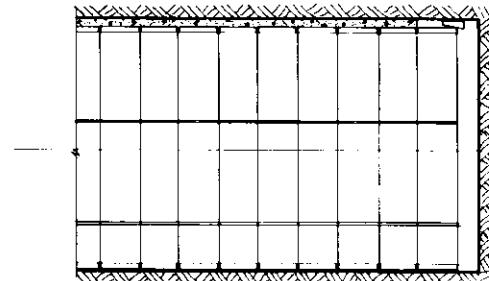
NOTAS - // todas as cítrias em mm salvo indicadas.

9	PASSARELA METÁLICA - DETALHES	RG 0683
8	PASSARELA METÁLICA - CONJUNTO	RG 0682
7	DETALHE DA FIXAÇÃO DA TUB. NO BLOCO (II)	RG 0664
6	DETALHE DA FIXAÇÃO DA TUB. NO BLOCO (I)	RG 0663
5	TUBULAÇÃO AÉREA	RG 0648
4	TUBULAÇÃO EMBUTIDA	RG 0649
3	ARMADURAS DAS FUNDACÕES	RG 0660
2	FÓRMAS DAS FUNDACÕES	RG 0658
1	LOCACAO DAS ESTACAS	RG 0659
POSSO N°	TÍTULO DO DESENHO	Nº CEMSA
	DESENHOS	REFERÊNCIA

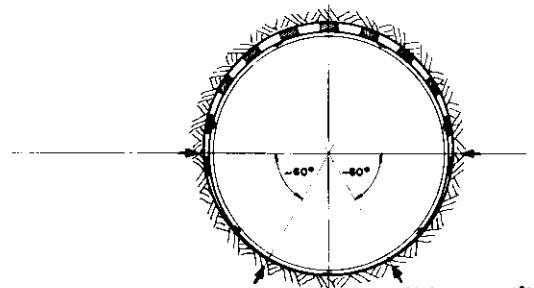
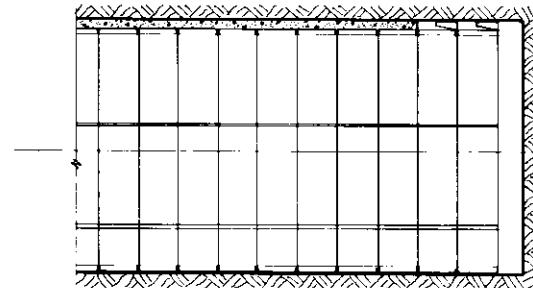
APROVAÇÕES			
CARTEIRA	DATA	COM A.S.P.	DATA
GER. <i>Ruyolito M. de Souza</i>	30-3-71	GER.	
PROJ. <i>V. S. J.</i>		PROJ.	<i>29-3-71</i>
VER. <i>S. H.</i>		VER.	<i>29-3-71</i>
VISTO <i>S. H.</i>		VISTO	
APROV. <i>Paraná</i>		APROV.	<i>29-3-71</i>
SERIE 36 N.º 37 LRG. 0691		ARMONIA	

SISTEMA ADUTOR METROPOLITANO (SAM)
DISTRIBUIDOR PRINCIPAL SUL
TRAVESSIA AÉREA SÔBRE O RIO TIETÊ
TS) CASA VERDE

1:125

SITUAÇÃO ATUALFASE 2

- RETIRADA DOS PRANCHÕES DA 1/2 SEÇÃO INFERIOR.
- ESCAVAÇÃO DA 1/2 SEÇÃO INFERIOR.
- MONTAGEM DAS QUATRO CHAPAS RESTANTES DEIXANDO A FURAÇÃO PARA INJEÇÃO CONFORME INDICADO.
- COLOCAÇÃO DAS CUNHAS RESTANTES E ENCRUAMENTO DO CONJUNTO.

FASE 4

- ESCAVAÇÃO DO RESTANTE DA SEÇÃO CONFORME A FASE 2.
- COMPLEMENTAÇÃO DO SEGUNDO ANEL. (IDEM FASE 2)

NOTAS

- 1- A PRESSÃO DE INJEÇÃO DEVERÁ ESTAR EM TONTO DE $0,8 \text{ kg/cm}^2$.
- 2- TRACO DA ARGAMASSA $(1:1,5 \text{ DE CIMENTO : 1,0 DE AREIA})$ PRA 1: 0,02 MM / 1: 24,2 DE ÁGUA. DU₁ SACO DE CIMENTO: 200,0 DE AREIA: 144,0 DE ÁGUA.
- 3- OS RECALQUES SUPERFICIAIS DEVERÃO SER RIGOROSAMENTE CONTROLADOS.
- 4- OS TRABALHOS DEVERÃO SER EXECUTADOS Vinte E Quatro HORAS POR DIA, SEM INTERRUPÇÃO DO CICLO.
- 5- NOS CASOS EXCEPCIONAIS DE INTERRUPÇÃO OBRIGATÓRIA A FRENTE DEVERÁ SER "ESCORADA" IMEDIATAMENTE.
- 6- AS CHAPAS TERÃO ESPESSURA DE 3,62 mm (M50 10)

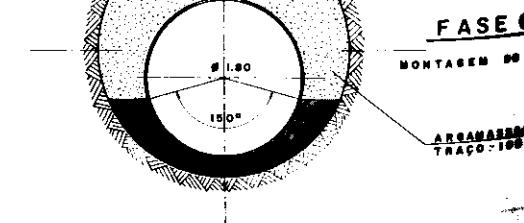
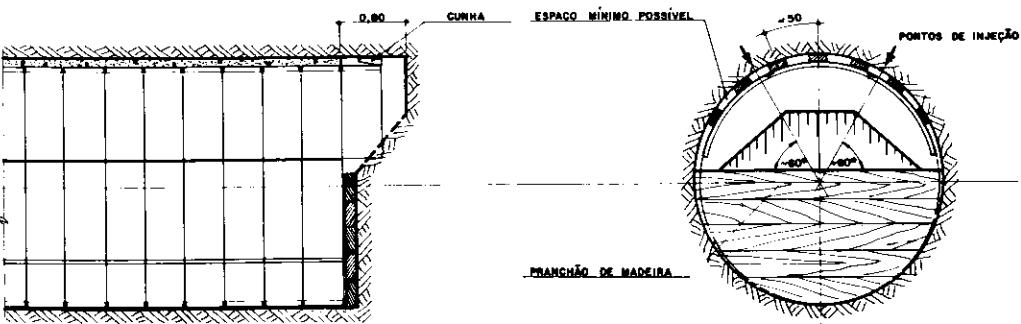


Figura 2

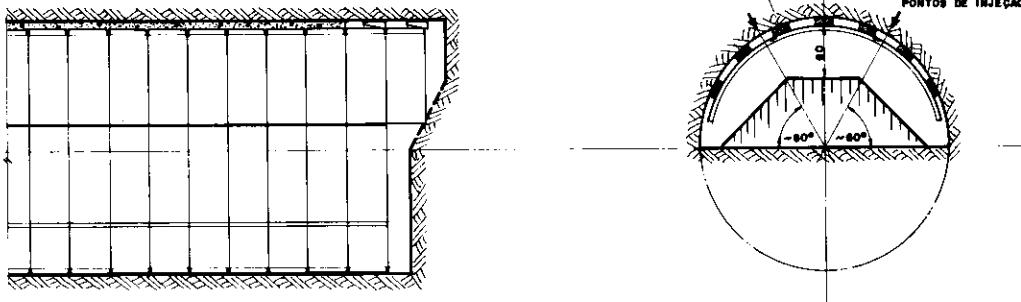
Nº	DATA	REVISÃO	POR	Aprov. e Assin.	Vista e Acello	DATA	Dessenhos de Referência	Número	Notas

FASE 1



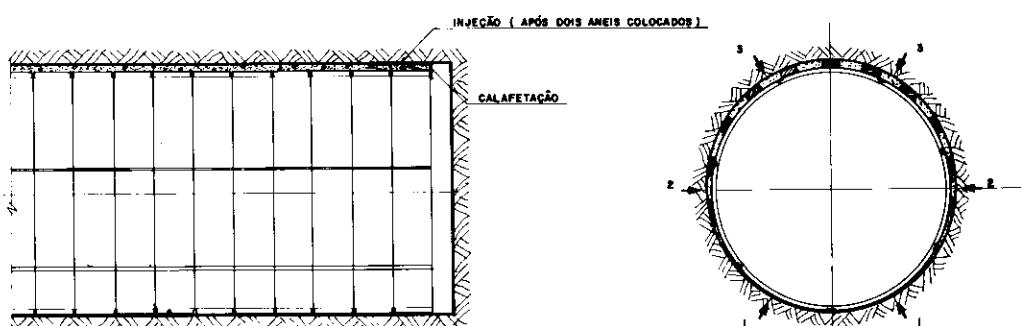
- RETIRADA DOS PRANCHÕES DA METADE SUPERIOR.
- ESCAVAÇÃO DA 1/2 SEÇÃO SUPERIOR NUM AVANÇO DE 0,80 PERIFERICAMENTE, DEIXANDO-SE UM NÚCLEO DE SUPORTE.
- MONTAGEM DAS TRES CHAPAS SUPERIORES DEIXANDO A FURAÇÃO NA POSIÇÃO ADEQUADA PARA INJEÇÃO CONFORME INDICADO.
- COLOCAÇÃO DAS CUNHAS (SEM BATER).

FASE 3



- ESCAVAÇÃO PARCIAL DA METADE SUPERIOR CONFORME ESQUEMATIZADO NA FASE 1
- MONTAGEM E ENCRUZAMENTO DAS TRES CHAPAS SUPERIORES. (IDEM FASE 1)

FASE 5



- CALAFETAÇÃO DA FRENTES DAS CHAPAS.
- INJEÇÃO DE ARGAMASSA SEGUNDO SEQUENCIA INDICADA NA SEÇÃO ACIMA.

1 - PRIMEIRA FASE DE INJEÇÃO.
2 - SEGUNDA FASE DE INJEÇÃO.
3 - TERCEIRA FASE DE INJEÇÃO ATÉ O TOTAL PREENCHIMENTO DOS VAZIOS.

PREENCHIMENTO C/ ARGAMASSA

AREIA

Assinatura			COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO		
			E.S.C. 1:40		
			R. FL VBT-T-20-01		
ESCRITÓRIO TÉCNICO J.C. DE FIGUEIREDO FERRAZ LTDA.	Data 18/9/77	SABESP	APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO EXIME A PRO-JETISTA DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.		
DN: <i>Hercílio</i>		Verificação Superv. Projetos Superv. Engenharia	Verificação <i>JF</i>	24.5.77	SABESP
Proj. <i>Hercílio</i>					ASSUNTO: EBOQUEMA EXECUTIVO TÚNEL
Ver.					Nº 9102.010-BG
Apres. Crie					

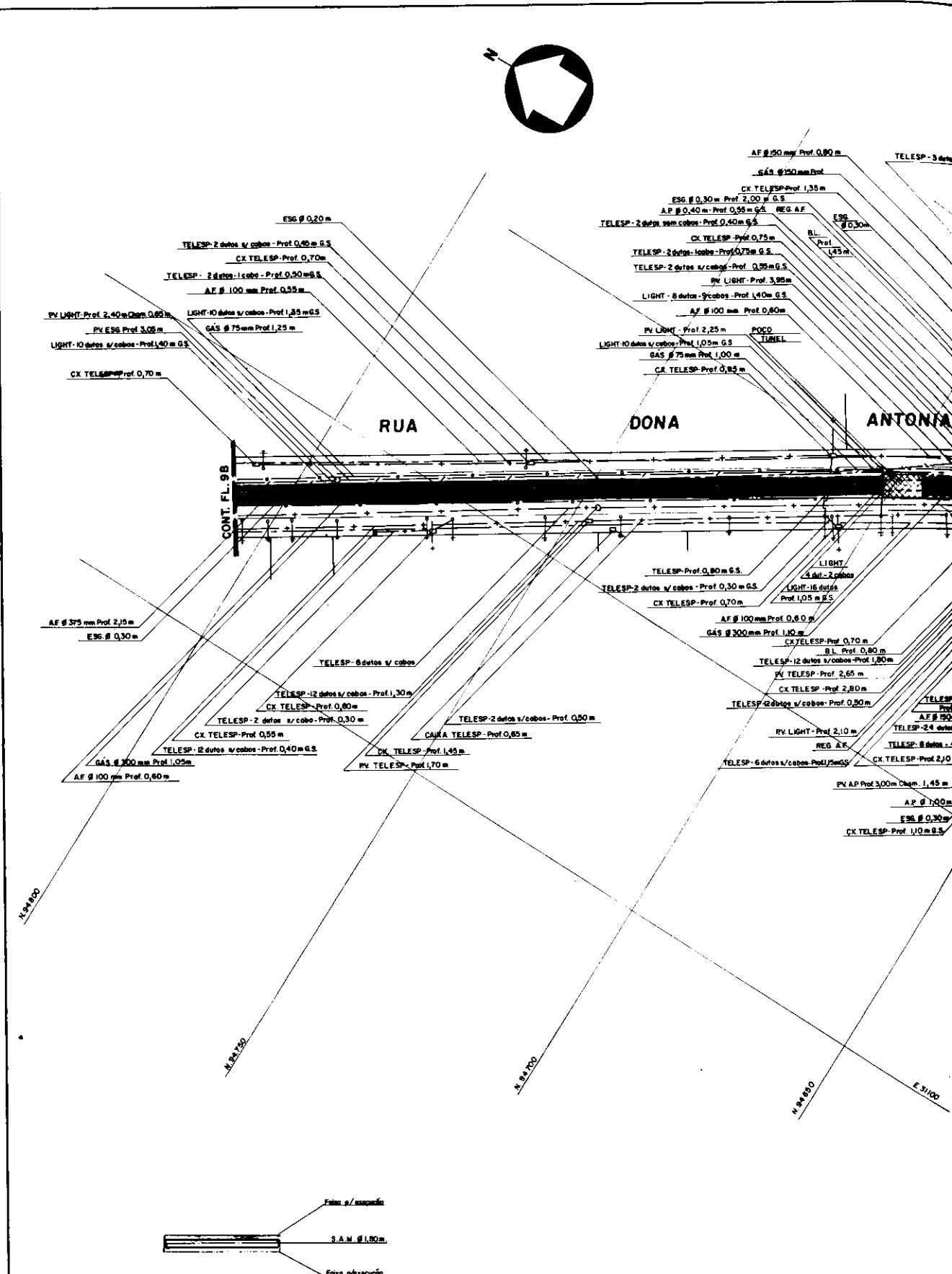
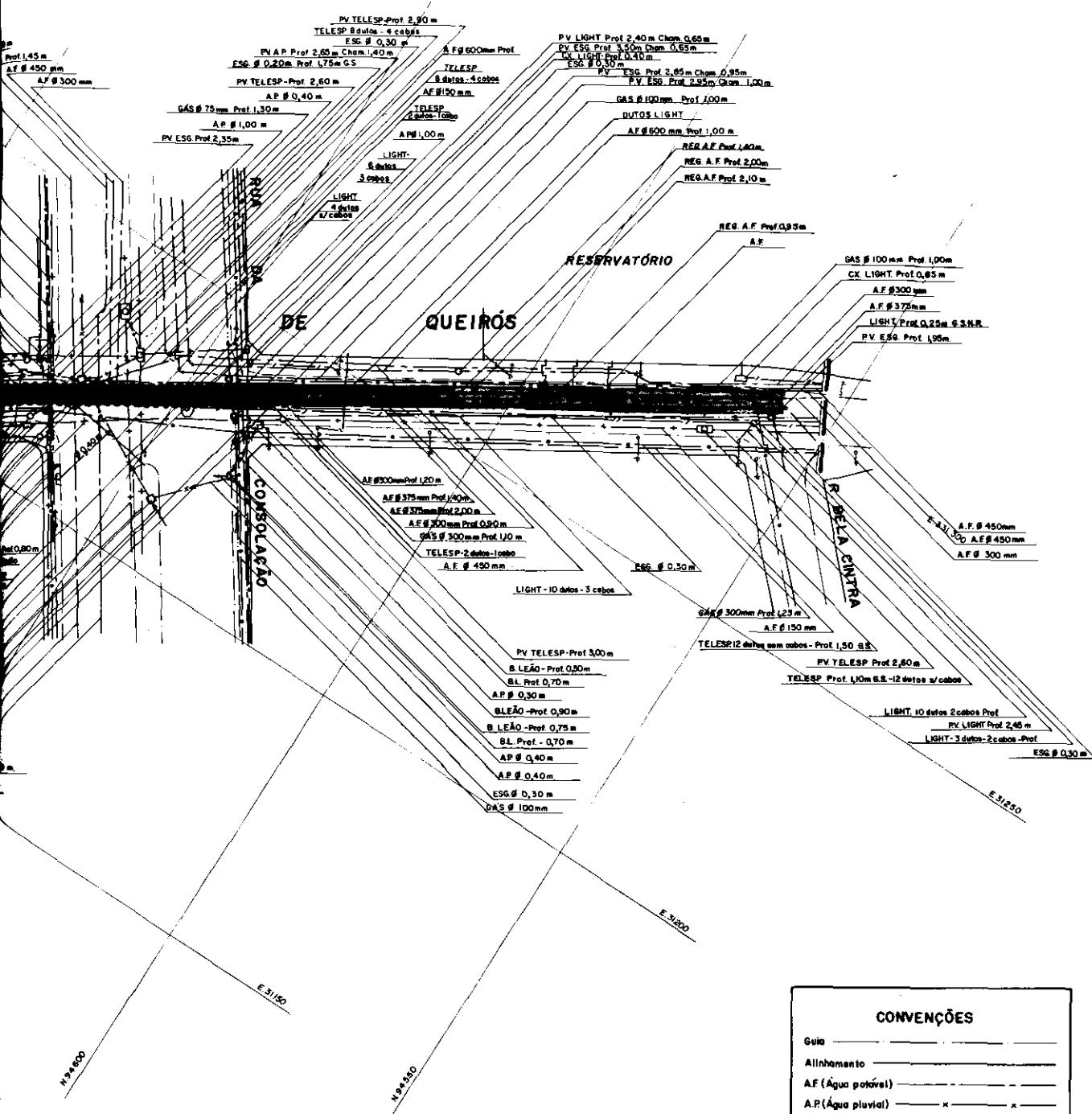


Figura 3

ESCALA 1:500



Sugestões para Remanejamentos de Interferências

A-COM A ADUTORA:

Linha de A.F.(Água Potável) Ø 375mm (Rua Antônio de Queiroz entre Rua Hembé e Rua da Consolação).

Linha de A.F.(Água Potável) Ø 300mm (Rua Antônio de Queiroz entre Rua da Copacabana e Rua Bela Cintra).

Linha de Esgoto Ø 0,30m (Rua das Antas de Queiroz entre Rua Hembé e Rua do Conselheiro).

B-COM A EXECUÇÃO:

No Tér

CONVENÇÕES	
Guia	_____
Alinhamento	_____
A.F. (Água potável)	_____
A.P. (Água pluvial)	_____ x _____ x
Esgoto	_____
Gás	_____ + _____ + _____
Light	_____ / _____ / _____ / _____
TELESP	+ _____ + _____ +
Obs:	Tensão de < 70m. de extensão.
CADASTRADO EM ABRIL / 1976	

APROVAÇÕES

Sk hema		DATA	SABESP	DATA
DESEN.	A. CLAUDIO	REVISÃO	2/5/76	DESEN.
INTERF.	Engº LUIS J. M.			PROJET
VERIF.	Engº L. LAPA			VERIF
CONSULT.	Doutor Engº FURCH			VISTO
APROV.				APROV.
NP INTERNO				

CIA. DE SANEAMENTO BÁSICO DO EST. DE SÃO PAULO
Rua Dona Antonia de Queiroz com Rua da Consolação

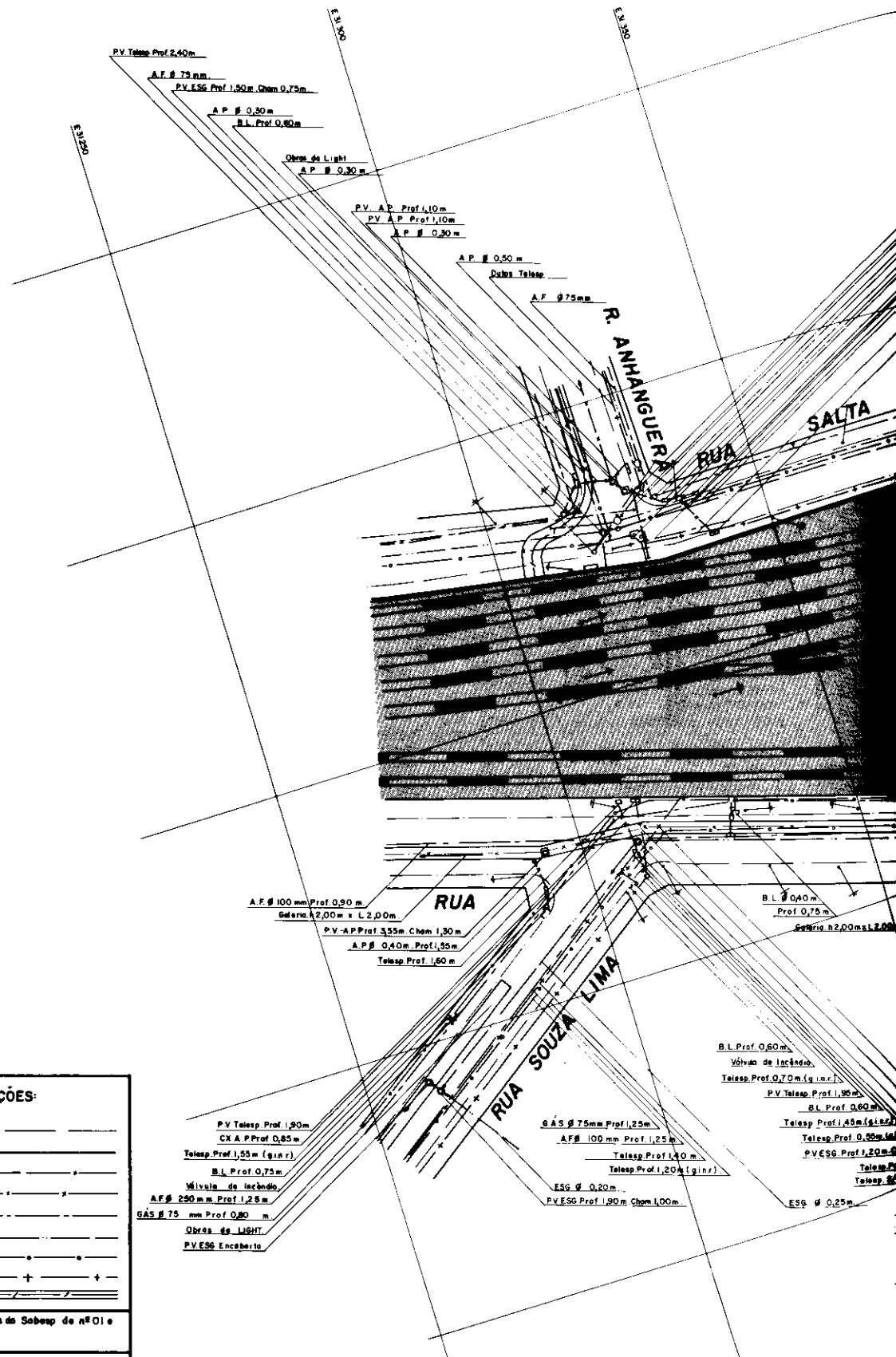
LEVANTAMENTO PRELIMINAR DE INTERFERÊNCIAS



ESCALA 1:500

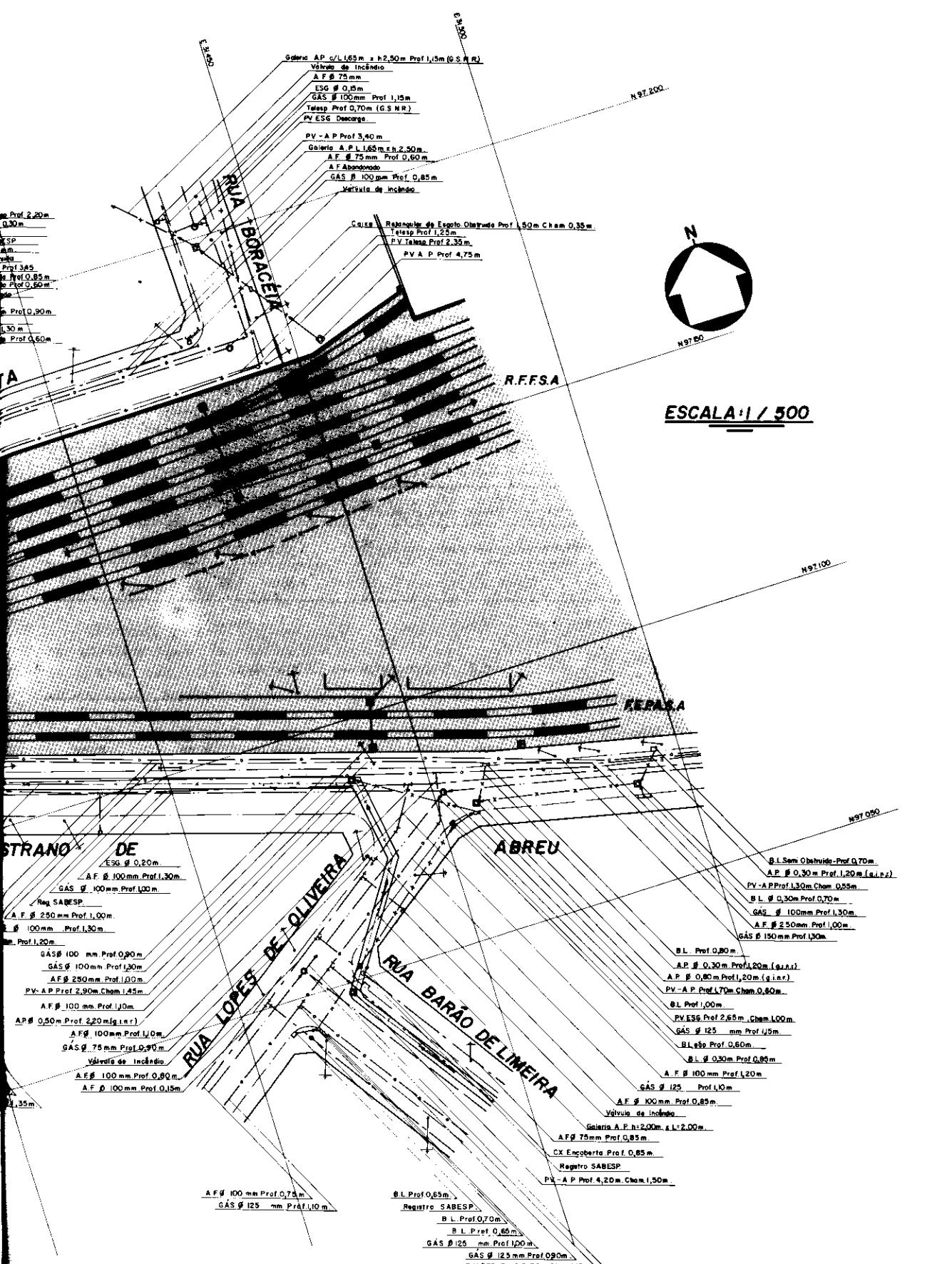
R. FL. IOB

IV-S 12/2 / 1
9102-148-B22



DIM A1 10/75 10/23

NOTAS
IX-S184/1
S.A.M. NORTE - Trecho
Distribuidor Principal
Travessia Sob R.F.
e F.E.P.A.S.A.



APROVAÇÕES		CIA. DE SANEAMENTO BÁSICO DO EST. DE SÃO PAULO	
Skhema	DATA	SABESP	DATA
DESEN CASCONI	15-04-76	DESEN	
INTERF. LUIS		- PROJET.	
VERIF. L. A LAPA		- VERIF.	
CONSULT. FURCK		- VISTO	
APROV.		APROV.	
Nº INTERNO			

LEVANTAMENTO
PRELIMINAR de
INTERFERÊNCIAS



Para o dimensionamento das espessuras das chapas dos tubos, foram utilizadas as teorias de A. Marston e M. G. Spangler e, para tal, as especificações de construção foram revistas de forma a ajustá-las aos novos critérios de projeto.

Nos estudos de viabilidade econômica, verificou-se que a utilização de um adequado método construtivo conduziria a economia da ordem de 100% nas espessuras das chapas a serem utilizadas.

Basicamente se procurava prover as tubulações de condições de assentamento onde os controles da qualidade dos serviços deveriam ser colocados ao nível das hipóteses assumidas no projeto.

Com a finalidade de proteger o tubo dos equipamentos de compactação e, também, para possibilitar atingir um grau de adensamento no aterro em particular na parte inferior da tubulação, foi projetada uma envoltória de areia com espessura de 30 cm.

A compactação da areia com água e vibradores de imersão, possibilitou atingir as condições preconizadas no projeto. O controle desse adensamento foi efetuado pelo ensaio de cone (ASTM D1556).

4.1 Determinação das espessuras

Obs.: Este cálculo é mostrado em unidades do sistema inglês para facilitar a utilização de tabelas existentes; não obstante, o desenho 9000-066-LI fornece a correspondente espessura no Sistema Métrico.

a) Carga de terra sobre o tubo

Como o tubo é flexível e irá defletir verticalmente, transmitindo parte da carga para as paredes da vala, a carga vertical atuando na tubulação, é obtida através da equação de Marston, multiplicada pelo diâmetro do tubo, e pela largura da vala, isto é:

$$W_c = C_d \cdot \gamma \cdot B_d \cdot B_c$$

B_d = largura da vala no topo do tubo (pé).

B_c = diâmetro externo do tubo (pé).

γ = peso específico do material de aterro* 120 lb/pé³.

C_d = coeficiente de carga.

$$C_d = \frac{1 - e^{-2 K' \mu H/B_d}}{2 K' \mu}$$

e = base dos logarítmos naturais = 2.71828.

$K' \mu$ = Produto de coeficiente de empuxo lateral de Rankine pela tg ϕ (coeficiente de atrito do terreno).

b) Carga móvel

$$W_t = \frac{1}{A} \cdot I_c \cdot C_t \cdot P$$

W_t = carga média por unidade de comprimento do tubo (lb/ft linear de tubo).

A = comprimento da seção do tubo na qual a carga é considerada (pé).

I_c = coeficiente de impacto.

C_t = coeficiente de influência.

P = carga concentrada de superfície 16.000 lb.

c) Exemplo de cálculo para tubo $\varnothing 1.50$ m (60") com diversos níveis de cobertura de terra.

c.1) Carga do aterro

Diâmetro do tubo	B_d (pés)	B_c (pés)	H (pés)	H/B_d	C_d	$\gamma B_d B_c$	w_c lb/pé
60"	7.0	5.0	4	0.57	0.51	4.200	2.140
			6	0.86	0.78		3.280
			8	1.14	0.96		4.030
			12	1.72	1.40		5.880
			16	2.28	1.80		7.560
			20	2.86	1.99		8.360

c.2) Sobrecarga — Carga viva

Diâmetro do tubo	B_c pés	H pés	$\frac{I_c P}{A}$	C_t	w_t lb/pé	Carga Aterro lb/pé	C. total lb/pé
60"	5	4	16.000 3	0.315	1.680	2.140	3.820
		6		0.165	880	3.280	4.160
		8		0.100	530	4.030	4.560

Em projeto, adotou-se como espessura mínima, a que resultou da soma das carga morta e viva para 8' de cobertura.

c.3) Cálculo da deflexão

A equação de Spangler é:

$$DX = \frac{D \cdot K w r^3}{EI + 0.0614 E' r^3}$$

Onde:

DX = deflexão horizontal do tubo.

D = fator de deflexão = 1.0.

K = constante de apoio = 0.085 para um ângulo de assentamento 150°.

w = carga de aterro atuando sobre o tubo (lb/pol. linear).

r = raio externo do tubo.

E = módulo de elasticidade do aço (3×10^4 psi).

I = momento de inércia da seção transversal do tubo (pol.⁴/pol. em tubo).

E' = módulo de reação do solo (psi) que é o produto do módulo de resistência passiva do material de aterro pelo raio do tubo.

assumido: 700 psi para o grau de compactação de 90% (P N).

Com os valores acima, podemos preparar os dados para o dimensionamento da seguinte forma:

$$\Delta x = \frac{1.0 \times 0.085 \times w r^2}{30 \times 10^4 \times \frac{r^2}{12} + 0.0814 \times 700 r^2 \times 12}$$

$$30 \times 10^4 \cdot r^2 \cdot \Delta x = 512 \cdot \Delta x \cdot r^2 = 0.085 \cdot w r^2$$

$$t = \frac{0.085 \cdot w r^2 - 512 r^2 \cdot \Delta x}{30 \times 10^4 \cdot \Delta x}$$

$$\Delta x = ?$$

$$\Delta x = 60^\circ \text{ de diâmetro}$$

$$t = \frac{0.085 \times 30^2 \cdot w - 512 \times 30^2 \times 1.05}{30 \times 10^4 \times 1.05}$$

$$t = \frac{2300 w - 14.5 \times 10^6}{31.5 \times 10^4}$$

Diâmetro (pol.)	H. Cobert. (pés)	w lb/pé	t (pol.)
60	8	4030	0.312*
	12	5880	0.312*
	16	7560	0.450
	20	8360	0.531

* Espessura mínima

c.4) Verificações

c.4.1) FLAMBAGEM

A expressão teórica de Love, pode ser utilizada para a determinação da espessura necessária para resistir ao efeito da deformação de Flambagem devida à pressão externa:

$$t = D \frac{P}{65 \times 10^6}^{1/3} \quad \text{ONDE}$$

$$P = \frac{w}{12 \cdot d}$$

Assim, no exemplo teremos: (ver Quadro "A").

c.4.2) PRESSÃO INTERNA

A espessura de chapa necessária devida à pressão interna é dada pela expressão:

$$t = \frac{P \cdot D}{2 \delta D}$$

t = espessura da chapa (pol).
D = diâmetro do tubo (pol).
P = pressão interna (psi).
T = tensão de escoamento da chapa = 16.500 psi.

Diâmetro (pol.)	Pressão Int. (psi)	Espessura (pol.)
60	100	0.182
	125	0.227
	150	0.272
	175	0.321

QUADRO "A"

Diâmetro (pol.)	Alt. Cobert. pe	Carga Ext. Lb/pe	P = w/12 D Lb/pol. ²	(P/65 × 10 ⁶) ^{1/3}	t (pol.)
60	8	4030	5.60	0.0043	0.259
	12	5880	8.17	0.0050	0.301
	16	7560	10.50	0.0054	0.324
	20	8360	11.70	0.0056	0.339

c.4.3 COLAPSO

Admitindo-se um vácuo que pro-

porcione uma pressão de 15 psi, pe-
la expressão de Love obteremos:

Diâmetro (pol.)	Cobert. (pés)	P (psi)	(P/65-10 ⁶) ^{1/3}	t (pol.)
60	8	20.60	0.0063	0.379
	12	23.18	0.0070	0.421
	16	25.20	0.0073	0.437
	20	26.70	0.0074	0.447

c.5 Espessura final

Combinando-se os esforços atra-

vés dos dados acima, chega-se fi-
nalmente à espessura da chapa do
projeto:

Diâmetro (pol.)	Pressão Int. (psi)	Cobertura (pés)	Espess. Chapa (pol.)
60	100	8	0.312
		12	0.312
		16	0.450
		20	0.531
	125	8	0.312
		12	0.312
		16	0.450
		20	0.531
	150	8	0.312
		12	0.312
		16	0.450
		20	0.531

Diâmetro (pol.)	Pressão Int. (psi)	Espessura (pol.)
60	100	0.182
	125	0.227
	150	0.272
	175	0.321
	12	0.321
	16	0.450
	20	0.531

DIÂMETRO Pol. — mm	CLASSE PSI - FT	ESPESSURA Pol. — mm	OBS:
20" — 500	100/125/150/175 — 8 — 12 — 16 — 20	.135" .188" .224" .250"	3,43 4,78 5,69 6,35
24" — 600	100/125 /150/175 — 8 — 12 — 16 — 20	.135" .224" .250" .312"	3,43 5,69 6,35 7,93
28" — 700	100/125 /150/175 — 8 — 12 — 16 — 20	.150" .239" .312" .312"	3,81 6,07 7,93 7,93
30" — 800	100/125 /150 / 175 — 8 100/125 /150/175 — 12 — 16 — 20	.164" .179" .250" .321" .375"	4,17 4,55 6,35 8,15 9,53
36" — 900	100/125/150 / 175 — 8 100/125 /150/175 — 12 — 16 — 20	.164" .192" .268" .326" .414"	4,17 4,88 6,81 8,28 10,52 (2)
42" — 1000	100/125 /150 / 175 — 8 100/125 /150/175 — 12 — 16 — 20	.209" .224" .268" .385" .450"	5,31 5,69 6,81 9,78 11,43
48" — 1200	100/125 /150 / 175 — 8 100/125 /150/175 — 12 — 16 — 20	.239" .250" .268" .438" .500"	6,07 6,35 6,81 11,13 12,70
60" — 1500	100/125/150 / 175 — 8 100/125 /150 / 175 — 12 100/125 /150/175 — 16 — 20	.312" .321" .312" .321" .450" .531"	7,93 8,15 7,93 8,15 11,43 13,49
Figura 5			ESC.
TÍTULO			R. / FL. 1 DE 2
SAM - SISTEMA ADUTOR METROPOLITANO — GERAL			N.º
ESPESSURAS MÍNIMAS PARA TUBOS DE AÇO ENTERRADOS			9000-066-L1
PREPARADO POR	VERIFICADO POR	APROVADO POR	
Antônio 08 / 08 / 1973	<i>S. 09/08/73</i>		13 / 8 / 73

REV. 2-15/08/77 - Onde indicado

REV. 1-16/07/76 - Indicada na FL. 2/3

ESTE DESENHO SUBSTITUI O DE N° 9000-066-E28

Reservado

REV. 2-15/08/77 - Onde indicado

146

DIÂMETRO Pol. - mm	CLASSE PSI - FT	ESPESSURA Pol. - mm	O B S:
72" - 1800	100/125/150/ - 8 175 - 8	.375" - 9,53 .385" - 9,78	
	100/125/150/ - 12 175 - 12	.375" - 9,53 .385" - 9,78	
	100/125/150/175 - 16 - 20	.450" - 11,43 .560" - 14,22	
84" - 2100	100/125/150/175 - 8 - 12 100/125/150/ - 16 175 - 8 - 12 - 16	.438" - 11,12 .438" - 11,12 .450" - 11,43 .450" - 11,43 .450" - 11,43 .505" - 15,37	

Anexo f
 ANEXO
 Rev. 1. 16.07.76. ONDE INDICADO
 REV. 2. 15/08/77. ONDE INDICADO
Anexo f
 NOTA: OS ESPESSURAS FORAM CALCULADAS
 P/ O DÇO ASTM A-283 GRUPO D, C/ TEUSÃO
 DE ESCORREMENTO 33000 PSI, LEVANDO EM CONTA
 O ENVOLVIMENTO COMPLETO DO TUBO EM AREIA.

TITULO		ESC.	
SAM - SISTEMA ADUTOR METROPOLITANO - GERAL		R.	PL. 2 DE 2
ESPESSURAS MÍNIMAS PARA TUBOS DE AÇO ENTERRADOS		N.º 9000-066-11	
PREPARADO POR Antonio	VERIFICADO POR <i>SJ</i> 09/08/73	APROVADO POR <i>JF</i>	13/8/73

CAIXA DE DESCARGA Ø 4", 6" e 8" PARA
TUBULAÇÃO DE FERRO DUCTIL

TUBULAÇÃO: 9000 - 041 - B 32
FORMA-ARMAÇÃO: 9000 - 023 - B 28

CAIXA DE VENTOSA-DUPLO EFEITO - Ø 2"
PARA TUBULAÇÃO DE FERRO DUCTIL DE
DIÂMETRO NÃO SUPERIOR A 600 mm

TUBULAÇÃO: 9000 - 041 - B 38
FORMA: 9000 - 021 - B 5
ARMAÇÃO: 9000 - 023 - B 26

CAIXA DE VENTOSA-DUPLO EFEITO - Ø 4"
PARA TUBULAÇÃO DE FERRO DUCTIL DE
DIÂMETRO MAIOR QUE 600 mm

TUBULAÇÃO: 9000 - 041 - B 31
FORMA: 9000 - 021 - B 5
ARMAÇÃO: 9000 - 023 - B 26

CAIXA DE DESCARGA COM INSPEÇÃO PARA
TUBULAÇÕES DE AÇO

TUBULAÇÃO: 9000 - 041 - B 30
FORMA-ARMAÇÃO: 9000 - 023 - B 28

CAIXA PARA INSPEÇÃO PARA Ø 42" e 84"
Ø 42"
Ø 48"
Ø 60"
Ø 72"
Ø 84"

TUBULAÇÃO: 9000 - 041 - B 39
FORMA-ARMAÇÃO: 9000 - 023 - B 36
FORMA-ARMAÇÃO: 9000 - 023 - B 35
FORMA-ARMAÇÃO: 9000 - 023 - B 34
FORMA-ARMAÇÃO: 9000 - 023 - B 37
FORMA-ARMAÇÃO: 9000 - 023 - B 38

CAIXA DE VENTOSA Ø 4" COM INSPEÇÃO-
PARA Ø 42" e 84"
Ø 42", 48" e 60"
Ø 72" e 84"

TUBULAÇÃO: 9000 - 041 - B 29
FORMA-ARMAÇÃO: 9000 - 023 - B 29
FORMA-ARMAÇÃO: 9000 - 023 - B 30

CAIXA COM 1 VALVULA DE ADMISSÃO COM
VENTOSA DE Ø 2"

TUBULAÇÃO: 9000 - 041 - B 26
FORMA: 9000 - 021 - B 6
ARMAÇÃO: 9000 - 023 - B 27

CAIXA COM 2 VÁLVULAS DE ADMISSÃO COM
VENTOSA DE Ø 2"

TUBULAÇÃO: 9000 - 041 - B 27
FORMA-ARMAÇÃO: 9000 - 023 - B 31

CAIXA COM 3 VÁLVULAS DE ADMISSÃO COM
VENTOSA DE Ø 2"

TUBULAÇÃO: 9000 - 041 - B 28
FORMA-ARMAÇÃO: 9000 - 023 - B 32

DETALHE DO REVESTIMENTO DE CONCRETO
PARA TUBULAÇÃO EM TRAVESSIA DE COR-
REGOS

FORMA-ARMAÇÃO: 9000 - 023 - D 4

TAMPÃO DE CONCRETO

FORMA-ARMAÇÃO: 9000 - 023 - C 1

SABESP: VISTO E ACEITO

AREA PROJ. SISTEMA ADUTOR METROPOLITANO - SAM

ESCALA

ANALIZADO

/ /

SUB-AREA PROJ. GERAL

R FL.

ACEITO

/ /

TÍTULO LISTA DE DESENHOS PADRONIZADOS PARA

N.º CONTRATADA

VISTO

/ /

PROJETO

EXECUTADO POR

SPU - I

DES. A. CARLOS 21/07/77 APROVADO POR ALEX CURY

N.º 9000-000- E 16

PRO.D.P.BONADIE 21/07/77 ASS. *Aux* CREA 23765 21/07/77





CIA. DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO
DIRETORIA DE CONSTRUÇÃO
SUP. DE PROJETOS PARA A REGIÃO UM (SPU)
RELAÇÃO DOS DESENHOS PADRÕES SABESP
PARA O SISTEMA ADUTOR METROPOLITANO
TABELA 2 - DESENHOS TAMANHO ABNT A-3

Nº 0100-400-E83

REV. 2 DATA 05/11/77

POR

FOLHA 1

DE 2

Nº	Nº SABESP	TÍTULO	REVISÃO Nº DATA
01	0100-400-D1	TUBULAÇÃO - BOCA DE VISITA	
02	0100-400-D2	ACOPLAMENTO MECÂNICO TIPO DRESSER 38 C/JUNTA HARNESS	2 03/11/77
03	0100-400-D3 FLI	POSTE SIMPLES DE VENTILAÇÃO	1 13/6/77
04	FL.2	POSTE SIMPLES DE VENTILAÇÃO (DETALHES)	1 13/6/77
05	0100-400-D4FLI	POSTE DUPLO DE VENTILAÇÃO	
06	FL.2	POSTE DUPLO DE VENTILAÇÃO (DETALHES)	
07	0100-400-D14	CAVALETE E RAMAL DE Fº GALV. E ABRIGO P/ REDE DE Fº Fº	
08	0100-400-D15	CAVALETE DE Fº GALV., RAMAL EM PVC E ABRIGO P/ REDE DE PVC	
09	0100-400-D16	CAVALETE DE Fº GALV., RAMAL EM POLIETILENO ALTA DENSIDADE E ABRIGO P/ REDE DE PVC	
10	0100-400-D17	CAVALETE E RAMAL DE Fº GALV. E ABRIGO P/ REDE DE PVC	
11	0100-400-D18	CAVALETE DE Fº GALV., RAMAL EM POLIETILENO ALTA DENSIDADE E ABRIGO P/ REDE DE Fº Fº	
12	0100-400-D19	CAVALETE EM Fº GALV., RAMAL EM PVC E ABRIGO P/ REDE DE Fº Fº	
13	0100-400-D20	TÊ C/REFORÇO TIPO COLAR	1 29/09/77
14	0100-400-D21	TÊ C/REFORÇO ENVOLVENTE E COLAR	1 28/09/77
15	0100-400-D22	TÊ C/REFORÇO TIPO VÊ (DIÂMETROS IGUAIS)	1 04/10/77
16	0100-400-D23	TÊ C/REFORÇO TIPO VÊ (DIÂMETROS DIFERENTES)	1 03/10/77
17	0100-400-D24	BIFURCAÇÃO	1 29/09/77
18	0100-400-D25	CRUZETA DE DIÂMETROS IGUAIS	1 30/09/77
19	0100-400-D26	ESPECIFICAÇÕES DIMENSIONAIS P/ TUBOS DE AÇO (DIAM. NOM. INT.)	2 03/11/77
20	0100-400-D27	DERIVAÇÃO A 45º C/REFORÇO TIPO VÊ (DIÂMETROS IGUAIS)	1 04/10/77
21	0100-400-D28	DERIVAÇÃO A 45º C/REFORÇO TIPO VÊ (DIÂMETROS DIFERENTES)	1 03/10/77
22	0100-400-D29	DERIVAÇÃO A 45º C/REFORÇO ENVOLVENTE E COLAR	1 28/09/77
23	0100-400-D30	RELAÇÃO DAS FLS. DO DES. Nº 0100-400-E 9 PARA CURVAS DE 3 GOMOS TIPO 1 (ANG. DE 31º00' A 60º30')	
24	0100-400-D31	RELAÇÃO DAS FLS. DO DES. Nº 0100-400-E 10 PARA CURVAS DE 4 GOMOS TIPO 1 (ANG. DE 61º00' A 90º00')	
25	0100-400-D32	RELAÇÃO DAS FLS. DO DES. Nº 0100-400-E 17 PARA CURVAS DE 3 GOMOS TIPO 2 (ANG. DE 22º30' A 45º00')	
26	0100-400-D33	RELAÇÃO DAS FLS. DO DES. Nº 0100-400-E 18 PARA CURVAS DE 4 GOMOS TIPO 2 (ANG. DE 45º30' A 67º30')	



CIA. DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO
DIRETORIA DE CONSTRUÇÃO
SUP. DE PROJETOS PARA A REGIÃO UM (SPU)
RELAÇÃO DOS DESENHOS PADRÕES SABESP
PARA O SISTEMA ADUTOR METROPOLITANO
TABELA 2 - DESENHOS TAMANHO ABNT A-3

N° 0100-400-E 83

REV. 3 DATA 17/10/77

Po

APPROW

50

3

1

2

 sabesp	CIA. DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO DIRETORIA DE CONSTRUÇÃO SUP. DE PROJETOS PARA A REGIÃO UM (SPU) RELAÇÃO DOS DESENHOS PADRÕES SABESP PARA O SISTEMA ADUTOR METROPOLITANO TABELA 1 - DESENHOS TAMANHO ABNT A-4		Nº 0100-400-E82 REV. 1 DATA 17/10/77 POR [Signature] APROV. FOLHA 1 DE 3
	Nº	Nº SABESP	REVISÃO
			Nº DATA

Nº	Nº SABESP	TÍTULO	REVISÃO
			Nº DATA
01	0100-400-E1	ESCADA TIPO MARINHEIRO	1 17-06-77
02	0100-400-E2	RALO P/ ABRIGOS DE CONCRETO	
03	0100-400-E3	TAMPÃO DE RUA	1 05/10/77
04	0100-400-E4	TAMPÃO E CAIXA P/ REGISTRO	
05	0100-400-E5	TUBULAÇÃO - TUBO C/ COSTURA LONGITUDINAL	1 07/10/77
06	0100-400-E6	TUBULAÇÃO - TUBO C/ COSTURA HELICOIDAL	1 07/10/77
07	0100-400-E7 FLI	TUBULAÇÃO - FLANGE SOBREPOSTO	1 10/10/77
08	FL. 2	TUBULAÇÃO - FLANGE SOBREPOSTO	2 10/10/77
09	FL. 3	TUBULAÇÃO - FLANGE CEGO	1 11/10/77
10	FL. 4	TUBULAÇÃO - ACESSÓRIOS P/ FLANGE	2 12/10/77
11	0100-400-E9	TUBULAÇÃO - CURVAS TIPO 1, 3 GOMOS, ÂNG. 31°00' ATÉ 60°30' (301 Fls.)	1 13-6-77
12	0100-400-E10	TUBULAÇÃO - CURVAS TIPO 1, 4 GOMOS, ÂNG. 61°00' ATÉ 90°00' (296 Fls.)	1 13-6-77
13	0100-400-E11	TUBULAÇÃO - CURVAS TIPO LISA, ÂNG. 90° 00'	2 03/10/77
14	0100-400-E12	TUBULAÇÃO - CURVA TIPO RAIÓ LONGO, ÂNG. 90°00' (6 Fls.)	2 03/10/77
15	0100-400-E17	TUBULAÇÃO - CURVAS TIPO 2, 3 GOMOS, ÂNG. 22°30' ATÉ 45°00' (231 Fls.)	1 13-6-77
16	0100-400-E18	TUBULAÇÃO - CURVAS TIPO 2, 4 GOMOS, ÂNG. 45°30' ATÉ 67°30' (226 Fls.)	1 13-6-77
17	0100-400-E19	TUBULAÇÃO - CURVAS TIPO 2, 5 GOMOS, ÂNG. 68°00' ATÉ 90°00' (226 Fls.)	1 13-6-77
18	0100-400-E24 FLI	TUBULAÇÃO - CALOTA TORISFÉRICA SOLDADA CLASSE 100 LB	1 07/10/77
19	FL.2	TUBULAÇÃO - CALOTA TORISFÉRICA SOLDADA CLASSE 125 LB	1 07/10/77
20	FL.3	TUBULAÇÃO - CALOTA TORISFÉRICA SOLDADA CLASSE 150 LB	1 07/10/77
21	FL.4	TUBULAÇÃO - CALOTA TORISFÉRICA SOLDADA CLASSE 175 LB	1 07/10/77
22	0100-400-E25 FLI	TUBULAÇÃO - CALOTA TORISFÉRICA FLANGEADA CLASSE 100 LB	1 07/10/77
23	FL.2	TUBULAÇÃO - CALOTA TORISFÉRICA FLANGEADA CLASSE 125 LB	1 07/10/77
24	FL.3	TUBULAÇÃO - CALOTA TORISFÉRICA FLANGEADA CLASSE 150 LB	1 07/10/77
25	FL.4	TUBULAÇÃO - CALOTA TORISFÉRICA FLANGEADA CLASSE 175 LB	1 07/10/77
26	0100-400-E27 FLI	TUBULAÇÃO - FLANGE FURAÇÃO ABNT PB-15	1 11/10/77
27	FL.2	ACESSÓRIOS P/ FLANGE ABNT PB-15	2 12/10/77
28	0100-400-E28 FLI	TUBULAÇÃO - TABELA DE CÁLCULO P/ CURVAS DE GOMOS	
29	FL.2	TUBULAÇÃO - TABELA DE CÁLCULO P/ CURVAS DE GOMOS (VALORES DE 'A')	
30	0100-400-E29	SÍMBOLO SABESP	
31	0100-400-E30 FLI	TUBULAÇÃO - CJ. P/ ACOPLAGEMTO RÁPIDO E AUTO VEDANTE (CAIXA C/ 1 VÁLVULA DE ADMISSÃO DE AR)	2 8/09/77
32	FL.2	TUBULAÇÃO - CJ. P/ ACOPLAGEMTO RÁPIDO E AUTO VEDANTE	2 10/09/77