

Sistema de Adução de Água Potável para a Grande São Paulo

EDUARDO FERREIRA BORBA JUNIOR (*)

CARLOS EDUARDO ALMEIDA MEIER (**)

WALNER MARINCEK (***)

HITARU HIORI (****)

Setor de Planejamento Técnico da Companhia Metropolitana
de Água de S. Paulo — COMASP

1 — OBJETIVO

O presente relatório visa a descrição sucinta das diretrizes, estabelecidas em nível de planejamento pela COMASP, para a implantação de um sistema de adução de água potável na área metropolitana de São Paulo.

Tais diretrizes constituíram a base para o estabelecimento de termos de referência para a contratação de uma assessoria técnico-econômica, visando o projeto construtivo de tal sistema.

2 — SITUAÇÃO ATUAL DA SUB-ADUÇÃO EM SÃO PAULO

O esquema de adução, de que se serve atualmente o D.A.E., consta essencialmente de um maciço complexo de linhas, estações elevatórias e reservatórios de passagem, através dos quais a água proveniente das estações de tratamento é levada a pouco mais de 35 reservatórios de distribuição. Observe-se, de passagem, que tal número de reservatórios, e o que a seguir será descrito, servem apenas à zonas atualmente abastecidas de São Paulo, Osasco, Guarulhos e o ABC, prevenindo-se que, para completar o abastecimento até o ano 2.000, serão necessários cerca de mais 30 reservatórios interligados ao esquema de sub-adução.

Assim, saem atualmente do conjunto de tratamento do Alto da Boa Vista 6 linhas de gravidade e 4 linhas de recalque. Das linhas de gravidade, 5 dirigem-se a estações elevatórias intermediárias situadas no sopé do espigão da Av. Paulista, através das quais a água é recalçada para 5 reservatórios colocados no topo desse espigão, de onde então é distribuída para ambas as encostas. Parte dessa água alcança, além do Tietê, os bairros de Pirituba, Freguesia do Ó e Casa Verde. Das 4 linhas de recalque que partem do Alto da Boa Vista, 2 se encaminham para o Jabaquara e daí seguem para a Mooca, levando água até os bairros de Santana, Tucuruvi, Vila Maria e Penha.

O reservatório da Moóca, que recebe também a água da adutora do Rio Claro, funciona pois como um centro de irradiação de toda essa água. Note-se que esta

(*) Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

(**) Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da USP.

(***) Engenheiro da Assessoria de Planejamento do DAE — São Paulo.

(****) Engenheiro da Assessoria de Planejamento do DAE — São Paulo.

última adutora é sangrada, 3 vezes em seu percurso, para servir, através de linhas de recalque ou de gravidade, os bairros do leste de S. Paulo.

Há ainda que citar a extremamente complicada adução que resulta do aproveitamento de córregos da vertente da Cantareira, entre os quais o Cabuçú, o Barrocada e o Engordador que servem Santana e Guarulhos, e outros bairros.

E finalmente, mencionamos o sistema Alto Cotia, cuja água é utilizada para o abastecimento de uma das zonas mais altas da cidade, o espigão do Sumaré, através de linha de gravidade que parte da estação de tratamento de Morro Grande em Cotia, deixando em percurso 2 sangrias para a alimentação do Butatã e Vila Romana; temos ainda o sistema Baixo Cotia, atualmente servindo os municípios de Osasco e Carapicuíba.

Percebe-se, pela descrição acima, a extrema complexidade operacional que resulta do esquema vigente de adução, tornando ineficientes e antieconômicas, por vezes, quaisquer tentativas no sentido de melhorar e ganhar flexibilidade na operação, uma vez que seriam bastante onerosas as obras necessárias de interligação dos atuais sistemas, com linhas atravessando o centro da cidade.

Trata-se, na realidade, de situação bastante peculiar às grandes cidades, vítimas da explosão demográfica dos últimos anos; e, análogamente ao que também acontece com problemas de mesma magnitude, tais como, transportes, habitação, disposição de águas residuárias, o problema do abastecimento surge inesperadamente com tal força que somente soluções radicais serão capazes de solucioná-lo.

3 — A COMASP E NOVAS IDÉIAS SÔBRE ADUÇÃO

A recente constituição da COMASP, cujas atribuições inicialmente estabelecidas deveriam teoricamente se restringir à captação, adução de água bruta e tratamento da água para o conjunto de municípios denominado a Grande São Paulo, enseja agora uma oportunidade para que se faça uma revisão no esquema de adução potável, tornando-o compatível com a grandeza de nossa metrópole.

Na realidade, a idéia nasceu da necessidade de ter a COMASP que fornecer água diretamente das estações de tratamento à Capital e aos municípios que, sem solução de continuidade na sua área edificada, estão a ela ligados. Seria extremamente cômodo esperar que cada município viesse buscar a água nessas estações de tratamento e a conduzissem por meio de linhas independentes aos seus reservatórios. Mas seria também inteiramente antieconômico irracional e nada prático do ponto de vista operacional.

Surgiu então a necessidade de cotejar tal sistema irradiado comum com um sistema formado de circuitos, através do qual seriam interligados os 3 principais mananciais abastecedores, Juqueri, Guarapiranga e Alto Tietê, e segundo o qual não haveria, pelo menos na região que se convencionou chamar de metrópole paulistana uma divisão pré-estabelecida de zonas a alimentar para cada manancial.

A vantagem principal do sistema de circuitos, sobressai quando se leva em consideração a economia global da região e a possibilidade de uma operação mais flexível, podendo-se inclusive levar mais adiante esta idéia, pensando na eventualidade de um aproveitamento mais econômico e racional da água de cada um dos mananciais. Assim, por exemplo, admitindo a variação sazonal de consumo, nos dias de menor consumo utilizar-se-ia "a todo vapor" a água do manancial que se revelar de custo mais baixo, completando-se a demanda restante com a dos outros mananciais, operando-se todo o conjunto como um sistema.

O projeto, construção e operação de tal sistema constituiriam dessa forma encargos da COMASP, recebendo cada município ou setor da Capital, a água em reservatórios pré-determinados e daí passando para a distribuição.

4 — SISTEMA DE CIRCUITOS — ALTERNATIVA PROPOSTA

4.1 — Dados Básicos

Uma descrição do sistema de circuitos proposto envolve a determinação prévia de uma série de elementos necessários à limitação do plano no tempo e no espaço, e, em consequência, na definição das quantidades de água requeridas.

Quanto ao estabelecimento do período do projeto, findo o qual se deveria contar com o sistema inteiramente construído e em pleno funcionamento, acompanhamos os mais recentes estudos de população, segundo os quais as estimativas feitas não vão além do ano 2.000, ficando portanto delimitado também para o nosso estudo o período de 30 anos.

Quanto à definição das áreas a abastecer pelo sistema proposto, e dos respectivos consumos, consideramos o que segue:

a) Em primeira aproximação, são válidos os valores de consumos médios preconizados pelo Convênio Hibrace para os municípios vizinhos e para os setores do D.A.E. na Capital. No que diz respeito especificamente às zonas alimentadas pelos anéis, considerou-se ditos valores acrescidos de 30% para fazer frente à variação de consumo sazonal.

b) Os municípios de Cotia, Embu e Taboão da Serra, seriam abastecidos pelo manancial Alto Cotia, não havendo portanto necessidade de incorporá-los ao sistema de circuitos. Da mesma forma os municípios de Itapevi, Carapicuíba e Barueri seriam alimentados pelo manancial Baixo Cotia.

c) Levando em conta condições topográficas e de proximidade em relação à E.T.A. do Alto da Boa Vista, não seriam abastecidos pelo sistema de anéis os seguintes setores do D.A.E., com os respectivos consumos médios:

Setor 14	— Santo Amaro	— 1,575 m ³ /s
Setor 36	— Interlagos	— 1,910
Setor 37	— Jardim São Luiz	— 0,605
Setor 13	— Brooklin	— 0,405
Setor 37A	—	— 0,270
		Total: 4,765 m ³ /s

O município de Itapecerica e as restantes áreas a sudoeste de São Paulo também deverão ser abastecidas por sistemas locais, não participando dos anéis. A estimativa de seu consumo médio é 1,540 m³/s.

Como a capacidade final do sub-sistema Guarapiranga é 34,7 m³/s, em média, conclui-se que a parcela disponível deste sub-sistema para os anéis é 28,4 m³/s.

d) Devido principalmente à sua localização em relação ao ponto de chegada da água do sub-sistema Alto Tietê — barragem do ribeirão dos Cochos, afluentes do Aricanduva — não seriam também abastecidos pelos sistemas de anéis os seguintes municípios e setores do D.A.E.:

Mogi das Cruzes	— 2,000 m ³ /s
Arujá	— 0,215
Poá	— 0,465
Suzano	— 0,855
Ferraz de Vasconcelos	— 0,395
Ribeirão Pires	— 0,735
Rio Grande da Serra	— 0,070
Mauá	— 0,830
Itaquaquecetuba	— 0,770
6,335 m ³ /s	

Setor 43	—	DAE	—	0,760 m ³ /s
Setor 44	—	DAE	—	1,505
Setor s/n.º	—	DAE	—	0,985 3,250 m ³ /s

Como a capacidade final prevista para este sub-sistema é 19,5 m³/s, em média, resulta uma vazão média, disponível para anéis, de 10,0 m³/s.

e) A vazão de 33,0 m³/s, representativa da capacidade final, prevista para o sub-sistema Juqueri, seria destinada inteiramente ao abastecimento do sistema de anéis proposto.

Em resumo, o consumo total das zonas abastecidas pelos circuitos, no dia de maior consumo, alcança 71,4 m³/s e seriam supridos pelos mananciais:

Subsistema Juqueri	—	33,0 m ³ /s
Sub-sistema Guarapiranga	—	28,4
Sub-sistema Alto do Tietê	—	10,0
		71,4 m ³ /s

Observe-se ainda que a contribuição final do Rio Grande — 3,9 m³/s — embora não integrante do sistema de alimentação dos anéis, servirá para cobrir uma parcela da demanda total do município de São Bernardo (v. Quadro I).

4.2 — Determinação do caminhamento dos anéis e escolha dos reservatórios principais

Compreende-se perfeitamente que nem todos os reservatórios existentes do D. A. E. devam ser ligados diretamente aos anéis, mas sim apenas aqueles que por condições topográficas ou por condições peculiares à distribuição possam ser considerados como estrategicamente favoráveis. Numa fase posterior, caberá o estudo das interligações destes reservatórios principais escolhidos com os outros já construídos ou com os que porventura venham a ser construídos nas áreas novas da cidade, permanecendo os mesmos talvez como simples caixas de quebra de pressão. Caberia ao D. A. E. esta última tarefa.

Nestas condições, uma primeira tentativa de caminhamento externo dos anéis foi esboçada (v. planta), tendo em vista principalmente os seguintes objetivos:

a) passagem, de preferência, por fundos de vale, visando não apenas facilidades construtivas, mas também buscando condições favoráveis para a linha piezométrica. Neste sentido, evitou-se atravessar espigões com cotas acima de 800 m, em razão de que o nível d'água na saída da E. T. A. do Guaraú ou mesmo do Alto Tietê oscila entre 820 e 830 m. Por outro lado, as pressões estáticas máximas resultantes de um tal esquema se situariam no entorno de 100 metros, tendo em vista que nas várzeas do Tietê a cota dos terrenos é 720 m.

b) passagem preferencial pelos locais onde se situaram os reservatórios principais previamente escolhidos.

c) evitar, ao máximo, a utilização de ruas da cidade para a passagem desse anel externo. Nesse sentido, procurou-se, onde foi possível, contornar a área edificada da cidade.

A esse respeito, diga-se, de passagem, que o caminhamento externo escolhido coincide quase que inteiramente com o traçado do anel rodoviário, estudado pelo GEIPOT — Grupo Executivo da Integração da Política de Transportes. Buscamos, no momento, um entedimento mais estreito com esse grupo de trabalho a fim de poder, talvez, coordenar esforços no sentido de conjugar os dois empreendimentos.

Entretanto, um simples exame das condições hidráulicas revela ser insuficiente o anel externo devido principalmente às perdas de carga elevadas que resultariam, mesmo adotando-se diâmetros da ordem de 3,0 metros, tendo em vista vazões de cerca de 20 m³/s nos ramos.

Julgou-se então conveniente o traçado de um ramo na posição norte-sul, na sua maior extensão acompanhando o fundo do vale do rio Tamanduateí, e interligando os dois maiores mananciais contribuintes do sistema: o Juqueri e o Guarapiranga. Tornou-se possível, com isso também, a ligação de outros reservatórios importantes com este ramo, aliviando sobremaneira o anel externo.

Resulta um total de 19 reservatórios, ligados diretamente ao sistema, a partir dos quais pôde-se determinar a área de influência de cada um e o respectivo consumo. (V. Quadro I).

4.3 — Pré-dimensionamento do sistema

Uma vez estabelecidos os consumos médios do dia de maior consumo correspondentes às áreas de influência de cada reservatório-chave, procurou-se definir um sentido de caminhamento preferencial para a água, no que resultaram as vazões em cada trecho dos anéis. Em função destes valores, prefixaram-se os diâmetros, mais em função das perdas de carga resultantes que propriamente atendendo às condições teóricas de velocidades máximas. A seguir, pelo método de Hardy-Cross buscou-se o ajuste das vazões.

O resultado vai resumido no Quadro II, inclusive com a determinação das cotas piezométricas em cada nó dos anéis.

Observa-se que mantidas as cotas de entrada no anel:

do Juqueri: 823 m

do Alto Tietê: 812 m

do Guarapiranga: 826 m (através de recalque do Alto da Boa Vista),

resultaram cotas piezométricas oscilando entre 823 e 810 metros, suficientes para abastecer por gravidade todos os reservatórios-chave.

Por sua vez, os diâmetros variam de 2,0 m a 3,0m. Mais precisamente, teríamos:

ϕ 2,0 m — 36,5 km

ϕ 2,5 m — 51,7 km

ϕ 3,0 m — 15,5 km

totalizando 104 km de linhas, aproximadamente.

Note-se, ainda, ser este pré-dimensionamento, apenas uma estimativa grosseira dos diâmetros, obedecendo a uma só condição de funcionamento, ou seja, aquela segundo a qual estariam funcionando normalmente, e à plena carga, os 3 mananciais. Restaria, numa fase mais adiantada, analisar o funcionamento do sistema em diferentes situações de carregamento das vazões, para o que moderadamente se contaria com o auxílio de computadores eletrônicos.

4.4 — Condições gerais de funcionamento

O sistema de anéis proposto abastecerá por gravidade todos os reservatórios-chave escolhidos, a partir dos quais serão alimentados todos os demais reservatórios existentes do D. A. E ou de outros municípios. Uma vez que os reservatórios-chave deverão ter capacidade suficiente para fazer frente à variação horária do

consumo, resultará para os demais uma função secundária no armazenamento, ou então se transformarão eventualmente em simples caixas de quebrapressão.

As interligações dos anéis com os reservatórios-chave serão trechos curtos de linha, a serem dimensionadas para as vazões a transportar para cada um deles e face à carga disponível (cota piezométrica no nó correspondente — cota N. A. máximo do reservatório).

Por outro lado, se atentarmos ao fato de que os níveis d'água máximos destes reservatórios-chave não deverão, em geral, ultrapassar a cota 810, em face das restrições impostas pelas cotas piezométricas dos anéis, resulta que haverá certas zonas da cidade — exatamente as mais altas — que não poderão ser alimentadas por gravidade por esses reservatórios. Em consequência, tais zonas terão que ser abastecidas por meio de recalques; mas serão áreas pequenas e restritas apenas aos espigões mais altos da cidade.

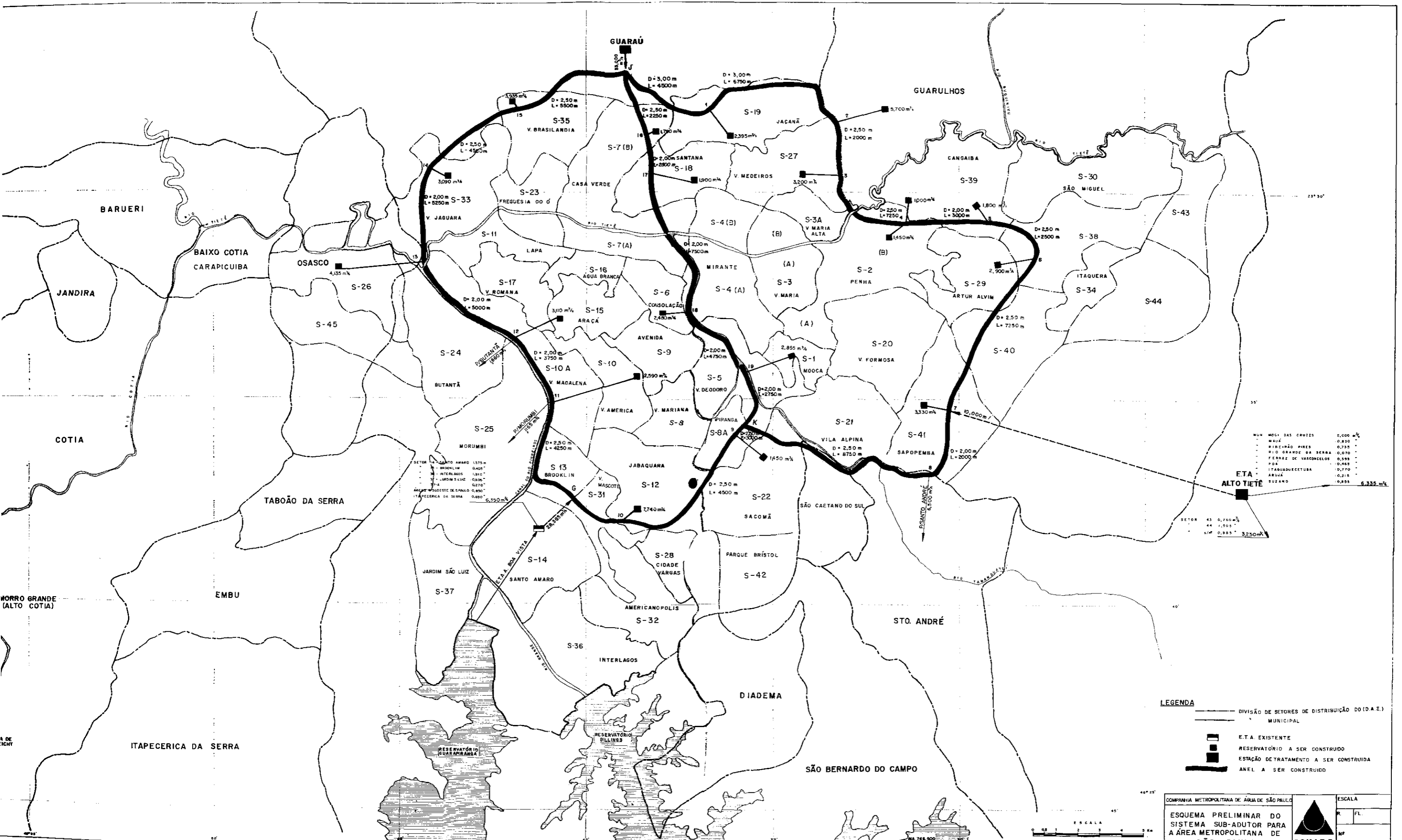
Prevê-se ainda dentro do esquema geral de funcionamento do sistema, a ser operado pela COMASP, a interligação dos anéis com reservatórios especiais, que poderíamos denominar reservatórios-pulmão ou de sobras, prontos a receber de imediato um excesso de água proveniente, por exemplo, de uma diminuição do consumo. Inversamente, numa situação de emergência poderiam injetar a água neles armazenadas nos anéis. A existência dos mesmos facilitará sobremaneira a operação das estações de tratamento, não se submetendo estas às variações mais intempestivas do consumo.

O número, posição e capacidade de tais reservatórios deverão ser determinados, por ocasião de análise mais completa do funcionamento do sistema, a que já se fez alusão neste relatório.

4.5 — Estimativa de custo

Uma estimativa grosseira do custo deste sistema de adução, onde só se levou em conta o custo das tubulações e do seu assentamento, está resumida no Quadro III.

O total obtido, NCr\$ 170.000.000,00, pode ser considerado como perfeitamente razoável, desde que se leve em conta que sua utilização possa ser parcelada em etapas de construção, levadas a efeito em concordância com andamento das obras de adução, a cargo desta empresa.



MUN. MÓD. DAS CRUZES	0,000 m³
MÁDÁ	0,830 "
PIREIRÃO PIRES	0,730 "
RIO GRANDE DA SERRA	0,070 "
FERRAZ DE VASCONCELOS	0,588 "
POÁ	0,460 "
ITAPUQUECETUBA	0,770 "
ARUJÁ	0,215 "
SUZANO	0,855 "
TOTAL	6,335 m³

SETOR 43	0,760 m³
44	1,505 "
TOTAL	0,985 m³

- LEGENDA**
- DIVISÃO DE SETORES DE DISTRIBUIÇÃO DO (D.A.E.) MUNICIPAL
 - E.T.A. EXISTENTE
 - RESERVATÓRIO A SER CONSTRUÍDO
 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO A SER CONSTRUÍDA
 - ANEL A SER CONSTRUÍDO

COMPANHIA METROPOLITANA DE ÁGUA DE SÃO PAULO

ESQUEMA PRELIMINAR DO SISTEMA SUB-ADUTOR PARA A ÁREA METROPOLITANA DE SÃO PAULO

ESCALA

COMASP



QUADRO III — ESTIMATIVA DE CUSTO DOS CONDUTOS PRINCIPAIS

		MATERIAL	MÃO DE OBRA	TOTAL
CUSTOS UNITÁRIOS	φ 2,0 m	NCr\$ 900,00/m	NCr\$ 250,00	NCr\$ 1.150,00
	2,5 m	NCr\$ 1.480,00/m	250,00	NCr\$ 1.730,00
	3,0 m	NCr\$ 2.200,00/m	250,00	NCr\$ 2.450,00
		CUSTO UNITÁRIO	COMPRIMENTOS	CUSTO TOTAL
CUSTOS GLOBAIS	φ 2,0 m	NCr\$ 1.150,00	36.500 m	NCr\$ 41.975.000,00
	φ 2,5 m	NCr\$ 1.730,00	51.750 m	NCr\$ 89.527.500,00
	φ 3,0 m	NCr\$ 2.450,00	15.500 m	NCr\$ 37.975.000,00
			TOTAL	NCr\$ 169.477.500,00

QUADRO I - ÁREAS ABASTECIDAS, CONSUMOS E RESERVAÇÃO PARA O ANO 2.000

Derivação nº	Reservatório Distribuidores - Setor de DAE a que pertencem	Cotas de Nível D'água (m)	Setores ou Municípios Alimentados	Consumos Médios (m³/s)	Consumos no Dia de maior Consumo (m³/s)	Consumo Total da Derivação no Dia de H. Consumo (m³/s)	Reservação Necessária Estimativa m³	Observações
1	Jacaquã (R)-S. 19	807,00(médio)	S. 19 - Jacaquã S. 19A S. 27-V. Medeiros (-R2) Ao Norte dos estores	1,035 0,325 0,095 0,180	1,345 0,420 0,130 0,500	2,395	68.976	1º) No sub-sistema Juqueri, a vazão total final - 33 m³/s - deverá ser utilizada para a alimentação dos canais.
2	Guarulhos (Gopouva)	790,00(médio)	Mun. Guarulhos	4,400	5,700	5,700	164.160	
3	V. Medeiros (R2)-S. 27	811,500 (max)	S. 27-V. Medeiros (R2) S. 34-V. Maria Alta S. 3 - V. Maria Palma (3-4)	1,385 0,675 0,400	1,800 0,880 0,520	3,200	92.160	2º) No sub-sistema Alto Tietê a vazão total final - - 19,5 m³/s uma parcela não alimentará os canais e será utilizada no abastecimento dos seguintes municípios e setores do DAE:
4	Fenha - S. 28 Cangaíba - S. 39(R2)	783,000 (max)	S. 28 - Fenha S. 39 - Cangaíba(R2)	1,110 1,380	1,450 1,800	3,250	93.600	Nogi das Cruzes -2,000 Mauá -0,830 Rib. Pires -0,735 R. Gr. da Serra -0,070 F. Vasconcelos -0,395 Poá -0,465 Itaquaquecetuba -0,770 Arujá -0,215 Susanc -0,855
5	Cangaíba - S. 39(R2)	800,00	S. 39 - Cangaíba(R2) S. 30 - S. Miguel	0,690 1,795	0,900 2,350	3,250	93.600	
6	Artur Alvim - S. 29(R2)	800,00	S. 29 - Artur Alvim S. 34 - Itaquera S. 38 - S. 40 -	0,760 0,545 0,385 0,540	1,000 0,700 0,500 0,700	2,900	83.520	
7	Sapopemba - S. 41	800,00	S. 41 - Sapopemba S. 20 - V. Formosa S. 21 - V. Alpina	0,595 1,075 0,890	0,770 1,400 1,160	3,330	95.904	
8	Santo André	800,00	Mun. Santo André	5,010	6,500	6,500	187.200	
9	Sacombá - S. 22 São Caetano	799,820 800,00	S. 22 - Sacombá S. 42 - Figue Bristol S. 8A - Ipiranga Mun. São Caetano	1,150 0,585 0,370 1,360	1,500 0,760 0,480 1,770	4,510	129.888	
10	Jabaquara - S. 12 V. do Rincão - S. 28 Diadema S. Bernardo	812,000	S. 12 - Jabaquara S. 28-V. do Rincão S. 32-Imaculadópolis S. 31 - V. Macote Mun. Diadema Mun. S. Bernardo	0,900 0,260 0,675 0,390 1,260 5,430	1,170 0,340 0,880 0,510 1,640 7,100(-3,900) = 3,200	7,740	222.912	For conseguinte, a vazão que poderá ser utilizada para a alimentação dos canais será: 19,500 - 9,585 = 10,000 m³/s
11	Avenida - S. 9 Norumbi - S. 25	810,000	S. 9 - Avenida S. 10 - V. América S. 8 - V. Mariana S. 25 - Norumbi	0,870 0,645 0,475 0,850 (0,050(254))	1,130 0,840 0,620 1,100 (0,065)	3,755	108.144	3º) No sub-sistema Guarapiranga não entrarão nos canais as seguintes vazões dos setores: Setor 14-Sto Amaro-1,575 Setor 13-Brooklin -0,405 Setor 36-Interlagos,910 Setor 37-J. S. Luis -0,605 Setor 37A - -0,270
12	Araçá - S. 15 Putantê S. 24	800,00	S. 15 - Araçá S. 16 - Agua Franca S. 17 - V. Romana S. 10A - V. Madalena S. 24 - Putantê	0,915 0,310 0,345 0,745 0,870 (0,410(244))	1,190 0,400 0,450 0,970 1,130 (0,530)	4,670	134.496	Área sudoeste S. Paulo - 0,850 Itapevica da Serra -0,690
13	Osasco - S. 26 Bussocaba - S. 45	786,147	S. 26 - Osasco S. 45 - Bussocaba	2,130 (0,265(338)) 0,610 (0,170(454))	2,770 (0,345) 0,800 (0,220)	4,135	119.088	-6,305 m³/s
14	V. Jaguara-Pirituba - S. 33	805,00	S. 33 - V. Jaguara	2,040 (0,340(334))	2,650 (0,440)	3,090	88.992	
15	V. Brasilândia-S. 35	810,00	S. 35 -V. Brasilândia S. 23-Progresso de O S. 11 - Lapa Ao Norte dos Setores	0,730 (0,230(354)) 0,895 0,825 0,390	0,950 (0,300) 1,110 1,070 0,505	3,935	113.328	4º) O total necessário para os canais, no dia de maior consumo, será: 71,385 m³/s
16	V. Nova Cachoeirinha S. 7	797,950	S. 7 - V. N. Cachoeir.	1,175	1,790	1,790	51.552	Ficam então estabelecidas as seguintes contribuições dos 3 sub-sistemas principais para essa alimentação:
17	Santana - S. 18	801,000	S. 18 - Santana S. 48 - Mirante	0,860 0,600	1,120 0,780	1,900	54.720	Sub-Sistema Juqueri 33,0 m³/s Sub-Sistema A. Tietê 10,0 m³/s Sub-Sistema Guarapir. 28,385
18	Consolação - S. 6	790,970	S. 6 - Consolação S. 44- Mooca-Mirante	0,680 1,225	0,880 1,600	2,480	71.424	71,385 m³/s
19	Mooca - S. 1	795,000	S. 1 - Mooca S. 2A - Fenha S. 3A - V. Maria S. 5 - V. Deodoro	0,320 0,165 0,490 1,215	0,415 0,220 0,640 1,580	2,855	82.224	Portanto a vazão total do sub-sistema Guarapiranga deverá ser 28,385 + 6,1 - 34,685 - m³/s.
				51,850		71,385	2.055,888	5º) Já foi computada para o município de S. Bernardo a vazão total final do Rio Grande equivalente a 3,9 m³/s.

Trabalho	Diâmetro (m)	Comprimento (m)	Vazão Q ₀ (m³/s)	H ₂₀ (m)	1,95 H ₂₀ / Q ₀	Correção Δ ₀ (m/s)	Vaz. Corr. Q ₁ (m³/s)	H ₂₁ (m)	1,95 H ₂₁ / Q ₁	Correção Δ ₁ (m/s)	Vaz. Corr. Q ₂ (m³/s)	H ₂₂ (m)	1,95 H ₂₂ / Q ₂	Correção Δ ₂ (m/s)	Vaz. Corr. Q ₃ (m³/s)	H ₂₃ (m)	Cotas X (m)	Pisossombras Y (m)
2-1	3,0	4500	14,545	3,9	0,495	+0,550	15,095	4,1	0,502	+0,570	15,665	4,4	0,519	+0,160	15,825	4,5	822,80	818,30
1-2	3,0	6750	12,350	4,1	0,625	+0,550	12,700	4,4	0,640	+0,570	13,270	4,9	0,663	+0,160	13,430	5,0	819,30	818,30
2-3	2,5	2000	6,450	0,9	0,258	+0,550	7,000	1,1	0,290	+0,570	7,570	1,2	0,293	+0,160	7,730	1,3	813,30	812,00
3-4	2,5	7250	3,250	0,9	0,512	+0,550	3,800	1,3	0,633	+0,570	4,370	1,6	0,677	+0,160	4,530	1,8	812,00	810,20
4-5	2,0	3000	-	-	-	+0,550	0,550	0,1	0,336	+0,570	1,120	0,1	0,165	+0,160	1,280	0,2	810,00	810,10
5-6	2,5	2500	-3,250	-0,3	0,171	+0,550	-2,700	-0,3	0,205	+0,570	-2,130	-0,2	0,173	+0,160	-1,970	-0,1	810,00	810,10
6-7	2,5	7250	-6,150	-3,1	0,932	+0,550	-5,600	-2,5	0,825	+0,570	-5,030	-2,1	0,772	+0,160	-4,870	-2,0	812,10	812,10
7-8	2,0	2000	0,520	0,1	0,356	+0,550	1,070	0,1	0,173	+0,570	1,640	0,2	0,225	+0,160	1,800	0,3	812,10	811,80
8-9	2,5	8750	-5,980	-3,6	1,110	+0,550	-5,430	-3,1	1,050	+0,570	-4,880	-2,4	0,933	+0,160	-4,720	-2,3	811,80	814,10
9-10	2,0	2750	1,730	0,3	0,320	+0,550	0,980	0,1	0,190	+0,570	1,340	0,2	0,275	+0,155	1,505	0,2	814,10	813,90
10-11	2,0	4750	-1,125	-0,2	0,330	+0,550	-1,300	-0,1	0,690	+0,570	-1,515	-0,5	0,612	+0,155	-1,510	-0,5	813,90	814,40
11-12	2,0	7500	-3,605	-3,6	1,850	+0,550	-4,355	-4,9	2,080	+0,570	-3,995	-4,3	1,993	+0,160	-3,990	-4,3	814,40	818,70
12-13	2,0	2500	-5,505	-2,6	0,872	+0,550	-6,255	-3,2	0,990	+0,570	-5,895	-3,0	0,942	+0,160	-5,890	-3,0	818,70	821,70
13-14	2,5	2250	-7,295	-1,3	0,330	+0,550	-8,045	-1,6	0,368	+0,570	-7,685	-1,5	0,361	+0,155	-7,680	-1,4	821,70	823,10
Σ = -4,5 Σ = 8,161 Σ = -5,1 Σ = 8,932 Σ = -1,4 Σ = 8,603																		
Δ ₀ = $\frac{24,2}{8,161}$ = +0,295 Δ ₁ = $\frac{53,4}{8,932}$ = +0,570 Δ ₂ = $\frac{34,4}{8,603}$ = +0,160																		
2-16	2,5	2250	7,295	1,3	0,330	+0,550	8,045	1,6	0,368	+0,570	7,685	1,5	0,361	+0,155	7,680	1,4	822,80	821,40
16-17	2,0	2500	5,505	2,6	0,872	+0,550	6,255	3,2	0,990	+0,570	5,895	3,0	0,942	+0,155	5,890	3,0	821,40	818,40
17-18	2,0	7500	3,605	3,6	1,850	+0,550	4,355	4,9	2,080	+0,570	3,995	4,3	1,993	+0,155	3,990	4,3	818,40	814,10
18-19	2,0	4750	1,125	0,2	0,330	+0,550	1,875	0,7	0,690	+0,570	1,515	0,5	0,612	+0,155	1,510	0,5	814,10	813,60
19-20	2,0	2750	-1,710	-0,3	0,320	+0,550	-0,980	-0,1	0,190	+0,570	-1,340	-0,2	0,275	+0,155	-1,345	-0,2	813,60	813,80
20-21	2,5	3000	-7,710	-2,0	0,480	+1,300	-6,410	-1,4	0,404	+0,210	-6,200	-1,3	0,387	+0,155	-6,045	-1,2	813,80	815,00
21-22	2,5	4500	-12,220	-6,8	1,030	+1,300	-10,920	-5,6	0,948	+0,210	-10,710	-5,3	0,915	+0,155	-10,555	-5,3	815,00	820,30
22-23	3,0	4250	-19,960	-6,6	0,610	+1,300	-18,660	-5,8	0,575	+0,210	-18,450	-5,6	0,561	+0,155	-18,295	-5,5	820,30	825,80
23-24	2,5	4250	8,425	3,2	0,705	+1,300	9,755	4,2	0,794	+0,210	9,935	4,5	0,834	+0,155	10,090	4,5	825,80	821,30
24-25	2,0	3750	4,670	2,8	1,110	+1,300	5,970	4,5	1,394	+0,210	6,180	4,8	1,437	+0,155	6,335	5,1	821,30	816,20
25-26	2,0	5000	-	-	-	+1,300	1,300	0,4	0,569	+0,210	1,569	0,5	0,614	+0,155	1,665	0,5	816,20	815,70
26-27	2,0	5250	-4,135	-3,2	1,435	+1,300	-2,835	-1,6	1,044	+0,210	-2,685	-1,4	0,984	+0,155	-2,470	-1,3	815,70	817,00
27-28	2,5	4500	-7,225	-2,7	0,692	+1,300	-5,925	-1,8	0,562	+0,210	-5,715	-1,7	0,549	+0,155	-5,560	-1,6	817,00	818,60
28-29	2,5	5500	-11,160	-6,2	1,030	+1,300	-9,860	-5,6	1,050	+0,210	-9,650	-5,4	1,034	+0,155	-9,495	-5,2	818,60	823,80
Σ = -14,1 Σ = 10,794 Σ = -2,4 Σ = 11,618 Σ = -1,8 Σ = 11,498																		
Δ ₀ = $\frac{24,2}{10,794}$ = +1,300 Δ ₁ = $\frac{53,4}{11,618}$ = +0,210 Δ ₂ = $\frac{34,4}{11,498}$ = +0,155																		