

ボリビア国

エル・アルト市地下水開発計画

基本設計調査

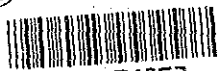
報告書

昭和63年8月

国際協力事業団

無計一
CR(3)
88—77

JICA LIBRARY



1069454[5]

ボリビア国

エル・アルト市地下水開発計画

基本設計調査

報告書

18221

昭和63年8月

国際協力事業団

無計一

CR(3)

88—77

国際協力事業団

18221

序 文

日本国政府は、ポリビア共和国政府の要請に基づき、同国のエル・アルト市地下水開発計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、昭和63年3月25日から同年5月8日まで、国際協力事業団 無償資金協力計画調査部 基本設計調査第一課 課長代理 西端則夫を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

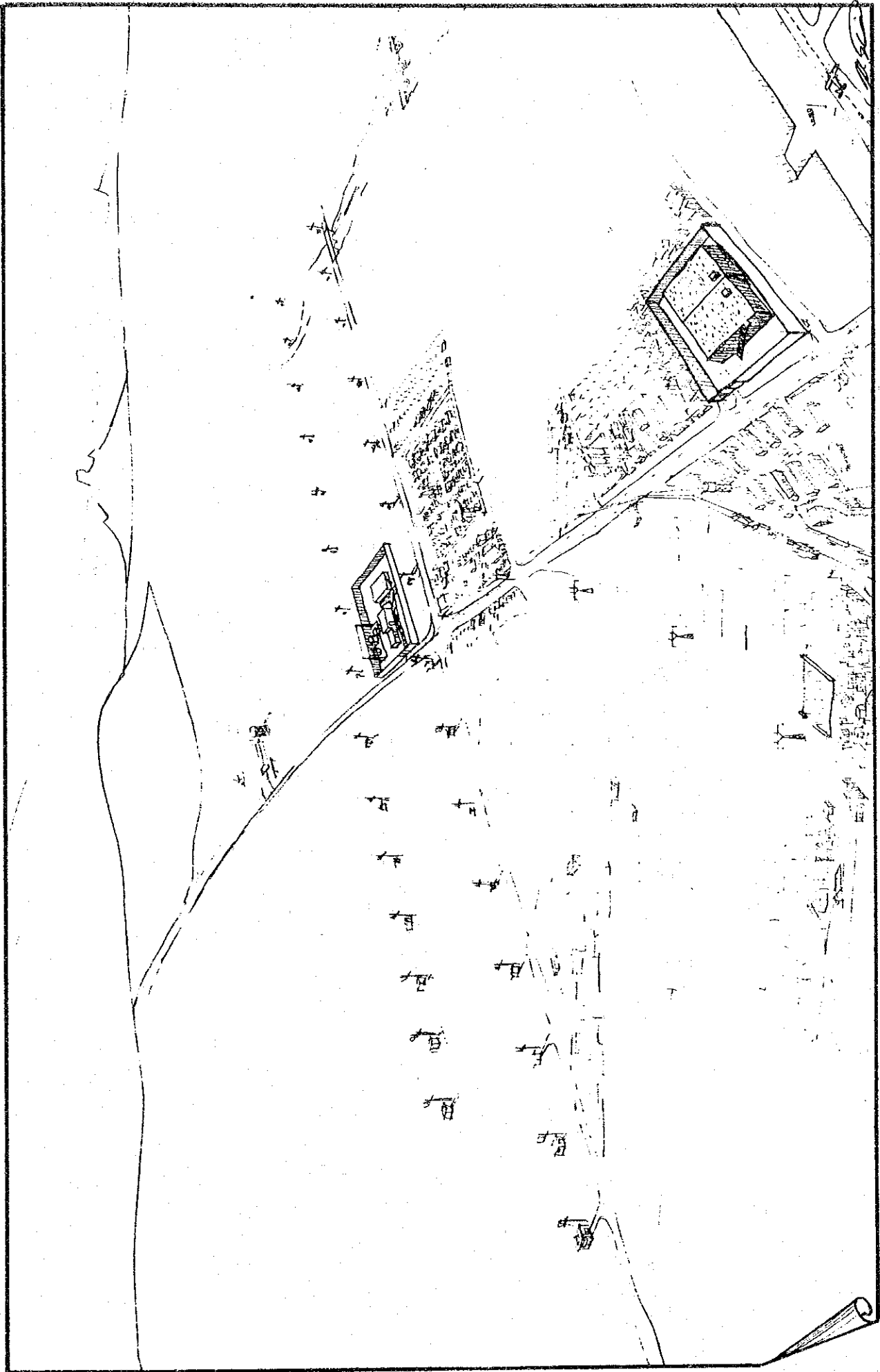
調査団は、ポリビア国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査及び資料収集等を実施した。帰国後の国内作業の後、国際協力事業団 沖縄国際センター 総務課 課長代理 永山 盛章を団長として昭和63年7月22日より8月5日まで実施されたドラフト・ファイナルレポートの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、ポリビア共和国エル・アルト市の生活水準の向上と保健衛生環境の改善に成果をもたらし、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

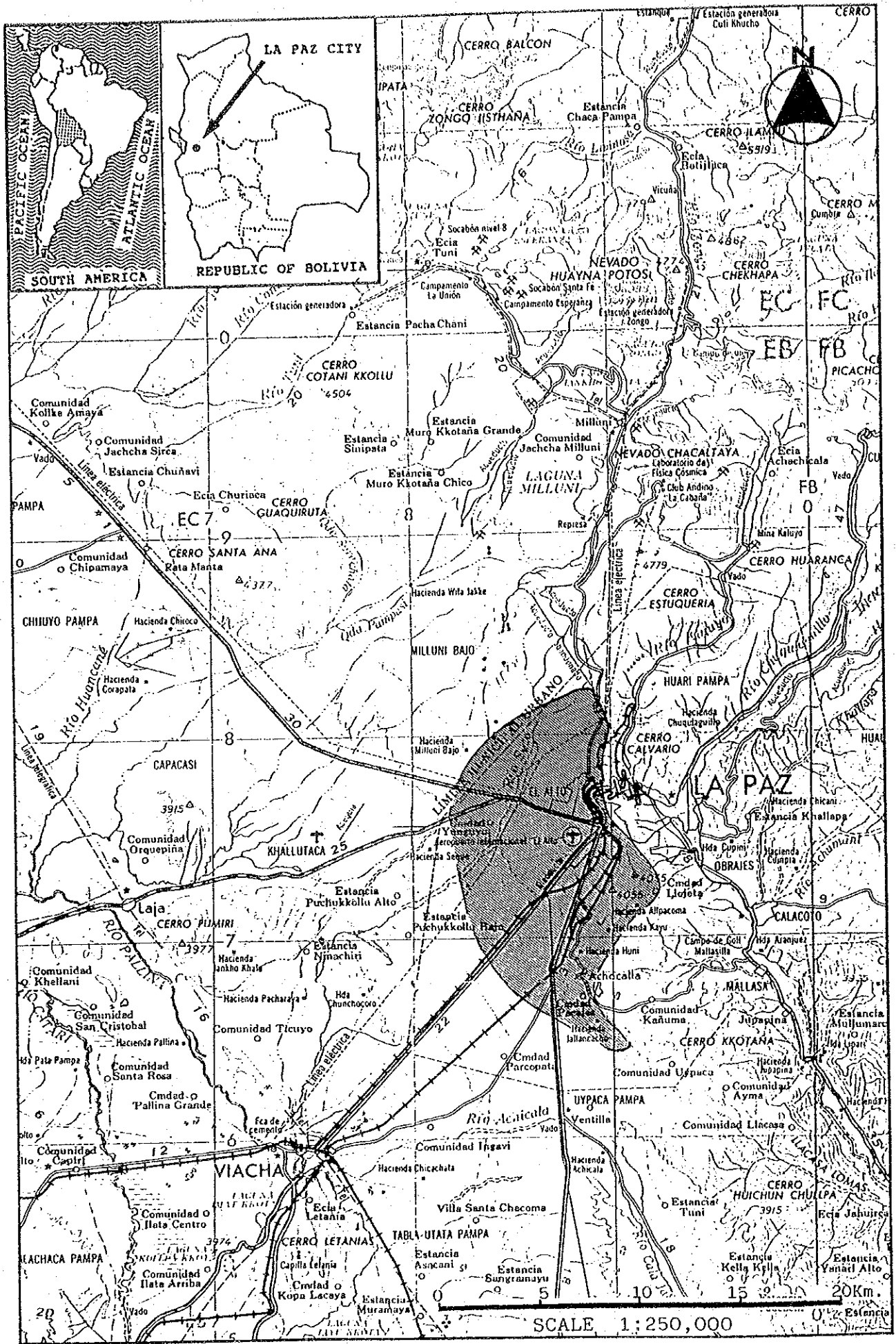
最後に、本件調査にご協力とご援助をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

昭和63年8月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介



鳥瞰圖



MAPA DE COLOCACIÓN DE PROYECTO

要 約

エル・アルト市はボリビア共和国の首都ラパス市に隣接する西方の高原台地に位置し、1985年3月にラパス市の一地区から独立して市政を敷くに至った。

エル・アルト市の1986年現在の人口は約233,000人、人口増加率は4.1%と高い増加率を示しており、ボリビア国の鉱山離職者のエル・アルトへの移住計画ともあいまって2010年には80万人に達するものと予想されている。

エル・アルト市の水道はSAMAPA（首都圏上下水道公社）によりラパス首都圏への水供給システムに組み込まれた形で運営されており、西ドイツ政府の援助により作成されたマスタープランに従いSAMAPAにより整備が進められてきた。この計画はラパス市の北方約35kmのTuni湖を主水源としたものであり、現在までにこれらの表流水は既にそのほとんどが活用し尽くされている。また、SAMAPAの水供給可能量は現在の需要量をカバー出来なくなっており、急増する水需要に対応すべく新たな水源の確保が急務となっている。

ボリビア政府は、逼迫するラパス首都圏の水資源を憂慮し、エル・アルト市の地下水開発が有望であるという認識のもとに、1986年7月賦存量の調査を含む地下水開発調査の実施を日本国政府へ要請してきた。これを受けて国際協力事業団は、同年9月から1988年3月まで、地下水開発調査を実施した。この結果、エル・アルト市南方地域に飲料水に適した地下水の存在が確認され、少なくともむこう20年間、日量30,000m³の揚水が可能であるとの結論を得た。

今般、ボリビア国政府は、この地下水を取水源とするエル・アルト市への生活用水の供給を計画し、同計画の実施に必要な給水施設の建設につき日本国政府に無償資金協力を要請してきた。この要請に対し、日本国政府は計画内容の妥当性を検討し、かつ適切な基本設計を作成するための基本設計調査団の派遣を決定し、国際協力事業団は1988年3月25日から5月8日までの間、調査団をボリビア国に派遣した。調査団は本計画に係る基本的な諸事項についてボリビア国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクトサイトの踏査、テストボーリングを行った。

現地調査及び国内解析の結果、以下のような基本設計を立案した。

本計画の目的は、エル・アルト市南方のモレーン層に涵養されている良質の地下水を利用して、同市内の水道未整備地区に対する生活用水の配水を行うことによって、同地区の住民の生活環境と健康の向上を図ることである。

設計諸元は以下のとおりである。

- (1) 計画地区 エル・アルト市外周道路ペリフェリカ内部のエル・アルト空港以南の都市計画区域約 2,000 ha を計画地区とした。
- (2) 計画給水量 30,000 m³/日
- (3) 計画年次 2009年

基本設計において計画された施設の概要は以下の通りである。

取水施設		
取水井戸	揚水量 11.6 ℓ/sec/井	30 井
取水ポンプ	揚水量 11.6 ℓ/sec/台	30 本
ポンプ管理室		30 棟
導水施設		
導水管	φ125 塩化ビニール管 φ200~φ500 ダクタイル鋳鉄管	延長 27,600 m
送水施設		
送水ポンプ井	接合井+ポンプ井 588m ³	1 基
送水ポンプ室	ポンプ容量 30,000 m ³ /日	1 棟
送水管	φ600 ダクタイル鋳鉄管	延長 6,000 m
配水施設		
配水池	容量 : 5,000m ³	1 基
配水管	φ200~φ600ダクタイル鋳鉄管	延長 9,350 m
電気施設		
特高主変電設備		1 基
変電設備	井戸用	30 基
	送水ポンプ設備用	1 基
架空配線・装柱材		延長 25,000 m

本計画を日本の無償資金協力に実施する場合に必要な事業費総額は26.46億円（日本国負担分が23.83億円、ポリビア国負担分が2.63億円）である。また、無償資金協力の制度や工期からして、本事業は2期に分けて実施するのが妥当と判断され、第1期工事では取水施設の一部（深井戸16本）、導水管路の一部、送水ポンプ場及び送水管路、配水池及び電気施設を建設し、第2期では取水施設の一部（深井戸14本）、導水管路の一部及び配水管路を建設するよう計画した。この場合の工程はE/Nから業者契約まで4.5か月、資機材の製作及び輸送に8か月を要し、工事着手から第1期工事完了まで10か月間が見込まれ、第1期工事完了時には一部給水が可能となる。なお、第2期の工事期間は6か月間が予定されている。

本事業の事業主体はラパス首都圏の上下水道事業を管轄しているSAMAPAである。SAMAPAは地下水開発事業の実績はないが、1966年設立されて以来、西ドイツ政府の協力のもと、現在までラパス首都圏の水道整備事業を独立運営により行ってきたおり、技術的、運営的にも信頼できる実務機関である。

本事業において建設される水道施設は、水質的に満足される水を計画対象地域に対し、目標年次2009年まで需要量に合わせて安定供給が可能であり、かつ、現在のSAMAPAの技術から判断するに、適切な運転管理ができるものと判断される。また、財政的には建設当初は運営費が収入を上回るものの、1997年には収支はバランスし目標年次2009年には本プロジェクトによる累積黒字が見込めるものと想定される。

本事業を実施することにより、本施設からSAMAPAが現在推進しているマスタープランの計画給水地区への給水が可能となるため、SAMAPAは本計画を組み込んだマスタープランの見直しを行い、本プロジェクトの有効な活用について検討することが提言される。

本プロジェクトの実施により、エル・アルト市に対し、水質的に安全で廉価な水を安定して供給することは、エル・アルト市の公衆衛生の向上と生活環境の改善に寄与するのみでなく、ボリビア国が主要な目標の一つとしている国民生活の安定化に大きく寄与することとなる。また、エル・アルトは鉱山失業労働者の国内移住やラパス市の過剰人口に対する受け入れ等に対し、都市基盤整備が緊急課題となっており、本事業はこれら都市基盤整備の一環として大いに役立つものと期待されている。

略語表

ANESAPA	Asociacion Nacional de Empresas de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado	上下水道企業協会
ANSI		北米電気設備基準
BID	Banco Interamericano de Desarrollo	米州開発銀行
BMZ	Das Bundes Ministerium fur wirtschaftliche Zusammenarbeit	西ドイツ経済協力省
BM	Banco Mundial	世界銀行 (WB) 西ドイツ技術協力公社
CARE	Cooperativa Americana de Remesas al Exterior, en Bolivia	
CNSS	Caja Nacional de Seguro Social	国家社会保険基金
COBEE	Compania Boliviana de Energia Electrica	電気エネルギー会社
CORPAGUAS	Corporacion de Agua Potable y Alcantarillado	上下水道公社
DSA	Division de Saneamiento Ambiental, Ministerio de Prevision Social y Aslud Publica	厚生省環境衛生局
EC	Electrical Conductivity	電気伝導度
ENTEL	Empresa Nacional de Telecomunicaciones	電話通信公社
F. M. I.	Fondo Monetario Internacional	国際通貨基金 (IMF)
GDP	Gross Domestic Products	国内総生産
GEOBOL	Servicio Geologico de Bolivia	ボリビア国地質調査所
GNP	Gross National Products	国民総生産
GTZ	Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit	
IBSS	Instituto Boliviano de Seguridad Social	ボリビア社会保険協会
IDWSSD	International Drinking Water Supply and Sanitation Decade	水道と環境衛生の国際10ヶ年
OMS	Organizacion Mundial de la Salud	世界保健機構 (WHO)
OPS	Organizacion Panamericana de la Salud	汎米保健機構 (PAHO)
SAMAPA	Servicio Autonomo Municipal de Agua Potable y Alcantarillado	首都圏上下水道公社
USAID	Agencia Internacional para el Desarrollo, en Bolivia	米国際協力庁
KFW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	(西ドイツ)復興金融公庫

本プロジェクトの実施により、エル・アルト市に対し、水質的に安全で廉価な水を安定して供給することは、エル・アルト市の公衆衛生の向上と生活環境の改善に寄与するのみでなく、ボリビア国が主要な目標の一つとしている国民生活の安定化に大きく寄与することとなる。また、エル・アルトは鉱山失業労働者の国内移住やラパス市の過剰人口に対する受け入れ等に対し、都市基盤整備が緊急課題となっており、本事業はこれら都市基盤整備の一環として大いに役立つものと期待されている。

略語表

ANESAPA	Asociacion Nacional de Empresas de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado	上下水道企業協会
ANSI		北米電気設備基準
BID	Banco Interamericano de Desarrollo	米州開発銀行
BMZ	Das Bundes Ministerium fur wirtschaftliche Zusammenarbeit	西ドイツ経済協力省
BM	Banco Mundial	世界銀行 (WB) 西ドイツ技術協力公社
CARE	Cooperativa Americana de Remesas al Exterior, en Bolivia	
CNSS	Caja Nacional de Seguro Social	国家社会保険基金
COBEE	Compania Boliviana de Energia Electrica	電気エネルギー会社
CORPAGUAS	Corporacion de Agua Potable y Alcantarillado	上下水道公社
DSA	Division de Sancamiento Ambiental, Ministerio de Prevision Social y Aslud Publica	厚生省環境衛生局
EC	Electrical Conductivity	電気伝導度
ENTEL	Empresa Nacional de Telecomunicaciones	電話通信公社
F. M. I.	Fondo Monetario Internacional	国際通貨基金 (IMF)
GDP	Gross Domestic Products	国内総生産
GEOBOL	Servicio Geologico de Bolivia	ボリビア国地質調査所
GNP	Gross National Products	国民総生産
GTZ	Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit	
IBSS	Instituto Boliviano de Seguridad Social	ボリビア社会保険協会
IDWSSD	International Drinking Water Supply and Sanitation Decade	水道と環境衛生の国際10ヶ年
OMS	Organizacion Mundial de la Salud	世界保健機構 (WHO)
OPS	Organizacion Panamericana de la Salud	汎米保健機構 (PAHO)
SAMAPA	Servicio Autonomo Municipal de Agua Potable y Alcantarillado	首都圏上下水道公社
USAID	Agencia Internacional para el Desarrollo, en Bolivia	米国国際協力庁
KFW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	(西ドイツ)復興金融公庫

目 次

序文	
鳥瞰図	
地図	
要約	
第1章 緒論	1
第2章 計画の背景	2
2.1 ボリビア国の概要および国家開発計画	2
2.1.1 自然環境	2
2.1.2 経済動向	5
2.1.3 人口	6
2.1.4 国家開発計画の概要	7
2.2 ボリビア国における水道事業の現況および給水施設整備計画	8
2.2.1 水道事業の現況	8
2.2.2 給水施設整備計画	11
2.3 ラ・パス地域の給水施設の現状と水道事業	13
2.3.1 給水施設	13
2.3.2 給水状況	16
2.3.3 水道事業	18
2.3.4 財政と外国援助	19
2.4 要請の経緯と内容	20
第3章 計画地域の概要	21
3.1 一般概況	21
3.1.1 位置および地形	21
3.1.2 人口及び社会経済状況	21
3.2 自然条件	25
3.2.1 気候	25
3.2.2 地形・地質	26
3.2.3 地下水	26
3.3 社会基盤の状況	27
3.3.1 電力	27
3.3.2 電話	27

3. 3. 3	交通	28
3. 3. 4	保健・衛生	29
3. 3. 5	排水および下水道	29
第4章 計画の内容		31
4. 1	計画の目的	31
4. 2	要請内容の検討	31
4. 3	計画の概要	32
4. 3. 1	給水対象地区	32
4. 3. 2	計画目標年次	32
4. 3. 3	水源	34
4. 3. 4	電源	38
4. 3. 5	用地	38
4. 3. 6	実施機関	39
4. 3. 7	施設の概要	39
第5章 基本設計		42
5. 1	基本方針	42
5. 2	基本計画	42
5. 2. 1	計画給水区域	42
5. 2. 2	給水原単位	42
5. 2. 3	水需要の予測	42
5. 2. 4	給水サービスレベル	43
5. 2. 5	計画給水量	43
5. 3	施設計画	46
5. 3. 1	給水システムの検討	46
5. 3. 2	建設資材の選定	49
5. 4	施設の基本計画	50
5. 4. 1	施設計画の概要	50
5. 4. 2	施設設計	51
5. 4. 3	設計計画のまとめ	79
5. 5	概算事業費	81
5. 6	基本設計図	81

第6章 事業実施計画	82
6.1 実施組織	82
6.1.1 実施体制	82
6.1.2 実施設計および施工管理	82
6.1.3 工事の方法	83
6.2 事業分担範囲	84
6.3 資機材調達計画	85
6.4 事業実施スケジュール	85
6.5 維持管理計画	87
6.5.1 維持管理体制	87
6.5.2 維持管理費	87
第7章 事業評価	89
7.1 事業効果	89
7.2 妥当性	90
7.2.1 技術的妥当性	90
7.2.2 財政的妥当性	90
7.3.3 環境評価	90
第8章 結論と提言	91
8.1 結論	91
8.2 提言	91

巻末付属資料

1. Minutes of Discussion	A-1
2. 調査団構成	A-9
3. 調査日程	A-9
4. 面会者リスト	A-10
5. 中南米諸国の水供給状況	A-12
6. SAMAPAの工事实績	A-13
7. 維持管理費と収入算出根拠	A-16
8. 流量計算データ	A-21

基本設計図集

第1章 緒 論

エル・アルトはボリビア国の首都ラパス市と他地域とを結ぶ交通・運輸の拠点であり、ラパス市の発展に伴いその一部として成長して来た町である。エル・アルト市は1985年3月ラパス市から分離独立し、現在独自の市政をしいている。1986年現在の人口は約233,000人、人口増加率は4.1%で南米でも高い増加率を示しており、ボリビア全国の鉱山離職者のエル・アルトへの移住計画もあいまって2010年には80万人に達するものと予想されている。

エル・アルト市の水道はSAMAPA（首都圏上下水道公社）によりラパス地域への水供給システムに組み込まれた形で運営されており、西ドイツ政府の援助により作成されたマスタープランに従いSAMAPAにより整備が進められている。しかしながら、エル・アルト地区の水道システムは現在水不足の状態であるにも拘わらず本マスタープランにおいては、エル・アルト市の急増する需要量をカバーできるものとはなっていない。よってエル・アルト市に対する地下水を水源とした飲料水の確保が急務となっている。

ボリビア政府は、エル・アルト地域における地下水開発調査についての技術協力要請を1986年6月日本政府に対して行った。日本政府はこの要請を受けて1986年6月から1988年1月にかけてJICAを通じ地下水開発可能性調査を実施した。調査の結果エル・アルト市南方地域において飲料水に適した1日約30,000m³の地下水を20年間継続して揚水可能であることが確認された。

ボリビア政府はこの水資源を使用してエル・アルト市の飲料水供給計画を策定し、その実施に関して日本政府の無償資金協力を要請越した。国際協力事業団は1988年3月25日から5月8日まで無償資金協力計画調査部基本設計調査第一課課長代理 西端則夫を団長とする基本設計調査団をボリビア国に派遣し、ボリビア国政府の要請内容の確認、確実な地下水開発可能量を確認するためのボーリング調査、及び資料収集を実施し、帰国後の国内作業の後、国際協力事業団 沖縄国際センター総務課 課長代理 永山 盛章を団長として1988年7月22日より8月7日までドラフト・ファイナル・レポートの現地説明チームを派遣した。

現地調査の結果並びに本計画にかかる基本的諸条件についてボリビア国関係者と協議を行い合意した事項は、議事録としてとりまとめ、双方の代表者が署名を行った(資料-1参照)。

本報告書は、現地調査をもとに国内における解析を通して本計画の妥当性、最適な給水施設規模等を検討し、最適な基本設計をとりまとめたものである。

第2章 計画の背景

2. 1 ボリビア国の概要および国家開発計画

2. 1. 1 自然環境

ボリビア国は、南米大陸のほぼ中央部、南緯10~23度に位置し、北部及び東部をブラジル、南部をパラグアイ及びアルゼンチン、西部をペルー及びチリに接する内陸国である。国土面積は約110万km²で日本の約3倍の面積を有する。国土は、9つの州に分割され首都はラパス州のラパス市である。(図 2.1.1-1参照)

地勢的にはアンデス山系に含まれる標高3,000m以上の西部山岳地帯と高原地帯(アルチプレーノ)、中部の溪谷地帯(1,000m~3,000m)およびアマゾン河とラプラタ河上流の東部平地帯(1,000m以下)の三つに大別され、東部平地帯は国土面積の半分以上で占める。(図 2.1.1-2 参照)

緯度的には熱帯から亜熱帯に属するが、標高差が激しいため各々の地形条件により顕著な気候の違いを示す。すなわち、山岳地帯や溪谷地帯では強い日射しにもかかわらず気温は年間を通じ寒冷であり、平地帯では亜熱帯性の気候を呈する。

雨期は12月から3月頃、乾期は4月から11月頃であり、高地へ行くほど、この現象は明確である。各地帯の代表的な都市における平均気温と降雨量を下表に示す。

表 2.1.1 ボリビア国の気候

州名	気象台	標高 (m)	年間平均 気温(°C)	年間降雨量 (mm)	摘要
ラパス	カラコト	3,805	12.9	632.1	西部山岳地帯
コチャバンバ	コチャバンバ	2,533	18.1	567.4	中部溪谷地帯
サンタクルス	モンテロー	437	23.8	1,348.0	東部平地帯

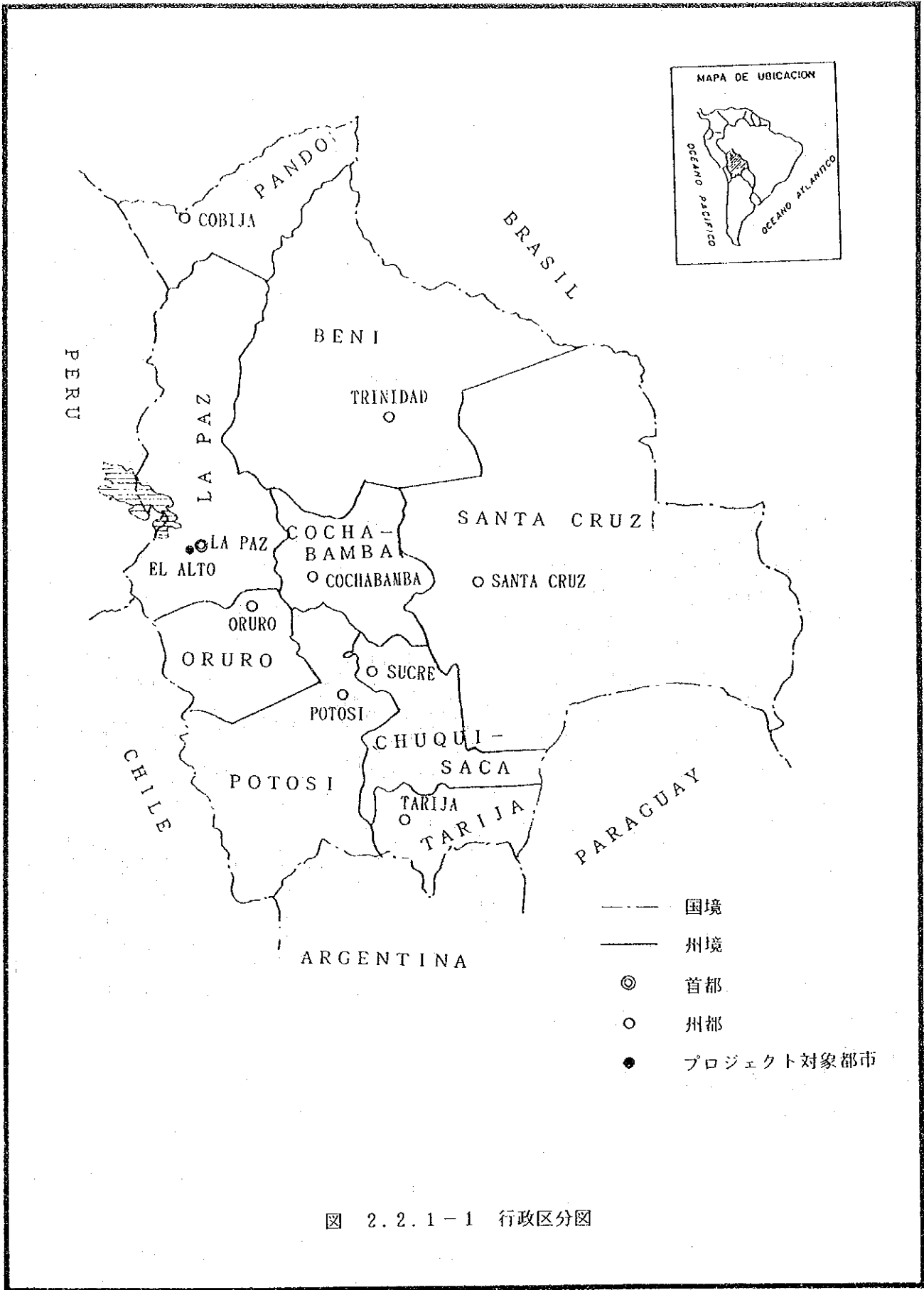
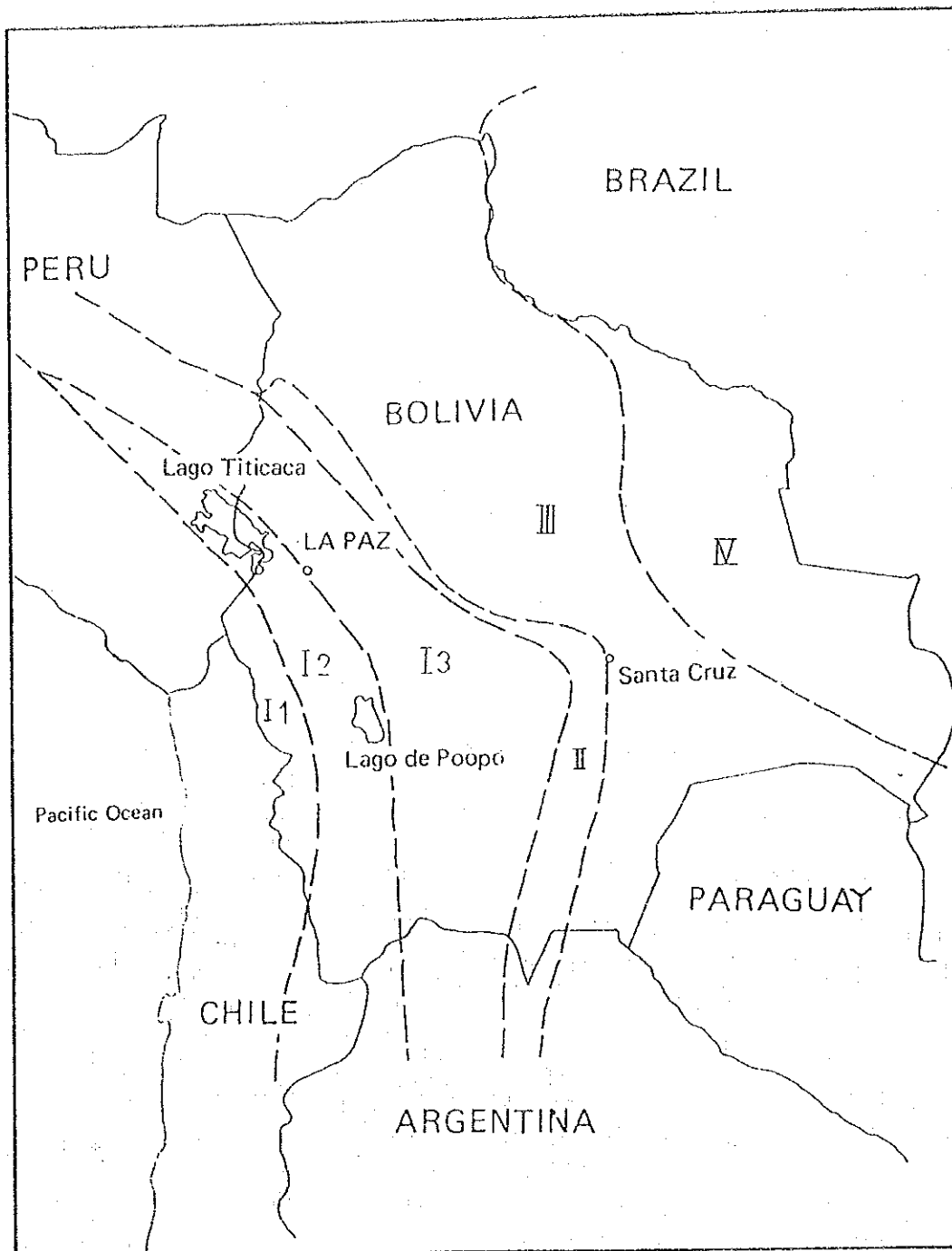


図 2.2.1-1 行政区分図



- I1 : アンデス地帯 (Los altos andes)、西部山岳地帯
- I2 : " (")、高原地帯 (Alti Plano)
- I3 : " (")、東部山岳地帯
- II : 亜アンデス地帯 (La faja subandina)
- III : 中央平原地帯 (Las bajas llanuras en el centro)
- IV : ブラジル盾状地帯 (las colinas del Escudo Brasileño)

図 2.2.1-2 ボリビア国の地質分類

2. 1. 2 経済動向

同国の経済基盤は農業と錫や天然ガスを中心とする鉱業である。特に錫は1970年代を通じて総輸出額の50%を占めてきたが、80年代に入り天然ガス輸出の伸びとともに輸出におけるシェアは相対的に減少し、1985年では非鉄金属の輸出額が39%であるのに対し、天然ガス等の炭化水素が56%を占めている。1980年代の輸出額は表 2.1.2 の通りであり同国輸出額は年々低下している。労働人口配分では農業に50%、鉱業には4%とされるが、GDPにおけるシェアでは、それぞれ20%、13%である。

表 2.1.2 輸出額の動向

単位100万US

項目	1981	1982	1983	1984	1985	1986*
非鉄金属	556.2	419.2	347.2	364.1	263.8	117.3
石油	3.3	4.5	34.2	8.5	0.1	3.4
ガス	343.2	393.2	385.8	380.4	374.4	156.1
その他	2.6	80.6	50.1	29.0	34.2	37.2
計	995.3	898.2	817.3	782.0	672.5	314.0
非鉄金属	56%	47%	42%	47%	39%	37%
石油	0%	1%	4%	1%	0%	1%
ガス	34%	44%	47%	49%	56%	50%
その他	9%	9%	6%	4%	5%	12%

注：* 前半の半年分

出典：F. M. I.

1971年から1978年まで続いたバンセル軍事政権時代、鉱物・石油等の一次産品価格の上昇、国内政情の安定を反映して、ボリビア経済は飛躍的發展を遂げ、この期間中年平均5.5%の経済成長を記録した。しかし、1978年以降は鉱産物市況の低迷、石油生産の減少、さらに政情の悪化もあり、経済低迷、インフレの進行、財政赤字の増大と対外債務の累積が顕在化し、経済状態は急速に悪化した。

1984年には経済成長率マイナス2.4%、一人当たり所得成長率マイナス6.4%、消費者物価上昇率2,176.8%を記録した。1985年には、経済状況が更に悪化し、8月の対前月比物価は60%上昇、対前年同月比は20,560.9%の上昇を記録する状況となったが、同月発足したヴィクトル・パス・エステンソロ政権は、新経済政策を発表し、通貨であるペソの変動相場制の導入、1987年1月にはデノミネーション実施等の施策を講じ、経済は次第に正常化の傾向をみせつつある。

1987年のボリビアの経済は、過去6年間マイナス成長していたものが、1.9%のプラス成長を記録した。またインフレ率については1985年8月29日からの新しい経済政策によって66%から1987年度は12.30%と減少しており、経済安定化へ現在移行しつつある。

過去の下降から上昇へと変化したことについて経済的には、一応の評価は与えられるが、1987年5月9日ボリビア司教者会議にも指摘された様に貧困、飢え、失業の増大の社会問題は解決されていない。

2. 1. 3 人口

総人口は、642.9万人(1985年)で、人口密度は5.8人/km²、年平均人口増加率は2.8%である。各州毎の人口統計を表 2.1.3-1 に示す。総人口の約70%が山岳高原や溪谷地帯に住んでいる。1960年代後半から平原地帯のボリビア穀倉地帯としての開発が計画され、国内移住が進められている。

ただし、ラパス州を例にとってみると、農用地を与えられ各地域へ分散された農民が近年に至り土地がやせ収量が減少したことを理由に土地を放棄しラパス市周辺へ戻るというリターン現象が始まっており、現在、州人口の約6割がラパス市周辺に集中しているとされている。人種構成は55%がアイマラ系およびケチュア系の原住インディオ、32%がメスティソと呼ばれる混血、残りの13%が白人であり、インディオの多くは高原地帯に住んでいる。公用語はスペイン語であるが、インディオによりアイマラ、ケチュア語等の多様な言葉が使用されている。

表 2.1.3-1 各州毎人口統計 (1980~1985)

年 州、州都	1980	1981	1982	1983	1984	1985
TOTAL	5,559,592	5,755,072	5,915,844	6,081,722	6,252,721	6,429,236 (2.8)
CHUGUISACA Sucre	422,209 76,546	429,904 78,457	435,406 79,941	446,398 82,494	454,573 84,505	462,904 (1.8) 86,609 (2.5)
LA PAZ La Paz	1,800,269 812,641	1,854,860 845,816	1,913,184 881,404	1,969,261 916,297	2,029,008 953,634	2,091,429 (2.5) 992,592 (4.1)
COCHABAMBA Cochabamba	864,577 260,324	886,281 270,936	908,674 281,962	931,112 293,114	954,790 304,960	979,171 (2.6) 317,251 (4.0)
ORURO Oruro	367,893 152,234	376,382 157,139	385,121 162,213	394,096 167,412	403,301 172,814	412,756 (2.8) 178,393 (3.2)
POTOSI Potosi	788,983 96,887	805,710 99,989	823,485 103,183	841,102 106,484	859,749 109,876	878,232 (3.2) 113,380 (3.2)
TARIJA Tarija	232,383 49,986	239,411 51,952	246,691 54,001	254,216 56,105	261,989 58,319	270,027 (3.1) 60,621 (3.9)
SANTA CRUZ Santa cruz	379,136 338,643	910,452 357,352	942,986 376,912	976,725 397,527	1,011,690 419,042	1,047,964 (3.6) 441,717 (5.4)
BENI Trinidad	204,385 33,764	211,211 35,019	217,703 36,204	225,024 37,557	231,976 38,883	239,810 (3.4) 40,288 (3.7)
PANDO Cobija	39,757 4,218	40,861 4,335	42,594 4,523	43,788 4,650	45,645 4,852	46,933 (2.8) 4,989 (2.8)

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA

注: () は前年比人口伸び率

Departamento de Estadísticas Sociales,
División de población

2. 1. 4 国家開発計画の概要

政府は1983年9月、開発4年計画(期間84~87年)の策定作業を開始した旨発表した。内容の詳細は公表されていない。この計画は1985年8月、現在のパス・エステンソロ政権が発足した時点において失効となった。パス政府は1978年以降、悪化の一途をたどっている経済情勢と経済混乱に対処すべく、1985年8月28日一連の新経済政策を発表した。

その概要は次の通りである。

- (1) ペソの米ドルに対する実勢変動単一為替レートの設定。
- (2) ドル売買、輸出入決済を原則として完全自由化する。
- (3) 内国銀行におけるドル建て定期預金及びペソ建てドル・クローズ付き元本実質価格保証定期預金制度の創設。
- (4) 準備預金率の引上げ(普通預金50%、定期預金10%、貯蓄金庫預金20%、その他の内貨建預金100%)。

- (5) ベソ表示の全てのBanking Operation及び金銭契約におけるドル・クローズ導入の許可。
- (6) 鉄道、バス、航空料金、電力電話、石油製品、医薬品を除く全ての商品・サービス価格の自由化。
- (7) 石油関連製品価格、ガソリン等の大幅値上げ（ガソリンの場合約560%引上げ）
- (8) 85年12月31日までの公務員給与の凍結。
- (9) 民間部門の給与水準は各企業における労使間交渉での決定にまかせる。
- (10) 全ての政府系企業は30日以内に人員整理計画を提出すべきものとする。
- (11) 石油公社、鉱山公社、開発公団等政府系大企業の地方への分散。
- (12) 政府民間両部門固定資産の再評価実施。
- (13) 主要食料品等価格維持のための補助金支出制度の廃止。

パス政権の新経済政策はインフレ抑制及び財政赤字削減に重点を置いているが、インフレ抑制面では85年9月の対前年同期比23,447.0%より、86年9月には同比94.1%に低下、財政赤字は84年対GNP比18.5%より85年には同比5.5%に縮小するなどの効果を挙げている。しかしながら、貿易面ではボリビアの輸出の約90%を占める天然ガス及び錫の国際価格の下落に伴う外貨事情の悪化により、輸入原材料・中間財の不足、製品密輸の増大等の事態が生じている。このため、本格的な経済の活性化には時間を要す見通しである。

2. 2 ボリビア国における水道事業の現況および給水施設整備計画

2. 2. 1 水道事業の現況

1985年現在、ボリビア国において安全な水の供給を受けている人口は 3,426,000人で、全人口の約 53%であり、中南米地域において最も給水状況の悪い国の一つである（別添資料5参照）。地域別の水道普及率は都市地域で82%（給水人口 2,506,000人）、地方都市及び農村地域では27%（給水人口 920,000人）である。1891年より、国連が提唱した I D W S S A 「水道と環境衛生の国際10カ年（1981~1990）」の目標に沿うべく水道の整備を推進した結果、1981年から1985年の5年間に普及率は17%の伸びを達成した。

水道整備事業は PAND を除く 8 州の州都に整備団体があり、それぞれ独立運営により、都市部の整備を進めている。その他の地域については厚生省の管轄下、CORPAGUAS および D. S. A の 2 団体がこれを担当している。

なお、都市部の水道施設整備状況は表 2.2.1-1~3 に示す通りである。

表2.2.1-1 公社別上下水道普及率

項目	公社名							
	SAMAPA	SEMAPA	SAGUAPAC	ELAPAS	AAPOS	SELA	AROS・T	AROS・B
都市名	ラパス	コチャバンバ	サンタクルス	スークレ	ポトシ	オルロー	タリハ	トリニダッド
都市人口	992,592	317,200	441,717	81,816	110,533	178,000	55,000	52,754
上水道 (人口)	761,975	245,000	326,266	74,146	74,567	125,801	48,400	33,708
(普及率)	76.77%	77.23%	73.86%	90.60%	67.46%	70.67%	88.00%	63.89%
下水道 (人口)	498,014	206,288	129,699	55,250	62,672	52,545	22,674	-
(普及率)	50.17%	65.00%	29.38%	67.53%	56.70%	29.52%	41.22%	-

表2.2.1-2 公社別職員の状況

項目	公社名							
	SAMAPA	SEMAPA	SAGUAPAC	ELAPAS	AAPOS	SELA	AROS・T	AROS・B
都市名	ラパス	コチャバンバ	サンタクルス	スークレ	ポトシ	オルロー	タリハ	トリニダッド
管理	15	10	9	9	5	5	8	4
計画	16	6	9	1	-	4	-	-
技術	313	161	127	32	58	63	41	24
運営	78	58	57	53	24	7	12	11
経営	162	40	73	17	-	22	10	-
合計	584	275	275	112	87	101	71	39

表2.2.1-3 公社別水道施設内容

項目	公社名									
	SAMAPA	SEMAPA	SAGUAPAC	ELAPAS	AAPOS	SELA	AROS・T	AROS・B		
都市名	ラパス	コチャバンバ	サンタクルス	スークレ	ポトシ	オルロ-	タリハ	トリニダッド		
施設	有	無	有	無	有	市役所内	無	無		
1. 事務所	"	有	"	有	"	無	"	"		
2. 化学分析室	"	無	"	無	"	"	"	"		
3. 生物分析室	"	有	"	有	"	無	"	"		
4. 無線	35	21	23	7	5	4	2	4		
5. 車輛	28,891	23,060	47,285	11,207	166	3,692	-	-		
接続	27,090	4,615	-	200	9,355	13,931	7,900	3,901		
1. メータ付	1,585	118	269	-	88	61	5	25		
2. メータ無	○	○	-	○	○	○	○	-		
3. 公共栓	-	○	○	-	-	○	○	○		
水源	3	3	-	1	1	-	-	-		
1. 表流水	-	30	13	-	-	7	10	6		
2. 地下水	-	41,987	56,164	10,630	-	23,362	17,280	9,619		
3. プラント数	129,500	47,770	47,175	10,575	14,860	22,464	17,107	9,619		
4. 井戸数	126,385	5	4	3	-	6	10	1		
処理水量 M ³ /日	11	324.67	747.0	98.5	91.25	88.0	不明	45.2		
給水量 M ³ /日	634.5									
配水池										
管路延長 Km										

2. 2. 2 給水施設整備計画

ボリビア国における全国的な上下水道の技術・運営面における開発計画はANESAPA(上下水道事業企業協会)が担当している。

ANESAPAはボリビア国の基礎的衛生部門を再整備し、企業相互間の調整を行い、またIDWSSDの目標達成のために1982年11月に創設された。本協会は、1984年10月29日付けの大統領令によって組織・定款が承認され、1985年度より独立運営を始め現在に至っている。

ANESAPAに加盟している企業体および国家団体は以下の通りである。

企業体又は団体名	事業主体(市)
SAMAPA	La paz
SAGUAPAC	Santa Cruz
SEMAPA	Cochabamba
ELAPAS	Sucre
AAPOS	Potosí
SELA	Oruro
AROS・T	Tarija
AROS・B	Beni
CORPAGUAS	国家
D. S. A.	国家

ANESAPAの目標は次の通りである。

- (1) 各企業体間の作業の調整
- (2) 横の協力の推進
- (3) 適切な技術開発の為の指導
- (4) 都市および地方住民の衛生環境向上のための政策の調整
- (5) 加盟企業体の職員研修と専門職員の養成
- (6) セミナー、講習による各企業の体制強化
- (7) 国際機関に対する無償技術協力援助要請のためのサポート
- (8) 企業体活動における自主性と独立性に対する保護

現在までに行われた主な実績は以下の通りである。

(1) 総合的水道料金体系の策定

所得水準に合わせた水道料金体系を策定するための分析手法を確立し、政府に水道料金策定案を提出した。

(2) 各企業体の評価と診断

各企業別の基本データを分析し、技術力、維持管理運営能力の評価を行い、各企業の問題点を明らかにし体制を強化した。なお、本件はOPS（汎米保健機構）OMS（世界保健機構）等の専門家の協力により実施した。

(3) 計画のレビューと優先順位付け計画

IDWSSAに添った州都および都市部に対するマスタープランの作成について、住宅省、企画省と共に優先度に合わせ米州開発銀行(BID)に対して要請中である。

(4) 衛生教育

各企業の維持管理、処理評価、漏水コントロール等に関し海外専門家を雇って全企業体に衛生教育キャンペーンを実施中である。

2. 3 ラ・パス地域の給水施設の現状と水道事業

2. 3. 1 給水施設

ラ・パス地域の水供給は、SAMAPA(首都圏上下水道公社)により運営されている。

SAMAPAは1966年の設立以来、エル・アルト市を含むラパス市の上下水道事業を独立採算により行っている。構成人員は総裁以下約560名である(図 2.3.1-3 組織図参照)。

水道システムは下図に示すとおりであり、エル・アルト、アチャチカラ及びパンパハシの三浄水場から配水され、その水源はいずれも表流水で、4貯水から得られている。

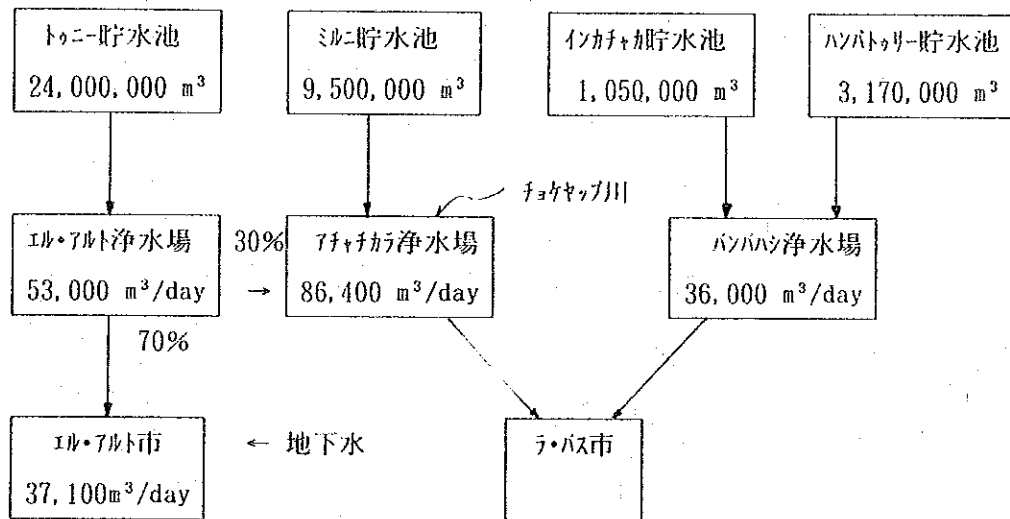


図 2.3.1-1 水道システム

これらのシステムのうち本計画に関連するものはエル・アルト システムであり、他はラ・パス市に属する。エル・アルト市への給水は、トゥニー貯水池を水源としており、ペリフェリカ(都市周辺道路)北端部に設置されたエル・アルト浄水場において処理され、自然流下により各地へ配水されている。エル・アルト浄水場からはラ・パス市の水不足を補うべく一部アチャチカラ浄水場へ分水している。ANESAPAが調査したSAMAPAの運営・管理の状況評価では「アチャチカラ、パンパハシ、エル・アルトの3つのプラントは現在のところ適正に操業しているが、将来予想される問題を予防するために運転及び保守への配慮が必要である。パンパハシとエル・アルトの各プラントは早期に拡張する必要性が認められた」としている。給水管の敷設方法は、SAMAPAが主要幹線の配管のみ施工し、給水管は受益者負担としている。またこれらの給水管工事については1987年年11月に制定された定住促進基金の補助を受けて実施する場合もある。

ORGANIGRAMA S.A.M.A.P.A. 1.987

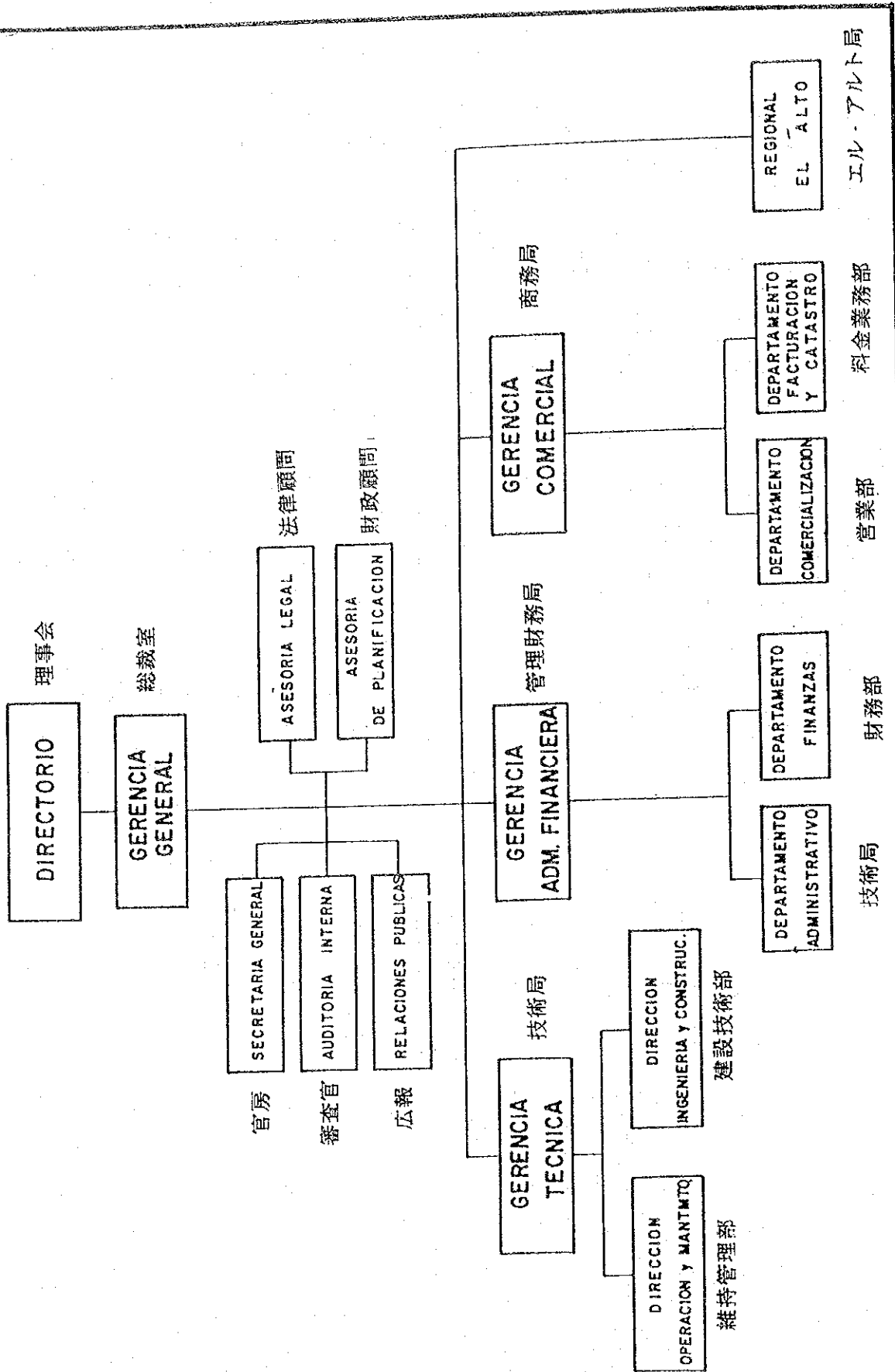


図 2.3.1 - 3 SAMAPA 組織図

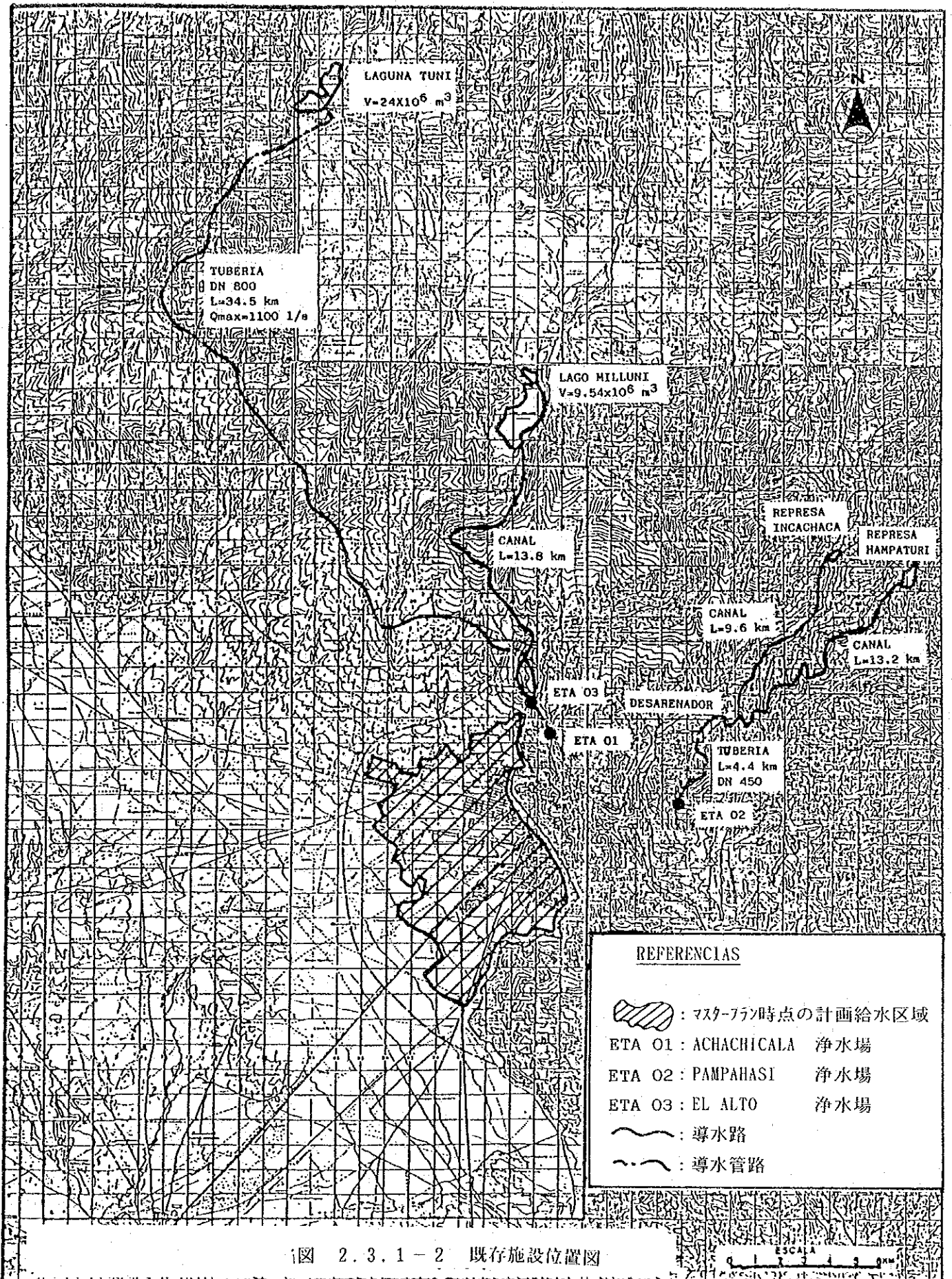


図 2.3.1-2 既存施設位置図

2. 3. 2 給水状況

エル・アルト市における1986年の現在人口は約23万人で、その水需要量は供給可能水量の37,000m³/日とはほぼバランスしている。しかし場所によっては既に水不足の状態であり、乾期には給水制限等を実施して対処している状況である。

エル・アルト市の既存給水主管配管図を図 2.3.2 に示した。

給水方法としては各戸給水と共同水栓によるものがある。各戸給水はメータリングシステムにより料金徴収が行われており、水道料金は生活水準に合わせて料金徴収を行っている(表 2.3.2 参照)。共同水栓は1栓当り平均30家族、120人が使用しており、料金は15 Bs (約900円)/月/栓である。

また、エル・アルト浄水場からの給水が届かない地区では、個別に掘削された井戸や湧水、または給水車による売水により飲料水を確保している。

表 2.3.2 SAMAPA水道料金徴収基準

分 類	敷地面積 m ²	基本料金		使用料金		備 考
		m ³	Bs	Bs/m ³	m ³ Bs/m ³	
DOMESTICA PERIFERICA	< 100	10	1.690	0.160	> 50 0.230	エル・アルト
DOMESTICA PERIFERICA	> 100	10	1.690	0.190	> 50 0.250	
DOMESTICA CENTRAL	< 100	10	1.691	0.190	> 50 0.300	ラ・パス市街
DOMESTICA CENTRAL	> 100	10	2.060	0.210	> 50 0.310	
DOMESTICA RESIDENCIAL	< 100	10	2.060	0.210	> 50 0.310	住宅地
DOMESTICA RESIDENCIAL	> 100	10	2.060	0.230	> 50 0.310	
COMERCIAL PEQUENA		30	18.950	0.710	>150 1.010	商業(大)
COMERCIAL GRANDE		30	20.950	0.790	>150 1.060	(小)
INDUSTRIAL PEQUENA		30	25.350	0.890	>150 1.040	工場(大)
INDUSTRIAL GRANDE		30	28.730	1.050	>300 1.130	(小)
OFICIAL		30	13.310	0.530	>150 0.660	

注：1987年4月~1987年12月

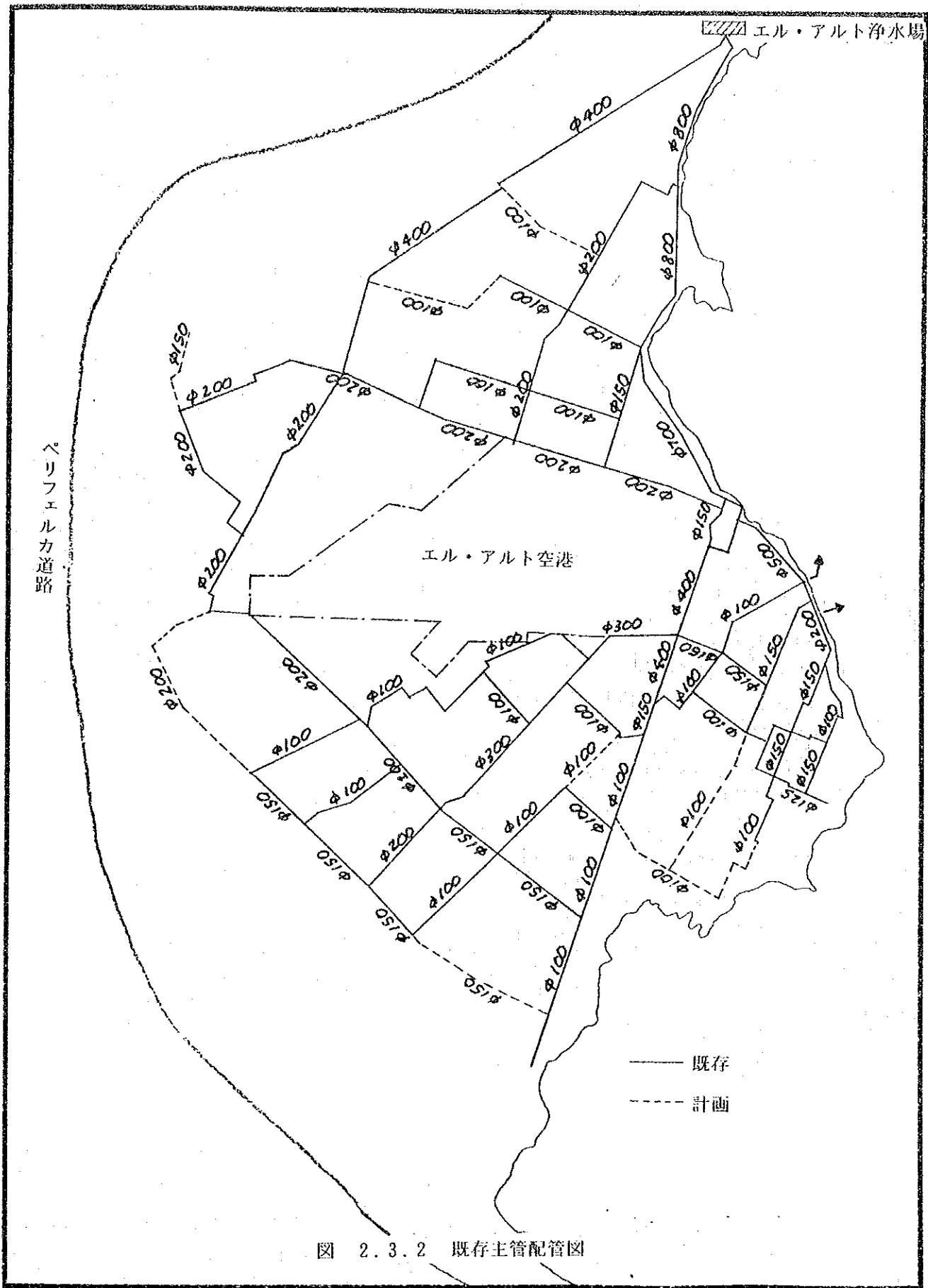


図 2.3.2 既存主管配管図

2. 3. 3 水道事業

ラ・パス地域を対象とした水道事業は、1965年ドイツのコンサルタント（KOCKS）により作成され、ボリビア政府へ提出されたマスタープランを基に工事が開始された。第一期工事は、1966年SAMAPA設立と同時に実施され、その後1971年KOCKSが作成した目標年次を2000年とするF/Sレポートに従って第二期工事が実施され1985年11月に完成している。これら施設のファイナンス先、工事金額、事業内容等は別添資料「SAMAPA工事実績」に示す通りである。

ラ・パス地域の現在人口は94万人で、SAMAPAによる当地区への可能給水量は13万³ /日である。2000年には人口146万人、水需要量は23万³ /日に達すると見込まれる。ボリビア政府が、閉山した鉱山労働者のエル・アルト地区への人植を積極的に推進している事も重なって、今後急速に増大すると予測される水需要に対し、新たな水源開発が望まれている。これに対しSAMAPAは長年に亘り、給水改善計画に、トゥニー湖を主水源とした施設拡張の検討を重ねて来た。その結果、ラ・パス地域の水源となる表流水はすでにほとんど活用し尽くされ、新たに水源を増強するには、水利権の改定に基づく貯水池の増設や、チカカ湖の水利用計画などの抜本的事業が必要という見解に達した。しかし、このような大規模な事業は建設費が高く現実的でないため、SAMAPAは建設費の比較的小さい地下水開発を重視し、GEOBOL（ボリビア国地質調査所）の協力を得て、エル・アルト地区において、現在まで約40本の深井戸を建設してきた。しかしながら、井戸完成後予定水量を確保できなかつたり、揚水量に比し井戸寿命が短かすぎる等、地下水開発技術の不足により十分な開発が行われていない。

1986年以降におけるSAMAPAの事業については1986年に2000年までの計画策定を終え、現在、事業実施中であるが、この計画中最も重要なプロジェクトの一つとして本プロジェクト「エル・アルト市地下水開発事業」がある。1987年から2000年までの14年間の水道プロジェクト数は49事業からなり、積算済みの総事業費としては4,200万US\$を見込んでいる。

2. 3. 4 財政と外国援助

(1) SAMAPAの財政

SAMAPAは水道料金によって運営されているが、その料金徴収は国の政策によって抑制されており、これが1982年以来継続的な財政欠陥の原因となっていると言われていた。SAMAPAは近年、これを改善すべく水道料金の改定、漏水の多い老朽管の布設替えによる有収率の増加、水道メータの設置による料金収入の増加等の施策を推進した結果、1987年、表 2.3.4-1 に示すとおり単年度ではあるが黒字に転じた。これら施策を今後も継続して推進することによりSAMAPA全体として財政的に健全な運営が期待できる状況にあると判断される。

表 2.3.4-1 SAMAPAの収支 単位: Bs

年度	支出	収入	継続収支	単年度収支	備考
1984	45,581	28,440	-17,141		決算方法の変更
1985	4,108,397	2,715,956	-1,392,441	-1,375,300	
1986	13,389,037	10,994,252	-2,394,785	-1,002,344	
1987	17,139,980	16,357,569	-782,411	+1,612,374	

出典: SAMAPA

(2) 外国援助

ボリビア国への諸外国からの技術協力援助は、BID, BM, KFW, USAID, CAREおよびJICAなどを通して実施されている。

SAMAPAに対する外国援助はBMZ(ドイツ連邦共和国経済協力省)がその主なものであり、1966年以来ラパス市(エル・アルト市を含む)に対する上下水道整備事業への協力を行っている。これは、SAMAPAの運営・営業および技術業務の分野に関連した支援を目的とした長年に亘る一連の技術協力計画であり、経済協力としては約7000万マルクの長期の融資、また約1000万マルクの無償資金による技術協力が実施されている。これら、経済技術協力により実施された工事内容は別添資料「SAMAPA工事实績」に示すとおりであり、これには一部BIDの融資も含まれる。

上記の協力によって整備された水供給システムに対し、1987年11月にボリビア政府とBMZにより実施されたプロジェクト評価では特に以下のことが指摘されている。

(1) 計画対象地域における水道普及率が着実に上昇した。

1966年14% → 1987年70%

(2) 水道の普及に伴って増大する下水道整備の必要性に対する考慮が不足している。

(3) 漏水が最大50%にまで達しており、供給水に対する低い有収率がSAMA PA財政状況を圧迫する原因となっている。

(4) 一般家庭用水道の接続と水道メーター設置の遅れている。

(計画 38,000栓のうち15,000栓が未整備)

2. 4 要請の経緯と内容

SAMA PAは長年に亙る地下水研究データに基づきエル・アルト地区での地下水開発が非常に有望であるという認識をもち、1985年「ラ・パス市首都圏水道整備事業計画(案)」を策定し、具体的な1つの手段として、エル・アルト地区の地下水開発に着手し、昭和61年7月、賦存量の調査を含む地下水開発調査の実施を日本国へ要請してきた。日本政府はこれを受け同年9~10月、国際協力事業団を通じ、事前調査団をボリビア国へ派遣しS/W(スコープ・オブ・ワーク)協議・署名を行った。更に、昭和62年1月31日から昭和63年1月まで約1年間に亙り地下水開発可能性調査を実施した。調査の結果、少なくともむこう20年間、日量30,000 m^3 の取水が可能であることが結論付けられた。

今般、ボリビア国政府は、この地下水を水源とするエル・アルト市への生活用水供給計画を実施することを決定し、これに係る給水施設につき我が国に無償資金協力を要請してきた。

第3章 計画地域の概要

3. 1 一般概況

3. 1. 1 位置及び地形

計画地域は、ラ・パス市西方の高原台地に位置する標高3,900~4,200mのエル・アルト市である。本地域はアルティプラーノの縁辺部にあたり、北から南へ極めて緩やかに傾斜しており、東辺はラ・パス盆地へ落ち込む急崖地形を形成している。本地域にはエル・アルト空港があり、その周辺を1970年代に開けた住宅地が取り囲み、さらに外側には最近になって開発された新興住宅地が発達している。

エル・アルト市では都市計画により、エル・アルト空港を中心として半円形状に都市化地域を定め、これを都市外周道路（ペリフェリカ）が取り囲んだ形となっている。ペリフェリカ周辺は人家がまばらでそのほとんどが、未利用地又は農地となっている。エル・アルト市は住宅団地を含め大小137の集落から構成され、北部エル・アルト地区と南部エル・アルト地区に大別される（図 3.1.1 参照）。このうち、ほとんどの住居地区はペリフェリカ内にあるが、ペリフェリカ道路の外郭部でも、現在2つの住宅団地（Villa Aidita, Las Quiswaras）が建設中であり、さらに幾つかの住居区が計画されている。これらの地域は現在は農村地区に分類されているが、近い将来に都市地域に統合される計画である。

3. 1. 2 人口及び社会経済状況

エル・アルト市は1985年ラパス市から独立し独自の市政をしいている。しかし、ラ・パス市がすでに人口、建物等、飽和状態にあるため工場、倉庫等の建設を制限する一方、これらをエル・アルト市へ移転すると共にエル・アルト市の工業化計画を促進しており、相互の市の形態からみて将来的にも有機的連携を図り、一体的な都市として発展させるべく計画されている。

1980年~1985年におけるラ・パス地域の人口伸び率は約4.1%で、このうち自然増を全国平均伸び率の2.8%とすると残りの1.3%は地方部からの流入または国内移住計画によるものと考えられる。さらに、エル・アルト市はラ・パス市の余剰人口および全国の鉱山失業者の受け入れ先として計画されていることから、将来の人口伸び率は5~6%になるものと予測されている。

エル・アルト市はこれら人口の急増に対応すべく、広範囲の住居地域が指定されており、鉱山省、住宅省、銀行その他の団体により、十数ヶ所に及ぶ住宅団地の建設計画がある。

現在すでにその建設が終わり、人居者募集が始まっているところもある。エル・アルト市の人口は1986年には約223,000人であったが、上記のような理由により 2000年には50万人、2010年には80万人に膨張すると予想されている。1986から2010年までの人口予測に基づく、人口増加曲線を図 3.1.2 に示す。

エル・アルト市はラ・パス首都圏において、低所得者の住める唯一の住宅地であり、居住者の多くは低所得者である。平均的な家族構成は5~10人である。所得水準が低い主な原因は雇用機会に恵まれず、たとえ職を持ったにしても安定した収入が得られないことにある。

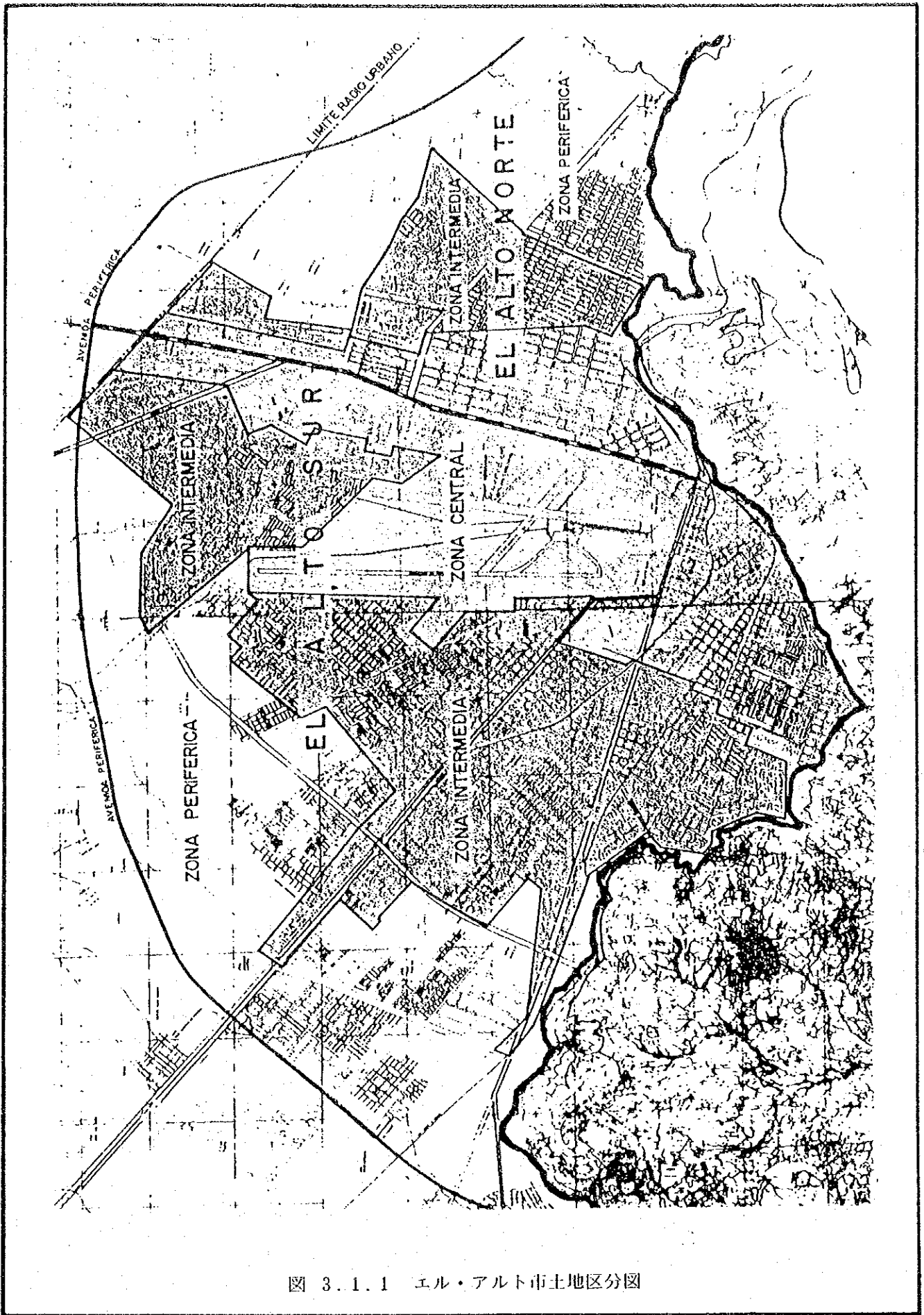
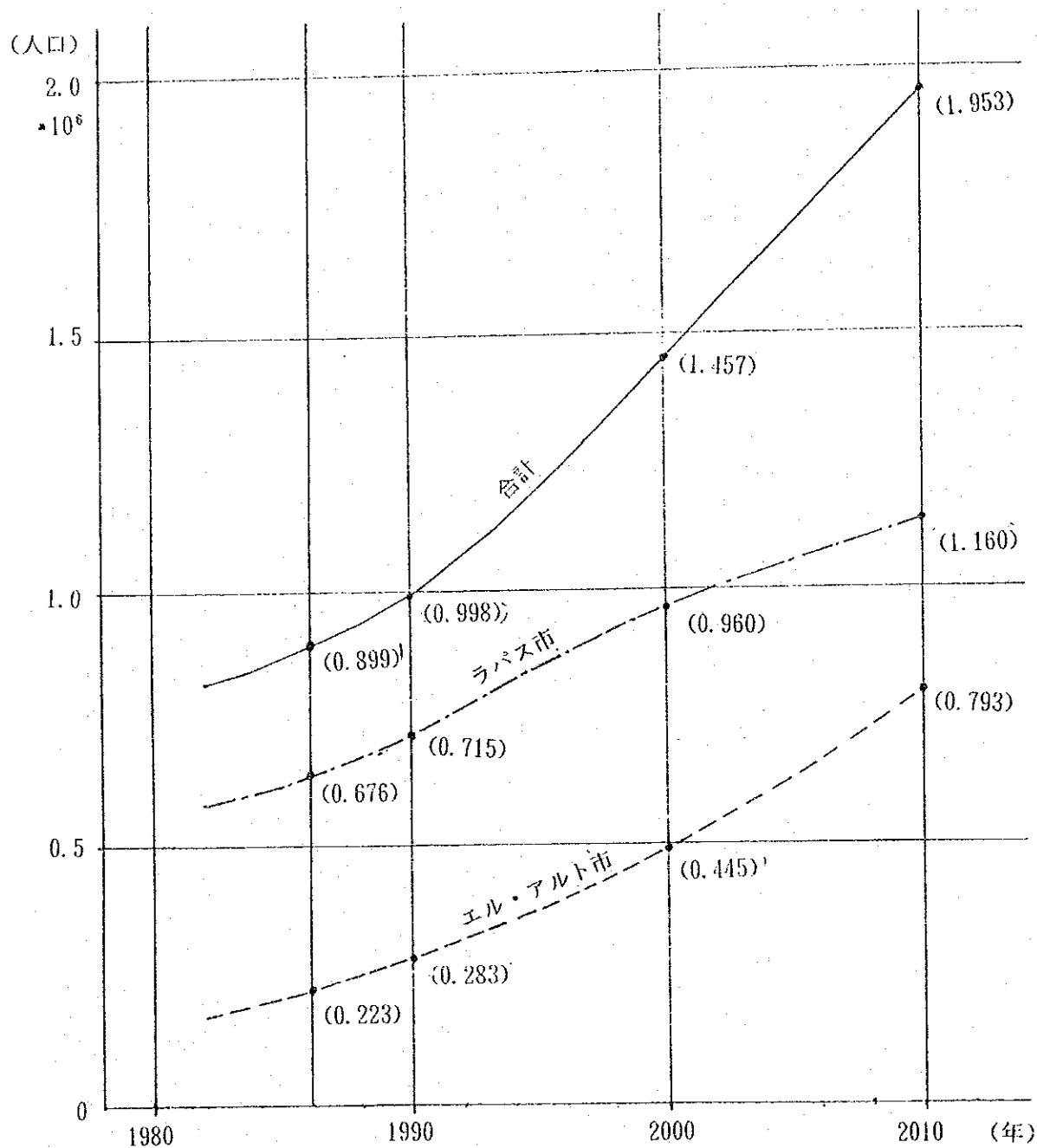


図 3.1.1 エル・アルト市土地区分図



	1986	1990	2000	2010
ラバース市	676,000	715,000	960,000	1,160,000
エル・アルト市	223,239	283,000	495,000	793,000
計	899,239	998,000	1,457,000	1,953,000

図 3.1.2 人口予測曲線

3. 2 自然条件

3. 2. 1 気候

エル・アルト市はほぼ南緯16度36分に位置し、緯度的には亜熱帯地域に属するが、標高が高いため冷涼な気候となっている。紫外線が強く、昼夜間の温度差が大きいのが特徴である。季節は冬季と雨季の2季に分かれ、雨季は10月末から3月までで夏季に相当する。またアンデス山脈が気候的に障壁となり、アマゾン地域からくる大気の湿気を遮っているため湿度は低い。エル・アルトの気象については、Viacha、Chacaltaya 及び Kallutacaにある気象・水文観測所における約30年間に亘る観測データがある。主な気象学的特質を表 3. 2. 1 に示す。

表 3. 2. 1 気象の特質

年間平均気温	EL ALTO	7.78 °C
	SAB CALIXTO	10.73 °C
月間平均気温	EL ALTO	最低 7月 8.68 °C
		最高11月 12.73 °C
	SAN CALIXTO	最低 7月 6.00 °C
		最高11月 9.70 °C
風向	EL ALTO	東 67 %
		南東 3 %
		西 29 %
		北東 1 %
年間平均降雨量	EL ALTO	564 mm
	SAN CALIXTO	590 mm
年間最大降雨量	EL ALTO	731 mm
	SAN CALIXTO	617 mm
平均相対湿度	EL ALTO	56 %
	SAN CALIXTO	57 %

注：SAN CALIXTO (ラ・パス市内)

3. 2. 2 地形・地質

調査対象地域はアルティプラーノの縁辺部にあたり、標高 3,900~4,200m 程度の極めて緩やかな地形を呈している。

調査対象地域の地質は、古世代シルル紀のカタビ層を基盤とし、これを覆って第三紀のラ・パス層、第四紀の氷河～河成末区分層や氷河堆積層等が分布する。カタビ層は北北西～南南東方向の地質構造を示し、ラ・パス市街地においても露出しないことからエル・アルト地区では深度 500~600m 以深に分布すると推定される。ラ・パス層は細粒の砂岩～シルト岩を主とし、東西方向にはほぼ水平の地質構造を示している。第四紀は大部分が礫層で一部に砂層、粘度層を挟む。アウトピスタ（ラ・パス～エル・アルト間有料道路）切土面に露出する氷河～河成末区分層は比較的締まっているが、それより上位の氷河堆積層や沖積層は全体にルーズである。

エル・アルト市を含む北部高原台地は、チチカカ湖に流入する河川系流域に属している。これらの河川系には、西部より東方へ Khullu Cachi, Sehuenca, Huancase, Seco 等の河川があり、北部山地から南西方向に流出しており、そのほとんどが下流部において北西方向に流れる Rio Castari と合流して、チチカカ湖に流入している。

3. 2. 3 地下水

エル・アルト地区を含む北部高原台地は南北を古生層からなる山脈に挟まれており、難透水層が地下水盆を形成している。地下水盆は西方を古生代デボン紀の泥岩、東方を古生代シルル系のカタビ層に囲まれ、底部は古生代のシルル系～デボン系を基盤としている。

その上位に第 3 紀のラ・パス層が分布し、更にその上位に第 4 紀更新氷河期のモレーン、フルビオ等の氷河堆積物が滞水層を構成している。この滞水層は粗粒でかつ不均一な透水性に優れる層で地下水によって飽和状態にあると考えられ、地下水開発が可能な地層と言える。

この地域の地下水流は北東から南西に向かっており、南部カタリ河流域において自噴し、一部が東部の急崖地へ湧水として流出している。地下水は北方の山地流出よりの浸透水と地表面の降水によって涵養されているが、そのほとんどを山地からの流入（雪どけ水を含む）に依存している。

リオ・セコ、リオ・セケの流域及び南部 Viacha 付近は地下水頭が地表に近く湿地帯となっており、雨期期間中は湛水地域となっている。その他の地域においては、地下水の勾配が

地表勾配と関係無く、概ね水平面に近い。地表面からの水位は、Camino a Viacha と、ペリフェリカの交差する付近で4~5m 西方の Camino a Oruro 周辺では6~7m となっている。1973年測定された地下水水位と現在の地下水水位とでは、ほとんど変化がなく、また雨期、乾期による変動も一部を除きほとんどない。

エル・アルト地区の地下水水質は一般的に深い程溶解性物質が多く、電気伝導度も高いが、地表近くの地下水は雪解け水と同程度に電気伝導度が低く良質である。

この地区の北部の地下水は E C 200~420 μ s/cm、総硬度69~179、外観（濁度、色度）は無色透明で p H は中性（6.5~7.5）である。中部と南部の地下水の水質はそのほとんどが E C 値が100以下、p H は7程度の中性であり、北部に比べ良質である。また、この地域に点在する農家の浅井戸においては、家畜の影響を受け、濁度も若干あり、E C 255、大腸菌・一般細菌も陽性と汚染されている。

3. 3 社会基盤の状況

3. 3. 1 電力

ラ・パス地域における電力供給は C O B E E（ボリビア電気エネルギー会社）が管理・運営している。当地域への電力は Zongo Valley の発電所から Botijlaca, Cuticucho Centrales を経由し、ラ・パス市内の Achachicala 変電所へ 66KV で送電されている。また、Santa Rosa, Saimai, Chururaqui および Cahna Centrais からは、ダブルサーキットラインを通して Zongo Valley の Tiquimani 変電所へ送電され、ここから 66KV の 2 本の送電線により Alto Achachicala とラ・パスの Rosasani 変電所へ送電している。この高圧電力（66KV）はラ・パス市内の各所に設置された送・変電所へ送られ 6.6KV・50Hzへ1次変電した後、消費者の需要に合わせ単相または3相で市内に配電されている。

エル・アルト市に対しては Alto Achachicala 変電所から Rio Seco, Senkata および Tarapaca の変電所へ分電され、変圧後、市内へ配電されている。市内の電力事情は良好で、電力容量も十分あり配電線網が形成された範囲内では、かなりの電力使用施設の建設も可能である。

3. 3. 2 電話

ボリビア国における都市間および国際電話は E N T E L（電気通信公社）の独占事業によって運営されている。エル・アルト市においても同様に E N T E L により電話回線が整備さ

れており、市内の通信に対しては、Alto Lima, Ciudad Satelite および Rio Seco の3箇所の電話センターがあり、全部で3,584本の回線を有し、ラ・パス市とも連絡している。

3. 3. 3 交通

(1) 道路

エル・アルト市はラ・パス市と国内の他都市又は地域とを結ぶ交通の要衝として急速に発達した都市である。

ラ・パス市内からエル・アルト市へはアウトピスタと呼ばれる2方向4車線で完全舗装の有料自動車道で結ばれており、通行料は0.5B\$ (約30円) である。エル・アルト市からは西北西へ走るパンナム道路、南西方向へピアチャを經由しチチカカ湖とを結ぶCamino a Viacha および南方のオルーロとを結ぶCamino a Oruro の主幹線道路が半放射状に伸びている。これらは全てアスファルト舗装道路で車道幅、路肩幅も十分に確保されているが、市内ではこれらが一点に集中するため混雑度が激しい。市街は都市計画により整備された区画を持っているがほとんどの道路が玉石を敷き詰めた石畳みかあるいは未舗装であり、なおかつ排水施設がないため雨季には穴ぼこ、水たまりが発生し、泥濘化する。

エル・アルト市は1986年に市として発足して以来、インフラ整備に高優先度を置いており、現在パンナム道路の舗装打ち換え工事を行うと共に、街路についても街築化を進めている。

(2) 鉄道

エル・アルト市とラ・パス市はアリカ(チリ)～ラ・パス鉄道により結ばれている。エル・アルトからはラ・パス～ウアヤキル、ラ・パス～オルロおよびラ・パス～アリカの3本の鉄道がある。これらの鉄道は全て中央管理局がおかれているピアチャを經由しそれぞれの地区へ連絡している。又アリカから鉄道輸送されてくる物資はラ・パス空港南部に隣接するエル・アルト駅に設けられた税関を通して国内へ分散される。

(3) 空港

エル・アルト市の中心部にはエル・アルト国際空港がある。滑走路は4,000m でコンクリートで舗装されている。空港周辺はすでに市街化されており、空港建物も小さく処理能力が飽和状態を越えているため、空港の改良あるいは移転が検討されつつある。

3. 3. 4 保健・衛生

(1) サービス機関

エル・アルト市を含むラ・パス市の保健・衛生サービスは主として厚生省と社会保険協会傘下の各種病院等や診療所によって提供されている。

1) 厚生省（社会保障および公衆衛生省）

厚生省は大きく分けて公衆衛生と社会福祉の2部門より構成されている。公衆衛生部門は厚生省の医療施設を始め、地域の保健・医療活動を管理しており、各州に配置されている衛生局を統轄してその実施を図っている。大半の住民は厚生省管轄の医療機関で、公費補助による医療サービスを受けている。エル・アルト市では地区を北部・南部・中部の3区域に分割し、それぞれの区域に設けられた3~9ヶ所の診療所により、住民の保健・医療サービスに当たっている。

2) 社会保険協会（IBSS-Instituto Boliviano de Seguridad Social）

社会保険協会は、都市部を中心とする雇用労働者の間に普及しており各社会保険団体がその会員を対象に医療サービスを提供するための病院を運営している。

3) 病院

ラ・パス地域には厚生省や社会保険団体の運営する16の病院がある。

(2) 飲料水に関連する疾病

ラ・パス地域の1979年における飲料水関連の疾病患者数は次表に示すとおりである。

表 3.3.5-1 飲料水関連の疾病患者数（1979年）

病名	患者数	10万人当たり発病者数
アメーバ症	191	27.2
赤痢	19	2.7
腸チフス	565	80.5
2歳児以下の胃腸炎	4,325	—
肝炎	290	41.3
サルモネラ菌症	1,009	143.1
合計	6,339	

（資料：ラ・パス衛生局）

3. 3. 5 排水および下水道

エル・アルト市を含むラ・パス地域の1985年現在における下水道普及率は、50.17%とされているが、そのほとんどの施設はラ・パス市街に設置されているものである。

エル・アルト市では東部のごく一部を除き、下水道が未整備で、家庭からの汚水のほとんどは道路わきの素掘り側溝に放流され、甚だしいところでは汚水が地上に溢れ、あるいは水溜まりとなっている。しかし、エル・アルト市の下水道整備計画は、すでに西ドイツ政府（GTZ）の援助によりマスタープランが作成されており、SAMAPAは下水処理場の建設工事を1989年度より始める予定である。

第4章 計画の内容

4.1 計画の目的

本計画はエル・アルト市南部に賦存する地下水を利用し、エル・アルト市に対する効果的な水供給計画を立案し、これに関連する諸施設について適正な規模の事業を行い、エル・アルト市の飲料水供給事情の改善と将来の発展に寄与することを目的とする。

4.2 要請内容の検討

要請の内容については、前述の「2.5 要請の経緯と内容」において述べたとおりである。本基本設計調査を行うに当たっては、調査団の現地到着と同時にボリビア政府に対して要請内容の確認を行うと共に、協力の方法、方針、内容、事業規模、計画調査対象地域等について協議を行った。

協議の内容については、別添資料「MINUTES OF DISCUSSION」のとおりである。その主な事項は以下のとおりである。

- (1) 本計画は、エル・アルト市南部地区における、地下水を水源とした水供給システムを開発する。
- (2) 計画給水対象地域はエル・アルト市の南部地区とする。
- (3) 本計画に対して日本政府の無償援助により供給される主要施設は以下を予定する。
 - 1) 取水施設
 - 2) 導水施設
 - 3) ポンプ場及び送水施設
 - 4) 配水池及び配水施設
 - 5) 電気設備
 - 6) その他必要な付帯設備

4. 3 計画の概要

4. 3. 1 給水対象地区

給水対象地区はエル・アルト市南部地区すなわち、エル・アルト空港を北限とした、ペリフェリカ内の都市計画地区とする。給水対象地区は既存水道施設の状況より次の2地区に分類される(図4.3.1参照)。

A地区：現在既存管がなく、住居密度が低く、将来人口増加の予測される区域。

B地区：一部既設管が敷設され、部分的に給水されている区域。

なお、A地区についてはペリフェリカ以南で確実に都市化される若干の地区を含む。

給水対象区域を決定するに当たっては、下記の2項目を開発の理念とした。

(1) 30,000m³/日の可能揚水量を将来とも合理的に使用する。

(2) 計画給水区域は西ドイツ政府のマスタープランによる給水計画の外であるが、都市計画で今後人口の流入が見込まれているA地区とする。

また、現在A地区は人口が今後急増する地区ではあるものの現在居住人口は少なく、建設当初は余裕水量が見込まれること、またSAMAPAよりエル・アルト地区全域の逼迫した水不足問題の解決のために既存給水地区であるB地区への補給について強い要望があったことから、既存配水管と接続しB地区へ給水可能な施設の計画を行うこととした。

4. 3. 2 計画目標年次

水道事業における計画年次は、基本計画策定完了時より10年後程度を標準とすることが日本の場合の設計指針となっている。ただし、本対象地区は現在4%以上の人口伸び率を示し、さらに2010年には現在人口の約2.5倍に達することが予測されていること、また計画水源の可能取水量は衛生的に安全な水が約20年間継続して最大約30,000m³/日の地下水を取水できるとされていること等の理由により、本計画においては先に述べた給水対象地区の人口分布、将来人口および水需要量の伸び率と可能取水量とのバランスから計画目標年次を決定した。

すなわち、全計画給水量を30,000m³/日とし、1日1人当たり最大給水量を160ℓとした場合、給水人口は190,000人であり、これは2009年の予測人口に匹敵する。

よって、本計画における計画目標年次を2009年とした。なお同年における総給水人口は約187,500人である。

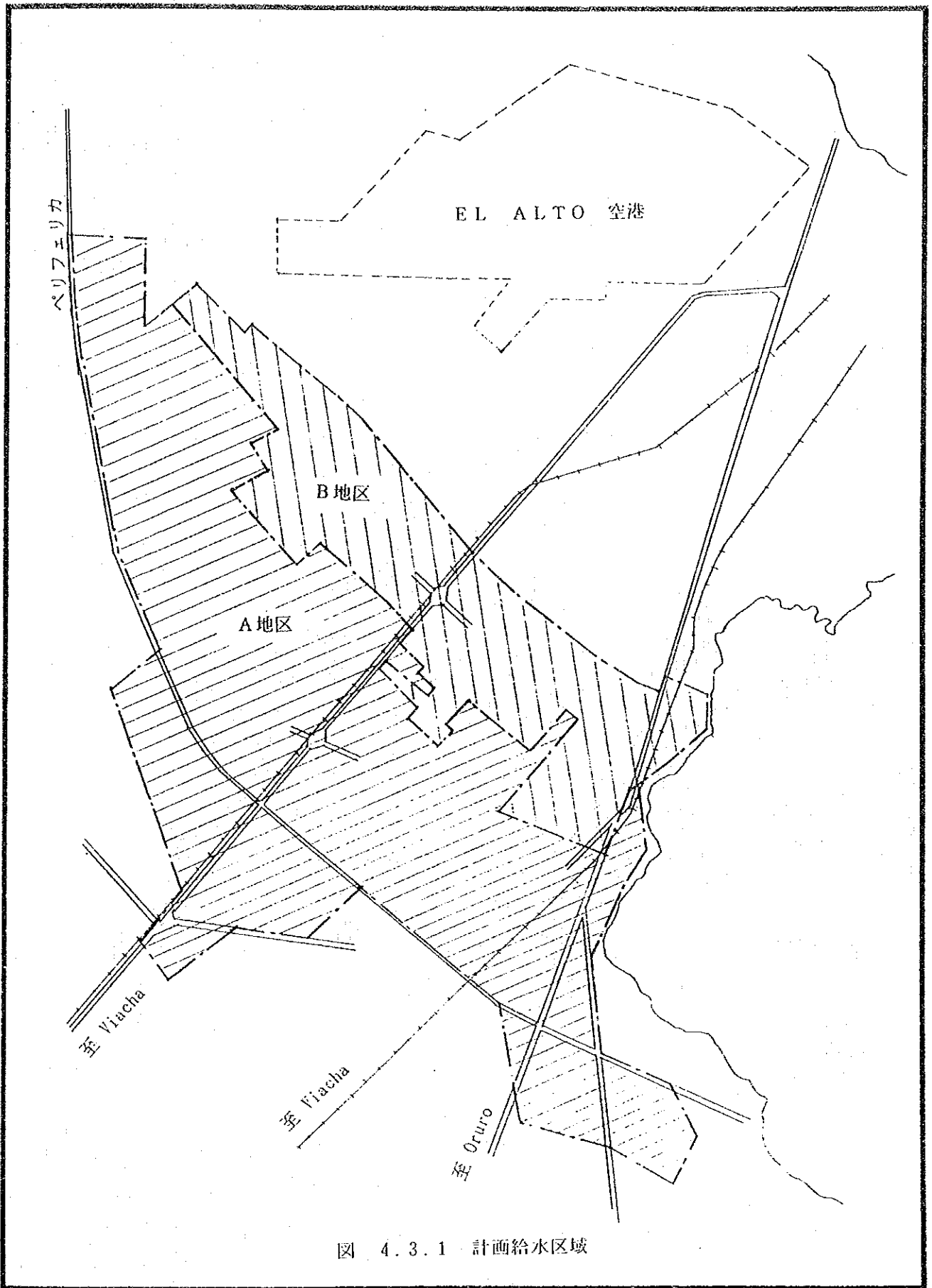


図 4.3.1 計画給水区域

4. 3. 3 水源

(1) 計画水源地域の選定

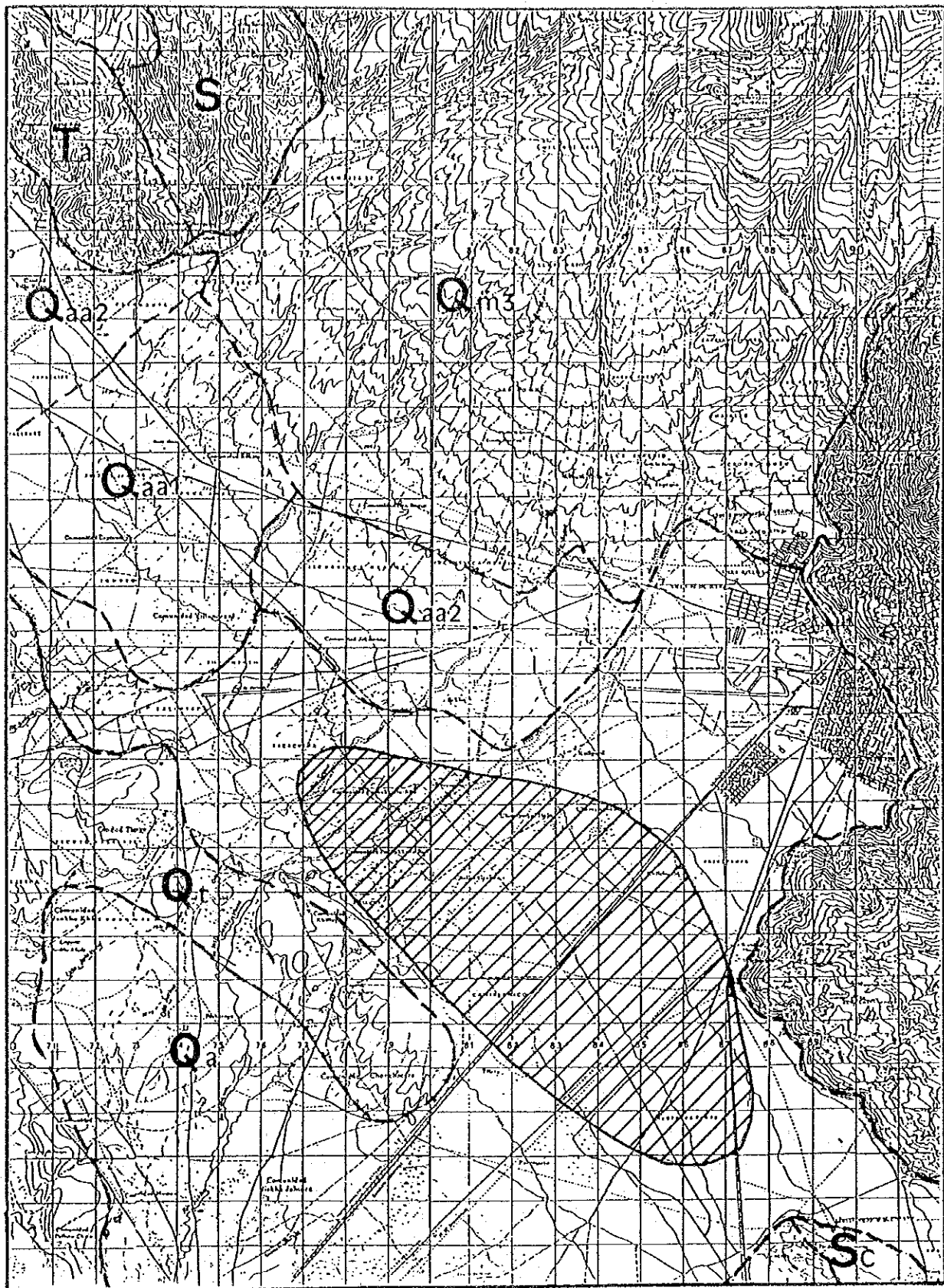
本計画における計画水源地域は地下水開発調査の結果を踏まえ、計画対象地域南方の図 4.3.3-1 に示す三角地帯の範囲とした。

取水計画地域の選定理由は以下のとおりである。

- 1) 当地域の滞水層としてはラ・パス層（第三紀層）とモレーン層（第四紀層）とがあるがラ・パス層は透水性に劣り、ECも $1,500 \mu\text{S}/\text{cm}$ と水質的にも好ましくないためモレーン層のみを対象とした地下水開発を行う。
- 2) 井戸一本当たりの目標計画揚水量を $1,000\text{m}^3/\text{日}$ とし、モレーン層が50m以上あると判断される地区とする。
- 3) エル・アルト北部地区の地下水は微量ながら有害物質が混入しているので水源としない。
- 4) リオ・セケは上流にミルニ鉱山（廃鉱）があり、重金属汚染の可能性が考えられるので水源としない。
- 5) 既成市街地区は生活排水による地下水汚染が考えられるので水源としない。
- 6) コルデパスやチュンチョコロ地区等、地下水が表流（Return Flow）してるところではほとんどが農牧地となっており、有機物による汚染が考えられるので水源としない。

(2) 滞水層の状況

地下水の滞水地盤を構成する地質は砂礫とそのマトリックスである粘土からなるモレーン層である。調査ボーリングを深度100m、3ヶ所実施し、モレーン層の層相と層厚を確認した。これに併せて井戸建設予定地点において電気探査を行った。電気的性質からすると滞水層は比較的高い抵抗値をもつ上部層と低い値をもつ下部層に分かれており、上部層は $100\Omega\text{-m}$ 以上の層比抵抗値で深度10~30mに境界をもっており、下部層は50~ $100\Omega\text{-m}$ の値を示し、深度40~90mに境界をもっている。モレーン層の下部は不均等な堆積状況で一部では粘土系の含有が多くなっているし、更に掘削スライムおよび不攪乱資料の粒度分析結果を加味し、50~ $100\Omega\text{-m}$ の境界線を補正し、より実地的にした。地下水開発調査時の電気探査と基本設計調査時の調査ボーリングの結果に基づく計画水源地域における地層の状況を図 4.3.3-2 に、また、調査ボーリング柱状図を図 4.3.3-3 示す。



地下水開發可能区域

图 4.3.3-1 計畫水源地域

標高

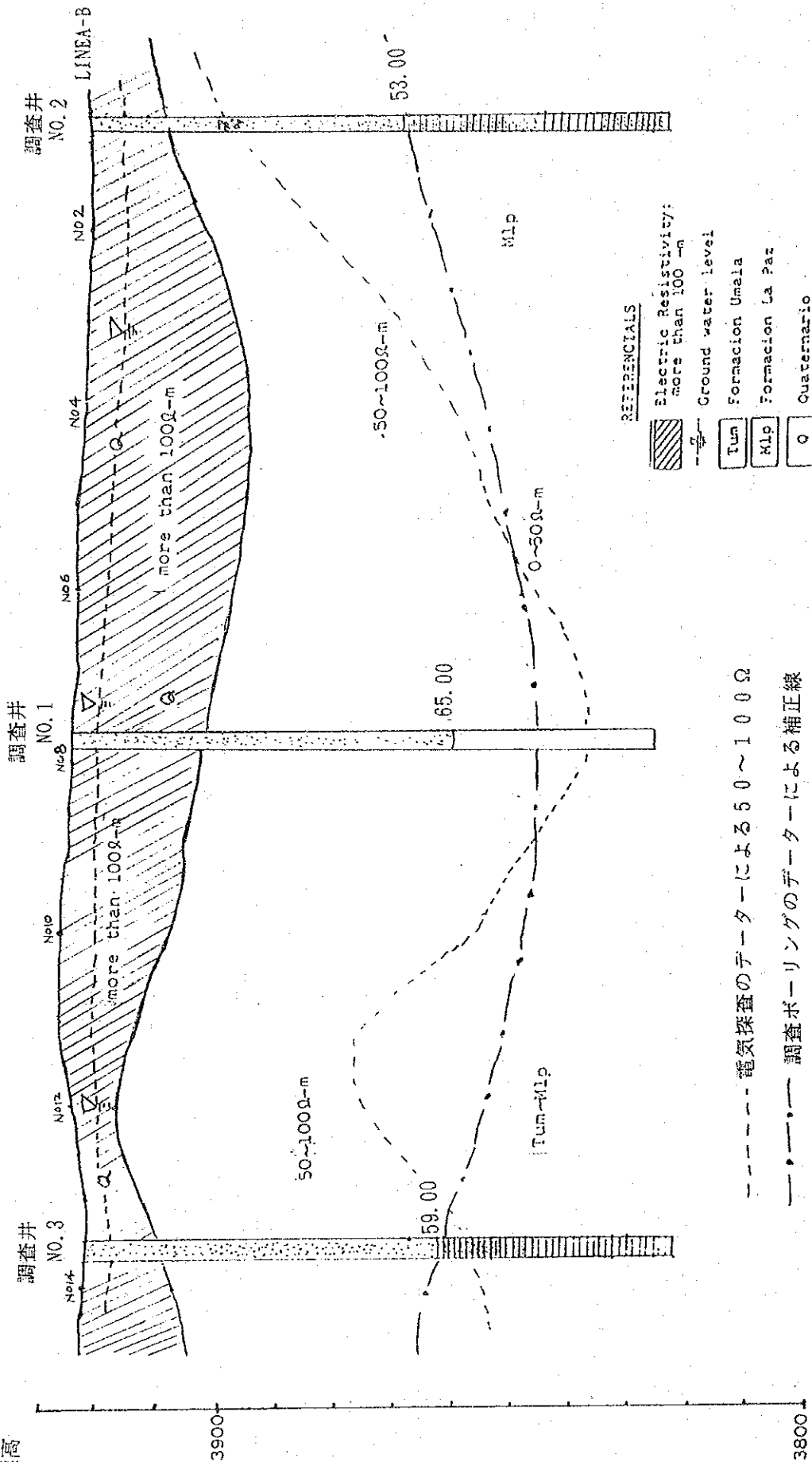


図 4.3.3 - 2 計画井戸地点での電気探査・調査ボーリング結果

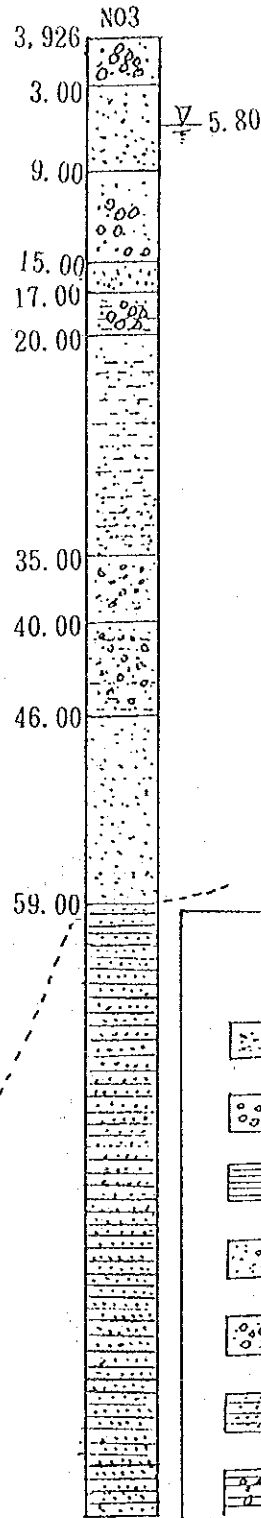
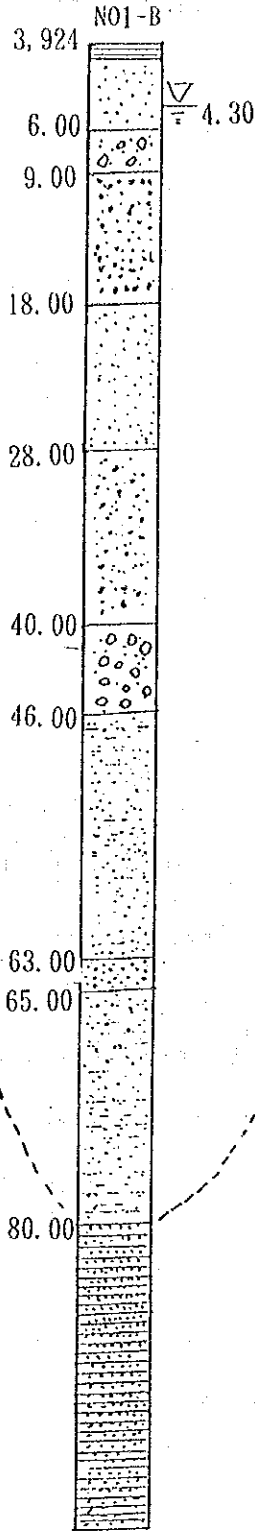
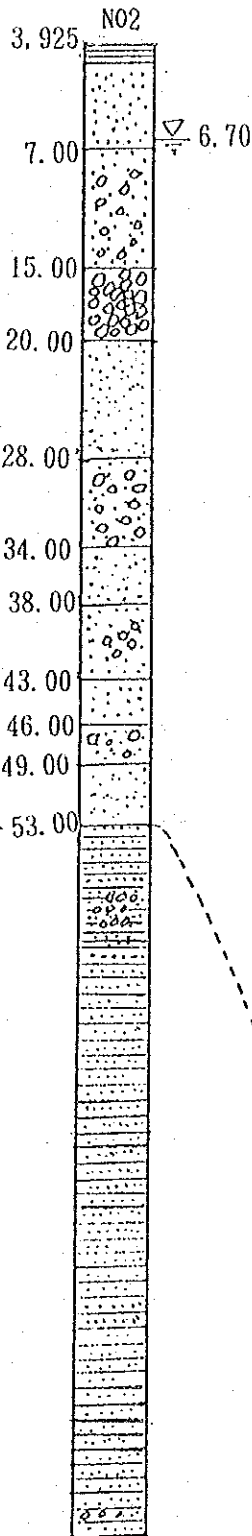
----- 電気探査のデータによる50~100Ω

..... 調査ボーリングのデータによる補正線

標高(m)
3.930

3.900

3.850



地質記号	
	砂
	礫
	粘土
	礫混り砂
	砂混り礫
	砂混り粘土
	礫混り粘土
	粘土混り砂
	滞水層環境線

図 4.3.3 - 3 ボーリング柱状図

4. 3. 4 電源

当プロジェクトに必要な電力容量は3φ3w 50HZ 6.9KV 1500KVAであり、既設市街配線より電力を供給することは、主変電所の容量及び配線の太さ等問題が多く不可能であるため、当プロジェクトの電力はCamino a Viachaに平行して通る既存の69KVの送電線を利用し、井戸群のほぼ中心近くに主変電所を設け、69KVより6.9KVへ降圧し、ここから各井戸へ電力を供給する計画とした。なお、ボリビア国の電気設備計画の適用法規としてはCOBEEには「ELECTRICAL CODE」があるが、実際の計画・工事は北米の基準を適用していることから、北米の電気設備基準(ANSI)及び日本の電気設備基準を併用する。

当地域の落雷は年間80回程度あるが、1987年においてCOBEEの送電線に影響を与える落雷は主回路(送電線)で1回、分岐回路(配電線)では7回であり、落雷による停電は復旧までに1~2時間程度であることから、本計画では非常用電源は計画しないこととした。コントロールはできる限り手動式として、操作方法を単純化し、操作回路にも異常電圧の侵入に対する保護回路を設けることとした。

4. 3. 5 用地

計画対象地域の地形は北東から南西にかけて、1~2%傾斜しているが全般的にたいらである。地盤は1m程度の表層の下は礫混りの砂層であり、計画構造物に対しては十分な地耐力を有する。計画施設のうち配水池を除く諸施設の計画地域は現在のところ農用地、未使用地又は公共用地である。これら用地の買収、接收および公共用地の占有許可等はエル・アルト市役所が行なわれる。

以表に施設毎に計画地の状況、所有者、取得の方法を表4.3.5に示す。

表 4.3.5 工事用地

		必要面積	用地の現況	所有者	取得の方法
取水施設	井戸ポンプ室	10m ² ×30カ所	農地又は未使用地	私有地	買収
	井戸掘削用地	600m ² ×30カ所	〃	〃	借用*
導水施設	導水管路	—	〃	〃	買収
	管理用道路	10m×12km、5m×15km	〃	〃	〃
送水施設	ポンプ場	1,500m ²	未使用地	〃	〃
	主変電所	560m ²	〃	公共用地	〃
	送水管路	—	道路用地	〃	占有許可
配水施設	配水池	2,700m ²	住宅地(空地)	私有地	買収
	配水管路	—	道路用地	公共用地	占有許可

* 工事期間中のみ

4. 3. 6 実施機関

本調査のボリビア国側の実施主体は、SAMAPAである。機関の長はラ・パス市長であるが、実質的な長は Gerencia General (ジェネラルマネージャー) である。技術部には、水理、衛生、電子、機械を専門とする上級技術者が8名在職するのみで、この他20名たらずの中級技術者が配置されている。建設工事に従事する労働者は、約400名いる。また中央試験室に2名の化学者が、各浄水場には1名ずつ中級化学者がいる。

現在のところ、SAMAPAには地下水開発関連の部局がなく技術者もいない。しかし、施設が完成した後はこれらの維持管理、補修等はSAMAPAが行わねばならず、また本事業に限らず将来的に他の地域における地下水開発をSAMAPA自身で行うこととなっている。したがって、本事業を実施するに当たってSAMAPAは水理地質およびボーリングの専門家を採用すると共にプロジェクトチームを編成して本事業を遂行する必要がある。図 4.3.6 は本事業実施に当たってのSAMAPAのプロジェクトチームの組織(案)である。

4. 3. 7 施設の概要

水道施設のうち取水から主配管までを供与施設とし、主配管より先はボリビア政府が行うものとする。

(1) 施設

ボリビア国政府と協議し、決定された日本政府の無償協力により建設される施設は、取水施設、導水施設、送水施設、配水施設、電気設備、その他必要な付帯施設であり、以下その概要を述べる。

1) 取水施設

本プロジェクトの水源は地下水であり、その取水施設は深井戸とする。深井戸の計画取水容量は一本当たり約1,000m³/日とし、30本の井戸から1日当たり約30,000m³/日を揚水可能な施設とする。

2) 導水施設

導水施設は深井戸からポンプ場内の接合井に至る導水管路であり、これには直管の外、各種弁類、異形管等を含む。

3) 送水施設

送水施設は接合井、ポンプ井、塩素滅菌装置、送水ポンプ、送水管路からなる。

S. A. M. A. F. A.
 SUBDIRECCION DEL DEPARTAMENTO DE
 AGUAS SUBTERRANEAS

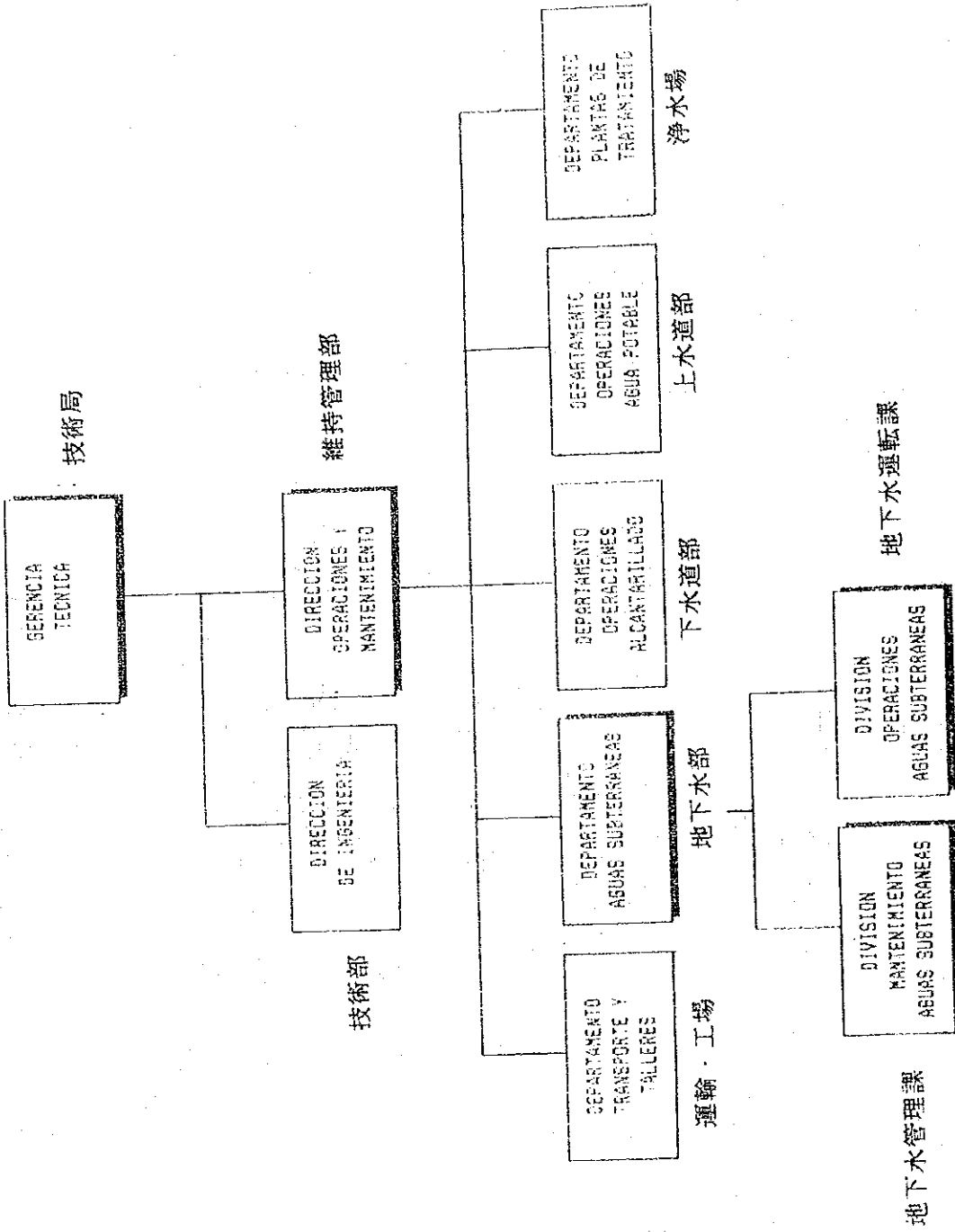


図 4.3.6 プロジェクトチーム組織 (案)

30本の深井戸で揚水された原水は導水管路を通り接合井に集水され、ポンプ井から送水ポンプにより送水管路を經由して配水池に一時貯水される。接合井は鉄筋コンクリート構造による半地下式の一体構造とする。送水ポンプは送水量が30,000m³/日であることから常用4台、予備1台の計5台を設置する。また、ポンプ井から送水ポンプの間には消毒用として塩素滅菌装置を設置する。

4) 電気設備

本計画において電力は各井戸の水中ポンプ、送水ポンプ等の動力として使用される。本施設の使用電力量、既存配線の容量から判断して、本プロジェクト専用の新たな受変電設備が必要である。電気設備には主変電所の他に各井戸に対する送電線及び各ポンプのコントロール盤等を含む。

5) 配水施設

配水施設は配水池と配水管路からなる。配水池は対象給水地区付近に建設され、配水池に一時貯水された飲料水は、地形の高低差を利用して自然流下により配水管を通して計画給水地区に給水される。また、配水池の計画容量は1日最大給水量の4時間分とする。

(2) 機材

本プロジェクトの建設に必要な機材としては、井戸建設機材、土工用機材、建設用機材に分類される。

実際の建設工事が現地のサブコントラクターにより行われるものとした場合、上記機材のうち、土工用と建築用機材の大半は現地のコントラクター有するものと考えられる。ただし、井戸建設用機材については、ボリビア国内での調達が可能であるため、日本又は第三国から調達し、井戸建設工事を行う。

第5章 基本設計

5.1 基本方針

本章では、第4章に記述した計画の内容に基づき、本地区に必要な施設規模並びに仕様を決定する。設計の基本方針は以下の通りとする。

- (1) 水道施設の設計条件は、主として日本国厚生省が監修した「水道施設設計指針、解説（1977年）」に従うが、ボリビア国で使用されている施設基準を参考とするとともに、現地状況を勘案して適宜決定する。
- (2) 供与する資機材の規格は、日本製を前提にしてJIS規格とする。ただし、価格上等第3国調達が良いと判断した場合には生産国の規格を使用する。
- (3) 資材の許容応力度は、日本土木学会にて定めた基準に準じるが、現地での施工性等を考慮し適宜割り引く。
- (4) ポンプ場等の建築は、ボリビア国の実情に基づいた仕様とする。

5.2 基本計画

5.2.1 計画給水区域

計画給水区域は4.3.1給水対象地区に記述したA地区とペリフェリカ道路以南の地区で都市計画化が決定されている若干の地区とし、総面積約2,000 haの区域とする。

5.2.2 給水原単位

給水原単位となる計画給水量は、SAMAPAが作成した将来計画から、一人一日最大160ℓとする。

5.2.3 水需要の予測

SAMAPAはエル・アルト地区の計画給水区域を市街化別に46の地区に分割し、開発状況と市街化進行の度合いから、将来人口を予測している。それぞれの地区における将来人口地区別水需要量は表5.2.3に示す通りである。

表 5.2.3 将来人口と水需要予測

		1987年	1990年	2000年	2009年
A地区	地区人口	7,804	10,206	50,487	138,090
	水需要	1,249	1,633	8,078	22,094
B地区	地区人口	11,275	13,994	30,824	51,899
	水需要	1,804	2,239	4,932	8,304
合 計	地区人口	19,079	24,200	81,311	189,989
	水需要	3,053	3,872	13,010	30,000

5. 2. 4 給水サービスレベル

本計画で給水を実施するのはA地区であるが、本地域は現在給水配管が皆無であるため、口径φ200 mm以上の主管まで敷設する。なお主管以下の給水管は地区の開発状況に合わせて、将来SAMAPAが独自に敷設し市民へ給水する。B地区に対しては既存配管と接続して給水する。

5. 2. 5 計画給水量

計画目標年次2009年における計画給水量は30,000m³/日である。

なお、目標年次までの給水量はA地区に対しては、人口増加に対応する水需要量に合わせて給水し、B地区については渇水時等、必要に応じて給水することとした。

計画年次の2009年における地区別可能給水量は図 5.2.5-1 のとおりであり、A、B地区の水需要曲線を図 5.2.5-2 に示した。

可能給水量と人口

地区名	可能給水量(m ³ /日)	給水人口(人)
A-1	9,090	56,800
A-2	6,170	38,600
A-3	6,540	40,900
B-1	4,450	27,800
B-2	3,750	23,400
合計	30,000	187,500

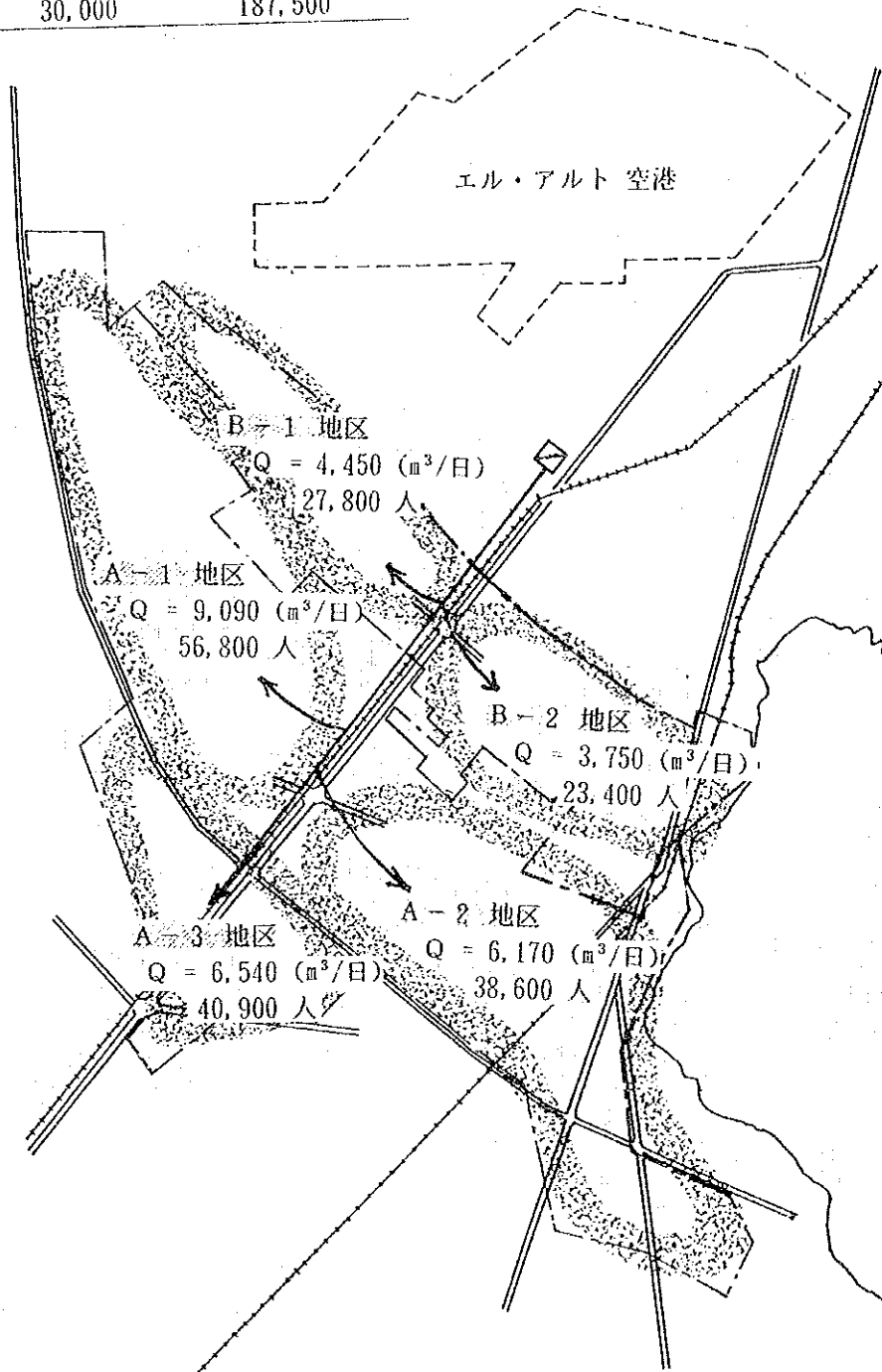


図 5.2.5-1 2009年における可能給水量

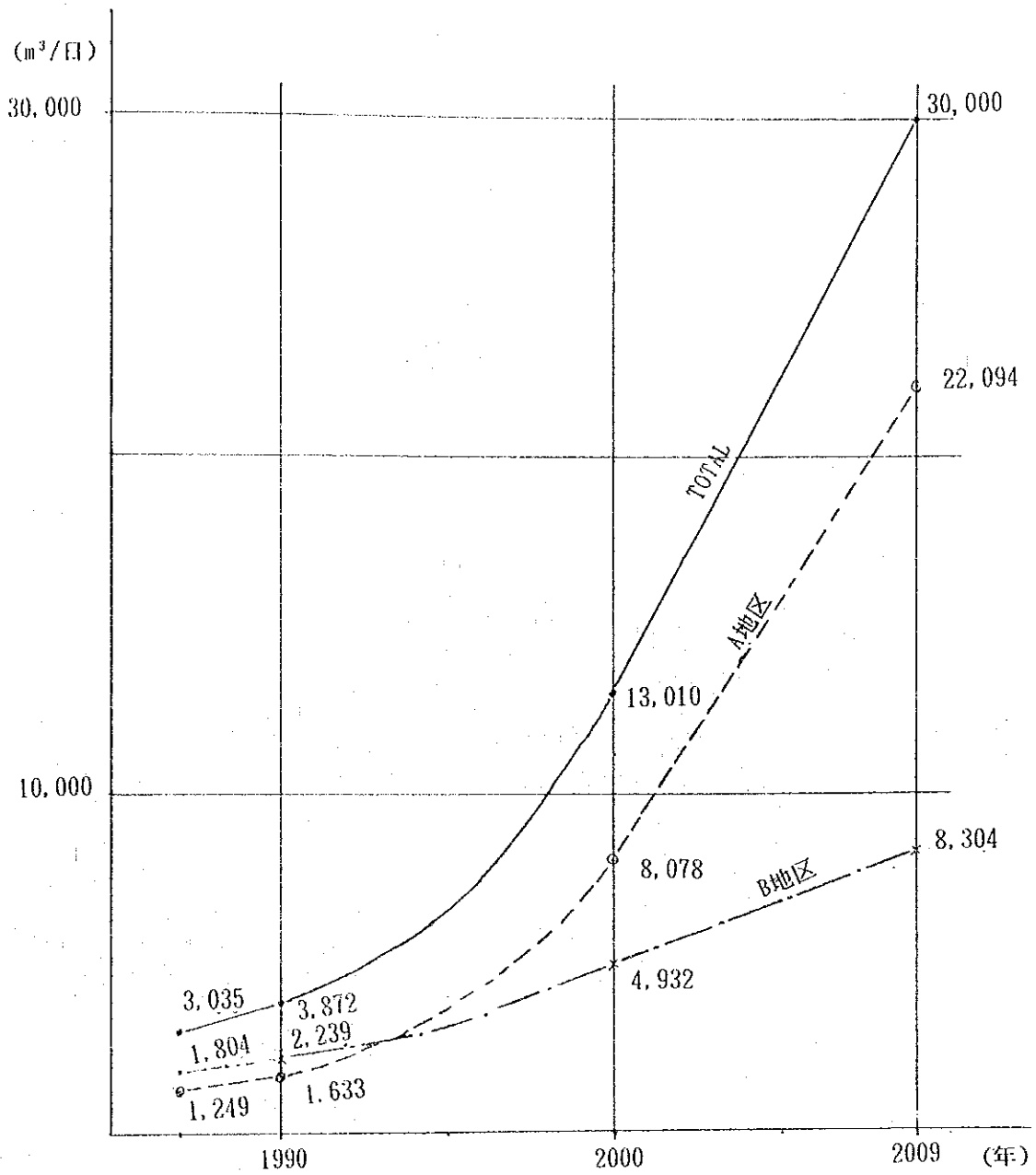


图 5.2.5-2 水需要曲线

5. 3 施設計画

5. 3. 1 給水システムの検討

給水システムを案定するに当たっては、①井戸ポンプにより計画地区の配水池へ直送する方式、②井戸建設地区付近の配水池に貯溜したのちポンプにて給水地区に圧送する方式、③接合井で受水し計画地区の配水池を経由して送水する方式、の3案について検討を行った(図 5.3.1-1 参照)。

このうち、①案は計画井戸が広範囲にあり、さらに配水池が井戸群から遠距離にあるため、各井戸に設置される水中ポンプの揚程が大となり経済的に不利であり、かつ井戸ポンプの管理が難しい。②案は配水池が不要であるが送水ポンプの容量が大きくなり、ポンプにより圧力調整を行わねばならないためポンプ操作が難しく、さらに送水ポンプ、送水管の容量が時間最大で決定されるため、維持管理費及び建設費が高くなる。また③案は上記2案に比べ、建設費・維持管理費が安く、運転操作が容易であることから、③の方式を採用した。

本方式では取水井戸群から揚水した原水を一旦ポンプ井に集めて塩素滅菌を行い、送水ポンプにより計画給水地域内に設けた配水池へ送水し各地区へ配水する(図 5.3.1-2 施設配置図参照)。

1) 井戸群

エル・アルト市庁舎の南西約10km地点においてCamino a Viachaを中心に、約1km離れた2本の井戸群の軸線を北西から南西に方向に設定した。軸線の延長は11km、井戸本数は計30本である。

2) 井戸群～送水ポンプ

井戸から配水池への送水は井戸群の中心付近に建設する送水ポンプ場を経由するため、井戸に設置する揚水ポンプはこのポンプ場までの能力をもった規格とする。

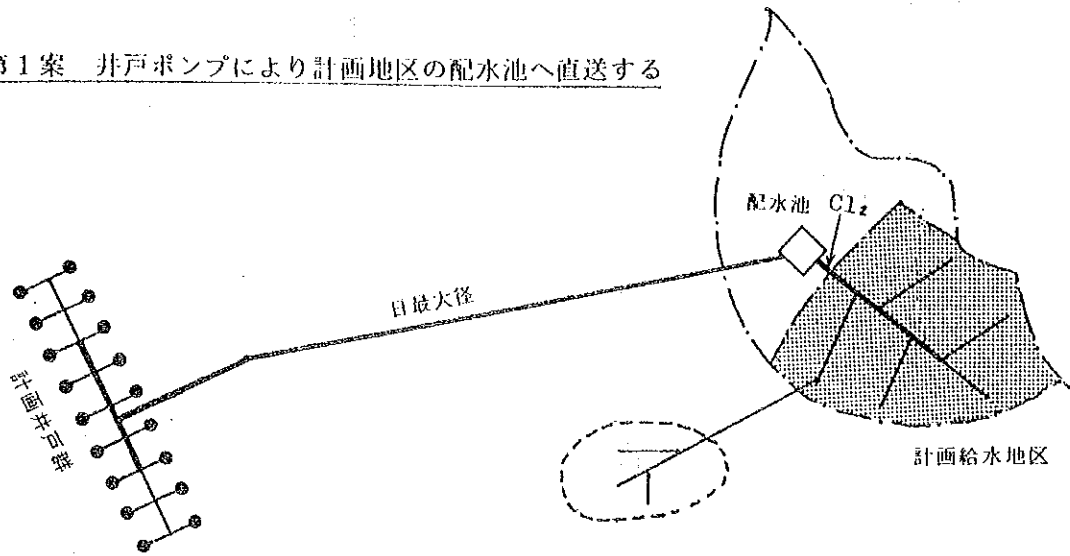
3) 送水ポンプ～配水池

Villa Boliuar 地区に建設する配水池は、A、B両地区へ自然流下で給水するに十分な標高を確保でき、かつ建設用地が確保できる位置に設定した。送水ポンプは配水池への送水のみ使用する。

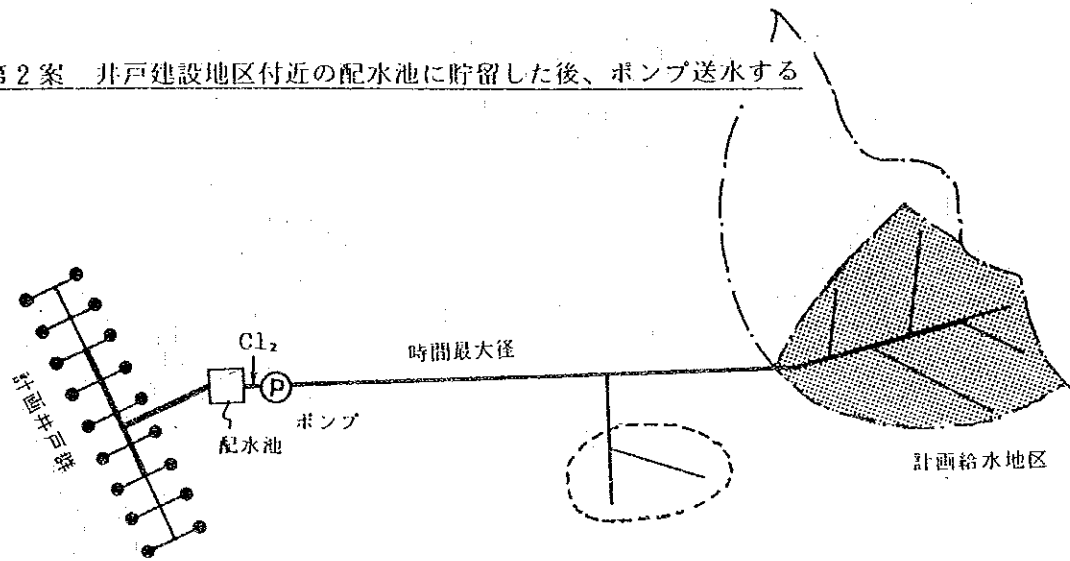
4) 配水池～給水区域

配水池から自然流下により計画給水区域へ給水する。

第1案 井戸ポンプにより計画地区の配水池へ直送する



第2案 井戸建設地区付近の配水池に貯留した後、ポンプ送水する



第3案 ポンプピットで受水し計画地区の配水池に送水する

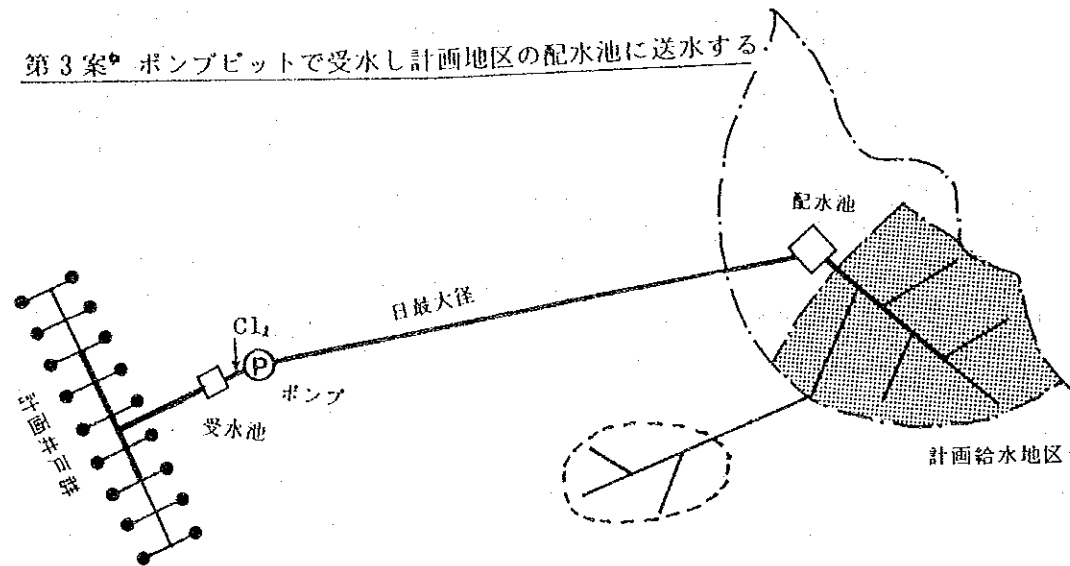
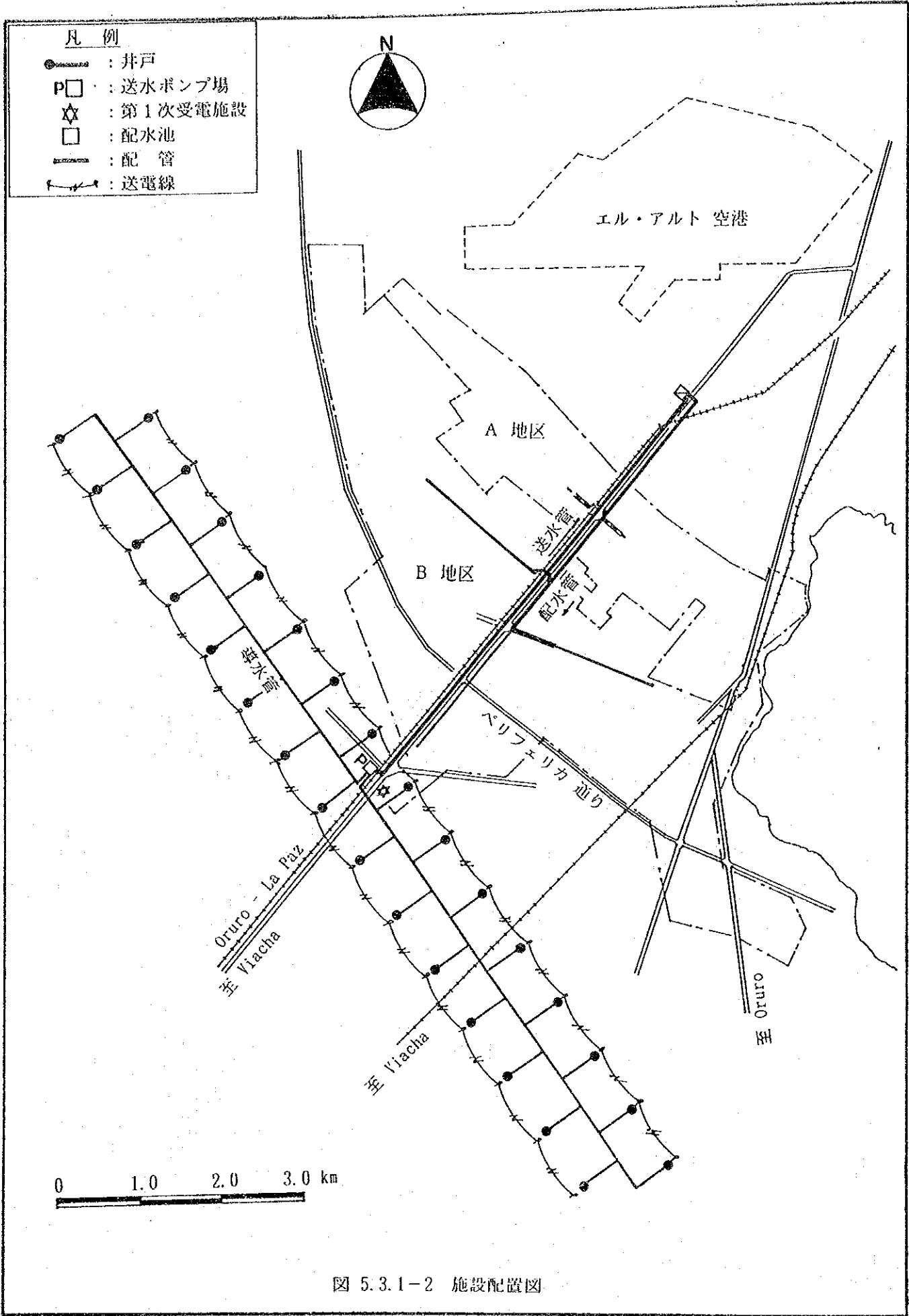


図 5.3.1-1 水道施設比較図



5. 3. 2 建設資材の選定

現地で生産されている建設資材は、セメント、骨材の建設基礎資材およびガラス板、タイル、テラゾブロック、瓦、レンガ等である。しかし、本計画に必要となる機械類のほとんどは輸入に頼っているのが実情である。よって本計画で建設する施設のうち、配水池やポンプ井などのコンクリート構造物及びポンプ場上屋などの建築物等に使用する材料は現地調達とし、それ以外は日本製品として計画する。ただし、鋳鉄管は周辺国産品が原材料費、運搬費等から日本産品に比べ安価であるためこれを使用することとした。

5. 4 施設の基本計画

5. 4. 1 施設計画の概要

施設計画の概要は以下の通りである。

(1) 取水施設

i) 取水井戸	揚水量	11.6 ℓ/sec/井	30 井
ii) 取水ポンプ	揚水量	11.6 ℓ/sec/台	30 本
iii) ポンプ管理室			30 棟

(2) 導水施設

i) 導水管		延長	27,600 m
	φ125 塩化ビニール管、φ200～φ500 ダクタイル鋳鉄管		

(3) 送水施設

i) 送水ポンプ井 (接合井+ポンプ井 570m ³)			1 基
ii) 送水ポンプ室	ポンプ容量	30,000 m ³ /日	1 棟
iii) 付帯設備			1 式
iv) 送水管 (φ600 ダクタイル鋳鉄管)		延長	6,000 m

(4) 配水施設

i) 配水池	容量 : 5,000m ³		1 基
ii) 付帯設備			1 式
iii) 配水管 (φ200～φ600ダクタイル鋳鉄管)		延長	9,350 m

(5) 電気施設

i) 特高主変電設備			1 基
ii) 変電設備			
・井戸用			30 基
・送水ポンプ設備用			1 基
iii) 架空配線及び装柱材			25 km