国際協力事業団
エクアドル共和国
キト市上下水道公社

エクアドル共和国
キト市南部上水施設整備計画
基本設計調査報告書

平成7年7月

北海道開発コンサルタント㈱
㈱パシフィックコンサルタンツインターナショナル

序　　文

日本国政府は、エクアドル共和国政府の要請に基づき、同国のキト市南部上水施設整備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いたしました。

当事業団は、平成７年２月５日から３月11日まで国際協力事業団国際協力専門員の岩堀春雄を団長とし、北海道開発コンサルタント（株）および（株）パシフィックコンサルタンツインターナショナルの共同企業体の団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、エクアドル政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成７年６月６日から６月17日まで実施された報告書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、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す。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成７年７月

国際協力事業団
総裁　藤田　公郎

伝 達 状

国 際 協 力 事 業 団
総裁　　藤田 公郎　殿

今般、エクアドル共和国におけるキト市南部上水施設整備計画基本設計調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

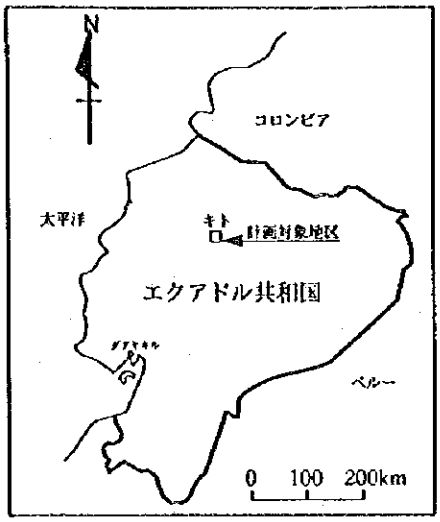
本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊社が、平成７年１月30日より平成７年７月10日までの5.5カ月間にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、エクアドルの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

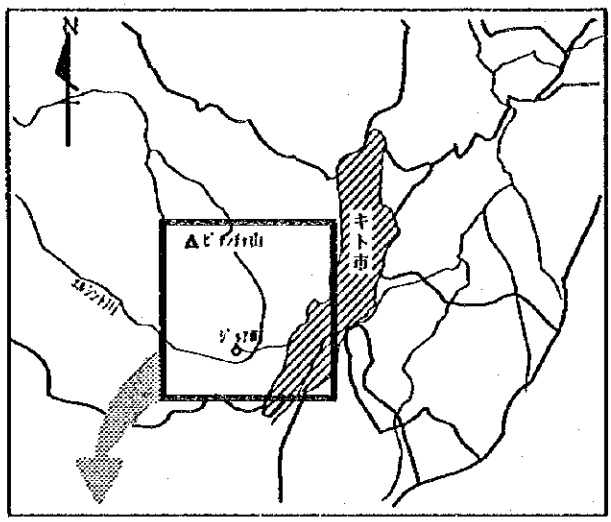
尚、同期間中、貴事業団を初め、外務省・厚生省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、御礼を申し上げます。また、エクアドルにおける現地調査期間中は、キト市上下水道公社、在エクアドル日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

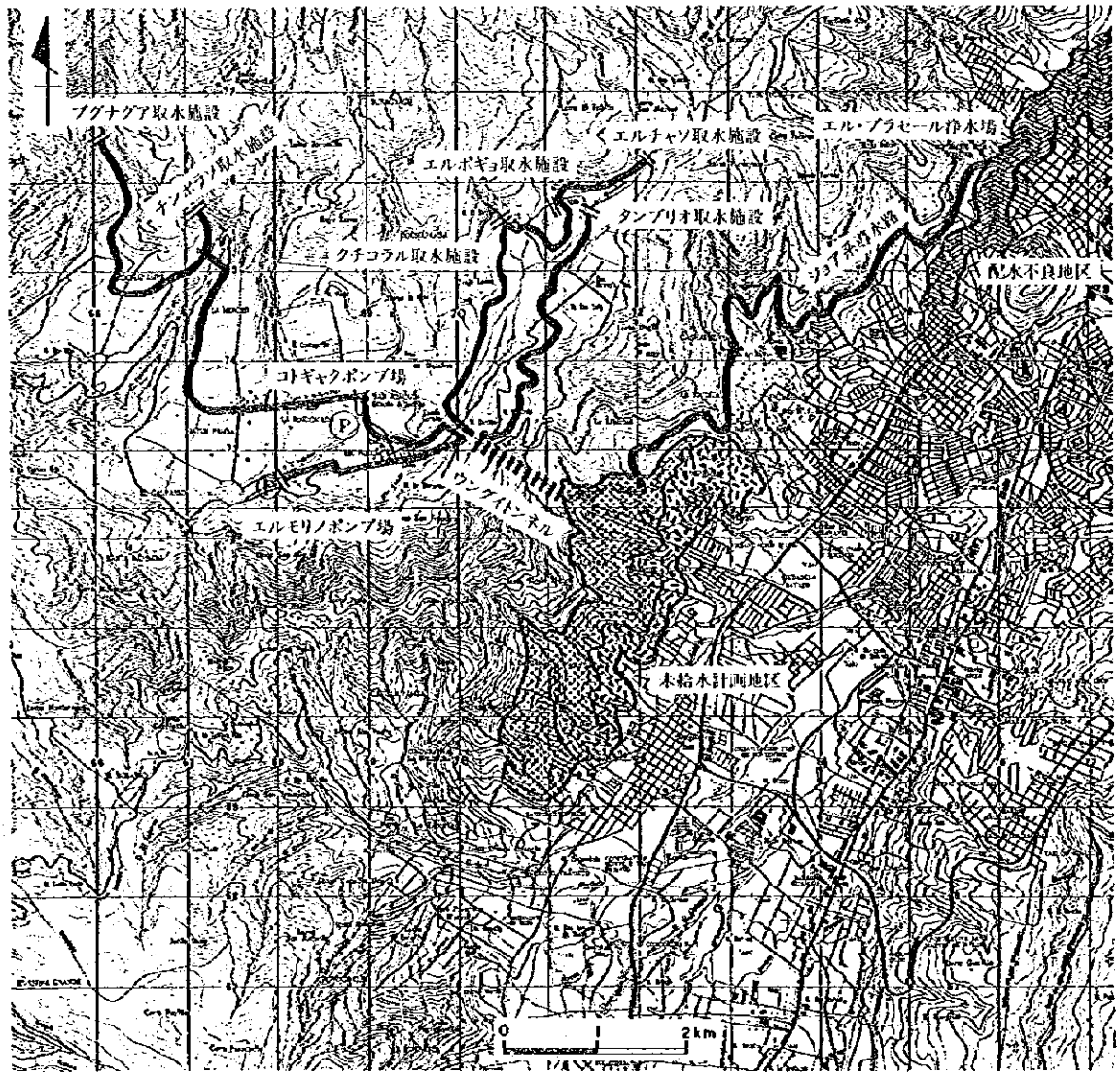
貴事業団におかれましては、本計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成７年７月

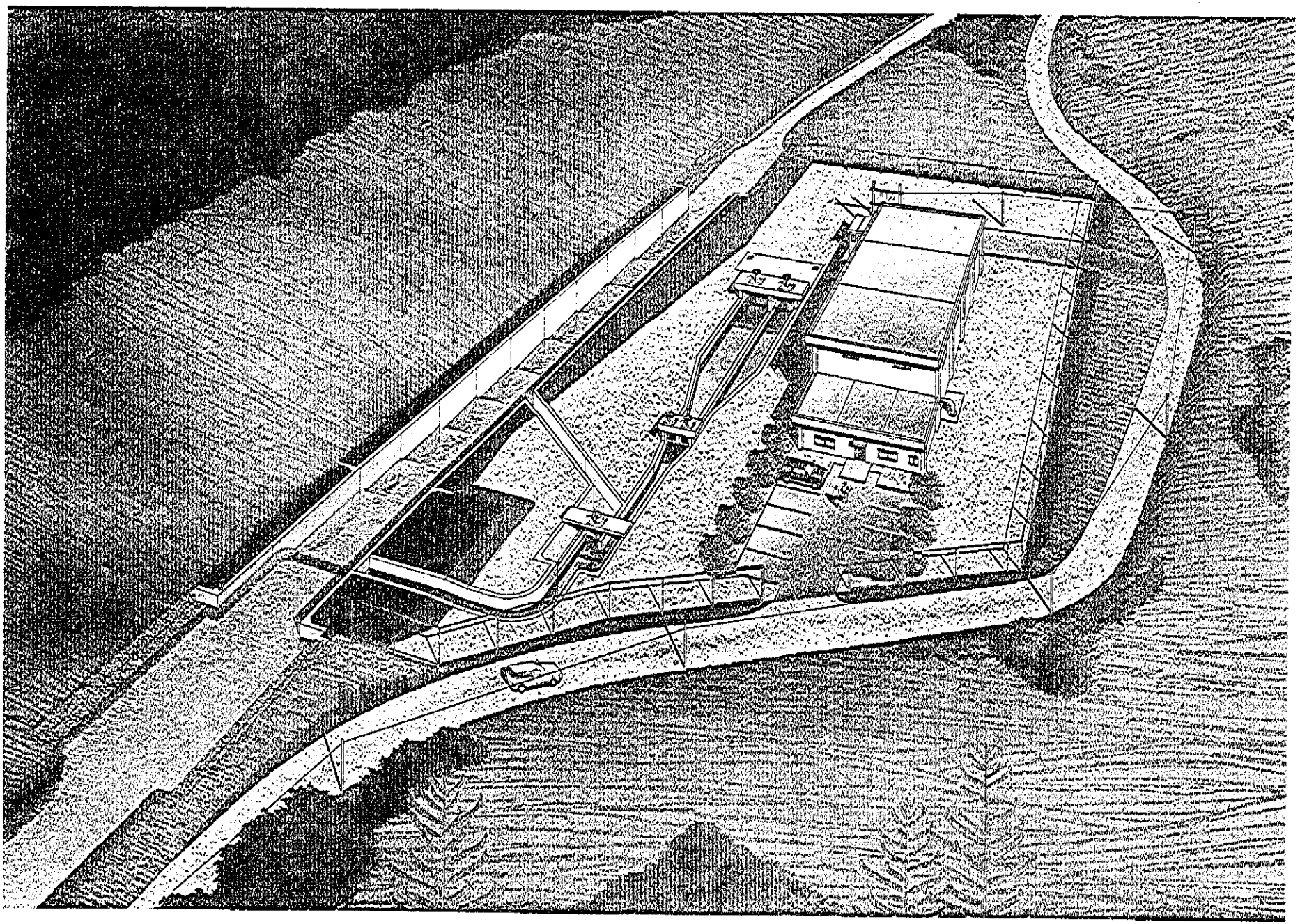
北海道開発コンサルタント株式会社
エクアドル共和国
キト市南部上水施設整備計画基本設計調査団
業務主任　　山崎　英氣


N
コロンビア
太平洋
キト
計画対象地区
エクアドル共和国
ペルー
0 100 200km

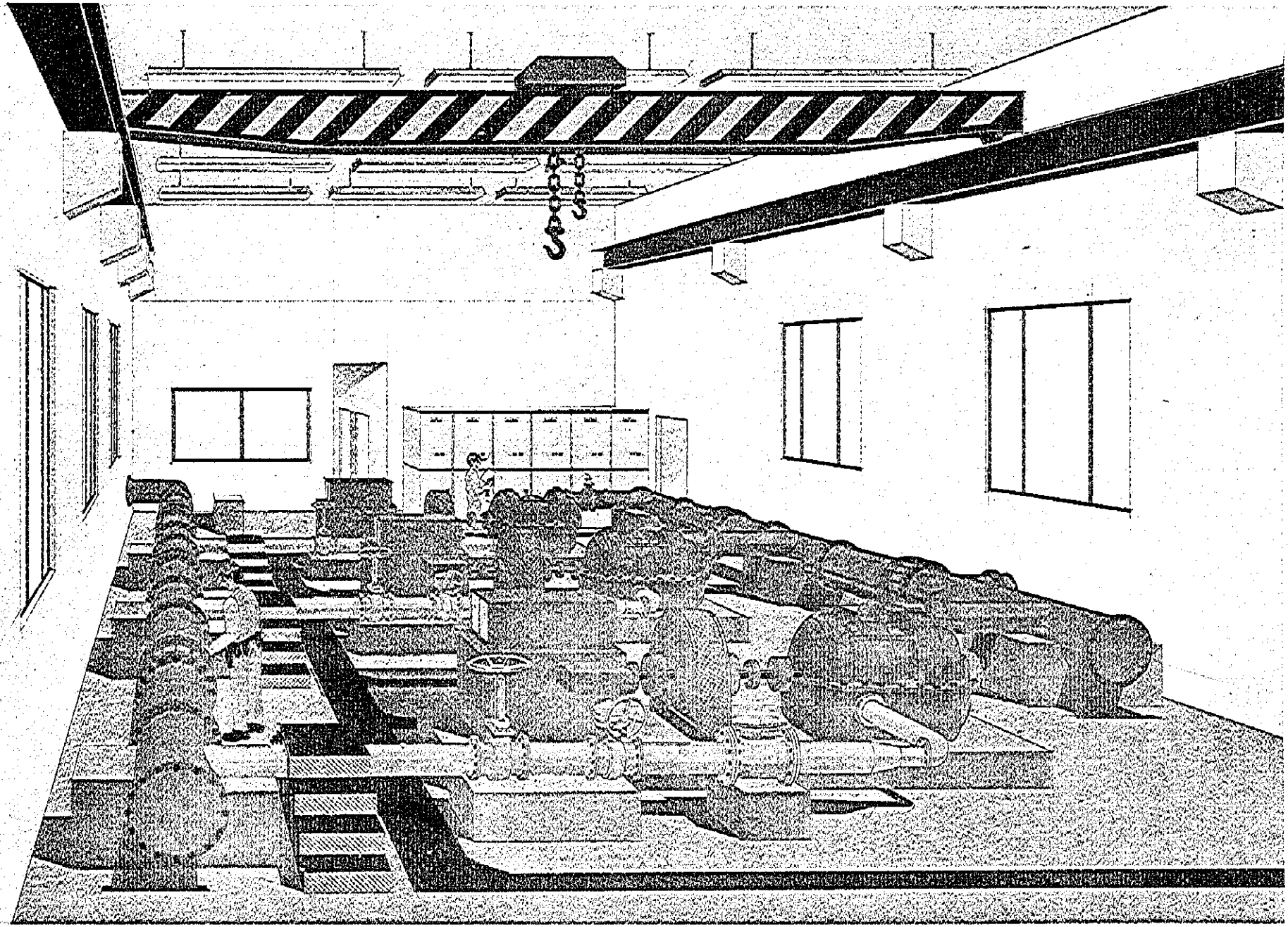

N
ピチンチャ山
キト市


ブグナグア取水施設
エルチャソ取水施設
エル・プラセール浄水場
エルボギョ取水施設
タンブリオ取水施設
クチコラル取水施設
コトギャクポンプ場
ウンブイトンネル
エルモリノポンプ場
本給水計画地区
0 1 2km

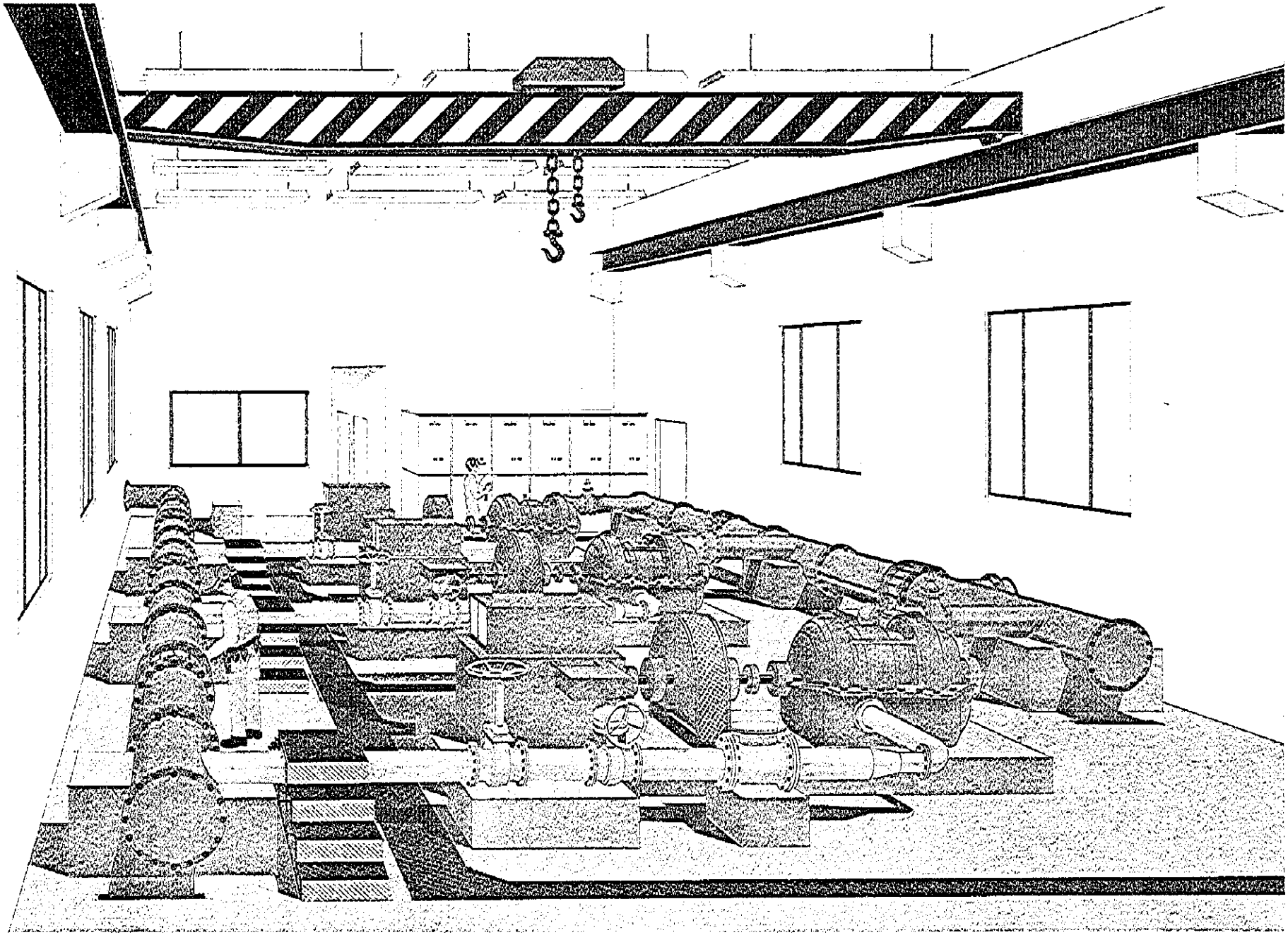
調査対象位置図



サンタ・ローザ取水・導水施設完成予想図



サンタ・ローザポンプ場完成予想図



サンタ・ローザポンプ場完成予想図

要　約

要　約

エクアドル共和国は南米大陸の太平洋岸の赤道直下に位置し、その面積は、283,000 km²、人口1,046 万人（1993年）、1人当りのGNPは1,010ドル（1991年）である。首都のキト市及びその周辺地域の人口は1993年現在約142万人であるが、過去10年間の人口増加率は年間約3％と高く、水不足が社会問題となっている。

キト市の中でも特に、主に低所得者層が居住する高台住居地区では給水施設の整備が立ち遅れ、給水車による配水や浅井戸を利用した不便な日常生活（使用水量1人当たり20～30 ℓ/日）を余儀なくされている。このような状況下、同地区では水が原因の疾病が多く、乳幼児死亡率が1,000人あたり82人と他地区より高いという報告があり、衛生的な飲料水の安定供給のための給水施設の整備が急務となっている。

その解決策として、「既設の湧水源（エルチャソ・エルポギョ・クチコラル・チンボラソ・プグナグア・コトギョクの6水源）は、従来、エルシント川および他水系の表流水と混合され浄水処理されているが、今後はこの湧水を、表流水とは分離して管路により導水し、配水池で殺菌することによって、良質で低コストの飲料水を、未給水地区（キト市南西部高台居住区)に供給する」ことが上位計画（既設及び建設中の水供給システム報告書、1994年5月）で提案された。しかしながらキト市の水道事業を管轄するキト市上下水道公社（EMAAP-Q）は、本計画の全てを自己資金のみで実施するのは困難と判断し、早急に未給水地区への水道供給を実現することと、併せて、現行の給水不良地区への通年給水を確保するため、「キト市南部上水施設整備計画」を策定し、その一部の実施につき、1994年6月に日本国に無償資金協力を要請してきた。

これを受けて、日本国政府は事前調査団をエクアドル国に派遣し（1994年9月18日～10月10日）、要請内容の確認および現地調査の結果、本計画の妥当性と必要性の高さを判断した。この結果を踏まえ、日本国政府は基本設計調査の実施を決定し、本格調査のために基本設計調査団を現地に派遣（1995年2月5日～3月11日）して、現地調査、公社との協議及び解析作業を行い、本計画の実施内容を確定し、施設の基本設計を行った。さらに、ドラフト・ファイナル・レポート説明調査団を派遣し（1995年6月6日～6月17日）、公社への説明および相互の確認を行った後、本報告書を作成した。

本計画の内容を、調査の結果を踏まえて、下表に示す。

▒ は、日本側負担部分を示す

計画（実施事業）の内容	負担区分
① 水源施設の改修 （エルチャソ・エルポギョ・クチコラルの３水源）	（EMAAP-Q負担）
② エルチャソ系導水管路の更新 （上記３水源からウングイトンネル入り口まで）	（EMAAP-Q負担）
③ チンボラソ系導水管路の更新 （チンボラソ・プグナグアの２水源からウングイトンネル入り口まで）	φ400mm～φ160mm(延長L=9,678 m)の敷設(更新)。 （資材：日本負担） （工事：EMAAP-Q負担）
④ エルチャソ系導水管路の新設 （ウングイトンネル入口から配水池まで）	（EMAAP-Q負担）
⑤ チンボラソ系導水管路の新設 （ウングイトンネル入口から配水池まで）	φ300mm（延長L=1,300 m）の新設および φ400mm（延長L=637 m）の新設。 （資材：日本負担） （工事：EMAAP-Q負担）
⑥ 配水池の建設 （未給水地区に３ケ所）	（EMAAP-Q負担）
⑦ 消毒設備 （上記配水池入口付近）	（EMAAP-Q負担）
⑧ 配水管網の新設整備 （未給水地区内配水管１式）	（EMAAP-Q負担）
⑨ 各戸給水工事 （未給水地区各戸給水管１式）	（EMAAP-Q負担）
⑩ エルシント川取水施設の新設 （サンタローザ地点）	取水堰（Q=240 ℓ/sec）および 沈砂池（Q=240 ℓ/sec）の新設。 （資材・工事とも日本負担）
⑪ 導水ポンプ場の新設 （サンタローザ地点）	ポンプ設備（Q=310 ℓ/sec）および建屋の新設。 （資材・工事とも日本負担）
⑫ 導水管の新設 （サンタローザポンプ場からウングイトンネル入口まで）	φ600mm（延長L=3,490 m）の新設。 （資材・工事とも日本負担）
⑬ エルシント川下流からの導水工事 （チンボラソ支流およびパルミラ方面からサンタローザポンプ場への導水工事	（EMAAP-Q負担）
⑭ ガスクロマトグラフ（１式）の供与・設置	ガスクロマトグラフ（1式）の購入・設置。 （器材供与：日本負担）

上表で、要請内容の変更個所は次の４点である。

a) 水源施設の改修工事をEMAAP-Q負担とした（上表①参照）。
b) チンボラソ系導水管路のうち、谷越えサイホン部は現況利用とし、更新の対象から除外した（上表③）。
c) エルシント川取水量及び取水導水施設の規模（当初要請水量＝200 ℓ/sec）を310 ℓ/sec に変更した（上表⑩、⑪、⑫、⑬）。
d) チンボラソ系導水管路のうち、工事負担をEMAAP-Qの分担とした（上表③および⑤）。

本事業に必要な概算費用は以下の通りである。

	日本側負担	エクアドル側工事費
詳細設計	62 百万円	—
本体工事	1751 百万円	642百万円（14,945百万スークレ）
計	1813 百万円	642百万円（14,945百万スークレ）

必要な工期は、詳細設計に６ヵ月、本体工事である取水施設（取水工、沈砂池、ポンプ場）工事および導水管路工事に14ヵ月を要する。

本計画の実施により次のような効果が達成できる。

① 未給水地区（2004年の将来計画人口169,600人を給水対象とする）に水道を敷設することにより、保健衛生と生活環境の改善に大きく寄与する。
② 現行の給水不良区（1995年現在居住人口28,500人を給水対象とする）に年間を通じて水道水を安定供給することができる。
③ 浄水場での薬品費・処理工程費の節約となる。
④ キト市水道の水量を310 ℓ/sec（キト市全体水量の約４％に相当）増加させる。
⑤ 水源汚染の監視が強化される。

本計画の効果をより大きくするため、EMAAP-Qは下記を実施することが望ましい。

a) 給水対象地区の排水（家庭汚水および雨水）施設を整備すること。
b) 配水管・給水管からの漏水防止に努めること。
c) 水源（エルシント川）の水質保全をはかること。
d) ガスクロマトグラフ装置の技術研修を実施すること。

エクアドル共和国キト市南部上水施設整備計画基本設計調査

報告書目次

資料編目次

第１章　要請の背景

第1章　要請の背景

1.1　要請の経緯

エクアドル共和国は人口 1,046 万人（1993年）、南米大陸の太平洋岸の赤道直下に位置し、その面積は、283,000 km² である。一人当りの GNP は 1,010 ドル（1991年）である。

首都のキト市及びその周辺地域の人口は1993年現在約 142 万人である。過去10年間の人口増加率は年間約３％と高く、水不足が社会問題となっている。

キト市の水道はキト市上下水道公社（EMAAP-Q）がその全てを管轄している。南北に長いキト市の給水は、近郊のペジャビスタ、プエンガシ、エルプラセールの主力３浄水場により賄われている。人口の 39 ％が住む北部地域は、1990年のペジャビスタ浄水場の完成により2000年の需要に見合った処理能力が確保され、配水管網の整備も進められている。しかしながら、人口の46％、約 65 万人が住む南部地域のうち、特に高台住居地区（主に低所得者層 18 万人居住）では給水施設の整備が立ち遅れ、給水車による配水や浅井戸を利用した不便な日常生活（使用水量１人当たり 20 ～ 30 ℓ/日）を余儀なくされている。このような状況のため、同地域では水が原因の疾病が多く、乳幼児死亡率が 1,000 人あたり 82 人と他地区より高いという報告があり、衛生的な飲料水の安定供給のための給水施設の整備が急務となっている。

1994年５月に IDB の援助により作成された「既設および建設中の水供給システム」報告書（現在のキト市水道に関しての上位計画書となっている）の中でこれら未給水地区の問題解決のための提案がなされている。その骨子は、「既設のジョア系統の湧水を、表流水とは分離して管路により導水し、配水池で滅菌することによって、良質で低コストの飲料水を、未給水地区（キト市南西部高台居住区）に供給する」ことであり、本計画は上記報告書に基づいている。

水道公社は他にも多くの整備事業を予定しており、本計画の全てを自己資金のみで実施するのは困難と判断し、早急に未給水地区への水道供給を実現するため、「キト市南部上水施設整備計画」を策定し、その一部の実施につき、日本国に無償資金協力を要請してきた。（なお、無償資金協力要請は本計画の一部についてであり、他は公社が自己資金で実施するものである。次項　1.2.3 参照）。

これを受けて、日本国政府は事前調査団をエクアドル国に派遣し（1994年９月18日～10月10日）、本計画の妥当性の判断、要請内容の確認、協力内容の調整を行った。更に基本設計調査団を現地派遣し（1995年２月６日～３月11日）、現地調査、公社との協議及び解析作業を行った。

なお、キト市の水道整備事業は従来から IDB（米州開発銀行）の資金援助によっているが、これは新設または拡張の大規模事業が対象となっている。一方、本計画は拡張事業および改良事業であるが、IDB 等他の援助機関とは重複しない単独プロジェクトである。また、本計画には他の技術協力プログラムは付随していない。

１.２　要請の概要・主要コンポーネント

1.2.1　要請の目的

キト市南西部高台居住地（現在は未給水地区）に公共水道を新設して住民（2004年計画給水人口69,600人を対象とする）の生活向上に寄与することが第一の目的である。併せて、既存の給水区域でありながら給水不良の地区（エルプラセール浄水場周辺地区、1995年現在居住人口28,500人を対象とする）を解消することが第二の目的である。

1.2.2　実施機関

本計画の実施機関はキト市上下水道公社（EMAAP-Q）である（公社の詳細については資料C - 1 参照）。

1.2.3　実施事業の内容と要請施設・機材

本計画の全実施事業の内容とそのうち日本の無償資金協力へ要請された施設・機材は次々ページの表に示す。

なお、事業内容、要請施設のうち、公社と基本設計調査団との協議で合意された変更個所は次の通りである。

（a）水源施設の改修（次表の①項参照）

当初要請には5水源の改修が含まれていたが、このうち３ケ所の水源(エルチャソ・エルポギョ・クチコラル）は点在していること及びこの工事はエルチャソ系導水管路の更新（次表の②項、EMAAP- Q負担工事）に含める方が技術的に合理的であることから、EMAAP-Qの負担とすることで合意した。また他の２水源（チンボラソ・プグナグア）は EMAAP-Q による定期的な維持管理によって適応取水ができるので、日本への要請から除外することが確認された。

（b）チンボラソ系導水管路の更新（次表の③参照）

既存管路の材質は、ほとんどの区間が無筋コンクリート管であり、特殊区間である谷越えサイホン部は鋼管となっている。実態調査の結果、コンクリート管は老朽化が著しいため、要請通りに更新するものとするが、一方、サイホン部（鋼管）は未だ使用できる状態にあることが判明したので、更新の対象から除外することが確認された。

なお、本件の実施については、EMAAP-Qが技術的な工事実施能力が十分にあること、および、工事予算の措置にも無理がない（資料 A - 7 参照）ことから、管資材（管・継手および弁類）は日本側が供与し、工事施工は費用負担を含めてEMAAP-Qが実施することが確認された。

（c）エルシント川からの取水量及び取水導水施設の規模（次表の⑩、⑪、⑫、⑬参照）

要請水量は 200 ℓ/sec であったが、未給水地区需要水量（189 ℓ/sec）・給水不良地区の需要水量（71 ℓ/s）・老朽施設廃止の代替水量（50 ℓ/s）を合計すると310 ℓ/s であり、水量の変更が確認された。サンタローザ取水地点で確保できる取水量は 240 ℓ/s （チンボラソ支流からの導水量 40 ℓ/s を含む）なので取水堰および沈砂池の規模は 240 ℓ/s とし（次表の⑩参照）、これは日本側負担とする。一方、不足分の水量 70 ℓ/s はサンタローザの下流、パルミラ方面から導水工事を行う計画でこれは EMAAP の負担工事とすることが確認された（次表の⑬参照）。なお、ポンプ設備の規模は合計量の 310 ℓ/s であり、これは要請通りに日本の負担工事である（次表の⑪参照）。

計画（実施事業）の内容	負担区分
① 水源施設の改修 （エルチャソ・エルポギョ・クチコラルの３水源）	※（EMAAP-Q負担）
② エルチャソ系導水管路の更新 （上記３水源からウングイトンネル入り口まで）	※（EMAAP-Q負担）
③ チンポラソ系導水管路の更新 （チンポラソ・ブグナグアの２水源からウングイトンネル入り口まで）	φ400mm～φ160mm（延長L＝9,678 m）の敷設（更新）。 （資材：日本負担） （工事：EMAAP-Q負担）
④ エルチャソ系導水管路の新設 （ウングイトンネル入口から配水池まで）	※（EMAAP-Q負担）
⑤ チンポラソ系導水管路の新設 （ウングイトンネル入口から配水池まで）	φ300mm（延長L＝1,300 m）の新設および φ400mm（延長L＝637 m）の新設。 （資材：日本負担） （工事：EMAAP-Q負担）
⑥ 配水池の建設 （未給水地区に３ケ所）	※（EMAAP-Q負担）
⑦ 消毒設備 （上記配水池入口付近）	※（EMAAP-Q負担）
⑧ 配水管網の新設整備 （未給水地区内配水管１式）	※（EMAAP-Q負担）
⑨ 各戸給水工事 （未給水地区各戸給水管１式）	※（EMAAP-Q負担）
⑩ エルシント川取水施設の新設 （サンタローザ地点）	取水堰（Q＝240 ℓ/sec）および 沈砂池（Q＝240 ℓ/sec）の新設。 （資材・工事とも日本負担）
⑪ 導水ポンプ場の新設 （サンタローザ地点）	ポンプ設備（Q＝310 ℓ/sec）および建屋の新設。 （資材・工事とも日本負担）
⑫ 導水管の新設 （サンタローザポンプ場からウングイトンネル入口まで）	φ600mm（延長L＝3,490 m）の新設。 （資材・工事とも日本負担）
⑬ エルシント川下流からの導水工事 （チンポラソ支流およびパルミラ方面からサンタローザポンプ場への導水工事	※（EMAAP-Q負担）
⑭ ガスクロマトグラフ（１式）の供与・設置	ガスクロマトグラフ（１式）の購入・設置。 （器材供与：日本負担）

（註）※（EMAAP-Q負担）：　本項目は資材調達および工事施工とも、EMAAP-Qの費用負担でEMAAP-Qが責任施工することが確認されている。

第２章　調査の概要

第２章　調査の概要

２．１　調査団の派遣

本計画の推進のために日本政府は国際協力事業団に対して調査の実施を指示し、事業団がこれを受け、基本設計調査団を派遣し、現地調査を含む基本設計調査を実施した。（団長：岩堀春雄、派遣期間：1995年２月５日～３月11日）。さらに、調査の結果を含めて基本設計内容を説明・協議するために、ドラフトレポート説明調査団を派遣した（団長：岩堀春雄、派遣期間：1995年６月６日～６月17日）。調査団の構成、調査日程、エクアドル国関係者リスト、協議議事録を巻末の資料Ａ１～Ａ４に示した。

なお、基本設計調査に先立ち、1994年９月18日～10月10日の期間、事前調査団が派遣された。

２．２　調査内容

2.2.1　関係者との協議内容

現地調査の期間（1995年２月５日～３月11日）、現場踏査の結果を踏まえて、本計画の実施機関であるキト市上下水道公社（EMAAP-Q）関係者と協議・確認・合意した主要事項は次の通りである。

（1）本計画の目的

① 未給水地区（キト市南西部高台居住地）の水道新設
② 給水不良地区（エルプラセール浄水場周辺の高台地区）の解消
③ 水源水質監視の強化

（2）上記目的遂行のために必要な工事及び負担区分

① 取水施設の改善（エルチャソ・エルポギョ・クチコラルの３水源）
→ EMAAP負担

② エルチャソ系導水管路の更新（3水源からウングイトンネル入口まで）
→ EMAAP負担

③ チンボラソ系導水管路の更新（チンボラソ・プグナグアの2水源からウングイトンネル入口まで）→ 日本側負担（管資材供与）＋ EMAAP負担（工事）

④ エルチャソ系導水管路の新設（ウングイトンネル入口から高区・中区配水池まで）
→ EMAAP負担

⑤ チンボラソ系導水管路の新設（ウングイトンネル入口から低区配水池まで）
→ 日本側負担（管資材供与）＋ EMAAP負担（工事）

⑥ 配水池の新設（未給水地区の高所、3ケ所）→ EMAAP負担

⑦ 消毒設備（上記配水池入口付近、2ケ所）→ EMAAP負担

⑧ 配水管網の新設整備（未給水地区内配水管1式）→ EMAAP負担

⑨ 各戸給水工事（未給水地区内各戸給水管1式）→ EMAAP負担

⑩ エルシント川取水施設の新設（サンタローザ地点）→ 日本側負担

⑪ 導水ポンプ場の新設（サンタローザ地点）→ 日本側負担

⑫ 導水管の新設（サンタローザ取水堰からウングイトンネル入口まで）
→ 日本側負担

⑬ エルシント川下流からの導水工事（チンボラソ支流及びパルミラ方面からサンタローザ取水地点までの導水）→ EMAAP負担

⑭ ガスクロマトグラフ装置1式の供与・設置 → 日本側負担

（3）要請内容との変更事項

EMAAP-Qとの協議の結果、次の4点が要請内容との主要変更内容として確認された。

① 水源施設の改修工事を日本への要請から除外した。

② チンボラソ系導水管路の更新工事のうち、一部の区間の鋼管材料部分（谷越えサイホン部）は、更新の対象から除外した。

③ チンボラソ系導水管路更新工事は、管資材の供与は日本側が行うが、工事施工はEMAAP-Qが実施することとした。

④ エルシント川サンタローザ取水地点からの導水ポンプ及び導水管の水量を要請の200 ℓ/sec から 310 ℓ/sec へ変更した。

上記の詳細及び理由については第1章の1.2.3項参照。

なお、前項（2）の工事項目は、本項の変更事項を取り込んでいる。

（4）EMAAP-Q負担工事及び負担行為

前々項（2）に記した以外で、本計画遂行に必要な付帯的工事で EMAAP-Q が負担する工事及び負担行為は次の通りである。

① 水利権（エルシント川）の取得
② 土地の取得（用地権及び補償費用）
③ 送電線架設（キト市内から新ポンプ場まで）
④ 新ポンプ場の用地整備
⑤ プロジェクト用アクセス道路
⑥ 工事用資材置き場の整備
⑦ ウングイトンネル内部の補修
⑧ ジョア町の下水排水対策

2.2.2 フィールドサーベイの内容

1995年2月5日から3月11日にかけてエクアドル国において実施した基本設計調査のフィールドサーベイの内容及び項目は以下のとおりである。

（1）現地状況調査

現地状況調査はプロジェクトサイトを中心に実施したが、その他に本基本設計に参考となる事項についても実施した。主な調査項目は下記のとおりである。

- 現況施設調査　：水道施設の現況把握と改修対象施設の精査
- 建設地調査　　：新規水源等の位置の選定を中心に実施
- 水源妥当性調査：水源水量および水源へ流入する下水の有無を対象河川について調査
- 水質分析調査　：水源として使用する河川水及び湧水について実施
- 類似施設調査　：本計画の設計に参考となる類似施設の調査

(2) 資料収集

現地調査期間中に関係機関から収集した資料情報の主な項目は以下のとおりである。

- エクアドル国の一般概況資料
- エクアドル国の社会経済統計
- 水道部門に関する資料
- 本計画関連資料
- 気象水文資料
- 設計関係資料
- 建設、積算関連資料

(3) 自然条件調査

本基本設計調査の現地調査において実施した自然条件調査の内容は下記のとおりである。

- 地質調査（ボーリング調査）

取水工、沈砂池、ポンプ場予定地点において深度10～11mのボーリング調査を実施した結果（資料 B-8参照）、各地点とも２～３mでN値50を示す基礎地盤が存在し、施設建設に際して杭基礎等特別な基礎工の必要はないと判断される。

- 測量調査

実施した測量調査は下記のとおりである。

路 線 測 量 ： ポンプ場予定地からウングイトンネルまでの 3,500m 区間
ウングイトンネルから新配水池までの 640m 区間
平 面 測 量 ： 取水工、沈砂池、ポンプ場建設地14,350 m^2
河川縦断測量 ： 取水工上下流1,000m

第３章　プロジェクトの周辺状況

第３章　プロジェクトの周辺状況

３．１　エクアドル国の社会・経済事情

社会・経済事情については、資料A-5に記した。

３．２　上水道セクターの開発計画

3.2.1　上位計画

（1）上下水道行政

エクアドル国政府には上下水道を専管する省庁はない。しかし、行政の基本方針を推進する国家開発審議会（CONADE）が、都市上下水道を経営する地方公営企業に行政指導を行っている。一方、厚生省の衛生事業庁（Instituto Equatoriano Obras Sanitarias：IEOS）が全国の上下水道についての総合的な情報を管理し、勧告を与えている。また大蔵省が、中小都市の上下水道を含む社会基盤施設の整備に対して、交付金を給付して財政的に支援している。

社会基盤の整備は市長の責任において行われる。人口15万人以上の大都市（約10市）では、上水道公社（Empresa Municipal de Agua Potable、略称EMAP）あるいは上下水道公社（Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado、略称 EMAAP）が設立されていて、市の行政サービスから独立して上水道あるいは上下水道を経営している。他の中小都市は、国政府から交付金の形で財政援助を受け、それを行政サービスや上下水道のような公共サービスに用いている。交付金を主管するのは大蔵省であるが、その使途については市に一任している。

大都市の上水道公社あるいは上下水道公社は、市長の権限下にはあるが、一般行政部門から財政的に独立して大幅な自主権を持つ地方公営企業である。これに対して、中小都市の上下水道事業は技術的にも財政的にも非力であるから、行政サービスとしての性格が強い。技術的には国の機関であるIEOSから指導と支援を受け、財政的には大蔵省からの交付金と地方税などの固有財源を資金として整備を行っている。

このように国は、上下水道に関して市の自主性に一任している。このような背景から、国が策定

する上下水道の整備計画と呼ぶべき計画は無い。ただし制度上では、IEOSが大都市の上水道公社あるいは上下水道公社のプロジェクトに関して審査権を持っている。

（2）上水道セクターの現状

下表は、1992年現在の地方別の上水道、下水道、改良便所の普及状況を示す。エクアドル国は、山岳地方、海岸地方、アマゾン低区、ガラパゴス諸島に大別されている。山岳地方が最も都市化されている。

1992年 地方別 上水道、下水道、改良便所の普及状況

（単位：%）

区　分		山岳地方	海岸地方	ｱﾏｿﾞﾝ低区	ｶﾞﾗﾊﾟｺﾞｽ	国境地帯	全国
上水道	都市部	87.8+ 3.2	65.8+ 9.2	66.4+ 5.5	81.5+ 0.0		75.1+ 6.2
	農漁村部	58.9+11.7	21.5+ 9.0	24.6+ 6.7		24.7+ 0.0	36.3+18.1
下水道	都市部	77.4	49.1	39.3	44.4		60.8
	農漁村部	14.4	12.1	5.2		2.7	8.9
改良便所	都市部	4.6	12.3	10.7			9.0
	農漁村部	24.6	26.3	11.0		24.0	24.1

（注）
- 上水道　：専用水栓 ＋ 共用水栓
- 改良便所：下水道に直結していない簡易水洗便所で、汚水はピットを経て地中に吸い込まれる方式。
- 国境地帯：ペルー国との国境線未解決の地区。

上表に示されるように、都市部における上水道の普及率はかなり高く、特に首都キト市のある山岳地方と観光地のガラパゴス諸島は高率である。1,046万人の人口（1993年）のうち都市部人口は 56%と高率であることから、国全体としては専用水栓 620万人、公共水栓75万人、計 695万人が上水道を利用している。

（3）水道セクターに関連する計画

上表に見られるように上水道の整備はかなり進んでいるが、それに比較して下水道は著しく遅れている。例えば上表では山岳地方の都市の下水道の普及率は77.4%となっており、キト市の場合にも市域面積の70%に汚水収集管が敷設されているのであるが、実体としては宅地造成、道路整

備の際に局所的に敷設された管路により水を最寄りの排水路や河川に放流しているに過ぎない面もある。また、簡易水洗の改良便所からの汚水は他の家庭排水と共に、敷地の一角に作られた素堀のピットに排出され地下に浸透させている。ピットが閉塞したり豪雨がピットに流入すると、溢れた汚水と雨水は道路や窪みを通じて水路に流れ込むこともある。

このような現状を改善すべく、国政府として整備目標を設定した計画としては、「開発のためのAGENDA 1993-1996年行動計画」、「生存と開発と児童保護のための1990年代行動計画」、「市町村開発と都市基盤整備プログラム」、「保健サービスの拡大と強化プロジェクト」、「緊急社会投資基金による財政プログラム」などがある。

生存と開発と児童保護のための1990年代行動計画

（単位：%）

	区分	1990年実績	1995年目標	2000年目標
上水道	都市部	78.3	78.9	84.0
	農漁村部	39.3	72.0	100.0
下水道	都市部	60.4	74.0	81.0
	農漁村部	8.4		
改良便所	都市部	9.4		
	農漁村部	22.6	66.0	100.0

水道セクターについても、社会開発についても、国レベルの上位計画は無い。キト市レベルでも、社会経済開発、土地利用、道路整備などの面で本計画に関連する計画は確立されていない。本計画に関連する上位計画はキト市上水道マスタープランであり、上下水道公社が全ての責任を負って本計画を実施することになる。（なお、本計画の実施機関であるキト市上下水道公社（EMAAP-Q）については、資料C-1参照のこと）

（4）キト市上水道マスタープラン

米国のコンサルタント CDM（Camp Dresser & McKee） とエクアドルのコンサルタント協会（CAE）によって、1977年にM/P(1)と通称される上水道のマスタープランが作成された。M/P(1)は、その後のさまざまな条件の変化により基本計画としての意味を失ったので、改めてマスタープランを作成することが必要となり、1994年にIDBの融資の一部を新マスタープラン（M/P(2)）

に当てることが決定された。

新マスタープランの準備のために上下水道公社は、M/P(1)に基づいて完成した既設プロジェクトと、現在進行中のプロジェクトについての現状調査をエクアドルのコンサルタントに委託した。その成果は1994年5月に、「既設及び建設中の水供給システム（Sistema de Abastecimiento Existentes y En Ejecucion）」という報告書として公表された。この報告書の第4章第6節において、本計画を含むジョアプロジェクトについて、以下のような提言が行われている。

1) ジョア系統には湧水と河川水があり、現在は混合したままで浄水場に導水されているが、これらは分離して利用することが望ましい。
2) 現在の湧水系統の施設は、改修を必要とする。
3) 河川水系統については、エルシント川の下流でポンプ取水することにより、現在の取水量を増加することが可能である。
4) 湧水系統を分離して管路により導水し、配水池で滅菌することによって、良質で低コストの飲料水を、標高の高い未給水地区に供給することができる。
5) 湧水系統を分離することにより、浄水場の量的負荷は当面軽減され、処理用の薬品コストも節減される。

これらの提言は、正に本調査の立脚点と一致するものであり、本計画はこの現状認識に基づく新マスタープランの一部を構成するものとなる。

3.2.2 財政事情

キト市下水道公社の財政規模をエクアドル国政府と対比して掲げると以下の通りである。

キト市下水道公社の財政

機　関	1995年予算額	
	スクレ（百万単位）	US$（千ドル単位）
キト市上下水道公社	343,269	146,069
エクアドル国政府	8,114,600	3,438,389

（換算レート：US$ 1.00=2,350 スクレ（1995年3月））

なお、本計画に必要な公社負担の工事費（14,945百万スークレ）は、1995～1998年の4年間に亘る支出予算計画がなされている。（資料A-7参照）

3.3 他の援助国、国際機関等の計画

キト市の上水道事業については、従来から米州開発銀行（IDB）が主体となって援助協力してきた。これまでIDB以外の国際機関や第三国の援助機関が協力を実施したことはない。即ち、本計画は、IDB以外に対して初めて要請された海外援助案件である。

キト市内の給水整備について、EMAAP-Q は、市内を10地区に分類し、整備事業の実施・援助機関を次のように計画している。

第1区～第6区	：EMAAP-Q
第7区	：EMAAP-Q および IDB
第8区	：EMAAP-Q、エクアドル中央銀行および IDB
第9区	：EMAAP-Q および日本政府
第10区	：EMAAP-Q およびエクアドル中央銀行

本案件（キト市南部上水施設整備計画）は、上記の第9区を給水対象地区とするものであり、IDB 等他の援助機関とは重複しない単独プロジェクトである。

3.4 我が国の援助実施状況

エクアドル国は一人当たりのGNPが1,000ドルを超えて比較的高いことから、我が国はこれまで有償資金協力および技術協力を中心に援助をしてきた。上水道セクターでは有償・無償とも援助実績はないが、関連分野（水資源開発）のJICAによる社会開発調査案件としては、チョネ・ポルトビエホ川流域水資源開発計画（1994年度詳細設計終了）がある。

3.5 プロジェクトサイトの状況

3.5.1 自然条件

(1) サイト周辺の自然条件

本計画のプロジェクトサイトはエクアドル国ピチンチャ州のキト郡ジョア区内に位置しており、キト市中心部からは南西約15kmの距離にある標高3,200～2,900mの山間部にある。
プロジェクトサイトの面積は約32km^{2}であり、中心は取水工及び取水ポンプ場を建設するエルシント川沿いのサンタローザ 地点である。

気象条件は、プロジェクトサイト周辺に観測所がないため、本プロジェクト南部に位置し、プロジェクトサイトと距離的にも近く、また標高的にもほぼ同様であるイソバンバ（標高3,058m）観測所のデータを用いプロジェクトサイトの気象条件を把握する。（資料B-7参照）
気候は雨期と乾期に分れており、5～9月が乾期、10月から4月が雨期で特に3月、4月は降雨量が多いので建設工事工程の設定には注意が必要である。平均気温は年間を通じてほぼ11℃で一定しているが、日較差が大きい。平均湿度は年間を通じて約80%で一定している。

(2) サイト周辺の地形、地質

1) 地　形

プロジェクトサイト周辺の地形は、4,000m級の山々（Volcan Guagua Pichincha 4,096m, Cerro La Plazuela　4,556m等）が連なる山地の南側斜面にあり、標高は2,900～3,200mである。この斜面には多くの深い沢が発達し南に流れ、その沢の間に狭い丘陵地がやはり南に向って張出しており、最下端にエルシント川が東から西に流れている。丘陵地はエルシント川に近づくにつれてやや幅が広くなり、農地にも利用されるようになるが、上流側は狭い上に地形が急峻なため農地としては殆ど利用されていない。

山は急峻であるが比較的樹木が多く、水源涵養林としての役目を十分果していると見られ、河川、渓流の洪水量は多くなく、更に急流河川であることと相俟って河川の氾濫は殆ど見られない。また、地形が急峻なため山腹からの湧水地点が多く、その量も豊富であり水質もよく、キト市上水道の水源として利用されている。

2) 地　質

エクアドル国内にはアンデス山脈が南南西から北北東にかけて縦断している。山脈の標高は約4,000m程度であるが、中には万年雪のある標高6,000mにも達する火山もある。

首都キト市はアンデス盆地にあり、標高は概ね2,800mである。プロジェクトサイトのあるジョア町はキト市から10.5km離れたところにある標高約2,900m、人口約1,800人の町である。

調査対象地域の地層は下記のとおりである。

沖積堆積層（完新世）：	コンドルウァチャナ川から西側では火山の噴火による砕屑（岩片）を含んだ礫層によって形成された沖積層が際だっている。調査地域の南にはエルシント川の下部に沖積層がある。
Coluvial堆積層（完新世）：	主としてピチンチャ火山の東部斜面の下部にあり、5mまでの厚みをもった砂と軽石によって構成されている。
氷河期堆積層（更新世）：	標高3,800mより上部に分布し、ピチンチャ山の東部斜面のU字谷を埋め尽くしている。
凝灰岩と軽石層（更新世）：	白色軽石層と共にあり、明るい茶色からやや暗い茶色の脆い火山灰によって構成されている。
ピチンチャ山噴火物：	ピチンチャ山の斜面部にあり、明るい灰色から暗い灰色の安山岩、粉末状の溶岩からなっている。上方には部分的にスコリア溶岩も見ることができる。

3.5.2　社会基盤整備状況

(1) サイト周辺の社会基盤整備状況

プロジェクトサイトに至る主要な道路はキト市南部からウングイ山（3,578m）の南側山麓を通りジョア町を経由して タボレラバホ に至る州道である。この道路は将来サントドミンゴまで延長される計画である。道幅は平均７～８mの未舗装道路であり、維持管理はピチンチャ州によって行われているが、採石場へのダンプトラックの通行量が多いため路盤状況は悪く、車両の走行

速度は極度に抑えられる。

施設建設地へのアクセスは、上記道路から分岐した支道により可能である。但し、プグナグア取水工からの2.0km、チンボラソ取水工からの1.0km区間は道路はあるが、導水路の建設及び維持管理のためにEMAAP-Qにより建設された道路であり、道路幅員が狭く車両の通行は困難である。

サイトの周辺にある唯一の町であるジョア町は人口約1,800人である。ここには教会、学校（小学校4校）、診療所、上水道、下水道、電気、電話等が整備されている。ただし、銀行、郵便局は設置されておらず、キト市街地への公共交通機関は整備されていない。
電気はサイト内に散在する農家、大農場の殆ど全てに供給されている。電話はジョア町に電話公社（EMETEL）の出張所があり、同町の住人はここの電話を利用している。
ジョア町の上水道は1948年に創設されている。水源はEMAAP-Qのエルチャソ系であり、この導水路から分水を受け塩素殺菌後自然流下式で各戸給水されている。各戸別には水道メーターは無く均一料金制を採用している。維持管理はEMAAP-Qから委託を受けた町の代理人が行っている。

同町には旧キト市下水道公社（EMA-Q）によって公共下水道が敷設されている（1975年創設、1982年拡張）が処理施設はなく、町外れの公共洗濯場（屠殺場を併設）の汚水を含めて日量約233m³（2.7 ℓ/s）が直接エルシント川に放流されている。今回建設される新取水工はこの地点から約2.5km下流にあるため、この下水がエルシント川に入らないよう下水処理施設の建設が必要である。

（2）市街地形成状況

プロジェクトサイト周辺には先に述べたジョア町があるのみで、他には農家がいくらかと大農場が散在するのみであり、市街地が発展するには地形的にも地理的にも制限が多い。

（3）用地の手当

施設建設のために必要な用地手当、現況地目の状況は下記のとおりである。対象各施設の多くはEMAAP-Qの現況施設用地内又は公道に建設（又は改修）されるので用地手当の問題はない。用地の新規確保の必要があるのは取水工建設用地およびサージタンク建設用地であるが、これも既にEMAAP-Qが地主の了解を取付けている。

施設建設用地の確保状況

施　設　名　称	現　況　地　目	用地確保状況
取水工、取水ポンプ場	草地	地主了解済
新設導水路 (ﾎﾟﾝﾌﾟ場～ﾄﾝﾈﾙ入口)	一般道路及び既設管路敷地	確保済
新設導水路 (ﾄﾝﾈﾙ出口～配水池)	一般道路及び草地	確保済
改修導水路	既設管路用道路及び草地	確保済（EMAAPの用地）
サージタンク	牧草地	地主了解済

3.6　環境への影響

3.6.1　環境に関するエクアドル国の法律

環境に関するエクアドル国の法律として、環境の汚染の防止と管理、水資源の汚染の防止と管理、固形廃棄物の管理、農業開発法等の法律を収集し、その要点を資料C - 6：環境に関するエクアドル国の法律に記した。

本計画の実施における環境影響を調査する場合に、「水資源の汚染の防止と管理に関する法律」の第6篇第1章の「環境への影響に関する調査」が参考となる。調査項目として以下の項目が規定されている。

a) プロジェクトの概要、b) 利用される天然資源の実質的な特徴、c) プロジェクトの実施についての詳しい情報、d) 天然資源に対して予想される変化、e) 環境影響を最小化するための措置・手段、f) 非常事態に対する対策、g) プロジェクト実施の結果として起こる物理的/経済的/社会的な側面、h) 結論及び勧告

ただし、本計画はこの法律で特定されているプロジェクトには該当しないので、本計画においては、JICAの手法に従って、本計画の実施によって生じる環境インパクトについてスクリーニング、スコーピングを行うものとする。

3.6.2　スクリーニング

下表に水源のジョアおよびチンボラソ・プグナグア地区および未給水地区に係るスクリーニング

結果を示す。

スクリーニング結果

環境項目			内容	評定		備考
社会環境	1	住民移転	用地占有に伴う移転(居住権、土地所有権の転換)		無	
	2	経済活動	土地等の生産機会の喪失、経済構造の変化		無	
	3	交通・生活施設	渋滞、事故等既存交通や学校・病院等への影響	有		軽微な交通渋滞 ごみ収集サービス阻害
	4	地域分断	交通の阻害による地域交通の分離		無	
	5	遺跡・文化財	寺院仏閣・埋蔵文化財等の損失や価値の減少		無	
	6	水利権・入会権	漁業権、水利権、山林入会権等の阻害		無	
	7	保健衛生	ゴミや衛生害虫の発生等、衛生環境の悪化	有		汚水の増量と溢流
	8	廃棄物	建設廃材・残土、汚泥、一般廃棄物等の発生		無	
	9	災害（リスク）	地盤崩壊、落盤、事故等の危険性の増大		無	
自然環境	10	地形・地質	掘削・盛土等による地形・地質の改変	有		法面改変のおそれ
	11	土壌侵食	土地造成・森林伐採後の雨水による表土流出		無	
	12	地下水	掘削工事の排水等による濁濁、浸出水による汚染		無	
	13	湖沼・河川流況	埋立や排水の流入による流量、河床の変化	有		流量が減少する
	14	海岸・海域	埋立や海況の変化による海岸侵食や堆積		無	
	15	動植物	生息条件の変化による繁殖阻害、種の絶滅		無	
	16	気象	大規模造成や建築物による気温、風況等の変化		無	
公害	18	大気汚染	車両や工場からの排出ガス、有害ガスによる汚染		無	
	19	水質汚濁	浄水場からの排水や汚泥等の流入による汚染		無	
	20	土壌汚染	排水・有害物質等の流出・拡散等による汚染		無	
	21	騒音・振動	車両の走行、浄水場の稼働等による騒音・振動の発生		無	
	22	地盤沈下	地盤変化や地下水低下に伴う地表面の沈下		無	
	23	悪臭			無	

(1) 水源のジョアおよびチンボラソ・プグナグア地区

社会環境項目

取水ポンプ場からの導水本管の敷設箇所は交通量の少ない公道であるが、多少の渋滞が起こり得る。したがって、社会環境項目の中で環境に与える影響が予想される項目は、「交通・生活施設」である。

自然環境項目

取水ポンプ場で取水することにより、下流の河川水流量が減少する。また、チンボラソ・プグナグア地区では急な斜面に沿って導水管の敷設工事が行われるので、法面の改変のおそれがある。したがって、自然環境項目の中で環境に与える影響が予想される項目は、「地形・地質」、「湖沼河川流況」である。

(2) キト市南西部の未給水地区

社会環境項目

この地区では排水管路が整備されていないので、一般家庭では宅地内の素堀ピットに汚水を放流している。生活用水量が増加して、地下への自然浸透が十分でない場合には、素堀ピットから流出して衛生環境を悪化させる懸念がある。また、給水管の敷設工事に際して、迂回路が不十分で道路が狭隘であるために、ゴミ収集などのサービスが阻害されるおそれがある。したがって、社会環境項目の中で環境に与える影響が予想される項目は、「交通・生活施設」及び「保健衛生」である。

3.6.3 スコーピング及び総合評価

(1) 水源のジョアおよびチンボラソ・プグナグア地区

「交通・生活施設」

ポンプ場からの導水本管の敷設による交通渋滞の影響を受けるのは、主として砕石・砂利・砂など建設資材などの運搬車両で、生活物資の運搬車両ではないので、ほとんどインパクトは考えられない。

「地形・地質」

チンボラソ・プグナグア地区の導水管路敷設地区は、すでに40年以上を経過しているので地盤は安定しているが、施工法によっては多少のインパクトが見込まれる。

「湖沼・河川流況」

サンタローザ取水地点下流のエルシント川の流量が減少するが、途中の支流からの流入があるので、影響範囲は限定される。また、それが動植物の生態系に影響することはない。景観を損なうこともない。

（2）キト市南西部の未給水地区

「交通・生活施設」
工事中におけるゴミ収集サービスなどの阻害、交通の渋滞など、多少のインパクトが見込まれる。

「保健衛生」
豪雨時や将来の汚水量の増加によって汚水が溢れ流れ、保健衛生に大きなインパクトが見込まれる。

（3）環境影響の総合評価

水源のジョア地区への環境影響はほとんど考えられず、特別な対策を要しない。チンボラソ・プグナグア地区の地形・地盤への影響は、慎重な施工により回避すべきである。また、キト市南西部の未給水地区でのゴミ収集サービスの阻害、交通の渋滞などは配水管敷設時の一時的なものであるが、施工時に交通整理するなどの緩和策をとるべきである。素掘ピットからの汚水の流出については、公共の排水管路・側溝を整備すると共に、住民に対して、汚水をそれらに接続するよう勧告するなどの緩和策をとるべきである。

第４章　プロジェクトの内容

第4章　プロジェクトの内容

4.1　プロジェクトの基本構想

4.1.1　協力の方針

本計画の実施については、要請内容を検討した結果（次項の4.1.2参照）、その効果が顕著であり、日本の無償資金協力の制度に合致していること、および、エクアドル国実施機関の実施・維持管理能力が十分であること等から、日本の無償資金協力が妥当であると判断される。従って、日本の無償資金協力を前提として、本計画の基本設計を実施することとする。
本報告書で取り扱う基本設計の内容は次の通りである。

① チンボラソ・ブグナグア系導水管路
② エルシント川取水導水施設（取水堰・沈砂池・ポンプ設備・導水管）
③ 機器材（ガスクロマトグラフ）の供与

4.1.2　要請内容の検討結果

本計画についての要請の内容と目的について、担当機関であるキト市上下水道公社（EMAAP-Q）と協議を重ね、かつ、現場調査を実施し、また、帰国後の国内解析を加えて総合評価すると次のようになる。

① 未給水地区（キト市南西部高台居住地区）に公共水道が敷設され、低所得者層の69,600人（2004年計画給水人口）に給水することができるようになる。
② 現状での出水不良地区（エルプラセール浄水場周辺の高台居住区、1995年現在人口28,500人）を水源量の増加によって解消することができる。
③ もともと処理する必要のない良好な水質の既存水源（湧水）を塩素殺菌のみで給水する方式に切り替えることにより、水処理費を省くことができ、合理的なシステムとなる。
④ 新水源（エルシント川表流水）を追加することにより、キト市全体の水量増加に貢献することになる。
⑤ ガスクロマトグラフの導入により、水源水質を農薬汚染から保全監視することができるようになる。

⑥ 計画全体枠のうち、エクアドル国実施機関であるキト市上下水道公社（EMAAP-Q）が応分の工事負担を実施することになっている。

⑦ EMAAP-Qは、大規模な上水道事業体であり、技術面と維持管理面で充分な経験を有している。また、本計画施設の運転管理（技術面及び費用面）について問題がない。

すなわち、本計画の実施効果が顕著であり、日本の無償資金協力の制度に合致していること、および、エクアドル国実施機関の実施・維持管理能力が十分であることが確認された。

4.2 プロジェクトの目的・対象

本プロジェクトの目的・対象は下記６項目の通りである。

（1）未給水地区の水道新設

エクアドル国首都のキト市及びその周辺地域の人口は約142万人（1993年）であり、過去10年間の人口増加率は年約３％と高い。急激な人口増加と需要水量の増大に伴い、水道未整備地区の拡大、水量不足、日常生活の不便、非衛生的な生活用水の利用による水因性疾病の発生等の問題が深刻化してきた。

特に、低所得者層が住む南西部高台地域は公共の水道が整備されておらず、未給水地区では生活用水を主として民間業者の給水タンク車からの買水に頼っているが、単価が高く（水道水の約10倍）、住民の経済的負担となり、一方、水質が不衛生（燃料タンク車として併用されている）であり、水因性疾病（乳幼児死亡率が82人／1,000人と高い）の主因となっている。

この未給水地区（南西部高台、面積452ha、1995年人口39,400人）に公共水道を新設することが第一に意図するところである。

このために必要な工事は次の通りである。

① 取水施設の改修：

エルチャソ・エルボギョ・クチコラルの３水源取水施設 →EMAAP負担工事

② エルチャソ系導水管路の更新（３水源からウングイトンネル入口まで）：

既設のコンクリート管路（ϕ250mm～ϕ450mm）を塩ビ管または鋼管に更新

→EMAAP負担工事

③ チンボラソ系導水管路の更新（２水源からトンネル入口まで）：

既設のコンクリート管路（ϕ250 mm～ϕ450 mm、延長L＝9,678 m）を、ϕ160 mm～

φ450mmの塩ビ管およびφ300mmの鋼管に更新→日本側：管資材供与＋EMAAP：敷設工事負担

④ エルチャソ系導水管路の新設（トンネル入口から配水池まで）：

φ300mmの鋼管・塩ビ管（延長L＝1,900m）の新設→EMAAP負担工事

⑤ チンボラソ系導水管路の新設（トンネル入口から配水池まで）：

φ300mm鋼管（延長L＝1,300m）およびφ400mm塩ビ管（延長L＝637m）の新設

→日本側：管資材供与＋EMAAP：敷設工事負担

⑥ 配水池の建設（未給水地区の高所）：

３ケ所→EMAAP負担工事

⑦ 消毒設備（上記配水池入口付近）：

２ケ所→EMAAP負担工事

⑧ 配水管網の新設整備：

未給水地区内配水管１式→EMAAP負担工事

⑨ 各戸給水工事：

未給水地区内各戸給水管１式→EMAAP負担工事

（2）出水不良地区の解消

キト市の人口増加・需要水量の増大に伴い、水源が逼迫してきた。河川水量が小さくなる乾期には水源量が不足がちとなり、そのしわ寄せがやはり低所得層の多いエルプラセール浄水場周辺の高台地区（面積190ha、1995年人口28,500人）に及び、ここは既給水区域内でありながら、出水不良地区となっている。この解消が第２の目的である。

これに対応する工事は（5）の⑩、⑪、⑫、⑬である。

（3）浄水処理工程の節約

既存のジョア系水源は湧水で、水質良好であり、塩素殺菌のみで飲用可である（資料B－4：水源の水質参照）。しかしながら、現状では、この湧水をエルプラセール浄水場へ導水し、他水系の河川水と混合して表流水と同じく薬品を注入して凝集沈殿・ろ過処理を施こしている。即ち、浄水処理の必要ない水を処理している無駄があるので、これを回避することも本計画の意図するところである。

これに対応する工事は（1）の④、⑤、⑥、⑦である。

（4）老朽施設の改善

既存のジョア水系の導水管は敷設後40～50年経過している。材質が無筋のコンクリート管であり、

もともと非水圧管であった。このコンクリート管路を試掘調査したところ、老朽化が進み、ひび割れ・穿孔が激しく、更新の必要が確認されたこと、及び、湧水の良好な水質を保全するため(塩素殺菌のみで給水する必要性から）には有圧管路に変更する必要がある。これらの理由から、ジョア系の老朽導水管路を塩ビ管または鋼管による有圧管路に更新するものである。
これに対応する工事は（1）の①、②、③である。

（5）新水源の採用

既存のジョア系湧水源をキト市南西部未給水地区へ新規給水すること、および、出水不良地区への給水を追加することにより、水源の絶対量が不足することになる。この新水源として、未利用の河川であるエルシント川の表流水を採用することも本計画の対象である。
このため、次の工事を計画する。

⑩ エルシント川取水施設の新設（サンタローザ地点）：
取水堰（Q = 240 ℓ/sec）および沈砂池（Q = 240 ℓ/sec）の新設 →日本側工事

⑪ 導水ポンプ場の新設（サンタローザ地点）：
ポンプ設備（Q = 310 ℓ/sec）および建屋の新設→日本側工事

⑫ 導水管の新設（サンタローザ取水堰からウングイトンネル入口まで）：
φ600mm鋼管（Q = 310 ℓ/sec）延長 L = 3,490m の新設 →日本側工事

⑬ エルシント川下流からの導水工事：
チンボラソ支流（Q = 40 ℓ/sec）およびパルミラ方面（Q = 70 ℓ/sec）からの導水施設工事
→EMAAP工事

（6）水源水質監視の強化

新水源のエルシント川流域の農地・牧草地から農薬が混入汚染する懸念がある。今後エルシント川の水質を継続監視する必要があり、ガスクロマトグラフを本計画で購入してこの目的に資する。
購入品は次の通り。

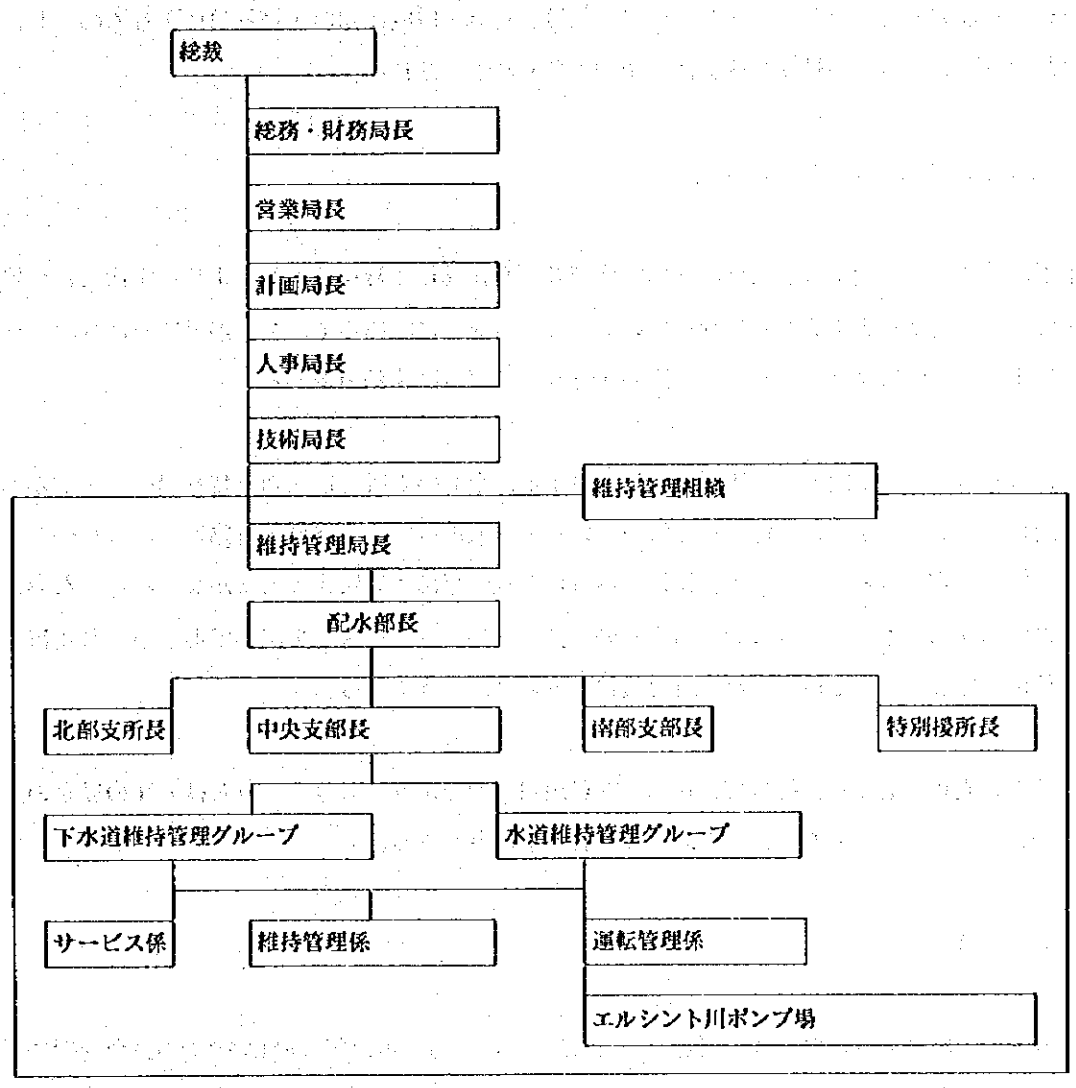
⑭ ガスクロマトグラフ（1式）の供与・設置 →日本側負担

4.3 プロジェクトの実施体制

4.3.1 組織・要員

本計画の実施・維持管理機関はキト市上下水道公社である。下図に公社及びその維持管理組織を示す。

キト市上下水道公社および維持管理組織図



本計画による施設は、水源系統の湧水管路、エルシント川取水ポンプ場、給水対象地区の配水管及び各戸給水管などである。

（1）水源施設

ジョア系水源施設の維持管理は、公社の維持管理局に属する配水部長/中央支所長/水道維持管理グループの維持管理係と運転管理係の管轄となる。水源系統の施設の維持管理費は、上下水道公社の経常予算によってまかなわれる。

本計画による改修後の湧水系の管路は、従来通りに、現場近くの官舎に居住する職員によって維持管理されることになっている。エルシント川の新設サンタローザポンプ場は、新規に運転要員を任命しなければならない。ポンプ場の運転は、電気・機械技能職・運転員によるものとし、要員数は計４名（８時間勤務×３交替に予備１名）と予定される。

（2）給水対象地区の配水管・給水管

上下水道公社は、給水対象地区の管路網整備計画を作成しており、それによると年次ごとに給水区域を段階的に拡大することになっている。また本計画に関連して、公社が単独で湧水の一部を供給するための管路整備と配水池建設の1995年度予算は計上済みである。

この対象地区は組織図の南部支所の管轄に属する。全ての支所には水道維持管理グループがあり、共同して既設の配水管の維持管理を行っている。対象地区に新設される管路は、これらのグループに維持管理されることになる。維持管理費は公社の経常予算によってまかなわれる。なお、公設の配水支管と家庭用給水管を連結するのは営業局顧客サービス部の業務であるが、費用は公社の負担ではなく、申し込み者が費用を負担することになっている。

本計画完成後に必要な維持管理業務および費用は上記のようであり、これらは公社の従来の業務量の数％相当の規模であり、公社にとって容易な内容である。

4.3.2　予算

本計画の実施に必要なEMAAP-Q負担事業費はすでに1995～1998年のEMAAP-Qの資金計画に見込まれている（資料A-7の「EMAAP-Qの資金・支出表」参照）。また、計画完了後の必要経費（維持管理費を含む）についても収支計画がなされている（資料A-7の「本計画の収支見込み」参照）。

4.3.3 維持管理計画

(1) 水源施設

ジョア系湧水源管路の維持管理については、平常時には月２～３回定期的に巡回し、異常の有無を監視する。その他、豪雨の後などには臨時に巡回して道路と水路・管路に損傷がないかを確認する。

ポンプ場の運転については、毎日の運転を日報に記録し、月報にまとめて報告する。維持管理係はこれらの報告に基づき、電気系統に関しては年１～２回程度の定期検査（絶縁抵抗試験、スイッチ類の機能試験、電圧・電流計器類の正常の確認など）を行い、ポンプに関しては運転日報の潤滑油補給、ポンプ・モーターの温度の正・異常、振動の正・異常などの記録をチェックして、年３～４回程度定期的な検査を行う。

(2) 給水対象地区の配水管

配水管については、対象地区の道路整備が遅れているために、豪雨などにより埋め戻し部分が洗掘されて管が露出され損傷を受ける不安があるので頻繁な巡回点検が必要である。

(3) 維持管理費

本計画全体の施設の完了後の維持管理費を含む必要経費を資料A-7の「本計画の収支の見込み」に掲げた。年間維持管理費は約 2,930 百万スークレであり、これは本計画による増加水量に対応する水道料金収入増によって賄うことができる。

4.4 プロジェクトの最適案に係る基本設計

4.4.1 設計方針

(1) 基本方針

キト市上下水道公社（EMAAP-Q）は現在未給水であるキト市南西部の高台居住区（面積452ha）

の地域に対し、新マスタープランの方針に沿って新給水計画（ジョアプロジェクト）を立案し、既に第1段階の詳細設計が終了し実施段階に至っている（エルチャソ系水源からの導水路改修は1995年完成予定）。また、これとは別にキト市既存給水区域高位部の出水不良地区（エルプラセール浄水場周辺：面積190ha）に関しても、緊急に供給量を確保する計画である。

これらの給水計画の内容については、４.２項において記述したとおりである。現地調査で、要請内容の確認と計画についての協議が行われ、設計対象とする工種が確定した。エクアドル側と確認した設計対象（日本の無償資金協力の対象）は下記のとおりである。

- エルシント川サンタローザ地点に新設する取水施設（取水工、沈砂池、ポンプ場）
- ポンプ場からウングイトンネル入口に至る導水管路の新設
- プグナグア、チンボラソ、コトギャク各湧水水源の水を導水する水路の改修（資材供与）
- 上記水源のウングイトンネル入口から新設配水池までの導水管路の新設（資材供与）

上記の設計対象について、現地調査で収集した資料、現地踏査結果、自然条件調査結果、エクアドル側実施機関であるキト市上下水道公社（EMAAP-Q）との協議結果等を基に、無償資金協力事業に適合し、更に現地条件に整合した経済的、合理的設計を行う。

（2）施設別基本方針

1）取水施設

取水施設予定地点のエルシント川は山間部の渓流河川でその河床勾配は、1/27～1/42と極めて急流である。流量の増減が急激で、洪水時のみならず多量の土砂、石レキ、流木が流下してくることが予想され、その他浮遊流下物も多い。

従って、取水工の型式は

- 急激な流量変動にかかわらず安定した計画取水ができること。
- 流下土砂レキ、枝葉等の浮遊流下物などによる取水障害が起こりにくいこと。
- 流石、流木等の流下物に対して堅ろうであること。
- 構造が簡単で維持管理が容易であり、建設費が低廉であること。

等を考慮して、渓流取水工として計画する。また、土砂の混入に対しては取水工に隣接して沈砂池を設置することにより対応する。

2) ポンプ施設

ポンプ場からの送水管路は約3.5kmと長く、また管路縦断形状から、停電等によるポンプ非常停止時の場合、圧力低下（負圧）を起こして管路内に異常に大きな圧力波（水撃圧）が発生する恐れがあり、この水撃現象による管体および機器の破損が懸念される。
従って、水撃対策を施す必要があり、別置型のフライホイール装置の設置、管路途中におけるサージタンクの設置等を勘案して非常停止時の異常圧力低下を防止する計画とする。
以上のように、ポンプ施設計画では機器設備も含めたシステム全体の機能を確保する必要がある。

3) 導水施設

新設、改修計画における当該施設としては、①φ300mm～φ400mm（自然圧式）とφ600mm(ポンプ圧送式）規模の新設導水管路、②φ160mm～φ400mm（自然圧式）規模の改修導水管路がある。
導水施設の現況問題点は以下のとおりである。

- 改修対象管路は建設後、約40～50年が経過しており施設の老朽化が進んでいる。
- そのため管体破損、漏水、汚水の浸入による汚染問題がある。
- 改修予定区間の導水路の約1/3は急峻な山腹に建設された管理用道路（道路幅２m程度）内にあり、工事施工上の条件に優れていない。また環境保護上からも制約を受ける。
- ２条の導水管が布設されるウングイトンネルの断面は施工断面としては狭小過ぎる。
- 用地上公道（州道）内布設区間が約２kmに亘り、ダンプトラック等重量車両の通行の確保等から工事施工上制約を受ける。

従って、導水施設の新設、改修にあたっては以下の事項に留意し計画を策定する。

a. 導水方式が開水路方式である既設導水管路は、全改修区間に亘って圧力式パイプライン型式に変更する。
b. 急峻な山腹沿いの導水管路は、自然環境保護上から人力施工を主体とし、また十分な安全対策を施した施工計画とする。残土、既設管・コンクリート撤去に際しては所定の捨

場に運搬処理する。

c. 公道内における管路布設にあたっては、掘削面の崩壊等による人的あるいは通行車両の危険を回避するため山留工等の仮設計画を十分に配慮する。

4.4.2 設計条件の検討

(1) 施設規模の検討

EMAAP-Qの慣行基準、日本の厚生省監修『水道施設設計指針』に準じて設計を行う。

(2) 水理条件の検討

1) 設計流量

各施設の規模は、原則として計画水量で決定でする。

2) 水理設計

a) 水理公式

- パイプラインの計画にあたっては、Hazen Williams公式を用いる。
- 取水施設等の水路断面は、Manning公式を用いて計画する。

b) 流速係数C・粗度係数n

水路（管水路、開水路）の材料と状態によって決定される流速係数および粗度係数は以下の通りとする。

水路の材料と状態	流速係数C	粗度係数n
鋼管	100	0.013
硬質塩化ビニール管	140	0.012
鉄筋コンクリート管	130	0.013
コンクリート（現場打ち）	—	0.015

c) 損失水頭

水理設計にあたっては、・摩擦による損失水頭、・流入、流出による損失水頭、・断面変化による損失水頭、・スクリーンによる損失水頭を考慮する。

（3）構造条件の検討

管体、水路等の構造設計にあたっては、農林水産省構造改善局制定の『土地改良事業計画設計基準』に準じて、構造物が受ける荷重、地盤の力学的性質、施工条件を考慮しかつ経済的な設計を行う。

1）荷重

考慮する荷重は、施設の種類、施設の形式、使用材料、設置場所、施工条件、および自然条件により自重、水圧、浮力、風力、地震力または土圧、自動車荷重、衝撃荷重、群集荷重の必要なものとする。

a）自重：自重の計算には下記の単位体積重量を使用する。

材　　料	単位体積重量（kg/m³）
鋼	7,850
鉄筋コンクリート	2,500
無筋コンクリート	2,350
水	1,000
土（湿潤）	1,800

（4）設計対象施設

設計対象施設は以下に示すように新設施設と改修施設に分けられる。

1）新設施設

a）新規水源施設

施設内容：　取水工、沈砂池、ポンプ場及び付帯施設

建設予定地：エルシント川のサンタローザ地点

b）新設導水管路

ポンプ場からトンネル入口に築造する吐水槽に至る管路

c）新設導水管路

後述する改修対象導水管路（プグナグア、チンボラソ導水管路）の内、ウングイトンネル区間（1300m）およびトンネル出口から約640mの位置に建設される新設配水池に導水する管路。

2）改修対象施設

a）導水管路

- 施設の現況

既存導水管路は、チンボラソ水源とプグナグア水源で取水した水を合わせて、更に途中でコトギャクポンプ場からの揚水量も集め、トンネル入口の集合水槽に至る口径250mm～450mmのコンクリート管を用いた開水路形式の水路であり、建設年度は1942年及び1952年である。現在、この水はトンネルを経由して最終的にはエルプラセール浄水場へ導水されているが、この水は湧水であり浄化の必要がないので今後は浄水場を経由せずに、キト市南西部の未給水地区に給水する計画である。

延長は下記のとおりである。

- プグナグア取水工～合流点：	3,780.6m（口径250mm、設計流量 36 ℓ/s）
- チンボラソ取水工～合流点：	400.0m（口径300mm、設計流量 24 ℓ/s）
- 上記合流点～ｴﾙﾁｬﾘ系合流点：	5,985.5m（口径300～450mm、設計流量 60～85 ℓ/s）
- ｴﾙﾁｬﾘ系合流点～ﾄﾝﾈﾙ入口既設集合水槽：	295.0m（口径450mm、設計流量 189 ℓ/s）
合　　計	10,461.1m

- 現況施設の問題点

管路は建設後、約40～50年が経過しており施設の老朽化が進んでいる。現地において管路の試掘

調査を実施した結果、管体を形成するコンクリートは極度に劣化しており、爪で引っかく程度でも簡単にボロボロと剥離し、もはや耐用年限が過ぎていると判断された。

試掘した５ヶ所とも管体に２～３ヶ所の穴があき漏水していた。また、本地区特有の現象であるが、これらの穴及びマンホール（曲管を兼用）部分から植物の茎や根が入り込み、これに水中の浮遊土砂等が付着し大きな固まりとなって管の通水面積を阻害する現象が頻発している。EMAAP-Qでは日常の維持管理として、マンホールとマンホールの間にロープを通してこの根を除去するという非常に労力の必要な作業を強いられている。

また、管体に穴があいているため管路の中下流部では家畜が埋設水路の上を通ることによる汚水の浸入及び村落周辺では生活排水の浸入による汚染が問題となってくる。
漏水量に関するEMAAP-Qの調査資料では、上流部の約２kmでの流量観測で約数％の漏水が認められる。
以上のことから、本水路は全延長にわたって改修するのが妥当であると判断された。

（4）建設地の選定

1）新設取水工、沈砂池及びポンプ場

新規水量はプロジェクトサイト周辺において残っている唯一の水源であるエルシント川中流以降から取水する計画であり、現地において取水地点の選定を行った。

取水工位置は、ウングイトンネルに近い方が距離的にも標高的にも有利であるが、後述のように、本取水工の計画取水量は310ℓ/sであり、この水量を取水するには流域面積、流量観測データから判断して、トンネル地点から下流約6.3km地点にまで下がらなければならない。この場合のポンプ揚程は約320mである。なお、この地点にはEMAAP-Qがポンプ場を計画する。

一方、エルシント川について取水工の建設可能地を、地形・標高と用地取得の可能性および河川流量等を勘案しながら現地調査を行ったが、これらの条件を満たし建設可能と判断されたのはサンタローザ地点（河川流量192ℓ/s）と上述のEMAAP-Qが計画している地点である。

従って、本基本設計では取水工位置をサンタローザ地点と決定した。
即ち、サンタローザ地点では周辺の渓流水を集水する事とし、不足量（70ℓ/s）をEMAAP-Qが

計画するポンプ場からサンタローザ地点へポンプアップする。
各ポンプ場の容量は次のとおりである。

- サンタローザ地点　　：揚水量310 ℓ/s、揚程163m、導水管600mmx3.5km
- EMAAP-Q計画地点　　：揚水量70 ℓ/s、揚程170m、導水管300mmx2.8km

2）ポンプ場からの導水管路

管路の位置は、現地においてEMAAP-Q担当者立ち会いの下に決定した。確定した管路建設予定地は殆ど公道内であり、一部は既設のエルモリノポンプ場からウングイトンネルに至る管路敷地に併設することとした。

3）トンネル出口から配水池までの導水管路

既設の道路があり、新設管路はこの道路敷内に建設する。

4）プグナグア、チンボラソからの導水路の改修

管路改修であり、基本的に現況管路敷地（EMAAP-Qの敷地）内に建設する。

（6）施設建設地の地形及び地質

1）地　形

施設建設地はキト市（平均標高約2,800m）南西部に位置し、標高4,000m級の山々の南側斜面の山間にある。新規水源施設は標高約2,910m、導水路施設は標高約2,900～3,060mの間にある。

対象地域は山間にあるため平地はきわめて少なく、放牧に使用されている自然草地や小規模な農地も殆ど全てが傾斜地に作られている。新設水源施設はエルシント川沿いのやや開けた地点を選定したが、それでも狭いため傾斜地を削り敷地造成の必要がある。ポンプ場からの新設導水路の建設位置は大半が道路（州道）敷地内であり、比較的勾配は緩やかである。改修予定の導水路の約1/3は急峻な山腹に建設された道路（一般通行用ではなく水路管理用の小規模道路）内にあるが、道路幅が平均２m程度と狭いため車両が入れない区間も多く、工事施工上の条件に優れているとはいえない。

新設取水施設および導水管路建設予定地周辺の道路幅員は６～８m程度あり維持管理も行われているが、未舗装であり側溝も完全ではないため、火山灰土質と相俟って降雨時の通行には注意が必要である。

2) 地　質

取水工、沈砂池、ポンプ場の建設予定地において、地質調査のためのボーリング３本を実施した。その結果は資料B-8のとおりであり、上記構造物の基礎地盤としては、支持力は十分であり、特別な基礎工法は必要ないと判断される。

(7) 計画取水量と取水可能量

1) 計画取水量

本地区の水道用水の取水、導水状況は現況用水系統模式図に示したとおりであり、浄化せずに塩素滅菌のみで飲用に供する事が出来る水源（水質の良い湧水）が６ヶ所あるが、現在はこの水も浄化が必要な河川水（エルシント川から取水）と混合されてエルプラセール浄水場に導水され、さらに他水系の河川水と混合され浄水処理が行われている。

EMMAP-Qの計画しているジョアプロジェクトにおいては、キト市南西部の未給水地区に対し、これらの湧水を浄水場を新規に建設することなく給水することにしている。そのため、これらの湧水を導水している水路を改修し汚染を防ぐとともに、高い位置にある水源の水圧を有効に利用するため改修水路は圧力管路とする計画になっている。

新規に未給水地区に供給される湧水源は、図4.1に示すエルチャソ、エルポギョ、クチコラル、ブグナグア、チンボラソおよびコトギャクの６水源である。これらの水源からの用水の合計は189 ℓ/s であり、この水量が未給水地区に回されることにより現在エルプラセール浄水場から給水されているキト市内では用水不足となる。この事態に対処するため、エルシント川の未利用水を新規に取水しエルプラセール浄水場に導水する計画である。

従って、今回の基本設計調査の設計対象となっている新規取水工の計画取水量は、未給水地区に回された湧水源からの用水の代替分　189 ℓ/sと、老朽化したため廃止が予定されているエルモリ

ノポンプ場の揚水量の代替分 50ℓ/s、計239ℓ/sが新規にエルシント川から取水すべき代替水量である。

ジョアプロジェクトでは、上述のキト市南西部の未給水地区に対する給水計画とともに、第4.2項において述べたように、エルプラセール浄水場から配水されている浄水場周辺の高地で、乾期に給水不能となる地域（出水不良区）に対して給水を確保する計画である。そのための必要水量は77ℓ/sとなっている。（資料B-1参照）

現在ジョア水系よりエルプラセール浄水場へ導水されている水量は、現況用水系統模式図に示したように279ℓ/sである。一方、ウングイトンネルからエルプラセール浄水場への水路の通水能力は350ℓ/sであるので、余裕が71ℓ/sしかない。従って、本地域から上記出水不良区に対し新規に供給出来る水量は71ℓ/sに押えざるを得ないことになる。

従って、エルシント川に建設する新規ポンプ場の計画揚水量は湧水の代替水量239ℓ/sとキト市内への補給水量71ℓ/s、合計310ℓ/sとなる。

2）取水可能量

新規水源施設が建設されるエルシント川のサンタローザ地点における取水量は、エルシント川の本川及び支流（渓流）の各地点において、これまでに実施されたEMAAP-Qによる流量観測資料の検討によって算定する。

- 流量観測資料

現在、EMAAP-Qで実施している河川、渓流の流量観測地点は取水工建設予定地から約6.5km下流のパルミラ地点である。実施機関はキト市上下水道公社（EMAAP-Q）であり、観測期間は1986年11月から現在に至る9年間である。これらの観測データは資料B-3に示した。

- 気象観測資料

計画取水工周辺の最寄の気象観測所は、プロジェクトサイトと距離的にも近く（サイトの南部に位置する）、標高的にもほぼ同様であるイソバンバ観測所（EL=3,058m）があり、これらの観測データを資料B-7に示す。

新規取水工を建設する予定のサンタローザ地点は、エルシント川のパルミラ流量観測所の上流約6.5kmにある、流域面積はそれぞれ下記のとおりである。

パルミラ観測所　　：101.16km²
サンタローザ地点　：49.53km²

(a) 河川流量

上記の観測データからパルミラ地点での河川流量を算定すると、最大流量は1,927.1ℓ/s、最小流量は619.2ℓ/s、平均流量は922.1ℓ/sである。但し、この流量は上流の現取水工で取水（タンビジョ：40ℓ/s、エルモリノ：50ℓ/s、計90ℓ/s）された後の流量である。

取水工予定地であるサンタローザ地点でのエルシント川の流量は継続的に実測されていないので、上記パルミラ地点の実測流量から比流量を求めて推定すると下表とおりである。

エルシント川の流量

単位：ℓ/s

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
最大流量	890.3	578.2	659.0	943.5	816.8	533.1	502.4	431.7	426.9	437.7	831.7	578.6	943.5
平均流量	474.3	420.3	451.2	606.3	631.2	439.1	425.6	372.9	369.6	373.1	436.3	417.6	451.5
最小流量	317.8	349.1	328.9	353.6	469.4	377.7	379.0	303.2	332.5	311.8	331.2	307.7	303.2
上流側取水量	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
差引き最小流量	227.8	259.1	238.9	263.6	379.4	287.7	289.0	213.2	242.5	221.8	241.2	217.7	256.8

(b) 取水可能流量

現地調査時点（1995年2月10日）において、河川流量を確認するため取水工建設予定地であるサンタローザ地点で流量観測を実施した。その結果は別表に示すとおりであるが、比流量から算定した流量との差が認められた。調査時は例年であれば降雨量が多いはずであるが本年（1995年）は1月にも降雨がなく、渇水状態であった。従って、実測時の流量は渇水量と考えることができる。

これらの検討結果から渇水量と考えられる調査時点の実測流量192ℓ/sをサンタローザ地点での取水可能量とする。

河川流量実測値（現地調査時点）

測定年月日	測定地点	標高(m)	流量(ℓ/s)	備　　考
1995.2.10	ｴﾙｼﾝﾄ川取水工地点	2,910	192	ｺﾄﾞｯｸ,ｴﾙﾓﾘﾉの取水量を加算
1995.2.10	ｴﾙｼﾝﾄ川ﾊﾞﾗﾐﾗ測水所	2,650	826	
1995.2.10	渓流(Hulanga)	2,910	8	

3）計画通水量

本基本設計において新設、改修する施設の設計通水量を図4.2計画用水系統模式図に示した。この図に示したように、エルシント川の取水工地点での河川流量は192ℓ/sである。この水量では計画流量に118ℓ/s不足するため、EMAAP-Qではこの水量を建設費、維持管理費を検討の上、チンボラソ渓流から40ℓ/s、取水工近くの渓流から8ℓ/s、更に、エルシント川下流地点から70ℓ/sを取水工地点に導水する計画である。この3取水の内、下流地点からの水はポンプアップであるが、他の2水源からの水は自然流下式で供給することができる。

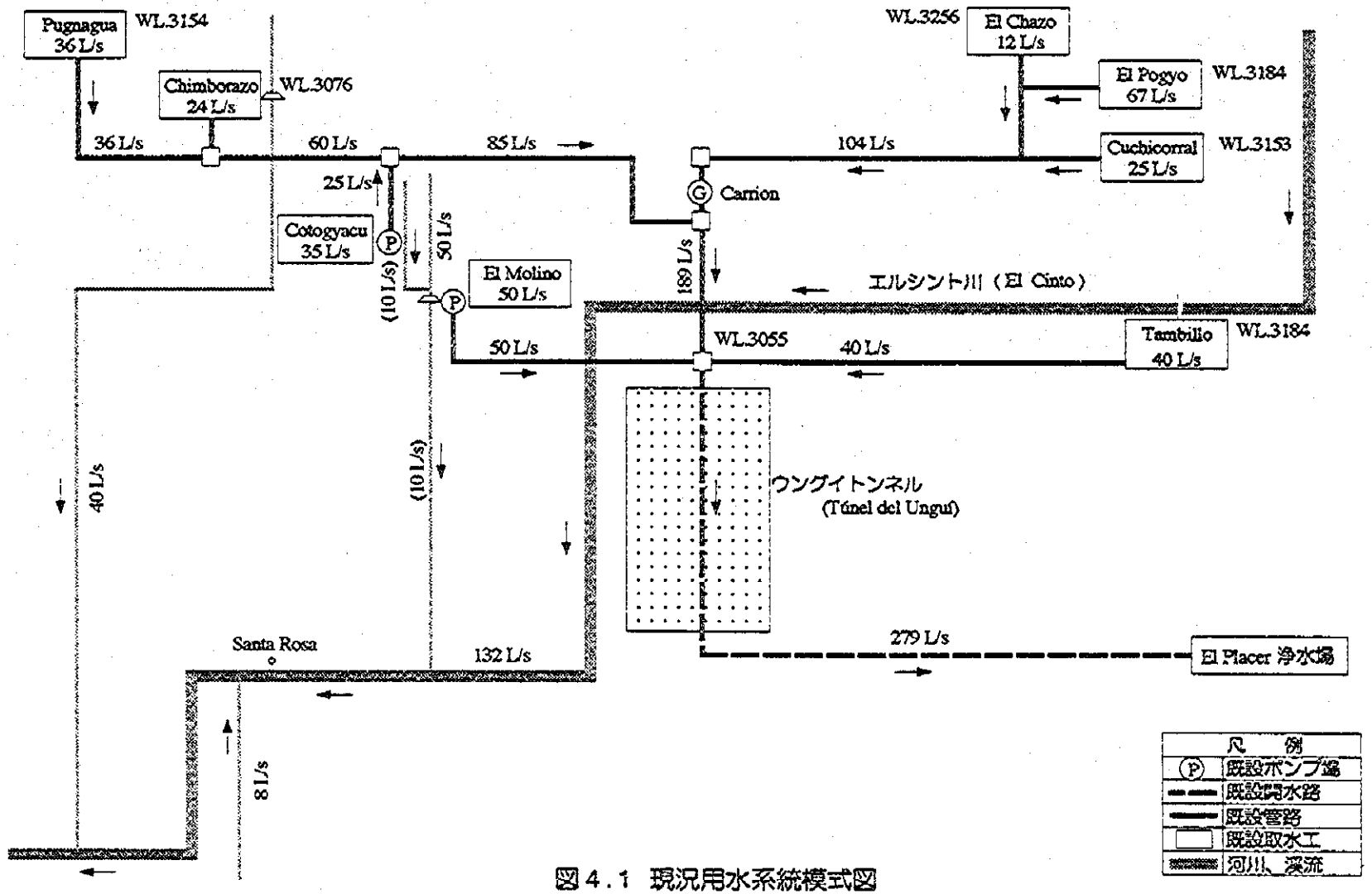


図４．１　現況用水系統模式図

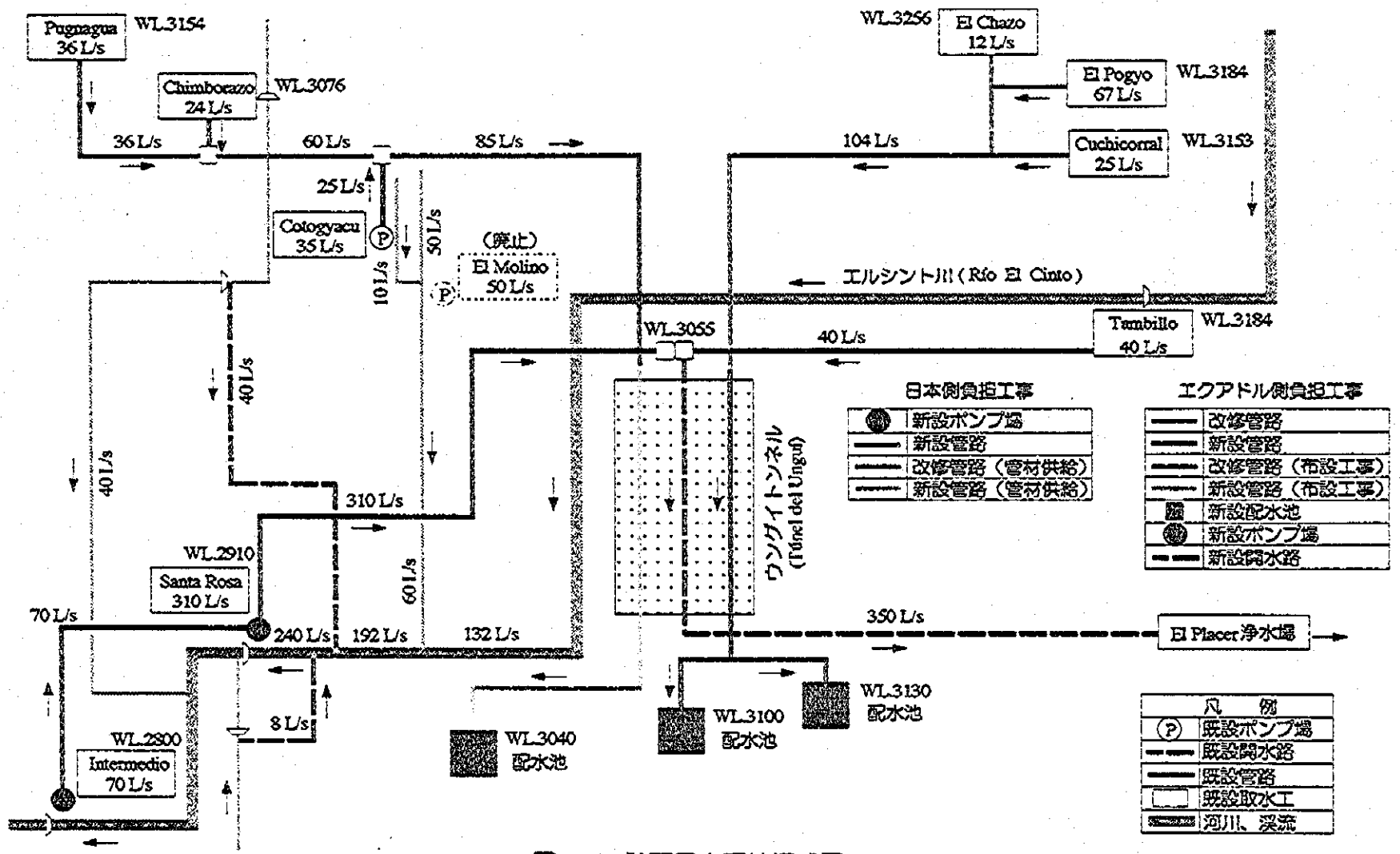


図4.2 計画用水系統模式図