

グアテマラ共和国
第二次地方浄水場改修計画
基本設計調査報告書

平成 13年 10月

国際協力事業団
株式会社 協和コンサルタンツ

無償一

CR (2)

01-181

グアテマラ共和国
第二次地方浄水場改修計画
基本設計調査報告書

平成 13年 10月

国際協力事業団
株式会社 協和コンサルタンツ

序 文

日本国政府は、グアテマラ共和国政府の要請に基づき、同国の第二次地方浄水場改修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ました。

当事業団は、平成13年4月18日から5月29日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。調査団は、グアテマラ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しました。帰国後の国内作業の後、平成13年8月19日から9月2日まで実施された基本設計概要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。

最後に、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13年10月

国際協力事業団
総裁 川上隆朗

伝 達 状

今般、グアテマラ共和国における第二次地方浄水場改修計画基本設計調査が終了いたしましたので、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13年3月より平成13年10月までの7ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、グアテマラ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みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成13年10月

株式会社 協和コンサルタンツ
グアテマラ共和国
第二次地方浄水場改修計画基本設計調査団
業務主任 大谷 重雄



	都市名	県名
①	モラレス	イザベル
②	チチカステナンゴ	キチェ
③	ラビナル	バハ・ベラパス
④	サン・ヘロニモ	バハ・ベラパス
⑤	エスキプラス	チキムラ
⑥	ハラパ	ハラパ
⑦	フティアパ	フティアパ

計画対象地域位置図

1. モラレス



取水工

溪流を堰止めて取水しているが、取水口から、かなりの土砂の流入がある。計画取水量25ℓ/秒を大きく上回る70～80ℓ/秒の取水を行っている。降雨時に、原水の濁度が上昇する。



沈澱池

2池ある内の1池の沈澱池の傾斜板(石綿セメント製)は変形、破損したため撤去され、池外に積み上げられている。越流トラフも撤去されている。沈澱池容量が不足している。



緩速ろ過池

集水管の配置密度の不足、ろ過砂層厚の不足、ろ過砂粒度組成の不良、流出側水位調整機構の不良等の問題がある。



配水池

水需要に対して過剰の取水を行っており、ろ過池の処理能力を超過する量は、ろ過池を通さずにバイパス管にて直接配水池に送水されている。配水池の側壁には亀裂があり、漏水している。また、流出側に流量計の設置がない。

2. チチカステナンゴ



取水工

3系統ある水源のうちの一つであるSemeja川の取水口。水量は限られており、全量取水を行っている。降雨時に原水濁度が上昇する。ゴミ等の除去等維持管理作業は比較的良く行われている。



着水井

3系統の水源の導水管が浄水場に流入する地点。比較的水質の良いMucubal-ship、Pochohilの原水はろ過池を通さずに、直接配水池に送水されている。着水井容量が小さい。



沈澱池及び緩速ろ過池

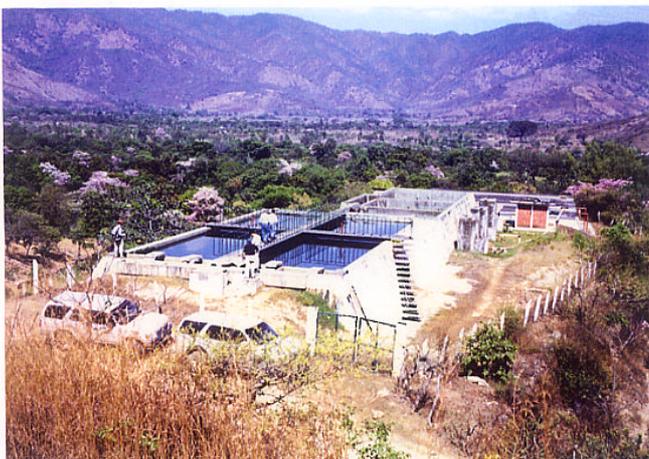
計画需要量 $26\text{ m}^3/\text{秒}$ に対して既存のろ過面積は $9.1\text{ m}^2/\text{秒}$ の処理容量分しかなく、拡張が必要とされる。取水の一部はバイパス管を通じて無処理で配水されている。また、集水管の設置不良、ろ過砂層厚の不足、ろ過砂粒度組成の不良等の問題がある。



ろ過池砂の削り取り作業風景

乾期に1回/月、雨期に4回/月程度行われているが、近年作業頻度が多くなる傾向にある。

3. ラビナル



浄水場の全景

小さな尾根の上であり、敷地面積は狭い。普通沈澱池2池、緩速ろ過池3池、配水池2池から成る。



緩速ろ過池

現施設容量に必要とされるろ過面積に対して、既存のろ過池面積は半分程度しかなく、拡張が必要とされる。ろ過池の側壁が高すぎるため、ろ過砂の削り取り、清掃等の維持管理作業に支障があり、ろ過池内にはスカムが多く発生している。集水管の設置不良、ろ過砂層厚の不足、ろ過砂粒度組成の不良等の問題がある。



緩速ろ過池

ろ過池が処理能力不足であるため、沈澱池からバイパス管によって、ろ過池を迂回するパイプによって、配水池に送水が行われている。



配水池

沈澱池からの水は、配水池の頂板上に仮配置された送水管を通して人孔から流入している。

4. サン・ヘロニモ



沈殿池と緩速濾過池

浄水場内には、沈殿池1池、ろ過池2池、配水池1池があるが、敷地は狭い。高濁度の灌漑用水系と清浄なSan Isidro系の2系統の原水が流入している。



緩速ろ過池

緩速ろ過池面積は、当初の設計容量に対して既に不足しており、また現在の需要量が既存容量以上であるため取水の一部はバイパス管を通じて無処理で配水されている。乾期にはろ過砂を一部撤去して配水池代わりとして使用されている。ろ過池、配水池の拡張が必要とされる。



緩速ろ過池のろ過砂削り取り風景

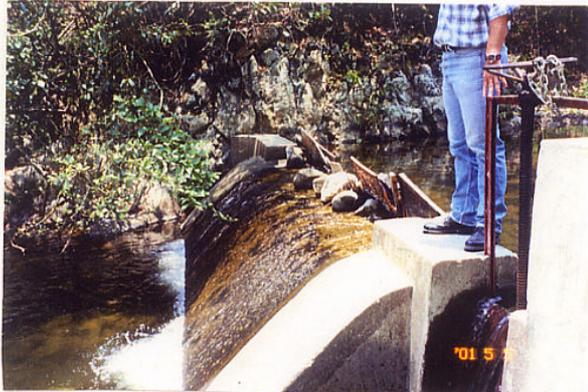
2週間に一度の頻度で砂の削り取り、洗砂作業が行われている。ろ過砂は層厚の不足、粒度組成の不良等の問題がある。



配水池

本浄水場の配水池が市で唯一のものであり、配水池容量が不足している。

5. エスキプラス



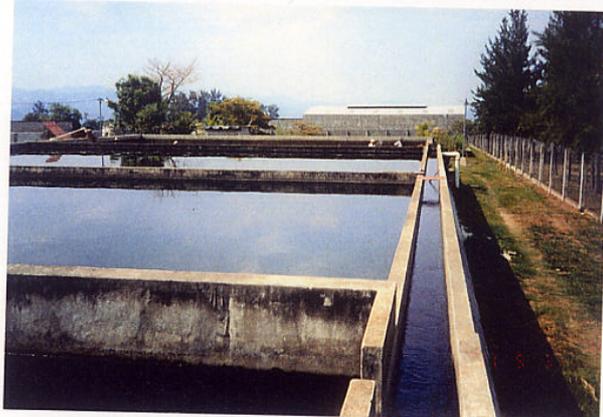
取水工

Atulapa川の取水工。雨期60ℓ/秒、乾期に45ℓ/秒の取水を行っている。乾期の一時期は、コーヒー豆の洗浄水の排水が原水に入り、雨期は降雨により濁度が上昇する。



沈澱池傾斜板

2池ある沈澱池の内、1池の傾斜板は破損し、撤去されている。他の1池のものも、歪が大きい。越流トラフは2池とも撤去されている。



緩速ろ過池

設計の処理容量に対して、ろ過面積が不足している。また、ろ過砂の層厚不足、粒度組成の不良の問題がある。



ろ過砂削り取り風景

3ヶ月に1回行われている。削り取った砂は、コンクリートの叩きの上で洗砂され、再び池内に戻される。

6. ハラパ



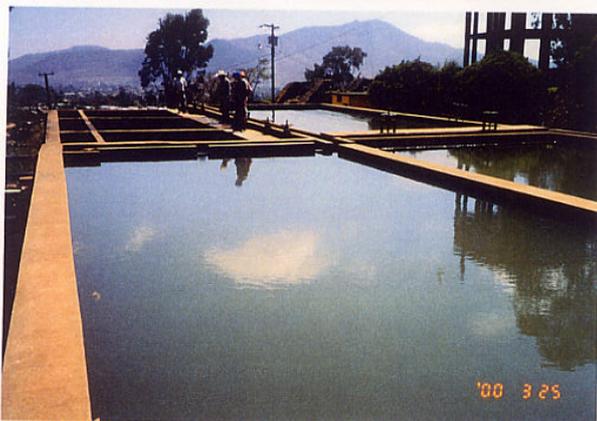
取水工

Jalapa川にある固定堰によって取水を行っている。取水量は85 $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ で、ほぼ全量取水の状況である。雨期に河川の原水濁度が上昇する。



ブロック形成池

ブロック形成池は迂流壁の設置状況が不適切であるため、オーバーフロー、短絡流が生じている。



沈殿池、急速ろ過池

ろ過池においては、流出側の水位制御機構が不良のため、池内に水が溜まらず、ろ過砂面がむき出しとなっており短絡流が生じ、ろ過機能が果されていない。ろ過面積も設計容量に対して小さい。また、ろ過砂の層厚不足、粒度組成の不良等の問題がある。



配水池

流入弁、流出弁の老朽化、上床版防水モルタルの剥離、マンホール蓋の腐食等の問題がある。流出側に流量計の設置がなされていない。

7. フティアパ



取水工

ハリケーン・ミッチによってAmayo川の取水堰が破壊されたため、位置を変えて、石積みによる仮設の取水口により取水を行っている。恒久施設としての取水口の復旧が必要とされる。導水管の一部も流失しており、復旧が必要とされる。



着水井

Amayo川、Chaperno川両水系の原水を受ける。容量が不足している。



沈澱池

設計処理量に対して、容量は充分であるが、下流側の整流壁、越流トラフの設置が必要とされる。



緩速ろ過池

設計処理量に対して、ろ過面積は充分であるが、ろ過砂層厚の不足、粒度組成の不良、集水管の不良等の問題がある。

[表一覧]

表 1.1	既存の地方浄水場リスト	1-1
表 1.2	地方部給水サービスの状況	1-2
表 1.3	下痢に起因する死亡者数	1-2
表 1.4	国家予算における上下水道分野の予算	1-3
表 1.5	要請対象都市リスト	1-4
表 1.6	要請内容の概要	1-5
表 1.7	7都市別の要請内容	1-7
表 1.8	日本政府の援助実績	1-9
表 2.1	INFOM の予算	2-3
表 2.2	要請都市の人口	2-4
表 2.3	各都市水道事業部門の職員数	2-7
表 2.4	水道料金規定の状況	2-8
表 2.5	都市別財政収支率	2-9
表 2.6	都市別財政状況（市全体）	2-10
表 2.7	都市別財政状況（水道事業部門）	2-11
表 2.8	各都市の首都圏からの距離	2-15
表 2.9	都市別年間降雨量	2-16
表 2.10	都市別降雨日数	2-17
表 2.11	チチカステナンゴ原水の浄水場到達量	2-21
表 2.12	エスキブラスの現況水源取水量	2-29
表 2.13	リオ・フリオ開発後の計画取水量	2-29
表 2.14	ハラパの他水源リスト	2-32
表 2.15	フティアパ給水地区内の井戸水質	2-35
表 2.16	フティアパの現況給水量	2-36
表 2.17	フティアパの計画給水量	2-36
表 2.18	要請浄水場施設の概要	2-39
表 2.19	既存施設の問題点	2-56
表 2.20	既存施設の処理機能の診断	2-57
表 2.21	既存濾過池濾過砂の分析結果	2-58
表 2.22	要請浄水場の過去の水質分析結果	2-59
表 2.23	現地調査時水質実測値	2-60

表 2.24	グアテマラ国水質基準 (COGUANOR)	2-63
表 2.25	浄水場の水質試験結果(着水井、流入口)	2-64
表 2.26	浄水場の水質試験結果(濾過池、流出口)	2-65
表 2.27	重金属と農薬に関する水質試験結果	2-66
表 2.28	アンケート調査対象者数及び所得	2-71
表 2.29	家計支出	2-71
表 2.30	便所様式	2-72
表 2.31	飲料水、衛生教育の状況	2-72
表 2.32	流行している水因系疾病	2-72
表 2.33	水使用量、蛇口数、水道の用途	2-73
表 2.34	給水時間	2-74
表 2.35	住民の満足度	2-74
表 2.36	水質の状況	2-74
表 2.37	給水メーターの設置状況	2-75
表 2.38	水道料金の支払い状況	2-75
表 2.39	水道料金の動向	2-75
表 2.40	給水未契約者の主要水源	2-76
表 2.41	主要水源別の満足度	2-76
表 2.42	主要水源別の水質状況	2-77
表 2.43	水道未契約者の契約希望状況	2-77
表 2.44	将来への要望	2-77
表 3.1	要請対象の選定審査指標	3-2
表 3.2	プロジェクト実施優先順位	3-5
表 3.3	要請対象の選定審査結果	3-7
表 3.4	各サイトの地盤支持力	3-11
表 3.5	給水原単位の設定	3-17
表 3.6	有収率推定値	3-18
表 3.7	給水需要量の予測	3-20
表 3.8	取水可能量の決定根拠	3-24
表 3.9	浄水場施設容量の決定根拠	3-25
表 3.10	浄水場改修後の施設概要	3-26
表 3.11	浄水場改修内容の概要	3-26
表 3.12	施設改修方法のまとめ	3-27

表 3.13	改修後の施設機能値	3-28
表 3.14	浄水施設の問題点と改修内容	3-29
表 3.15	主要工事の内容	3-43
表 3.16	調達機材内容	3-46
表 3.17	計画の施設容量	3-47
表 3.18	沈澱池の形式	3-48
表 3.19	濾過池の拡張倍率	3-49
表 3.20	濾過池の設計基準値	3-49
表 3.21	変圧器容量	3-50
表 3.22	浄水場使用電力量	3-51
表 3.23	期分け・工区分け内容	3-54
表 3.24	サイトへのアクセス条件	3-55
表 3.25	計画の実施負担区分	3-55
表 3.26	建設工事に要する資機材	3-57
表 3.27	主要資機材の調達先	3-58
表 3.28	日本側負担事業費	3-59
表 3.29	グアテマラ国側負担経費	3-60
表 3.30	本計画対象浄水場の運転経費	3-61
表 3.31	本計画施設及びその他の施設の運転・維持管理費	3-62
表 3.32	浄水場及び水源施設の運転経費	3-62
表 3.33	収益性を確保するための水道料金の推計結果	3-63
表 3.34	水道の基本料金	3-64
表 3.35	平均所得、公共料金支出	3-65
表 3.36	現行のエスキプラス市の用途別水道料金	3-67
表 3.37	浄水場の運転経費（電気料金）	3-68
表 3.38	浄水場の運転経費（硫酸アルミニウム）	3-69
表 3.39	浄水場の運転経費（塩素）	3-70
表 3.40	浄水場の運転経費（人件費）	3-71
表 3.41	水道事業部門の適正職員数（2001 年度）	3-72
表 3.42	水道事業部門の適正職員数（2004 年以降）	3-73
表 3.43	水道料金試算	3-74
表 3.44	配水池容量	3-78
表 4.1	現要請施設の裨益人口	4-1

表 4.2	プロジェクトの裨益人口	4-1
表 4.3	処理能力及び給水人口の増分	4-2
表 4.4	プロジェクト実施による効果	4-4

[図一覧]

図 1.1	要請都市位置図	1-6
図 2.1	INFOM の組織図	2-2
図 2.2	要請都市の人口及び市職員数	2-4
図 2.3	要請都市の組織図	2-5
図 2.4	都市別営業収益率	2-9
図 2.5	要請都市の財政収支	2-12
図 2.6	都市別平均降雨量	2-16
図 2.7	上水道施設位置図	2-42
図 2.8	既存浄水場概要図	2-49
図 2.9	浄水処理工程の水質	2-67
図 2.10	水利用アンケート調査結果	2-78
図 3.1	要請対象の選定審査フローチャート	3-6
図 3.2	要請対象選定審査指標値	3-9
図 3.3	改修方法の選定フローチャート	3-15
図 3.4	給水需要量の予測	3-19
図 3.5	浄水場改修計画図	3-36
図 3.6	事業実施体制	3-52
図 3.7	事業実施工程	3-58
図 3.8	水道料金改訂の試算値	3-64
図 4.1	県別下痢の罹病率	4-3

[略語一覧]

AECI	スペイン国際協力公社(Agencia Española de Cooperación Internacional)
ACP	石綿セメント管 (Tuberia de Asbesto Cemento)
B/A	銀行取極め (Banking Arrangement)
BHN	基本的人間要請 (Basic Human Needs)
BID	米州開発銀行 (Banco Interamericano de Desarrollo)
COGUANOR	グアテマラ国基準委員会 (Comisión Guatemalteca de Normas)
EMPAGUA	グアテマラ市水道公社 (Empresa Municipal de Agua de Guatemala)
E/N	交換公文 (Exchange of Note)
EU	欧州連合 (European Union)
FAD	スペイン開発援助基金 (Fond Asistencia de Desarrollo)
FSM I	都市支援強化計画 (Fomento de Sector Municipal Fase I)
GDP	国内総生産 (Gross Domestic Product)
GTZ	ドイツ技術協力公社 (Cooperación Técnica Alemana)
IEC	国際電気標準会議 (International Electrotechnical Commission)
INE	国家統計院 (Instituto Nacional de Estadística)
INFOM	地方振興庁 (Instituto de Fomento Municipal)
INSIVUMEH	国立地震学・地殻学・気象学・水文学研究所 (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología)
ISO	国際標準化機構 (International Organization for Standardization)
JEM	日本電機工業会 (Japan Electric Machine Industry Association)
JIS	日本工業規格 (Japanese Industrial Standard)
JWWA	日本水道協会 (Japan Water Works Association)
lit.	リットル (litros)
ND	検出されない (No Detección)
PDM II	都市開発計画 (Program Desarrollo Municipal)
PVC	塩化ビニール管 (Polyvinyl Chloride Pipe)
Q.	グアテマラ国通過単位 (Quetzal)
SEGEPLAN	企画庁 (Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia)
UNEPAR	地方水道プログラム実行部 (Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales)
USAID	米国国際協力庁 (U.S. Agency for International Development)
WHO	世界保健機関 (World Health Organization)

要 約

要 約

グアテマラ共和国（以下「グ」国と称する）は中央アメリカの北西部に位置し、カリブ海と太平洋に面している。北はメキシコ、東と南はベリーズ、エル・サルバドル、ホンジュラスに囲まれており、総面積は約 10.9 万 km²、総人口は 1,180 万人である。主要産業は農業であり GDP の約 23%、就業人口は総労働人口の半分以上を占める。本計画の対象地域は、それぞれ県庁所在地及びそれに準ずる地方の中核都市である。標高は 40～2,000m で年間降雨は 1,000mm～1,800mm と比較的多い。乾期と雨期は明瞭に区別され、5～10 月の半年が雨期で、その他の時期は降雨量がほとんどない乾期となる。

「グ」国における 5 歳未満児の死亡・疾患で 2 番目に多いのは下痢であり、その主要な原因は飲料水または下水設備の不備によるものである。2000 年 1 月に発足した新政権の政策方針は「社会政策マトリックス（2000～2004 年）」にうたわれるように、全国民の永続的人間開発における最低基盤の構築を目的としており、上下水道及び衛生関連施設の充実において高い優先度を定めている。中でも良質な飲料水を安定供給することにより、国民の健康状態の向上、生活環境の改善、水系伝染病の軽減等を実現することを重要課題としている。

「グ」国の地方の都市部では、当初、上水道の水源として主に湧水や沢水に依存していたが、人口増加により水供給量を賄いきれず、河川水に依存する割合が高まった結果、25 ヲ所において浄水場が建設された。現在給水サービスの普及率は都市部では約 90% と高いものの、近年の地方都市部への急激な人口集中による流域の開発、住民の生活排水の増加等によって河川の水質は年々悪化しつつある。また、浄水施設の中には建設後 30 年以上を経ているものもあり、水需要量の増加や、施設の老朽化による処理能力の低下が進み、浄水場による処理水の供給能力は量、質ともに悪化しつつある。浄水場の中には処理能力が水需要量に対応できないため、処理水と原水を混合して給水しているケースもある。このように、多くの住民が、給水量が不安定で水質も飲料水には不適當な劣悪な水道事情下に置かれている。給水施設はあるとは言いつても、信頼性のある供給状態とはなっておらず、住民の水道水に対する信頼性が低下したことにより水道料金の徴収に支障を来し、水道事業の運営が困難になっていると同時に、下痢、コレラ等の水系伝染病発生の一因となっている。

このような状況のもと、本計画の「グ」国側実施機関である地方都市振興庁（以下「INFOM」と称す）では、既に 1996 年に「地方浄水場改修アクションプラン」を策定し、その一環として地方の都市部にある既存浄水場 25 ヲ所のうち、逼迫した水不足と水質悪化の改善のため緊急的に対処する必要性が高いとされる浄水場につき、国際機関や二国間の援助を仰ぎながらその改修に努めて来た。「グ」国は、これらの中の浄水場 9 ヲ所の復旧を日本政府に要請し、日本政府は平成 10 年、平成 11 年に「地方浄水場復旧計画」においてサン・フェリペ、コアテペケ、レタウレウ、マサテナンゴ、サカパ、チキムラの 6 市浄水場の復旧に対して無償資金協力を実施

した。しかし、このプロジェクト実施中にハリケーン・ミッチによって他の都市の浄水場が被災したため、「グ」国政府はこの復旧を含めた「第二次地方浄水場改修計画」を策定し、1999年4月に、これら8都市浄水場の復旧について、日本政府へ無償資金協力を要請した。

主な復旧の要請項目は都市によって異なるが、取水堰の改修、導水管流量調整弁、着水井、フロック形成池、流量計、凝集剤注入装置の設置、沈澱池の傾斜板、越流トラフ、排泥弁の交換、ろ過池の集水管、ろ過砂、排水設備の交換、逆洗排水トラフ、逆洗用高架水槽の追加建設、配水池の漏水補修、流入弁、流出弁の交換、水質分析器具の調達等である。

この要請に基づき、日本国政府は「第二次地方浄水場改修計画」に係わる基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は要請の背景、内容の確認及び計画内容の策定のため、平成13年4月18日から5月29日までの期間、基本設計現地調査団を「グ」国に派遣した。同調査団はINFOMと協議を行うとともに、現場調査並びに関連資料の収集等を実施した。同調査団は帰国後、国内作業において要請内容、協力の妥当性を確認するとともに、日本国無償資金協力事業にて実施した場合の適切な事業規模と計画内容につき検討を行い、基本設計調査概要書を作成した。さらに国際協力事業団は平成13年8月19日より9月2日までの期間、基本設計概要説明調査団を「グ」国に派遣し、「グ」国政府関係者に概要書を説明するとともに内容について協議を行った。その結果は、本報告書にとりまとめた通りである。

本計画の目的は、地方都市部の浄水場において老朽化及びハリケーンにより失われた本来の計画能力の回復を基本とし、他の浄水施設を含めた当該地域全体の給水計画との整合性を図りつつ、現在の水需要に即した水量を安定的に供給すること、また、現在、水質の悪い給水により下痢や水系伝染病などの危険に晒されている市民に対して、飲料水としての「グ」国の水質基準を満たす安全な水道水を供給することにより、市民生活の衛生環境を改善することである。

本計画の要請対象市は当初、モラレス、チチカステナンゴ、ラビナル、サン・ヘロニモ、コバン、エスキプラス、リオ・オンド、ハラパの8地方都市であったが、現地調査の初段階におけるINFOMとの協議において、コバンは欧州連合(EU)による援助が決定されていること、リオ・オンドは社会開発基金からの資金を受けて既に沈澱池の拡張工事を実施中であり、また改修よりも新規施設建設の内容が色濃い等の理由により要請対象から除外された。一方、フティアパはハリケーン・ミッチによって取水、導水施設が被災しており、また、既存浄水場改修計画の次位の要請候補であり、前述の2サイトが除外されたことから、要請対象に追加されることとなった。その結果、要請対象はモラレス、チチカステナンゴ、ラビナル、サン・ヘロニモ、エスキプラス、ハラパ、フティアパの7市に変更され、この7市に対して現地調査が実施された。現地調査の結果を基にして、本計画は以下に述べる設計方針に基づいて策定された。

本計画は老朽化した施設の復旧を基本とするため、計画の基本は浄水場の当初の能力を回復させることとにある。しかし、施設の建設年度は16~39年前と古く、より現状に即したも

のとするために、各浄水場の計画処理容量は、水需要推定値、取水可能量、現行取水量、市内の他給水施設の給水量等を総合的に勘案し、本施設改修が終了した直後の概ね 2005 年における水需要量（日最大需要量）を満たす規模を目標として決定した。その結果、当初の計画能力の復旧のみでは必ずしも現況に則さない場合には施設容量の拡張を行うこととした。改修容量は 2005 年の日最大需要量を目標に行い、水源量に限度があるものについては、水源量を最大限利用するものとし、2005 年の日平均需要量を満足するものとした。

拡張する場合には、浄水場の既存の用地内で、既存施設を可能な限り利用して改修することとした。処理システムは運転経費、運転技術の点から既存のシステム（緩速ろ過又は急速ろ過）を原則的に変更しないものとしたが、拡張の場合に、既存用地面積に限度がある場合は、緩速ろ過から急速ろ過へのシステム変更について考慮した。

対象施設の水源である河川は、近年特に雨期に濁度が高くなっており、処理能力を超過するために運転を一時停止したり、砂の削り取りや洗浄の頻度が増加するという状況が生じている。そのために原水濁度の高くなる浄水場については、ろ過の前処理として凝集剤注入装置、薬品混和池、フロック形成池、薬品沈澱池の設置を行うこととした。

本計画施設、設備の内容は市が対応できるようなグレードにすることとし、電気代、燃料代、人件費等については極力少なくなるような設備内容となるよう配慮した。

本計画は、既存浄水場の改修について行われるもので、日本側は取水施設から浄水場敷地内配水池までの既存施設に対する有効な改修事業を実施する。「グ」国側は、配水池以降の送・配水設備及び日本によって改修された施設の適切な運営管理を行う。

ろ過前処理施設の導入による適正な運転を行うために、技術指導を行うこととした。

上記の条件によって検討を行った結果、本計画の対象は要請の 7 市全てとすることとした。本計画の内容・規模は下記に示す通りである。

a . 施設概要

表 1 既存施設の概要

項目	単位	モラレス	孖加アツコ	ラビナル	サ・ヘロモ	イキプス	ハラバ	フティアパ
建設年度	年	1979	1974	1970	1984	1985	1927	1962
原施設容量	m ³ /日	2,160	1,340	1,210	1,210	3,890	7,350	3,630
	リ/秒	25.0	15.5	14.0	14.0	45.0	85.0	42.0
凝集剤処理		無	無	無	無	無	有	無
着水井	池	1	1	無	1	1	無	1
フロック形成池	池	無	無	無	無	無	1 池	無
沈澱池	池	普通沈澱池 (傾斜板式)	普通沈澱池 (横流式)	普通沈澱池 (横流式)	普通沈澱池 (傾斜板式)	普通沈澱池 (傾斜板式)	薬品沈澱池 (横流式)	普通沈澱池 (横流式)
		2	2	2	2	2	3	2
ろ過池	池	緩速ろ過	緩速ろ過	緩速ろ過	緩速ろ過	緩速ろ過	急速ろ過	緩速ろ過
		2	2	3	2	3	3	3
配水池	池	2	2	2	1	2	2	無
塩素注入室	室	1	1	1	1	1	1	1

表2 改修後施設の概要

項目	単位	モラレス	チチカステナンゴ	ラビナル	サン・ヘロニモ	エスキプラス	ハラバ	フティアパ
計画施設容量	m ³ /日	2,160	2,250	2,770	2,160	3,890	7,350	3,630
	ℓ/秒	25.0	26.0	32.0	25.0	45.0	85.0	42.0
凝集剤処理		有	有	有	無	有	有	有
着水井	池	1	1	1	1	1	1	1
フロック形成池	池	1	1	1	無	1	1	1
沈澱池	池	薬品沈澱池 (横流式) 2	薬品沈澱池 (横流式) 2	薬品沈澱池 (横流式) 2	既存 2	薬品沈澱池 (傾斜板式) 2	薬品沈澱池 (傾斜板式) 2	薬品沈澱池 (横流式) 2
ろ過池	池	緩速ろ過 2	急速ろ過 4	緩速ろ過 3	緩速ろ過 3	緩速ろ過 4	急速ろ過 4	緩速ろ過 3
配水池	池	2	2	2	2	2	2	無
塩素注入室	室	1	1	1	1	1	1	1

表3 改修方法の概要

項目	モラレス	チチカステナンゴ	ラビナル	サン・ヘロニモ	エスキプラス	ハラバ	フティアパ
取水工			改修				新設
導水管			改修	改修 ^{*1}			改修
着水井	改修	改修	改修	改修	改修		改修
混和池	新設	新設	新設		新設	改修	新設
フロック形成池	新設	新設	新設		新設	改修	新設
薬品沈澱池	新設	改修	改修	既存	改修	改修	改修
急速ろ過池		新設				改修	
緩速ろ過池	改修		改修	1池追加	1池追加		改修
配水池				1池追加			

*11 サン・ヘロニモ市が実施

b. 資機材調達内容

本計画の浄水場改修に伴って導入する凝集剤使用の前処理施設を効果的に運転するため、また、緩速ろ過用ろ過砂の洗浄のために、下表に示す水質試験器具、可搬式ポンプの調達を行う。

表4 調達機材内容

No.	項目	仕様	数量
1	水質試験器具 ジャーテスター 濁度計	ビーカー容量：1000mℓ、6個掛 回転数：20～160rpm 散乱光又は透過光方式 測定範囲：0～1000NTU	6セット
2	可搬式エンジンポンプ	80、ガソリンエンジン、ホース付き	3セット

本計画は2期分けて実施され、第1期はチチカステナンゴ、ラビナル、サン・ヘロニモの3市、第2期はモラレス、エスキプラス、ハラバ、フティアパの4市について実施される。実施工期は第1期は15.7ヶ月(実施設計5.2ヶ月、工事期間10.5ヶ月)、第2期は17.7ヶ月(実施設計5.7ヶ月、工事期間12.0ヶ月)である。また、本計画の実施に係わる事業費は総額13.06億円(日本国側負担12.91億円、「グ」国側負担0.15億円)。日本国側負担分12.91億円の内訳は第1期4.27億円、第2

期 8.64 億円である。

本計画を実施することによる効果は以下に述べる通りである。

各市の都市部においては、本計画対象施設及び、他の水源、浄水施設の全体によって給水が行われる。プロジェクト完了直後の 2005 年における本プロジェクトの直接裨益人口は、75,300 人となり、市の計画給水量の約 50% を本計画対象施設により供給することとなる。本計画施設の改修が行われず、既存施設の老朽化がさらに進んだ場合、市の給水サービスに与える影響は現況以上に甚大なものとなり、本要請施設機能の回復、維持を図ることは非常に重要である。

本計画において浄水場の容量拡張を行うことにより、市内の他の給水施設による給水量の増加と合わせて、計画目標年の水需要量をほぼ満足させることが可能となる。また、本計画の実施によって、浄水生産量は計画実施前の 18,500m³/日から実施後の 24,200m³/日に約 30% 増加し、この増量を給水量原単位にて換算すると約 18,400 人の給水人口増となる。また、本計画の実施によって、給水量原単位は 110 ㍻/人/日から 160 ㍻/人/日となる。

本計画にて凝集剤使用のろ過池の前処理施設を設けることにより、浄水場は降雨時においても中断することなく運転することが可能となる。また、上述した施設容量の拡張による効果と合わせて一日当り給水時間は現況の 15 時間から 21 時間に増加する。

本計画によって、浄水場施設が改修され、適正に運転された場合には、浄水場処理水の水質は「グ」国の水質基準を満足するものとなる。また、本計画実施による給水量の増大、水質改善等の水道サービスの向上により、水道水に対する安全性、利便性に対する市民の信頼が回復されると期待できる。

水道水への信頼性の回復により、住民は適切な料金を支払う義務が生じ、また支払い意志が芽生える。よって、水道料金改訂の実施が可能となり、水道事業の財政の健全化を進めることが可能となる。

本計画は、前述のように多くの効果が期待されると同時に、広く住民の BHN 向上に寄与するものであることから、本計画が無償資金協力として実施されることの意義は大きいと判断される。尚、本計画がより効果的、効率的に実施される為には次の事項に留意する必要がある。

本計画における対象都市の運営については、本計画対象施設が、市内の他の既存あるいは計画の取水、井戸、浄水、送・配水施設等全ての上水道施設と有機的な運用を図ることが重要である。本計画実施に当り本事業対象施設以外に各市が整備計画を持つ他水源施設、浄水施設が本事業完了前に計画通り建設、あるいは改修されていることが必要である。

水源施設、浄水施設の整備によって供給量が確保されても、送・配水施設の整備が伴わない

と、水利用者の必要とする水量を必要な時に供給することができない。各市とも積極的に既存配水管網及び配水池の整備計画を進める必要がある。

本計画の効果を最大限発揮するために、市は本要請施設に対し計画処理量以上の取水を行わないことを遵守することが重要である。

本計画対象である浄水場の水源である河川は、その全てが、各都市における最大の主要水源であり、それに対する依存度が高いこと、また、流量が比較的少なく、特に乾期は河川流量の全量取水を行う場合が多いことから、水質の保全については最大限の注意を払い、流域内の植林計画、排水規制、諸開発行為の規制等の対応が取られることが必要である。

本計画の効果を最大限発揮するように計画施設の適切な運転・維持管理が実施される必要がある。また、そのために、薬品代、電気代、人件費等運転・維持管理費が必要とされるが、市としては、水道事業部門の財政においてこれらの費用を負担する。

適正な運営・維持管理を行うために、市は運転維持管理組織の整備と、適正な水道料金収入を得るための水道料金の値上げを実施し、料金徴収の確実な実施を行うことが必要とされる。

目 次

序文

伝達状

位置図

写真

図表一覧

略語一覧

要約

目次

第1章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1.1 上水道分野の現状と課題	1-1
1.1.1 現状と課題	1-1
1.1.2 社会経済状況	1-3
1.2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1-3
1.3 我が国の援助動向	1-9
1.4 他ドナーの援助動向	1-9
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2.1 プロジェクトの実施体制	2-1
2.1.1 INFOMの実施体制	2-1
2.1.2 要請都市の実施体制	2-4
2.1.3 実施体制のまとめ	2-13
2.2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況	2-15
2.2.1 関連インフラの整備状況	2-15
2.2.2 自然条件及び社会条件	2-15
2.2.3 要請市の上水道、計画対象浄水場の状況	2-18
2.2.4 原水及び処理水の水質状況	2-59
2.2.5 給水地区の水利用状況	2-71
第3章 プロジェクトの内容	3-1
3.1 プロジェクトの基本構想	3-1
3.2 協力対象事業の基本設計	3-10
3.2.1 設計方針	3-10
3.2.2 基本計画	3-12
3.2.2.1 改修の施設容量、システムの決定方針	3-12

3.2.2.2	人口及び水需要量予測	3-16
3.2.2.3	浄水場の改修計画	3-21
3.2.2.4	計画の内容	3-43
3.2.3	施工計画	3-52
3.2.3.1	施工方針	3-52
3.2.3.2	施工上の留意事項	3-54
3.2.3.3	施工区分	3-55
3.2.3.4	施工監理計画	3-55
3.2.3.5	資機材等調達計画	3-57
3.2.3.6	実施工程	3-58
3.3	相手国側分担事業の概要	3-59
3.4	プロジェクトの概算事業費	3-59
3.5	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-60
3.6	本計画実施に当たっての留意事項	3-77
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	4-1
4.1	プロジェクトの効果	4-1
4.2	課題と提言	4-4
4.3	プロジェクトの妥当性	4-6
4.4	結論	4-7
< 資料 >		
1.	調査団員・氏名	A-1
2.	調査行程	A-2
3.	関係者(面会者)リスト	A-4
4.	グアテマラ国の社会経済状況	A-7
5.	(1) 討議議事録 M/D(基本設計調査時)	A-9
	(2) 技術打合せ簿 T/N(基本設計調査時)	A-42
	(3) 討議議事録 M/D(基本設計概要説明時)	A-58
6.	基本設計図	A-67
7.	事前評価表	A-106
8.	入手資料リスト	A-109
9.	参考資料	A-110
	(1) 給水需要予測の試算表	A-111
	(2) 原水等水質試験結果	A-115
	(3) 地質調査結果	A-147
	(4) 濾過砂粒度分析結果	A-155

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1.1 上水道分野の現状と課題

1.1.1 現状と課題

(1) 上水道分野における上位計画

全国的な上水道分野のマスタープランは現在ないが、地方都市振興庁（INFOM）では地方都市部では水道普及率が90%程度あることから、機能が低下している施設の改善を目的として「地方浄水場改修アクションプラン」を策定しており、この目的に従って全国地方部25カ所の浄水場復旧計画を国際機関や、二国間の援助を仰ぎながら進めている。本計画もこの計画の一環として実施されるものである。

表1.1 既存の地方浄水場リスト（25カ所）

	都市名	県名	浄水方式	浄水容量	状況
1	モラレス	イザベル	緩速ろ過	2,160 m ³ /日	本計画の要請対象
2	チチカステナンゴ	キチェ	緩速ろ過	1,340 m ³ /日	同上
3	ラビナル	バハ・ベラパス	緩速ろ過	1,210 m ³ /日	同上
4	サン・ヘロニモ	バハ・ベラパス	緩速ろ過	1,210 m ³ /日	同上
5	コバン	アルタ・ベラパス	緩速ろ過	3,460 m ³ /日	同上
6	エスキブラス	チキムラ	緩速ろ過	3,890 m ³ /日	同上
7	リオ・オンド	サカパ	緩速ろ過	490 m ³ /日	同上
8	ハラバ	ハラバ	急速ろ過	7,340 m ³ /日	同上
9	フティアパ	フティアパ	緩速ろ過	6,050 m ³ /日	
10	サナラテ	エル・プログレソ	急速ろ過	7,600 m ³ /日	
11	サラマ	バハ・ベラパス	緩速ろ過	1,730 m ³ /日	
12	クヨテナンゴ	スチテペケス	緩速ろ過	3,630 m ³ /日	
13	サン・フェリベ	レタルレウ	緩速ろ過	1,210 m ³ /日	第1次無償計画にて実施済み
14	コアテペケ	ケツアルテナンゴ	急速ろ過	12,960 m ³ /日	同上
15	レタルレウ	レタルレウ	急速ろ過	12,100 m ³ /日	同上
16	マサテナンゴ	スチテペケス	急速ろ過	16,780 m ³ /日	同上
17	サカパ	サカパ	急速ろ過	8,930 m ³ /日	同上
18	チキムラ	チキムラ	緩速+急速ろ過	6,050 m ³ /日	同上
19	サン・セバスチャン	レタルレウ	緩速ろ過	2,420 m ³ /日	第1次無償計画対象から除外
20	グアラン	サカパ	緩速ろ過	1,990 m ³ /日	同上
21	パハピタ	サン・マルコス	緩速ろ過	4,320 m ³ /日	BID融資により建設済み
22	サ・アントニオ・スチテペケス	スチテペケス	緩速ろ過	5,180 m ³ /日	BID融資により建設済み
23	サンタ・クルス・キチェ	キチェ	急速ろ過	3,460 m ³ /日	
24	サン・ホセ・ポアキル	チマルテナンゴ	緩速ろ過	600 m ³ /日	自国の資金により改修済み
25	サン・レイムンド	グアテマラ	緩速ろ過	600 m ³ /日	水源量がなく遺棄

(2) 上水道分野の現状

国家統計院(INE)のINGRESOS Y GASTOS 1999によると、水道普及率は、全国平均で58.5%、都市部では89.6%、地方部では43.6%である。原水の水質は悪く、処理も充分に行われていない。都市部における上水道サービスの拡張はわずかであるのに対して人口増加は着実に進行している。また、サービスの改善・強化に努めているが、サービスの継続性の欠如、水質不良、水量不足の問題がある。家計に占める水道、電気、住居の消費比率は全国平均21.6%、都市部24.2%、農村部17%となっている。INFOM調査統計部が1999年に実施した市役所サービスに関するアンケートでは、330市役所中239市役所が給水サービス有りと回答している。

表 1.2 地方部給水サービスの状況

給水サービス有	各戸給水有	維持管理有	塩素処理機能有	塩素処理機能良	平均給水時間	平均水道基本料金
239市	146市	177市	155市	16,1時間	16,1時間	9,40.

出典：INFOM資料

水に起因する病気は主に下痢で、国内の死亡原因の上位に位置し、1997年度の下痢による死亡率は人口10万人当たり36人、幼児の死亡率は千人当たり5.5人であり、依然として健康衛生上の大きな問題となっている。本計画の要請対象市の属する県における下痢罹病数は下表に示す通りである。患者数はサン・フェロニモ、ラビナルがあるバハ・ベラパス県が最も多く他県の2倍以上あり、下痢による死亡者はチチカステナンゴが最も多い。

表 1.3 下痢に起因する死亡者数(要請対象県)

県	市	下痢疾病数 千人当り	死亡者数 10万人当り	1歳未満死亡者数 千人当り
イザベル	モラレス	8.97	0.00	5.90
チキムラ	エスキラス	6.65	21.71	2.01
キチェ	チチカステナンゴ	1.91	108.20	6.19
バハ・ベラパス	サン・フェロニモ	23.92	14.67	2.33
バハ・ベラパス	ラビナル	23.92	14.67	2.33
ハラバ	ハラバ	11.09	59.60	7.28
フティアパ	フティアパ	10.55	63.11	7.56
全国平均		10.03	36.01	5.50

出典：En Cifras 厚生省、1997年

上下水道分野における現在の構造的・技術的問題は以下の通りである。

- ・ 上水道分野に関連する組織・機関は数多くあり、都市部・農村部で数多くの対応が取られているものの、連携が欠如している。
- ・ 上水道分野に関する計画企画や対策が欠如している。

- ・ 市役所の運営力不足のため、現行法に基づく責任負担が出来ない。
- ・ 特に農村部におけるインフラ・サービス網の不備。農村部では人口増加に伴い投資が行われているが、サービス網は十分でない。
- ・ 地域（コミュニティー）参加を推進する意識改革プログラムが欠如している。
- ・ 水道料金設定が不適切なため、上水道施設の運営・維持管理費用が捻出できない。

1.1.2 社会経済状況

グアテマラ国の経済の中心はコーヒー、砂糖、バナナ、カルダモン等の農業部門で、GDP（18,087百万ドル）の23%、労働人口の半分以上、輸出の5割を占めている。1991年に940ドルであった国民1人当りのGDPは、1997年1,690ドル、1998年1,755ドルと増加傾向にあったが1998年のハリケーン被災が引き金となり、1999年に金融不安問題が顕在化し、1,630ドルと減少して以来経済はまだ十分に回復していない。人口の約1割を構成する白人層に富が集中する一方で、失業、低教育率、貧困故の犯罪の増加、麻薬などの深刻な社会問題がある。全家庭の75%が貧困層にあり、そのほとんどが先住民族やラディーノと呼ばれる混血の住民で占められている。グアテマラ国政府が掲げる「社会政策マトリックス(2000～2004年)」では上水道分野の充実に高い優先度を与え、良質な飲料水を安定供給する事により、国民の健康状態の向上、生活環境の改善、水系伝染病の軽減を実現することを目標の一つとしている。1990年以降、国家財政は均衡しており、政府は国家予算の10%を地方住民の生活基盤整備のため、全国330の地方自治体へ交付している。国家予算における上下水道分野予算は下表に示す通りであり、1998年以降増加する傾向にある。

表 1.4 国家予算における上下水道分野の予算 百万 Q.

年 度	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
国家予算	5,134	6,705	7,787	7,725	8,928	9,915	12,618	16,636	19,239	19,606
1. 予算	3,554	5,223	6,155	6,168	6,962	7,668	10,611	14,069	16,895	17,145
1) 社会投資	1,700	2,205	2,895	3,100	3,296	3,636	4,812	7,109	8,226	8,482
(内上下水道)	-	-	-	-	-	-	-	191	299	340
2) その他分野	1,854	3,018	3,260	3,067	3,666	4,032	5,798	6,960	8,669	8,662
2. 借入金返済	1,579	1,482	1,631	1,557	1,965	2,246	2,006	2,567	2,343	2,461

1.2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

(1) 要請の背景

グアテマラ国の地方の都市部では、当初、上水道の水源として主に湧水や沢水に依存していたが、人口増加により水供給量を賄いきれず、河川水に依存する割合が高まった結果、25ヵ所において浄水場が建設された。現在給水サービスの普及率は都市部では約90%と比較的高いものの、近年の地方都市部への急激な人口集中による流域の開発、住民の生活排水の増

加等によって河川の水質は年々悪化しつつある。また、浄水施設の中には建設後 30 年以上を経ているものもあり、水需要量の増加や、施設の老朽化による処理能力の低下が進み、浄水場による処理水の供給能力は量、質ともに悪化しつつある。浄水場の中には処理能力が水需要量に対応できないため、処理水と原水を混合して給水しているケースもある。このように、多くの住民が、給水量が不安定で水質も飲料水には不十分な劣悪な水道事情下に置かれている。給水施設はあるとは言えるものの、信頼性のある供給状態とはなっておらず、住民の水道水に対する信頼性が低下したことにより水道料金の徴収に支障を来し、水道事業の運営が困難になっていると同時に、下痢、コレラ等の水系伝染病発生の一因となっている。

このような状況のもと、INFOM は 1996 年に「地方浄水場復旧アクションプラン」を策定し、その一環として地方都市にある既存浄水場 25 ヲ所のうち、逼迫した水不足と水質悪化の改善のため緊急的に対処する必要性が特に高いとされた浄水場 9 ヲ所の改修を日本政府に要請し、日本政府はその内サン・フェリペ、コアテペケ、レタウレウ、マサテナンゴ、サカパ、チキムラの 6 ヲ所の復旧に対し、平成 10 年度から無償資金協力を実施した。しかし、計画の実施中にハリケーン・ミッチで他の 8 都市の浄水場が被災したため、グアテマラ国政府は「ハリケーン・ミッチ被災地の浄水場改修計画」を策定し、1999 年 4 月に、これら 8 都市浄水場の改修について、日本政府へ無償資金協力を要請した。

(2) 要請内容の変更

本計画の要請サイトは下表に示す、モラレス、チチカステナンゴ、ラピナル、サン・ヘロニモ、コバン、エスキプラス、リオ・オンド、ハラパの 8 地方都市であったが、基本設計現地調査において、概略踏査の後行われた INFOM との協議において下記の理由によって要請サイトがモラレス、チチカステナンゴ、ラピナル、サン・ヘロニモ、エスキプラス、ハラパ、フティアパの 7 地方都市に変更され、この 7 都市に対して以降の現地調査が実施された。

表 1.5 要請対象都市リスト

原要請の都市	変更後の都市	県名
モラレス	モラレス	イザベル
チチカステナンゴ	チチカステナンゴ	エル・キチェ
ラピナル	ラピナル	バハ・ベラパス
サン・ヘロニモ	サン・ヘロニモ	バハ・ベラパス
コバン	-	アルタ・ベラパス
エスキプラス	エスキプラス	チキムラ
リオ・オンド	-	サカパ
ハラパ	ハラパ	ハラパ
-	フティアパ	フティアパ
8 都市	7 都市	

1) 要請から除外されたサイト

要請サイトの中からコバンは欧州連合(EU)の援助が決定されていること、リオ・オンドは社会開発基金からの資金を受けて2001年3月より既に沈澱池の拡張工事を実施中であり、現在既に施設の設計容量6ℓ/秒の5倍程度の取水を行っていることから新規施設建設の内容が色濃く、また現浄水場の拡張のための用地がない、取水、導水施設の信頼性が低いこと等の理由で、INFOMとの合意の上で要請から除外された。

2) 要請に追加されたサイト

フティアパはハリケーン・ミッチで取水、導水施設が被災しており、また、既存浄水場復旧計画の次位の要請候補であり、上記2サイトが除外されたことから、INFOM側から追加要請があった。またフティアパ市長からも日本の援助に対する期待が表明されたため調査対象に加えることとされた。

主な改修の要請項目は都市によって異なるが、下表に示すように、取水堰の改修、導水管流量調整弁、浄水場における着水井、フロック形成池、流量計、凝集剤注入装置の設置、沈澱池の傾斜板、越流トラフ、排泥弁の交換、ろ過池の集水管、ろ過砂、排水設備の交換、逆洗排水トラフ、逆洗用高架水槽の追加建設、配水池の漏水補修、流入弁、流出弁の交換、水質分析器具の調達等である。また、要請対象都市の位置を図1.1に、それぞれの都市における要請内容の詳細を表1.7に示す。

表 1.6 要請内容の概要

処理工程名	対象設備	対処	現状 / 改修方法
取水工	堰体	改修	ハリケーンにより被災した堰の改修
導水管	配管	変更	原水を直接配水しているため、浄水施設を通す
着水井	躯体	改修	フロック形成池の建設に伴い改修する
	流量計	新設	現在設置なし、流量管理ができない
薬液混合槽	躯体、攪拌装置	新設	現在設置なし、凝集剤注入、攪拌のため新設する
フロック形成池	躯体	新設	原水の高濁度化により、薬注設備と伴に必要
沈澱池	傾斜板	交換	板の破損、変形が顕著
	越流トラフ	交換	錆、腐食の進行
	排泥弁	交換	老朽化、作動不良
ろ過池	下部集水装置	交換	老朽化
	ろ過砂	調整/補充	材質不良、量不足
	配管、弁等	交換	老朽化
	逆洗高架水槽	改修	逆洗システムが機能しない、容量不足
	逆洗水揚水ポンプ	交換	老朽化、容量不足
薬注設備	硫酸バンド注入器	新設	原水の高濁度化により新設
	薬注室	新設	薬注設備の収納のため新設
配水池	配管、弁等	交換	機能、操作不良
	躯体の漏水防止	補修	漏水箇所の補修を要する
	送水弁	交換	作動不良
	ゲート	交換	扉、戸当部の腐食、操作不良
機材調達	水質分析器機	新規調達	現在無いため、水質管理ができない
	ろ過砂洗浄機	新規調達	ろ過砂の洗浄を効率的に実施するため必要

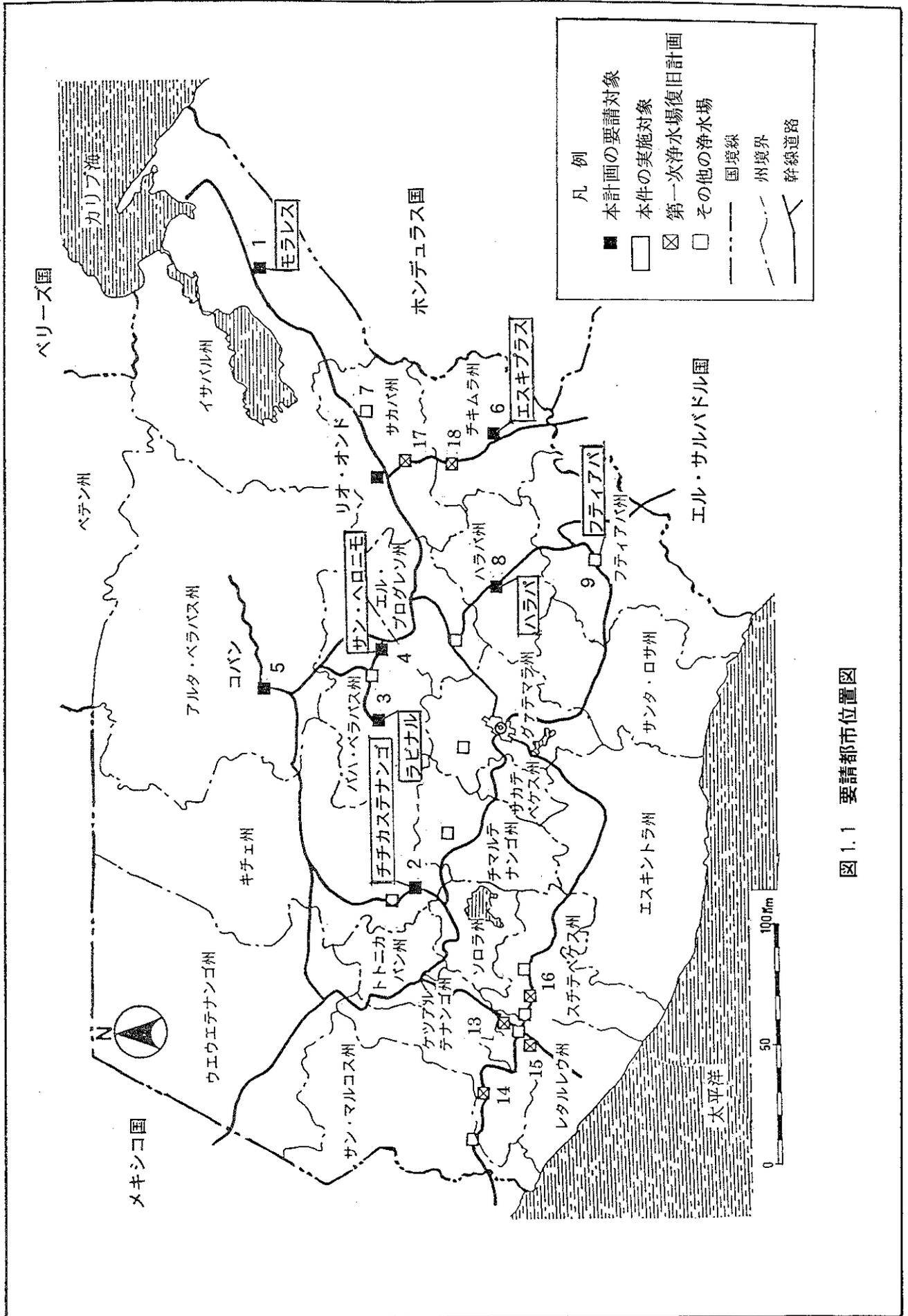


図 1.1 要請都市位置図

表 1.7 7 都市別の要請内容

No	施設能力等		要請された改修内容
1. モ ラ レ ス	建設年 裨益人口 給水人口 (都市部) 処理容量 (m^3 /日) 浄水方式	1979 年 20,000 (25,000) 2,160 傾斜板沈澱 + 緩速ろ過	*既存着水井の取壊し、着水井、攪拌装置、フロック形成池の建設。流入弁(1式)、流量計(1式)の設置。 *導水管の流入先を新設着水井に変更。 *沈澱池傾斜板の交換。 *沈澱池越流トラフの交換。 *沈澱池の排泥弁(2式)の交換。 *ろ過池集水管の交換。 *ろ過砂の洗浄、ふるい掛調整、補充、交換。 *硫酸バンド注入装置の設置、上屋の建設。 *ろ過砂洗浄装置(1式)の調達。 *浄水場の運転のための水質分析器具の調達。
2. チ チ カ ス テ ナ ン ゴ	建設年 裨益人口 給水人口 (都市部) 処理容量 (m^3 /日) 浄水方式	1974 10,000 (10,000) 1,340 普通沈澱 + 緩速ろ過	*既存着水井の取壊し、着水井、攪拌装置、フロック形成池の建設。流入弁(1式)、流量計(1式)の設置。 *ろ過池集水管の交換。 *ろ過砂の洗浄、ふるい掛調整、補充、交換。 *硫酸バンド注入装置の設置、上屋の建設。 *ろ過砂洗浄装置(1式)の調達。 *浄水場の運転のための水質分析器具の調達。
3. ラ ビ ナ ル	建設年 (改修年) 裨益人口 給水人口 (都市部) 処理容量 (m^3 /日) 浄水方式	1970 年 (1984 年) 15,000 (15,000) 1,210 普通沈澱 + 緩速ろ過	*既存着水井の取壊し、着水井、攪拌装置、フロック形成池の建設。流入弁(1式)、流量計(1式)の設置。 *沈澱池の排泥弁(2式)の交換。 *ろ過池集水管の交換。 *ろ過砂の洗浄、ふるい掛調整、補充、交換。 *ろ過池? 配水池の配管の交換。 *ろ過池に階段、ステップの設置。 *硫酸バンド注入装置の設置、上屋の建設。 *ろ過砂洗浄装置(1式)の調達。 *浄水場の運転のための水質分析器具の調達。
4. サ ン ・ ヘ 口 二 モ	建設年 (改修年) 裨益人口 給水人口 (都市部) 処理容量 (m^3 /日) 浄水方式	1984 年 (1989 年) 6,800 (6,800) 1,210 傾斜板沈澱 + 緩速濾過	*流入水路に流量計、流量調整弁(1式)を設置。 *沈澱池傾斜板の交換。 *ろ過池集水管の交換。 *ろ過砂の洗浄、ふるい掛調整、補充、交換。 *ろ過砂洗浄装置(1式)の調達。 *浄水場の運転のための水質分析器具の調達。

No	施設能力等		要請された改修内容
5. エ ス キ プ ラ ス	建設年 裨益人口 給水人口 (都市部) 設計容量 (m^3 /日) 浄水方式	1985 年 16,000 (20,000) 3,890 傾斜板沈澱 + 緩速ろ過	*既存着水井の取壊し、着水井、攪拌装置、フロック形成池の建設。流入弁、流量計の設置。 *沈澱池傾斜板の交換。 *沈澱池越流トラフの交換。 *ろ過池集水管の交換。 *ろ過砂の洗浄、ふるい掛調整、補充。 *配水池の漏水補修。 *配水池の送水弁(2式)の交換。 *硫酸バンド注入装置の設置、上屋の建設。 *ろ過砂洗浄装置(1式)の調達。 *浄水場の運転のための水質分析器具の調達。
6. ハ ラ バ	建設年 (改修年) 裨益人口 給水人口 (都市部) 設計容量 (m^3 /日) 浄水方式	1927 年 (1967 年) 25,000 (35,000) 7,340 凝集沈澱 + 急速ろ過	*流入水路の一部改良、流量計の設置。 *流入ゲート(2式)の交換。 *沈澱池の集水水路(2式)の改良、堰高調整。 *沈澱池の排泥弁(3式)の交換。 *ろ過池底の排水設備の交換。 *ろ過砂の洗浄、ふるい掛調整、補充。 *ろ過池逆洗排水トラフの交換。 *ろ過池廻り弁配管類の交換。 *ろ過池逆洗用高架水槽の追加建設。 *高架水槽への揚水ポンプ(2式)の交換。 *配水池流入弁(2式)の交換。 *硫酸バンド注入装置の交換、上屋の修理。 *照明、操作盤等電気設備の設置。 *浄水場の運転のための水質分析器具の調達。
7. フ テ ィ ア バ	建設年 裨益人口 給水人口 (都市部) 処理容量 (m^3 /日) 浄水方式	1962 年 42,000 (42,000) 3,630 普通沈澱 + 緩速ろ過	*取水堰の復旧。 *着水井流量計の調達・設置。 *フロック形成地の建設。 *流入水路に流量計(1式)を設置。 *既存沈澱池内にフロック形成池(1式)の建設。 *排泥弁(2式)調達し、各沈澱池に1式ずつ設置。 *硫酸バンド注入装置の設置、上屋の建設。 *ろ過砂洗浄装置(1式)の調達。 *浄水場の運転のための水質分析器具の調達。 *薬注設備の調達・設置。

1.3 我が国の援助動向

日本国のグアテマラ国に対する援助は 1993 年以降、米国に次いで第 2 位の実績を有している。日本国がグアテマラ国に対して実施した上下水道・衛生事業に関連した援助は以下の通りである。

表 1.8 日本政府の援助実績

案件名	形態	実施年度	供与限度額 (億円)	案件概要
グアテマラ市地下水開発計画	有償	1990 年	47.11	グアテマラ市内における地下水開発、グアテマラ市水道公社 (EMPAGUA)
東部灌漑用地下水開発計画	無償	1993 ~ 1994 年	9.53	農業省
グアテマラ市浄水場修復計画	無償	1994 ~ 1997 年	38.44	EMPAGUA、グアテマラ市内 3 ヶ所の浄水場の復旧事業
中部高原地下水開発計画	無償	1997 ~ 1998 年	11.97	INFOM、「グ」国の中部高原に位置する 6 県内の 9 自治体に対する井戸施設、送水施設、配水池及び配水管の建設
地方浄水場復旧計画	無償	1998 ~ 2001 年	22.81	INFOM、「グ」国の地方 6 都市に対する既存浄水場の改修

1.4 他ドナーの援助動向

地方都市部に対する援助の主な融資先として、米州開発銀行 (BID)、ドイツ、スペイン、日本が上げられる。BID は地方都市部における住民の生活環境改善を目的として、都市開発計画 (PDM II) において、市場、配水管網、井戸、下水等の整備計画を実施していたが 2002 年 2 月に完了となる。上水道案件は 10 件 (配水管網 9 件、井戸 1 件) 含まれていたが、本計画に関するものとしてはフティアパの配水管網整備、井戸の建設がある。BID の次期計画として上水、下水、ごみ処理、マーケットの整備を目的とした都市支援強化計画 (FSM I) が計画されているが、現在 26 の都市において事前調査の実施段階であり、具体的なプロジェクト内容は確定していない。

ドイツは KfW、GTZ を通じて援助しているが、地方都市の経営支援強化、市の開発プログラム技術協力、人材協カトレーニングのソフト面での支援を主に行っている。スペイン政府の援助実施体制は、スペイン国際協カ公社 (AECI) が無償資金協力を、開発援助基金 (FAD) が有償援助を実施してる。スペインの援助対象は地方都市部の社会政策、上下水道インフラ等広範囲の分野における開発強化を主としている。上水道分野では、サンスルティン、サカテペケ、ケツアルテナンゴ、リビングストン、サンアンドレス、フローレス、ソロラ、ホコタン、サンフランシスコ、ペテン等で事業を実施した。エスキプラスに対しては、3 年前より援助しており、特に市役所の運営維持管理面及び公共サービスの強化についての診断を行った。また、同市に対して、浄水場の建設支援計画がある。EU は保健、医療地方プログラを主に農村部の支援を、USAID は人材教育、政策を中心とする援助を行っている。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2.1 プロジェクトの実施体制

2.1.1 INFOMの実施体制

(1) 組織・人員

本計画の実施機関は地方都市振興庁（INFOM）であり、グアテマラ市を除く全国329の地方自治体が実施する各種事業の技術的、財政的支援を行っている。2000年に発足した現政権は国民のより良い生活環境実現のため、地方都市の開発と振興を重点課題とし、地方自治体への挺入れを実施しており、INFOMは地方振興の実施機関としてその任務を担っている。但し、INFOMの各市に対する位置付けは各種事業実施における上位機関ではなく、支援については各市からの要請を基にして実施される。組織はプロジェクト事務局、総務局の2局、19部署、330名で構成され、プロジェクト事務局及びその下部組織である地方自治体開発計画部が水道事業の企画、設計、施工管理、運営維持管理等を担当している。この他、各市の給水システム全体の水質検査を行う水質検査部、水道会計指導、プロジェクト評価などを担当する技術調査課が水道事業に直接関係している。図2.1にINFOMの組織図を示す。

(2) INFOMの各市に対する支援内容

INFOMの各市役所に対する支援としては下記の活動がある。

1) 外国支援等の地方自治体における公共事業の監督

本計画など外国支援の公共事業に対しINFOMはその窓口となり業務全体を管理し、工事に関する入札手続き等を行う。実績としてBID、日本、スペイン等による援助がある。

2) 地方自治体への資金貸付

地方自治体の公共事業に対し資金貸付を行い受取利息を得ている。貸付に当たり、市役所の財務状況、計画内容を審査している。本計画対象都市においては、これまでモラレス市を除く6市に対し実施している。

3) 経営指導

地方自治体強化促進部は、自治体の経営・財政等に関する調査、支援等を行う組織であり、水道事業の実態調査、財政改善のアドバイスも行っている。INFOMによる適正料金設定の提案は、強制力はなくとも、市民啓発を通じ料金改定の大きな原動力となる。「地方浄水場復旧計画(第一次)」の対象地域で行った研修は3段階(1段階:1週間程度)あり、市民への衛生に関する情報提供、学校における衛生教育、市役所における水道料金体系指導で構成される。また、プロジェクト終了後のモニタリング評価も実施している。

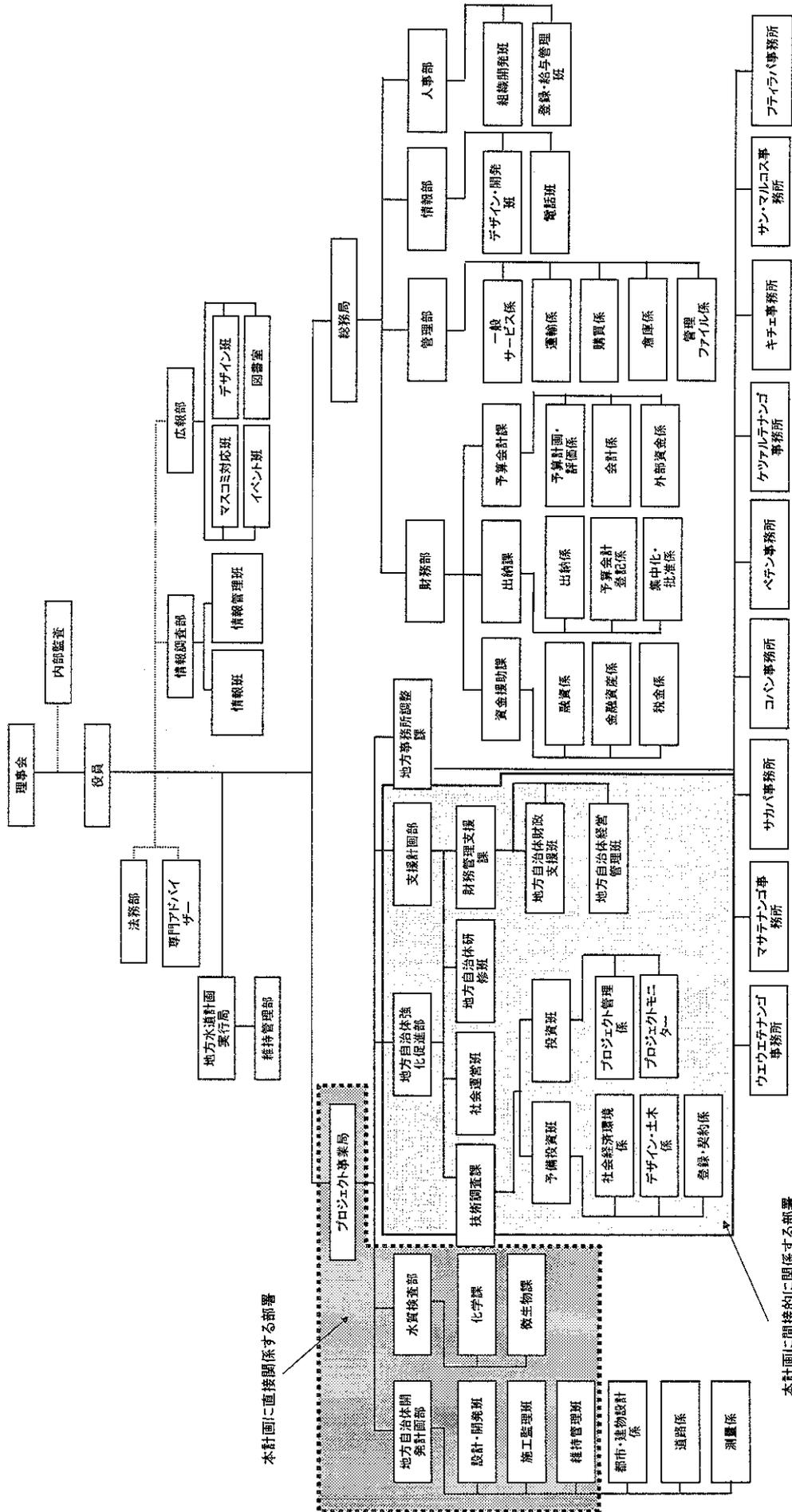


図 2.1 INFOM の組織図

4) 技術指導・修理

維持管理班は責任者1名、秘書1名、技術者10名の土木、電気分野の専門家で構成される。彼らは高校、大学卒業後、5～25年の経験を持つ熟練者である。各自治体の水道関連施設の設計図等を所有しており、要請によって各種給水施設の修理や運転・維持管理の研修を実施する。各市役所はガソリン代、宿泊費等を修理費用としてINFOMへ支払い、機材等を自ら購入する。研修は年4回程度主催し、約20名が参加している。浄水場オペレーターの学歴は大半が小学校程度で、実地的かつ繰り返し指導が必要である。

(3) 財政・予算

1997年5月の大統領令により、各自治体の水道事業についてはINFOMが責任を持って指導することや各自治体の国庫交付金の予算請求についてもINFOMの承認を得ること等が義務づけられ、各自治体のINFOMによる影響力は大幅に拡大した。INFOMの収入内訳は、各市に対する公共サービス(技術料)、地方自治体への公共事業用の資金貸付けによる受取利息、政府からの国庫交付金等があり、過不足分は資産の積み立て、売却により運営している。特に各市に対する国庫交付金はINFOMを経由して支払われ、この国庫交付金を担保に貸し付けており、返済は確実であることから、今後とも安定した独自財源となる。一方、支出は大半が地方自治体への貸付及び交付金、INFOMの一般管理費である。INFOMの収支は例年黒字であり、財政は安定している。また、INFOMの本計画に対する予算としては、市に対する指導を行うための人件費が関係するが、それらは既に固定費として予算化されており、本計画を進める上での問題となる要因はない。

表2.1 INFOMの予算(千Q.)

項目	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年
A. 収入計	98,501	161,543	267,804	274,533	240,453
1) 営業活動による収入					
税収等	8,325	6,294	512	1.1	0.2
公共サービス(技術料等)	2,616	3,374	2,197	2,051	3,403
受取利息(地方自治体への貸付)	17,218	22,209	26,947	41,065	45,255
国庫交付金(INFOM一般管理費用)	0	0	0	13,000	13,750
2) 財務活動等による収入					
国庫交付金(地方自治体交付金)	34,802	101,550	215,178	162,819	106,168
短期貸付金回収	21,346	23,437	16,718	13,148	20,692
資産売却益	14,195	4,679	6,252	42,449	51,185
B. 支出計	64,950	115,899	236,306	230,115	197,964
1) 営業活動による支出					
INFOMの一般管理費	21,637	20,897	21,354	23,415	33,885
2) 財務活動等による支出					
地方自治体に対する貸付	42,856	41,194	149,166	128,535	101,671
INFOMの借入金返済	442	357	443	411	468
地方自治体に対する交付金	15	53,450	65,344	77,754	61,939
C. 収支比率(A/B)	1.52	1.39	1.13	1.19	1.21

2.1.2 要請都市の実施体制

(1) 組織・人員

要請都市の上水道事業は各市役所水道課が管轄している。市役所は上水道事業の他、排水事業、ゴミ処理事業、市場・墓地運営、一部で電気事業などの営業活動を行っている。その他、道路整備、学校整備、病院建設などの公共事業、各種免許、証明書発行等の公共サービスを担っている。各市役所には市議会があり、市長、議員、住民代表により運営されている。市役所全体の職員数はラピナル 30 人～ハラパ 245 人と規模が異なる。本プロジェクトに関する組織として、企画課、経理課、水道課がそれぞれの市役所に存在し、企画課は市事業全般の監督的立場、経理課は財政面、水道課は水道管理を担当している。外部支援として、エスキプラスではスペインがマスタープランを作成し、水道分野でも水道会計システムを運営している。モラレスではサン・カルロス大学が企画課のアドバイスをしている。図 2.2、表 2.2 に各都市の人口及び市職員当りの市民人口を示す。図 2.3 に各都市の組織図を示す。

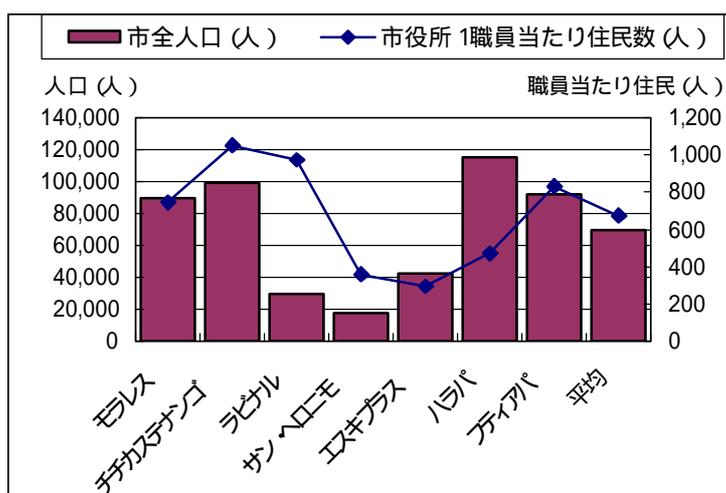


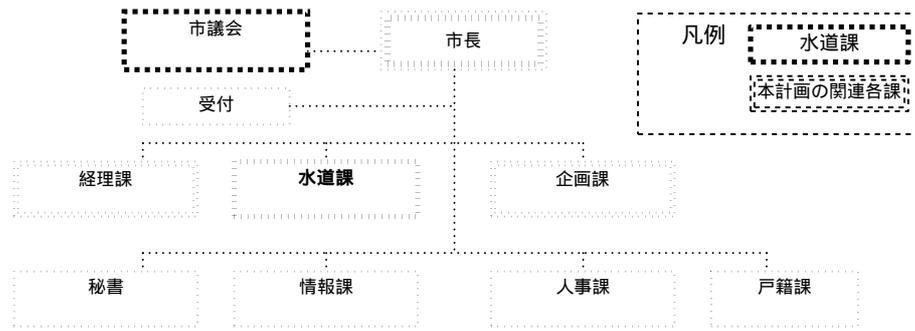
図 2.2 要請都市の人口及び市職員数 (出典：市人口は INE2000 年推計値)

表 2.2 要請都市の人口 (人)

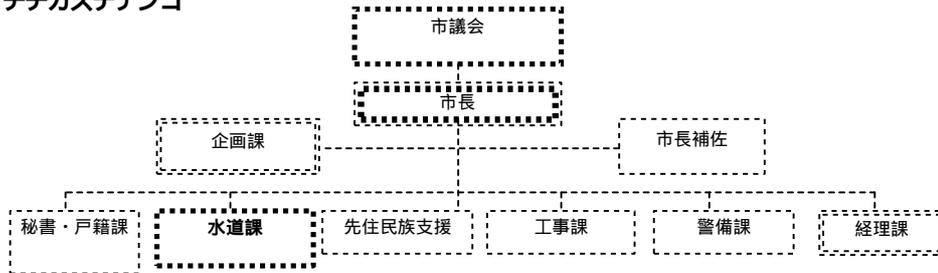
都市名	市全人口	市 1 職員当り住民数
モラレス	89,400	745
チチカステナンゴ	98,800	1,051
ラピナル	29,200	974
サン・ヘロニモ	17,600	359
エスキプラス	42,600	294
ハラパ	115,500	471
フティアパ	91,600	833
平均	69,200	675

組織図

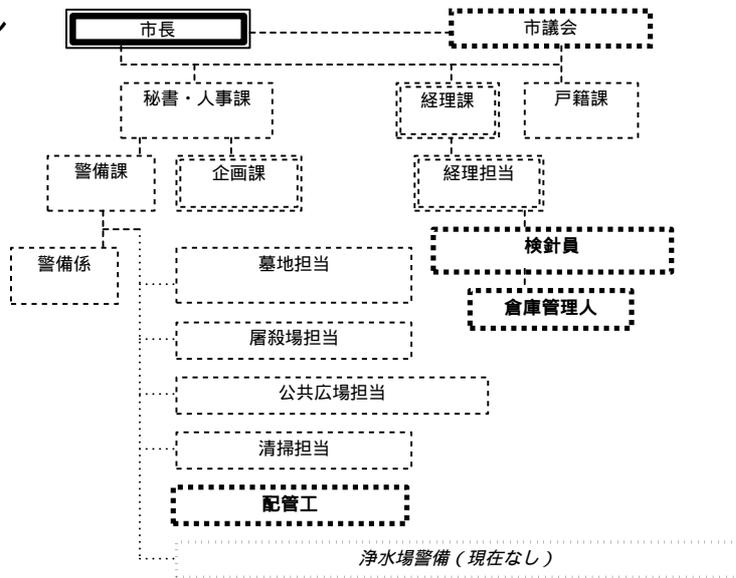
モラレス



チチカステナンゴ



ラピナル



サン・ヘロニモ

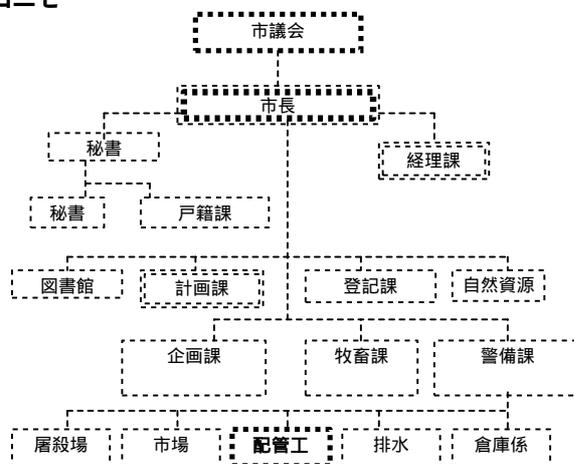
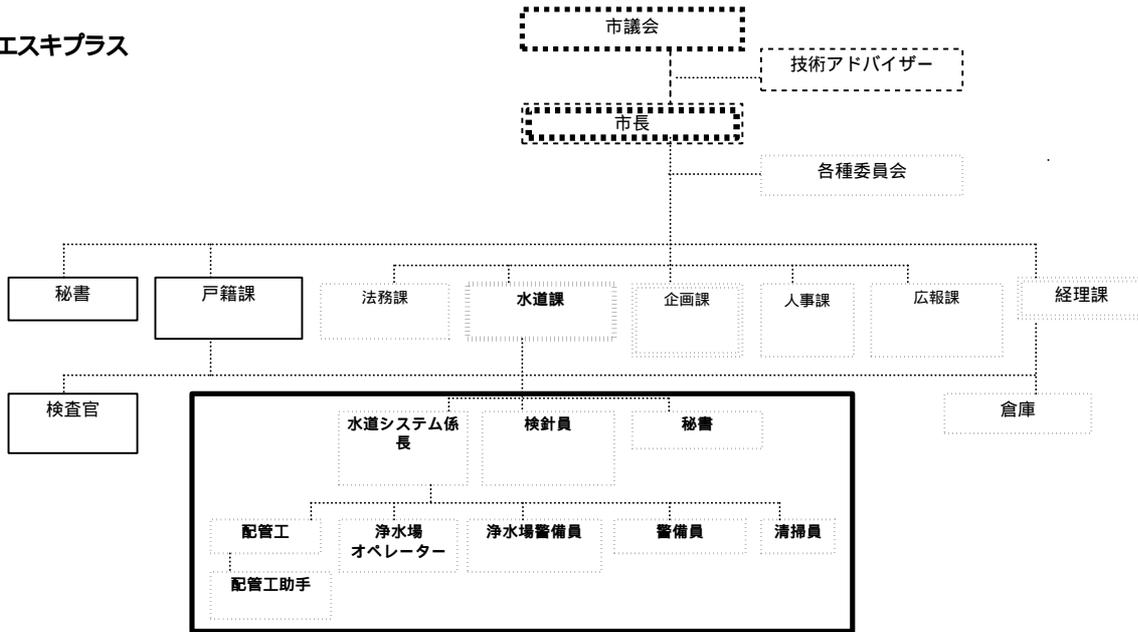
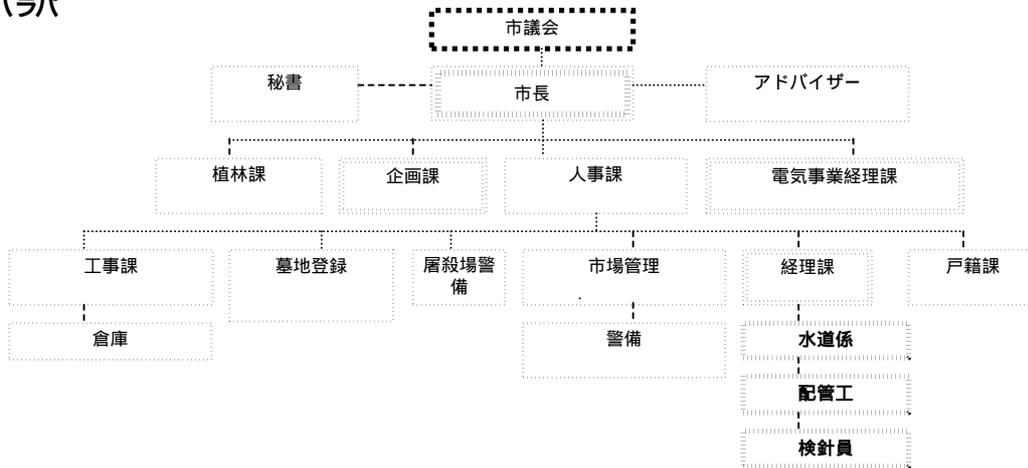


図2.3(1) 要請都市の組織図

エスキプラス



ハラバ



フティアパ

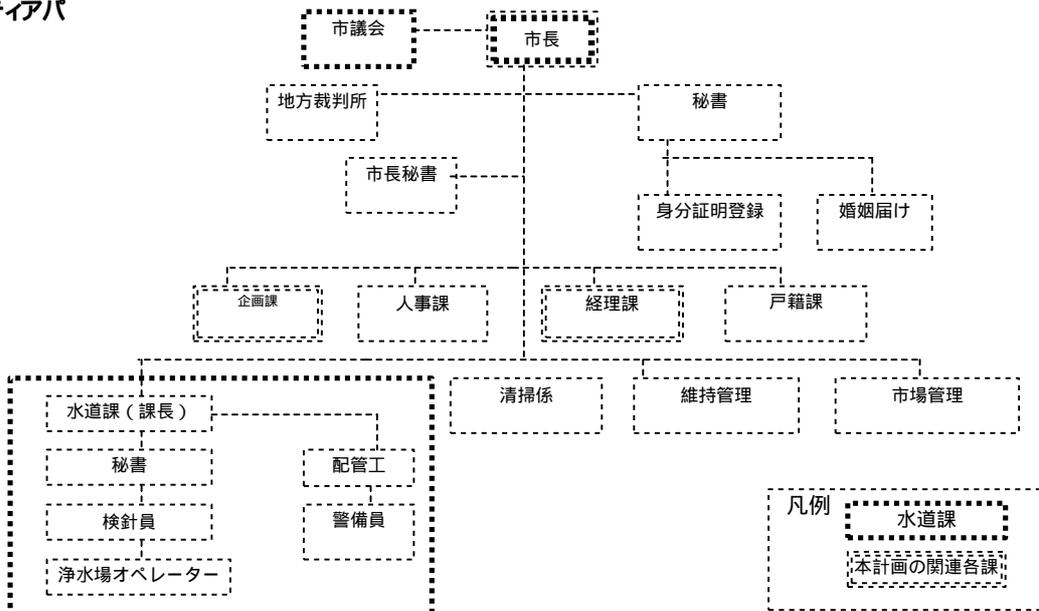


図2.3(2) 要請都市の組織図

(2) 水道事業の運営組織

水道事業は市役所水道課が担当し、公社化等の予定はなく、水道に関する受益者グループもない。市役所水道課は課長または配管工等が課を代表し、この他、オペレーター、検針員、会計、警備員、秘書などで構成され、ラビナル5人～ハラパ27人である。現状の施設のもとの充足率は下表に示すように、ラビナルが53%、サン・ヘロニモが84%と低い。他の都市では問題はない。水道事業の収益は市予算の一部となり、独立会計ではない。損失も、一般会計の中で処理されているのが現状である。本計画による必要職員増、建設後の運転・維持管理費の資金に対しては、全ての市が水道料金を適正化し対応する意向を持っている。チチカステナンゴは現状職員で不足しないと考え、サン・ヘロニモは給水メーター制とした場合、検針員を雇用する。施設の将来の建て替え資金については、今後、一定時期を経て水道料金を段階的に値上げする予定である。

表 2.3 各都市水道事業部門の職員数

項目	モラレス	チチカステナンゴ	ラビナル	サン・ヘロニモ	エスキプラス	ハラパ	フティアパ
管理職(部長、補佐)					2	1	1
浄水場オペレーター	4	6		2	8	3	1
配管工	4	2	1	2	4	6	6
検針員	2	2	2		2	6	1
会計、事務等	2	1			1	1	6
警備員	5	1	2	4	3	10	6
水道部計	17	12	5	8	20	27	21
望ましい職員数	16.5	9.5	9.5	9.5	18.5	25.4	21.5
職員充足率%	103	126	53	84	108	106	98
市役所職員数	120	94	30	49	145	245	110

注：望ましい職員数は、契約者数、施設概況等の条件のもと、調査団が試算した。

(3) 運転・維持管理状況

取水工、導水管、浄水場等施設については、担当者が日々点検を行い、緩速ろ過池の砂の削り取り、洗浄作業も定期的に行われている。ただラビナルについては管理状態が極めて悪く、ろ過砂の洗浄が行われていない。浄水場運転に関する記録については、エスキプラスが住民から苦情がある場合記録に残し、チチカステナンゴは問題があった際、市長へレポートを提出している。その他の市役所は特に記録していない。配水管網の漏水については各市とも、通報があった場合、配管工が修理する程度で、漏水調査用の器具の所有はない。

(4) 水道料金徴収体制

水道料金体系の改定は市議会による承認が必要である。その後、官報にて広報を行う。水道事業に関する収入としては、主に水道基本料金、超過料金、接続料金がある。基本料金は30m³/月までの使用に一律に適用され、これを超過した場合に1m³を単位として超過料金が課

せられる。超過料金は月1度のメーター検針に基づき徴収されており、サン・ヘロニモを除く6市でメーターが設置されている。メーターは4種類程度あり、個人が自由に購入できるが、市役所が安価で販売する市もある。フティアパでは、給水サービスが悪化しているため、1998年以降、超過料金を徴収せず、メーター測定もしていない。サン・ヘロニモは固定料金制で給水メーターが各戸に設置されておらず、市役所の倉庫及び一部住宅の便所の水が流し放しであるなど、節水に関する意識が低い。

表2.4 水道料金規定の状況

項目	モラレス	チチカステナンゴ	ラビナル	サン・ヘロニモ	エスキブラス	ハラパ	フティアパ
接続数(一般家庭)	3,316	1,481	2,046	1,007	3,088	6,999	5,273
水道契約料金(Q.)	1,000	630	610	205	1,850	450	1,500
給水メーター	有り	有り	有り	無し	有り	有り	有り
費用(Q.)	150	260	367		330	250	250
設置率(%)	100	90	75		70	100	100
正常率(%)	80	90	50		65	60	100
基本料金 (Q./30m ³ /月)	5.0	0.7	3.0	5.0	住居 4.5 商業 9.0 ホテル 20	住居 10 商業 10 公共 40	住居 4.25 商業 8.5 3 居住区 9.0
超過料金 (Q./m ³ /月)	0.4	0.1	0.4	0.0	0.4	1.0	0.3 (ハケン以後徴収無し)

(5) 財政状況

各市の主要な収入は、税金(所得税、法人税)、公共サービス(証明書等)、営業収入(水道、市場賃貸、屠殺場)、国庫交付金(一般管理費、公共事業)である。国庫交付金は政府予算の10%の配分で、石油税、車両税、不動産税、付加価値税の一部が各自治体に割り当てられる。配分は人口、管轄集落数によるが、税収の少ない自治体には増分して配慮している。一方、支出は、営業活動として、人件費、一般経費、資材購入、集落等への交付金があり、公共事業、借入金返済が大きな項目である。

各市の過去5年間(1996~2000年)の財政状況を表2.6、表2.7及び図2.5に示す。これら表より引用して、市全体と水道事業部門の収入支出比率を表2.5に、市全体の収入に占める営業活動による収入の割合を図2.4にまとめる。これを見ると、モラレスの市全体の収支比率が高いことが分かる。特に営業収入率(営業活動による収入の割合)が高く、中でも法人税(バナナ会社等)が他市に比べ圧倒的である。一方、ラビナルは納税額が最も低く、国庫交付金により、市財政が維持されている。ハラパは積極的に公共事業を進めているが、借入金が多く、新たな貸付を受けられない状態にある。いずれの自治体も国庫交付金が収入の大きな柱になっている。

水道事業部門では、モラレス、チチカステナンゴ、サン・ヘロニモ、では収支比率が1.0

以下であり、水道事業部門での独自運営が成り立たないが、市全体の収入から補填している。水道事業部門での採算が取れない場合の原因としては現行の水道料金が低すぎるということがあり、INFOM 調査によると全国平均の水道基本料金が 90. であるのに対して、本対象都市ではハラパの 100. を除いて 0.7~5.00. と低い料金基準となっている。将来的には水道事業部門単独で収支バランスがとれ水道会計が適正となるように、本計画に伴って料金改正が必要とされる。各市はこの点につき認識しており、既にエスキプラスでは、基本料金 4.50. を 9.00. に 2 倍値上げすることが、また、ハラパにおいても基本料金 100. を 200. へ改定することが議会承認されており、フティアパにおいても 20~250. への料金改定が計画されている。

表 2.5 都市別財政収支率

単位：Q.

都市名	年	1996	1997	1998	1999	2000	平均
モラレス	市全体	1.27	1.46	1.08	1.17	1.72	1.35
	水道部門	0.70	1.29	1.30	0.36	1.46	0.78
チチカステ ナンゴ	市全体	1.03	1.87	0.93	0.76	1.06	1.06
	水道部門	0.41	0.50	0.54	0.46	0.35	0.44
ラビナル	市全体	0.79	1.34	1.36	1.03	2.54	1.40
	水道部門	1.61	1.04	1.31	1.64	1.51	1.39
サン・ ヘロニモ	市全体	2.83	0.91	0.92	1.00	1.08	1.01
	水道部門	0.14	0.59	0.38	0.21	0.43	0.34
エスキプラス	市全体	0.32	1.17	1.06	0.93	1.10	0.96
	水道部門	2.05	2.29	2.54	2.07	3.00	2.42
ハラパ	市全体	0.25	1.06	0.82	0.70	0.47	0.71
	水道部門	1.27	1.28	1.27	1.35	1.55	1.34
フティアパ	市全体	1.00	1.27	1.14	0.95	1.06	1.08
	水道部門	1.67	1.83	4.43	1.17	1.79	2.11

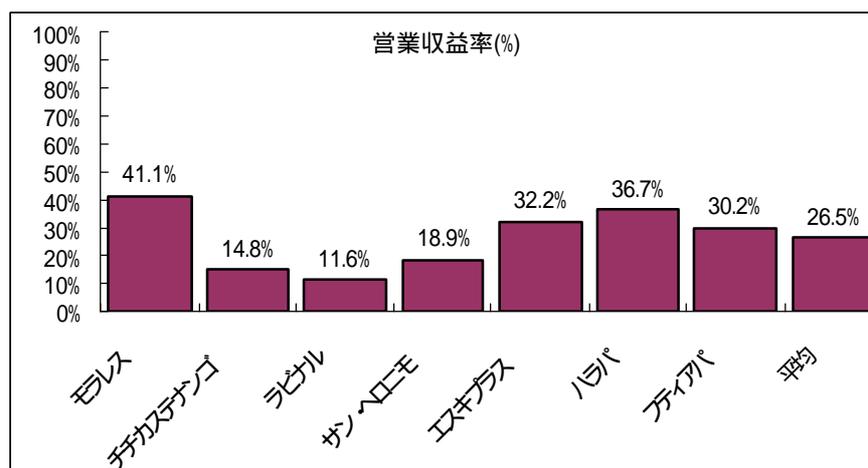


図 2.4 都市別営業収益率（出典：INFOM 財政部）

営業収益率：市全収入に占める営業活動による収入の割合を示す。

表2.6 都市別財政状況(市全体)

項目	モラレス					チチカステナゴ					ラピナル					サン・ヘロニモ				
	1996	1997	1998	1999	2000	1996	1997	1998	1999	2000	1996	1997	1998	1999	2000	1996	1997	1998	1999	2000
A. 収入計(B+C)	6,705	12,847	13,671	15,079	25,080	14,676	5,109	7,995	5,946	6,016	7,373	6,488	533	3,739	6,946	7,302	7,670	5,238	875	3,137
B. 営業活動による収入	2,012	2,691	4,939	5,072	15,443	6,031	284	1,030	1,188	1,036	1,261	960	282	495	709	649	892	606	584	704
1) 納税	202	177	388	405	1,951	625	76	150	141	132	134	127	32	37	41	39	44	39	37	56
2) 間接税(所得税)	88	113	293	300	1,322	185	11	97	90	88	94	76	30	28	26	27	29	28	14	15
3) 間接税(法人税)	114	63	95	105	1,820	439	65	53	52	45	41	51	3	9	16	12	15	11	23	40
4) 納税以外(建物等リース、贈納税、他)	745	181	2,191	2,131	397	1,129	6	170	181	283	192	166	123	97	71	72	91	91	29	16
5) 公共サービス(証明書等)	8	143	451	522	390	303	141	63	81	81	98	93	88	92	96	125	97	99	9	27
6) 営業収入(水道、市場賃税、屠殺場)	0	549	993	1,057	871	694	47	221	319	292	263	228	0	88	175	185	128	0	348	240
7) 利子等	0	90	210	209	52	112	4	4	20	32	0	12	0	5	10	10	19	9	0	29
8) 国庫交付金(一般経費)	1,058	1,552	705	749	11,782	3,169	10	422	446	217	574	334	38	177	316	218	452	240	509	230
9) 財政活動等による収入(国庫交付金:公共事業)	4,692	8,702	8,733	10,007	9,637	8,354	4,825	6,965	4,757	4,980	6,111	5,528	251	3,244	6,237	6,654	6,777	4,633	292	2,433
10) 支出計(B+D)	5,260	8,795	12,844	12,902	14,563	10,833	4,947	4,266	6,421	7,946	6,932	6,102	671	2,793	6,092	7,111	3,018	3,737	309	3,446
E. 営業活動による支出	1,950	2,073	2,466	2,613	4,508	2,721	924	4,097	1,171	2,637	1,348	2,035	627	666	720	719	796	706	278	538
1) 人件費	1,083	1,435	1,650	1,854	2,998	1,804	650	535	696	646	957	637	287	448	438	467	489	426	164	407
2) 一般経費	204	281	426	301	462	335	116	387	282	476	253	299	163	87	152	101	116	124	27	88
3) 資材等	288	303	307	313	809	404	80	129	141	142	122	123	128	106	76	76	101	97	39	32
4) 不動産	0	0	0	0	0	2,984	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0
5) 移転支出	375	53	84	145	233	178	77	44	73	28	17	48	49	8	54	37	32	36	48	10
6) 総合交付金	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	3	0	0	0	0	7	0	0	0
7) 公共事業	3,274	6,516	8,570	8,547	8,294	7,040	3,995	87	5,086	1,344	5,584	3,219	45	2,104	3,590	6,382	2,172	2,858	31	2,908
F. 財政活動等による支出(借入金返済)	37	207	1,607	1,741	1,766	1,071	28	83	165	5,308	0	1,117	0	22	62	10	51	29	0	0
G. 収支比率(A/D) %	1.27	1.46	1.08	1.17	1.72	1.35	1.03	1.87	0.93	0.76	1.06	1.06	0.79	1.34	1.36	1.03	2.54	1.40	2.84	0.91
H. 営業収入率(B/A) %	30.0	21.0	36.1	33.6	61.6	41.1	5.6	12.9	20.0	17.2	17.1	14.8	52.9	13.3	10.2	8.9	11.6	11.6	66.7	22.5

項目	ハラバ					フナイアバ									
	1996	1997	1998	1999	2000	1996	1997	1998	1999	2000					
A. 収入計(B+C)	1,572	6,321	9,294	6,808	10,526	6,904	1,143	11,012	13,027	11,347	6,575	8,621	6,349	13,390	17,161
B. 営業活動による収入	1,322	1,681	2,184	2,411	3,532	2,226	1,143	2,107	2,163	3,835	6,575	3,165	3,250	4,250	6,500
1) 納税	73	54	57	91	76	70	429	133	211	163	158	219	350	383	443
2) 間接税(所得税)	24	34	40	56	38	38	407	89	95	106	99	159	92	188	208
3) 間接税(法人税)	49	19	17	35	38	32	22	44	116	57	58	60	258	195	235
4) 納税以外(建物等リース、贈納税、他)	9	108	123	102	739	216	284	485	465	447	450	426	214	808	1,762
5) 公共サービス(証明書等)	211	223	391	521	752	419	63	38	101	459	477	228	834	740	1,119
6) 営業収入(水道、市場賃税、屠殺場)	826	754	1,061	1,150	1,296	1,017	367	475	456	1,607	1,682	917	187	1,349	1,851
7) 利子等	87	28	10	21	31	35	0	26	44	0	395	93	24	0	251
8) 国庫交付金(一般経費)	118	515	542	524	638	467	0	949	886	1,159	3,414	1,282	1,641	970	1,075
9) 財政活動等による収入(国庫交付金:公共事業)	249	4,538	7,109	4,397	6,994	4,657	0	8,905	10,884	7,512	0	5,456	3,099	9,140	10,661
D. 支出計(B+D)	4,953	6,384	8,713	7,335	9,577	7,193	4,573	10,428	15,994	16,998	13,883	12,181	6,358	10,526	15,005
E. 営業活動による支出	3,510	2,962	3,046	2,187	2,683	2,878	1,264	2,069	3,799	3,122	4,625	2,976	1,647	3,411	3,053
1) 人件費	749	1,487	1,142	1,139	1,612	1,226	784	1,273	2,131	1,947	3,743	1,976	1,097	1,668	1,833
2) 一般経費	890	979	456	506	475	661	34	259	852	499	319	393	341	914	554
3) 資材等	973	378	396	430	430	521	179	472	769	459	297	436	209	498	386
4) 不動産	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5) 移転支出	898	118	1,052	111	166	469	267	64	47	216	266	172	0	330	280
6) 総合交付金	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7) 公共事業	994	2,316	3,860	4,077	6,263	3,502	3,232	8,357	11,530	8,846	8,351	8,063	4,692	5,570	10,444
F. 財政活動等による支出(借入金返済)	449	106	1,808	1,072	631	813	76	1	595	4,130	908	1,142	19	1,545	1,508
G. 収支比率(A/D) %	0.32	1.17	1.07	0.93	1.10	0.96	0.25	1.06	0.82	0.70	0.47	0.71	1.00	1.27	1.14
H. 営業収入率(B/A) %	84.2	26.6	23.5	35.4	33.6	32.2	100.0	19.1	16.6	33.8	100.0	36.7	51.2	31.7	37.9

単位:千Q.

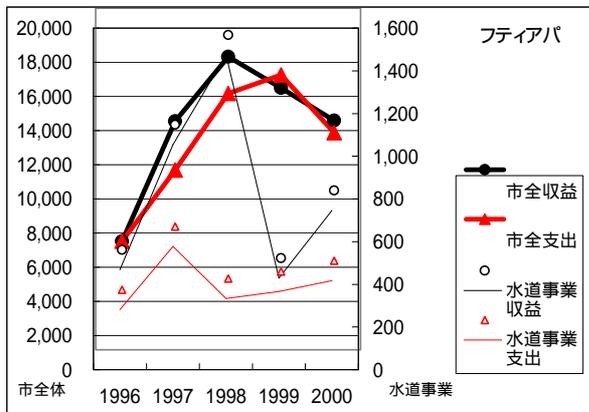
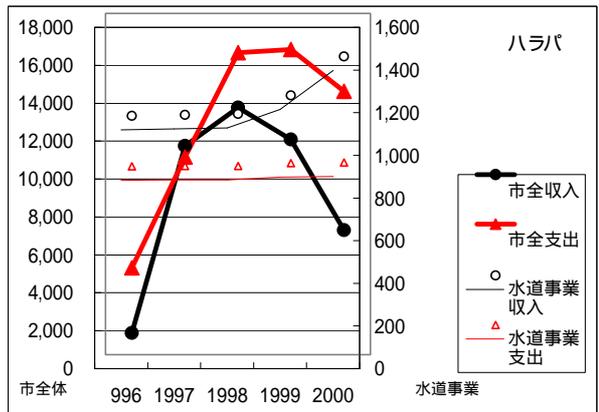
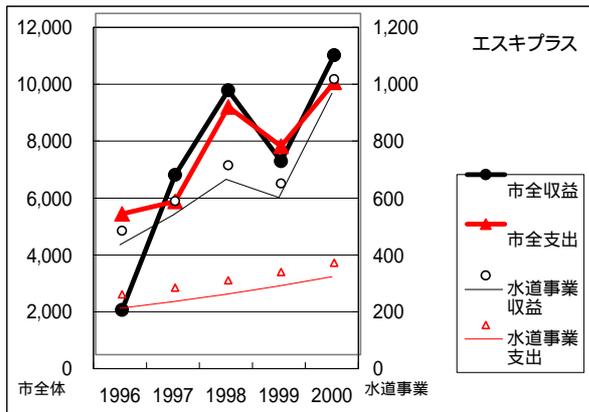
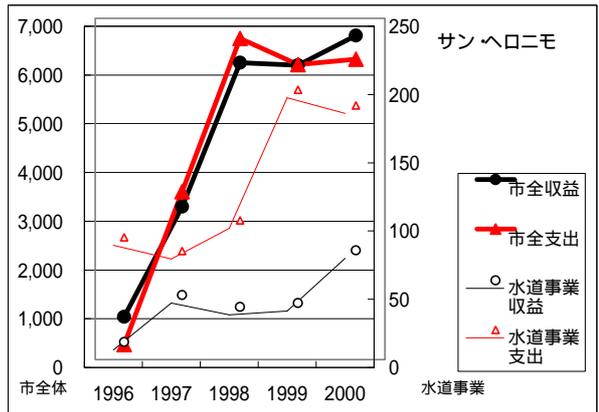
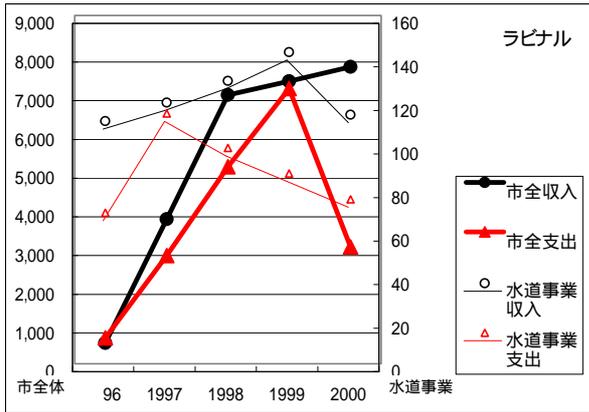
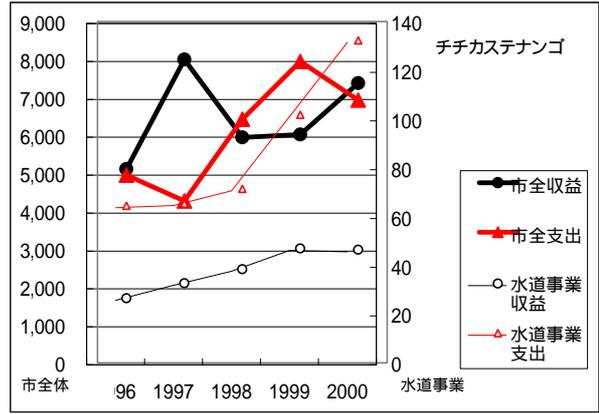
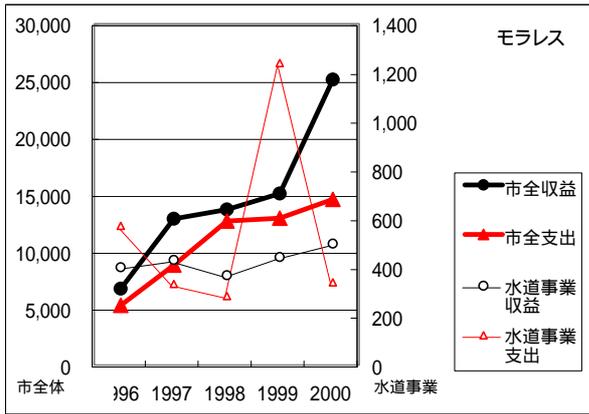
表2.7 都市別財政状況(市全体)

項目	モラレス					チチカステナンゴ					ラビナル					サン・ハロニモ								
	1996	1997	1998	1999	2000	平均	1996	1997	1998	1999	2000	平均	1996	1997	1998	1999	2000	平均	1996	1997	1998	1999	2000	平均
A. 収入	400,197	431,242	368,445	442,545	497,121	427,910	26,398	32,603	38,361	46,830	46,347	38,108	111,525	120,009	129,904	143,080	143,439	123,791	12,975	47,215	38,659	41,504	79,876	44,046
1) 水道料金収入	179,832	366,875	323,575	472,010	429,671	362,396	24,766	29,415	37,924	35,078	38,106	33,058	73,821	84,533	95,244	80,696	95,139	85,887	11,480	42,082	31,969	33,909	70,736	38,035
基本料金	178,981	202,336	187,150	196,586	239,670	200,944	13,862	11,987	15,052	14,779	14,296	14,296	62,092	68,360	74,628	73,069	84,900	72,610	-	-	-	-	-	-
超過料金	140,871	164,539	136,425	175,424	190,001	161,452	8,724	13,866	17,573	15,058	19,130	14,870	11,729	16,173	20,616	7,627	10,239	13,277	-	-	-	-	-	-
その他	0	0	0	0	0	0	2,180	3,562	5,299	4,221	4,197	3,892	37,704	35,477	34,659	62,384	19,300	37,905	0	0	0	0	0	0
2) 水道契約料金等	80,345	64,367	44,870	70,535	67,450	65,513	1,632	3,188	437	11,752	8,241	5,050	37,704	35,477	34,659	62,384	19,300	37,905	1,495	5,133	6,690	7,595	9,140	6,011
B. 支出	570,742	333,048	282,842	1,283,310	339,707	558,139	64,408	65,413	71,413	101,790	132,233	87,051	169,310	114,910	99,193	87,419	75,571	89,281	189,579	79,397	102,081	197,676	186,170	130,961
1) 一般管理費	100,886	15,260	134,651	147,668	207,607	121,214	61,408	60,413	61,413	86,790	97,233	73,451	50,520	48,500	52,947	39,019	46,271	47,451	79,189	55,817	69,956	165,856	151,945	104,553
人件費	100,886	15,260	134,651	147,668	207,607	121,214	61,408	60,413	61,413	86,790	97,233	73,451	30,591	34,200	37,620	37,620	35,530	35,530	77,989	51,317	66,636	158,016	139,215	98,635
事務用品費等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,929	14,300	15,327	1,399	8,651	11,921	1,200	4,500	3,320	7,840	12,730	5,918
2) 運転・維持管理費	451,811	282,548	49,052	1,001,555	98,313	378,656	3,000	5,000	10,000	15,000	35,000	13,600	18,791	66,410	46,246	48,400	29,300	41,829	9,460	17,900	24,440	24,990	23,100	20,978
動力費	0	0	0	0	0	0	3,000	5,000	10,000	15,000	35,000	13,600	2,498	3,500	3,667	0	4,300	2,793	6,860	14,400	17,640	17,640	17,640	14,836
薬品費	16,333	0	747	16,594	2,795	22,661	3,000	5,000	10,000	15,000	35,000	13,600	16,293	62,910	42,580	48,400	25,000	39,037	2,600	3,500	6,800	7,350	10,460	6,142
材料費	435,477	271,802	32,457	1,008,760	54,052	360,510	3,000	5,000	10,000	15,000	35,000	13,600	18,045	35,240	99,140	80,086	33,787	53,260	930	5,680	7,685	6,730	6,125	5,430
3) 浄水場以外の施設管理費	18,045	35,240	99,140	80,086	33,787	53,260	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. 収支比率(A/B)	0.70	1.29	1.30	0.36	1.46	0.77	0.41	0.50	0.54	0.46	0.35	0.44	1.61	1.04	1.31	1.64	1.51	1.39	0.14	0.59	0.38	0.21	0.43	0.34

単位:0.

項目	エクスブラス					ハラバ					フディアバ							
	1996	1997	1998	1999	2000	平均	1996	1997	1998	1999	2000	平均	1996	1997	1998	1999	2000	平均
A. 収入	435,542	559,440	665,259	601,133	968,726	642,020	1,119,009	1,123,589	1,123,651	1,214,922	1,395,579	1,194,960	467,590	1,054,002	1,474,111	429,722	746,916	834,468
1) 水道料金収入	275,359	375,773	404,758	291,244	454,940	360,415	1,115,609	1,120,089	1,124,587	1,129,404	1,199,888	1,137,835	339,762	802,596	1,112,656	297,033	601,089	630,627
基本料金	175,454	246,815	251,406	272,882	289,749	247,261	712,856	715,719	718,593	721,479	774,870	728,703	211,934	551,199	751,200	173,844	459,138	429,461
超過料金	99,905	128,958	153,353	18,361	165,192	113,154	402,753	404,370	405,994	407,625	425,018	409,152	29,076	63,817	103,817	9,520	390	41,324
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2) 水道契約料金等	160,184	163,667	260,501	309,889	513,786	281,605	3,400	3,500	4,064	85,818	198,691	59,095	127,828	251,406	361,456	132,689	145,827	203,841
B. 支出	212,164	235,738	261,931	291,035	323,372	264,848	833,630	835,037	835,312	898,029	900,850	890,571	280,412	576,701	332,907	367,056	416,595	394,784
1) 一般管理費	147,687	164,096	182,329	202,588	225,098	184,360	809,421	809,682	811,376	814,066	813,966	811,798	202,280	220,832	242,359	248,707	246,131	232,062
人件費	137,974	152,305	169,227	188,030	208,923	171,112	808,616	808,661	810,651	812,616	812,616	810,632	197,280	217,008	238,709	238,709	238,709	225,083
事務用品費等	10,612	11,792	13,102	14,558	16,175	13,248	805	1,001	1,225	1,450	1,166	5,000	3,824	3,824	3,650	9,999	7,422	5,979
2) 運転・維持管理費	15,543	17,270	19,189	21,321	23,690	19,403	73,109	73,370	45,386	80,672	83,903	71,288	68,132	354,950	81,548	113,299	155,617	154,709
動力費	3,937	4,374	4,860	5,400	6,000	4,914	32,809	33,900	3,555	36,102	37,909	28,855	59,732	345,710	71,846	103,257	145,575	145,224
薬品費	9,031	10,035	11,150	12,389	13,765	11,274	35,499	34,560	36,330	38,561	39,595	36,909	8,400	9,240	9,702	10,042	10,042	9,485
材料費	2,575	2,861	3,179	3,532	3,925	3,215	4,801	4,910	5,501	6,010	6,400	5,524	-	-	-	-	-	-
3) 浄水場以外の施設管理費	48,935	54,372	60,413	67,126	74,584	61,086	1,100	2,005	28,050	3,290	2,980	7,485	10,000	919	9,000	5,050	14,847	7,963
C. 収支比率(A/B)	2.05	2.29	2.54	2.07	3.00	2.42	1.27	1.27	1.27	1.35	1.55	1.34	1.67	1.83	4.43	1.17	1.79	2.11

1) 水道料金収入: その他は水道料金を滞納した際の罰金を示す。
2) 水道契約料金等は契約料金、手数料、証明書等の収益を内容とする。



注意：モラレスの水道事業支出1999年は配管網整備事業の支出により突出している。

フティアバ水道事業収入1999年はハリケーンの影響により給水量が減少、
超過料金を回収できず、減少している。

(単位：千Q)

図 2.5 要請都市の財政収支

2.1.3 実施体制のまとめ

(1) モラレス

市予算は借入金も少なく、営業収益率が高く、バナナなどプランテーション、工場等が立地していることから、独自財源が多く、通年収支は黒字である。水道事業の収支も例年黒字だが、1999年は配管網整備事業により赤字になっている。水道関連の公共投資的事業は水道会計ではなく、市収入より補填している。職員は過不足なく、維持管理も適切に行われている。水道料金は5Q.と7市平均程度であり、メーター正常率は7割以上である。ただ、水道料金の未払者が一部おり、今後、回収を進める必要がある。給水は乾期でも22時間あり、不満は少ないが、水質については4割以上の利用者が不満を持つ。平均公共料金支出は195Q.と高い。運転・維持管理は財政・組織両面で特に問題はない。

(2) チチカステナゴ

市予算は国庫交付金が多く、収支は例年黒字である。一方、水道事業の収支は例年赤字であり、市収入により水道会計を補填している。職員は充足しており、維持管理は適切に行われている。水道料金は0.7Q.と極端に低く、現在市は料金値上げを検討しようとしている。メーターは8割以上が正常であり、配管工の技術も高い。給水時間は乾期7時間程度と短く、水質については5割弱の利用者が不満を持つ。平均公共料金支出は175Q.である。運転・維持管理について、組織面は問題はないが、財政面は極端な低水道料金による低収入の問題があるが、市が水道会計を補填しており大きな問題はない。ただし、本計画実施に伴い水道会計が適正財政となるよう、料金改正が必要である。

(3) ラビナル

市予算はINFOMからの借入金が多く、国庫交付金に占める返済率は4割と高い。ただし、収支は黒字である。水道事業の収支も例年黒字だが、職員不足で、維持管理も適切に行っていない。水道料金は3Q.と低い。メーター正常率は7割以下である。乾期の給水時間は10時間である。塩素処理器具は数ヶ月以上壊れたままであり、水質について6割強もの利用者が不満を持つ。比較的、給与の少ない農業従事者が多く、平均公共料金支出も159Q.と最も低い。適切な維持管理を行うためには組織的に貧弱であり、INFOMの支援が必要である。財政面では、市財政、水道会計ともに収益が黒字であるため、問題はない。

(4) サン・ヘロニモ

電気事業による月約20,000Q.の利益により、市全体の収支は黒字である。水道事業の収支は例年赤字だが、市の予算により補填している。水道課の職員は不足しているが、維持管理は一応適切に行われている。水道料金は5Q.と平均的だが、給水メーターが全く設置されて

おらず、超過料金が取れない。そのため、市民の節水意識にも問題があることを市は認識している。乾期の給水時間は22時間あり、不満は少ない。しかし、水質は9割強と利用者の大半が不満を持ち、乾期の濁度の高さを裏付ける。比較的、給与の少ない農業従事者が多いが、平均公共料金支出は187Q.であり、水道料金として一定の料金支払いは可能と考えられる。電気事業の利益により、水道事業の収支が赤字でも維持管理は可能だが、組織的に人員の充足が必要で、かつ、財政的には水道規則を市が条例化し、メーター設置の義務を契約者に課し、早急に超過料金を回収できる体制を整える必要がある。

(5) エスキブラス

観光の街であり、市財政の営業収益率が高いものの、積極的な公共事業の推進により収支は若干赤字である。水道事業の収支は例年黒字であり、スペイン政府支援によるパソコンの水道会計システムを利用した最も先進的な自治体である。職員は充足しており、適切な維持管理が行われている。水道料金は現在4.5Q.とほぼ平均だが、本年6月に基本料金を2倍値上げすることが議会承認され、基本料金が9.0Q.に値上げされた。メーター正常率は7割以下である。給水は6時間と少ない。水質は利用者の4割強が不満を持つ。平均公共料金支出は179Q.である。維持管理をさらに強化する必要があるが、財政、組織面ともに問題はない。

(6) ハラバ

市予算は借入金が多く、国庫交付金に占める返済額の割合が77%と大変高く、赤字額も大きい。野球場、井戸、道路建設など公共事業を積極的に進めているが、これらの資金を借入金に頼っていることが原因となっている。水道事業の収支は例年黒字で、市赤字財政を逆に補填している。職員は充足しているものの、維持管理は一部適切に行われていない。水道料金は10Q.と7市中最も高いが、20Q.への料金改定が決定され本年10月より実施される予定である。メーター正常率は8割以上あり、乾期の給水時間は15時間ある。しかし、水質については6割強の利用者が不満を持つ。平均公共料金支出は174Q.である。維持運営をより強化する必要があるが、水道事業の財政・組織両面で特に大きな問題はない。

(7) フティアバ

市予算は借入金が多く、国庫交付金に占める返済の割合は50%と高いが、収支は黒字である。水道事業の収支は例年黒字であり、これは維持運営管理費が固定費用である一方、契約者数が約5千と多く、収益性が高い。職員はやや不足するが、維持管理は行われている。水道料金は4.3.Q.と平均よりやや低く、現在、料金改定をINFOMとともに検討中である。メーター正常率は5割以下で、超過料金を現在回収していない。ハリケーン・ミッチの被災により給水時間が減少していることが主要因である。乾期の給水時間は2.5時間と極端に短い。一方、水質の不満は3割弱と少ない。平均公共料金の支出は200Q.である。メーター設置、

超過料金回収を徹底する必要があるが、財政・組織両面において、特に大きな問題はない。

2.2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2.2.1 関連インフラの整備状況

グアテマラ国は中央アメリカの北西部に位置し、カリブ海と太平洋に面している。また、北はメキシコに、東と南はベリーズ国、エル・サルバドル国、ホンジュラス国に囲まれている。総面積は約 10.9 万 km² である。本プロジェクトの対象都市は、本計画の対象地域は、首都グアテマラ市より東部地域の 1 都市（モラレス）及び西部中部高原地域の 6 都市に分けられ、それぞれ県庁所在地及びそれに準ずる地域の中核都市である。対象地区へのアクセス道路として東部は国道 9 号線、西部へは国道 1 号線がある。各都市間の道路は全てアスファルト舗装されており通行上の問題はない。浄水場位置は比較的市街地に近く、アクセスの問題はないが、取水工、導水管については、山間部で道路が整備されていないものが多い。電気、水道、病院、学校等のインフラの整備状況は比較的良い。通信については、各都市間の連絡は、都市間を移動中の他は携帯電話での通話が可能である。

表 2.8 各都市の首都圏からの距離

都市名	距離	時間	標高	都市名	距離	時間	標高
モラレス	245km	4.0	40m	エスキプラス	225km	3.5	930m
チチカステナンゴ	160km	2.5	2000m	ハラパ	130km	1.5	1000m
ラビナル	185km	3.5	1000m	フティアパ	120km	1.5	1000m
サン・ヘロニモ	155km	2.5	1000m				

2.2.2 自然条件及び社会条件

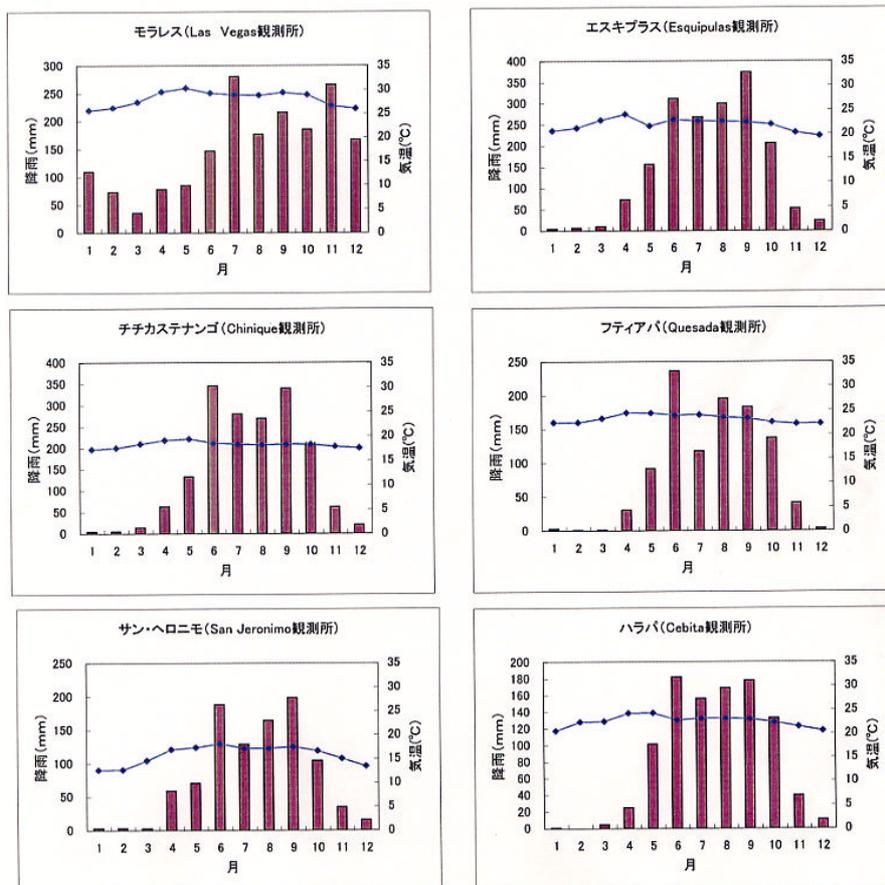
東部地域は東部低地からカリブ海方面に広がり、当国随一の河川モタグア川の中下流域と多くの支川流域に位置する。標高 0～500m の範囲で、年間平均気温 25～30 と暑く、年間平均降雨量は 1,800mm で年間を通じ降雨があるが、特に 6 月から 12 月の間は降雨が多い。主要産業は農業が中心で、地域の特性を活かし、たばこ、野菜、果物が主な作物である。大西洋岸の港へのアクセスの利便性から国道沿いには近年首都圏から工場が進出しつつある。スペイン人の入植が早くから行われた地域にあるため人種的には白人系のラディーノが多く、先住民の比率は小さい。対象都市のうち、モラレス市が含まれる。

西部中部高原地域は当国の中部から西部地区に広がり標高 1,000～2,000m で年間の平均気温は標高により異なるが 10～20 としのぎ易い。対象都市のチチカステナンゴ、ラビナル、サン・ヘロニモ、エスキプラス、ハラパ、フティアパの 6 都市がこの地域に含まれる。年間降雨は 1,000mm～1,800mm と比較的多い。乾期と雨期は明瞭に区別され、5～10 月の半年が雨期で、その他の時期は降雨量がほとんどない乾期となる。農業の主要作物は、コーヒー、

果樹や野菜などである。人種的には先住民の比率が多く、特に西部に位置するチチカステナング市やホンデュラス国との国境に近い東南部のエスキプラス市は文化的にも先住民の色合いの濃い都市である。下表及び図 2.6 に国立地震学・地殻学・気象学・水文学研究所 (INSIVUMEH) によって観測された都市別の 1996～2000 年の年平均降雨量を示す。また、各都市の降雨日数は表 2.10 に示す通りである。5mm 以上の降雨日数を見ると、モラレス市ではこの 5 年間の平均が 85 日と高く、フティアパ市とサン・ヘロニモ市はそれぞれ 47 日、51 日と少ない。

表 2.9 都市別年間降雨量

市名	観測所	年間降雨量(mm)	標高(m)
モラレス	Las Vegas	1,817	10
チチカステナング	Chinque	1,754	1,880
ラビナル	San Jeronimo	954	1,000
サン・ヘロニモ	San Jeronimo	954	1,000
エスキプラス	Esquipulas	1,773	950
ハラバ	Cebita	976	960
フティアパ	Quesada	1,017	980



注: 出典 INSIVUMEH、1994～1999年平均

図2.6 都市別平均降雨量

表2.10 5 mm以上の降雨日数

モラレス市

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
1996	4	1	3	5	12	2	9	10	5	14	16	7	88
1997	5	8	2	3	4	7	14	18	10	5	15	2	93
1998	6	2	3	3	1	6	9	12	5	14	13	8	82
1999	7	6	1	4	1	10	11	4	15	8	9	10	86
2000	8	6	2	2	10	9	12	12	6	0	0	9	76
平均	6	5	2	3	6	7	11	11	8	8	11	7	85

乾期降雨日数 34

雨期降雨日数 51

チチカステナンゴ市

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
1996	0	0	0	2	8	12	15	16	18	8	1	0	80
1997	0	0	0	3	6	8	9	12	18	11	2	1	70
1998	0	0	0	6	8	11	12	17	23	0	0	2	79
1999	0	0	1	6	10	11	15	10	13	3	5	0	74
2000	0	0	1	2	4	13	8	7	20	9	2	4	70
平均	0	0	0	4	7	11	12	12	18	6	2	1	75

乾期降雨日数 8

雨期降雨日数 67

サン・ヘロニモ市

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
1996	0	0	0	5	4	9	16	0	4	4	4	0	46
1997	0	0	1	1	2	8	8	6	13	4	2	1	46
1998	0	0	0	0	4	10	8	7	4	11	5	0	49
1999	0	0	0	2	1	13	9	7	16	9	3	0	60
2000	1	0	0	0	14	12	5	7	9	6	0	0	54
平均	0	0	0	2	5	10	9	5	9	7	3	0	51

乾期降雨日数 5

雨期降雨日数 46

エスキブラス市

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
1996	0	1	0	7	6	9	13	10	15	8	3	0	72
1997	1	0	2	0	7	15	8	3	19	6	3	0	64
1998	0	0	1	1	9	13	9	14	4	15	3	0	69
1999	0	0	0	4	4	16	12	17	16	9	0	1	79
2000	0	0	0	0	11	11	7	9	15	4	1	0	58
平均	0	0	1	2	7	13	10	11	14	8	2	0	68

乾期降雨日数 6

雨期降雨日数 63

ハラパ市

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
1996	0	0	0	8	8	9	15	9	11	4	5	1	70
1997	0	0	2	1	2	16	8	4	10	7	2	1	53
1998	0	0	1	0	7	10	7	8	8	14	7	1	63
1999	7	6	1	4	1	10	11	4	15	8	9	10	86
2000	8	6	2	2	10	9	12	12	6	0	0	9	76
平均	3	2	1	3	6	11	11	7	10	7	5	4	70

乾期降雨日数 19

雨期降雨日数 51

フティアパ市

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
1996	0	0	0	6	6	10	9	8	16	4	1	0	60
1997	1	0	0	1	6	12	5	7	8	3	4	0	47
1998	0	0	0	0	3	8	11	13	3	0	5	0	43
1999	0	0	1	0	1	13	7	13	15	9	0	1	60
2000	0	0	0	1	5	1	7	6	6	1	0	0	27
平均	0	0	0	2	4	9	8	9	10	3	2	0	47

乾期降雨日数 4

雨期降雨日数 43

2.2.3 要請市の上水道、計画対象浄水場の状況

(1) モラレス

1) 上位計画、他計画の実施状況

モラレス市の発展は1939年に米国 DELMONTE 社の現地法人 BANDEGUA 社が市南方のプランテーションにあったバージニア地区居住区を鉄道の要所である同市に移動したことから始まる。現在 BANDEGUA はモラレス市南西部に8128 エーカーのバナナ園を所有する。尚、モラレス市にある BANDEGUA 社の所有している工業地区、居住区、飛行場には同社が掘削した井戸からの独自の上水システムがあり本計画から分離して考える。モラレス市は1998年10月のハリケーン・ミッチにより多大な被害を受けたことから、モラレス市全体の長期復興計画として「モラレス市開発計画(PDM2000-2020)」を策定している。ただし、本計画の内容として水道整備計画が含まれているものの具体的な計画図、事業費は示されていない。実施中の計画としては、配水管網の漏水が大きいこと、市の発展に伴う給水量増加に配管網の口径が合わなくなっていることから、配水管網改修計画が2000年より4年計画で開始されている。改修延長76.8km、全工費は10.6百万Q.である。2000年には市の4地区全体で36%の改修が終わり、2001年にはさら25%の改修を実施する予定である。

2) 水源の状況、水源量

モラレス市はカリブ海に面するプエルト・バリオスより約50kmの地点にある。海からの湿潤な風により年平均1800mmの比較的多い降雨量がある。市の現在稼動している水源施設は本プロジェクト対象のCalle 20 浄水場、1994年に建設されたGary Bracher 浄水場と3本の井戸があるが、内2本の井戸は電気系統に故障があるため修理が必要とされている。

a. Calle 20 浄水場の水源

浄水場はモラレス市の中心より西北西に6km、国道9号より2km北の地点に位置し1950年代より使われている。水源は浄水場の脇を流れるQuebrada de la Presa No.1で、取水地点は浄水場より約800m上流の堰より取水している。取水地点での流域面積は約7km²で流域内には一部牧場があるが、ほとんど開発されておらず水源としての環境は良好に保たれている。給水量の需要拡大により導水管を順次追加し、現在は5”、6”、8”の3本の管で導水している。乾期には、着水井へ25 ㍓/秒、配水池へ45 ㍓/秒の計70 ㍓/秒の原水が流入しており、雨期には、着水井への増量は見られないが、配水池への流入量が80 ㍓/秒と増加する。配水池へ直接流入する水は処理されておらず、住民の健康、生活衛生環境に深刻な影響を与えている。

b . Gary Bracher 浄水場の水源

Calle 20 浄水場の北東部 3km、Monta Chiclera の BANDEDUA が所有していた地区が市に移管され 1994 年に浄水場が建設された。水源は浄水場より約 3km 北の地点。水源周縁は開発されておらず環境は良好に保たれている。現況の取水量は 40 ㍓/秒であった。配水池の有効容量は約 800m³ である。

c . 他水源

市内の 3 井戸は 1997～1998 年、前任の市長の時に設置した。2 井戸は設置当初から電気系統の故障から稼動していないが、市は修理して使う予定でいる。井戸には容量 200m³ の高架水槽と塩素滅菌装置が付帯している。

- ・ Tanque Morales : 市役所の近傍、推定揚水量 14 ㍓/秒,24 時間稼動
- ・ Tanque Milla 37 : 電気系統故障
- ・ Sister Patricia : 電気系統故障

3) Calle20 浄水場施設現況

a . 取水施設

取水施設は同浄水場の北北西約 800m の地点に建設されている。溪流を堰止め、堰上流側に建設された三角形の取水室側壁に、幅 50cm×高さ 30cm の開口が 3 ヲ所設けられている。原水とともにかなりの土砂が流入しているとみられ、流入部の河床が深くえぐられている。この点を除けば比較的取水施設の構造はしっかりしており、特に構造物の損傷は見られない。堰下流部には流出渠が設けられており、そこに 3 本の導水管 (PVC 10 、石綿管 6 、鋳鉄管 5)が布設されている。落ち葉、土砂等を取り除くため、ほぼ毎日取水堰の清掃作業を実施している。降雨の後、原水濁度上昇が見られる。

b . 導水管・沈砂池

取水堰から約 50m 下流に沈砂池がある。取水量の不足を補うため、1985 年に改修が行われ、沈砂池側壁が 60cm ほど嵩上げされた。排砂作業は月 1 回行われている。沈砂池から 3 本の導水管が出ているが、PVC 管は上流側の 10 から 8 に口径を落としている。

c . 浄水場

同浄水場への導水管は 3 本である。石綿管 6 、鋳鉄管 5 からの原水は着水井へ、PVC 8 は未処理のまま配水池へ流入している。計画浄水量は、ろ過面積より 25 ㍓/秒 (2,160m³/日)と推測される。浄水場への流入量は一年を通じて計画浄水量をはるかに超える。雨期原水濁度が上昇し、浄水場の処理能力が対応できない。施設容量の不足を解消するため、バイパス管にて原水を無処理で配水している。

浄水場の処理プロセスは着水井、傾斜板付沈澱池(2池)、緩速ろ過池(2池)、塩素滅菌の工程からなる。2池の沈澱池のうち、1池の傾斜板は損壊し、池から取り除かれている。残りの1池の傾斜板は取り付けであるものの、鋼製越流堰の端部開口と沈澱池流入壁との間に短絡流が生じており、傾斜板としての沈澱効果は得られていない。また、沈澱池流出トラフが故障して短絡流が生じている。沈澱水は沈澱池側壁に設けられた開水路を通じて緩速ろ過池へ流入する。ろ過池は、集水管の配置密度の不足、ろ過砂層厚の不足、ろ過砂の不良等の問題がある。ろ過水は2本の連絡管(PVC 4、6)を通じて配水池へ流入する。PVC 4を通るろ過水は配水池へ流入する前に塩素注入装置により塩素滅菌されるが、6の方は直接配水池へ流入している。浄水場内に建設された配水池(2池)の有効容量は計580m³である。側壁には1999年の地震により亀裂が生じ、多量の漏水(乾期2~3ℓ/秒、雨期7ℓ/秒)がある。

d. 配水管網

2本の配水本管のうちPVC 8は、浄水場から市中心地域までの配水本管となっている。6は浄水場近郊の部落を対象に配水しており、その延長も短い。給水区域は大きく4区域に分けられており総給水栓数は3,316栓ある。

(2) チチカステナンゴ

1) 水源の状況、水源量

本市都市部に対する上水の水源として都市部の西南部に位置するSemeja川、Mucubal-sipの2川及びPocohilの湧水がある。Semeja川の原水は新旧2本のパイプで導水され浄水場の沈澱池に流入しているが、旧管は分岐管により浄水場の手前の沈澱池(600m³)に流入し、鋼製のろ過タンクに送水されている。Mucubal-sip及びPocohilの水は溪流や湧水で雨期でも比較的濁度が低いため、緩速ろ過池を通さずにろ過池の流出側にバイパス管で送られ、緩速ろ過池で処理された水と混合されている。各水源の状況は下記の通りである。

a. Semeja川(取水口1カ所)

都市部の水供給に対する主要水源である。流量は雨期に20ℓ/秒程度で、乾期は濁りはないが、雨期に濁度が高くなる。取水工及び導水管は1970年頃に建設された。1984年に新導水管が建設され、現在導水管は旧、新の2本ある。旧管は堰直下流にある沈砂池までが鑄鉄管6"、沈砂池以降が石綿管で既存浄水場まで連絡している。新管は全てPVC 6"、4"、浄水場手前2.1km区間は3" (計画通水量10ℓ/秒)である。旧管は取水堰の水位が低くなると取水量が減る。設計取水量は旧管、新管合計して20ℓ/秒である。浄水場の流入量は、オペレーターの意見によると雨期18ℓ/秒、乾期11ℓ/秒である。

b . Mucubal-sip (湧水取水口 3 ヲ所)

3 ヲ所の取水堰からなる。No.1 の取水は No.2 の堰を通過直後 Pacho 村へ通じる導水管に連絡している。No.1 の取水量は 2~3 ㍓/秒である。No.2 の堰の取水口は処理場へ通水するための標高が不足するとされるために取水を停止する予定で、約 4km 上流地点に 5 ヲ所の湧水の取水施設を建設中であり、PVC 4" にて No.2 の堰まで導水の予定である。No.2 から導水路は当初開水路であったが、2000 年に PVC の管路に更新された。No.2 と No.3 (1~2 ㍓/秒) は合流して、浄水場に至る。3 ヲ所の合計流量は約 9 ㍓/秒である。

c . Pocohil (湧水 2 ヲ所)

Pocohil は Mucubal-sip とは別の湧水 2 ヲ所で、水質は良好、流出量は約 6 ㍓/秒とされる。現在の導水路は開水路であるが管路にする計画がある。浄水場までの途中、浄水場の手前数 km 地点にて合流升があり、ここで、Mucubal-sip (No.2、No3)、Pocohil、及び Pacho Alt 村のタンクより溢れた Mucubal-sip No.1 の水が合流する。この合流升から、浄水場への送水管と、Pacho Bajo 村への送水管が出ている。従って、Mucubal-sip No.1 の水源量は全て Pacho 村で消費されると考える。浄水場の流入量は雨期 5 ㍓/秒、乾期 4 ㍓/秒程度。水質が比較的良いので、ろ過池を通さずに配水池に送られている。

d . Zaculeu (湧水 3 ヲ所)

市は新規水源の開発を行い都市部から約 30km 離れた Zaculeu にある Tecpán に 3 ヲ所の湧水を開発し、そこから約 30km の導水管 PVC 6" を浄水場まで設置する工事が 1996 年 5 月に着工され進捗中である。現在浄水場手前 4.7km の地点に減圧水槽設置の工事を行っており、工事は本年中に完了する予定である。計画取水量 11.5 ㍓/秒が期待できる。本水質は良好であり処理する必要がないため、本要請浄水場には流入しないものとする。

e . 浄水場流入合計量

上述の浄水場の到達流量は下記の通りである。

表 2.11 チチカステナンゴ原水の浄水場到達量 (㍓/秒)

水 源	雨期	乾期
Semeja 旧管	7	4
新管	9	7
Mucubal-sip (No.2、No.3)	5	4
Pocohil (No.1、No.2)	5	4
現在流量合計	26	19

2) 施設現況

本浄水場は 1974 年に建設されたが、その後増改築を何回も重ねて現在に至っている。横

流式普通沈澱池 2 槽、緩速ろ過池 2 槽、塩素注入、配水池 2 槽を基本とし Semeja 川の水(主に新管)を処理している。給水量が不足しているため、水源全量 26.0 ㍈/秒の取水を行っているが、緩速ろ過池の施設の設計容量 15.5 ㍈/秒に対して、ろ過面積が設計容量に対しても既に不足しており(既存のろ過池のろ過速度が 8.5m/日と設計値の 4 m/日の 2.1 倍程度速い)さらに負担がかかるため、比較的水質の良い Mucubal-sip、Pocohil の水はろ過池を通さずにバイパス管で直接配水池に送水している。ろ過面積の拡張を行うことが望ましいが、用地が狭いため同緩速ろ過システムでの拡張は不可能である。また、ろ過池には集水管設置不良、ろ過砂層厚の不足、ろ過砂の不良等の問題がある。Semeja 川の水は雨期に濁度が上がるため、緩速ろ過の削り取り頻度は乾期には 1 回/月であるが、雨期は 4 回/月となっており、近年その頻度が高まっている。降雨後に濁度が上昇した場合、浄水場の処理能力が対応できていない。

また、1997 年に鋼製のろ過タンクと沈澱池を新たに建設し Semeja 川の水(旧管)を通過させている。ろ過タンクは 5 基あり、ろ過面積は合計で $1.45\text{m}^2 \times 5 = 7.25\text{m}^2$ で、ろ過速度約 60m/日で 5.0 ㍈/秒が通過するが、凝集剤の注入がおこなわれておらず、フロック形成による前処理装置、逆洗用の装置も付いていない。タンク内には下部に砂利と上部に荒砂とアンサイトが入れているが、アンサイトは殆どが流出して砂利層のみが残っており適正なる過層を形成していない。機能としては単なる急速のろ過タンクであるが、流入した水が殆ど無処理の状態で通過している状況であり、ろ過タンクとしての機能の信頼性はない。INFOM としてもこのタンクは機能的には無視すべきと考えている。

配水池は給水地区内にはなく、浄水場の直下流に 2 池(340 m^3)あるのみである。配水管網は 1974 年頃より整備されているが、亜鉛メッキ鋼管を主に、鋳鉄管、石綿管が使用されていた。住民に対するヒアリングによると、給水地区の水の出方は圧力、水量とも少なく、主に朝方に水が出るが、何時に断水するか不明である。降雨後は Semeja 川の濁度が上がるためにろ過池の運転が停止され、そのために断水することが多い。雨期の水質処理状態は悪く、水道水に濁質分があり、コップに汲んだ水をしばらく置くと底に濁質が溜まる。水質に対する信頼性は低く、食事、飲料用には市販のミネラルウォーター 20 ㍈入りのボトルを購入して使用し、水道水は、主に洗濯、シャワー、トイレの用途に使用している。

3) 人口、給水需要量

市の 2000 年度の料金徴収実績によると給水使用量は月当り平均で、30,996 ㍈/月/契約であった(30,000 ㍈が基本量、996 ㍈が超過量)。契約数は 1517 件(内ホテル、レストラン、会社、学校、公共機関等の家庭用以外合計 36 件)。観光人口は祭りのある 11 月 20 日~1 月 10 日頃に多い。普段は木曜、日曜の露店市の日に比較的多いが、その他の日は観光客はほ

とんどいない。大きなホテルは井戸を所有している。

全使用量 = $30,996 \times 1,517 = 47,021,433$ ㍓/月 (観光人口込み)

日平均使用量は 1568m^3 (18.1 ㍓/秒)

全契約 1517 件から一般世帯以外の 36 件を控除して、一般家庭の契約数は 1481 件
使用量比を、一般家庭 1.0 に対して $36/1481 = 2.4\%$ とすると、

一人当たり平均使用量は、 $30,996$ ㍓/月/契約 $\div 1.024 \div 30 \div 6.16$ 人/戸 = 164 ㍓/日

(3) ラビナル

a. 取水施設、導水管

ラビナル浄水場への水源は2系統あり Pachirax 川と Concul 川地点から導水されている。Pachirax 取水堰は Pachirax 川の標高 1200m 付近の沢狭さく部にある。堰は 1970 年に設けられ、1984 年に改修された。1998 年に Pachirax 堰からの取水管 PVC 6 が約 30m にわたってハリケーン・ミッチにより流失したため、緊急措置として PVC 4 を河床に布設して仮取水を行っているが、雨期には河川流量が増加するため破損、流失の可能性がある。取水地点の流域面積は 10km^2 あり乾期の河川流量は取水堰近くで、150 ㍓/秒程度と現取水量よりはるかに大きい。取水地点より上流の流域は渓谷になっており、流域には人家が点在しているものの水源としての環境は良好である。雨季において降雨後に濁度上昇が見られる。導水管総延長 5km のうち、約 3.2km が PVC 6、1.2km が PVC 4、残り 0.6km は水管橋部で亜鉛めっき鋼管が布設されている。沈砂池は常にオーバーフローの状況にあるがほぼ良好に機能している。取水工の計画取水量は 42 ㍓/秒 ($3,600\text{m}^3/\text{日}$) であるが、導水管に設置されている空気弁 8 基のうち、6 基が正常に作動しておらず漏水の原因となっており、また泥吐工も適切に管理されておらず、管の通水能力が 15 ㍓/秒程度 (計画取水量の約 40%) に低下している。

Concul の水源は浄水場より導水距離 16km の地点の沢にある。位置は Pachirax 川水源の山裏側にあたり、森林に囲まれた取水地点を観察するに水源としての環境は良好である。浄水場到達水量は 7 ㍓/秒である。

b. 浄水場

浄水場は 1970 年に建設され、1984 年に改修工事 (Concul 系の導水管拡張に伴う工事) が行われた。処理プロセスは普通沈澱池 (2 池)、緩速ろ過池 (3 池)、塩素滅菌施設から成る。また浄水場には有効容量 920m^3 の配水池が建設されている。施設の設計容量は 14 ㍓/秒であるが、給水量が不足しているため、Pachirax 系、Concul 系を合わせて現在 22 ㍓/秒の取水を行っている。Pachirax 系導水管ならびに Concul 系導水管の流入仕切弁ははず

れも故障しており、完全に閉じることは出来ない。沈澱池の側壁に数条の亀裂が見られる。排泥作業は雨期の真中、終わりに2回、約4時間をかけ定期的に行われている。沈澱池からろ過池への連絡管はハリケーン・ミッチにより流失したため、現在、2本の仮設管 PVC 2 により沈澱池の上澄み水をろ過池へ流入させている。また、沈澱池から配水池へ応急的なバイパス管が布設されており、流入水の大半がろ過されることなく配水されている。

緩速ろ過池は池内側壁に藻類、スカムが大量に発生しており、管理状態は非常に悪い。ろ過池は、ろ過面積の不足、集水管設置不良、ろ過砂層厚の不足、ろ過砂の不良等の問題がある。また、雨期原水濁度が上昇し、浄水場の処理能力が対応できない。ろ過層の構成として、砂・砂利層の下段に、異常に大きな5~10cm径の丸石が敷詰められており、ろ過の効率が低減するばかりでなく、ろ層洗浄作業を極端に困難にしている。また、ろ過池壁高が高すぎて、ろ過砂の削り取り、洗浄作業が困難等、施設の維持管理作業上の支障が大きい。洗浄作業は、年に一度雨期が終わった時期に、ろ層の砂・砂利・丸石をろ過池から取り出し行われる。配水池はほぼ正常に運転されているものの、流出弁が損傷している。塩素注入装置は故障しており、塩素注入は現時点で行われていない。

c . 配水管網

浄水場にある配水池のほかに貯留施設は建設されていない。したがって、計画浄水量が配水された場合、需要量の時間変動をまかなうには不十分である。1994年配水管網の一部を石綿管からPVCにする改修工事を実施している。浄水場からの配水本管は市からのアクセス道路に沿って布設されたPVC 6 である。給水栓数は2,046栓ある。

(4) サン・ヘロニモ

1) 上位計画、他計画の実施状況

サンヘロニモ市は2000年6月に6ヵ年開発計画を策定して、12プロジェクトを掲げているが、この中には直接に上水に係わるものはない。上水に係わる計画はサン・ヘロニモの水源の一つであるSan Isidro川からの導水管が高い高度差による水圧の影響のため管接続部から多量の漏水を生じており、市では現在この区間の路線変更を本年度中に行う計画を持っている。また、浄水場より最遠の東部地域に人口が増加しており、昼間給水が届かない地区があり、改善策として送水管と配水池の計画を策定中である。

2) 水源の状況、水源量

サン・ヘロニモ市のもともとの上水用水源はSan Jeronimo川から取水し、現況の浄水場より100m山側を流れる灌漑・小水力発電の兼用水路より取水していた。しかしながら灌漑

用水の水質は上流の開発が進み極端に悪化したため（水は茶褐色を呈し濁度 100 以上を示す）、新たな水源として導水距離 13km 東方の San Isidro 川の標高 2000m の源頭近くに取水堰と沈砂池を 1994 年に建設、ここから浄水場へ導水している。San Isidro 川の乾期終わりでの取水量は 30 ㍻/秒あり、全量を取水している。堰上流部は急峻な斜面が山頂まで続いており流域面積 3km² と狭いこと、人家もなく深い森林に囲まれた取水地点を観察するに水源としての環境は良好である。流域環境を考慮すると雨季においても、濁度の増加はほとんど見られない。将来水源が汚染されることはないと考えられる。

3) 施設現況

a. 取水施設、導水管・沈砂池

San Isidro 川の施設は河川両岸に堆積した大岩を利用して建設されたコンクリート堰と取水口である。1994 年に建設され、維持管理もよくされており施設に問題はない。この取水口から取水された渓流水は PVC 6 の導水管に流入し、沈砂池に接続する。灌漑用水は PVC 6 で取水している。San Isidro 川取水堰の下流 50m の位置に沈砂池(有効容量：320m³)がある。滞留時間は約 3 時間でかなりの余裕を持っている。洗浄排砂作業は月一回、半日をかけて行われる。比較的良好の状態では運転されている。沈砂池から出る PVC 6 導水管の途中には圧力調整槽、空気弁、泥吐き管が設けられている。沈砂池から約 1~2km の地点は盆地となっており、静水圧が 15kg/cm² を超える。高圧が想定される個所は PVC 耐圧管が布設されているものの、ハリケーン・ミッチにより漏水個所が 2 ヲ所増えこの区間のジョイントやバルブからの漏水が絶えない。6~10 ㍻/秒が漏水していると考えられる。導水管総延長 13km のうち 6 が約 6.5km、4 が約 6.4km である。地形が急勾配の場所において、動水圧を減少するため意図的に口径を 4 に落として管路損失を増大させている。運転時は問題とならないが、バルブ等の操作時に高水圧が生じるため、必ずしも推奨できる方法ではない。

もう一つの水源である灌漑用水は、用水路と浄水場着水井との水位差を利用して PVC 6 の取水管を通じて取水される。取水のための特別の施設は設けられていない。配管延長は 500m、取水量は 8 ㍻/秒である。

b. 浄水場

既存浄水場の処理プロセスは着水井、傾斜板付沈澱池(2 池)、緩速ろ過池(2 池)、塩素滅菌設備である。高濁度の灌漑用水と清澄な San Isidro 川の渓流水が着水井で混じり合う。施設の設計容量は 14 ㍻/秒であるが、給水量が不足しているため、32 ㍻/秒の取水を行っている。水量不足を高濁度の原水で補っているが、もし San Isidro 系導水管からの漏水がなくなれば、灌漑用水を取水する必要はなくなる。これらの混合原水はまず傾斜板沈澱池

で処理されるが、汚泥の重みで損壊した傾斜板は取り払われており、ほとんど沈澱効果は見られない。沈澱池～ろ過池連絡管（PVC 6）は途中で分岐し、そこから配水池へのバイパス管（PVC 6）が布設されている。2池あるろ過池のうち1池は、1985年に普通沈澱池を緩速ろ過池に改修したものである。

ろ過池の管理は比較的良く行われており、表面ろ過砂の削り取り作業は各池毎に2週間に一度の頻度で実施される。この作業に要する時間は、準備、水張り作業を含めて、4時間ほどである。池隣の洗砂場に山積みされたろ過砂は1～1.5ヶ月毎に、洗浄の後ろ過池へ戻される。ろ過池の運転方法は、緩速ろ過としての一定のろ過速度を保った運転ではなく、配水池の水位が下がれば、ろ過池からバルブ操作により急速に送水するという運転方法を取っており、平均すると設計ろ過速度の約3倍の流速(16.1m/日)で運転しており、緩速ろ過の特性が生かされていない。ろ過池面積が設計容量に対して既に不足しているため、取水の一部はバイパス管を通して無処理で配水されている。ろ過池はろ過砂層厚の不足、ろ過砂の粒度組成の不良等の問題がある。

塩素は沈澱池～配水池バイパス管を通過する送水に対してのみ注入されているが、注入率は0.3mg/lと少ない。浄水場内には配水池1池（有効容量は120m³）があるが市内には貯留施設がない。配水池の流出部側壁に漏水が見られる。流入管はバイパス管のPVC 6と、ろ過池からのPVC 6の2系統で、流出管は石綿管 8 の1系統である。

c . 配水管網

市の産業は農業を主体としており、人口も6,700人と少ない。住宅地区はSalama-San Jeronimo 街道に沿って徐々に西部地域へ拡大する趨勢にある。これに伴い新規給水区域も西部方向へ広がる傾向にあり、総給水栓数は1007栓ある。石綿管 8 の配水本管は市街区に入ると急に口径が小さくなるため、市西部地域での水不足が顕著となっている。また各戸給水栓には顧客メータが設置されておらず、単一料金制のため、顧客による水の無駄使い、垂れ流しがこれに拍車をかける結果となっている。水量不足に対処するため、配水地区に対して時間給水を実施している。

(5) エスキプラス

1) 上位計画、他計画の実施状況

市の上水道関係の開発計画として市独自で計画しているものはないが、スペインが開発計画調査を実施している。この調査報告書は、上下水道とごみ処理の2分野について作成されている。上水道計画の中でリオ・フリオ（Quebrada Arenal）の開発計画が実施段階にある。本市については、スペイン国際協力公社（AECI）の援助があり、学校、電気、上水、

下水等に対して実施されている。

スペインの援助による新規水源開発、新規浄水場建設計画

本計画は要請浄水場の水源とは別の川 Quebrada Arenal を水源とし、計画容量 40 ㍈/秒の取水施設、導水施設、浄水場の新規建設につきスペイン政府の援助により無償協力として実施されることが決まっている。水質は良く、雨期においても濁度は低く、また水量も多い。導水管は PVC 延長 19km、浄水場は急速ろ過システムである。本年 8 月にスペインの建設会社と契約が交わされており、9 月に着工の予定である。新規浄水場の建設予定地は既存浄水場の隣接地 (108m × 15m) であり既に買収され、市の所有地となっている。本システムは既存浄水場とは別の独立したシステムである。

Los Pinos 地区配水管網整備計画

Los Pinos 地区には、Atulapa 川の取水工から取水して既存浄水場(Las Crucitas)を通さずに直接配水していたが、取水工の直下は沈砂池がなく、雨期は配管が土砂で詰まった。またこの地区は個人が独自に水を引き、配水管が迷路状となって配水上の問題となっていた。よって、当取水工を廃止し、浄水場から当地区に送水管を引き、かつ配水管網を更新整備することとなった。また上流の取水工から来て浄水場を經過せずにいた直接 6" の導水管は浄水場に入れて処理することとなった。本計画は配管材等の資材はスペインの援助で、市及びコミュニティが工事を実施することになっている。2001 年 3 月より工事が開始されており、本年中に終了の見込みである。但し、スペイン側が新規浄水場を建設し、日本側が既存の浄水場を改修することとなった場合、Atulapa 川からの取水量は既存の 2 本の導水管による 45 ㍈/秒が最大となり、これら両浄水場を通じて、Los Pinos 地区に給水されることとなる。計画書に述べられている概要は下記の通りである。

Colonia Los Pinos 概要

現在人口 2125 人 (425 世帯、平均 5 人/世帯)

人口増加率 3.1%

計画人口 (20 年先) 3913 人 (世帯 783、平均 5 人/世帯)

配管整備延長 5970m

エスキプラス概要 (Los Pinos 計画書による)

現在人口 18666 人 (4564 世帯、平均 4.09 人/世帯)

観光人口 5480 人/日

人口増加率 3.1%

計画人口 (20 年先) 34374 人

給水原単位 200 ㍈/人/日

現在日平均消費量 (18666+5480) × 200/86400 × 1.26 × 1.10=77.47 ㍈/秒

将来日平均消費量

一般家庭消費量	92.25 ㍉/秒	(34374+5480) × 200/86400
商業、工業用消費量	18.45 ㍉/秒	(の 20%)
公用、共同用消費量	5.53 ㍉/秒	(の 6%)
漏水その他損失	11.62 ㍉/秒	(+ + の 10%)
日平均消費水量	127.86 ㍉/秒	(~ の合計)
日最大消費水量		× 1.4

2) 水源の状況、水源量、水源水質

a . 浄水場水源

本浄水場の水源は Atulapa 川のみである。流量は比較的豊富で 70 ㍉/秒程度ある。水源域に農家がコーヒーを栽培しており、豆の洗浄時期である 11、12、1、2、3 月に水質が悪化する。また、雨期の濁度が高くなっていると言われる。

b . 他水源

他に既存の浄水場はないが、Atulapa 川、Chacalapa 川、Chorti 川を水源とした配水タンクが 4 ヲ所ある。これらの原水は無処理で塩素消毒のみ行い、直接市内に給水されている。

Vista Hermosa

水源は Atulapa 川である。Atulapa 川の取水口に向かう車止めの真下に取水口があり、処理場を通過しない管で、ろ過しない水がコミュニティ (Los Pinos) 地区の既存配水タンク (420m³) に送られている。給水には多少濁りがあり、コーヒーの臭いがする時がある。コミュニティから市に要請があり、スペインの援助、市の補助、コミュニティの 3 者の資金により、Los Pinos 地区配水管網整備計画が進行中である。この計画に伴い、Atulapa 川からの直接送水は中止され、浄水場で処理された水が同地区に送水されることになる。

Las Minas

水源は Rio Chacalapa である。取水量は、乾期 4 ~ 5 ㍉/秒、雨期 11 ~ 15 ㍉/秒程度。タンク標高 991m、タンク容量 500m³、無処理で塩素注入のみ。取水口の標高 1028m、導水管 1612m、HF 150mm。市の南東部の一部にのみ供給している。

San Jose Palo Negro

水源は Chacalapa 川で 21 ㍉/秒の水源量がある。取水口、タンクは 3 年前に建設。乾期雨期とも 8 ㍉/秒の取水が可能である。無処理で塩素注入のみで、Qurio Cataño 地区に給水するが、夜間はタンクがオーバーフローするため、Las Minas のタンクに水を送っている。

El Mira Dor

水源は Chorti 川の 2 つの湧水(El Jutal : 1.5 ㍻/秒 : L=3480m : PVC 2", Las Moras : 4 ㍻/秒 : L=3650m : PVC 2") で水質は雨期乾期ともに良い。合計取水量、雨期 11 ㍻/秒、乾期 5 ㍻/秒。タンク標高 1022m、容量 780m³。タンクの屋根がなく、藻の発生が多い。塩素滅菌装置が故障している。

c . 水源流量及び取水量

都市部の主要水源は Atulapa 川である。浄水場の水源である Atulapa 川の水量は比較的豊富である。近年導水管を増設して現在 60 ㍻/秒の流入が可能ということである。その他、Chacalapa 川、Chorti 川からの各取水量を含めた合計取水量は下表に示す。

表 2.12 エスキプラスの現況水源取水量 (㍻/秒)

期別	既存浄水場	Las Minas	S.J.P.Negro	Mira Dor	計
乾期	45	4	8	5	62
雨期	60	11	8	11	90

表 2.13 リオ・フリオ開発後の計画取水量 (㍻/秒)

期別	既存浄水場	Las Minas	S.J.P.Negro	Mira Dor	Arenal	計
乾期	45	4	8	5	30	92
雨期	45	11	8	11	40	115

3) 施設現況

a . 取水工及び導水管

Atulapa 川を水源とする導水路、配水池 Las Crucitas が 1983 年に建設され、15 ㍻/秒の取水が可能であった。その後 1985 年に現在の取水工、導水路、浄水場が建設され、45 ㍻/秒の取水が可能となっている。浄水場の設計処理能力は 45 ㍻/秒であるが、旧導水管の通水量とあわせて、雨期には 60 ㍻/秒の送水が可能である。しかし、乾期の取水量は取水地点の川の水位の関係で 45 ㍻/秒程度である。雨期に 60 ㍻/秒の取水を行った場合、ろ過池がオーバーフローするために、オーバー分はバイパス管で直接配水池に送水されている。取水工直下 150m 区間は導水管 3 本 (10"、8"、6") 中間の 3,500m は 2 本 (6"、4") 浄水場手前 800m 区間は 3 本 (6"、6"、4") 合計延長は 4,450m である。6" の 2 本が浄水場に流入している。4" は浄水場を通らずに直接下流の Los Pinos 地区へ配水を行っている。本計画に対しては、取水流量を抑えて、処理場の原設計流量である 45 ㍻/秒とすることが望ましい。現取水堰は 1987 ~ 1988 年に建設された。洪水で取水口流入部が詰まったため、AECI の援助によって 1998 年に取水口の改修工事が実施されている。

b . 浄水場 (Las Crucitas)

浄水場は 1985 年に建設され、水源は Atulapa 川、設計容量 3,890m³/日 (45 ㍻/秒) で、全市域に給水している。施設の状況は下記の通りである。

- ・ 施設の設計容量は 45 ㍻/秒であるが、給水量が不足しているため、60 ㍻/秒の取水を行っている。バイパス管 (PVC 8") がろ過池の流入部から、配水池に向けてあり、ろ過池で処理できない分を配水池に直送している。
- ・ 着水井の流入は 6"管 2 本が入っており、流量調節用のバルブは設けられていない。流入管を一本とし、流量調整用バルブが必要とされる。水量の計測は、四角の越流堰により可能であるが、水位を読み取るための標尺が見つらい。
- ・ 傾斜板設置の沈澱池が 2 池あるが、片方の池の傾斜板は破損し、撤去されている。設置されている方の傾斜板も歪が激しく、板の間隔がまちまちになっている。傾斜板の材質は石綿管である。越流トラフは鋼製で腐食が激しく、破損しており、2 池とも撤去されている。排泥弁は古いが使用可能と判断される。排泥操作は 3 ヶ月に一回程度実施している。排泥管の閉塞はない。
- ・ 水源域の川沿いの斜面には、コーヒーが栽培されており、豆の洗浄による汚水が川に流れ込み、この時期、乾期の 11 ~ 3 月の間原水は黄色っぽくなる (コーヒーの収穫期は 10 ~ 2 月) 。洗浄水がコーヒーの養分を含み、ろ過池内の藻の成長を早め、ろ過池のつまりの原因となっている。近年コーヒー農地が増えている。汚水の流入については市としての禁止規則はあるが、農地は多くの農民個人が植えているもので、規制が困難である。また、雨期には降雨後に濁度が急速に上がる。降雨の頻度が少ない場合は、降雨後数時間で濁りは急速に減少し翌日には問題ないが、連続降雨の場合は濁りが継続する。浄水場の処理能力が追隨できていない。
- ・ 緩速ろ過面積が不足している。現設計容量 45 ㍻/秒に対するろ過速度は、5.8m/日となっており、設計値をオーバーしている。
- ・ 緩速ろ過池は 3 池ある。沈澱池から開渠でろ過池に流入し、流量調整機能がないため、3 池への流入量の均等配分ができていない。オーバーフロー管がない。排水バルブがなく、水抜きは紐のついた風呂の栓状のもので操作が困難である。ろ過砂の層圧は砂層 550mm、砂利層 500mm と不足しており、また粒度組成も悪い。池内に藻の発生があり、ろ過閉塞の原因となっている。ろ過池の躯体、側壁より漏水がある。
- ・ 沈澱池、ろ過池は 3 ヶ月毎に清掃するが、清掃には総勢 10 人の人夫 (手押し車 2 台、4 人、砂の掻き揚げ 2 人、砂洗い 4 人) を要している。削り取り頻度は 3 ヶ月に 1 回、削り取りは厚さ 15cm で、3 池連続で実施するため 3 週間は掛かる。近年は削り取りの頻度が多くなっている。原因の一つには、原水水質の悪化が考えられる。ろ過砂はろ過

池の流出側のコンクリート叩きの上で、原水の導水管から引いた水で洗砂し、洗った砂は積んで仮置きし、以前の仮おきの砂を入れ換える。15年前に処理場が建設されてから、砂は一度も交換されていない。集水管はPVC製で、部分的な黙視によれば、破損等はないと推定される。

- ・ 塩素注入室位置が民家に接近しており、遺漏事故時に危険である。150ポンドポンペを使用し、塩素使用量は6~8ポンド/日で配水池流入の配管に直接注入している。
- ・ 配水池は、池底盤及び隔壁にクラックがあり漏水があるといわれる。点検用の鋼製蓋は塩素ガスによって腐食しており、使用不可能な状態である。配水池の流出側バルブの操作が不能である。
- ・ 配水池流出側に流量計が設置されておらず、送水量の計測が不可能である。
- ・ 雨期には降雨の後、原水濁度が上がるために、濁度が下がるまで給水を停止している。

c . 配水管網

配水管網は浄水場と同じ15年前に建設された。材質は亜鉛メッキ鋼管であり、錆びによる詰まりが多いとされる。また、漏水も多いといわれる。1988年に配水管網の漏水調査をINFOMが実施している。配水タンクは、浄水場の他に Vista Hermosa、Las Minas、S.J.P.Negro、Mira Dor の4カ所がある。給水状況としては、雨期は24時間給水されているが、乾期は給水量が不足するため、朝10時に浄水場の送水を停止し、15時から通水を再開するという時間給水を行っている。雨期は降雨後濁度が高くなるために、処理を停止し、市内への通水を停止している。また、水量がさらに不足する場合は12給水区域をローテーションにより給水している。

d . 人口、給水需要量、水需要予測

現在の給水契約数 3570件（一般家庭/商店兼 3088件、商店/ホテル等 343件、公共施設 47件、新規希望 92件）。給水人口は $3088 \times 5.42 = 16737$ 人。本市にはキリスト教の聖地であり立派な教会がある。1月の終わりには宗教上のお祭りが8日程度ある。また、4月には復活祭があり、これらの時期約2週間は、帰郷する人、観光客のため人口は平常の倍になる。観光人口は11月、12月、1月、4月及び週末に多い。

(6) ハラバ

1) 上位計画、他計画の実施状況

ハラバ市の都市計画全体の具体的なプランは書面にはないものの、市長の強力なイニシアチブのもと以下の基盤整備事業が現在実施されている。

- ・ 市周縁の新設環状道路(Periodico)の建設 (2000年25%工事実施済み)
- ・ 環状道路と市街地間の休閒地の商工地区開発と誘致
- ・ 市周縁から新設環状道路方向へ拡張する市街地区への給水計画
- ・ 下水処理施設の建設

現在、水が不足している地域としては、市東部の市街地が拡大している地区とマーケットがある中心部である。これら地域に対して5本の井戸を計画し、このうち3井戸が掘削完了しており、内2本によりすでに給水を開始している。1本は鉄分が多いため使用できない。他の2本は建設中である。工事には INFOM から3百万 Q. の18ヶ月ローン融資を受けている。また、市は水源の Jalapa 川上流の環境保全として、取水堰上流の両岸に各々幅50mづつ、上流へ5kmの植林計画を策定中である。

2) 水源の状況、水源量

a. ハラパ浄水場の水源

ハラパ浄水場(El Porvenir 浄水場)の敷地には老朽化して放棄された小水力発電所があり、この発電用導水路を利用して敷地を浄水場に転用している。水源である Jalapa 川は取水地点では50km²ある。現況は河川水量をほぼ全量取水している。流域には中央東西に隣町 Mataquescuntla につながる道路があり、人家もかなり多くコーヒー、トマト、野菜の栽培をおこなっている。また、現在工事中の新設環状道路も流域を通過し市街地化するため、原水の水質は悪化すると思われる。市長は水質の悪化を抑えるため同河川でのコーヒーの実を洗浄することを禁止する条例を発令した。

b. 他水源

掘削済みの3井の深井戸の状況は下表の通りである。

表 2.14 ハラパの他水源リスト

井戸名	深度(m)	揚水量(ℓ/秒)	備考
Poso de Cencirios	210	0.0	鉄分が多く給水していない
Los Eucalipto	180	31.5	Tanque Cementario (V=360 m ³ 1990年建設)にPVC 8"にて送水、
El Lazareto	180	18.9	Tanque de El Lazareto (V=176 m ³ 2001年建設)にPVC 6"にて送水
計		50.4	

3) 浄水場の施設現況

a. 取水施設と導水管

浄水場の水源はハラパ川の表流水で、川を横断して建設された取水堰から取水する。同

川は荒れ川でよく洪水に見舞われ、そのたびに取水堰が破壊され、何度か建設を繰り返している。現在は取水堰上流部に砂防ダムが建設され、堰が流されるなどの大きな被害は生じていない。取水堰から浄水場までの約 1km にわたって PVC 15 の導水管が布設されており、その途中に沈砂池が建設されているが、排泥用の平底弁が操作不能で機能していない。原水は浄水場入口直前でコンクリート開渠に流入し、流量調整のため設置されたゲートで適正量が流入するよう設計されている。

b . 浄水場

本施設は本計画の浄水場の中で唯一の急速ろ過システムである。浄水場の入口には沈砂池、つづいて凝集剤を注入するための薬品注入棟、フロック形成池がある。凝集剤の注入装置は老朽化している。フロック形成池は水平迂流式を採用しているが、流入水は迂流壁を超えて短絡流を生じており、効果的なフロック形成が出来ない状況にある。このように前処理が効果的に機能していないため沈澱池への負荷が過大となり、フロックの一部は沈澱することなく越流堰を越えてキャリーオーバーしている。沈でん池の洗浄作業は 12 日毎に行われており、一池洗浄するのに準備作業、水張り作業を含めて約 5 時間である。

ろ過池は 3 池からなる。ろ過池の流出側に流量調整するための調整弁が設置されておらず、池内の水位調整が不能で短絡流が生じており、ろ過池流入水は、適正にろ過されずに流出している。また、集水装置の不良、ろ過砂層厚の不足、ろ過砂の不良等の問題がある。ろ過速度も基準値を超過している。ろ過池の逆流洗浄作業はほぼ一日おきに実施される。洗浄用水を貯留する高架水槽（45m³）に揚水するためのポンプが不良であるため、洗浄に必要な水量を貯留することができず、逆洗時間も通常必要とされる時間（4～6 分）の半分以下の 2 分程度しかない。

ろ過水はこの後、配水池連絡管の途中で、塩素滅菌されるが、塩素注入装置が故障している。浄水場にある配水池は 2 池からなる。有効容量は 1040m³ で、計画浄水量の約 3.5 時間分に相当する。上床版の一部防水モルタルの剥離、流入弁の故障以外は概して良好である。

c . 配水管網

配水本管は石綿管 10"、鋳鉄管 8"の 2 本である。1995 年には配水本管の能力増強のため、あらたに石綿管 10"から分岐して PVC 8 が 2km にわたって布設された。給水区域は 7 地区に分割されており総給水栓数は 6,999 栓ある。浄水場から配水される地区は市の西部、中心部、南部、東部の一部であるが、市中心部および東部地域で水不足の状況にあり、市の東部地域、北部地域は上で述べた 2 本の深井戸から地下水でまかなわれている。市の担当部署には漏水防止のためのチームが編成されている。

(7) フティアバ

1) 上位計画、他計画の実施状況

市の上水道関係の開発計画としては Rio Amayito (湧水) の送水路改修計画、情報開示、給水メーターの設置、水道料金値上げ、新しい水源の開発が上げられる。新規水源の開発候補地として Acequia, Valencia の2 湧水が考えられているが詳細調査は未着手である。都市部のほぼ全域に渡る配水管網の拡張と更新は BID 融資の PDM II による事業によって実施されている。新規の援助計画は現在なく、要請も本件以外には行われていない。

a . 湧水 Rio Amayito の送水管改修計画 (Agua Tibia の事業、 BID PDM II)

湧水 Rio Amayito (湧水量 60 ㍓/秒) のポンプによる送水石綿管 8 " は 30 年前に建設されたもので、路線が私有地を通過しており、管が老朽化し、漏水、盗水が多いため導水管の路線変更を行うものである。設計送水量 21.8 ㍓/秒、市内の配水タンク 1200m³ までの延長が約 6.5km である。現在の揚水量は 45 ㍓/秒であるが街の配水タンクには盗水、漏水のため 25 ㍓/秒程度しか到達していない。改修工事は INFOM からの融資 3 百万 Q. によって実施されるもので、2001 年 5 月末に着工、工事期間は約 6 ヶ月を予定している。計画送水量は 55 ㍓/秒で、工事内容は、既存送水石綿管 8" の PVC10" への交換、送水ポンプ 2 台 (60HP、40HP) のうち 1 台の交換 (60HP 2 台) である。ポンプは昼夜交互に 1 台のみ運転されている。電気供給上問題があり、24 時間連続したポンプの運転が出来ない。Rio Amayito 事業は Agua Tibia の水を地元の Amaito 村に送るための補償事業であり、夜間に Amaito 村の 30 ~ 50 世帯の住民に対して、5 HP のポンプにて給水を行う。

b . 配水管網の拡張及び復旧

BID の PDM II による融資事業 (BID 認可 1997 年 9 月 17 日、実施期間 1997 年 11 月 ~ 1999 年 12 月)、出資額は 7,590,707Q. である。

井戸 (口径 10") 3 本の建設、ポンプ、塩素注入装置の設置、送水管 4"、6"、4354m
1200m³ タンクの建設、既存タンク (600m³、1200m³) までの連絡管 PVC 15"、684m、
PVC 12" ~ 2"、総延長 38.7km、給水栓接続及びメーター設置 5,343 カ所

2) 水源の状況、水源量、水源水質

a . 浄水場水源

市の都市部に対する水源は、本要請の浄水場の処理水源として、Amayo 川、Chaperno 川の 2 川があり、その他に Rio Amayito の湧水 (Agua Tibia)、PDM II によって建設された深井戸 3 本がある。Amayo 川の取水は浄水場より約 3.65km 上流に設置された固定堰によって行われていたが、1998 年 10 月に発生したハリケーン・ミッチによる洪水によって被

災し、導水管が流失した。現在は堰の約 2.1km の下流で仮設の取水口を設けて取水を行っている。本水源域には人家があるが、コーヒー園等の農園はない。乾期の水量は少なく、常時わずかな濁りがある。Chaperno 川の取水堰は浄水場から約 2.1km の地点に設けられている。周囲には人家あり、両河川共に、川で洗濯をしたり、家庭排水の流出がある。Amayo 川、Chaperno 川の原水は、浄水場の沈澱池流入部にて混合されている。両河川の水量は、特に 1 月からの乾期に、昔に比べて減少している。理由としては、上流域に部落が出来て湧水を使用するようになったこと、森林の伐採がおこなわれたこと、が上げられている。また、これらの原因により、河川の水質は悪化しているといわれる。雨期の濁度が上がっており、ろ過池の清掃回数が近年増えてきている。

b . 他水源

他の水源としては Rio Amayito の湧水 1 ヲ所、街中の深井戸 3 本がある。No.1、No.2 の井戸水は EC、TDS、塩分濃度、アルカリ度、硬度、塩素イオン濃度、硫酸イオン濃度、フッ素濃度、マンガンの濃度が高く、飲料用としては好ましくない。No.3 の井戸は水質が良い。湧水の水は硫黄分が含まれているとのことである。

表 2.15 フティアパ給水地区内の井戸水質

井戸水	EC	pH	TDS	鉄	マンガン	硫酸イオン	フッ素	塩素イオン
	$\mu\text{S}/\text{cm}$		$\text{mg}/\text{リットル}$	$\text{mg}/\text{リットル}$	$\text{mg}/\text{リットル}$	$\text{mg}/\text{リットル}$	$\text{mg}/\text{リットル}$	$\text{mg}/\text{リットル}$
No.1mini-complejo	2790	7.3	1380	0.19	0.3	1425	4.75	125
No.2 bodega-municipal	2630	7.4	1320	0.41	0.4	1500	4.0	128
混合	677	7.8	324	0.36	0.1	250	-	29.5

c . 水源流量及び取水量

Amayo 川、Chaperno 川の流量は乾期、雨期また降雨直後に大きく変化する。乾期の流量が最低となる 5 月の浄水場取水量は、雨期のピークである 11 月頃の 25% 程度である。乾期の河川流量は少なく、ほぼ全量取水しているが、降雨後急激に水量が増える。Amayo 川、Chaperno 川からの導水管の設計容量は各、27.95 $\text{リットル}/\text{秒}$ 、14.6 $\text{リットル}/\text{秒}$ であり、合計容量は 42.55 $\text{リットル}/\text{秒}$ であるが、雨期や乾期の降雨後はこの流量の浄水場での取水が可能となる。浄水場担当者によると、雨期の 6 ~ 1 月の Amayo 川からの取水量は 35 ~ 40 $\text{リットル}/\text{秒}$ 、川の水は仮設の堰を常に越流しているとのことである。Chaperno 川との合計流量は雨期 42 $\text{リットル}/\text{秒}$ 以上、乾期 15 ~ 18 $\text{リットル}/\text{秒}$ とのことである。Rio Amayito 湧水の送水量は、現在は漏水、盗水が多く、市内への到達量は 25 $\text{リットル}/\text{秒}$ 程度であるが、送水管改修後は 55 $\text{リットル}/\text{秒}$ が計画されている。井戸 3 本の取水量 Chaparon 9 $\text{リットル}/\text{秒}$ 、Bodega 9 $\text{リットル}/\text{秒}$ 、Mini-complejo 8 $\text{リットル}/\text{秒}$ の計 26 $\text{リットル}/\text{秒}$ である。よって、各水源取水量の合計は下表に示す通り、現況では雨期 94 $\text{リットル}/\text{秒}$ 、乾期 67 $\text{リットル}/\text{秒}$ 、計画値は雨期 123 $\text{リットル}/\text{秒}$ 、乾期 96 $\text{リットル}/\text{秒}$ である。

表 2.16 フティアパの現況給水量 (ℓ/秒)

期別	浄水場	湧水	井戸	合計
雨期	42.55	25	26	94
乾期	15~18	25	26	67

表 2.17 フティアパの計画給水量 (ℓ/秒)(Agua Tibia の事業完了後)

期別	浄水場	湧水	井戸	合計
雨期	42.55	55	26	123
乾期	15~18	55	26	96

3) 施設現況

a. 取水工

Chaperno 川の取水工は 1972 年、Amayo 川の取水工は 1987 年に建設された。両取水工ともコンクリートの固定堰である。浄水場の主要水源である、Amayo 川において、ハリケーン・ミッチの洪水により橋梁の破損、取水堰の部分的損傷、堰底の河床洗掘、浄水場への導水管の破壊 (PVC 8"、6"、4"、約 912m)、流失があった。市では応急的に復旧して、取水口を下流 (沈砂池上流約 300m 付近) に設けている。堰は河床の転石を積み重ねただけの仮設で、PVC 6" 管を取り付けて取水を行っているが、雨期の流量に対しては不安定で、洪水に対しては決壊の可能性が強い。Amayo 川の取水工、道水管については被災せず、特に問題はない。

b. 導水管

Chaperno 川の導水管は 1972 年に建設され、1987 年に改修、石綿管 4" を PVC 4" に更新した。導水管 PVC 4" の設計流量は 14.6 ℓ/秒、浄水場までの延長 2365m で、途中 613m 地点に沈砂池がある。Amayo 川の導水路は 1987 年に建設、PVC 8"、6"、4" で、設計流量 27.95 ℓ/秒、沈砂池までの延長 912m、沈砂池以降浄水場までの延長は 2736m (石綿管 5"、4"、11.5 ℓ/秒と PVC 6"、4"、16.45 ℓ/秒が併設) で合計延長 3648m である。

c. 浄水場

浄水場の建設時期は 1960~1962 年で、1970~1972 年に改修 (沈澱池に隔壁設置 4 槽化、他) を行っている。ろ過池は 3 池あるが、雨期は 2 池、乾期は 1 池、1 池は予備としてローテーションで使用している。ろ過速度は設計容量に対して 3.5m/日とガイドライン値を満足している。また、沈澱池容量も充分である。但し、ろ過砂は約 20 年前以来交換していない。削り取りをして洗砂を行った後にろ過池内に戻すことを繰り返しているが徐々に損耗している。ろ過砂層厚の不足、ろ過砂粒度組成の不良のため全量交換の必要がある。

雨期における濁度の悪化のため、ろ過砂表面削り取りの頻度は昔は3ヶ月に1回であったのが、最近では2週間に1回と増えている。削り取り厚は10～12cm。削り取った砂は地面に設けたコンクリートの浅い叩き（L5×W5×H0.15m）に入れてホースで水をかけながら、熊手状のものでかき回して洗っている。ろ過池の集水管は6"の石綿管である。集水穴を下方に向けて管を設置すべきであるが、上下逆に設置されている。ろ過池の壁にひび割れがある。場内からの排水管が詰まっており、沈澱池の排水、ろ過池の排水ができず排泥機能が停止している。沈澱池は排水不良のため清掃が不可能で過去3年間清掃を行っていない。汚泥の排出が不可能な状態であり、排水管12"の付け替えが必要である（延長約330m）。

d . 送水管、配水池

浄水場からの送水管は1972年にINFOMが設計、街中の配水タンク1200m³まで石綿管10"、8"、6"、延長5.8km、設計流量21.5ℓ/秒であったが、1987年に、PVC 10"、3.6km、PVC 8"、2.3km、設計容量42.55ℓ/秒に改修された。街中の配水タンクは1200m³、1200m³、600m³、100m³の4池で、合計容量は3100m³である。日平均給水量8050m³/日の39%で計画値の35%を上回っている。市は一日4時間の給水時間制限をおこなっている。1200m³タンクの給水時間は、雨期に午前5～7時、午後4～6時の朝夕2時間の計4時間で、その他の時間はバルブを占めて貯水する。乾期はさらに状況が悪い。市内の給水地区外ではコミュニティ組織を作って井戸を使用している。

e . 配水管網

先に述べたように、フティアパではBIDのPDM IIにより、配水管網の更新が1999年迄に実施されている。PVC 12"～2"、総延長38.725km、給水栓接続及びメーター設置5343カ所である。住民に対するヒアリングによると、配水地区の給水状態としては、給水制限を行っているため、水が出る時間帯は朝6～8時、夕5～9時で、水量、水圧は場所により異なるが一般的に乾期は水圧が低く出が悪い。出る時間が決まっているため、蛇口を開けておき、容器に貯留する。浅井戸を持つ家庭もあるが、井戸の水を炊事に利用し、水道水より井戸水に水質的に信頼性を置いている。また、ミネラルウォーターを飲料用に買う場合が多い。雨期は水道水に濁りがある。

4) 施設の改修方針

a . 浄水場

Rio Amayito は湧水量が多いため都市域の主要水源となっているが、管路の送水ロスが多いためこの復旧を第一に考えている。しかしながら、この湧水はポンプで街中の配水タ

ンクに送水されているために電力費が高んでいる。また、2本の井戸は水質が悪い。一方浄水場については運転経費が安く、従って市では、浄水場からの給水量を増やすことを希望し、井戸については乾期の給水の補完、非常時の使用としたい考えである。浄水場原設計量は Amayo 川 28 ㍓/秒、Chaperno 川 14 ㍓/秒の合計 42.55 ㍓/秒である。乾期の取水可能量は 18 ㍓/秒程度であるが、雨期においても既に、都市部の需要量を満足しない状況にあるため、原設計容量 42 ㍓/秒 (3630m³) までの回復を目的とする。

b . Amayo 川取水口及び導水管

浄水場の復旧に伴い、ハリケーン・ミッチにて被災した Amayo 川取水口、沈砂池までの導水路の復旧及び、沈砂池の改修を行う。既存の取水口の位置は河川の狭窄部で岩が露出しており堰位置としては最適である。堰を復旧することは可能であるが、導水管の復旧が問題である。導水管は洪水によって沈砂池の上流の左岸に近い河床部約 200m 区間を残して流失している。導水管は取水堰から沈砂池の間、洪水の影響を受けない河床外の地盤の高い位置に布設し直すことが必要であるが、左岸は私有地になっており、地形も斜面が多く複雑で、路線選定、用地交渉、工事のいずれも問題となる。またさらに大規模な洪水があった場合、左岸の洗掘が容易に予想される。従って、現在の仮設の取水地点に取水堰を建設し、河床部ではあるが洪水の被害を受けなかった部分を生かして、沈砂池に至るまでの約 290m の区間の導水管を更新することが望ましいと判断される。

取水堰の設置地点は現在の仮設の取水地点とする。河川の全体幅は約 30m あるが、この部分は川の湾曲部の外縁部であり、常時は安定した川のみオ筋となっている。河川の中央部は土砂、転石が多量に堆積している。左岸と河床の一部には岩が露出しており、固定堰の設置場所としては適している。河床のみオ筋に堰長 8m 程度の固定堰を設置することが望ましいと考える。導水管は PVC 200 とし、コンクリートで巻きたて、河床に土被り 1.0 で布設し、上部はじゃ籠で補強する。沈砂池流入部に水流調節用バルブと、土砂吐バルブを設置する。洪水時は水量調節バルブを閉鎖し、流水の導水管内への流入を防止する。

5) 人口、給水需要量、水需要予測

市の給水対象は都市部であり、農村部においては各コミュニティが湧水、井戸等独自の水道施設を運営する。2001 年人口は市全体で 92,890 人、都市部で約 32,000 人である。水道のない家庭は個人の浅井戸、もらい水、共同水栓を使用している。給水栓接続数は 5343 ヲ所、内公共施設 (学校、病院、消防署等) 70 ヲ所を除いた 5273 ヲ所が一般家庭である。乾期の水不足は深刻である。現在の水の使用量は、聞き取りによると、水の出の良いところで 150 ㍓/日/人 ~ 悪いところで 50 ㍓/日/人と考えられる。しかしながら、水の供給状態が悪いため、蛇口を開けっ放しにして、家庭用貯水槽であるシステルナや、ピラにためようとする

ることや、水道料金が固定制 4.25Q./月で、使用量をベースにした料金制がとられていないことから水の出るところは必要以上に貯めようとしたり、水を無駄に使う傾向がある。

6) 運営維持管理体制

浄水場の管理組織はオペレーター 1 人、守衛 1 人、人夫 6 人で人夫は、普段は別の作業を行い、削り取り作業時に皆で作業する。給水栓接続の増加数は 1999 年 50 件、2000 年 126 件、2001 年 11 件である。1999 年、2001 年ともに 100 軒以上の申請があったが、給水量に限界があり、この数値の工事に留まっている。水道料金は現在基本料金しかとっていない。古い管網の時は給水メーターの計量をしていたが、現在メーターは読んでいない。

(8) 計画対象施設の状況のまとめ

本計画対象の浄水場は建設から 16～39 年を経過しており、この間の人口増加による給水量の増加に対応するため、増改築を重ねてきている。しかしながら、設備の老朽化、水源水質の変化のために施設機能は低下し、市民の要求に答えられるような満足な運転が行われていないのが実情である。要請対象都市の上水道の状況、計画対象施設の状況については前述した通りであるが、計画対象浄水場の状況を下記にまとめる。図 2.7 に都市部の上水道施設位置を、図 2.8 に計画対象浄水場施設の配置概要を示す。

表 2.18 要請浄水場施設の概要

項目	単位	モラレス	莽加アナゴ	ラビナル	サ・ハロエ	アキラス	ハラバ	フティアバ
建設年度		1979	1974	1970 1984 改修	1984 1989 改修	1985	1927 1967 改修	1962
設計容量	m ³ /日	2,160	1,340	1,210	1,210	3,890	7,350	3,630
	リ/秒	25.0	15.5	14.0	14.0	45.0	85.0	42.0
凝集剤処理		無	無	無	無	無	有	無
着水井	池	1	1	無	1	1	無	1
フック形成池		無	無	無	無	無	1 池	無
沈澱池	池	普通沈澱池 (傾斜板式) 2	普通沈澱池 (横流式) 2	普通沈澱池 (横流式) 2	普通沈澱池 (傾斜板式) 2	普通沈澱池 (傾斜板式) 2	薬品沈澱池 (横流式) 3	普通沈澱池 (横流式) 2
ろ過池	池	緩速ろ過 2	緩速ろ過 2	緩速ろ過 3	緩速ろ過 2	緩速ろ過 3	急速ろ過 3	緩速ろ過 3
配水池	池	2	2	2	1	2	2	無
塩素注入室	室	1	1	1	1	1	1	1

個々の対象施設に関する主な問題点は以下に記述する通りである。これらの欠陥から、水質基準を満たさない水（特に濁度）が市民に対して供給されており、市民の水道水の水質に対する信頼度は極めて低いものとなっている。また、原水濁度に対応できずに降雨後は運転

を停止する場合が多く、水源量の不足とは別の浄水場運転機能上の問題を原因として、水供給の安定性が保たれない状況にある。表 2.19 に問題点を整理した。また、表 2.20 に既存浄水場の処理能力の検討、表 2.21 に既存ろ過池のろ過砂の分析結果を示す。問題点を整理すると以下の通りである。

- a . 流入の導水管の本数、流入位置が不規則で、流入調整用バルブがなく、流入量調整ができないものが多い。(モラレス、チチカステナンゴ、エスキプラス、フティアパ、4 地区)
- b . バイパス管を使用し、取水量の一部はろ過池を通さずに配水池に直接送水されている。(モラレス、チチカステナンゴ、ラビナル、サン・ヘロニモ、エスキプラス、5 地区)
- c . 全浄水場において、着水井が小さく滞留時間は基準値の 60~6%にすぎない。そのため、水位の安定効果が得られておらず、流量測定用の越流堰が設置されているものもあるが、測定精度が悪い。
- d . 近年、特に雨期の原水濁度が上昇しているが浄水場の能力が対応できず、処理後の水質濁度が基準値を満足しないばかりか、降雨直後の高濁度時には運転を停止している。また、雨期のろ過池の閉塞頻度が多くなり、スキトリの回数が増えつつある。(モラレス、チチカステナンゴ、ラビナル、エスキプラス、フティアパ、5 地区)
- e . 傾斜板を使用したモラレス、サン・ヘロニモ、エスキプラスの沈澱池は、その傾斜板が破損しており、沈澱機能を果たしていない。普通沈澱池とした場合の表面負荷率は基準値を 6~8 倍超過している。
- f . 沈澱池の整流壁、越流トラフが不十分である。(全地区)
- g . ろ過池の集水管について口径・設置密度の不足、集水管設置方法の不良、管材質(石綿管)等の問題がある。(モラレス、チチカステナンゴ、ラビナル、ハラパ、フティアパ、5 地区)
- h . ろ過砂の層厚が不足している。既存ろ過池の砂層厚は現在 40~60cm で、必要量(急速ろ過 60~70cm、緩速ろ過 70~90cm の 5~7 割程度の層厚しかない。(全地区)
- i . 全ての浄水場において、ろ過砂の品質が不良である。どのろ過砂も汚れや不純物の混入が多い。2.0mm 以上の粒度の粗砂が多く、ラビナルでは 74.6%、モラレスでは 67.4%、ハラパで 43.3%、その他の地区でも 5~17%含まれている。粒度組成の極端に悪いラビナル、モラレスを除いても、均等係数は 2.1~3.3 と基準値を外れている。また、2.0mm 以上の粒度の砂を除外した試料についての分析結果においても、有効径、均等係数が共に基準値を満足するものがない。既存のろ過砂自体を、無処理でこのままろ過砂として使用することは不相当である。
- j . ろ過水の引き出し水位調整機構の不良、逆送管の設置が無い等の問題がある。(モラ

- レス、チチカステナンゴ、ラビナル、サン・ヘロニモ、ハラパ、フティアパ、6地区)
- k . 処理量に対してろ過面積が狭く、ろ過速度は、緩速ろ過池のチチカステナンゴ、ラビナル、サン・ヘロニモ、エスキプラスでは 6.2~8.5m/日、急速ろ過池のハラパでは 157.1m/日と基準値を超える速いものになっている。
 - l . ろ過池、配水池等の池からの漏水がある（モラレス、エスキプラス、フティアパ、3地区）
 - m . 配水池流出側に流量計の設置がない。（全地区）
 - n . 塩素注入室の位置の不適切、塩素注入器の不良（モラレス、チチカステナンゴ、ラビナル、エスキプラス、ハラパ、フティアパ、6地区）
 - o . 管理用事務室の設置がない（モラレス、ラビナル、サン・ヘロニモ、エスキプラス、フティアパ、5地区）