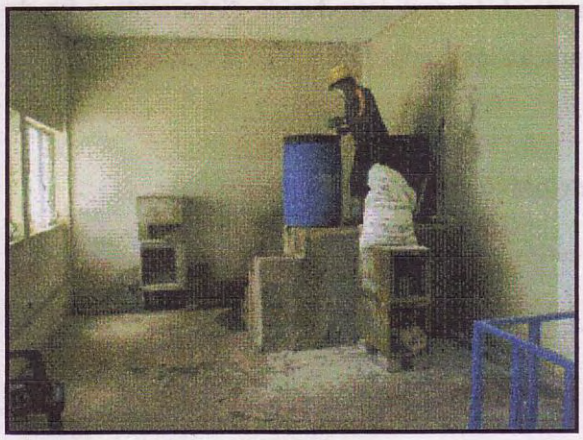
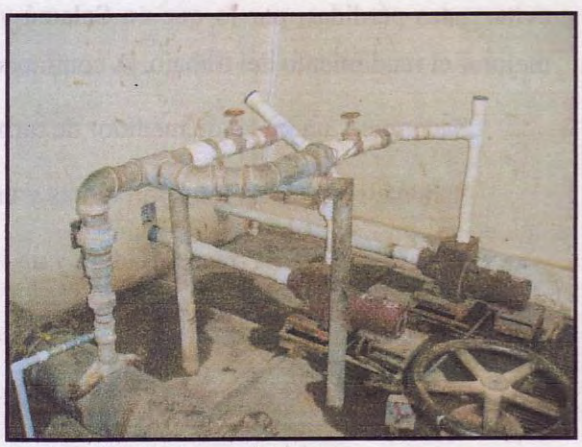
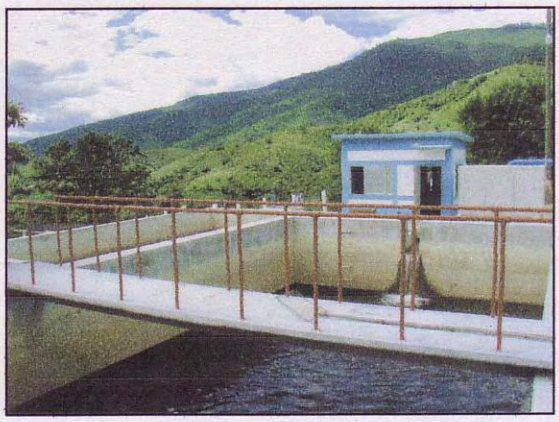


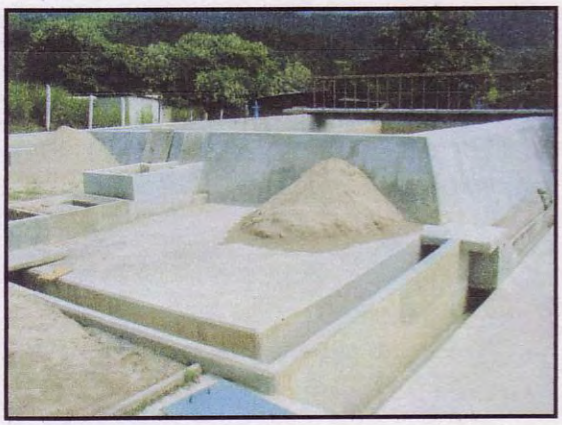
[写真 19]（サナラテ市浄水場）
サナラテ浄水場内の凝集剤注入風景。注入機故障のため、凝集剤（硫酸アルミニウム）の溶解注入作業はドラム缶を使用して手作業にて行われている。



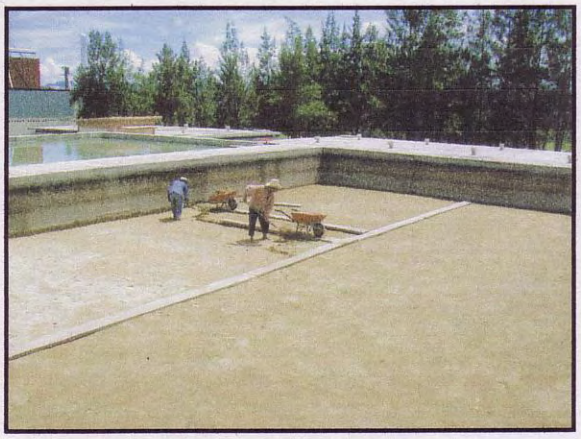
[写真 20]（サナラテ市浄水場）
サナラテ浄水場内の第1系統用逆洗水揚水ポンプ。老朽化と容量不足により適切な逆洗作業が行えない。



[写真 21]（サンヘロニモ市浄水場）
サンヘロニモ市の浄水場.。第2次地方浄水場改修計画にて緩速ろ過池の改修を行った。常時3名でろ過池が管理されており、運転状況は良好である。



[写真 22]（サンヘロニモ市浄水場）
サンヘロニモ市の浄水場　砂洗場　ろ過池横にコンクリートの洗い場、水路を設けており、手作業で砂の洗浄を行っている。



[写真 23]（エスキプラス市浄水場）
エスキプラス市の浄水場の緩速ろ過池　砂掻取り作業。第2次地方浄水場改修計画にて改修を実施。管理状況は良好で、24時間給水が行われている。

[写真 24]（エスキプラス市浄水場）
エスキプラス市浄水場の洗砂場
砂の判出入の作業の労務負担が大きく、砂の洗浄作業にも時間を要している。

【図表ﾘｽﾄ/略語一覧】

表一覧

表 1.1.1　既存の地方浄水場ﾘｽﾄ(25 箇所) …… 1-1
表 1.1.2　下痢性疾患の現状(厚生省、2004 年) …… 1-2
表 1.1.3　グ国における就業構成 …… 1-3
表 1.2.1　要請の内容 …… 1-5
表 1.3.1　日本政府の援助実績 …… 1-7
表 2.1.1　INFOM の財務状況 …… 2-2
表 2.1.2　各市水道事業に関わる職員数 …… 2-4
表 2.1.3　現行の水道料金 …… 2-6
表 2.1.4　サナラテ市の財政収支 …… 2-9
表 2.1.5　サラマ市の財政収支 …… 2-9
表 2.1.6　カバーニャス市の財政収支 …… 2-10
表 2.2.1　上水道サービス普及率と生活用水源の形態 …… 2-11
表 2.2.2　電気･生活用燃料の普及率 …… 2-11
表 2.2.3　ﾄｲﾚ設備の普及率 …… 2-11
表 2.2.4　サンヘロニモ流量観測所(INDE)観測データ …… 2-12
表 2.2.5　河川取水地点の推定渇水流量 …… 2-12
表 2.2.6　3 市都市部近傍の月降雨量及び平均気温 …… 2-13
表 2.2.7　3 市河川流域の降雨量及び降雨日数 …… 2-14
表 2.2.8　地質調査項目 …… 2-15
表 2.2.9　地質調査実施数量 …… 2-15
表 2.2.10　地質調査結果 …… 2-15
表 2.2.11　要請対象浄水場の浄水方式と給水概要 …… 2-17
表 2.2.12　計画対象地域の標高及び流域面積 …… 2-17
表 2.2.13　取水工、導水路の概要 …… 2-17
表 2.2.14　既存施設の概要 …… 2-18
表 2.2.15　配水管網内の施設 …… 2-18
表 2.2.16　既存浄水場施設の機能診断 …… 2-19
表 2.2.17　既存ろ過池のろ過砂分析結果 …… 2-19
表 2.2.18　水質調査結果の概要 …… 2-26
表 2.2.19　雨期 7 月～8 月における原水濁度の状況 …… 2-28
表 2.2.20　各戸給水水質分析結果 …… 2-28
表 2.2.21　サナラテ市浄水場水質分析結果集計表 …… 2-29
表 2.2.22　サラマ市浄水場水質分析結果集計表 …… 2-30
表 2.2.23　カバーニャス市浄水場水質分析結果集計表 …… 2-31

表 2.2.24　サナラテ市浄水場導水管通水量の計測値 …… 2-34
表 2.2.25　サナラテ市浄水場内送水量の測定値 …… 2-36
表 2.2.26　サナラテ市浄水場浄水濁度の測定値 …… 2-36
表 2.2.27　サナラテ市各戸給水における水質状況 …… 2-41
表 2.2.28　サラマ市浄水場の導水到達量及び濁度測定値 …… 2-44
表 2.2.29　カバーニャス市浄水場の導水到達量及び濁度測定値 …… 2-52
表 2.2.30　アンケート調査対象母集団 …… 2-54
表 2.2.31　社会状況に関するアンケート調査結果 …… 2-54
表 2.2.32　就業構成率 …… 2-55
表 2.2.33　貯水槽所有、隣家への分水率 …… 2-56
表 2.2.34　用途別水利用状況 …… 2-57
表 2.2.35　給水サービス時間 …… 2-57
表 2.2.36　水因系疾病発症数 …… 2-58
表 2.2.37　水利用上の衛生観念 …… 2-58
表 2.2.38　給水水質状況 …… 2-58
表 2.2.39　水道サービスの満足度 …… 2-58
表 2.2.40　給水に対する要望 …… 2-58
表 2.2.41　不満発生時期及び頻度 …… 2-59
表 2.2.42　公共料金の支払額 …… 2-59
表 3.1.1　プロジェクトの基本構想 …… 3-1
表 3.2.1　要請対象の選定審査結果 …… 3-9
表 3.2.2　日平均給水需要量の算出方法 …… 3-11
表 3.2.3　直接給水人口の検証 …… 3-12
表 3.2.4　人口増加率 …… 3-12
表 3.2.5　サナラテ市水道料金徴収実績 …… 3-13
表 3.2.6　要請対象市センサス集計表 (2002 年 INE) …… 3-15
表 3.2.7　給水需要量の予測 …… 3-16
表 3.2.8　浄水場の改修計画容量 …… 3-18
表 3.2.9　サラマ市浄水場の処理量配分 …… 3-24
表 3.2.10　浄水場使用電力 …… 3-28
表 3.2.11　変圧器容量 …… 3-28
表 3.2.12　既存浄水場施設の機能診断 …… 3-29
表 3.2.13　改修施設の機能診断 …… 3-30
表 3.2.14　施設改修方法のまとめ …… 3-31
表 3.2.15　施設改修計画の概要 …… 3-32
表 3.2.16　要請と改修計画案の比較表 …… 3-33
表 3.2.17　改修計画の機材内容 …… 3-34

表 3.2.18　調達機材ﾘｽﾄ …… 3-35
表 3.2.19　サナラテ市の施設改修計画内容 …… 3-36
表 3.2.20　サラマ市の施設改修計画内容 …… 3-39
表 3.2.21　カバーニャス市の施設改修計画内容 …… 3-41
表 3.2.22　プロジェクトの施工区分 …… 3-49
表 3.2.23　主要資機材の調達先 …… 3-51
表 3.2.24　ソフトコンポーネント最終目標と確認方法 …… 3-53
表 3.2.25　ソフトコンポーネント指導チェック項目案 …… 3-53
表 3.2.26　ソフトコンポーネントの活動 …… 3-54
表 3.2.27　ソフトコンポーネント実施工程･成果品 …… 3-55
表 3.2.28　ソフトコンポーネント詳細投入計画 …… 3-55
表 3.2.29　事業実施工程 …… 3-57
表 3.2.30　プロジェクトの効果指標 …… 3-57
表 3.4.1　ソフトコンポーネント実施項目 …… 3-64
表 3.4.2　運用指導実施項目 …… 3-64
表 3.5.1　日本側負担事業費 …… 3-65
表 3.5.2　グ国側負担事項に係る費用予測 …… 3-66
表 3.5.3　3 市の水道課改編職員数 …… 3-67
表 3.5.4　電力負荷区分と電気料金 …… 3-68
表 3.5.5　運転･維持管理費の内訳比率 …… 3-70
表 3.5.6　運転･維持管理費算定表 …… 3-71
表 3.5.7　水道料金試算結果 …… 3-73
表 3.5.8　試算水道料金の評価 …… 3-73
表 3.5.9　水道料金算出表 …… 3-74
表 3.5.10　動力費算出表 …… 3-76
表 3.5.11　水源別使用量及びポンプ運転時間 …… 3-78
表 3.5.12　薬品費算出表 …… 3-79
表 3.5.13　浄水場、井戸生産量及び有収水量 …… 3-80
表 4.1.1　プロジェクト実施による効果と現状改善の程度 …… 4-1

図一覧

図 1.1.1　適切な水源を所有しない住民の割合 …… 1-2
図 1.2.1　調査対象地域の分布 …… 1-5
図 1.2.2　既存浄水場の処理フローと要請内容 …… 1-6
図 2.1.1　INFOM の組織図 …… 2-1
図 2.1.2　サナラテ市役所組織図 …… 2-4
図 2.1.3　サラマ市役所組織図 …… 2-5

図 2.1.4　カバーニャス市役所組織図 …… 2-5
図 2.1.5　3 市の歳入･歳出の推移と 2005 年度予算 …… 2-8
図 2.2.1　3 市の月平均降雨量、平均気温 …… 2-11
図 2.2.2　サナラテ市浄水場位置及び施設概略配置図 …… 2-20
図 2.2.3　サラマ市浄水場位置及び施設概略配置図 …… 2-21
図 2.2.4　カバーニャス市浄水場位置及び施設概略配置図 …… 2-22
図 2.2.5　サナラテ市既存浄水場現況図 …… 2-23
図 2.2.6　サラマ市既存浄水場現況図 …… 2-24
図 2.2.7　カバーニャス市既存浄水場現況図 …… 2-25
図 2.2.8　サラマ市 EU プロジェクトの浄水場計画図 …… 2-42
図 2.2.9　月平均所得の分布 …… 2-55
図 2.2.10　用途別水道利用状況 …… 2-57
図 2.2.11　住民に対する 24 時間給水サービス率 …… 2-57
図 2.2.12　水道サービスに対する不満度と希望事項 …… 2-58
図 2.2.13　水道サービスの問題発生時期と発生頻度 …… 2-59
図 2.2.14　現状の水道料金支払額 …… 2-59
図 2.2.15　水道料金支払い可能額 …… 2-59
図 3.2.1　浄水場施設容量決定のフローチャート …… 3-7
図 3.2.2　改修方法の選定フローチャート …… 3-8
図 3.2.3　給水需要量の推定 …… 3-14
図 3.2.4(1)　サナラテ市浄水場基本設計図 …… 3-43
図 3.2.4(2)　サラマ市浄水場基本設計図 …… 3-44
図 3.2.4(3)　カバーニャス市浄水場基本設計図 …… 3-45
図 3.2.5　プロジェクト実施体制 …… 3-46

略語一覧

ACP	アスベストセメント管
AECI	スペイン国際協力公社(Agencia Española de Cooperación Internacional)
A/P	支払授権書(Authorization to Pay)
B/A	銀行取極（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 Guatemalateca de Normas）
DDM	地方都市地方分権化･開発ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ (Programa para la Descentralización y el Desarrollo Municipal)
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(Fondo de Ayuda para Desarrollo)
FFU	合成木材(Fiber reinforced Foamed Urethane)
FIS	グアテマラ社会投資基金(Fondo de Inversión Social)
FRP	繊維強化プラスチック(Fiber reinforced Plastic)
GDP	国内総生産（Gross Domestic Product）
GNP	国民総生産(Gross National Product)
GPM	ガロン/分(Gallon per Minute)
GTZ	ドイツ技術協力公社(Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit)
G 値	速度勾配値
GT 値	速度勾配値(G 値)×滞留時間
HP	英馬力(Horse Power = 0.746kW)
HWL	高水位(High Water Level)
INAB	グアテマラ国森林局(Instituto National de Bosques)
INE	国家統計院（Instituto Nacional de Estadística）
INDE	国家電力公団(Institute Nacional de Electrificación)
INFOM	地方振興庁（Instituto de Fomento Mumicipal）
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)
JIS	日本工業規格（Japanese Industrial Standard）
JWWA	日本水道協会（Japan Water Works Association）
KfW	ドイツ復興金融公庫(Kreditanstalt für Wiederaufbau)
M/D	協議議事録(Minute of Discussion)
NGO	非政府組織(Nongovernmental Organization)
NTU	比濁度計濁度単位(Nephelometric Turbidity Unit. 1NTU=0.6～0.8 度)
O&M	運転維持管理(Operation and Maintenance)
PDM II	地方都市開発計画（Programa de Desarrollo Municipal）
ppd	ポンド/日(Pound per Day)
psi	Pound Square Inch(圧力単位 1 PSI=6.895kPa=0.07031kg/cm^2)
PVC	塩化ビニール（Polyvinyl Chloride）
Q	ケツァル（Quetzal グアテマラ国通貨単位）
SEGEPLAN	企画庁（Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia）
SINAFIP	グアテマラ予防財源システム(Sistema Nacional de Financiamiento de la Prevención)
TELGUA	グアテマラ電話公社
UNEPAR	地方水道プログラム実行部（Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales）
USAID	米国際開発局(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、面積10.9万km²、人口1,123万人で、コーヒー、砂糖、バナナ等の農産品を経済の根幹としており、2003年の一人当りGNPは1,951ドルである。36年間に及ぶ内戦状態にあったが、1996 年に和平合意が成立し、和平協定に盛り込まれた社会経済上の諸課題に取り組んでいる。しかし、地方部の開発は内戦によって大幅に遅れており、特に人口の約半分を占める先住民の生活水準は低いレベルにとどまっている。

グ国政府は、国家政策として全国民の貧富の経済格差是正、最低限の生活基盤の保障を目指しており、その中で上下水道及び衛生関連施設の充実に高い優先度が付けられている。また、良質な飲料水を安定供給することにより、国民の健康の改善、生活環境の改善、水因性疾患の軽減等を実現することが重要課題とされている。前政権の開発計画である「社会政策マトリックス2000～2004年」では、飲料水の供給に高い優先度が与えられ、特に地方部や貧困層を重視する方針が打ち出されており、現政権にもこの方針が引き継がれている。

グ国の地方都市では、主に水質の良い湧水や沢水を水道水源としてきたが、人口増加に伴い河川水への依存が高まり、1960年代にこれらを水源とする浄水場が全国25箇所に建設された。しかし、近年の地方都市部の急激な人口増に伴う水需要量増加、流域の開発や住民の生活排水の増加等による原水水質の悪化、建設後 30～40 年以上を経た浄水場施設の老朽化による処理能力低下が進み、浄水場の処理水供給能力は質、量ともに悪化している。一部の浄水場で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。このように不安定な給水事情のもと、多くの住民が飲料水として不適切な水質の水を使用せざるを得ない状況にある。また、住民にとって信頼性のある水道サービスが提供されておらず、下痢や水系伝染病発生の一因となっていると同時に、水道料金の徴収にも支障をきたし、水道事業の運営が困難になっている。

本計画の実施機関である地方振興庁（以下、INFOMと称する）は、上記の上位計画と課題を踏まえ、1996年に「地方浄水場改修アクションプラン」を策定し、ドナーの支援を受けつつ緊急性の高い地方浄水場から順次改修を開始した。我が国も「地方浄水場復旧計画(1998～2000年)」（6箇所）、「第2次地方浄水場改修計画(2001～2003年)」（7箇所）の2度にわたる無償資金協力により、13箇所の浄水場改修に協力を行い、現在も順調な運転･維持管理が行われている。その他 9 箇所は他ドナーの支援(EU、FAD、BID 等)により改修され、同アクションプランは、あと 3 箇所の浄水場の改修を残すのみとなっており、グ国政府はアクションプラン達成を目指し「第3次地方浄水場改修計画」を日本国政府に対して要請してきたものである。

要請のあった 3 箇所の浄水場は、サナラテ市(処理量 6,000m³/日、急速ろ過、人口 21,800 人)、サラマ市(処理量 2,100m³/日、緩速ろ過、人口 17,800 人)、カバーニャス市（処理量 1,000m³/日、緩速ろ過、人口

7,200 人）である。いずれも建設後 40 年前後を経ており、施設の老朽化や装置の故障により本来の機能を発揮していない。また、凝集沈澱やろ過処理が不十分であるため、安全な水質が確保できておらず、浄水量も需要に追い付いていない状況にある。

要請内容は、対象 3 市の既存浄水場の改修及び導水管の一部更新からなる。改修の要請項目は浄水場によって異なるが、フロック形成池の新設、沈澱池の改修、ろ過池の新設、ろ過材の交換を含むろ過池の改修、逆洗用ポンプ設備の更新、凝集剤注入設備の新設、塩素注入設備の更新、導水管の更新等であった。

この要請に基づき、日本国政府は「第 3 次地方浄水場改修計画」に係る基本設計調査の実施を決定し、独立行政法人国際協力機構（以下、JICA と称する）は要請の背景、内容の妥当性確認及び計画内容策定のため、2005 年 8 月 28 日から同年 10 月 7 日まで、基本設計調査団をグ国に派遣した。同調査団は INFOM や対象 3 市と協議を行うとともに、現場調査、関連資料の収集等を実施した。同調査団は帰国後の分析において要請内容、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 JICA は 2006 年 2 月 9 日より同年 2 月 15 日までの間、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、その内容について協議を行った。本報告書はその結果を取りまとめたものである。

本プロジェクトは、3 市の既存浄水場において老朽化により失われた本来の処理能力の回復することを原則とし、他の給水施設を含めた各市の都市域全体の給水計画との整合性を図りつつ、計画目標年度である 2009 年の水需要に即した水量を供給することを目的とする。また現在、水質の悪い給水により下痢等の水因性疾患の危険に晒されている市民に対して、グ国の飲料水基準を満たす安全な水道水を供給することにより、地域住民の衛生環境を改善することを目標としている。そのために、浄水場関連施設の改修を行うとともに、各市に対してソフトコンポーネントによる技術支援を行うものである。現地調査の結果を踏まえ、本計画は下記の設計方針に基づいて策定された。

① 計画目標年度

本プロジェクトの計画目標年度は、日本が無償資金協力によって改修する浄水施設の全工事の完成が予定される 2008 年の翌年の 2009 年とした。

② 日本側の協力対象範囲

要請 3 市浄水場の協力対象としての適合性については、原水水質、原水水量、他計画との重複、送･配水施設の整備状況、施工上の阻害要因、運転･維持管理体制、裨益効果を検討した上で判断した。対象施設の範囲については、取水施設から浄水場敷地内の配水池までの施設とした。

③ 浄水場施設容量

本計画は老朽化した施設の改修を原則とするため、計画の基本は浄水場の当初の能力を回復させるこ

とにある。また、対象施設の建設年度は 30～40 年前と古いため、現状に即したものとするために、計画目標年度の給水需要量を計画処理容量とすることを基本とするが、河川の水源量や導水管の通水可能量がその需要量に満たない場合は、計画処理量はそれらの量によって制限される。結果として、サナラテ市は計画目標年度の日最大給水需要量、サラマ市は計画目標年度の日平均給水需要量、カバーニャス市は導水管の通水能力で、計画施設容量を決定した。

④ 水源量の補填

サラマ市、カバーニャス市の計画処理容量は計画目標年度の日最大給水需要量に満たない。その不足分の給水量の補填については、市内既存井戸の使用や新規井戸の建設等を市の負担事項として、各市が対応する予定である。

⑤ サラマ市の EU 建設沈澱池の活用

サラマ市からは、EU の援助によって建設され未完成のまま市に引き渡されていたサラマ市浄水場内の沈澱池について、日本側が本計画の支援対象とし計画に取り込むよう積極的な要請があった。また、EU グアテマラ支局は、この沈澱池は既にサラマ市に引き渡しており、その活用についてはサラマ市の要望に基づいて決められるものであり、EU は関与する立場にないことを表明した。日本側はこの要請を受け調査を行った結果、本沈澱池を有効利用することとして改修計画を立てた。

⑥ 浄水処理システム、凝集剤注入設備の選定

改修は既存浄水場の現行処理システムを活用し、原則として大幅な変更はしないことを基本とするが、現行システムでは原水水質に対応する処理ができない場合は処理システムの変更を行う。現行が急速ろ過システムであるサナラテ市浄水場については、原水濁度が年間を通じて高いため、凝集剤注入設備の改修を行う。サラマ市、カバーニャス市浄水場の緩速ろ過システムについては、原水濁度が継続して 30 度を超える場合を考慮し、凝集処理施設の設置の必要性について検討した。

⑦ 各市の運転･維持管理レベル及びコストの低減への配慮

本計画施設、設備の内容は各市の技術レベルで対応可能であるものでなければならない。また、電力、薬品等の運転･維持管理に係る経費を極力低減するように配慮した。

⑧ 浄水場施設の改修内容

施設の改修、整備内容として、(ア) 導水施設を含む施設の老朽化、能力低下に対する復旧、改善、(イ) 原水の高濁度化に対応し、安全な給水を行うための機能改善、(ウ) 適切な運転管理を行うための施設･設備機能の向上、(エ) 運転･維持管理費の縮減を図るためのシステム及び規模選定、(オ) 施設容量拡張のために必要とされる施設改善の項目について検討した。これらの項目に従い、施設改修の計画目

標年度の計画処理量を、「水道施設設計指針」の基準値に照らして機能診断を行い、機能値が基準値に満たない施設、設備について改修の対象とした。

⑨ 既往案件からのフィードバック

過去の無償資金協力により改修された浄水場の運転･維持管理状況を確認し、そこで得られた教訓を本計画にフィードバックした。定期的な水質監視とデータ蓄積は運転･維持管理を適正に行うために必要である。また、ろ過砂の適切な洗浄はろ過池の効率的使用にとって重要である。このため、水質検査器として比色式濁度計、緩速ろ過の洗砂作業用補助機材としてベルトコンベアの調達を行う。また、緩速ろ過池におけるろ過砂の洗浄作業に必要となる洗砂場の整備を行う。

⑩ 技術支援

プロジェクトの実施効果を高めるためには、施設の改修計画を行うと同時に、改修された施設を運転管理する要員の技術能力の向上を図る必要がある。施設建設直後に、コンサルタントによるソフトコンポーネントを通じて「浄水場の総合運転･維持管理理論と方法」の技術指導を、また施工業者による運用指導を通じて「施設設備の運転操作方法」に関する技術指導を行う。

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 3 市の浄水場全てとする。本計画の内容･規模は下記に示すとおりである。

検討の結果、緩速ろ過システムであるサラマ市、カバーニャス市の浄水場では、原水濁度は雨期において多少の降雨があっても 10 度以下と低く、連続して降雨がある場合に、年に 3～4 回濁りが発生することがあるが濁りは半日で改善する。従って、グ国の要請には、ろ過の前処理として凝集剤注入設備の設置、フロック形成地の新設が挙げられていたが、本計画においてこれらの設備、施設の導入は行わない。これによって、浄水場の運転が容易になり、凝集剤や電気代等の浄水場運転費用を抑えることができる。サナラテ市浄水場では、ろ過池 2 池の新設が要請されていたが、計画目標年度における給水需要量の検討の結果、1 池のみの新設とした。一方、要請には挙げられていなかったが、サナラテ市では通水障害を回復するための導水管付帯設備の改修、運転･維持管理上必要となる量水施設の設置、配水池の整備、機能不全改善のためのフロック形成池の迂流板やろ過池のろ過材、集水設備の更新を行う。サラマ市では、処理容量の大幅な改善のために緩速ろ過システム第 2 系統施設の新設、洗砂場の整備、量水施設の設置、場内送･排水管の整備、場外排水管の整備を、カバーニャス市では、導水管の付帯工の整備、洗砂場の整備、量水施設の設置、場内送･排水管の整備、場外排水管の整備を行う。その他事項は、要請内容と同じである。また、施設、設備の改修の他に、原水及び処理水の濁度を把握するために濁度計を、緩速ろ過用ろ過砂の洗浄作業のためにベルトコンベアの調達を行う。

1） 施設概要

表 1 既存施設の概要

項 目	単位	サナラテ市		サラマ市		カバーニャス市
建設年度	年	1962	1998	1968	2002	1973
系統名	-	第 1 系統	第 2 系統	第 1 系統	第 2 系統	-
処理システム	-	急速ろ過	急速ろ過	緩速ろ過	-	緩速ろ過
設計容量	ﾘｯﾄﾙ/秒	69		24		12
	m^3/日	5,960		2,070		1,040
系統別容量	ﾘｯﾄﾙ/秒	29	40	24	0	12
導水路	式	1		1 (EU 融資)		1 (FIS 融資)
着水井	池	1	1	1	-	無
最初沈澱池	池	1	1	無	-	無
流入量水設備	式	ﾊﾟｰｼｬﾙﾌﾘｭｰﾑ×1	越流堰×1	越流堰×1	-	無
凝集処理設備	式	注入機無し、手作業による	注入機無し、手作業による	無	-	無
フロック形成池	池	上下迂流式×1	上下迂流式×1	無	-	無
沈澱池	池	横流式薬品×2	傾斜板式薬品×6	横流式普通×2	横流式普通×2 (未完成)	横流式普通×1
ろ過池	池	急速×2	急速×8	緩速×2	-	緩速×1
逆洗浄設備	式	1 (高所タンク、ポンプ 2 台、)	無	無	-	無
ろ過砂洗砂場	式	無	無	2	-	無
処理水合流槽	池	1		無	-	無
塩素注入設備	式	1	無	1	-	1
処理水量水設備	式	無	無	無	-	無
配水池	池	2	3	2	-	3
場内送水管施設	式	1		1	-	1
場内排水管施設	式	1		1	-	1

表 2 施設改修の内容

項目	単位	サナラテ市		サラマ市		カバーニャス市
計画裨益人口	人	25,000		20,300		7,900
システム系統名	-	第 1 系統	第 2 系統	第 1 系統	第 2 系統	-
処理システム	-	急速ろ過	急速ろ過	緩速ろ過	緩速ろ過	緩速ろ過
計画設計容量	ﾘｯﾄﾙ/秒	77		52		18
	m^3/日	6,650		4,490		1,560
系統別容量	ﾘｯﾄﾙ/秒	47	30	20	32	18
導水路	式	1 (付帯工改修)		1 (改修無)		1 (付帯工改修,管路更新)
着水分水槽	池	無	無	1 (新設)		無
最初沈澱池	池	1 (設備改修)	1 (設備改修)	無	無	無
流入量水設備	式	1 (新設)	1 (新設)	無		無
凝集処理設備	式	1 (新設)	1 (新設)	無	無	無
フロック形成池	池	上下迂流式 2 (設備改修1、新設1)	上下迂流式 1 (設備改修)	無	無	無
沈澱池	池	横流式薬品×2 (設備改修)	傾斜板式薬品×6 (設備改修)	横流式普通×2 (設備改修)	横流式普通×2 (新設)	横流式普通×2 (既存1撤去、2 新設)
ろ過池	池	急速×3 (2 改修、1 新設)	急速×8 (設備改修)	緩速×2 (設備改修)	緩速×2 (2 池新設)	緩速×2 (1 改修、1 新設)
逆洗浄設備	式	1 (設備更新)	無	無		無
ろ過砂洗砂場	式	無	無	2 (改修)	2 (新設)	1 (新設)
処理水合流槽	池	1(改修無し)		無		1(新設)
塩素注入設備	室	1 (更新)	1 (新設)	1 (更新)		1 (更新)

項目	単位	サナラテ市		サラマ市	カバーニャス市
処理水量水設備	式	1 (新設)	1 (新設)	1 (新設)	1 (新設)
配水池	池	2(改修無)	3(改修無)	5 (2 新設)	2 (改修無)
場内送水管施設	式	1 (改修)		1 (改修)	1 (改修)
場内外排水施設	式	1(改修)		1 (改修)	1 (改修)
調達機材	台	濁度計 1		ベルトコンベア 4、濁度計1	ベルトコンベア 1、濁度計 1

2) 技術支援

ソフトコンポーネントによる浄水場運転管理技術指導

表 3　ソフトコンポーネントの内容

指導対象者	活動内容、必要技術	実施時期、期間、指導者	成果品
市水道部責任者	浄水場全般の運転理論、運転管理内容の理解	施設完成後実施 国内 0.17M/M 現地 1.10M/M 日本側コンサルタント 1 名	浄水場運転･維持管理マニュアル 講義、演習用資料
浄水場運転管理要員	浄水場の運転管理方法の理解、運転管理マニュアルを利用した適正な運転管理		
浄水場清掃作業要員	処理施設全体の排泥、清掃作業。緩速ろ過池の砂の掻き取り、洗砂、補充、敷き均し作業		

本計画は単年度で実施される。実施工期は 19 ヶ月（実施設計 6 ヶ月、工事期間 13 ヶ月）である。また、本計画の実施に係わる事業費は総額 6.43 億円（日本国側負担 6.41 億円、グ国側負担 0.02 億円）である。

本計画を実施することによる効果を以下に示す。

① 浄水処理量の増加

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、計画目標年度の給水需要量を満足させることが可能となる。本計画の実施によって、3 市の浄水生産量は計画実施前の 8,300m^3/日から実施後の 12,700m^3/日に 53%増加し、この増加分を給水量原単位にて換算すると約 17,000 人の給水人口の増加に相当する。また、現在 3 市平均で 100 ﾘｯﾄﾙ/人/日程度の浄水生産量は、本計画実施後に 150 ﾘｯﾄﾙ/人/日まで増加する。

② 給水水質の改善

本計画によって改修された既存の浄水場施設を適正に運転することにより、導水路を通じて浄水場に到達する全ての河川原水に対して適切な浄水処理を行うことが可能となり、処理水の水質はグ国の飲料水水質基準を満足する。また、量水設備の設置、塩素注入器の整備を行うことにより、全処理水に対して浄水処理量に応じた塩素の注入が適切に行われるようになる。

③ 運転経費の節減

サラマ、カバーニャス両市においては本計画対象の浄水場と市内の深井戸によって給水が行われている。

現在、サラマ市では対象浄水場の既存能力が低く、雨期においても浄水場の給水率は 52%であり、カバーニャス市では、沈澱池、ろ過池が機能不全のため、市内への給水の 100%を深井戸に頼っている。本計画の実施後は両市ともに、雨期においては計画給水量の 100%を改修対象の浄水場から給水することが可能となる。また、井戸の運転は動力費等の運転経費を必要とするが、浄水場による給水率が増加することにより、水道事業全体として大幅な運転経費の節減が可能となる。

④ 浄水場の運転･維持管理体制の整備

本計画の実施により浄水場の運転･維持管理を適正に行う組織体制が整う。また、コンサルタントによるソフトコンポーネントと、業者の運用指導による技術支援を行うことにより、本計画によって整備された施設や設備を、市の担当者が適切に運転･維持管理できるようになる。

⑤ 水道水に対する信頼回復及び水道料金改定の実現

本計画実施による給水量の増加、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回復が期待され、水利用の基礎である飲用用途率の増加が期待できる。さらには水道料金改定と併せて、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。なお、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。

① 市全体の上水道施設の有機的な運用

本計画により改修される浄水場は、市内の他の上水道施設（取水工、井戸、送･配水施設）を効率的に活用し、有機的運用を図ることが重要である。また、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の上水道施設や設備が本計画完了前に計画通り整備されていることが必要である。

② 協力対象浄水場に対応する送･配水施設の整備

本計画の実施によって浄水場の改修が行われ、浄水が質的、量的に確保されても、協力の効果が発現されるためには、既存の送･配水施設により浄水が有効に配水されることが前提となることから、市は送･配水施設の整備計画を策定し、実施することが必要である。

③ 乾期の水源量補填

サラマ市においては、乾期の水源水量の減少に伴って、計画目標年度である 2009 年の乾期には、市内の既存井戸を使用してもさらに約 16 ﾘｯﾄﾙ/秒の給水不足が生じると推定される。市は新規井戸の建設やカチル川水源利用に関する調査を行い、乾期の水源量補填策を実施することが必要である。

④ 浄水場施設の運転管理組織体制の整備

市は、浄水場施設の運転管理組織体制を整備し、サラマ、カバーニャス両市については現在配置され

ていない、浄水場運転管理要員 2 名、浄水場清掃作業要員 4 名の専属配置を行うことが必要となる。これらの要員は、日本側の技術支援による浄水場運転管理技術指導を受けるため、改修施設の部分的供用開始が予定される時期までに配属されることが必要である。また、浄水場の運転・維持管理を適正に行うため、日本側実施の技術支援を受けた浄水場関連職員の継続的な専属配置につき最大限の努力を行うことが重要である。

⑤ INFOM と市間の協定書

本計画のグ国側の実施機関はINFOMであるが、本計画の対象施設や設備は、計画完了時点で市に対してその資産の譲渡が行われ、その後は市の管理下に置かれる。従って、INFOM は計画実施に先立ち、各市との間で本計画実施に対する市の負担事項を明記した覚書を取り交わしている。この覚書が確実に履行されるよう、工事中及び計画完了後の市の責務に関して明確に記載した協力協定書を公文書として取り交わす必要がある。

⑥ INFOM の支援体制の強化

INFOM は、計画実施中の実施機関としての役割だけでなく、計画完了後においても、本計画による施設の適切な運転・維持管理のために、技術支援を継続して行うことが求められる。従って、市から浄水場の運転管理上に問題のある場合の診断、修理について要請があった場合、それに対する支援の実施が必要とされる。そのために、INFOM は既存の関連部署（浄水場部、技術プロジェクト部、水質試験室）を有機的に運用し、上記の技術的支援を行える体制強化を行い、また、そのための浄水場管理技術者の人材育成を行うことが求められる。

⑦ 水源流域の保全

本計画対象浄水場の水源である河川は、市における最大の主要水源であり依存度が高いことから、市は水質の保全には最大限の注意を払い、生活排水の流出、農地における農薬使用、森林の伐採に対して流域保全対策を積極的に行うことが必要不可欠である。

⑧ 水道料金の改定

水道の運転・維持管理費を確保するために適正な水道料金を設定し、徴収する必要がある。本プロジェクトの実施によって給水状況が改善されることにより、住民に対する水道水供給の信頼性が向上し、適正な料金徴収を行う環境が整う。従って、市は水道料金改定案を策定し、住民に広報等を通じて十分に説明し、料金改定を実施することが望ましい。住民の経済状況、歴史的背景により急激な値上げが不可能な場合は、INFOM の指導の下、住民への啓蒙活動を行いつつ段階的に料金改定を実施することが望ましい。また、給水メーターの整備率の向上、メーター計測、データ整理、メーターの精度確認、検査及び修理のための人員体制整備や水道会計処理システムの整備等市組織内部の強化が必要とされる。

目　　次

序文
伝達状
調査対象地域位置図／完成予想図／写真
図表ﾘｽﾄ／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 …… 1-2
1･2　無償資金協力要請の背景･経緯及び概要 …… 1-4
1･3　我が国の援助動向 …… 1-7
1･4　他ﾄﾞﾅｰの援助動向 …… 1-7

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　要請市の実施体制 …… 2-3
2･2　プロジェクト･サイト及び周辺の状況 …… 2-10
2･2･1　関連ｲﾝﾌﾗの整備状況 …… 2-10
2･2･2　自然条件及び社会条件 …… 2-11
2･2･3　要請市の上水道の現状 …… 2-16
2･2･3･1　浄水場施設の概要 …… 2-16
2･2･3･2　原水及び処理水の水質状況 …… 2-26
2･2･3･3　サナラテ市 …… 2-32
2･2･3･4　サラマ市 …… 2-42
2･2･3･5　カバーニャス市 …… 2-49
2･2･4　給水地区の水利用状況 …… 2-54

第３章　プロジェクトの内容 …… 3-1
3･1　プロジェクトの概要 …… 3-1
3･1･1　上位目標とプロジェクト目標 …… 3-1
3･1･2　プロジェクトの基本構想 …… 3-1

3-1-3 既往案件からのフィードバック …… 3-2
3-2 協力対象事業の基本設計 …… 3-3
3-2-1 設計方針 …… 3-3
3-2-1-1 基本方針 …… 3-3
3-2-1-2 給水需要予測及び給水計画 …… 3-11
3-2-2 基本計画 …… 3-17
3-2-2-1 改修の施設容量 …… 3-17
3-2-2-2 システム及び改修内容の決定方針 …… 3-18
3-2-2-3 計画案の決定 …… 3-31
3-2-3 施工計画 …… 3-46
3-2-3-1 施工方針 …… 3-46
3-2-3-2 施工上の留意事項 …… 3-48
3-2-3-3 施工区分 …… 3-49
3-2-3-4 施工監理計画 …… 3-49
3-2-3-5 品質管理計画 …… 3-50
3-2-3-6 資機材調達計画 …… 3-51
3-2-3-7 ソフトコンポーネント計画 …… 3-51
3-2-3-8 実施工程 …… 3-56
3-2-4 プロジェクトの成果 …… 3-57
3-2-5 環境社会配慮 …… 3-58
3-3 グ国側負担事項の概要 …… 3-58
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画 …… 3-61
3-4-1 市の浄水場運営維持管理体制、能力 …… 3-61
3-4-2 INFOM の支援体制 …… 3-63
3-4-3 日本側の援助の必要性 …… 3-64
3-5 プロジェクトの概算事業費 …… 3-65
3-5-1 協力対象事業の概算事業費 …… 3-65
3-5-2 運営・維持管理費 …… 3-66
3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項 …… 3-81

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 …… 4-5
4-4 結論 …… 4-6

【資　料】

1.　調査団員･氏名…… A1-1
2.　調査行程…… A2-1
3.　関係者（面会者）ﾘｽﾄ …… A3-1
4.　議事録…… A4-1
⑴ 討議議事録（M/D）(基本設計調査時)…… A4-1
⑵ 技術打合簿（T/N）(基本設計調査時)…… A4-1
⑶ 討議議事録（M/D）(基本設計概要説明調査時)…… A4-1
5.　事業事前計画表(基本設計時) …… A5-1
6.　基本設計図面…… A6-1
7.　入手資料ﾘｽﾄ…… A7-1
8.　参考資料…… A8-1
8.1　水質試験結果…… A8-1
8.2　地質調査結果…… A8-51
8.3　測量調査結果…… A8-67
8.4　ろ過砂分析結果…… A8-75
8.5　社会条件調査結果…… A8-88
8.6　導水路縦断図、水理計算 …… A8-91

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

地方振興庁（以下、INFOM と称す）では、グアテマラ共和国（以下、グ国と称す）地方都市部における水道普及率が 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た「地方浄水場改修アクションプラン」を策定し、国際機関や、二国間の援助を仰ぎながら、地方都市部 25 箇所の浄水場改修計画を進めてきた。本計画は当改修計画の最終段階として実施されるものである。

表 1.1.1　既存の地方浄水場リスト（25 箇所）

都市名		県名	浄水方式	浄水容量	状　況
1	サナラテ	エル･プログレソ	急速ろ過	5,960 m^3/日	本計画要請対象
2	サラマ	バハ･ベラパス	緩速ろ過	2,070 m^3/日	
3	カバーニャス	サカパ	緩速ろ過	1,040 m^3/日	
4	モラレス	イザベル	緩速ろ過	2,160 m^3/日	第 2 次計画にて改修
5	チチカステナンゴ	キチェ	急速ろ過	2,250 m^3/日	
6	ラビナル	バハ･ベラパス	緩速ろ過	2,770 m^3/日	
7	サン･ヘロニモ	バハ･ベラパス	緩速ろ過	2,160 m^3/日	
8	エスキプラス	チキムラ	緩速ろ過	3,890 m^3/日	
10	ハラパ	ハラパ	急速ろ過	7,350 m^3/日	
11	フティアパ	フティアパ	緩速ろ過	3,630 m^3/日	
12	サン･フェリペ	レタルレウ	緩速ろ過	1,210 m^3/日	第 1 次計画にて改修
13	コアテペケ	ケツアルテナンゴ	急速ろ過	12,960 m^3/日	
14	レタルレウ	レタルレウ	急速ろ過	12,100 m^3/日	
15	マサテナンゴ	スチテペケス	急速ろ過	16,780 m^3/日	
16	サカパ	サカパ	急速ろ過	8,930 m^3/日	
17	チキムラ	チキムラ	急速ろ過	6,050 m^3/日	
18	コバン	アルタ･ベラパス	緩速ろ過	3,460 m^3/日	EU により改修
19	リオ･オンド	サカパ	緩速ろ過	490 m^3/日	FIS により改修
9	エスキプラス 2	チキムラ	急速ろ過	3,460 m^3/日	FAD により建設
20	パハピタ	サン･マルコス	緩速ろ過	4,320 m^3/日	BID により建設
21	ｻﾝ･ｱﾝﾄﾆｵ･ｽﾁﾃﾍﾟｹｽ	スチテペケス	緩速ろ過	5,180 m^3/日	
22	カモタン	チキムラ	緩速ろ過	1,300 m^3/日	INFOM により建設
23	クジョテナンゴ	スチテペケス	緩速ろ過	3,630 m^3/日	市により改修
24	サン　セバスチアン	レタルレウ	緩速ろ過	2,420 m^3/日	
25	グアラン	サカパ	緩速ろ過	1,990 m^3/日	

(2) 上水道分野の現状

国家統計院（INE）のデータによると、図 1.1.1 に示されるように生活用水として適切な水源を所有していない住民の割合は、全国平均レベルで 1981 年 34%、1994 年 19%、2002 年 13%であり、年々給水環境の改善が進められている。これを都市部と地方部の区分で見ると、地方部においては 2002 年に 11%まで改善さ

れ、都市部の 13%を下回る結果となった。地方部では順調に給水環境の改善が見られるのに対して、都市部においては 1994 年をピークに割合が増加している傾向にある。これは、近年の都市部への人口の集中による給水需要量の増加、施設の老朽化や施設の不適切な維持管理等を原因として、適切な飲料水の供給に対する問題が増加しつつあるものと判断される。

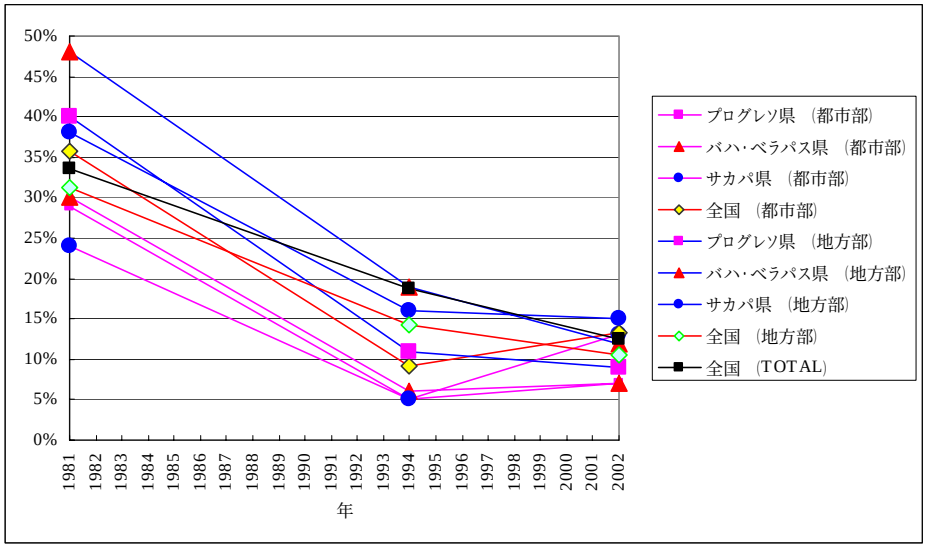


図 1.1.1 適切な水源を所有しない住民の割合 (INE、2002 年)

下痢は水因性疾患の主要項目であり、国レベル、県レベルにおける下痢による疾患率、死亡率は表 1.1.2 に示すとおりである。下痢による疾患は保健所でまとめた 5 大疾患の一つであり、全国でも 1000 人当り 32.58 人の割合となっている。また 1 歳未満児において下痢は、成人と比較して 5 倍から 15 倍の発病率であり、死亡率も極端に高くなる傾向にある。

表 1.1.2 下痢性疾患の現状 (厚生省、2004 年) **(単位:‰=1000 分率)**

県　名	下痢疾患率	死亡率	1 歳未満下痢疾患率	1 歳未満死亡率
グアテマラ全国	32.58	0.15	260.08	1.97
エル・プログレソ県 (サナラテ市)	58.30	0.06	381.56	0.90
バハ・ベラパス県 (サラマ市)	20.62	0.11	77.00	1.04
サカパ県 (カバーニャス市)	18.24	0.04	381.41	0.00
グアテマラ県 (グアテマラ市)	15.69	0.07	245.08	1.92

1-1-2 社会経済状況

グ国は、中米のメキシコ、ホンジュラス、ベリーズ、エルサルバドルと国境を接した、面積 10.9 万 km^2、人口 1,123 万人(2002 年センサス)の国である。一人当たりの GNP は 1,951 米ドル(2003 年)であり、2002 年のグ国の GDP 成長率は 2.2%と周辺諸国の成長率 (−0.8%) に比べて高く、また、この 10 年間の成長率を見ても安定した上昇を示し、一人当たりの GNI は 2002 年には 1,760 米ドルに達している。一方、1986 年まで続いた軍事政権に加え、反政府ゲリラとの国内紛争が 1996 年の和平協定締結まで続き、地方部の開発が大幅

に遅れる結果となっている。その後、和平協定に盛り込まれた社会経済上の諸課題に取り組んでいるものの、総人口の 40%を占める先住民の生活レベルは依然として低い。政府による貧困層の定義によれば、総人口に対して 57%が貧困層に属し、そのうち 27%は極貧であるといわれる一方で、10%の上流階層が国民全体所得の 47%を得ていることも、貧富による経済格差の拡大を表している。2002 年センサスによると、グ国総人口の約 40%を占める先住民は 21 グループ存在し、各々が独立した言語を持つため、スペイン語を第一言語とする人口は 69%となっている。また識字率は首都グアテマラ市で 92%であるのに対して、全国レベルでは 71%に低下していることからも、多民族性、教育が経済格差をもたらす要因の一つであると考えられる。

グ国全体の就業別構成については下表に示されるように、コーヒー、砂糖、バナナ等の農産品を主体とする農林・畜産業(第 1 次産業)が 42%と多く、続いて商業・飲食・ホテルのサービス業が 16.5%、工業が 13.5%となっている。しかし、農産品の輸出による外貨収入は、国際市場価格に大きく左右されるため、安定的経済運営を困難なものにしている。グ国政府はこうした経済構造の改善に向け、加工食品や繊維加工品等の非伝統産品の振興に努めている。

表 1.1.3 グ国における就業構成

市　名	単位	全就業人口	農林・畜産	鉱業	工業	電気・ガス・水道	建設	商業・飲食・ホテル	運輸・通信・小売	金融・保険・派遣	公務員	教育	公共・社会・個人サービス	海外機関	その他
全国	人	3,463,397	1,457,103	6,069	465,947	33,653	207,877	571,700	113,323	125,483	85,990	102,162	265,959	1,926	26,205
	%	100.0	42.1	0.2	13.5	1.0	6.0	16.5	3.3	3.6	2.5	2.9	7.7	0.1	0.8
グアテマラ市	人	396,133	10,695	6,069	80,233	7,315	21,747	109,624	21,304	41,367	20,418	21,287	56,367	856	4,250
	%	100.0	2.7	1.5	20.3	1.8	5.5	27.7	5.4	10.4	5.2	5.4	14.2	0.2	1.1
サナラテ市	人	10,103	3,507	72	1,680	147	876	1,671	408	332	361	285	701	2	61
	%	100.0	34.7	0.7	16.6	1.5	8.7	16.5	4.0	3.3	3.6	2.8	6.9	0.0	0.6
サラマ市	人	14,992	8,914	18	727	119	751	1,604	310	268	587	565	1,023	1	105
	%	100.0	59.5	0.1	4.8	0.8	5.0	10.7	2.1	1.8	3.9	3.8	6.8	0.0	0.7
カバーニャス市	人	2,941	2,053	4	124	18	169	231	45	44	35	41	167	0	10
	%	100.0	69.8	0.1	4.2	0.6	5.7	7.9	1.5	1.5	1.2	1.4	5.7	0.0	0.3

出典：グ国センサス 2002 年

一方、本計画対象都市であるサナラテ市、サラマ市、カバーニャス市のような地方都市になるほど、第 1 次産業の割合が増加している。サナラテ市は、第 1 次産業の就業率が 35%と高いが、グアテマラ市からの交通の便が良く、国内有力企業（セメント、セラミック）の工場も存在することから、工業や商業、飲食店等サービス業の就業率も比較的高い。サラマ市はバハ・ベラパス県の県庁所在地であり、同県内の商業の中心となっている。第 1 次産業に占める割合が 60%と高く、主な農業（さとうきび、トウモロコシ、コーヒー、米）、牧畜業以外に林業が盛んである。また、同市はサナラテ市ほどではないが、商業、飲食店等のサービス業の就業率も比較的高い。カバーニャス市は主要街道から離れ、山岳地から続く丘陵地に位置していることから、第 1 次産業就業率が 70%と非常に高く、産業・商業はほとんど発達していない。また、牧畜業や農業が営まれているものの、個人規模によるものがほとんどである。

1-2 無償資金協力要請の背景･経緯及び概要

(1) 調査の背景

グ国政府は、国家政策として全国民の貧富の経済格差是正、最低限の生活基盤の保障を目指しており、その中で上下水道及び衛生関連施設の充実に高い優先度が付けられている。また、良質な飲料水を安定供給することにより、国民の健康の改善、生活環境の改善、水因性疾患の軽減等を実現することが重要課題とされている。前政権の開発計画である「社会政策マトリックス 2000～2004 年」では、飲料水の供給に高い優先度が与えられ、特に地方部や貧困層を重視する方針が打ち出されており、現政権にもこの方針が引き継がれている。

グ国の地方都市では、主に水質の良い湧水や沢水を水道水源としてきたが、人口増加に伴い河川水への依存が高まっており、これらを水源とする浄水場が全国 25 箇所に建設されている。しかし、近年の地方都市部の急激な人口増に伴う水需要量増加、流域の開発や住民の生活排水の増加等による原水水質の悪化、建設後 30～40 年以上を経た浄水場施設の老朽化による処理能力低下が進み、浄水場の処理水供給能力は質、量ともに悪化している。一部の浄水場で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。このように不安定な給水事情のもと、多くの住民が飲料水として不適切な水質の水を使用せざるを得ない状況にある。また、住民にとって信頼性のある水道サービスが提供されておらず、下痢や水系伝染病発生の一因となっていると同時に、水道料金の徴収にも支障を来たし、水道事業の運営が困難になっている。

本計画の実施機関である INFOM は、上記の上位計画と課題を踏まえ、1996 年に「地方浄水場改修アクションプラン」を策定し、ドナーの支援も得つつ緊急性の高い地方浄水場から順次改修を開始した。我が国も「地方浄水場復旧計画(1998～2000 年)」(6 箇所)、「第 2 次地方浄水場改修計画(2001～2003 年)」(7 箇所) の 2 度にわたる無償資金協力により、13 箇所の浄水場改修に協力を行い、成果を上げている。9 箇所は他ドナーの支援等により改修され、同アクションプランは、あと 3 箇所の浄水場の改修を残すのみとなっており、グ国政府はアクションプラン達成を目指し「第 3 次地方浄水場改修計画」を日本国政府に対して要請してきたものである。

要請のあった 3 箇所の浄水場は、サナラテ市(処理量 6,000m^3/日、急速ろ過、人口 21,800 人)、サラマ市(処理量 2,100m^3/日、緩速ろ過、人口 17,800 人)、カバーニャス市 (処理量 1,000m^3/日、緩速ろ過、人口 7,200 人) である。いずれも建設後 40 年前後を経ており、施設の老朽化や装置の故障により本来の機能を発揮していない。また、凝集沈澱やろ過処理が不十分であるため、安全な水質が確保できておらず、浄水量も需要に追い付いていない状況にある。

要請 3 市の調査対象地域及び過去の無償資金協力事業 2 案件の対象サイトを図 1.2.1 に示す。

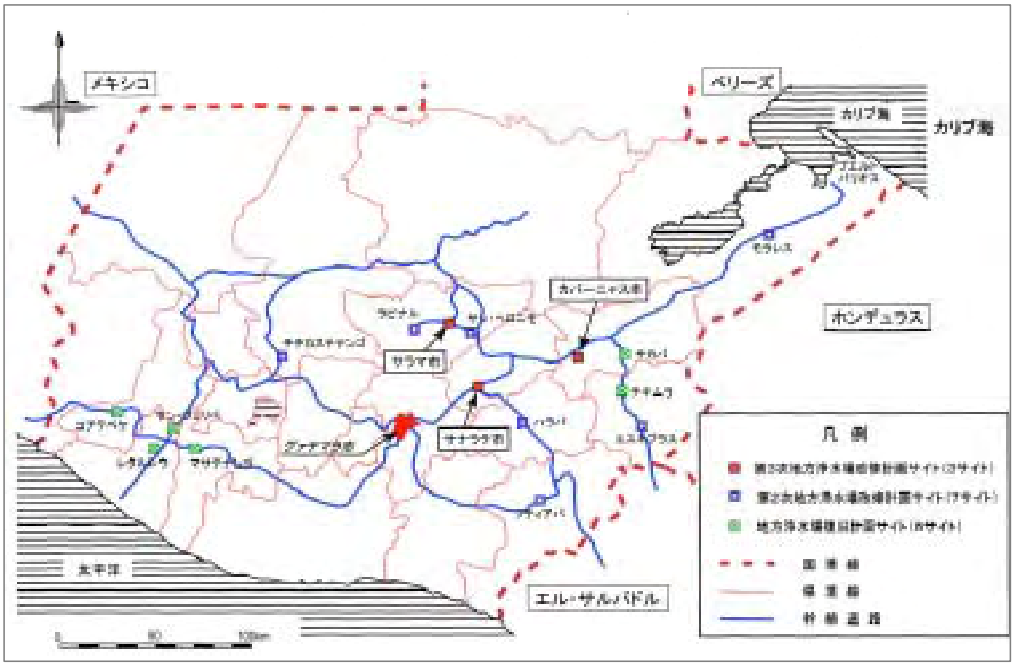


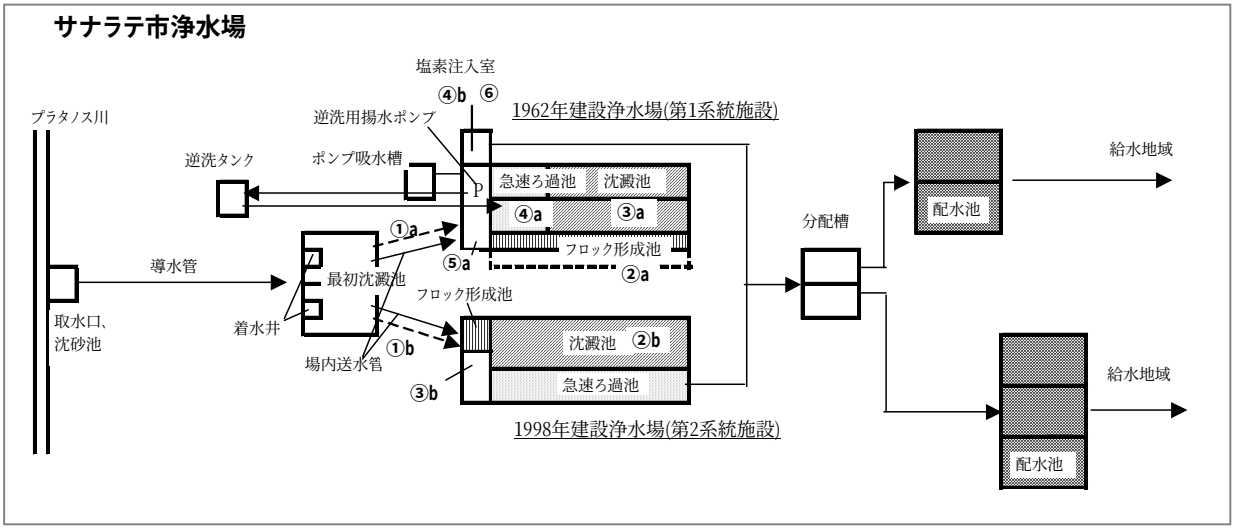
図 1.2.1 調査対象地域の分布

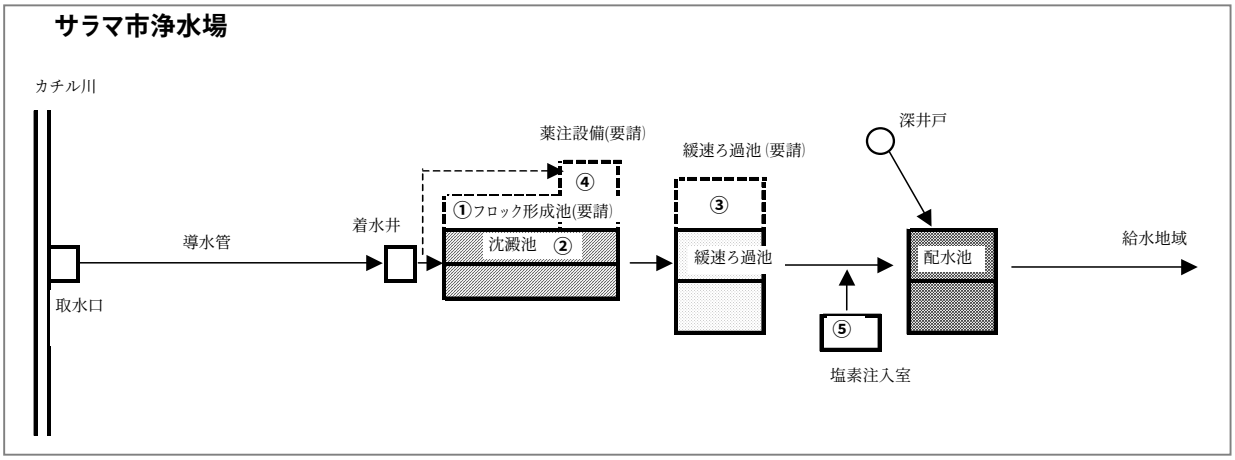
(2) 要請の内容

要請書に記載されている要請内容は表 1.2.1 及び図 1.2.2 に示すとおりで、既存浄水場の改修及び導水管の一部の更新からなる。基本設計現地調査時に、INFOM 及び要請 3 市との協議にて確認した結果、要請内容の変更はなかった。

表 1.2.1 要請の内容

市名	現況施設の概要･能力		要請の内容	図 1.2.2 中の番号
サナラテ市	建設年	1962 年 1998 年	＜1962 年建設の浄水場（第1系統）＞ ・ 最初沈澱池と浄水場着水部を結ぶ場内配管の新設	①a
	裨益/給水人口	21,800 人 (2005 年)	・ フロック形成池 1 池の新設	②a
			・ 傾斜板の設置を含む沈澱池の改修	③a
	処理容量	1962 年設備 2,500m^3/日 1998 年設備 3,460m^3/日 合計 5,960m^3/日	・ ろ過池 2 池の新設、逆洗用ﾎﾟﾝﾌﾟ 2 台、操作盤、全ろ過材の交換を含む既存ろ過池 2 池の改修	④a
			・ 薬品注入設備の新設	⑤a
	浄水方式	1962 年設備 横流式薬品沈澱＋急速ろ過 1998 年設備 傾斜板式薬品沈澱＋急速ろ過	・ 塩素注入設備の更新	⑥a
			＜1998 年建設の浄水場（第 2 系統）＞ ・ 最初沈澱池と浄水場着水部を結ぶ場内配管の新設	①b
			・ 傾斜板の更新を含む沈澱池の改修	②b
			・ 薬品注入設備の新設	③b
			・ 塩素注入設備の更新	④b
サラマ市	建設年	1968 年	・ 新規フロック形成池1池の建設	①
	裨益/給水人口	17,800 人 (2005 年)	・ 越流ﾄﾗﾌ、整流壁の設置を含む沈澱池の改修	②
			・ ろ過池 1 池の新設、ろ過材の交換を含む既存ろ過池の改修	③
	処理容量	2,070m^3/日	・ 薬品注入設備の新設	④
	浄水方式	普通沈澱＋緩速ろ過	・ 塩素注入設備の更新	⑤
カバーニャス市	建設年	1973 年	・ 取水口と浄水場を結ぶ導水管の最終部分 800m区間の既存口径 4 ｲﾝﾁから 6 ｲﾝﾁへの更新	①
	裨益/給水人口	7,200 人 (2005 年)	・ フロック形成池 1 池の新設	②
			・ 越流ﾄﾗﾌ、整流壁の設置を含む沈澱池の改修	③
	処理容量	1,040m^3/日	・ 既存緩速ろ過池の改修、緩速ろ過池 1 池の新設、新規ろ過材の調達	④
	浄水方式	普通沈澱＋緩速ろ過	・ 薬品注入設備の新設	⑤
			・ 塩素注入設備の更新	⑥





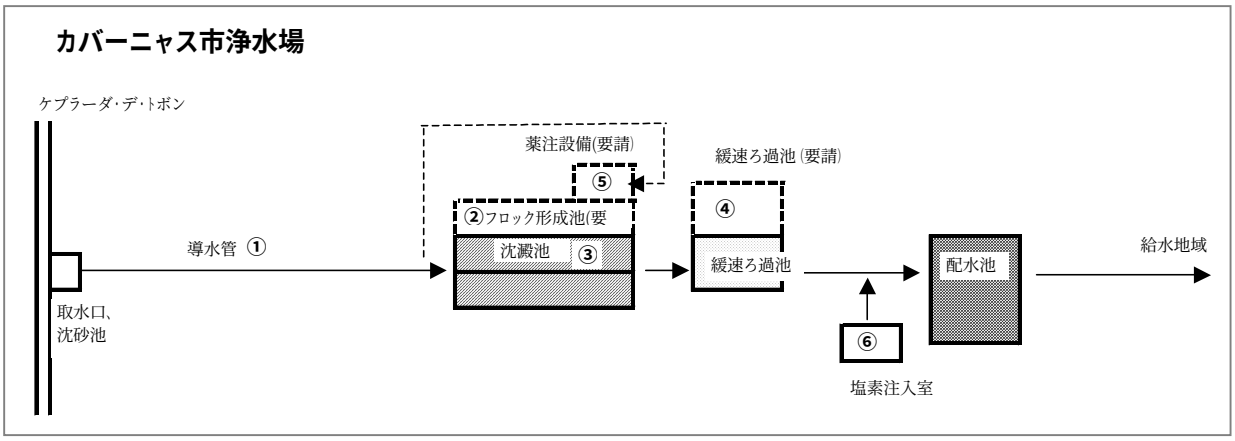


図 1.2.2 既存浄水場の処理フローと要請内容

1-3 我が国の援助動向

我が国がこれまでグ国に対して実施した、上下水道事業に関連した援助内容は下表に示すとおりである。

表 1.3.1 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 (実施機関)
グアテマラ市地下水開発計画	有償	1990 年	47.1	ｸﾞｱﾃﾏﾗ市内における深井戸 38 本及び関連施設の建設 (EMPAGUA)
東部灌漑用地下水開発計画	無償	1993～1994 年	9.5	東部県における地下水を用いた灌漑 (農業省)
中部高原地下水開発計画調査	開調	1994～1995 年		中部高原における地下水開発調査 (INFOM)
グアテマラ市浄水場修復計画	無償	1994～1997 年	38.4	ｸﾞｱﾃﾏﾗ市内 3 箇所の浄水場の改修 (EMPAGUA)
中部高原地下水開発計画	無償	1997～1998 年	12.0	中部高原に位置する 6 県内の 9 自治体に対する地下水を水源とした給水施設建設 (INFOM)
地方浄水場復旧計画	無償	1998～2000 年	22.8	地方 6 都市に対する既存浄水場の改修 (INFOM)
第 2 次地方浄水場改修計画	無償	2001～2003 年	12.9	地方 7 都市に対する既存浄水場の改修 (INFOM)
ｹﾂｧﾙﾃﾅﾝｺﾞ市給水施設改善計画	無償	2004～2006 年	17.9	ｹﾂｧﾙﾃﾅﾝｺﾞ市に対する既存給水施設の拡張、整備 (ｹﾂｧﾙﾃﾅﾝｺﾞ市営水道公団)
地方地下水開発計画	無償	2004～2006 年	9.7	INFOM に対する掘削機材供与と地方ｺﾐｭﾆﾃｨｰにおける施設建設 (INFOM)

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は、米州開発銀行 (BID)、世界銀行、ドイツ、スペイン、日本があげられ、INFOM を通じて様々な活動を行っているが、直接本要請都市の上水道整備計画に関係するものはない。

BID はグ国政府の地方分権化政策の支援のために、地方都市分権化計画(FSM)にて総額 19 百万米ドルの融資を実施中である。事業内容は、INFOM 及び地方市役所の運営管理機能強化及び地方都市部における住民の生活環境改善のための上水道、下水道、ごみ処理、市場等インフラ基盤整備であり、18 都市を対象として要望調査を行い、現在 4 都市において有償事業を実施中である。実施期間は 2002 年から 2007 年までとなっている。本計画対象 3 市の 1 つであるサナラテ市は、2002 年に完了した前計画である地方都市開発計画 II (PDM II)において下水管渠、下水処理場建設の援助を BID から受けている。世界銀行は西部地域の支線道路の整備を行っており、上水道関連事業には関係していない。ドイツは KfW、GTZ を通じて援助しているが、グ国政府の地方分権化政策に伴う地方都市の経営支援強化のため、市役所機能の経営診断、開発プログラム技術協力、人材協力トレーニングのソフト面での支援を行い、水道行政面では水道料金設定等のアドバイスも行っている。建設事業としてはサンベニート市とサンフローレス市において井戸、配水管網、下水処理施設の整備を進めている。スペイン政府の援助実施体制は、スペイン国際協力公社 (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いる。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が、上水道分野では、リ

ビングストン市、エスキプラス市浄水場建設事業を実施し、既に完了している。

本要請対象都市の上水道整備に関係するものとしては、サラマ市の EU 融資事業、カバーニャス市の FIS 融資事業があるが、3 市ともに要請の対象とする施設そのものについて重複があるような他の援助計画はないことが確認された。サラマ市においては、既に EU の支援によって建設された導水施設及び沈澱池があるが、この沈澱池は EU の援助期限である 2002 年 4 月までに完成せず、その後放置されていた。このため、サラマ市からは、日本側が本計画の支援対象として計画に取り込むよう積極的な要請があった。また、EU グアテマラ支局は、この沈澱池は既にサラマ市へ引き渡されており、その活用についてはサラマ市の要望に基づいて決められるものであることを表明した。日本側はこの要請を受け調査を行った結果、本沈澱池を有効利用することとして改修計画を立てた。カバーニャス市では FIS を通じて、取水工及び導水管の改修(2.6km)、配水池(300m^3)、高架タンク(60m^3)、送水管 (450m) 、配水管 (3.3km) 等の建設が実施されていたが、本件要請対象との重複はないことを確認した。

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

本計画の実施組織は中央政府の一機関であり、地方自治体の開発を所管する地方振興庁（INFOM）である。日本を含む各国･援助機関の窓口である 4 部門が総裁の直轄として組織されている他、地方市役所の組織･分権化を推進する「地方自治体強化」、自治体の要請により実施される技術的助言、施設設計、維持管理支援を行っている「技術･プロジェクト部」、INFOM 内の一般管理と自治体に対する融資活動を実施している「管理･財務部」、地方部のコミュニティーレベルに対する環境衛生整備を支援する「UNEPAR」、さらに「11 地方事務所」、「水質試験室」が主要な組織となっている。なお、2004 年より日本政府が実施中の「地方地下水開発計画」によって、調達された資機材を利用した井戸掘削を実施する組織が UNEPAR 内に新たに追加されている。

INFOM は、1997 年の政令によりグアテマラ市を除く全国 329 の地方自治体の振興と開発を目的とし、公共事業、公共サービス（飲料水、衛生等）にかかわる各種事業の技術協力、財政、運営支援を実施するとともに、各国の援助機関の窓口となり、事業の形成に努めている。しかし、INFOM は地方自治体の上位機関ではないことから、プロジェクトの実施にあたっては地方自治体からの要請をもとに「技術･プロジェクト部」が評価を行い、実施の可能性が見込まれるプロジェクトに対して、INFOM あるいは外部機関からの有償･無償等による資金調達を支援している。

本計画の実施に当たっては、日本との援助プロジェクトの窓口、調整を行っている「日本政府担当」がプロジェクト監理を行い、技術的支援及び施設建設後のバックアップは、「浄水場部」「技術･プロジェクト部」「水質試験室」が担当する。図 2.1.1 に INFOM の組織図を示す。

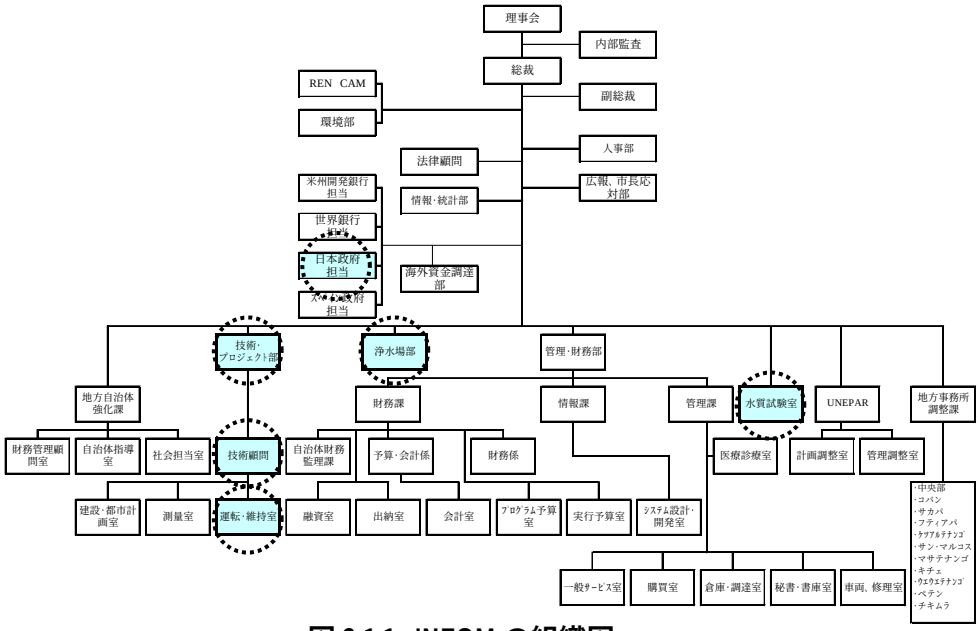


図 2.1.1　INFOM の組織図　　:丸囲みは本計画に関連する部署

(2) INFOM の各市に対する支援内容

INFOM は各自治体、コミュニティーに対する主な支援として下記業務を実施している。

- 財務･経営監視･指導、財務省との予算折衝に関する仲介業務
- 組織強化、地方分権化支援
- 地方コミュニティーに対する衛生インフラ整備事業
- INFOM 独自の資金による自治体への貸付業務
- 技術指導･支援、施設修理･復旧工事等の技術サービス
- 海外援助機関との受入窓口業務、管理全般

(3) 財政状況

表 2.1.1 に INFOM の財務状況を示す。INFOM 独自の営業活動による歳入は、自治体に対する上記支援業務によって得られる貸付利息の受取りと、技術サービス料の二項目のみである。また、財務的な活動による歳入としては、自治体への貸付債権の回収のほか、国庫交付金が主な項目である。営業活動による歳入は全体の歳入の 20%に過ぎないことから INFOM 独自での運営はできず、多くは国庫交付金に頼っている状況である。

一方、歳出は管理費、人件費のほか、INFOM が実施している地方自治体に対する組織強化、地方分権化支援や地方コミュニティー等のインフラ整備に対する支援である公共投資プロジェクト、自治体の財政支援である貸付けが主な項目となっている。過去の財政収支では、2002 年までは歳入にあわせ歳出額も増加していたが、2003 年度からの国庫交付金のカットにより歳入が 30%削減した事に伴い、歳出科目で公共投資プロジェクトや融資事業の調整、効率化により対応する努力もあり、過去 5 年間では一度も赤字を計上していない。また、国庫交付金も、年度毎に INFOM のプロジェクトベースの予算請求に合わせて政府より支給され、過去の無償資金協力事業の実施時においても必要な予算措置がとられていることから、今後の予算確保に関しては特に問題はない。

表 2.1.1 INFOM の財務状況 **(単位：Q)**

科 目	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年
A:歳入	240,452,859	280,273,999	302,708,384	210,376,088	234,150,440
1：営業活動による歳入	48,658,311	45,927,551	40,967,824	51,545,004	43,491,719
技術サービス料	3,403,470	2,453,232	2,691,758	5,069,876	4,477,639
債権利息分の収入	45,254,841	43,474,319	38,276,066	46,475,128	39,014,080
2：財務活動により歳入	191,794,548	234,346,447	261,740,561	158,831,085	190,658,722
債権回収による収入	20,692,235	21,864,269	85,988,584	57,761,043	68,362,482
国庫交付金(一般管理費)	13,750,000	17,000,000	17,000,000	0	-
国庫交付金（直営分）	106,167,764	134,939,785	88,615,854	74,038,331	101,753,005
前年度繰越金	51,184,550	60,542,394	70,136,123	27,031,710	20,543,234
B:歳出	197,963,630	222,827,920	259,000,073	207,760,428	196,609,415
1：営業活動による歳出	135,556,249	141,937,433	131,976,958	134,867,469	138,822,928
管理費･人件費	33,885,360	39,961,335	40,313,603	46,153,583	52,950,986
公共投資ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ（直営分）	101,670,888	101,976,098	91,663,355	88,713,886	85,871,942
2：財務活動による歳出	62,407,382	80,890,487	127,023,115	72,892,959	57,786,487
地方自治体への貸付け	61,939,309	80,661,583	126,584,519	72,509,498	57,395,125
USAID 借入金の返済	468,073	228,904	438,596	383,461	391,361

2-1-2 要請市の実施体制

(1) 水道事業の運営組織

1) サナラテ市

当市は正規･契約職員合わせて約 245 名の職員が勤務している。大きく、事務関係を扱う事務部、公共サービス部、財務部の 3 部署から組織が構成される。水道事業は同市の大きな財源の一つとなっており、財務部の下部組織として水道サービス管理課が独立して位置づけられている。当課は、水道施設の運営維持管理から、水道メーター検針、水道料金徴収、新規接続の管理等全ての水道事業に関る業務を一括して管理し、課責任者が全てを管理できる体制となっている。また、課責任者、浄水場オペレーター、警備員、配管工、料金徴収係、事務係等は専任で配置され、水道事業の運営管理上まとまった組織体制が敷かれている。配管工は 1 ヶ月のうち 2 週間を水道メーター検針作業に充てているが、この他に給水栓新規接続の工事や漏水改修については 24 時間体制で対応している。その他の市の業務としては、登記･証明書の発行業務以外に、大半が外注で実施される道路整備や、上下水道整備、市場、墓地、図書館、薬局、消防等の管理がある。ゴミの収集は公共施設のみを対象としており、その他は民間への委託となる。

2) サラマ市

当市は正規･契約職員合わせて約 160 名が勤務に当たっている。管理部、財務部、企画部、公共サービス部から構成されている。GTZ 支援による地方分権化、市開発プログラム (DDM) がすでに実施されており、これにより各部署や、担当ごとの役割分担が明確なものとなっている。

市の主要業務は、登記･証明書発行業務のほかに、大半が外注で処理される道路整備や、上下水道整備、市場、墓地、図書館、薬局、消防等の管理である。ゴミの収集は現在、市側と民間が行っているが、将来的には全て民間に移行し、市側では処分場の管理のみを実施する予定である。

上下水道課は、公共サービス部の下部組織としての位置付けにあり、維持管理課との協力の下、施設の運転･維持管理を実施している。また、水道料金の徴収に関しては、上下水道課はメーター検針のみを担当し、料金徴収や新規接続の手続きは財務部が担当している。浄水場及び井戸の運転は上下水道課責任者が自ら実施しており、専任のオペレーター及び作業要員は配属されていない。同課に配属されている配管工は 6 名おり、常時漏水修理、給水栓の新規接続工事を実施している。浄水場の洗浄作業等に作業人数が必要な場合にも支援する体制となっているが、適時十分な対応ができる状況にはないため、専属の作業人員の確保が必要である。

3) カバーニャス市

当市は正規･契約職員合計 18 名と少人員で勤務に当たっている。自治体の規模が小さいが、職員数が不足している。市役所の業務としては、他市同様に登記･証明書発行業務のほか公共事業として道路

整備、上下水道整備、学校の整備等が主要業務となっている。市内に常設市場はなく、消防任務も市民ボランティアが行っている。また、ゴミ収集は民間業者に市が補助金を支払う形で実施されている。水道部は部としての形はあるが、配管工 3 名と警備員 1 名しかおらず、実際の業務管理は技術部の技術者が公共事業の一環として管理している。

浄水場は2年前から機能していないため、オペレーター及び作業員は在籍していない。また、各戸水道メーターが設置されていなかったため検針員もおらず、水道料金は一律料金で財務部が徴収を行い、給水栓新規接続等の水道の手続き業務は市長秘書が受け持っている。配管工と配管工助手は導水管、浄水場、井戸の運転管理の他、漏水補修、給水栓新規接続工事など上水道施設全ての運転･管理業務を行っている。技術部の責任者は市全ての公共事業を包括して担当している。

各市役所の組織図を図 2.1.2～図 2.1.4 に、各市水道事業に関わる現在の職員数を表 2.1.2 に示す。

表 2.1.2 各市水道事業に関わる職員数

項 目	サナラテ市	サラマ市	カバーニャス市
責任者	1 人	1 人	1 人 (技術部所属)
責任者補佐	1 人	1 人 (維持管理課所属)	1 人 (技術部所属)
浄水場オペレーター	3 人	0 人	0 人
配水池警備員	3 人	1 人	1 人
配管工	14 人 (検針員兼任)	6 人	3 人
検針員	0 人	3 人	0 人
料金徴収係	2 人	2 人 (財務部所属)	1 人 (財務課所属)
事務係	2 人	0 人	1 人 (秘書所属)
合計	26 人	14 人	8 人
接続数	4,586 戸	3,915 戸	1,427 戸
水道関連職員一人当たりの接続数	176.4 戸/人	279.6 戸/人	178.4 戸/人
全職員数	245 人	160 人	18 人

*サラマ市接続数は市内の独立した井戸配水地区接続数 (282 戸) を含む。

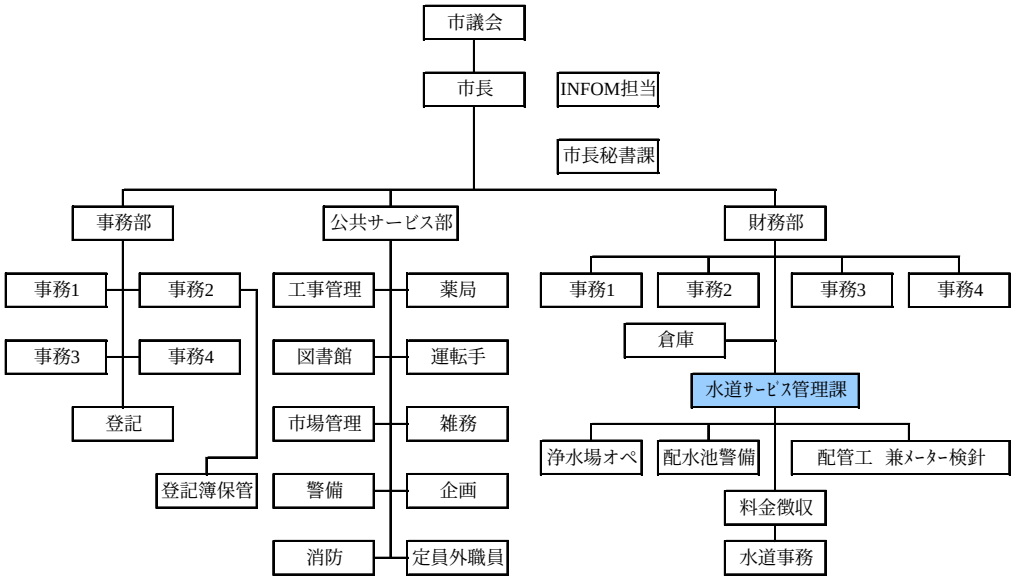


図 2.1.2 サナラテ市役所組織図

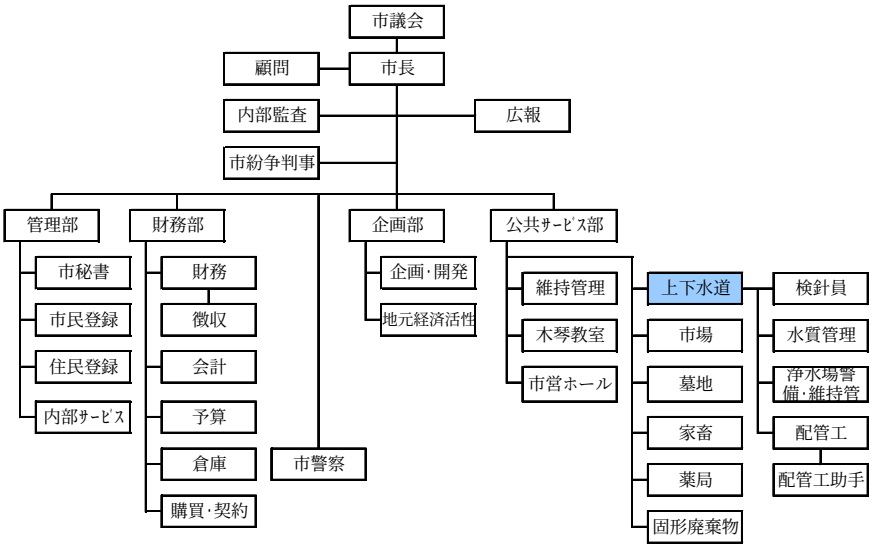


図 2.1.3　サラマ市役所組織図

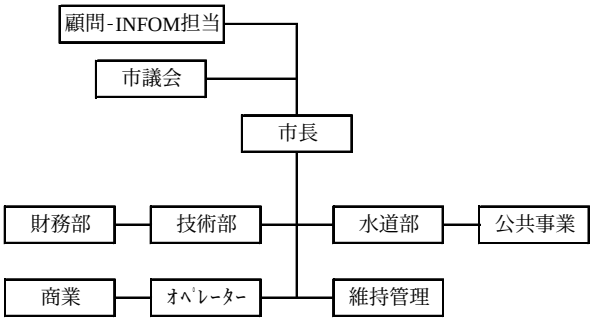


図 2.1.4　カバーニャス市役所組織図

(2) 運転･維持管理状況

3 市とも浄水場運転に関する運転記録は保管されていない。また、重機、バックホウやランマー等の配管修繕に必要な機械も所有していない。浄水場の運転管理は、施設機能が悪いこと、管理要員が在籍しないことから、サラマ市、カバーニャス市では行われていないに等しい。水道水の消毒用塩素の管理についても、サラマ市、カバーニャス市では塩素の在庫管理が悪く、在庫が切れてから補充がされるまで数日間は塩素の注入ができない事態が時折発生している。

漏水修理に関しては、サナラテ市では 24 時間対応の体制が確立しているが、サラマ、カバーニャスの両市では業務時間中のみの作業が慣習で、夜間に発生した漏水はそのままの状態で翌日まで放置される。3 市とも各戸内への引き込み管の漏水修理が主であり、1 次配管、2 次配管の漏水は探知しにくいこともあり、月に 2～3 ヵ所程度の修理にとどまっている。

(3) 水道料金徴収体制

各市の現行の水道料金は表 2.1.3 に示すとおりである。

表 2.1.3 現行の水道料金(2005 年 10 月時点) **(単位:Q)**

市 名	サナラテ市	サラマ市			カバーニャス市
項 目		浄水場 (30m³ 契約)	浄水場 (60m³ 契約)	井戸および送水ポンプ利用地区 (20m³ 契約)	
水道料金体形態 (月)					
<20m³ (基本料金)	-	-	-	20	
<30 m³ (基本料金)	18	6	-	1.5	5
31～45 (m³ 当り超過料金)	0.25	1.5	-	1.5	-
45～60 (m³ 当り超過料金)	0.50	1.5	-	1.5	-
<60 m³ (基本料金)	-	-	12	-	-
61～75 m³ (m³ 当り超過料金)	0.75	1.5	1.5	1.5	-
76～90 m³ (m³ 当り超過料金)	1.00	1.5	1.5	1.5	-
>91 m³ (m³ 当り超過料金)	1.25	1.5	1.5	1.5	-
接続契約料	1,000	1,000	1,000	1,000	200
接続工事代	60	0	0	0	10
市販売メーター	300	なし	なし	なし	-
メーター設置率	100%	90%	90%	90%	0%(注 1)
滞納罰則	4 ヶ月以上 15～20	2 ヶ月以上 30	2 ヶ月以上 30	2 ヶ月以上 30	無し

(注 1) 2006 年 4 月の新料金徴収体制に向けて、現在メーターの取付けを実施中。
(注 2) 網掛け部分は各市の基本料金

1) サナラテ市

同市の水道料金は Q18/30m³ が基本料金で、超過料金は消費量が多いほど単位量当たりの単価が上がるよう設定されている。工場、農園といった大口利用者は独自に井戸等を利用している場合が多く、接続形態による料金区分はない。8 年前の浄水場改修の際に料金値上げを実施したが、テレビやラジオ等を通じた広報活動が実施され、水量、水質の改善が大幅なものであった事から、住民からの苦情は全く無かった。また、2006 年 1 月には基本料金は据え置くが、超過料金を Q1/m³ とする料金改定を実施した。

水道メーターの検針は、配管工のうち 8 名が毎月 1 週間をかけて検針を行う。1 年分の消費量を月ごとに個人カード式に記入し、市役所においてコンピューター登録する。住民は月に一度、市役所で先月分の水道料金を支払うが、市役所からの通知はないので、市役所に来て初めて支払金額がわかるシステムとなっている。コンピューター登録は入金管理が目的であり、水消費量は個人カード記録以外にはわからない。4 ヶ月以上の滞納で接続解除の罰則があるほか、水道メーターが作動していない場合には当該ユーザーに告知後 1 ヶ月以内に対策が実施されない場合にも接続が解除される。メーターは市で販売しているが、市販されているものを取り付けることも可能である。

2) サラマ市

同市の水道基本料は表 2.1.3 に示したとおり、3 つの契約形態がとられている。浄水場のサービスエリア内では契約使用量別に 2 つの契約形態、井戸および浄水場からの送水をポンプで揚げる必要がある地

区は、電気代が嵩むことから別形態となっている。産業別、口径別の接続形態別料金の設定は無い。

水道メーターの検針は、3 名の専属検査員がエリア毎に分担して実施している。サナラテ市と同様に個人カード式であるが、同市では検査時に請求書を各戸に配布している。各戸のデータは市役所内で“SIAFMUNI”という水道会計アプリケーションソフトに料金、消費量とも入力されているが、主に入金管理が目的であるため、月ごとの総消費量の統計データは記録されていない。2 ヶ月以上の滞納及びメーターの不具合に対しては、告知後 3 週間以内に対策が実施されない場合に接続が解除される。ただし、現状では 20%程度のメーター不良があると推定されている。

3) カバーニャス市

同市の水道基本料は Q5/30m^3 の固定料金制であるが、水道メーターが未設置であったため住民の節水意識が低く、水道水の無駄使用が多い。また、浄水場が機能不全であるため、代替として使用されている市内の井戸運転の電力、燃料費が市財政を圧迫している。このため、現市長就任の 6 年前より意図的に給水制限をすることで経費の削減に努めている。2005 年に中央政府機関である都市部･地方部開発委員会との共同プロジェクトとして既存接続数と同数のメーターの調達が終了し、市側により無料で水道メーターの設置が進められた。市側ではこれを基に固定料金制から、基本料金 Q15/30m^3、60m^3 までは超過分 Q1/m^3、60m^3 以上は超過分 5Q/m^3 の従量制の新料金体制への移行を計画している。

(4) 財政状況

各市の最も大きな歳入は、国から直接支払われる国庫交付金である。中央政府に治められた石油、車輌、付加価値の各税歳入の一部が各自治体に割り当てられる。交付金にも市役所の一般管理費に充当される部分と、道路、水道、学校といった公共事業の整備に充てられる部分の二つに分配されて交付される。交付金は各自治体の人口や前年度の運用実績、また自治体が計画したプロジェクト等が考慮された上で配分されるが、概ね年度ごとに大きな変動はない。3 市とも年によりプロジェクトベースの案件として、都市部･地方部開発委員会からの無償資金供与を受けており、公共事業等の活動資金に充当させている。また市側の営業による歳入では市税（所得税、法人税）、公共サービス（登記業務、市場、薬局、上下水道、墓地管理）、市税外歳入（建設ライセンス、施設整備）等がある。サナラテ市、サラマ市では水道事業が市財政の重要な資金源であり、総営業歳入に対する水道事業歳入は、それぞれ 17%、15%であるが、カバーニャス市では 8%に留まっている。いずれの市も水道事業に関する会計は独立していない。

営業による最も大きな歳出には公共事業が挙げられる。3 市とも年間十件以上の公共事業を手がけており、これらのほとんどが外注で実施されている。また公共事業以外の歳出としては人件費、人件費以外（一般経費）、資機材購入費、保険金や社会給付金等の経常移転等がある。

図 2.1.5 に過去 5 年度分の歳入･歳出の実績、2005 年度予算の推移を示す。2003 年度までは歳入･歳

出ともに増加していたが、2004 年度からの中央政府の政策により、INFOM と同様、国庫交付金（公共セクター）の割合が減少している。このため各市とも、インフラ整備等の公共事業を縮小することで対応している。あわせて中央政府の指示による会計方法も変更になっている。

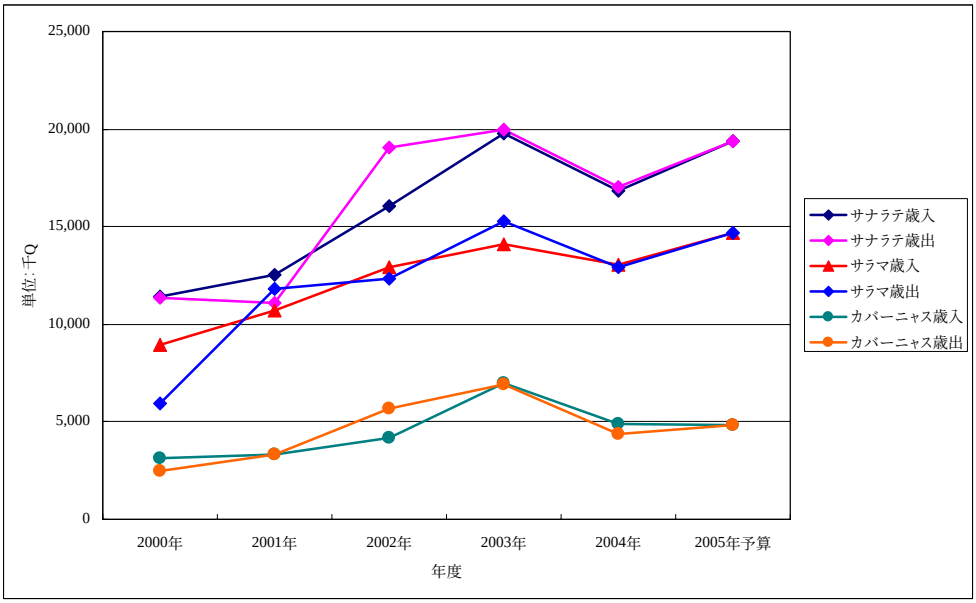


図 2.1.5　3 市の歳入･歳出の推移と 2005 年度予算

1) サナラテ市　（表 2.1.4　参照）

サナラテ市は、グアテマラ市より車で 1 時間ほどの距離で、カリブ海へ向かう幹線国道に位置することから、交通の便がよく商業･工業活動が比較的活発である。また、周辺に石灰の山地を有し、国を代表するセメント企業の工場があることから、他市に比べて税金収入が多く、総歳入に対する営業活動による歳入が 50%と高いのが特徴である。このため、これまでにも公共事業に対する支出が多く、資金力をもとにインフラ整備を積極的に進めている。一方、1998 年に拡張した浄水場の建設費による借り入れ返済が残っており、今後 20 年にわたって返済しなければならない。会計方式により外注や通常の維持管理を超えた補修等は別途プロジェクトベースの公共工事として計上されるため、一概に比較をすることはできないが、水道事業による歳入は水道課の総支出（人件費、経費、材料費等を含む）を上回る。しかし、前述の借り入れによる返済が加わると歳出が歳入を超えてしまうため、現状の水道料金設定は適切とはいえない。

2) サラマ市　（表 2.1.5 参照）

2002 年センサスによると、就業人口の 60%近くが第 1 次産業である、農業、牧畜業となっている。このため税金等による収入が少なく、歳入に対する営業歳入の割合が 30～35%と、収入の多くを国庫交付金に頼っている。また、公共事業等はプロジェクトベースでの申請となり、都市部･地方部開発委員会からの無償資金供与が多数実施されており、歳入の低さをカバーしている。歳出については、職員数を抑え、人件費や経費を低く設定して対応しており、借り入れ等による負債もなく、健全な経営状況を保っている。現在、水道事業に関しては、歳入が歳出を上回っているが、本プロジェクトの適正な実施のためにある程度維持管理に関する職員の増員経費の増加は必要である。サラマ市浄水場のサービスエリアに

おける水道基本料金が Q6/m^3 と低いため、料金改定を行うことにより水道事業における収支が賄えるものと考えられる。

3) カバーニャス市 （表 2.1.6 参照）

カバーニャス市は就業人口の 70%近くが第１次産業であるとともに、日雇い労働者の割合が高いため、貧困度がグ国の中でも非常に高い。このため税金等による歳入はほとんど無く、歳入の 90%以上を国庫交付金に依存している。なお現在の市長を含めて市議会議員の全員が年金をもらっている等の理由から無償のボランティアで業務にあたっている。職員も 3 名の配管工以外は兼任で作業にあたっており、会計上も明確に水道にかかる費用を算出できない状況である。水道メーター設置に伴い適切な水道料金改定を実施することができない限り、持続的な施設の運転･維持管理は難しいと考えられる。

表 2.1.4 サナラテ市の財政収支

サナラテ市	2005年予算	2004年	2003年	2002年	2001年	2000年
歳入	**19,390,120**	**16,861,346.52**	**19,762,187.10**	**16,044,257.36**	**12,554,662.99**	**11,432,262.23**
営業活動による歳入①	10,356,600	6,910,436.97	4,691,884.85	8,899,633.01	3,403,505.21	3,162,652.62
税金	2,926,805	1,208,771.12	77,116.00	263,194.91	68,110.00	85,960.00
税金外収入	2,020,300	215,379.36	1,075,332.43	5,029,961.55	1,058,385.87	1,069,489.71
公共資産･サービス	387,085	184,374.23	203,057.01	823,364.59	353,293.00	94,766.00
公共サービス	710,100	185,613.18	160,501.12	189,459.30	174,245.42	198,259.14
不動産賃貸	150,000	3,710.83	0	189,800.00	120.00	5,941.67
経常移転	2,412,310	3,663,881.33	2,012,408.34	816,918.17	551,335.50	743,975.93
国庫交付金（一般管理費）	2,012,310	3,663,881.33	2,012,308.34	299,918.17	551,335.50	743,700.93
その他	400,000	0	100.00	517,000.00	0	275.00
水道事業による歳入②	1,750,000	1,448,706.92	1,163,469.95	1,586,934.49	1,198,015.42	964,260.17
財務活動による歳入③	9,033,520	9,950,909.55	15,070,302.25	7,144,624.35	9,151,157.78	8,269,609.61
国庫交付金（公共セクター）	9,033,520	9,950,909.55	15,070,302.25	7,144,624.35	9,151,157.78	8,269,609.61
借入金（国庫）	0	0	0	0	0	0
歳出	**19,390,120**	**17,822,984.77**	**21,405,566.14**	**19,131,664.10**	**11,080,152.59**	**11,387,865.00**
営業活動による歳出④	17,890,120	16,904,867.33	19,061,948.98	18,953,234.82	11,080,152.59	11,377,875.46
人件費	5,632,435	4,452,681.05	3,937,887.06	3,407,845.62	2,717,131.86	2,299,192.79
人件費以外	1,438,740	652,721.57	743,055.90	676,431.71	345,604.22	491,152.16
資材調達	1,086,535	505,735.37	483,857.70	385,293.31	303,087.43	318,424.44
動産･不動産	70,000	0	5,670.00	0	49,680.00	40,588.60
経常移転	1,201,690	1,320,179.43	1,430,939.68	1,979,199.23	494,940.34	307,501.14
公共工事（ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄﾍﾞｰｽ）	7,533,520	9,973,549.91	12,460,538.64	12,504,464.95	7,169,708.74	7,921,016.33
水道課の総支出⑤	927,200	684,982.80	527,125.98	-	-	-
財務活動による歳出⑥	1,500,000	116,567.32	908,245.59	89,214.64	0	4,994.77
公的融資返済	1,500,000	116,567.32	908,245.59	89,214.64	0	4,994.77
営業歳入に対する水道事業歳入（②/①）	16.9%	21.0%	24.8%	17.8%	35.2%	30.5%
営業歳出に対する水道課総歳出（⑤/④）	5.2%	4.1%	2.8%	-	-	-
歳入に対する営業歳入の割合	53.4%	41.0%	23.7%	55.5%	27.1%	27.7%
水道事業のみに対する収支（②-⑤-⑥）	▲ 677,200	647,157	▲ 271,902	-	-	-

表 2.1.5 サラマ市の財政収支

サラマ市	2005年予算	2004年	2003年	2002年	2001年	2000年
歳入	**14,707,705**	**13,060,235.69**	**14,073,195.62**	**12,926,350.21**	**10,686,947.43**	**8,971,165.08**
営業活動による歳入①	5,119,530	4,869,702.44	4,560,559.50	3,930,028.25	2,929,359.22	2,485,646.98
税金	513,480	457,007.67	382,170.40	299,158.84	345,586.67	292,108.67
税金外収入	536,100	557,225.87	535,611.00	388,971.00	331,377.35	311,490.50
公共資産･サービス	160,100	199,510.39	168,808.90	112,588.10	127,847.43	247,607.15
公共サービス	1,302,400	1,207,322.09	970,153.10	692,744.27	706,230.54	562,913.95
不動産賃貸	60,000	80,917.91	92,739.00	149,080.92	132,462.81	144,134.12
経常移転	1,771,850	1,570,045.61	1,640,221.99	1,807,461.80	681,772.58	521,979.28
国庫交付金（一般管理費）	1,771,850	1,534,545.61	1,611,721.99	1,770,961.80	640,157.58	516,279.28
その他	0	35,500.00	28,500.00	36,500.00	41,615.00	5,700.00
水道事業による歳入②	775,600	797,672.90	770,855.11	480,023.32	604,081.84	405,413.31
財務活動による歳入③	9,588,175	8,190,533.25	9,512,636.12	8,996,321.96	7,757,588.21	6,485,518.10
国庫交付金（公共セクター）	9,588,175	8,190,533.25	9,512,636.12	8,996,321.96	7,757,588.21	6,485,518.10
借入金（国庫）	0	0	0	0	0	0
歳出	**14,707,705**	**12,929,535.43**	**15,257,563.20**	**12,362,166.25**	**11,823,182.93**	**5,952,207.83**
営業活動による歳出④	14,707,705	12,905,055.43	15,257,563.20	12,330,303.10	11,746,710.27	5,952,207.83
人件費	3,631,470.00	3,363,581.69	1,658,206.76	2,826,778.81	2,185,646.56	1,635,016.09
人件費以外	841,060	897,295.16	592,124.09	324,010.11	299,051.42	232,727.10
資材調達	714,700	673,612.95	329,857.82	392,532.92	274,963.98	255,571.75
動産･不動産	22,100	323,383.58	121,259.90	0	0	0
経常移転	208,800	197,525.27	47,437.33	92,557.71	120,313.29	102,266.33
公共工事（ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄﾍﾞｰｽ）	9,289,575	7,449,656.78	12,508,677.30	8,694,423.55	8,866,735.02	3,726,626.56
水道課の総支出⑤	733,260	758,256	578,545	-	-	-
財務活動による歳出⑥	0	24,480.00	0.00	31,863.15	76,472.66	0.00
公的融資返済	0	24,480.00	0	31,863.15	76,472.66	0
営業歳入に対する水道事業歳入（②/①）	15.1%	16.4%	16.9%	12.2%	20.6%	16.3%
営業歳出に対する水道課総歳出（⑤/④）	5.0%	5.9%	3.8%	-	-	-
歳入に対する営業歳入の割合	34.8%	37.3%	32.4%	30.4%	27.4%	27.7%
水道事業のみに対する収支（②-⑤-⑥）	42,340	14,937.32	192,310.04	-	-	-

表 2.1.6 カバーニャス市の財政収支

カバーニャス市	2005年予算	2004年	2003年	2002年	2001年	2000年
歳入	**4,798,570**	**4,885,581.04**	**6,987,258.30**	**4,170,873.22**	**3,335,205.16**	**3,107,458.64**
営業活動による歳入①	1,040,300	956,706.35	865,092.05	572,914.19	407,144.01	425,764.82
税金	46,400	38,921.35	20,104.65	10,678.25	10,039.00	10,070.50
税金外収入	34,000	56,785.39	9,648.50	8,097.00	6,354.50	5,497.35
公共資産･サービス	6,450	11,952.50	10,136.00	6,620.00	4,940.00	6,182.00
公共サービス	13,650	16,291.00	11,428.75	10,541.50	9,372.00	8,305.70
不動産賃貸	15,000	4,190.83	18,728.81	51,602.96	59,439.50	41,999.54
経常移転	839,800	713,317.88	723,573.33	403,361.57	243,265.55	250,944.39
国庫交付金（一般管理費）⑦	839,800	713,317.88	723,573.33	403,361.57	242,067.75	138,779.74
その他	0	0	0	0	1,197.80	112,164.65
水道事業による歳入②	85,000	115,247.40	71,472.01	82,012.91	73,733.46	102,765.34
財務活動による歳入③	3,758,270	3,928,874.69	6,122,166.25	3,597,959.03	2,928,061.15	2,681,693.82
国庫交付金（公共セクター）	3,758,270	3,928,874.69	6,122,166.25	3,597,959.03	2,928,061.15	2,681,693.82
借入金（国庫）	0	0	0	0	0	0
歳出	**4,798,570**	**4,352,806.06**	**6,898,683.78**	**5,646,975.01**	**3,317,357.19**	**2,476,680.58**
営業活動による歳出④	4,798,570	4,352,806.06	6,898,683.78	5,646,975.01	3,317,357.19	2,231,380.58
人件費	598,350	508,960.37	329,545.45	296,591.11	224,423.94	257,618.03
人件費以外	392,615	308,660.11	38,915.75	47,706.27	17,660.00	27,353.53
資材調達	247,635	529,947.45	65,636.11	68,833.58	32,443.64	38,253.54
動産･不動産	0	121,500.00	27,944.64	0	0	0
経常移転	102,300	269,313.23	37,606.54	25,879.44	34,963.61	580,322.96
公共工事（ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄﾍﾞｰｽ）	3,457,670	2,614,424.90	6,399,035.29	5,207,964.61	3,007,866.00	1,327,832.52
水道課の総支出⑤	-	-	-	-	-	-
財務活動による歳出⑥	0	0	0	0	0	245,300
公的融資返済	0	0	0	0	0	245,300.00
営業歳入に対する水道事業歳入（②/①）	8.2%	12.0%	8.3%	14.3%	18.1%	24.1%
営業歳出に対する水道課総歳出（⑤/④）	95.8%	95.0%	98.0%	95.9%	95.1%	90.8%
歳入に対する営業歳入の割合	21.7%	19.6%	12.4%	13.7%	12.2%	13.7%
水道事業のみに対する収支（②-⑤-⑥）	-	-	-	-	-	-

*カバーニャス市は水道課は実態として存在しておらず、会計も分離して算出することができない。

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

プロジェクトサイト周辺における、インフラ整備状況はグ国の 2002 年センサスより下記のとおりである。

(1) 上水道

共同水栓までを含めた上水道の普及率は全国レベルで約 75%である。対象各市とも 80%程度と全国レベルより高い普及率である。特にカバーニャス市は 96%と非常に高い。サナラテ市では公共サービス以外に個人あるいは共同で使用している井戸所有率が 15%と高い。

(2) 電気･ガス

電気は全国レベルで約 90%と高い普及率であり、3 市ともこれに近い普及率を示している。一方、ガス（プロパン）は全国で約 38%であるのに対して、首都に近いサナラテ市では 56%であるが、国道から離れたカバーニャス市では 23%であり、薪や石炭を利用することが多い。

(3) トイレ･下水

トイレ設備の設置率は全国レベルで 86%であるのに対して、カバーニャス市は 74%と低いが、他の 2 市は全国レベルにある。下水処理システムに関してはサナラテ市では、市内に沈澱処理施設が 1 箇所存在し、ここで汚泥の除去を行い、その後は河川に放流している。市中心部に整備された排水管網は汚水､雨水の合流式で、降雨時に処理容量を越えた流入があるため、余水はバイパス管から直接河川に放出されている。

サラマ市では、老朽化により同市の処理場は現在使用されておらず、市は INFOM を通じて BID による下水処理場建設のための調査を申請した。下水の配管網は上水の給水エリアよりも広範囲で整備されている。カバーニャス市では、市街地には下水管渠が整備されており、溜池を利用した自然生物処理と FIS の援助により 4 年前に建設された下水処理施設の 2 箇所の処理場が存在する。

表 2.2.1 上水道サービス普及率と生活用水源の形態 (単位:%)

No.	市 名	公共サービス				その他					井戸+公共サービス	適切な水源がない
		各戸配管	共同栓(家屋	共同水栓	合計	井戸	配水車	表流水	その他	合計		
1	サナラテ市	71.6	1.3	4.7	77.6	15.1	2.1	3.8	1.4	22.4	92.8	7.2
2	サラマ市	74.2	1.4	6.4	82.0	5.1	0.3	9.6	3.1	18.0	87.1	12.9
3	カバーニャス市	83.8	1.6	10.6	95.9	0.5	0.1	1.5	2.0	4.1	96.5	3.5
4	ｸﾞｱﾃﾏﾗ市(都市部)	81.5	7.8	2.8	92.1	1.5	2.8	0.2	3.5	7.9	93.6	6.4
5	全国	66.3	4.3	4.0	74.6	15.3	2.2	4.8	3.0	25.4	89.9	10.1

出展:グ国センサス 2002 年

表 2.2.2 電気･生活用燃料の普及率 (単位:%)

No.	市 名	照 明						料 理				
		電気	ｿｰﾗｰﾊﾟﾈﾙ	ガス燈	ろうそく	電力有り	電力無し	電気	ﾌﾟﾛﾊﾟﾝｶﾞｽ	薪	炭	料理しない
1	サナラテ市	93.2	1.1	1.2	4.4	95.6	4.4	1.9	56.7	39.7	0.1	0.8
2	サラマ市	81.4	2.7	3.0	12.8	87.1	12.9	1.6	29.2	67.5	0.1	0.7
3	カバーニャス市	79.9	0.5	15.0	1.3	95.4	4.6	1.1	23.1	73.0	0.2	1.7
4	ｸﾞｱﾃﾏﾗ市(都市部)	98.0	0.6	0.2	1.2	98.7	1.3	8.8	87.0	2.7	0.2	0.8
5	全国	79.6	0.8	9.9	9.5	90.3	9.7	2.7	38.3	57.3	0.2	0.8

出展:グ国センサス 2002 年

表 2.2.3 トイレ設備の普及率 (単位:%)

No.	市 名	戸 別				共 同 便 所				合計	施設なし
		水洗		洗浄式	汲取り	水栓		洗浄式	汲取り		
		管路式	浄化槽			管路式	浄化槽				
1	サナラテ市	29.0	14.2	6.2	36.8	0.1	0.5	0.1	0.9	87.9	12.1
2	サラマ市	17.9	9.6	8.3	45.7	0.7	0.1	0.1	0.7	83.1	16.9
3	カバーニャス市	34.9	7.7	3.1	26.4	1.0	0.0	0.0	0.6	73.6	26.4
4	ｸﾞｱﾃﾏﾗ市(都市部)	80.2	2.5	2.5	3.3	7.3	0.2	0.3	0.3	96.7	3.3
5	全国	32.8	5.9	4.7	37.3	2.8	0.4	0.3	1.3	85.5	14.5

出展:グ国センサス 2002 年

2-2-2 自然条件及び社会条件

(1) 気象･水文

1) 降雨及び気温

計画対象地域となる 3 市は、グアテマラ市の東方 40km～100km の範囲に位置する県の中核都市である。年間降雨は 850mm～1,010mm で、5 月～10 月の半年が雨期、その他の時期は乾期となる。各市都市域近傍における過去 10 年間の平均降雨量及び平均気温を図 2.2.1 及び表 2.2.6 に示す。

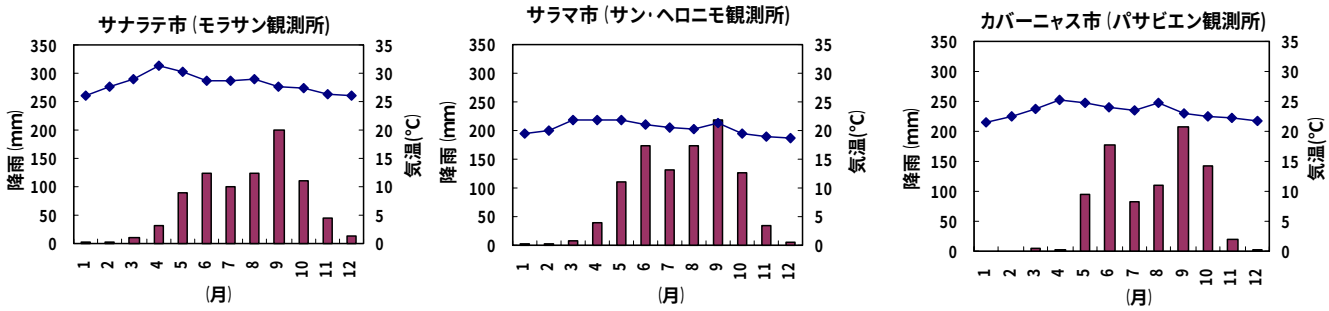


図 2.2.1 3 市の月平均降雨量、平均気温(1995 年～2004 年平均)

2) 河川･水文

各市の浄水場の取水源は河川であるが、河川の取水地点流量は、降水量に応じて乾期、雨期と年を通じて変化する。流域近傍における降雨量は表 2.2.7 に示すとおりである。取水源となる河川は、計画取水量に対して十分な流量があることが必要であり、特に乾期の流量について確認を行うことが重要である。本計画地域の近傍における唯一の河川流量観測所は、INDE のサラマ川流量観測所である。第 2 次地方浄水場改修計画にて改修されたサンヘロニモ浄水場の約 2.5km 上流ラス･アストラスに灌漑及び発電用の取水堰があり、その上流に INDE の流量観測所が設置されている。過去 10 年間における各月の最小流量は表 2.2.4 に示すとおりであり、最小流量は 2002 年 5 月の 0.37m^3/秒/153km^2（比流量 2.4 ﾘｯﾄﾙ/秒/km^2）となっている。

表 2.2.4 ｻﾝﾍﾛﾆﾓ流量観測所(INDE)観測ﾃﾞｰﾀ (単位：m^3/秒/km^2)

年	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	渇水量
1996	1.11	0.94	0.74	1.33	1.11	0.74
1997	1.33	1.29	0.94	0.72	0.90	0.72
1998	1.11	0.94	0.94	0.86	0.62	0.62
1999	1.75	1.47	1.33	1.10	1.47	1.10
2000	1.33	0.94	0.78	0.62	0.56	0.56
2001	1.61	1.47	1.11	1.03	1.20	1.03
2002	0.92	0.82	0.60	0.51	0.37	0.37
2003	3.15	1.89	1.34	1.11	0.98	0.98
2004	1.85	1.45	1.18	1.19	1.02	1.02
2005	1.75	1.24	1.56	1.29	1.24	1.24
平均	1.59	1.25	1.05	0.98	0.95	0.84

※流域面積=153km^2

INSIVUMEH の全国 59 観測所の記録に基づく渇水量データ(4～5 月)より作成された等流出量曲線図によると、比流量はサナラテ市 3.0 ﾘｯﾄﾙ/秒/ km^2、サラマ市 7.0 ﾘｯﾄﾙ/秒/ km^2、カバーニャス市 1.5 ﾘｯﾄﾙ/秒/ km^2 であり、これらの最小値を比流量として推定した渇水流量は表 2.2.5 のとおりとなる。サラマ市については、INDE データによる比流量の方が小さいためこれを用いる。この結果から、各浄水場ともに河川の水源は乾期においても計画取水量を満足する流量があるものと推定できる。

表 2.2.5 河川取水地点の推定渇水流量

サイト	流域面積 (km^2)	比流量 (ﾘｯﾄﾙ/秒/ km^2)	流出量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)	計画取水量 (ﾘｯﾄﾙ/秒)
サナラテ市	390	3.0	1,170	77
サラマ市	26	2.4	63	52
カバーニャス市	16	1.5	24	18

河川流域の降雨日数は、15mm/日以下の降雨を無効雨量とすると、雨期 6 ヶ月の降雨日数はサラマ市 21 日、カバーニャス市 28 日で月平均 5 日程度の発生率となり、この程度の頻度で、原水の濁度が一時的に高くなるものと推定できる。

表2.2.6 3市都市部近傍の月降雨量および平均気温

サナラテ市浄水場

平均気温 (℃)　観測所：モラサン　県：エル・プログレソ　標高：370m

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1995	27.0	27.0	29.4	30.0	30.8	29.2	28.3	28.3	27.3	26.6	26.2	26.3	28.0
1996	25.7	26.7	27.9	29.4	28.4	28.9	28.0	26.5	29.0	27.7	25.5	25.8	27.5
1997	26.6	27.1	29.0	31.2	31.4	28.8	28.8	29.2	28.4	27.4	27.8	26.8	28.5
1998	27.6	29.2	29.4	31.0	31.0	29.1	28.3	29.1	20.3	28.4	26.0	26.3	28.0
1999	25.7	26.8	28.1	30.5	31.0	28.6	27.8	28.3	27.3	26.4	22.5	24.8	27.3
2000	25.1	27.0	29.4	30.3	28.8	27.4	28.9	28.0	27.7	26.8	27.6	24.2	27.6
2001	25.2	27.1	27.7	30.2	30.1	28.9	29.2	30.0	28.4	27.3	26.4	26.3	28.1
2002	26.2	26.8	29.4	30.3	30.7	29.9	29.6	29.4	28.5	28.4	26.9	27.2	28.7
2003	24.9	28.5	30.7	39.9	31.4	-	29.3	29.4	30.2	25.9	27.1	-	29.7
2004	26.4	28.3	28.4	29.4	30.2	26.4	29.0	31.0	29.9	27.9	26.5	25.9	28.3
平均	26.0	27.5	28.9	31.2	30.4	28.6	28.7	28.9	27.7	27.3	26.3	26.0	28.2

降雨量(mm)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計
1995	0.2	0.2	0.0	113.0	35.9	242.9	71.1	359.4	318.4	79.3	7.4	18.8	1246.6
1996	0.3	2.4	0.2	165.8	142.2	67.8	214.4	133.4	74.6	82.2	69.8	3.1	956.2
1997	2.0	0.7	29.9	3.9	34.2	176.9	147.9	42.9	285.8	101.3	27.3	30.0	882.8
1998	2.0	0.0	0.9	0.2	75.2	125.6	177.3	180.8	136.7	156.2	191.6	3.9	1050.4
1999	0.0	0.5	0.0	6.4	25.0	174.3	88.8	172.9	268.7	214.7	8.6	4.1	964.0
2000	0.8	0.0	0.0	0.0	325.9	230.5	25.1	113.7	229.2	73.1	32.3	1.0	1031.6
2001	7.8	3.1	38.2	0.0	111.2	58.0	80.8	81.1	210.0	71.8	1.1	43.4	706.5
2002	3.6	7.9	0.0	0.2	35.7	86.3	53.5	46.3	221.4	59.4	26.8	1.2	542.3
2003	3.0	0.0	18.2	0.2	71.3	12.7	55.7	80.9	90.4	61.5	61.4	-	455.3
2004	3.6	0.0	11.7	21.7	33.1	69.7	85.1	17.2	156.5	200.5	16.8	2.2	618.1
平均	2.3	1.5	9.9	31.1	89.0	124.5	100.0	122.9	199.2	110.0	44.3	12.0	845.4

サラマ市浄水場

平均気温 (℃)　観測所：サン・ヘロニモ　県：バハ・ベラパス　標高：1000m

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1995	18.6	19.3	20.7	22.1	22.3	22.0	20.6	20.6	23.4	23.1	20.0	19.6	21.0
1996	26.3	20.6	27.8	23.1	22.0	21.7	21.4	-	22.6	11.7	19.3	-	21.7
1997	19.0	19.7	20.2	21.7	21.0	21.0	20.9	20.4	20.6	20.4	20.0	18.7	20.3
1998	20.0	22.3	22.8	24.1	24.0	23.4	22.6	22.6	23.0	21.4	20.3	20.9	22.3
1999	19.3	20.1	21.3	23.5	23.4	22.5	21.6	22.1	21.9	21.0	18.4	19.2	21.2
2000	18.9	19.5	19.5	19.3	18.5	17.6	17.2	18.1	18.9	17.4	17.5	15.7	17.5
2001	18.3	16.8	18.0	18.9	19.2	18.9	18.6	18.6	18.7	17.8	17.3	17.1	18.2
2002	17.0	17.2	18.9	19.9	19.5	20.0	18.7	19.3	19.5	18.8	18.6	19.5	19.1
2003	18.6	20.7	22.5	21.6	23.3	22.3	21.5	21.0	22.0	20.8	19.9	17.7	21.0
2004	19.5	20.5	20.6	21.2	21.3	21.1	21.1	20.8	21.2	21.0	19.2	19.1	20.6
平均	19.6	20.0	21.7	21.8	21.8	21.1	20.4	20.4	21.4	19.6	19.1	18.6	20.3

降雨量(mm)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計
1995	2.0	4.3	0.0	140.6	73.6	236.2	137.5	489.8	330.3	151.8	11.7	7.7	1585.5
1996	0.0	1.5	0.8	96.3	64.6	105.2	234.9	-	167.0	67.4	73.6	2.0	813.3
1997	4.0	10.2	9.2	36.8	97.2	163.4	96.3	85.2	239.8	80.2	30.5	10.1	862.9
1998	4.9	0.0	0.0	1.2	51.1	169.9	152.1	111.0	97.3	263.1	85.1	6.0	941.7
1999	0.0	0.2	3.5	30.8	14.7	263.9	141.3	168.8	448.4	147.3	25.1	6.8	1250.8
2000	9.4	1.6	0.0	3.0	333.3	217.1	80.9	267.1	174.8	124.6	10.3	2.7	1224.8
2001	0.8	8.0	14.2	0.0	180.4	57.1	94.9	181.8	268.5	116.7	3.0	13.7	939.1
2002	3.3	3.9	11.4	0.0	72.9	166.9	97.5	97.9	165.4	144.7	17.6	7.3	788.8
2003	4.2	2.0	28.5	4.0	120.3	162.0	108.1	94.7	130.5	67.2	51.1	0.0	772.6
2004	2.4	0.0	4.4	74.2	89.4	182.4	183.4	55.8	157.5	103.5	26.8	3.8	883.6
平均	3.1	3.2	7.2	38.7	109.8	172.4	132.7	172.5	218.0	126.7	33.5	6.0	1006.3

カバーニャス市浄水場

平均気温 (℃)　観測所：パサピエン　県：サカパ　標高：260m

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1995	21.7	22.2	23.8	25.2	25.4	24.6	23.6	23.7	23.1	22.6	22.3	21.7	23.3
1996	20.6	21.9	20.6	24.4	23.3	24.4	23.4	23.6	23.7	23.0	21.8	20.8	22.6
1997	21.0	23.1	24.2	25.7	25.8	23.7	24.0	24.5	23.6	22.6	23.0	20.1	23.4
1998	22.5	22.5	23.3	25.8	25.6	25.5	24.0	24.1	21.5	23.1	22.8	21.6	23.5
1999	22.0	22.2	24.0	25.4	25.5	23.9	23.8	24.3	23.2	23.1	22.0	21.8	23.4
2000	21.0	20.9	23.6	25.1	24.5	24.7	24.3	23.6	21.4	23.2	22.6	21.9	21.8
2001	20.2	22.3	21.5	25.1	25.4	23.4	25.0	24.9	23.1	20.5	22.4	22.1	23.0
2002	22.7	22.0	24.9	25.7	23.1	23.6	23.7	24.7	23.2	23.5	21.9	-	23.7
2003	21.2	24.6	25.1	24.3	23.9	23.8	23.4	24.1	24.1	-	-	-	-
2004		21.2	23.7		25.3	23.5	21.0	25.8	-	-	-	-	-
平均	21.6	22.6	23.8	25.3	24.8	24.0	23.5	24.7	23.0	22.6	22.3	21.9	-

降雨量(mm)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計
1995	0.0	1.5	2.2	96.6	21.0	214.5	63.8	394.6	266.3	51.5	3.0	1.7	1116.7
1996	0.0	0.0	4.5	186.5	76.0	134.7	220.9	131.5	130.7	28.5	113.0	0.0	1026.3
1997	9.0	1.0	44.5	28.0	43.8	384.0	57.0	59.6	112.8	68.6	11.5	0.0	819.8
1998	0.0	0.0	0.0	4.5	63.5	110.9	81.9	74.9	117.0	267.0	37.4	1.5	758.6
1999	0.0	1.0	4.0	1.0	43.6	234.5	139.4	215.9	350.0	195.0	0.0	0.0	1184.4
2000	0.0	0.0	0.0	0.0	325.8	101.4	20.5	160.5	341.5	37.5	6.0	2.0	995.2
2001	0.0	6.0	11.2	0.0	118.2	122.5	83.0	180.0	174.8	135.5	3.0	17.0	851.2
2002	0.0	0.0	0.0	0.0	32.0	135.0	62.0	75.1	169.7	87.0	4.0	0.0	564.8
2003	0.0		14.0	11.0	26.0	367.0	35.5	41.5	132.0	75.7	32.5	0.0	735.2
2004	0.0	0.0	0.5	3.0	56.0		148.0	26.8	171.2	195.3	63.4	2.1	666.3
平均	0.0	1.2	4.2	2.8	95.0	178.6	81.5	110.7	208.0	141.9	20.9	3.2	871.9

表2.2.7 3市河川流域の降雨量および降雨日数

サナラテ市浄水場

15mm以上降雨日数　観測所：モラサン　県：エル・プログレソ　標高：370m

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計
1995	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	4.0	4.0	8.0	4.0	2.0	0.0	0.0	25.0
1996	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	4.0	8.0	5.0	6.0	3.0	0.0	0.0	29.0
1997	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	6.0	3.0	1.0	1.0	2.0	1.0	0.0	15.0
1998	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	4.0	4.0	2.0	0.0	9.0	4.0	0.0	24.0
1999	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	8.0	6.0	4.0	7.0	4.0	0.0	0.0	33.0
2000	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	8.0	1.0	4.0	2.0	1.0	0.0	0.0	21.0
2001	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	3.0	4.0	5.0	1.0	0.0	0.0	21.0
2002	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	6.0	4.0	1.0	7.0	1.0	1.0	0.0	23.0
2003	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	7.0	2.0	3.0	5.0	0.0	0.0	0.0	21.0
2004	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	4.0	1.0	3.0	1.0	0.0	0.0	13.0
平均	0.0	0.0	0.1	0.3	2.5	5.4	3.9	3.3	4.0	2.4	0.6	0.0	22.5

15mm以上降雨量(mm)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計
1995	0.0	0.0	3.9	102.3	68.5	157.1	199.9	255.7	237.5	97.1	0.4	1.6	1124.0
1996	0.0	0.0	0.0	61.7	38.0	183.2	301.6	181.6	260.6	120.8	9.4	0.0	1156.9
1997	0.0	0.0	4.1	0.0	78.2	262.5	117.6	49.8	103.2	117.7	32.8	6.7	772.6
1998	0.0	0.0	17.9	0.4	53.7	144.3	186.7	166.3	24.4	340.6	223.3	0.0	1157.6
1999	0.0	0.0	11.5	0.0	222.9	252.2	162.9	193.8	254.8	157.5	1.8	3.3	1260.7
2000	0.0	0.0	6.4	0.0	173.1	296.9	63.1	234.1	119.9	32.0	0.0	0.0	925.5
2001	0.0	0.0	3.7	19.7	143.0	115.5	154.4	149.7	180.3	46.3	10.0	0.0	822.6
2002	0.0	0.0	0.0	0.0	106.6	229.4	109.2	72.4	320.3	61.6	78.7	0.0	978.2
2003	0.0	0.0	5.4	11.2	143.8	264.8	77.3	143.1	202.1	29.2	6.7	0.0	883.6
2004	0.0	0.0	0.0	0.0	53.5	151.2	177.5	47.4	0.0	0.0	3.5	0.0	433.1
平均	0.0	0.0	5.3	19.5	108.1	205.7	155.0	149.4	170.3	100.3	36.7	1.2	951.5

サラマ市浄水場

15mm以上降雨日数　観測所：サン・ヘロニモ　県：バハ・ベラパス　標高：1000m

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計
1995	0.0	0.0	0.0	4.0	2.0	5.0	5.0	14.0	6.0	2.0	0.0	0.0	38.0
1996	0.0	0.0	0.0	3.0	1.0	1.0	3.0	0.0	3.0	2.0	2.0	0.0	15.0
1997	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	4.0	2.0	1.0	7.0	3.0	0.0	0.0	21.0
1998	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	3.0	2.0	3.0	6.0	1.0	0.0	19.0
1999	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	6.0	3.0	6.0	9.0	3.0	0.0	0.0	28.0
2000	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	5.0	1.0	6.0	6.0	2.0	0.0	0.0	28.0
2001	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	2.0	1.0	5.0	6.0	3.0	0.0	0.0	21.0
2002	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	2.0	3.0	4.0	5.0	1.0	0.0	19.0
2003	0.0	0.0	1.0	0.0	3.0	6.0	2.0	2.0	3.0	2.0	0.0	0.0	19.0
2004	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	3.0	4.0	1.0	3.0	1.0	0.0	0.0	16.0
平均	0.0	0.0	0.1	1.1	2.5	3.8	2.6	4.0	5.0	2.9	0.4	0.0	22.4

15mm以上降雨量(mm)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計
1995	2.0	4.3	0.0	140.6	73.6	236.2	137.5	489.8	330.3	151.8	11.7	7.7	1585.5
1996	0.0	1.5	0.8	96.3	64.6	105.2	234.9		167.0	67.4	73.6	2.0	813.3
1997	4.0	10.2	9.2	36.8	97.2	163.4	96.3	85.2	239.8	80.2	30.5	10.1	862.9
1998	4.9	0.0	0.0	1.2	51.1	169.9	152.1	111.0	97.3	263.1	85.1	6.0	941.7
1999	0.0	0.2	3.5	30.8	14.7	263.9	141.3	168.8	448.4	147.3	25.1	6.8	1250.8
2000	9.4	1.6	0.0	3.0	333.3	217.1	80.9	267.1	174.8	124.6	10.3	2.7	1224.8
2001	0.8	8.0	14.2	0.0	180.4	57.1	94.9	181.8	268.5	116.7	3.0	13.7	939.1
2002	3.3	3.9	11.4	0.0	72.9	166.9	97.5	97.9	165.4	144.7	17.6	7.3	788.8
2003	4.2	2.0	28.5	4.0	120.3	162.0	108.1	94.7	130.5	67.2	51.1	0.0	772.6
2004	2.4	0.0	4.4	74.2	89.4	182.4	183.4	55.8	157.5	103.5	26.8	3.8	883.6
平均	3.1	3.2	7.2	38.7	109.8	172.4	132.7	172.5	218.0	126.7	33.5	6.0	1006.3

カバーニャス市浄水場

15mm以上降雨日数　観測所：パサビエン　県：サカパ　標高：260m

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計
1995	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	6.0	5.0	8.0	10.0	3.0	0.0	0.0	35.0
1996	0.0	0.0	0.0	5.0	6.0	4.0	6.0	4.0	8.0	2.0	3.0	0.0	38.0
1997	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	4.0	0.0	3.0	3.0	0.0	1.0	21.0
1998	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	7.0	4.0	2.0	3.0	8.0	4.0	0.0	30.0
1999	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	2.0	5.0	5.0	13.0	6.0	0.0	1.0	35.0
2000	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	8.0	1.0	7.0	9.0	2.0	0.0	0.0	33.0
2001	0.0	0.0	1.0	0.0	6.0	2.0	6.0	5.0	11.0	2.0	0.0	0.0	33.0
2002	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	6.0	3.0	3.0	6.0	1.0	2.0	0.0	25.0
2003	0.0	0.0	1.0	0.0	3.0	9.0	4.0	4.0	5.0	0.0	0.0	0.0	26.0
2004	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	4.0	3.0	3.0	3.0	5.0	0.0	0.0	20.0
平均	0.0	0.0	0.3	0.7	3.2	5.8	4.1	4.1	7.1	3.2	0.9	0.2	29.6

15mm以上降雨量(mm)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計
1995	9.1	7.7	1.2	56.4	61.1	221.4	196.3	382.4	402.2	128.6	10.3	19.0	1495.7
1996	3.7	0.0	0.0	335.9	205.8	209.7	373.0	184.7	321.9	101.6	96.7	8.1	1841.1
1997	2.9	8.4	16.5	5.5	33.2	317.7	171.3		182.3	138.7	26.9	21.8	925.2
1998	1.7	0.0	8.7	3.6	130.9	292.7	201.2	120.0	115.5	288.9	238.7	15.2	1417.1
1999	0.8	27.4	15.6	37.4	43.3	180.5	180.8	210.7	461.4	272.1	18.5	20.9	1469.4
2000	4.6	0.4	0.4	1.6	277.0	293.6	71.4	228.8	383.5	104.2	4.8	8.4	1378.7
2001	2.1	19.0	26.7	4.2	191.6	100.8	222.0	167.3	351.7	111.6	4.6	8.6	1210.2
2002	6.9	8.5	0.0	0.0	156.9	237.0	104.5	108.7	235.4	114.9	83.7	5.4	1061.9
2003	8.3	7.0	33.9	13.4	161.3	349.1	149.7	186.2	262.2	49.3	26.9	0.5	1247.8
2004	7.1	0.0	16.7	28.1	103.5	176.2	119.6	95.3	175.8	192.0	27.0	5.5	946.8
平均	4.7	7.8	12.0	48.6	136.5	237.9	179.0	187.1	289.2	150.2	53.8	11.3	1299.4

⑵　地質調査結果

1) 地質調査箇所及び内容

本計画では、3 市の既存浄水場敷地内において沈澱池やろ過池等構造物の建設が計画されるため、これらのサイトにおける地盤状況の確認のために下記内容の地質調査を実施した。サナラテ市の場合、丘陵部の岩を含む硬い地盤上に既存浄水場が建設されており、現在浄水場構造物に沈下等の問題の発生は無く十分な支持力があると判断できるため、手掘りの試掘のみを実施した。

表 2.2.8　地質調査項目

土質試験	実施項目	数　量
ボーリング、標準貫入試験	サンプリング、標準貫入試験	ｻﾗﾏ市浄水場、ｶﾊﾞｰﾆｬｽ市浄水場
手掘り試掘	サンプリング	サナラテ市浄水場
試料の土質分析	液性･塑性、密度、粒度、含水率	ｻﾅﾗﾃ市浄水場、ｻﾗﾏ市浄水場、ｶﾊﾞｰﾆｬｽ市浄水場

表 2.2.9　地質調査実施数量

浄水場サイト	機械ボーリング	手掘り試掘	標準貫入試験	土質分析
サナラテ市	-	0.85m	-	1 サンプル
サラマ市	10.2m	-	5 回､2m毎	5 サンプル
カバーニャス市	10.45m	-	5 回､2m毎	5 サンプル

2) 土質調査結果

地質調査の調査結果を表 2.2.10 に示す。土質調査結果及び地盤支持力の検討書を巻末の資料に添付する。各サイトにおける地盤支持力は、サナラテ市浄水場 30t/m^2、サラマ市浄水場 14.4t/m^2、カバーニャス市浄水場 14.4t/m^{2}であり、新規に建設する沈澱池、ろ過池の基礎形式は直接基礎が採用できる。

表 2.2.10　地質調査結果

サナラテ市浄水場

深度 m	0.85
液性限界	36
塑性限界	24
塑性指数	12
密度	2.79
含水率%	7.5
統一分類	GC
N値	-

サラマ市浄水場

深度 m	2.00-2.25	4.00-4.45	6.00-6.45	8.00-8.45	10.00-10.45
液性限界	37	NP	NP	NP	53
塑性限界	32	NP	NP	NP	35
塑性指数	5	NP	NP	NP	18
密度	2.39	2.54	2.73	2.75	2.54
含水率%	24.6	26	10.6	23.7	26.6
統一分類	SM	SM	SW-SM	SP-SM	SM
N値	>50	64	39	21	>50

カバーニャス市浄水場

深度 m	2.00-2.25	4.00-4.45	6.00-6.45	8.00-8.45	10.00-10.45
液性限界	NP	41	29	32	27
塑性限界	NP	29	21	25	20
塑性指数	NP	12	8	7	7
密度	2.59	2.58	2.68	2.58	2.56
含水率%	22.6	23.5	24.1	29.3	21.7
統一分類	ML	ML	CL	ML	SM
N値	46	37	34	38	34

統一分類(ASTM D2487-1993)
GC: 粘土質礫
SM: シルト質砂
SW: 粒度の良い砂
SP: 均等粒度の砂
ML: シルト
CL: 低塑性粘土

その他
NP: Non Plastic (測定不能)

2-2-3 要請市の上水道の現状

2-2-3-1 浄水場施設の概要

(1) サナラテ市

サナラテ市の浄水場は市街地から約 1km離れた丘陵の中腹に位置する。現在の取水源は約 13km 離れた南方の山中を流れるプラタノス川であり、サナラテ市では都市部の唯一の水源となっている。水質は年間を通じて濁度が高い。浄水場敷地には、1962 年と 1998 年に建設された 2 つの急速ろ過施設（以下、1962 年建設施設を第 1 系統、1998 年建設施設を第 2 系統と称する）があり、現在両施設が運転されている。第 1 系統施設の建設当初は、プラタノス川の下流部にて取水した原水をポンプ揚水系の導水路によって浄水場に送水していた。浄水場施設は、高所設置タンクによる逆流洗浄方式の急速ろ過システムであり、最初沈澱池、凝集剤注入設備、フロック形成池、沈澱池、急速ろ過池、逆洗用水タンク、配水池から成る。また、1998 年には、原水のポンプ揚水の経費を削減するために、新たにプラタノス川上流部に取水工と、新規導水路を建設し、自然流下式の導水システムを構築した。さらに、処理量拡張のため、ろ過池相互の水位差を利用した自己洗浄方式の急速ろ過システム（第 2 系統）の建設を新規に行い、現在はこの新規導水システムと両浄水処理場の運転を行っている。

(2) サラマ市

サラマ市の浄水場は、1968 年に建設された緩速ろ過システムで、市街地から約 2.5km 離れた平地に位置し、北東に約 4km 離れたカチル川を取水源としている。雨期、乾期を問わず平常時は原水濁度が低い。浄水場敷地には、既存の浄水システム(以下、第 1 系統と称する)としての沈澱池、緩速ろ過池、配水池、塩素注入室の他に、給水補填用の深井戸がある。また、取水工及び導水管は 2002 年に EU 融資の計画により改修されており、雨期は豊富な水量が浄水場に到達するようになっている。しかしながら、同 EU の融資にて整備予定であった沈澱池(以下、EU 沈澱池と称する)は建設途中で放置され、使用されていない。浄水場による給水区域には、深井戸が 3 本あり、給水量不足時の補填や公共水栓への給水に利用されている。

(3) カバーニャス市

カバーニャス市の浄水場は、1973 年に建設された緩速ろ過システムからなる。過去には、市街地から約 6km 離れたハラパ川を水源としていたが、現在の取水源は約 16km 離れた南方の山中を流れるハラパ川支流のトボン沢の原流である。取水工から浄水場までの導水管は、1996 年に INFOM の支援により更新された。また、FIS の融資により取水工、導水管、浄水場内の配水池、高架タンク、送水管、配水管の改修･新設工事が進行中である。この工事を通じて、現在 12～14 ﾘｯﾄﾙ/秒にとどまっている導水管の通水能力を 18 ﾘｯﾄﾙ/秒にすることが計画された。

既存浄水場は、沈澱池、緩速ろ過池、配水池、塩素注入室から構成される。浄水場では、これまで原水濁度の高くなる雨期に限って沈澱池と緩速ろ過池を通じた処理をしていたが、沈澱池及びろ過池には 2 年前に発生した地震のため壁面にクラックが発生し、漏水が生じたことから使用不能の状態にある。このため、過去 2 年間、乾期にトボン沢の水を導水する際は、沈澱池やろ過池を使用せずバイパス管を通して直接配水池に導水し、無処理で市内に配水していた。しかしながら、取水工直下約 90m 区間が仮設の配管であり、雨期は河川の増水による影響に備えて、当該区間の導水管を取り外してしまうため、トボン沢の水は導水されていない。こうしたことから、現在、市内には 2 本の井戸が稼動し、浄水場内の配水池を通じて市内への給水が行われている。

これらの各浄水場は建設から 30～40 年経過しており、設備の老朽化に伴う機能低下や故障、不適切な運転維持管理によって、良質で適正な水質と十分な水量の飲料水を供給することができていない。既存浄水場の概要は表 2.2.11～表 2.2.15 のとおりである。現行の設計処理量で、「水道施設設計指針(2000 年版)」の標準値に照らして既存浄水場施設の機能診断を行った結果を表 2.2.16 に示す。また、既存ろ過池のろ過砂分析の結果を表 2.2.17 に、関連施設の位置、施設の概略配置を図 2.2.2～図 2.2.7 に示す。

表 2.2.11 要請対象浄水場の浄水方式と給水概要

サイト	浄水方式	建設年	設計容量(*1)		給水状況(2005 年)			備 考
			(m^3/日)	(リットル/秒)	給水接続数 (戸) (*2)	給水人口 (人) (*3)	水需要量 (m^3 /日) (*4)	
サナラテ市	薬品沈澱＋急速ろ過	1962	2,500	29	4,586	21,800	5,800	
		1998	3,460	40				
		合計	5,960	69				
サラマ市	普通沈澱＋緩速ろ過	1968	2,070	24	3,633	17,800	4,700	給水量不足
カバーニャス市	普通沈澱＋緩速ろ過	1973	1,040	12	1,427	7,200	1,700	給水量不足

注: *1:設計容量、 *2:市ヒアリングによる、 *3. *4:水需要予測より

表 2.2.12 計画対象地域の標高及び流域面積

サイト	市街地標高(m)	浄水場標高 (m)	取水口標高 (m)	水源域標高 最高点(m)	水源域 面積(km^2)	河川名
サナラテ市	740～800	930	970	2,600	390	プラタノス川
サラマ市	940～1,000	1,015	1,055	2,340	26	カチル川
カバーニャス市	210～240	256	471	2,080	16	トボン沢

表 2.2.13 取水工、導水路の概要

サイト	取水工	導水管 延長	管種、管径	付帯構造物
サナラテ市	コンクリート固定堰	12.5km	PVCφ15”、φ12” 設計導水量 88 リットル/秒	沈砂池 1 ヶ所、河川横断工 2 ヶ所、空気弁工 23 ヶ所、排泥工 13 ヶ所
サラマ市	コンクリート固定堰	3.7 km	PVCφ12”、φ10”、φ8” 設計導水量 63 リットル/秒	沈砂池 1 ヶ所、空気弁工 6 ヶ所
カバーニャス市	コンクリート固定堰	15.9 km	PVCφ6”、φ4” 設計導水量 18 リットル/秒	沈砂池 1 ヶ所、河川横断工 1 ヶ所、減圧水槽 1 ヶ所、空気弁工 7 ヶ所、排泥工 3 ヶ所

表 2.2.14 既存施設の概要

項目	単位	サナラテ市		サラマ市		カバーニャス市
建設年度	-	1962 年	1998 年	1968 年	2002 年	1973 年
系統名	-	第 1 系統	第 2 系統	第 1 系統	第 2 系統	-
処理システム	-	急速ろ過	急速ろ過	緩速ろ過	-	緩速ろ過
設計容量	ﾘｯﾄﾙ/秒	69		24		12
	m^3	5,960		2,070		1,040
系統別容量	ﾘｯﾄﾙ/秒	29	40	24	0	12
導水路	式	1		1（EU 融資）		1（FIS 融資）
着水井	池	1	1	1	-	無
最初沈澱池	池	1	1	無	-	無
流入量水設備	式	ﾊﾟｰｼｬﾙﾌﾘｭｰﾑ ×1	越流堰×1	越流堰×1		無
凝集処理設備	式	注入機無し、手作業による	注入機無し、手作業による	無	-	無
フロック形成池	池	上下迂流式×1	上下迂流式×1	無	-	無
沈澱池	池	横流式薬品沈澱池×2	傾斜板式薬品沈澱池×6	横流式普通沈澱池×2	横流式普通沈澱池×2（未完成）	横流式普通沈澱池×1
ろ過池	池	急速ろ過池 ×2	急速ろ過池 ×8	緩速ろ過池 ×2	-	緩速ろ過池 ×1
逆洗浄設備	式	1（高所タンク、ポンプ 2 台、）	無	無	-	無
ろ過砂洗砂場	式	無	無	2	-	無
処理水合流槽	池	1		無	-	無
塩素注入設備	式	1	無	1	-	1
処理水量水設備	式	無	無	無	-	無
配水池	池	2	3	2	-	3
場内送水管施設	式	1		1	-	1
場内排水管施設	式	1		1	-	1

*カバーニャスは現在 FIS により建設中のものを含む。

*施設は導水路及び既存浄水場敷地内の施設とする。

表 2.2.15 配水管網内の施設

対象地	配水管網	配水池	井 戸
サナラテ市	有り	浄水場内 150m^3 :2 池 浄水場外 500m^3 :3 池 配水管網内 500m^3 :1 池	無し
サラマ市	有り	浄水場内 400m^3 :2 池 高架タンク 55m^3 :1 池	井戸 4 ヶ所 送水ポンプ 1 ヶ所
カバーニャス市	有り	浄水場内 400m^3 :1 池 浄水場内建設中 150m^3:2 池、60m^3 :1 池	井戸 2 ヶ所

表2.2.16 既存浄水場施設の機能診断

施設名		単位	設計標準値	サナラテ市 第1系統 (1962年建設)	サナラテ市 第2系統 (1998年建設)	サラマ市	カバーニャス市
設計容量		m^3/日	-	2,506	3,456	2,074	1,037
		ﾘｯﾄﾙ/秒	-	29.0	40.0	24.0	12.0
最初沈澱池	池数	-	原則2つ以上	2池		-	-
	形状寸法(有効水深)	m	-	15.0×14.0×2.5		-	-
	有効容量/池	m^3	-	525.0		-	-
	滞留時間	時間	1時間以上	5.0	3.6	-	-
量水装置		-	-	**ﾊﾞｰｼｬﾙﾌﾘｭｰﾑ不良**	**越流四角堰不良**	**越流三角堰不良**	**無し**
凝集用薬品注入設備		-	-	**手作業**	**手作業**	**無し**	**無し**
フロック形成池	方式	-	-	上下迂流式	上下迂流式	無し	無し
	形状寸法(有効)	-	-	0.7×19.3×2.6	0.7～0.9×3.5×3.6		
	有効容量	m^3	-	35.1	43.3		
	滞留時間	分	20～40	**20.2**	**18.0**		
	平均流速	cm/秒	15～30	15.0	20.0		
	G値	秒$^{-1}$	10～75	**79.0**	**68.0**		
	GT値	-	23,000～210,000	92,200	71,100		
沈澱池	形式	-	-	横流式薬品沈澱池	上向流傾斜板式	横流式普通沈澱池	迂流式普通沈澱池
	池数	池	2池以上	2	6	2	**1**
	形状寸法(有効)/池	m	-	3.6×18.6×3.0	2.4×4.25×2.47	4.1×26.1×2.9	2.0×36.4×2.7
	長/幅 比		3～8	5.2	1.8	6.4	18.2
	有効表面積/池	m^2	-	67.1	10.2	107.0	72.8
	有効容量/池	m^3	-	201.3	25.2	310.3	196.6
	有効水深	m	3～4程度	3.0	2.5	2.9	2.7
	表面負荷率	mm/分	普通沈澱池 5～10	-	-	6.7	9.9
			薬品沈澱池 15～30	13.0	-	-	-
			傾斜板式 7～14	-	8.7	-	-
	平均流速/平均上昇流速	mm/分	普通沈澱池 300以下	-	-	60.6	133.4
			薬品沈澱池 400以下	80.2	-	-	-
			傾斜板式 80以下	-	40.7	-	-
	滞留時間	時間	普通沈澱池 (8時間以上)	-	-	**7.2**	**4.5**
ろ過池	形式	-	-	急速濾過	急速濾過	緩速濾過	緩速濾過
	洗浄方式	-	-	逆流洗浄	逆流洗浄	無	無
	池数	池	2池以上	2	8	2	**1**
	形状寸法/池(有効)	m/池	-	3.6×3.2	1.5×1.6	12.9 ×17.05	10.0×16.0
	ろ過面積/池	m^2	-	11.52	2.40	219.95	160.00
	ろ過速度(全池運転時)	m/日	急速ろ過池 120～150	108.8	**180.0**	-	**-**
		m/日	緩速ろ過池 4～5	-	-	4.7	**6.5**
	流出側流量計	-	-	**設置無し**	**設置無し**	**設置無し**	**設置無し**
配水池	池数	池	-	5		2	**1**
	有効容量/池	m^3×池	-	150m^3×2池 500m^3×3池 500m^3×1池		400m^3×2池	400m^3×1池
	有効容量/全池	m^3	-	2,300		800	400
	貯留時間/全池	時間	8～12	9.3		9.3	9.3

凡例: [　　] 設計基準値不適合（水道施設設計指針）

表2.2.17 既存ろ過池のろ過砂分析結果

項目	単位	JWWA規格	ｻﾅﾗﾃ市 急速ろ過池(1)	ｻﾅﾗﾃ市 急速ろ過池(2)	ｻﾗﾏ市 緩速ろ過池	ｶﾊﾞｰﾆｬｽ市 緩速ろ過池
有効径	mm	急速:0.45-0.70 緩速:0.30-0.45	1.088	1.042	0.312	0.277
均等係数		急速:1.7以下 緩速:2.0以下	1.863	1.779	4.086	6.57
最大径	mm	2.0	3.446	3.933	砂利混入	砂利混入
最小径	mm	急速:0.3以上 緩速:0.18以上	0.481	0.462	0.145	0.065
洗浄濁度	度	30以下	239.7	164.7	200	466.4
比重		2.57-2.67	2.50	2.56	2.70	2.70
強熱減量	%	0.75以下	4.36	4.27	1.26	4.19
摩滅率	%	3.0以下	1.42	0.84	1.56	1.60
塩酸可溶率	%	3.50以下	6.24	6.50	1.04	3.89
利用可否判断			不適合	不適合	不適合	不適合

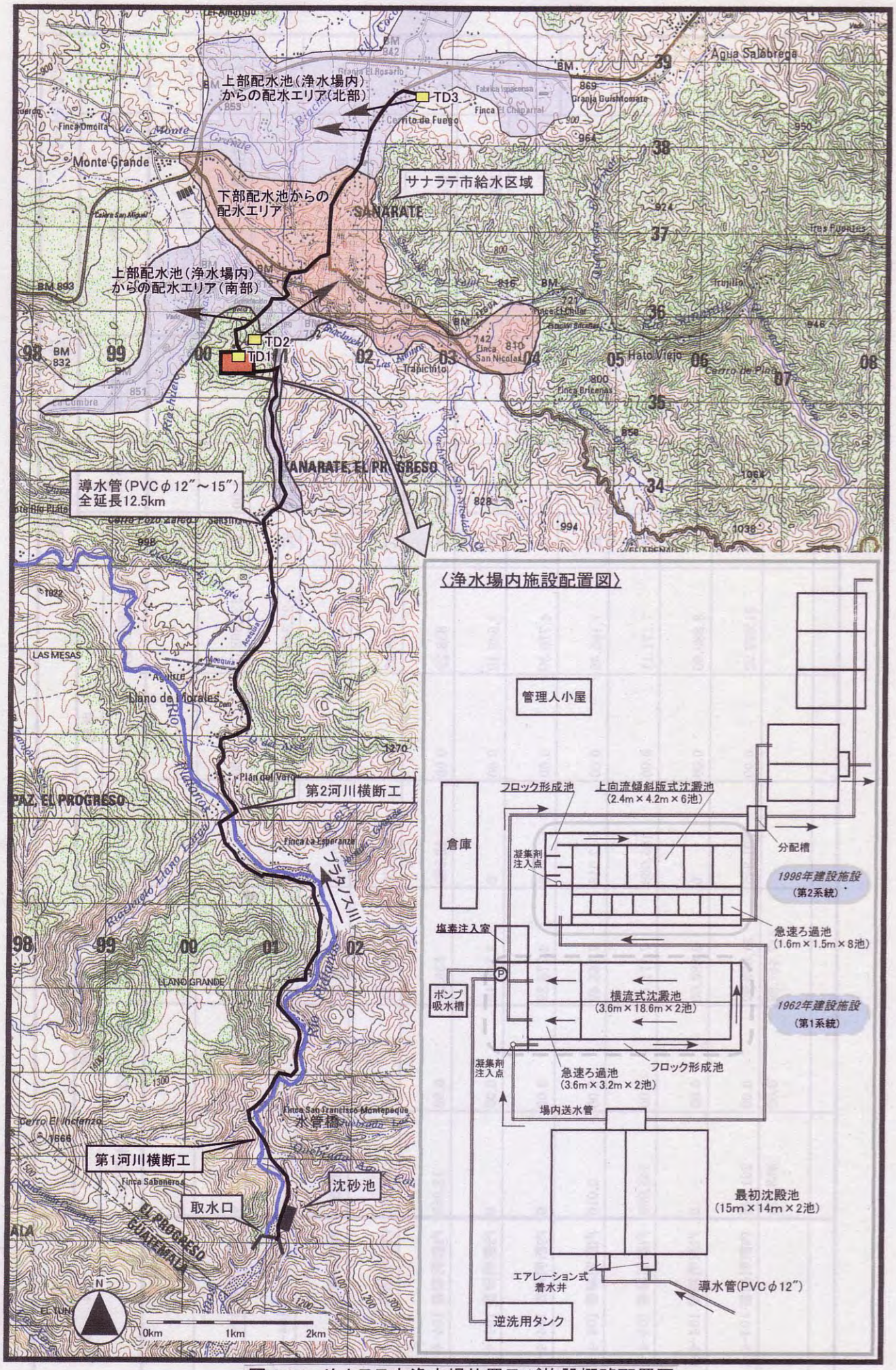


図 2.2.2 サナラテ市浄水場位置及び施設概略配置図

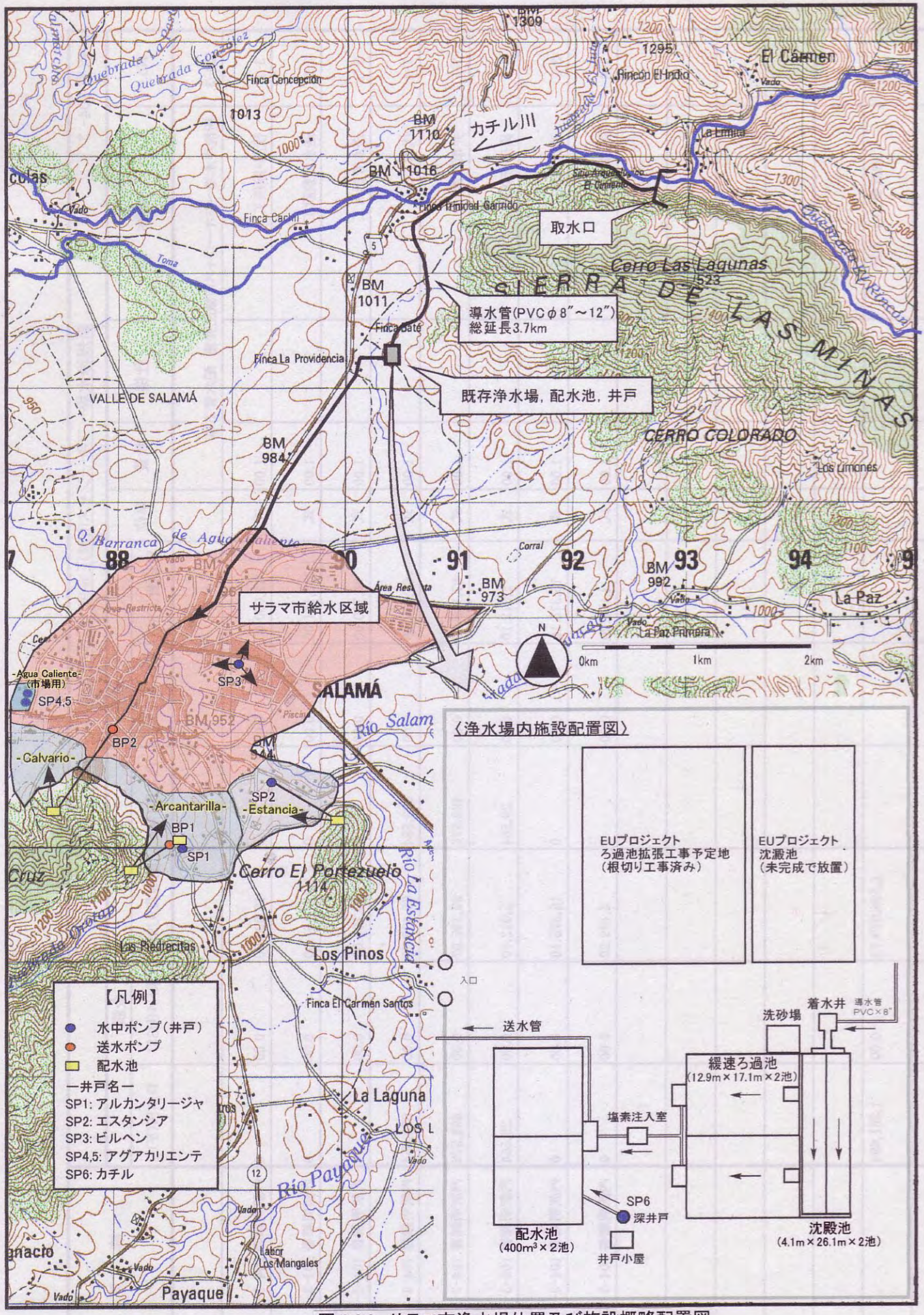


図 2.2.3 サラマ市浄水場位置及び施設概略配置図

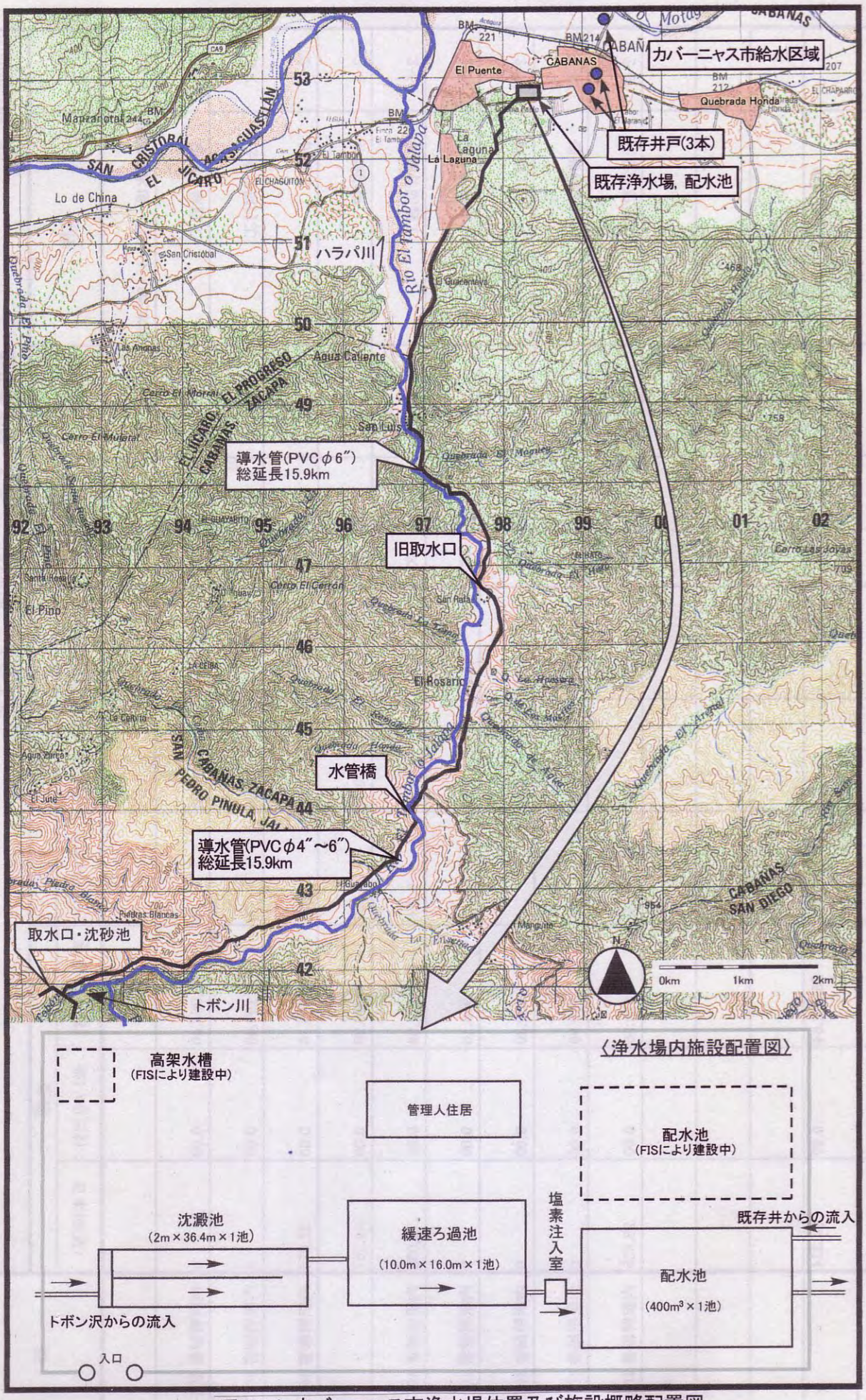


図 2.2.4 カバーニャス市浄水場位置及び施設概略配置図