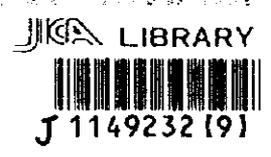


グアテマラ共和国
地方浄水場復旧計画
基本設計調査報告書

平成11年1月



国際協力事業団

株式会社 協和コンサルタンツ

株式会社 日水コン

1
8
0
ARY

調無一
CR (3)
99-031

グアテマラ共和国
地方浄水場復旧計画
基本設計調査報告書

平成11年1月

国際協力事業団

株式会社 協和コンサルタンツ

株式会社 日水コン



1149232 (9)

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、同国の地方浄水場復旧計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成10年7月26日から9月3日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

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いたしました。帰国後の国内作業の後、平成10年10月25日から11月6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。

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

平成11年1月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

伝 達 状

今般、グァテマラ共和国における地方浄水場復旧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10年7月15日より平成11年2月22日までの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、グァテマラ国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11年1月

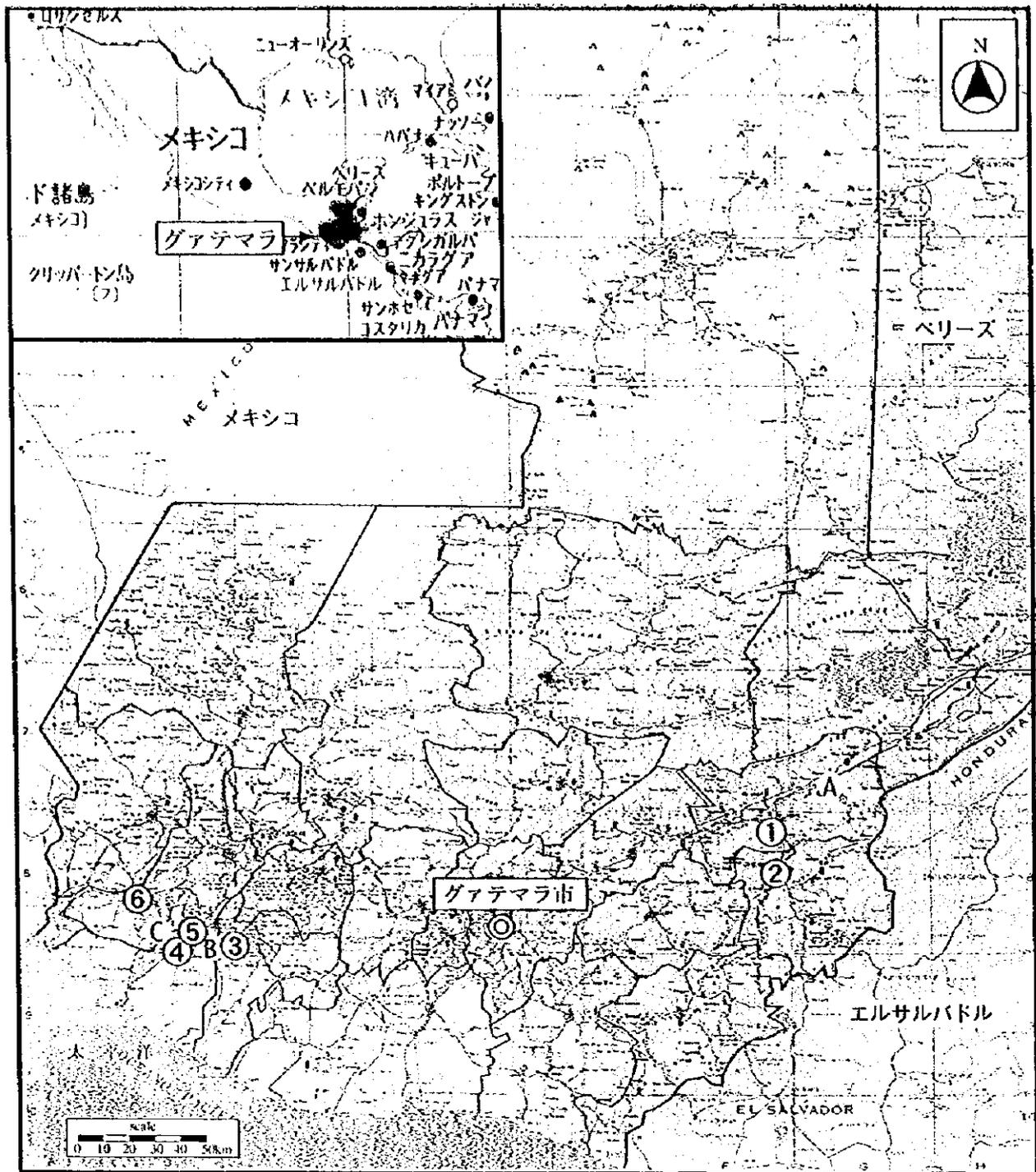
共同企業体代表者

株式会社 協和コンサルタンツ

グァテマラ共和国

地方浄水場復旧計画基本設計調査

業務主任 進 藤 昌 明



調査・協力対象都市	
①	サカバ
②	チキムラ
③	マサテナンゴ
④	レタルレウ
⑤	サン・フェリベ
⑥	コアテペケ

調査対象都市	
A	グアラン
B	クヨテナンゴ
C	サン・セバスチャン

<凡例>
 ① : 調査・協力対象都市
 A : 調査対象都市
 — : 国境
 - - : 県境
 ◎ : 首都

調査・協力対象地域位置図

1. サカパ



1. 取水工（グラナディージャス川）
堰堤が連続していないため、乾期に取水が困難となる。



2. 凝集沈殿池
奥：薬品（硫酸バンド）注入室とフロック形成池
手前：沈殿池



3. 圧力式ろ過タンク
計器が全て故障しており、ろ過状況が確認できない。

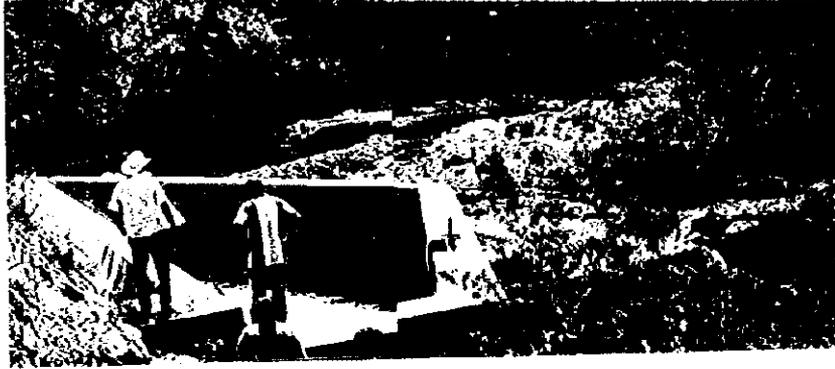


4. 硫酸バンド注入設備



5. 塩素注入設備

2. チキムラ



1. 取水工 (タコ川)



2. フロック形成池



3. 凝集沈澱池

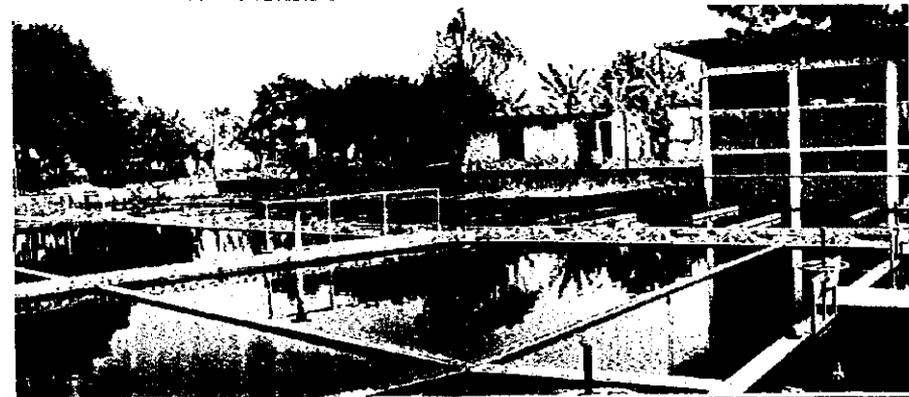


4. 緩速ろ過池

3. マサテナンゴ

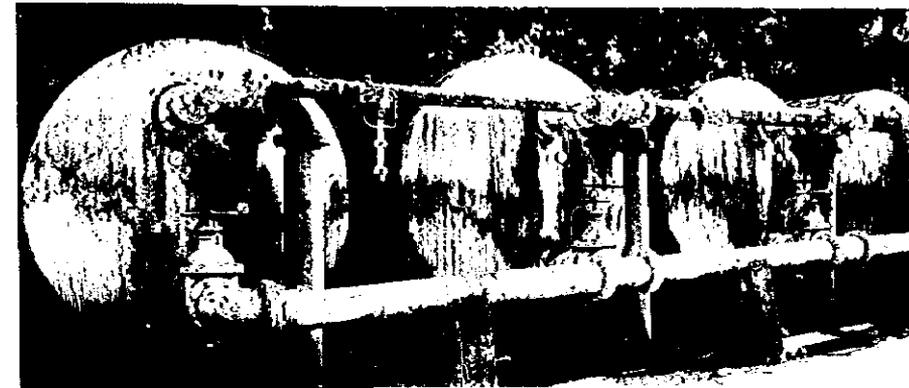


1. 取水工（シス川）



2. 浄水場

右奥：管理棟
奥：フロック形成池
手前：凝集沈殿池

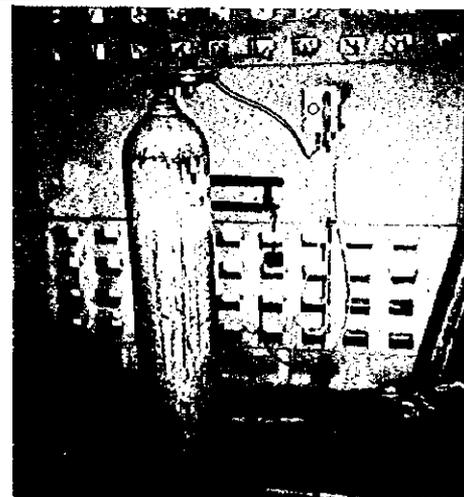


3. 圧力式ろ過タンク

計器は全て故障し、ろ過
状況が不明。



4. 硫酸バンド注入設備



5. 塩素注入設備

4. レタルレウ



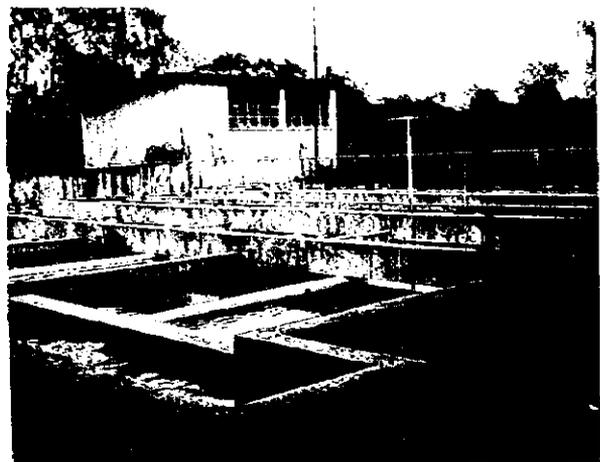
1. 取水工（ツヌナ川）

取水工の位置が都市に近く、ゴミや排水による水質悪化が懸念される。

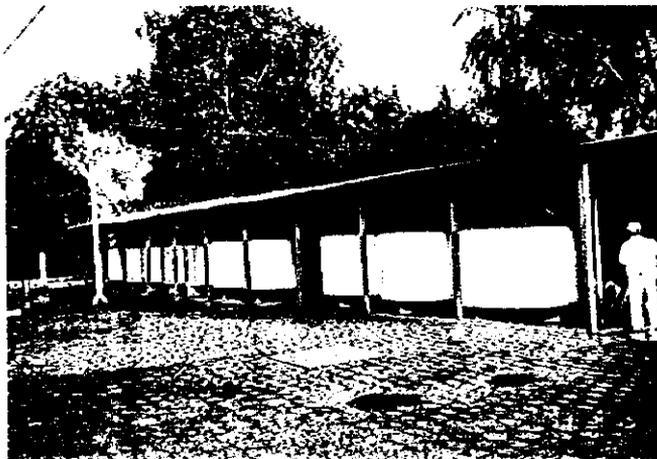


2. 薬品混和池

硫酸バンド溶液を注入している。

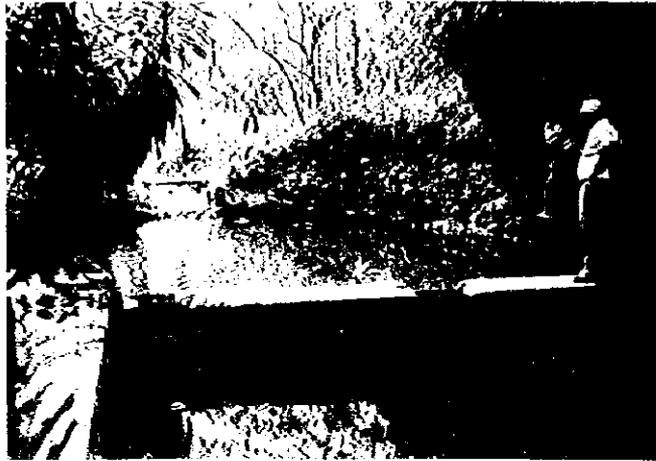


3. 凝集沈澱池（傾斜板式）

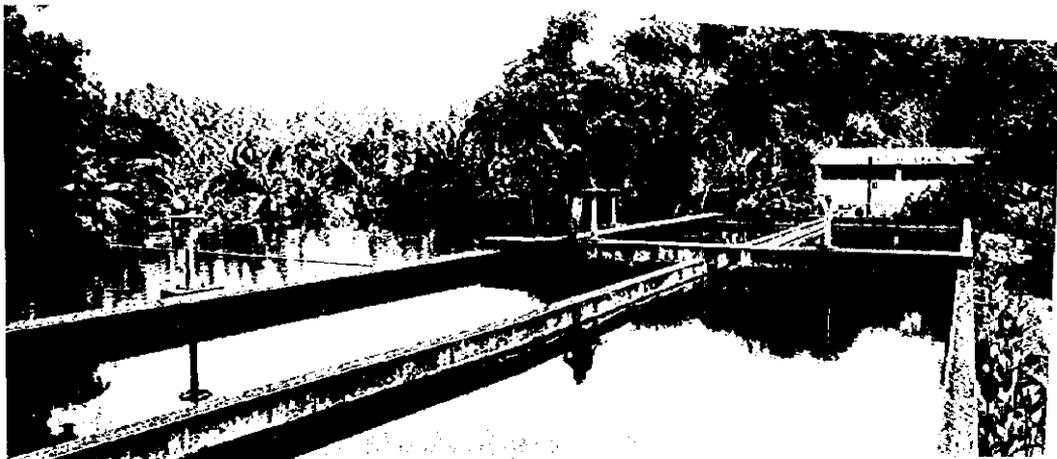


4. 圧力式ろ過タンク

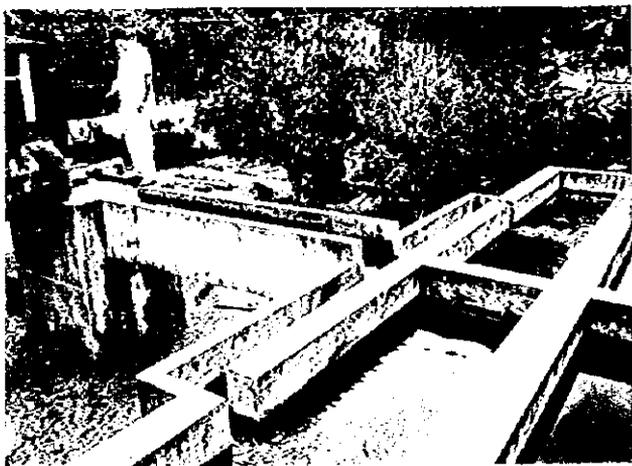
5. サン・フェリペ



1. パティオデポラス川取水口



2. 浄水場 手前：普通沈澱池
左奥：緩速ろ過池

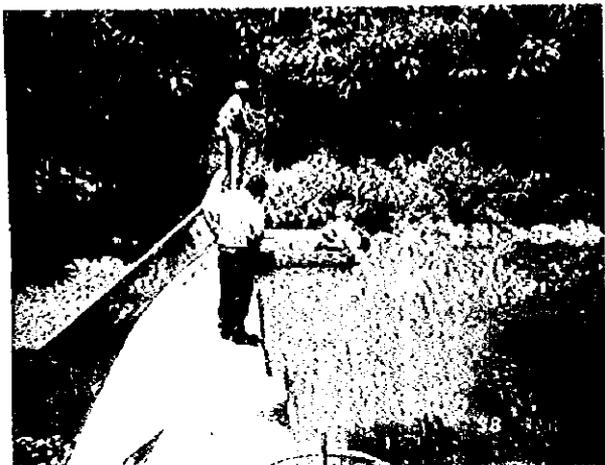


3. 浄水場 着水井

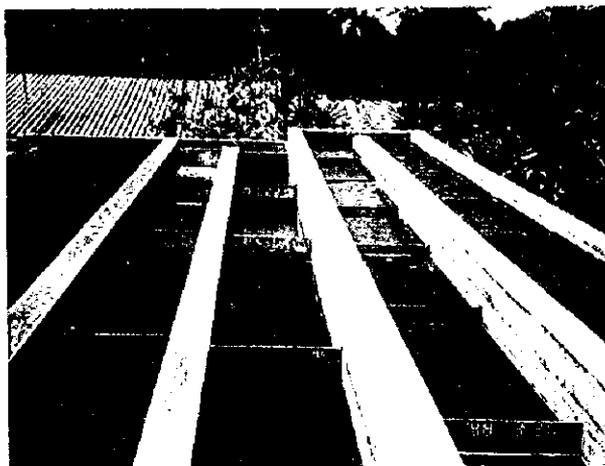


4. ろ過池壁面の漏水箇所

6. コアテペケ



1. 取水工 (カノアス川)



2. フロック形成池



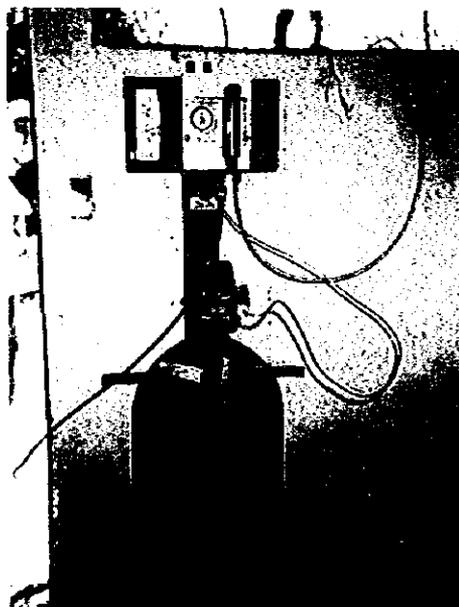
3. 急速ろ過池

奥 : 凝集沈殿池

手前 : 急速ろ過池



4. 硫酸バンド注入設備



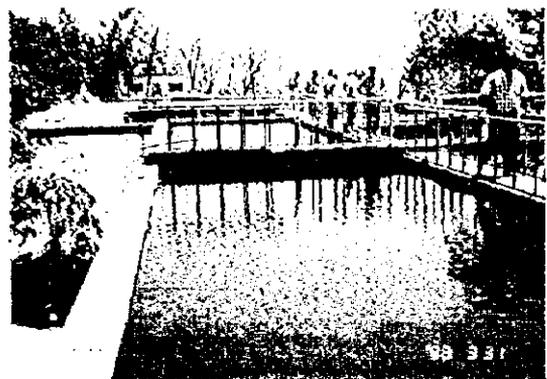
5. 塩素注入設備

A. グアラン



1. 取水工（マジュエラス川）

昨年11月に完成された。現在送水管が工事中であり、本年5月に完成予定。

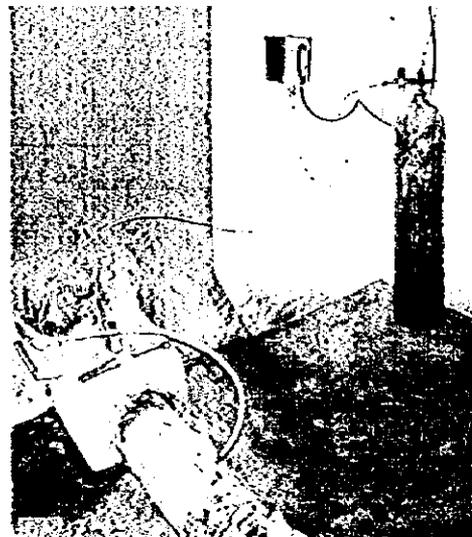


2. 普通沈殿池（I）

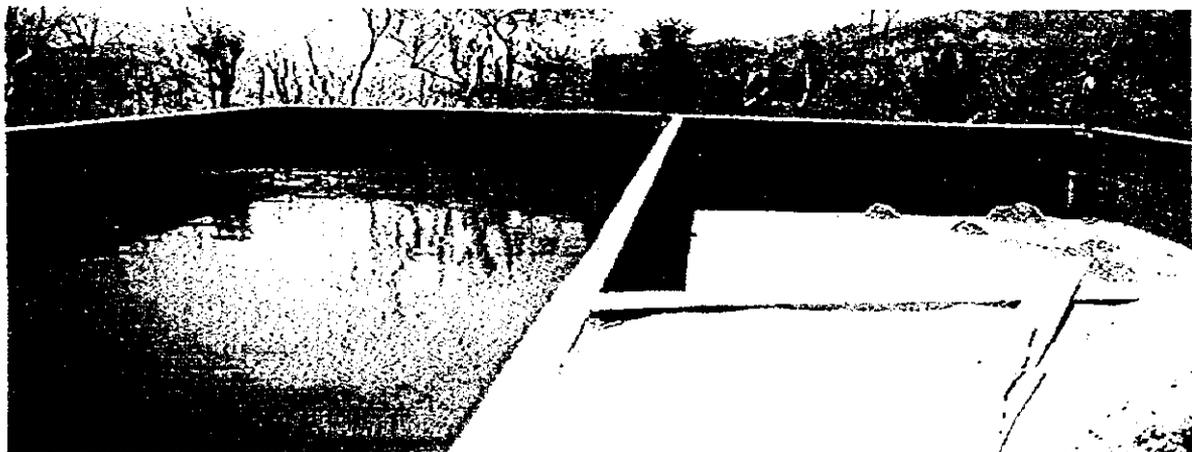


3. 普通沈殿池（II）

水圧に耐えきれず側壁（石積構造）が倒壊したまま放置されている。



5. 塩素注入設備：送水管直結型



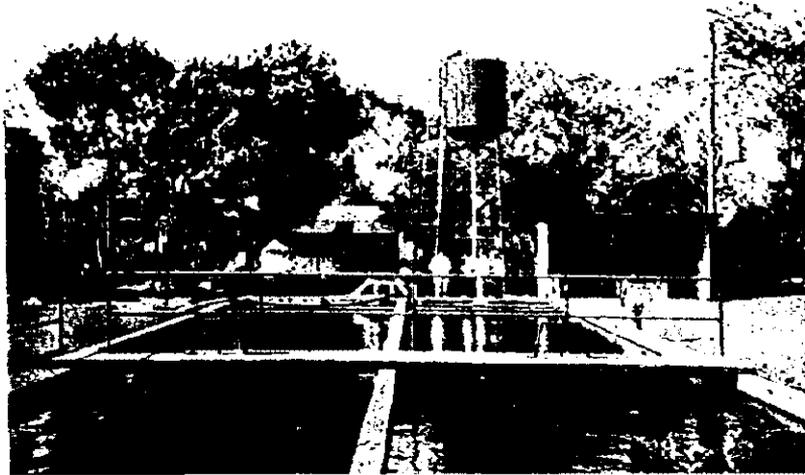
4. 緩速ろ過池

1池稼働、2池が修復中。本年5月から供用開始予定。

B. クヨテナンゴ



1. 取水工 (イカン川)



2. 普通沈殿池



3. 緩速ろ過池

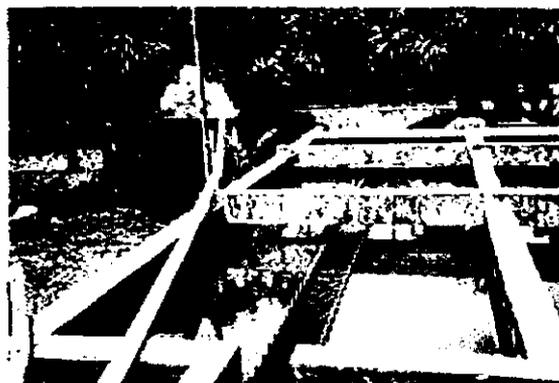
C. サン・セバスチャン



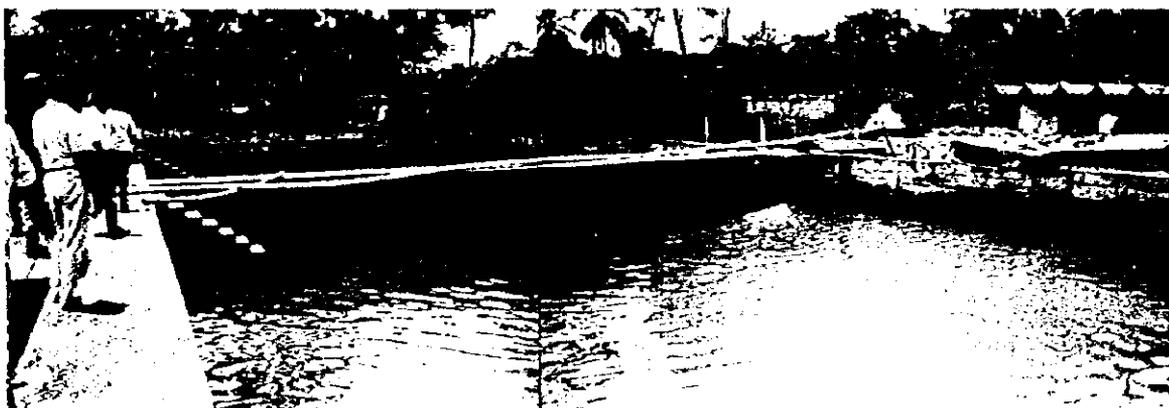
1. 取水工 (ツヌナ川)



2. 前段ろ過池
取水工付近に濁度負荷を軽減する目的で設置されている。



3. 上向流沈殿池 (傾斜板)
左奥: エアレーション式着水井



4. 緩速ろ過池

要 約

要 約

グアテマラ共和国（「グ」国）は、「国家開発の5ヶ年計画（1996～2000年）」において、国民の生活環境改善のため、上水道の普及率向上を優先課題と位置付け、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、水系伝染病の軽減を実現することを目指している。

「グ」国地方都市においては上水道の水源として主に湧水や河川に依存してきた。しかし近年の都市への人口集中によって、湧水では量的に賸り切れない状況を来し、河川に依存する割合が増加している。また河川の水質は、流域の開発行為や周辺住民の生活排水の垂れ流し等のため年々悪化してきている。一方、「グ」国には、浄水場によって処理された水を給水している地方都市が23あるものの、これらの施設の中には、建設後30年以上を経て老朽化や装置の故障等を原因とする処理能力の低下や原水水質の悪化により、市民への給水サービスは質・量ともに大きく低下しているものもある。また、浄水場の能力が水需要を満たせない都市では、原水が無処理のまま配水池へ導水し給水しているケースもある。上水道の量と質の低下は、コレラや下痢等の水系伝染病の発生など、住民の衛生状態にも深刻な影響を与えているばかりでなく、住民の水道料金不払いの原因となっており、水道事業の運営を困難にしている。

このような状況の下、「グ」国の地方都市と村落部の上下水道整備事業を所轄する地方振興庁（Instituto de Fomento Municipal :INFOM）は1996年「地方浄水場復旧アクション・プラン」を策定した。さらにINFOMは「アクション・プラン」の一環として「グ」国内の23の地方都市にある既存浄水場施設の内、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9施設を選定し、以下の内容の協定書を9都市と締結した上で、「グ」国政府は、これら9都市の浄水場改修計画を地方都市の浄水場改修のモデル事業と位置付け、無償資金協力による本計画の実施を日本政府へ要請してきた。

- ①対象都市は運営維持管理の能力向上に努力する。
- ②対象都市は施設の保全と警備を行う。
- ③対象都市はINFOMの指導に従って水道料金の改訂を行う。
- ④対象都市は他機関に要請をしない。

本計画の目的は、「アクション・プラン」に則り以下の4点にまとめられる。

- ①対象浄水場の設備及び装置を復旧及び拡張し、各都市が現在有している地下水などの他の水源を加味して2002年までの水需要をカバーする。
- ②「グ」国の水道水質基準を満足できる水道水を安定的に供給する。
- ③水道施設の維持管理体制を整え、施設の維持管理に関する技術力を高める。
- ④水道料金の改訂を含み、水道事業の財政力を強化する。

なお、要請された対象施設と改修内容は表-1の通りである。

表-1 要請された対象施設と改修内容

都市名	取水施設	導水施設	浄水施設	配水池施設
1) サカパ (サカパ県)	排砂ゲート	—	着水井、薬注、沈殿、ろ過、消毒の各設備の建設・改良・交換	流量計
2) グアラン (サカパ県)	取水工	導水管	着水井、ろ過、消毒の各設備の建設・改良・交換	流量計
3) チキムラ (チキムラ県)	—	導水管	沈砂、着水井、薬注、フロック形成、沈殿、ろ過、消毒の各設備の建設・改良・交換	流入管・弁類、流量計
4) マサテナンゴ (スチテペケ県)	—	導水管	着水井、薬注、沈殿、ろ過、消毒、送水の各設備の建設・改良・交換	流量計
5) クヨテナンゴ (スチテペケ県)	—	導水管	着水井、薬注、フロック形成、沈殿、急速ろ過、消毒の各設備の建設・改良・交換	流入弁、流量計
6) レタルレウ (レタルレウ県)	—	導水管	着水井、薬注、フロック形成、沈殿、ろ過、消毒の各設備の建設・改良・交換	流入管、流量計
7) サン・セバスチャン (レタルレウ県)	—	導水管	着水井、薬注、フロック形成、沈殿、ろ過、消毒の各設備の建設・改良・交換	流量計
8) サン・フェリペ (レタルレウ県)	取水工設置	導水管	着水井、ろ過、消毒の各設備の建設・改良・交換	流量計
9) コアテペケ (ケツァルテナンゴ県)	—	—	着水井、薬注、沈殿、ろ過、消毒の各設備の建設・改良・交換	流入管・弁類、流量計

上記要請に基づき、日本政府は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、内容の確認のため、平成10年7月26日から9月3日まで基本設計調査団を「グ」国に派遣し、同調査団はINFOMとの協議、各都市における施設の現況調査及び資料収集等を実施した。帰国後、国内作業において要請内容及び協力の妥当性を検討の上、適切な規模と内容の施設復旧計画及び機材調達計画を策定し、基本設計概要書にとりまとめた。さらに、平成10年10月25日から11月6日まで基本設計概要説明調査団を派遣し、概要書の説明及び内容に関しINFOMと協議を行った。

本計画調査対象都市における浄水施設の復旧に対する無償資金協力としての妥当性は、下記条件に基づいて判断された。

表-2 対象都市の妥当性評価の条件

項目	考慮すべき条件	
ハード面	水源水量	・計画に対応した水源水量が得られること。 ・安定した水源水量が得られること。
	水源水質	・水道水質に現在有害な農業や毒物の混入がないこと。 ・将来の水道水質として汚染要因がないこと。
	地下水ポテンシャル	・将来の水源としての地下水開発の可能性が妥当な範囲にあること。
ソフト面	将来計画	・要請内容と将来計画との位置付けが明確であること。 ・配管網整備の将来計画が策定され、資金的な準備がなされていること。
	自治体の計画実施への熱意	・INFOMとの連携により上水道施設の改善に努力していること。 ・料金改訂の意志と受益者への啓蒙活動が準備されていること。
	運営・維持管理体制	・上水道施設の運営管理組織があり、適切な活動が行われていること。 ・料金徴収システムがあり、実際に運営されていること。 ・運転管理の適切な技術と経験のある職員を配備する用意があること。

以上の結果、調査対象9都市のうち、水源水量及び水質、自治体の計画への熱意、維持管理体制の点から、2都市が対象から外された。また、基本設計概要書説明時において、調査団が提示した工期では都市の逼迫した水不足事情が解決されないとして、1都市が無償資金協力を辞退した。以上は、INFOMとの協議により了解されたため、本計画の協力対象都市は6都市となった。

6都市に対する計画の基本構想は以下の通りである。

- ①計画施設規模 : 本計画において復旧する施設の計画浄水容量は、各都市が有している井戸等の他の既存水源による給水量を合算して、2002年における各都市の水需要量を満たす規模とする。また、完成後の施設の維持管理が対象都市の財政力で可能な施設規模とする。なお、計画水需要量の決定には以下を考慮した。
- ・給水原単位 : 各都市の現状の原単位 (66~150 ℓ/人/日) から、徐々に「グ」国の将来の計画原単位である150 ℓ/人/日まで漸増させる。
 - ・給水人口 : 各都市の現状の給水人口と普及率 (29~73%) を基に、将来人口の推計値に対する2010年(「アクション・プラン」の最終目標年)の計画普及率(都市部90%)までの上昇率を仮定して算定する。
- ②協力範囲 : 本プロジェクトにおいて、日本側は取水から配水池までの既存施設に対する有効な復旧事業を実施する。「グ」国側は、配水池以降の配水管網整備及び日本によって復旧された施設の適切な運営管理を担当する。
- ③計画施設内容 : 既存施設の当初予定された浄水能力を可能な限り発揮できる復旧、あるいは当初予定した浄水能力以上に高めるための改善策を策定する。ただし、原水濁度が顕著に高くなる傾向があり、既存施設が緩速ろ過方式である場合、経年的な原水水質の分析データから既存施設が対応できるかどうかを検討し、原水水質が既存施設の浄化能力を超えると判断された場合には、急速ろ過方式の浄水施設に変更する。また、以上の方策によっても対応が困難な水質汚染が認められた場合には、地下水等の代替水源を可能な限り考慮する。
- ④整備レベル : 現地の運転維持管理に係る技術能力に見合った施設形式とレベルとする。

以上の基本構想に基づき、各都市の原水水質及び地盤状況を考慮し、基本設計を行った。その結果、本計画で予定する対象浄水施設の復旧内容は、表-3に示す通りである。

表-3 協力対象浄水施設の復旧内容

都市名	取水施設	導水施設	浄水施設	配水池施設
1) サカパ	排砂ゲート設置	—	スワール式沈砂池建設、流量計改良、硫酸バンド注入機交換、沈澱池改良、急速ろ過池建設、塩素注入機交換	積算流量計設置
2) チキムラ	—	導水管改良	沈砂池改良、着水井改良、流量計設置、硫酸バンド注入機交換、フロック形成池改良、沈澱池改良、急速ろ過池建設、逆洗水揚水ポンプ建設、逆洗水槽建設、塩素注入機交換	分配槽建設、積算流量計建設
3) マサテナンゴ	—	導水管交換、流入調整弁設置	流量計設置、硫酸バンド注入機交換、沈澱池改良、急速ろ過池建設、表洗ポンプ建設、塩素注入機交換、送水管交換	積算流量計建設
4) レタルレウ	—	—	流量計設置、硫酸バンド注入機交換、フロック形成池改良、沈澱池改良、圧力ろ過池交換、圧力計設置、ろ過砂交換、塩素注入機交換	積算流量計設置
5) サン・フェリペ	—	導水管改良	流量計設置、緩速ろ過池改良、塩素注入機交換・建設	積算流量計設置
6) コアテベケ	—	—	流量計設置、硫酸バンド注入機交換、沈澱池改良、急速ろ過池改良、ろ過池配管改良、逆洗水揚水ポンプ交換、表洗ポンプ建設、塩素注入機交換	積算流量計設置

また、INFOM より、本計画で復旧される施設の効果的かつ持続的な運営維持管理を実現することと、各都市において水道水質を監視するための水質分析機器の調達要請がなされた。これまでは、各浄水場ではオペレーターの目視による判断と勘によって凝集剤や消毒用塩素注入量が決められてきた。よって、注入量が少ないため十分な浄化機能を発揮できない運転をしたり、飲料水としての安全が確保できない状態がしばしば発生している。かかる状態を改善するためには、浄水施設の運転に不可欠な基本的水質管理ができる水質分析機器を常備し、適切な飲料水の管理方法と水質分析機器の使用方法を指導することが不可欠であると判断される。各都市に対する水質分析方法と機器の使用法の指導は INFOM が責任を持って実施するとしており、本計画において水質分析機器を調達すれば、各浄水場において凝集沈澱効果及び消毒効果が向上し、安全な水を経済的に供給することが可能になる。

以上から、本計画において対象とする6都市に対し、表-4に示す機材を調達することとする。

表-4 調達機材

項目	機材名	仕様/規格	単位	数量
水質分析器具	ジャーテスター	ビーカー容量：1000ml 6個掛、回転数：20～160rpm	式	5*)
	濁度計	Ratio方式（ホルマジン標準）、測定範囲：0～2、0～20、0～1000NTU	式	6
	飲料水用水質検査キット	項目：DPD法：残留塩素、鉄、pH、滴定法：硬度、各テスト試薬300回分	式	6
	ビーカー等ガラス器具	容量1ℓ、メモリ付き10個等	式	6
	机、キャビネット		式	6

*) 上記、ジャーテスターは急速ろ過式浄水場のある都市を対象とするため、サン・フェリペ市は除く。

また、本計画を日本の無償資金協力により実施する場合、全休工期は実施設計を含め 39 ヶ月程度、事業費は 24.55 億円（日本国政府負担分 24.29 億円、「グ」国政府負担分 0.26 億円）と見積もられる。

なお、本計画の実施によって期待される効果は表-5 にまとめた通りである。

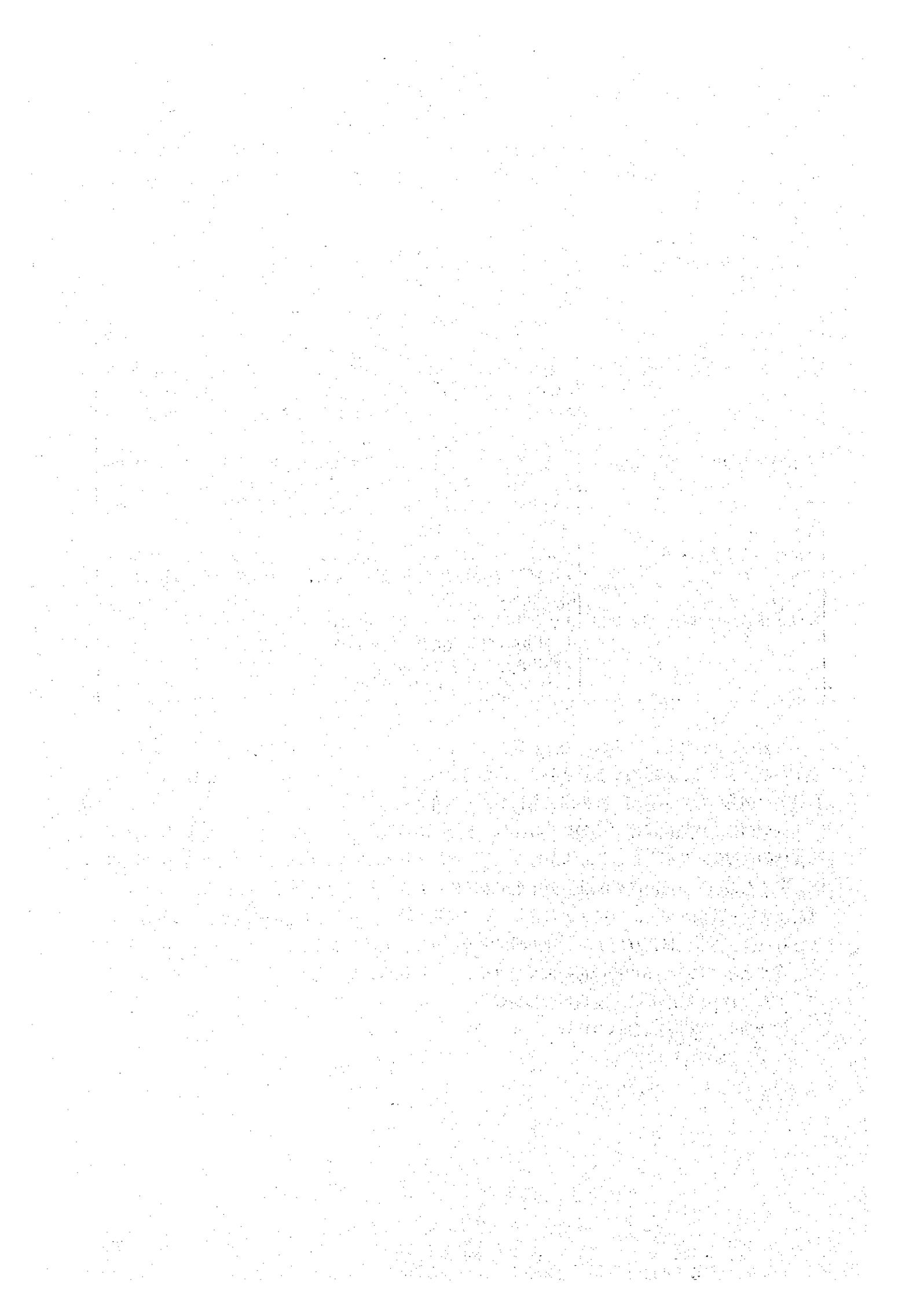
表-5 本計画による効果

	効果の内容
裨益者数	対象 6 都市において現在給水サービスを受けている人口が 180,060 人であるのに対し、本計画実施と共に市内の配管網が整備された場合、サービスを受ける人口は 220,800 人に増加するものと想定される。
浄水施設の復旧による効果	<ul style="list-style-type: none"> ・基準を満たす安全な水質の水の安定供給することによる住民の生活環境の改善、水系伝染病や下痢などのり病率の低減。 ・給水サービスの向上に伴う水道料金改訂による施設の継続的な運営維持管理体制の確立。
資機材調達による効果	<ul style="list-style-type: none"> ・施設の効率的な運転管理による安全で安定した水道水の供給。 ・INFOM の指導と支援を通じた、各都市の運営維持管理及び技術能力の向上。
運営維持管理体制における効果	<ul style="list-style-type: none"> ・各都市における水道事業の財政の健全化。 ・適切な運営管理要員の配置と施設の運転技術の向上。 ・配管網の改善と整備。 ・住民の効率的な水利用の実現。

本計画は、前述のように多大な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、本計画が実施されることの意義は大きいと判断される。ただし、施設の運営維持管理に関しては、運営面、技術面ともに対処すべき課題がある。

本計画の先方実施機関は INFOM であるが、本計画が実施された場合、浄水施設が復旧された後の具体的な運営維持管理は、各都市が行うこととなる。各都市ではこれまでも水道事業を運営してきたものの、組織編成や水道料金体系が未整備であること、現場技術者の技術力が乏しいこと等解決すべき課題が多い。今後、各都市において、INFOM の指導及び支援のもと以下の課題が解決されれば、本計画はより円滑かつ効果的に実施されることとなる。

- ①水道事業にかかる組織の再編成及び強化、人員の確保、技術力の向上
- ②適正料金の過程による水道料金の徴収
- ③水道会計の単独会計への移行
- ④配管網の整備



目次

序文
伝達状
位置図
写真
要約
目次
表一覧
図一覧
略語集

第1章 要請の背景	1
1.1 要請の背景	1
1.2 要請までの経緯	2
1.3 追加要請	3
第2章 プロジェクトの周辺状況	4
2.1 水道セクターの開発計画	4
2.1.1 上位計画	4
2.1.2 セクター関連組織	4
2.1.3 財政事情	5
2.2 他の援助国、国際機関等による協力	5
2.3 我が国の援助実績	6
2.4 プロジェクトサイトの状況	6
2.4.1 自然条件	6
2.4.2 社会基盤整備状況	7
2.4.3 既存施設・機材の現状	8
2.4.4 水道の使用状況	10
2.5 環境への配慮	11

第3章 プロジェクトの内容	12
3.1 プロジェクトの目的	12
3.2 プロジェクトの基本構想	12
3.3 水需要予測と施設の設計容量	13
3.3.1 水需要予測	13
3.3.2 施設の設計容量	20
3.4 対象都市の選定	26
3.5 基本設計	27
3.5.1 設計方針	27
3.5.2 設計基準及び条件	28
3.5.3 施設設計	33
3.5.4 機材調達計画	47
3.6 プロジェクトの実施体制	48
3.6.1 組織	48
3.6.2 予算	52
3.6.3 要員・技術レベル	55
第4章 事業計画	56
4.1 施工計画	56
4.1.1 施工手順	56
4.1.2 施工方針	57
4.1.3 施工上の留意事項	59
4.1.4 施工区分	60
4.1.5 施工監理計画	60
4.1.6 実施効果モニタリング計画	62
4.1.7 資機材調達計画	67
4.1.8 実施工程	68
4.1.9 「グ」国側負担事項	70
4.2 概算事業費	71
4.2.1 概算事業費	71
4.2.2 運営・維持管理計画	72

第5章 プロジェクトの評価と提言	77
5.1 妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果	77
5.2 技術協力・他ドナーとの連携	78
5.3 課題と提言	79

【資料編】

資料-1. 調査団員氏名、所属	A-1
資料-2. 調査日程	A-3
資料-3. 相手国関係者リスト	A-4
資料-4. 当該国の社会・経済事情	A-7
資料-5. 調査対象都市に対する妥当性の総合評価	A-9
資料-6 (1). 水質試験結果(現地調査機関による試験)	A-10
(2). 水質試験結果(日本での再試験)	A-15
資料-7. 財政計画	A-16
資料-8. 常用機総設備容量の試算表	A-32
資料-9. アルカリ度根拠書	A-35
資料-10. アンケート調査結果	A-37
資料-11. 土質調査結果	A-50

【基本設計図】

【参考図】

【表一覧】

- 表-1 要請されたプロジェクト内容
- 表-2 上水道セクター関連組織
- 表-3 国際機関による協力事業
- 表-4 我が国の援助実績
- 表-5 対象県別1994年の人口及び世帯数
- 表-6 計画対象都市の浄水方式と概要
- 表-7 要請された施設内容の変更
- 表-8 都市別将来人口予測
- 表-9 現状の給水普及率(1998年)
- 表-10 計画給水量
- 表-11 設計容量
- 表-12 将来水需要と各都市で望まれる対処方針
- 表-13 対象都市の妥当性評価の条件
- 表-14 施設の問題点と改修方法の概念
- 表-15 導水管の設計
- 表-16 浄水場施設の設計諸元
- 表-17 定常時の所要変圧器容量
- 表-18 対象浄水施設の復旧内容
- 表-19 調達機材
- 表-20 各都市水道事業担当者一覧
- 表-21 対象都市の水道事業費の特性
- 表-22 施工区分
- 表-23 モニタリングによる評価指標と収集データ
- 表-24 基本設計調査における主な基礎データ収集結果
- 表-25 実施効果モニタリングの作業内容
- 表-26 建設工事に要する資機材
- 表-27 主要資機材調達先
- 表-28 業務実施工程表
- 表-29 日本側負担経費内訳
- 表-30 累積収益比較表
- 表-31 都市別改訂料金一覧表
- 表-32 プロジェクトの裨益者数

【図--覧】

- 図-1 対象地域の月平均降雨量
- 図-2 将来水需要と浄水能力
- 図-3 水質分析結果
- 図-4 施設の復旧内容
- 図-5 INFOM 組織図
- 図-6 INFOM の予算の伸び
- 図-7 対象都市の総支出と水道事業費
- 図-8 事業実施体制
- 図-9 対象地区と施工地区区分
- 図-10 実施効果モニタリング・評価の実施体制
- 図-11 都市別最低料金表
- 図-12 都市別適正料金表

【略語表】

COPECAS	上下水道調整委員会 (Comite Permanente de Coordinacion de Agua y Saneamiento)
EMPAGUA	グアテマラ市水道公社 (Empresa Municipal de Agua de Guatemala)
IDB/BID	米州開発銀行 (Interamerican Development Bank/ Banco interamericano de Desarrollo)
INE	国家統計院 (Instituto Nacional de Estadistica)
INFOM	地方振興庁 (Instituto de Fomento Municipal)
MSPYAS	公衆衛生福祉省 (Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social)
SEGEPLAN	経済企画庁 (Secretaria General de Planificacion Economica)
SRH	水資源省 (Secretaria de Recursos Hidraulicos)
UNEPAR	地方水道プログラム実行部 (Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales)
WHO	世界保健機関 (World Health Organization)

第1章 要請の背景

第1章 要請の背景

1.1 要請の背景

グアテマラ国（「グ」国）は、国民の生活環境改善のため、上水道の普及率向上を優先課題と位置付け、1981年に「飲料水供給と衛生の改良に関する10カ年計画」、1987年には米州開発銀行(BID)の協力によって「全国上下水道整備のマスタープラン」を策定してきた。1996年に発足した現政権が掲げる「国家5ヵ年計画（1996～2000年）」においても上下水道分野の充実に高い優先度を定め、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、水系伝染病の軽減を実現することを目標としている。

「グ」国地方都市では上水道の水源として主に湧水や河川水に依存してきた。しかし近年の都市への人口集中によって、湧水では量的に賄い切れない状況を来し、河川水に依存する割合が増加している。また河川の水質は流域の宅地造成等の開発行為や周辺住民の生活排水の垂れ流し等のため年々悪化してきている。これら地方都市のうち、浄水場によって処理された水を給水している地方都市が23ある。浄水場の中には、建設後30年以上を経ているものもあり、老朽化や装置の故障等を原因とする処理能力の低下により、市民への給水は質・量ともに悪化しているものが多い。浄水場の能力が水需要を満たせない都市では、原水を無処理のまま配水池へ導水し給水しているケースもある。水道水の量と質の低下は、住民の水道料金不払いの原因となり、水道事業の運営を困難にし、悪循環の原因となっているばかりでなく、コレラや下痢等の水系伝染病の発生など、住民の衛生状態にも深刻な影響を与えている。

以上のような状況の下、「グ」国の地方都市と村落部の上下水道整備事業を所轄する地方振興庁 (Instituto de Fomento Municipal : INFOM) は1996年「地方浄水場復旧アクション・プラン」を策定し、「グ」国内の23の地方都市にある既存浄水場施設の内、逼迫した水需要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9施設を選定した。「グ」国政府は、これら9都市の浄水場改修計画を地方都市の浄水場改修のモデル事業と位置付け、無償資金協力による本計画の実施を日本政府へ要請してきた。

日本政府へ要請されたプロジェクトの内容は以下の通りである。

- 1) 上位目標：「グ」国の地方都市にある23の浄水施設を適切に改善する。
- 2) プロジェクト目標：緊急的に改修整備が必要とされる9都市の既存浄水設備を対象とし、2000年に想定される給水需要量に対応した浄水施設を確保する。
- 3) 期待される成果：9都市において良質で水量が安定した水供給が担保される施設が建設され、継続的な維持管理体制が構築される。
- 4) プロジェクト内容：9都市の浄水施設に対する要請された改修内容は表-1の通りである。

表-1 要請されたプロジェクト内容

都市名	取水施設	導水施設	浄水施設	配水池施設
1) サカパ (サカパ県)	排砂ゲート 設置	—	流量計交換、薬注装置交換(硫酸バンド、 消石灰)、沈殿池弁類交換、急速ろ過池建 設、消毒設備交換	流量計設置
2) グアラン (サカパ県)	取水工建設	導水管敷設	流量計交換、薬注設備設置(硫酸バンド、 消石灰)、フロック形成池建設、沈殿池弁 交換、急速ろ過池建設、消毒設備交換	流量計設置
3) チキムラ (チキムラ県)	—	導水管 φ 300 A 交換	流量計交換、薬注設備設置(硫酸バンド、 消石灰)、フロック形成池建設、沈殿池弁 類交換、急速ろ過池建設、消毒設備交換	流入管・弁 類交換、流 量計設置
4) マサテナンゴ (スチテペケ県)	—	導水管 φ 300 A 敷設	流量計交換、薬注装置交換(硫酸バンド、 消石灰)、沈殿池排泥弁交換、急速ろ過池 建設、消毒設備交換	流量計設置
5) クヨテナンゴ (スチテペケ県)	—	導水管 φ 250 A 敷設	流量計交換、薬注設備設置(硫酸バンド、 消石灰)、フロック形成池建設、沈殿池排 泥弁交換、急速ろ過池建設、消毒設備交換	流入弁交 換、流量計 設置
6) レタルレウ (レタルレウ県)	—	導水管 φ 250 A 敷設	流量計交換、薬注装置交換(硫酸バンド、 消石灰)、沈殿池傾斜板交換、急速ろ過池 建設、消毒設備交換	流入管交 換、流量計 設置
7) サン・セバスチャン (レタルレウ県)	—	導水管 φ 250 A 敷設	流量計交換、薬注設備設置(硫酸バンド、 消石灰)、フロック形成池建設、沈殿池傾 斜板交換、急速ろ過池建設、消毒設備交換	流量計設置
8) サン・フェリペ (レタルレウ県)	取水工設置	導水管敷設	流量計交換、ろ過池建設、消毒設備交換	流量計設置
9) コアテペケ (ケツァルテナンゴ県)	—	—	流量計交換、薬注装置交換(硫酸バンド、 消石灰)、沈殿池傾斜板交換、急速ろ過池 改良、消毒設備交換	流入管・弁 類交換、流 量計設置

2

1.2 要請までの経緯

要請された9施設は、「グ」国の地方都市にある23の浄水施設から以下の基準に基づいてINFOMによって選定されている。なお、「グ」国側では、対象9都市の優先度に差を付けていない。

- ①水不足が深刻であり、施設の改善を緊急に実施する必要があること。
- ②自治体及び上水道事業関係者が給水状況の改善に熱意を持っており、INFOMの指導の下、運営・維持管理体制を整備する準備ができていること。
- ③計画された事業実施に要する資金を市の財政で賄うことが困難であり、かつ他機関からの資金協力が期待できないこと。
- ④対象都市が比較的まとまって位置しており、各施設へのアクセスも特段問題ないこと。

さらに、選定後、日本側に要請するにあたって、各対象都市とINFOM間で以下の①～④に関する協定を締結している。

- ①水不足について

- ②維持管理
- ③他機関への要請
- ④負担事項の実施

他の14都市についてINFOMは、2000年以降に施設調査を実施することとしている。これら都市の中には、財政状況が比較的良好なものもあるため、BID等外国からの融資によるプロジェクトの実施も考慮されている。

1.3 追加要請

先方政府の実施機関であるINFOMは、本計画の効果的で持続的な実施運営を実現するために、各都市において水道水質を監視するための水質分析機器の調達を要請した。調達機器は日常の施設運転に最低限必要とされる水質指標を分析するためのものに限定し、以下の内容とする。

ジャーテスト器具セット、温度計、濁度計、色度計、pH計、残留塩素計、ガラス器具、机/椅子、キャビネット等

第2章 プロジェクトの周辺状況

第2章 プロジェクトの周辺状況

2.1 水道セクターの開発計画

2.1.1 上位計画

本基本設計調査に関連する上位計画として、INFOMによる「アクション・プラン（内陸部浄水施設整備計画）」が策定されている。同計画は、2000年までにコレラを撲滅し、下痢性疾病による5歳以下の幼児1,000人当たりの死亡率を現在の30人から15人まで下げることが目標としている。この中で「グ」国地方都市で浄水場を備えている23都市の中で、特に水質に問題があり水需要が逼迫している9都市を選定し、安定した給水を行うべく浄水場を復旧・拡張しようとするものである。これら9都市はモデルケースという位置付けにあり、将来的には他のすべての都市において同様のアクション・プランを策定し、給水状況を改善するとしている。

2.1.2 セクター関連組織

「グ」国の水道行政は主として以下の機関が担当している。

表-2 上水道セクター関連組織

機関名	設立	目的及び活動内容
経済企画庁 (SEGEPLAN)		<ul style="list-style-type: none"> 各種開発・投資政策の策定 上下水道分野の計画の把握、関係機関の調整
上下水道調整委員会 (COPECAS)	1985年 10月	INFOM、UNEPAR、DSM、SEGEPLAN、EMPAGUAから構成された組織。 <ul style="list-style-type: none"> 上下水道及び衛生事業に関する公的私的機関の調整
公衆衛生福祉省 (MSPYAS) の環境衛生部 (DSM)		人口500人未満の小村落を対象にした事業を担当する実施部。 <ul style="list-style-type: none"> 上下水道衛生関連施設の設計、建設 地域委員会に対する施設運営管理上の助言
水資源省 (SRH)	1992年4月	大統領府直轄の水資源に関する総事務局。 <ul style="list-style-type: none"> 全国の水資源の開発戦略策定 水資源の保全・管理・使用規制 地方給水プログラムの推進
グアテマラ市水道公社 (EMPAGUA)	1972年11月	グアテマラ市の周辺5都市を含む首都圏を対象にした公社。 <ul style="list-style-type: none"> 上下水道事業の計画・運営管理
地方振興庁 (INFOM)	1957年2月	本プロジェクトの実施機関。1997年5月に公衆衛生福祉省の管轄にあった地方水道計画実行部 (UNEPAR) (1978年11月設立) が統合されたため、都市・農村部両方の上下水道事業を担当することとなった。 <ul style="list-style-type: none"> 全国329の都市機能の改善と推進のための技術的・財政的支援 上下水道、衛生、教育等の基盤整備事業に対する技術支援、資金調達への助言 行財政運営管理の指導 水道施設の維持管理の指導

2.1.3 財政事情

「グ」国政府が掲げる「国家開発の5カ年計画（1996～2000年）」では、地方部の開発とより良い生活のための投資を掲げ、健康及び生活環境問題を含む社会福祉分野の改善が重点開発分野となっている。1996年12月、長年の懸案であった武装ゲリラとの和平合意が達成されたことから、社会基盤整備の遅れていた中西部地域へのこの入れに高い最優順位をおいている。とりわけ地方農村部における上水道分野の充実には高い優先度を与え、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ひとつとしている。90年以降、国家財政は均衡しているものの、中央銀行の損失、国内外の累積債務への充当など課題が山積している中で、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の地方都市へ交付している。

経済の中心は農業部門で、GDPの25%、労働人口の半分以上、輸出の6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、92年に1,000ドルに達し、95年1,340ドル、96年1,470ドルと順調に増加している。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。

2.2 他の援助国、国際機関等による協力

政府は各種生活基盤の整備を国内外の資金や援助によって実施することを政策の柱としている。INFOMを通じて上下水道セクターに関連して実施された国際機関の援助実績は表-3の通りである。

表-3 国際機関による協力事業

プロジェクト名	援助費(*1)	期間	援助機関	プロジェクト内容
都市開発プログラム	1800万\$、(200万Qs)	88～92	BID	都市の行政管理能力の強化のため、各種事業の調査、検討に基づく研修及び教育事業、機材調達。
同上	4500万\$、(450万Qs)	93～98	同上	同上及びINFOMの組織強化、都市指導力強化。
キチェ地方開発事業	12.16万フランスフラン、(6万\$)	91～97	フランス	キチェ県17都市の行政管理能力強化。INFOM本部及びキチェ地方事務所の組織力強化と資機材調達。
ベラパテス地域プログラム	1000万\$	95～96	ドイツ	アルタベラパス、パハベラパス県の貧困対策を伴った都市の組織力強化と機材調達。
サンタエレナ、サンベニト、フロレス地区及びペテンイザベル湖環境保全事業	36.8万\$	96～2002	ドイツ	飲料水供給、下水施設の改善による環境汚染防止。INFOMと対象都市の組織力強化と資機材調達。
同上	560万\$	97～2002	ドイツ	環境汚染源の削減、飲料水供給状況の改善、下水の整備、雨水配水施設整備等による住民の衛生環境の改善。

ソロラ市環境衛生改善事業	8万\$	96~97	スペイン	2015年の同市の水需要を50lit/sと定め、日本が開発調査で建設した井戸を利用した井戸ポンプ、配管、変圧器その他の機材の調達と施設建設。
--------------	------	-------	------	--

注) *1: () 内は「グ」国側の拠出金。

2.3 我が国の援助実績

我が国の「グ」国に対する援助は93年以降、米国に次いで第2位の実績を有している。我が国が「グ」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-4 我が国の援助実績

プロジェクト名	援助金額		実施年度	実施機関
	無償資金	有償資金		
首都圏地下水開発計画・緊急I		47.11億	1993年度	EMPAGUA
首都圏生活廃棄物処理機材整備計画	3.09億円		1991年度	グアテマラ市
東部灌漑用地下水開発計画	9.53億円		1993~94年	農業省
グアテマラ市浄水場修復計画	38.45億円		1994~97年	EMPAGUA
地方経済社会インフラ整備計画	31.12億円		1995年	社会投資基金
中部高原地下水開発計画	11.97億円		1997~99年	INFOM

2.4 プロジェクトサイトの状況

2.4.1 自然条件

本計画の対象都市の位置は東部と西部に分かれている。東部は首都グアテマラ市から150~200kmの範囲にありサカパ、グアラン、チキムラの3市が含まれる。西部はグアテマラ市から180~230kmの範囲にありマサテナンゴ、クヨテナンゴ、レタルレウ、サン・セバスチャン、サン・フェリペ、コアテペケの6都市が含まれる。気候的には、東部地区は半乾燥気候に属し、年間平均気温摂氏27度、湿度15%、年間降雨量600~1,000mmである。西部地区は熱帯雨林気候に属し、年間平均気温摂氏25度、湿度23~50%、年間降雨量2,600~4,000mmと大きく異なる。季節は大まかに5月~10月の雨期と11月~4月の乾期に分かれ、年間降雨量の90%以上が雨期に集中している。2地区の月平均降雨量を図-1に示す。

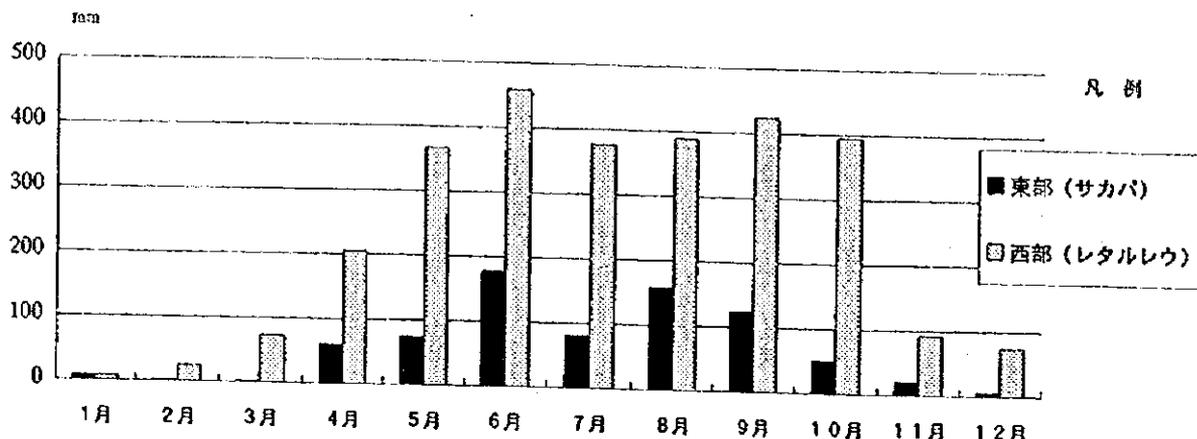


図-1 対象地域の月平均降雨量

本プロジェクトの対象都市は、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は東部は国道9号線、西部へは国道2号線を使う。各都市間の道路は全て舗装されており通行上の問題は無い。市街地に隣接している浄水場へのアクセスは問題ないが、山間部にある取水施設、浄水施設等へは未舗装道路を通行する場合が多い。特に雨期には崖崩れや悪路による通行不能になることも少なくない。

2.4.2 社会基盤整備状況

調査対象都市のある各県の人口は、表-5に示す通り、5県で約140万人であり、30万世帯を数える。各県とも都市部より地方部の方が人口が多いという特徴を持っている。

表-5 対象県別1994年の人口及び世帯数

県名	人口			世帯		
	総数	都市部	地方部	総数	都市部	地方部
サカバ	157,000	44,892	112,116	37,132	10,912	26,220
チキムラ	230,767	58,305	172,462	51,563	13,840	37,723
スチテベケ	307,187	152,876	154,311	66,630	20,726	45,904
レタルレウ	188,764	52,316	136,448	41,181	11,641	29,540
ケツァルテナンゴ	503,857	200,727	303,130	105,919	41,719	64,200
合計	1,387,583	509,116	878,467	302,425	98,838	203,587
グアテマラ (参考)	1,813,825	1,285,828	527,997	393,256	281,612	111,644

(出典：国立統計院/1996年3月)

対象地域はいずれも地域の特性を活かした農業を主産業とし、東部ではタバコ、トウモロコシ等の農業と牛、馬、ヤギ等の牧畜が、西部ではサトウキビ、トウモロコシ、コーヒ等の農業を主産業としている。人種的には、東部地区はスペイン人の入植により開かれた歴史から先住民の比率が低

い。西部地区はマヤ文明の伝統を受け継ぐ先住民やラディーノ（先住民とスペイン人の混血）が比較的多い。

本プロジェクトの対象都市は人口2万～7万5千人程度で各県を代表する都市であり、電気、水道、病院、学校等のインフラは比較的良く整備されている。市の中心部には全ての都市において下水道の配管網が整備され、その多くは無処理のまま河川に放流している。ただし、レタルレウ市では下水処理場を有しており、マサテナンゴ市では現在建設中である。サン・フェリペは小規模浄化槽で処理している。

2.4.3 既存施設・機材の現状

1) 施設の現状と内容の変更

本プロジェクトの対象都市の主な水源は河川水である。井戸や湧水を利用している都市もあるが、水量は多くない。河川水量は比較的豊富であるものの、雨期と乾期の流量の差が大きく、乾期には減少する。

計画対象施設は建設から概ね25～35年を経過しており、この間人口増加による給水量の増加に伴い増改築を重ねてきている。対象施設は浄水方式別に表-6に記述する通り、3グループに大別される。また、各グループの施設はそれぞれ特有の問題点を有している。

表-6 計画対象都市の浄水方式と概要

浄水方式	対象都市（浄水実績）	問題点
緩速ろ過方式	グアラン（1,640m ³ /日） クヨテナンゴ（2,100 m ³ /日） サン・フェリペ（1,210 m ³ /日）	乾期は水源の水質が安定しているが、降雨の後には原水の濁度が浄水能力を超えるため、取水できない状態に陥っている。グアランでは、浄水施設への導水管とは別に原水を直接配水池へ導水し、浄水処理した水と混ぜて給水している。
凝集沈殿＋ 緩速ろ過方式	チキムラ（3,460 m ³ /日） サン・セバスチャン （2,160 m ³ /日）	当初、緩速ろ過方式で対応できたが、水源水質の悪化に対応して、緩速ろ過池の前処理として薬品注入設備と凝集沈殿設備を追加した。水質分析器具がなく、原水濁度に応じた適切な凝集材の注入が適切に行われていないため、その効果が発揮されていない。
急速ろ過方式	サカパ（8,210 m ³ /日） マサテナンゴ（12,960 m ³ /日） レタルレウ（12,100 m ³ /日） コアテペケ（10,710 m ³ /日）	コアテペケ以外は圧力タンク式ろ過池である。計器類が全て故障しており、ろ過状態が確認できないことから、水道水質の低下を来している。 コアテペケは98年に、緩速ろ過池を改良して開放式急速ろ過池へ改造されているが、凝集／ろ過行程に問題がある。

各都市の水道水の水質は、1996年から定期的にINFOMが採水、分析し、その結果を取りまとめ

ている。採水位置は、浄水施設の主要な処理工程である取水口、沈殿池、ろ過池、配水池等と配水管網からいくつかの給水栓が選定されている。INFOMは各市へ水質分析の結果を報告するとともに、必要に応じて改善点を指導、勧告している。上記の水質分析結果と本計画の現地調査によって得られた各都市の情報を考慮した各都市の水道水質の概要は以下の通りである。

- ・原水水質：湧水を水源としているサン・フェリペが非常に良好な水質であるが、他の都市は河川を水源としているため、雨期に高濁度、乾期には低濁度となる。また、全都市とも硬度は200以下の軟水である。アルカリ度は平均40～100程度であるため消石灰を注入する必要がない範囲にある。鉄、マンガンや硝酸塩をはじめ他の分析項目についても、特に問題はない。ただし、上流に野菜やコーヒー等の農園地域を有する河川や沢水を水源としている都市は、農園で定期的に使用される農薬の影響を受けることが避けられないため、農園主と農薬使用に関し十分協議し、安全確保のための協定を守らせる必要がある。
- ・給水水質：ほとんどの都市において、浄水場の機能が十分に発揮されていない状況にあるため、雨期には濁度が基準値を超えている。また、配水管網の残留塩素についても、満足できる基準値に達していない。特に、塩素注入器が故障しているチキムラ、サン・フェリペは大腸菌や細菌が検出されており、施設の改善が緊急課題である。

現地調査の結果、要請された各施設の状況は概ね以下の状況下にあることが確認された。

- ①建設後、25～35年以上経過し老朽化と故障等による浄水施設の機能低下が顕著である。
- ②建設当時良好であった水源の水質が悪化し、既存施設の処理能力を超えている。
- ③適切な施設の運営維持管理が行われていないため、施設稼動が低下している。

本件の要請がなされてから2年余りの間に、各対象都市では逼迫した水状況を少しでも改善すべく、問題の緊急度と市の財政力に応じて対応策を講じてきている。これらの内容の主たるものは、深井戸建設や配管網整備等、浄水施設の抜本的改修に関わる内容ではないため、本要請内容は現時点でも概ね有効であると判断された。

なお、確認された施設状況に基づき、考慮すべき要請内容の変更点は表-7の通りである。

表-7 要請された施設内容の変更

都市名	施設状況と主な問題点		内容の変更と理由
1) サカパ	沈砂池	排砂機能の低下と容量不足。	追加：浄水場の負荷軽減のため、沈砂池1基の建設。
2) グアラン	取水工建設	1997年に新取水工が完成された。	削除：建設済み。
	導水管敷設	新取水工から900m区間、φ15" PVC管が敷設された。2.4kmを残し工事が中断されている。	変更：導水管の完成又は既設導水管との接続等の措置により新取水工の供用を開始する。
	沈砂池	1997年に新沈砂池が導水管の途中に完成された。池の流入部で水が溢れる。	追加：池の流入部の形状改良。
	沈殿池	1996年に側壁が倒壊し、1池のみ稼働している。構造体の信頼性が低い。	追加：池の復旧。
	緩速ろ過池	ひびや亀裂が多発している。応急的に漏水対策が施されているが、構造体の信頼性が低い。	変更：急速ろ過池の建設が要請されたが、新取水工により良好な水質が得られると予想されるため、既存緩速ろ過池の改修とする。
3) チキムラ	導水管	アブンダンテ川系統の原水が配水池に直送されており、降雨後の水道水質が低下する。	追加：アブンダンテ川の原水水質が年々低下しており、処理工程に加える必要がある。
4) マサテナンゴ	—	—	要請通り。
5) クヨテナンゴ	—	—	要請通り。
6) レタルレウ	導水管	良好。	削除：問題はない。
7) サン・セバスチャン	導水管	1998年導水管の敷設替えが行われ、原水の配水池直送ルートは廃止された。	削除：既に改良済み。
8) サン・フェリペ	導水管	レクレオ湧水系の橋梁添架部で、導水管から漏水。	追加：漏水防止対策の施工。
9) コアテペケ	—	—	要請通り。

なお、グアラン市が自助努力によって実施した取水工と導水管の一部完成は、要請内容に沿って INFOM の指導に基づき、完成させたものである。また周辺地区からの給水地区の拡張要求に応えるため、新規浄水場が建設途上にあり、1998年10月末に完成されることとなっている。

サン・セバスチャン市では、上表に記述した導水管のルート変更の他に、INFOM との協定を無視して、要請内容とは異なる独自の拡張案に基づいた浄水場施設の一部変更を実施している。

2.4.4 水道の使用状況

対象都市では給水量が十分でないため、時間給水にせざるをえない状況にある。給水時間は地域にもよるが概ね4～6時間程度である。また、雨期と乾期の給水サービスが大きく異なるのも特徴的であり、コアテペケ市では、雨期は一部を除いて24時間給水が可能であるが、乾期には時間給水である。チキムラ市では全地区とも通年にわたり時間給水制としている。そのため、市民はポリタンクやバケツに溜めておいた水を使っている。また、飲用や料理用にだけ水道水を使用し、洗濯や入浴には川や雨水を利用することも珍しくない。自家製浅井戸の水の利用も少なくなく、サン・

セバスチャン市においては80%の家庭が浅井戸を所有している。

今回実施したアンケート調査によれば、河川水を浄水して給水している都市では、水道に対する不満を表明した住民が30%~77%と高い値を示し、その理由は雨期の水の濁りであった。水質に対する市民の信頼が薄く、各家庭では家庭用フィルターを設置したり、塩素注入したりしている例もある。良質な湧水を利用しているサン・フェリペ市においても、時々微生物や虫が混入するといった意見が見られる。また消毒設備の故障や不十分な塩素注入量のためほとんどの都市で市内の蛇口から大腸菌や細菌が検出された。

一部の施設においては原水を未処理のまま給水するため、市民の中には下痢や寄生虫の罹病者が多く、マラリアやコレラ等水因系疾病も発生している。また、すべての対象都市でデング熱が流行しており、厚生省の担当官が水まわりの清潔や、飲み水の煮沸等に関して巡回指導を行っている。市民の水道サービスの低下に対する不満は、水道料金の不払いの原因となっている。

水道料金は、サカパ市とチキムラ市が定額徴収システムを採っており、残りの都市は従量料金徴収システムを採用している。コアテペケ市では用途別（一般家庭、商業、公用）料金設定をしている。各都市の給水メーターの整備状況は良好とは言えず、チキムラ市では数年前にすべて撤去され、サカパ市では設置数も稼働状況も把握されていないなど料金徴収に支障を来し、水道財政への足かせとなっている。

2.5 環境への配慮

本プロジェクトは既存浄水施設の復旧工事が主であり、新規施設もすべて既存浄水場内に建設されるため自然環境に与える影響は無い。浄水場は民家から比較的離れた場所に位置しているため、工事中の騒音や振動が一般住民に与える影響もない。

浄水場で発生する汚泥に関しては、本来河川の原水に含まれている濁度成分であることから、河川に還流しても河川に対する汚染の増加にはならない。しかし、浄水場から汚泥を大量に河川に放出する場合には、直下流の水質はその影響を受けることとなる。本プロジェクトの対象都市は、施設完成後、数十年にわたり浄水場を運転してきており、その間汚泥は河川に還流されてきた。また、本プロジェクトは既存施設の復旧を主要目的としており、施設の浄水量を大幅に増やすものではない。そのため、完成後に発生する汚泥量も現状から大幅に増えることにはならない。よって、本プロジェクトにおいては、汚泥処分は従来各都市が実施してきた方法に準じて河川還流を採用した。ただし、将来、「グ」国においても、河川環境の保護施策が実現化されることを想定し、今後は汚泥を自然沈殿させた後、その上澄水を河川還元するための排泥池の設置を考慮することが望まれる。

また、プロジェクトの完了によって、安全な飲料水の安定供給が実現されるため住民の衛生環境が改善されるものの、その一方で生活排水量も増える。都市には一部を除き下水処理設備がないため、各家庭の排水が無処理のまま河川に放流されている。本プロジェクトは既存施設の復旧が主たる目的であり、飲料水の供給水量的が現状と大きくは異なる程度であることから当面大きな環境の変化には繋がらない。しかし、長期的な観点からは河川汚染が懸念されるため、各都市はINFOMとの協力の下、下水処理事業を展開することが望まれる。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの目的

1996年に発足した現政権が掲げる「国家5ヵ年計画（1996～2000年）」では、上下水道及び衛生関連施設の充実に高い優先度を定め、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。

「国家5ヵ年計画」に沿って、INFOMは2010年を目標年度とするアクション・プランを策定した。このアクション・プランは「グ」国の23地方都市にある浄水施設の運営維持管理の近代化を図るため、緊急的に改修整備を必要とする9カ所の浄水設備に対し、想定される将来の給水需要量に対応した各都市の上水道施設整備の方針を提示し、必要な復旧事業を実施することとした。この9都市では、施設が老朽化しているため、水量は不安定で、水質も飲料水には不適当な上水が給水されており、住民は劣悪な水道事情下におかれている。

本プロジェクトの対象都市における上水道施設が復旧されることにより、その後は将来にわたって質・量とも良好な飲料水が供給されることが本プロジェクトの目的となる。なお、適切な維持管理運営させるために、先方政府実施機関 INFOM のプロジェクト支援体制、無償資金協力の受取手となる対象都市の維持管理体制の構築についても必要な勧告を行うものとする。

3.2 プロジェクトの基本構想

各都市の浄水施設の復旧に係る基本構想は以下の通りである。

①計画目標 : 本プロジェクトの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的全工事の完成が予定されている2002年とする。また現在、下痢や水系伝染病などの危険に晒されている市民に飲料水としての「グ」国の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を目標としている。

②計画施設規模 : 本プロジェクトにおいて復旧する施設の計画浄水容量は、各都市が有している井戸等の他の既存水源による給水量を合算して、2002年における各都市の水需要量を満たす規模とする。水源河川の流水量が十分にあって、他に井戸などの代替水源がない都市の場合、復旧後の施設容量を2002年の水需要量を満たす規模とする。完成後の施設の維持管理が対象都市の財政力で可能な施設規模とする。計画水需要量の決定には以下を考慮した。

・給水原単位 : 各都市の現状の原単位(66~150ℓ/人/日)から、徐々に「グ」国の将来の計画原単位である150ℓ/人/日まで漸増させる。

・給水人口 : 各都市の現状の給水人口と普及率(29~73%)を基に、将来人口の推計値に対する2010年(「アクション・プラン」の最終目標年)の計画普及率(都市部90%)までの上昇率を仮定して算定する。

- ③協力範囲 : 本プロジェクトにおいて、日本側は取水から配水池までの既存施設に対する有効な復旧事業を実施する。「グ」国側は、配水池以降の配水管網整備及び日本によって復旧された施設の適切な運営管理を担当する。
- ④計画施設内容 : 既存施設の当初予定された浄水能力を可能な限り発揮できる復旧、あるいは当初予定した浄水能力以上に高めるための改善策を策定する。ただし、原水濁度が顕著に高くなる傾向があり、既存施設が緩速ろ過方式である場合、経年的な原水水質の分析データから既存施設が対応できるかどうかを検討し、原水水質が既存施設の浄化能力を超えると判断された場合には、急速ろ過方式の浄水施設に変更する。また、以上の方策によっても対応が困難な水質汚染が認められた場合には、地下水等の代替水源を可能な限り考慮する。
- ⑤整備レベル : 現地の運転維持管理に係る技術能力に見合った施設形式とレベルとすることを「グ」国側に提言する。
- ⑥資機材調達 : 各浄水施設に対し、日常の運転管理に不可欠である基礎的な水質指標項目を分析するための分析器具を調達する。

3.3 水需要予測と施設の設計容量

3.3.1 水需要予測

(1) 水需要予測の基準及び条件

1) 人口予測に使用するセンサス : 1981年、1994年

(国家統計院、Instituto Nacional de Estadística: INE)

2) 予測期間 : 1998年～2010年

3) 将来人口推定方法 : 過去2回実施された上記センサスのデータを基に、過去13年間の平均人口増加率を求め、それを適用することによって将来人口を予測する。

4) 水需要予測 : ①将来普及率を設定し、上記の将来推定人口とから給水人口を算定する。

②給水人口に給水原単位を乗じて家庭用水需要を算出する。

③総水需要は家庭用水需要にその他の水需要を加えて求める。

④計画給水量は総水需要に漏水等の無収水量を加味した有効率を考慮して求める。

(2) 将来人口予測

前述の条件に従って対象都市の将来人口を表-8の通り算定した。

表-8 都市別将来人口予測

郡名	センサスデータ		年間人口 増加率	将来人口																
	1981	1994		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010				
1 サカバ	都市部	12,482	16,386	1,0212	17,817	18,195	18,580	18,974	19,377	19,787	20,207	20,635	21,073	21,519	21,976	22,442	22,917			
	村部	21,211	27,759	1,0209	30,155	30,785	31,429	32,086	32,756	33,441	34,140	34,853	35,582	36,325	37,084	37,859	38,651			
	合計	33,693	44,145	1,0210	47,972	48,980	50,009	51,060	52,133	53,228	54,346	55,488	56,654	57,845	59,060	60,301	61,568			
2 グアラン	都市部	5,470	6,369	1,0118	6,674	6,753	6,832	6,913	6,995	7,077	7,161	7,245	7,331	7,417	7,505	7,593	7,683			
	村部	20,436	27,733	1,0238	30,465	31,190	31,932	32,692	33,470	34,267	35,083	35,918	36,772	37,648	38,544	39,461	40,400			
	合計	25,906	34,102	1,0218	37,139	37,943	38,765	39,605	40,465	41,344	42,243	43,163	44,103	45,065	46,048	47,054	48,083			
3 チキムラ	都市部	18,965	27,644	1,0294	31,042	31,955	32,894	33,861	34,857	35,881	36,936	38,022	39,140	40,291	41,475	42,695	43,950			
	村部	23,606	35,250	1,0313	39,879	41,127	42,414	43,742	45,111	46,523	47,979	49,481	51,030	52,627	54,274	55,973	57,725			
	合計	42,571	62,894	1,0305	70,921	73,082	75,309	77,503	79,968	82,405	84,916	87,503	90,170	92,918	95,750	98,668	101,675			
4 マサデナゴ	都市部	20,918	30,350	1,0290	34,032	35,019	36,034	37,079	38,155	39,261	40,400	41,571	42,777	44,018	45,294	46,608	47,959			
	村部	17,263	15,121	0,9899	14,517	14,370	14,225	14,082	13,939	13,799	13,659	13,521	13,385	13,249	13,116	12,983	12,852			
	合計	38,181	45,471	1,0189	48,549	49,389	50,260	51,161	52,094	53,060	54,059	55,093	56,162	57,267	58,410	59,591	60,811			
5 クヨテナゴ	都市部	3,977	5,311	1,0225	5,805	5,936	6,069	6,206	6,345	6,488	6,634	6,783	6,936	7,092	7,252	7,415	7,582			
	村部	20,733	26,154	1,0180	28,092	28,598	29,112	29,636	30,170	30,713	31,266	31,829	32,401	32,985	33,578	34,183	34,798			
	合計	24,710	31,465	1,0188	33,897	34,533	35,182	35,842	36,515	37,201	37,900	38,612	39,337	40,077	40,830	41,598	42,380			
6 レタルレウ	都市部	22,001	27,563	1,0175	29,542	30,059	30,585	31,120	31,665	32,219	32,783	33,357	33,940	34,534	35,139	35,753	36,379			
	村部	24,651	29,560	1,0141	31,259	31,700	32,147	32,600	33,060	33,526	33,999	34,478	34,964	35,457	35,957	36,464	36,978			
	合計	46,652	57,123	1,0158	60,801	61,759	62,732	63,720	64,725	65,745	66,781	67,834	68,904	69,991	71,096	72,217	73,357			
7 サン・	都市部	5,869	6,867	1,0122	7,207	7,295	7,384	7,474	7,565	7,657	7,751	7,845	7,941	8,038	8,136	8,235	8,336			
	村部	6,913	9,766	1,0269	10,861	11,153	11,453	11,761	12,078	12,403	12,736	13,079	13,431	13,792	14,163	14,544	14,935			
	合計	12,782	16,633	1,0213	18,068	18,448	18,837	19,235	19,643	20,060	20,487	20,924	21,372	21,830	22,299	22,779	23,271			
8 サン・	都市部	3,647	4,455	1,0155	4,798	4,811	4,886	4,962	5,039	5,117	5,196	5,277	5,358	5,441	5,526	5,611	5,698			
	村部	6,944	7,587	1,0068	7,797	7,850	7,903	7,957	8,011	8,066	8,121	8,176	8,231	8,287	8,344	8,400	8,458			
	合計	10,591	12,042	1,0102	12,595	12,661	12,789	12,919	13,050	13,182	13,317	13,452	13,590	13,729	13,870	14,012	14,156			
9 コアチベケ	都市部	19,307	30,437	1,0356	35,013	36,259	37,550	38,887	40,271	41,705	43,190	44,727	46,320	47,969	49,676	51,445	53,276			
	村部	30,799	39,307	1,0189	42,371	43,172	43,988	44,819	45,666	46,529	47,409	48,305	49,218	50,148	51,096	52,061	53,045			
	合計	50,106	69,744	1,0268	77,384	79,431	81,538	83,706	85,938	88,234	90,599	93,032	95,537	98,117	100,772	103,506	106,322			

(3) 水需要予測

①普及率

現状の普及率は、給水栓数に平均世帯構成人員である5.7人(98年9月実施アンケート調査結果)を乗じて、給水人口を算出することによって求められた。現状の普及率は表-9に示す通りである。

表-9 現状の給水普及率(1998年)

	都市名	給水栓数	給水人口	総人口	給水普及率
1	サカパ	4,595	26,192	47,972	55%
2	グアラン	1,898	10,819	37,139	29%
3	チキムラ	7,382	42,077	70,921	59%
4	マサテナンゴ	6,200	35,340	48,549	73%
5	クヨテナンゴ	1,100	6,270	33,897	18%
6	レタルレウ	6,073	34,616	60,801	57%
7	サン・セバスチャン	1,450	8,265	18,068	46%
8	サン・フェリペ	1,157	6,595	12,535	53%
9	コアテペケ	6,284	35,819	77,384	46%

将来の普及率は都市部と地方部に分けて計算する。都市部はINFOMの定めた目標値90%を参考に、都市の特性、地下水利用の状況等を勘案し、90%、85%、80%が2010年に達成されることとした。また、地方部は現況より毎年2~4%の範囲で普及率が上昇することとし、上限を90%とした。その結果予想される給水普及率は表-10に示す通りである。

②給水原単位

将来の給水原単位はINFOMの目標値である150ℓ/人/日とする。但し現在の原単位は66ℓ/人/日から150ℓ/人/日とばらつきがあるため(前述のアンケート調査結果)、都市ごとに現状の原単位から、150ℓ/人/日に漸増させる計画とした。漸増率については、地下水開発可能性が低い都市は高く、地下水開発可能性が高い都市は低く設定した。

③その他の水需要(家庭用水需要以外の水需要)

各都市において水道水を突出して大量に使用する大口使用者は現状では見られず、将来にわたってもこの傾向は同様であると考えられる。しかし、学校、病院など公共施設、市場、バスターミナルなどその他の水需要はあるので、各都市の特色を考慮し家庭用水需要に対するその他の水需要比率として地方の小都市においては7%、大都市は35%として設定した。

④有効率

浄水場においては配水量の計測が行われておらず、さらに需要者側の水道メーターの多くが不良であるため、現状の有効率を把握することが困難である。ただし、ほとんどの対象都市で配水管網が老朽化していることに鑑み、現状の有効率を60%とした。一方、本計画の実施に平行して各都市はINFOMの指導の下、配水管網整備を行う予定である。よって、この効果の発現を考慮し、2002年以降毎年1%ずつ有効率が上昇して行くものとした。

⑤計画給水量

以上の条件によって推定された計画給水量（日平均及び日最大）は表-10に示す通りである。

表-10 計画給水量(1/3)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1. サカバ													
総人口	47,972	48,980	50,009	51,060	52,133	53,228	54,346	55,488	56,664	57,845	59,060	60,301	61,568
給水人口	26,192	27,435	28,719	30,046	31,414	32,827	34,285	35,790	37,343	38,945	40,598	42,303	44,062
普及率	54.6	56.0	57.4	58.8	60.3	61.7	63.1	64.5	65.9	67.3	68.7	70.2	71.6
原単位	110.0	113.0	116.0	120.0	123.0	127.0	130.0	133.0	137.0	140.0	143.0	147.0	150.0
家庭用水需要	2,875	3,103	3,344	3,600	3,869	4,153	4,453	4,768	5,100	5,450	5,818	6,203	6,609
その他の水需要	453	487	520	556	594	633	675	718	764	813	863	916	971
総水需要	3,328	3,590	3,864	4,156	4,463	4,786	5,128	5,486	5,864	6,263	6,681	7,119	7,580
有効率	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	66	67	68
日平均給水量	5,546	5,984	6,440	6,927	7,439	7,946	8,271	8,708	9,163	9,635	10,123	10,626	11,147
日最大給水量	6,656	7,180	7,728	8,312	8,926	9,415	9,925	10,450	10,995	11,562	12,147	12,751	13,376
2. グリーン													
総人口	37,139	37,943	38,765	39,605	40,465	41,344	42,243	43,163	44,103	45,065	46,048	47,054	48,083
給水人口	10,819	12,284	13,813	15,407	17,071	18,804	20,611	22,493	24,454	26,495	28,619	30,830	33,130
普及率	29.1	32.4	35.6	38.9	42.2	45.5	48.8	52.1	55.4	58.8	62.2	65.5	68.9
原単位	109.0	116.0	121.0	127.0	133.0	138.0	144.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
家庭用水需要	1,182	1,414	1,670	1,952	2,262	2,602	2,971	3,374	3,868	4,394	4,923	5,484	6,062
その他の水需要	242	274	309	347	387	431	478	529	581	630	681	733	784
総水需要	1,424	1,688	1,979	2,299	2,649	3,033	3,449	3,903	4,429	4,969	5,504	6,066	6,646
有効率	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	66	67	68
日平均給水量	2,373	2,813	3,299	3,832	4,415	4,972	5,563	6,195	6,868	7,499	8,171	8,885	9,642
日最大給水量	2,848	3,376	3,968	4,598	5,298	5,967	6,676	7,434	8,249	9,129	10,071	11,074	12,147
3. 住宅ムラ													
総人口	70,921	73,082	75,309	77,603	79,968	82,405	84,916	87,503	90,170	92,918	95,750	98,668	101,675
給水人口	42,077	44,714	47,473	50,358	53,376	56,531	59,829	63,276	66,878	70,640	74,571	78,676	82,962
普及率	59.3	61.2	63.0	64.9	66.7	68.6	70.5	72.3	74.2	76.0	77.9	79.7	81.6
原単位	66.0	73.0	80.0	87.0	94.0	101.0	108.0	115.0	122.0	129.0	136.0	143.0	150.0
家庭用水需要	2,770	3,257	3,791	4,376	5,012	5,704	6,456	7,273	8,155	9,110	10,140	11,249	12,444
その他の水需要	200	235	272	314	360	409	462	520	583	651	723	801	886
総水需要	2,970	3,492	4,063	4,689	5,372	6,113	6,918	7,793	8,738	9,761	10,863	12,050	13,330
有効率	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	66	67	68
日平均給水量	4,950	5,820	6,772	7,815	8,953	10,022	11,158	12,370	13,654	15,017	16,459	17,985	19,603
日最大給水量	5,940	6,984	8,126	9,378	10,744	12,026	13,390	14,844	16,385	18,020	19,751	21,582	23,523

表-10 計画給水量(2/3)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
4. マサナゴ													
総人口	48,549	49,389	60,260	61,161	52,094	53,060	54,059	55,093	56,162	57,267	58,410	59,591	60,811
給水人口	35,340	36,836	38,362	39,891	41,455	43,045	44,662	46,307	47,982	49,688	51,427	53,201	54,730
普及率	72.8	74.6	76.3	78.0	79.6	81.1	82.6	84.1	85.4	86.8	88.0	89.3	90.0
原単位	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
家庭用水需要	6,301	6,626	6,752	6,984	6,218	6,456	6,699	6,946	7,197	7,453	7,714	7,980	8,209
その他の水需要	1,880	1,951	2,023	2,037	2,173	2,260	2,331	2,413	2,496	2,583	2,671	2,763	2,850
給水需要	7,181	7,478	7,775	8,021	8,391	8,706	9,030	9,359	9,693	10,036	10,385	10,743	11,059
有効率	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	66	67	68
日平均給水量	11,968	12,460	12,958	13,458	13,985	14,272	14,566	14,866	15,145	15,440	15,735	16,035	16,263
日最大給水量	14,362	14,952	15,650	16,162	16,782	17,127	17,478	17,828	18,174	18,528	18,882	19,242	19,516
5. クマナゴ													
総人口	33,897	34,533	35,182	35,842	36,515	37,201	37,900	38,612	39,337	40,077	40,830	41,598	42,380
給水人口	6,270	7,641	9,061	10,530	12,051	13,623	15,250	16,931	18,669	20,466	22,322	24,240	26,221
普及率	18.5	22.1	25.8	29.4	33.0	36.6	40.2	43.8	47.5	51.1	54.7	58.3	61.9
原単位	70.0	76.0	83.0	90.0	96.0	103.0	110.0	116.0	123.0	130.0	137.0	143.0	150.0
家庭用水需要	436	582	752	943	1,160	1,404	1,674	1,972	2,299	2,658	3,048	3,473	3,933
その他の水需要	34	43	54	65	79	93	109	127	147	167	190	215	242
給水需要	470	625	806	1,008	1,239	1,497	1,783	2,099	2,446	2,825	3,238	3,688	4,175
有効率	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	66	67	68
日平均給水量	783	1,042	1,343	1,680	2,066	2,455	2,876	3,332	3,822	4,346	4,906	5,505	6,140
日最大給水量	940	1,250	1,612	2,016	2,478	2,946	3,451	3,999	4,586	5,215	5,887	6,606	7,368
6. レタルレツ													
総人口	60,801	61,769	62,732	63,720	64,725	65,745	66,781	67,834	68,904	69,991	71,096	72,217	73,357
給水人口	34,618	36,184	37,793	39,442	41,133	42,867	44,645	46,467	48,336	50,250	52,212	54,223	56,284
普及率	56.9	58.6	60.2	61.9	63.6	65.2	66.9	68.5	70.1	71.8	73.4	75.1	76.7
原単位	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
家庭用水需要	5,193	5,427	5,669	5,917	6,170	6,430	6,697	6,970	7,250	7,538	7,831	8,134	8,442
その他の水需要	1,245	1,296	1,349	1,404	1,460	1,518	1,576	1,637	1,699	1,762	1,826	1,894	1,962
給水需要	6,438	6,723	7,018	7,321	7,630	7,948	8,273	8,607	8,949	9,300	9,657	10,028	10,404
有効率	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	66	67	68
日平均給水量	10,730	11,205	11,697	12,202	12,716	13,029	13,343	13,662	13,982	14,307	14,632	14,967	15,300
日最大給水量	12,876	13,446	14,036	14,642	15,260	15,636	16,012	16,394	16,779	17,169	17,559	17,950	18,360

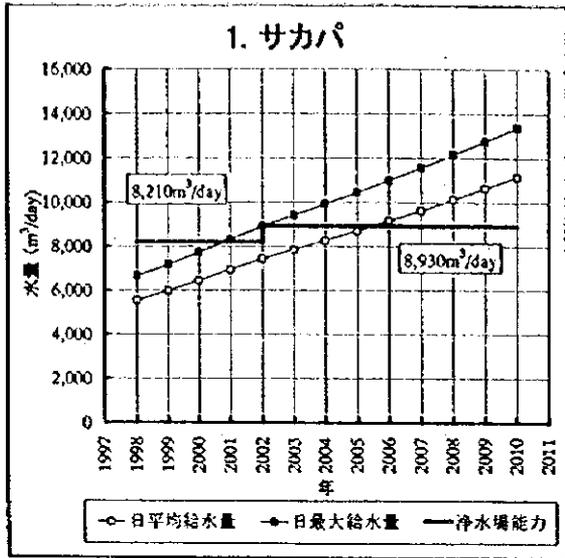
表-10 計画給水量(3/3)

		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2006	2007	2008	2009	2010
7. サン・セバスティアン													
総人口	人	18,068	18,448	18,837	19,235	19,643	20,060	20,487	20,924	21,372	21,830	22,299	23,271
給水人口	人	8,265	8,768	9,290	9,831	10,392	10,973	11,575	12,199	12,846	13,516	14,209	15,672
普及率	%	46.7	47.5	49.3	51.1	52.9	54.7	56.5	58.3	60.1	61.9	63.7	67.3
原単位	ℓ/人/日	121.0	123.0	126.0	128.0	131.0	133.0	135.0	138.0	140.0	143.0	145.0	150.0
家庭用水需要	m ³ /日	1,000	1,082	1,168	1,261	1,368	1,460	1,568	1,682	1,802	1,930	2,062	2,351
その他の水需要	m ³ /日	76	82	88	94	101	108	116	123	131	139	149	168
総水需要	m ³ /日	1,076	1,164	1,256	1,355	1,459	1,568	1,684	1,805	1,933	2,069	2,211	2,519
有効率	%	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	66	68
日平均給水量	m ³ /日	1,793	1,940	2,093	2,259	2,431	2,571	2,716	2,865	3,021	3,183	3,350	3,705
日最大給水量	m ³ /日	2,152	2,328	2,512	2,710	2,918	3,085	3,259	3,438	3,625	3,819	4,020	4,446
8. サン・フェリペ													
総人口	人	12,535	12,661	12,789	12,919	13,050	13,182	13,317	13,452	13,590	13,729	13,870	14,156
給水人口	人	6,596	7,009	7,429	7,856	8,287	8,726	9,170	9,621	10,078	10,542	11,013	11,490
普及率	%	52.6	56.4	58.1	60.8	63.5	66.2	68.9	71.5	74.2	76.8	79.4	84.6
原単位	ℓ/人/日	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
家庭用水需要	m ³ /日	989	1,051	1,114	1,178	1,243	1,308	1,376	1,443	1,512	1,581	1,652	1,723
その他の水需要	m ³ /日	140	145	150	155	160	166	171	176	182	188	194	205
総水需要	m ³ /日	1,129	1,196	1,264	1,333	1,403	1,474	1,547	1,619	1,694	1,769	1,846	1,922
有効率	%	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	66	68
日平均給水量	m ³ /日	1,881	1,994	2,106	2,221	2,338	2,417	2,495	2,569	2,647	2,722	2,797	2,942
日最大給水量	m ³ /日	2,258	2,392	2,528	2,666	2,806	2,900	2,994	3,083	3,176	3,266	3,357	3,443
9. コアパベ													
総人口	人	77,384	79,431	81,538	83,706	85,938	88,234	90,599	93,032	95,537	98,117	100,772	106,222
給水人口	人	36,819	38,007	40,279	42,637	45,084	47,623	50,258	52,992	55,827	58,768	61,819	68,263
普及率	%	48.3	47.8	49.4	50.9	52.5	54.0	55.5	57.0	58.4	59.9	61.3	64.2
原単位	ℓ/人/日	100.0	104.0	108.0	112.0	117.0	121.0	126.0	129.0	133.0	137.0	142.0	150.0
家庭用水需要	m ³ /日	3,578	3,956	4,359	4,793	5,266	5,761	6,280	6,842	7,442	8,079	8,756	10,239
その他の水需要	m ³ /日	626	682	742	805	873	945	1,022	1,103	1,190	1,281	1,379	1,590
総水需要	m ³ /日	4,203	4,637	5,101	5,598	6,129	6,696	7,302	7,945	8,632	9,360	10,135	11,829
有効率	%	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	66	68
日平均給水量	m ³ /日	7,005	7,729	8,502	9,330	10,216	10,977	11,778	12,611	13,498	14,400	15,356	17,395
日最大給水量	m ³ /日	8,406	9,274	10,202	11,196	12,268	13,173	14,134	15,133	16,185	17,280	18,428	20,874

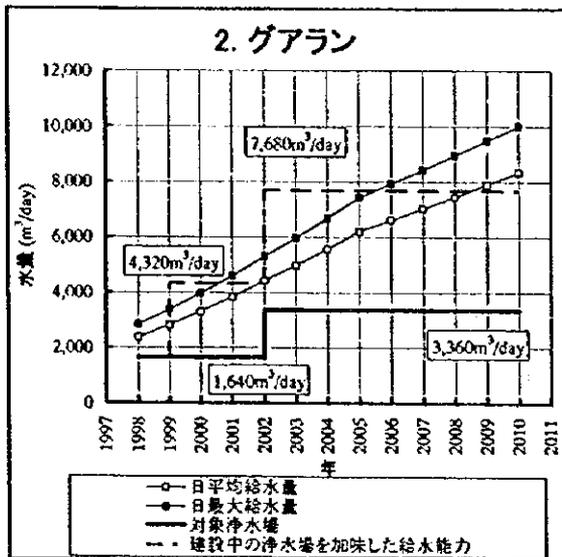
3.3.2 施設の設計容量

(1) 水需要と施設の設計容量

前節の解析によって得られた対象都市の水需要予測結果は図-2に示す通りである。この図のな
かには日平均給水量と施設設計に使用する日最大給水量の推移を示した。また、本計画によって各
都市の浄水施設が表-11に示す設計容量で2002年に復旧完成された場合を想定し、各都市が現有す
る井戸や他の水道施設による給水量を加味した総給水可能量を横線で示した。

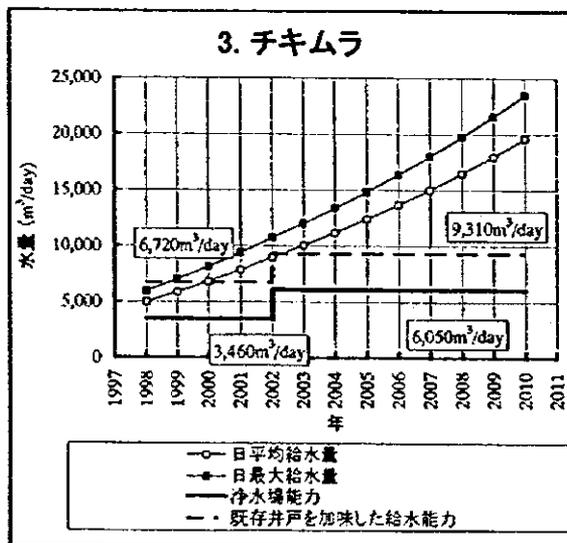


現状における浄水場処理能力は 8,210 m³/日、2002 年の復旧完成後には 8,930m³/日となる。これにより、日最大給水量は 2002 年までの需要を満足し、日平均給水量は 2005 年までの需要を満足するものとなる。



現状における浄水場処理能力は 1,640m³/日。1998 年 10 月に完成予定の市が独自に建設している浄水場を考慮すれば 4,320 m³/日となる。

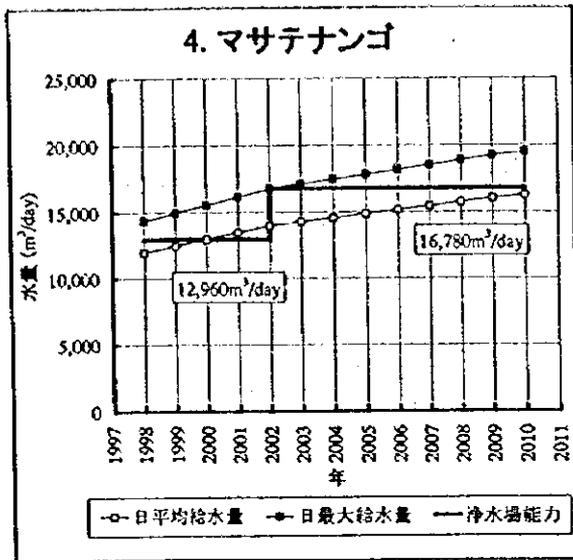
2002 年に復旧されると仮定した場合 7,680 m³/日 (浄水場は 3,360m³/日への復旧) となる。これにより、日最大給水量は 2005 年までの需要を満足し、日平均給水量は 2008 年までの需要を満足するものとなる。



現状における浄水場処理能力は 3,460m³/日、これに稼働中の既存井戸を考慮すれば 6,720 m³/日となる。

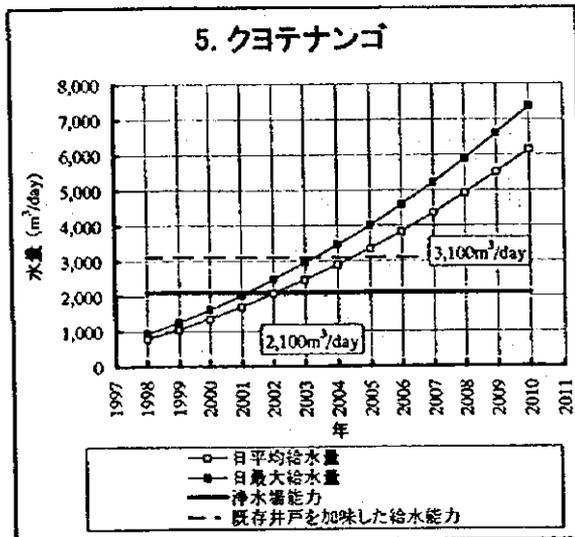
2002 年の復旧完成後には 9,310 m³/日 (浄水場は 6,050m³/日への復旧) となる。これにより、日平均給水量需要を満足するものとなる。

図-2 将来水需要と浄水能力(1/3)



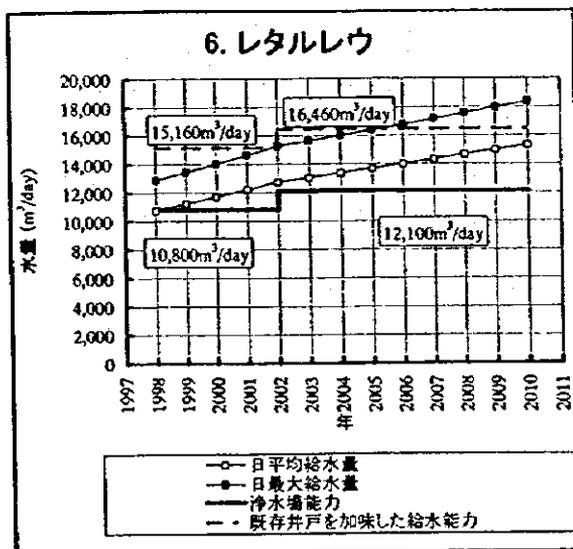
現状における浄水場処理能力は 12,960 m³/日、2002 年の復旧完成後には 16,780 m³/日となる。

これにより、日最大給水量は 2002 年までの需要を満足し、日平均給水量は 2010 年までの需要を満足するものとなる。



現状における浄水場処理能力は 2,100m³/日、これに稼働中の既存井戸を考慮すれば 3,100 m³/日となる。

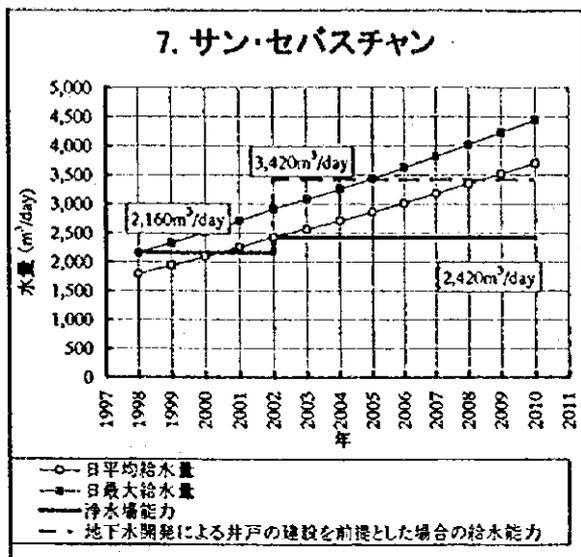
2002 年に復旧されると仮定した場合、日最大給水量は 2003 年まで、日平均給水量は 2004 年までを満足するものとなる。



現状における浄水場処理能力は 10,800m³/日、これに稼働中の既存井戸を考慮すれば 15,160m³/日となる。

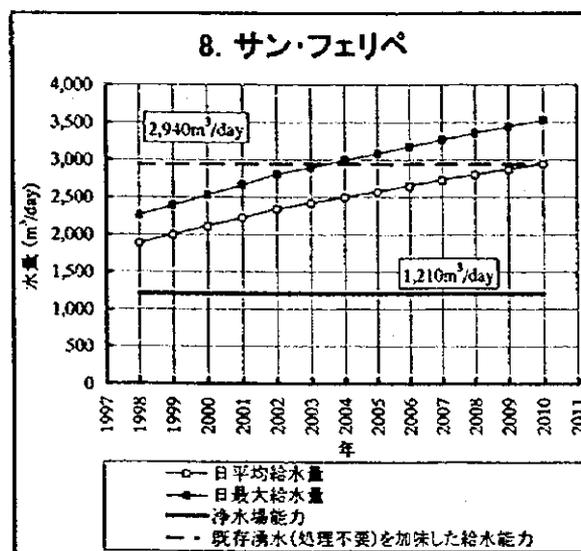
2002 年の復旧完成後には 16,460m³/日 (浄水場は 12,100m³/日への復旧)となる。これにより、日最大給水量は 2005 年まで、日平均給水量は 2010 年以降までを満足するものとなる。

図-2 将来水需要と浄水能力(2/3)



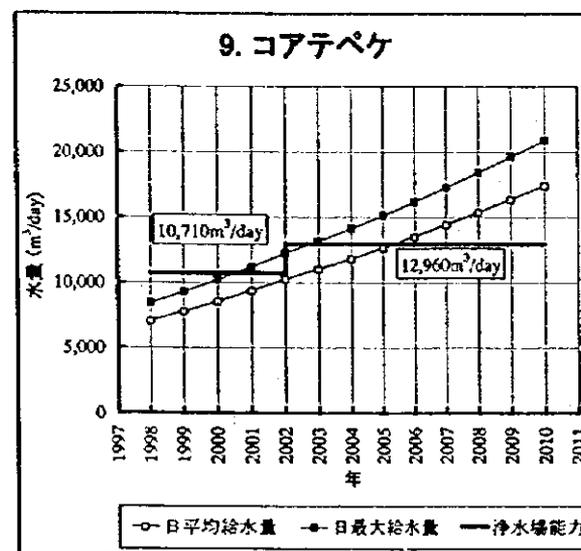
現状における浄水場処理能力は $2,160\text{m}^3/\text{日}$ で、2002年の復旧完成後には $2,920\text{m}^3/\text{日}$ となる。将来水需要との差分は地下水開発に依存する必要がある、2002年に井戸建設がされると仮定すると $3,420\text{m}^3/\text{日}$ となる。

これにより、日最大給水量は2005年まで、日平均給水量は2008年までを満足するものとなる。



現状における浄水場処理能力は $1,210\text{m}^3/\text{日}$ 、これに浄水場とは独立した湧水を考慮すれば $2,940\text{m}^3/\text{日}$ となる。

これにより2002年の復旧完成後には、日最大給水量は2003年まで、日平均給水量は2009年までを満足するものとなる。



現状における浄水場処理能力は $10,710\text{m}^3/\text{日}$ である。2002年の復旧完成後には $12,960\text{m}^3/\text{日}$ となり、日最大給水量は2002年まで、日平均給水量は2005年までを満足するものとなる。

図-2 将来水需要と浄水能力(3/3)

表-11 設計容量

都市名	現状の浄水水量		設計容量		決定理由
	m ³ /日	計測/推定方法	m ³ /日	復旧レベル	
1. サカバ	8,210 (7,780)	着水井の全幅堰での計測値	8,930	2002年水需要に対応	現在、既に公称能力を超える水量を処理している。既存の水源以外に代替水源がなく、水源には取水量の増加が見込める水量がある。よって2002年までの水需要に対応した施設容量で設計する。
2. グアラン	1,640 (3,600)	三角堰での計測値	3,360	既存濾過池の容量に復旧 (=11.5x19.5x3池x5m ³ /日)	新規取水工が供用されることにより原水水質の改善が見込まれるため、既存の急速濾過池を復旧することが有効である。また、当市で建設中の浄水場(急速濾過方式; 4,320m ³ /日)が1998年10月末に竣工することになっており、両浄水場の併用により、2005年までの水需要に対応できる。
3. チキムラ	3,460 (3,460)	タコ川水系の処理水量値	6,050	現状浄水能力にアブダンテ川水系の2,590ℓ/s(取水堰での計測値)を加算	水源である2河川とも流量が限られており将来の取水量の増加は見込めない。現在でも深井戸3本を水道に使用しており、将来の水需要の増加は地下水にて対応する必要がある。現在、配水池へ直送しているアブダンテ川の水は、近年の水質悪化傾向により、浄水工程に編入する。
4. マサテナゴ	12,960 (12,960)	着水井全幅堰での計測値	16,780	2002年水需要に対応	既存の水源以外に代替水源がなく、水源には取水量の増加が見込める水量がある。既に水需要は既存施設の容量を超えており拡張が急務である。よって2002年までの水需要に対応した施設容量で設計する。
5. クヨテナゴ	2,100 (2,100)	既存濾過池能力からの推定値	2,100	現状浄水量に復旧	浄水場内にある既存井戸1本(Q=1000m ³ /日)を加味すると2003年までの水需要に対応可能。原水の水質が高いため、急速濾過方式に変更する必要がある。
6. レタルレウ	12,100 (10,800)	着水後のパージアルファームの計測値	12,100	既存施設の現状の浄水水量に対応	サン・セバスチアン市との水利権問題から取水量の増加は困難である。既に公称能力を超える水量を処理しており、浄水場内に深井戸2本が稼働中である他、市内に3本の井戸が完成し供用間近である。将来の水需要の増加には地下水にて対応する。
7. サン・セバスチアン	2,160 (2,420)	着水井の全幅堰での計測値	2,420	既存施設の公称浄水能力に復旧	レタルレウ市との水利権問題から取水量の増加は困難である。将来の水需要の増加には地下水にて対応する。原水の水質が高いため、急速濾過方式に変更する必要がある。
8. サン・フェリペ	1,210 (1,210)	着水井の三角堰での計測値	1,210	現状浄水水量に復旧	現在、2湧水系統の水を浄水場で処理し、良質なレクレオ湧水(処理不要)の水量(Q=1,730m ³ /日)と合わせて市内に2,940m ³ /日を給水中である。2湧水は水量に限りがあるため、将来の水需要増加は余裕のあるレクレオ湧水の開発にて対応する。施設は急速濾過方式で復旧する。
9. コアテペケ	10,710 (12,960)	着水井の全幅堰での計測値	12,960	既存施設の公称浄水能力に復旧	既存水源以外に代替水源はない。現時点においては、将来の水質確保が未決定であるため浄水場の拡張は考慮しない。濾過池の機能不良によって水道水質が低下している現状の改善を復旧工事の重点目標とする。

() 内は公称浄水能力

(2) 将来水需要の増加と各都市が構すべき対策

本計画は老朽化が顕著な浄水施設を緊急的に復旧するプロジェクトである。本計画が日本の無償資金協力によって実施された場合、対象となった各施設は2002年までに復旧工事が完成する予定である。施設の完成によって各都市の上水道は質と量が大きく改善されるものと期待されるが、図-2に示す通り、復旧される施設単独では各都市の長期の水需要を満たす規模ではない。従って、本プロジェクトの完成後は、各都市の自助努力によって対策を講ずる必要がある。

各都市の将来水需要への対応としては、おかれている自然環境を考慮して表-12にまとめた提言に基づく対処方針が必要と想定される。

- ・グアラン、マサテナンゴ：既存の水源の水質が良好で水量も十分にあるため、将来は施設拡張が可能である。
- ・サカパ、チキムラ、クヨテナンゴ、レタルレウ：現在でも取水河川の水量が足りなくなることがあるため、一部井戸に依存している。地下水ポテンシャルが高いため、将来は井戸水への依存度を高めていく必要があろう。
- ・コアテペケ：現在 INFOM の協力を受けて新規水源を探している。その実現が急がれる。
- ・サン・セバスチャン：既存水源が下流に位置するレタルレウと競合するため、取水量の拡大は見込めない。よって、今後は地下水を利用することが必要となろう。
- ・サン・フェリペ：良質な湧水に恵まれており、今後とも湧水の利用度を高めることが可能である。

表-12 将来水需要と各都市で望まれる対処方針

項目	水需要 (m ³ /日)			給水能力			将来講じることが望まれる対処方針	
	2002	2006	2010	2002	2006	2010	2006	2010
年	2002	2006	2010	2002	2006	2010	2006	2010
計算式	①	②	③	④	②-④	③-④		
サカパ	8,926	10,995	13,376	8,930	2,065	4,446	井戸2本建設 (現在非常用1本あり)	更に井戸2本建設
グアラン	5,298	7,929	10,010	7,680	249	2,330	稼働率向上	NO.2浄水場の増設
チキムラ	10,744	16,385	23,523	10,850 (井戸4800含む)	5,535	12,673	井戸建設	同左
マサテナンゴ	16,780	18,174	19,516	16,780	1,394	2,736	稼働率向上	井戸建設又は 浄水場増設
クヨテナンゴ	2,478	4,586	7,368	3,100	1,486	4,268	井戸稼働	井戸建設
レタルレウ	15,260	16,779	18,360	15,300 (井戸3300含む)	1,479	3,060	稼働率向上 井戸建設	井戸建設
サン・セバスチャン	2,918	3,625	4,446	2,420	1,205	2,026	井戸建設	井戸建設
サン・フェリペ	2,806	3,176	3,530	2,940	236	590	湧水の利用	湧水の利用
コアケテペ	12,258	16,185	20,874	12,960	3,225	7,914	新たな水源の確保 と浄水場の拡張	〃

数値は日最大給水量