

No.

グアテマラ共和国
グアテマラ市浄水場改善計画
事前調査報告書

平成5年5月

国際協力事業団

無調 1

C R (3)

93-248

グアテマラ共和国
グアテマラ市浄水場改善計画
事前調査報告書

27829

JICA LIBRARY



1120416111

平成 5 年 5 月

国際協力事業団

国際協力事業団

27929

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、同国のグアテマラ市浄水場改善計画にかかる事前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5年4月10日から5月2日まで当事業団 無償資金協力調査部 調査審査課長の大島 勝彦を団長とする事前調査団を現地に派遣しました。

調査団は、グアテマラ国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、今後予定されている基本設計調査の実施、その他関係者の参考として活用されれば幸いです。

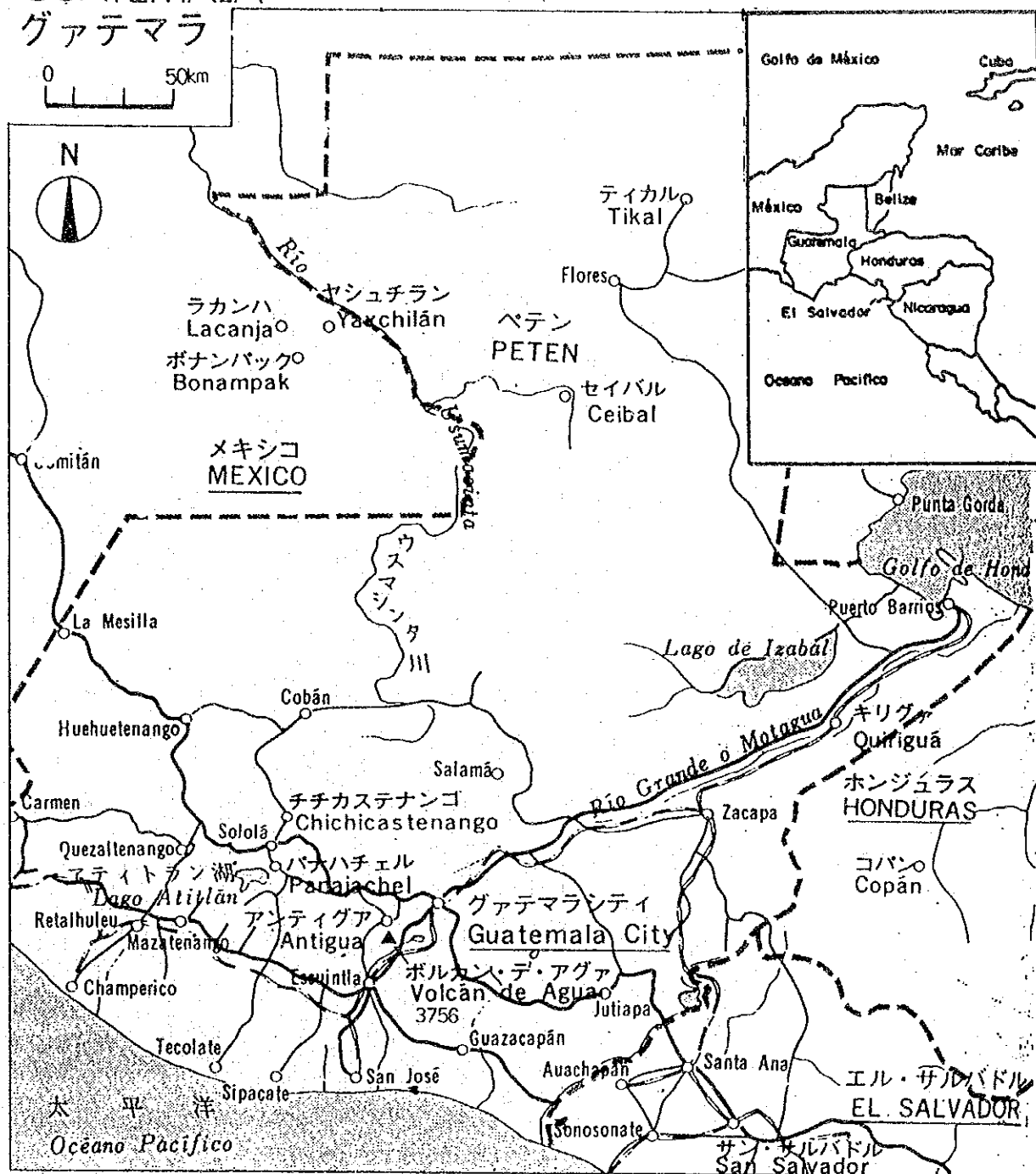
終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成5年8月

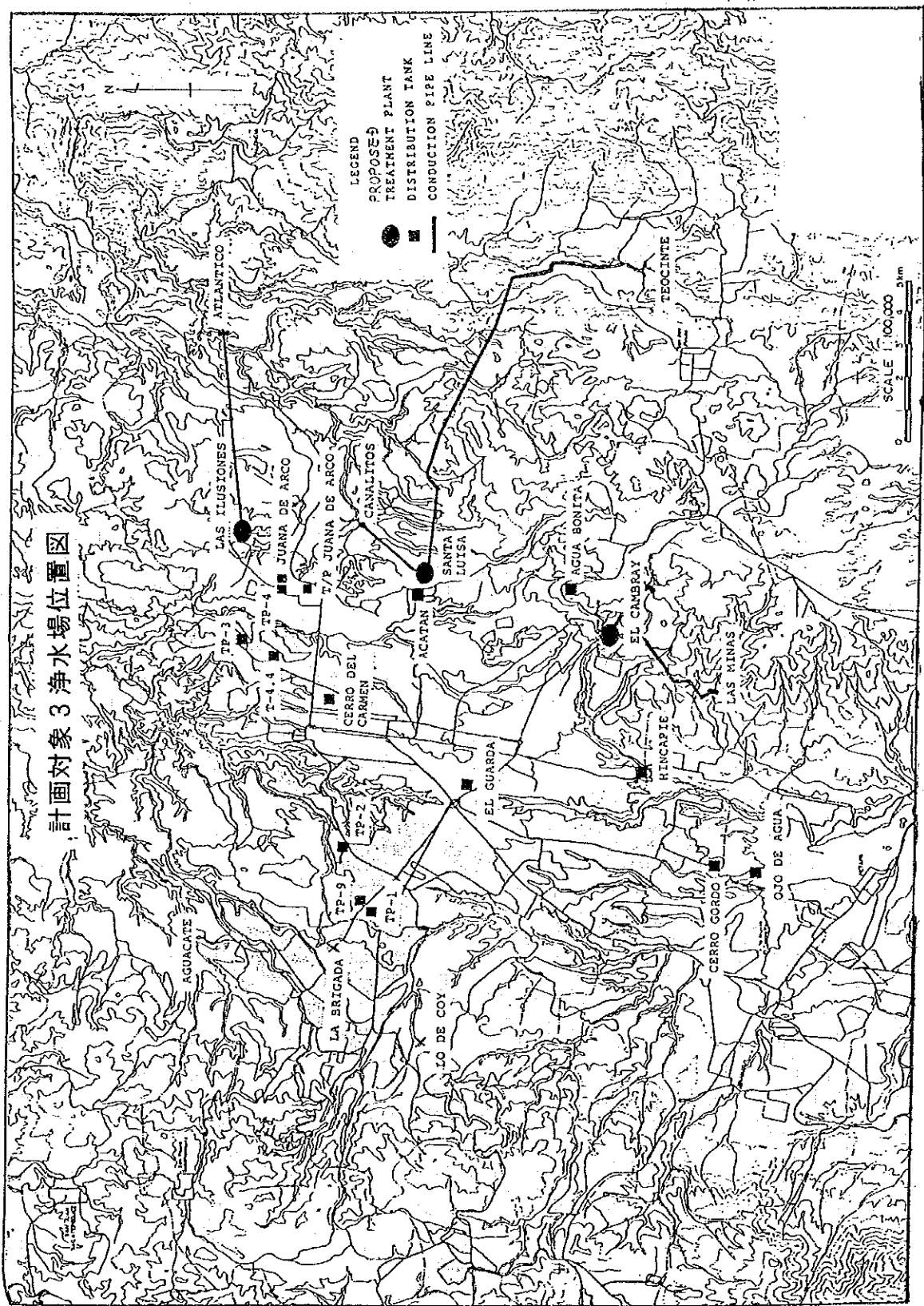
国際協力事業団
理事 黒川 剛

GUATEMALA グアテマラ

0 50km



計画対象3浄水場位置図



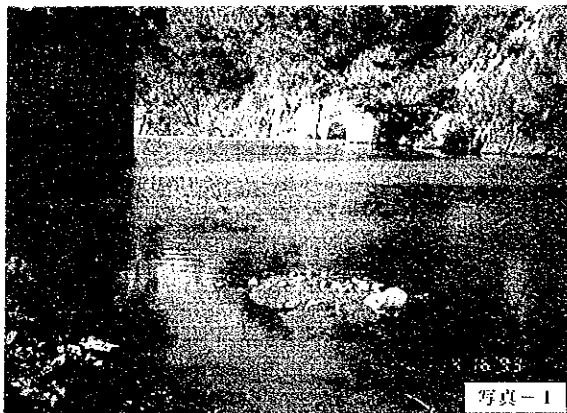


写真-1

アトランティコ取水堰（源水取水点）
堆積土砂のためダムはほとんど埋まっている。



写真-2

凝集薬投入点
洗剤によるものと思われる泡が見える。



写真-3

薬品溶解機
2台の内奥側は故障のため使用不可。

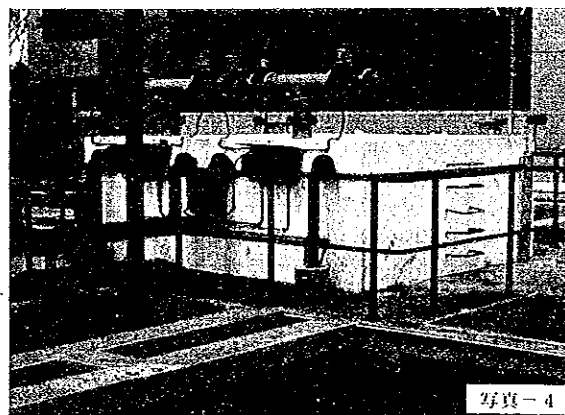


写真-4

脈動装置



写真-5

ろ過池エアブロー用ポンプ
異常音が著しく大きい。



写真-6

真空ポンプ3台
異常音が著しく大きい。

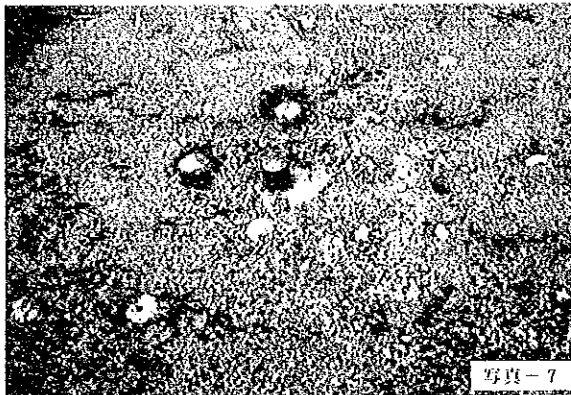


写真-7

ろ過池
集水ノズルが見える。

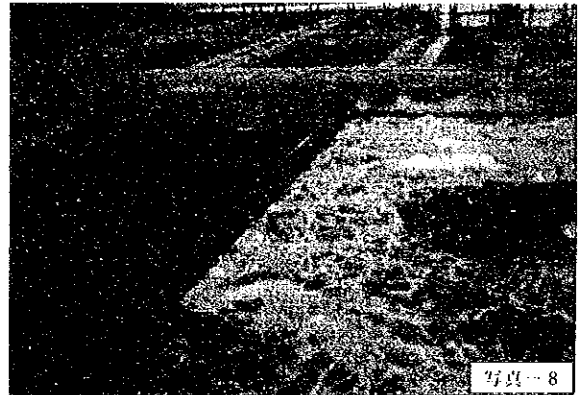


写真-8

ろ過池の逆洗エアブロー中
左側ろ過池に逆洗水が逆流しているの見える。これは、逆洗中のろ過池の流入バルブが不動作のため。

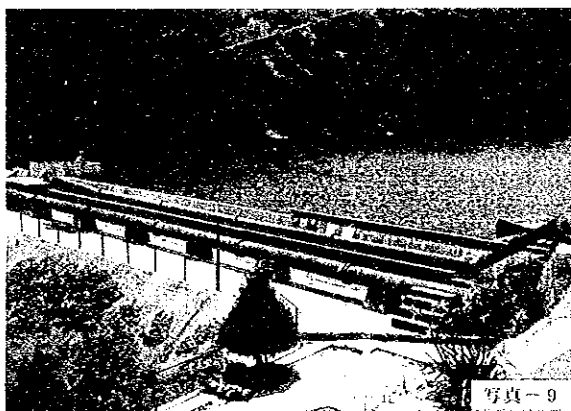


写真-9

テオシンテグム（水源）
1993年4月16日時点（本調査時）。



写真-10

テオシンテグム
洪水期（1998年頃 EMPAGUA 撮影）。



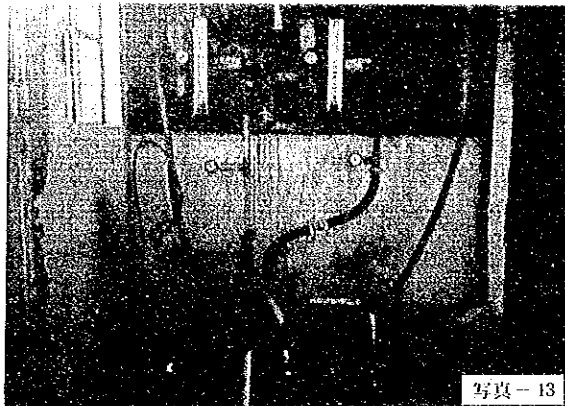
写真-11

リフト1階部分
エンジン動力によるモックが見える。

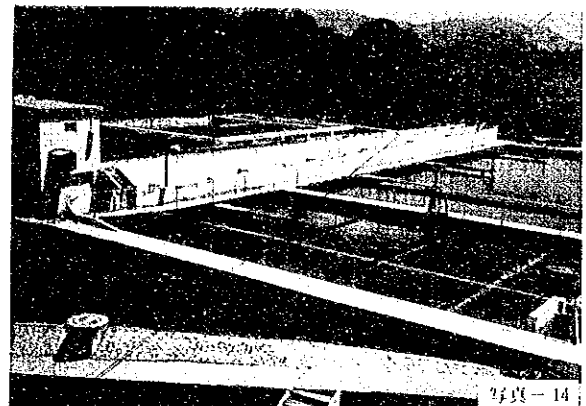


写真-12

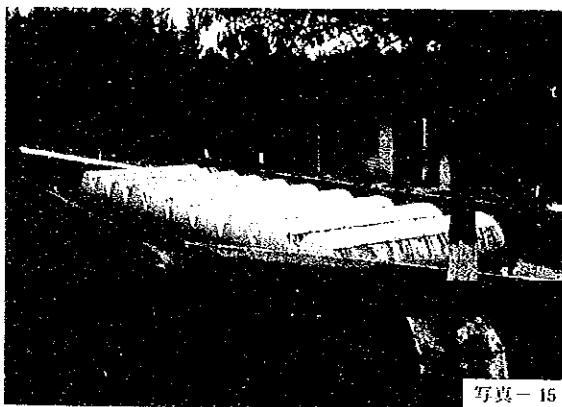
凝集薬投入装置
故障中。



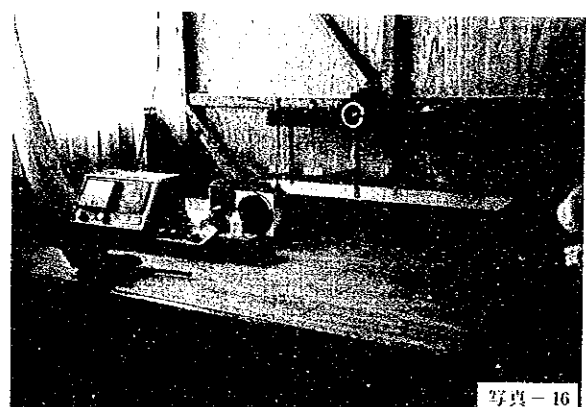
塩素注入装置
ゲージ類はすべて故障。



沈 澱 池
手前の沈澱池は建設以来のもの、後方は増築された沈澱池、旧沈澱池には一部傾斜板が設置されている、新沈澱池には傾斜板が設置されているものの角度が不適切。
両池共フロクの巻き上がりが見られる。



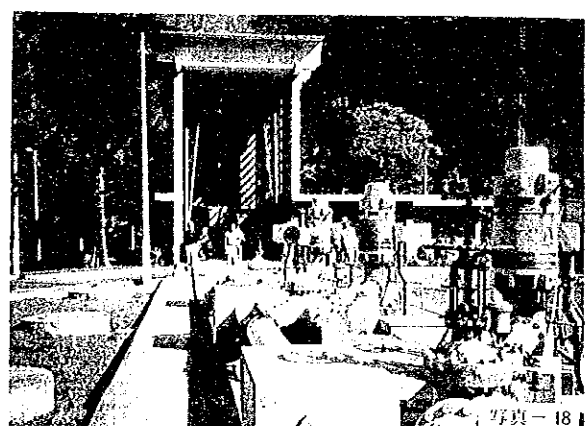
圧力式ろ過タンク
濾剤の流失が見られた。



水質管理室
ジャーテスト、濁度計、色度計を有しているが、使用されている形跡は無い。



インカビエ川主水口（源水取水地点）



インカビエ取水施設
3基の取水ポンプ、中央後方は移動式クレーン

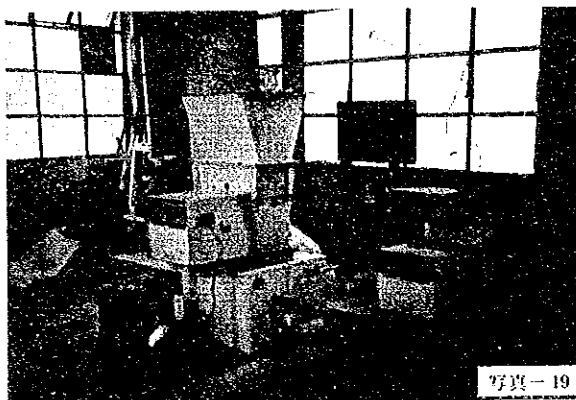


写真-19

凝集薬液投入装置



写真-20

凝集池
フロックの形成が極端に少ない。

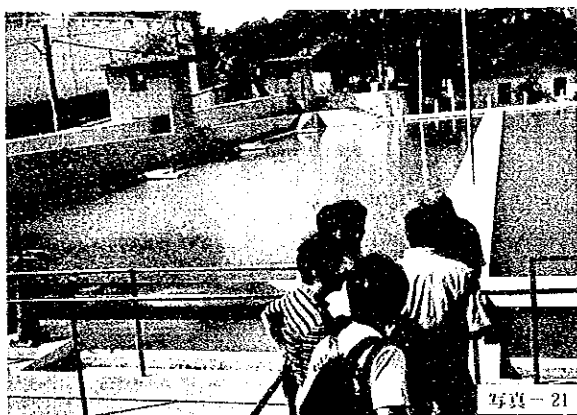


写真-21

沈澱池3基
傾斜板は設置されていない。

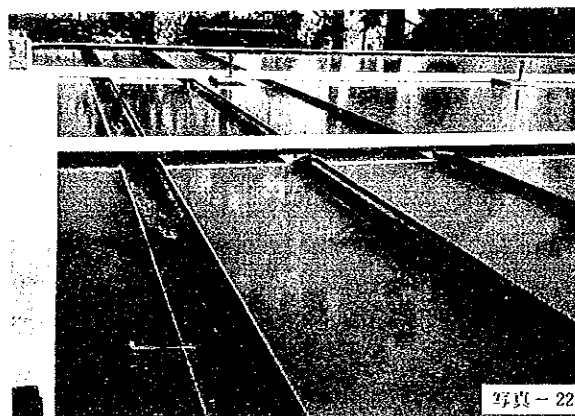


写真-22

沈澱池
傾斜板が未設置。

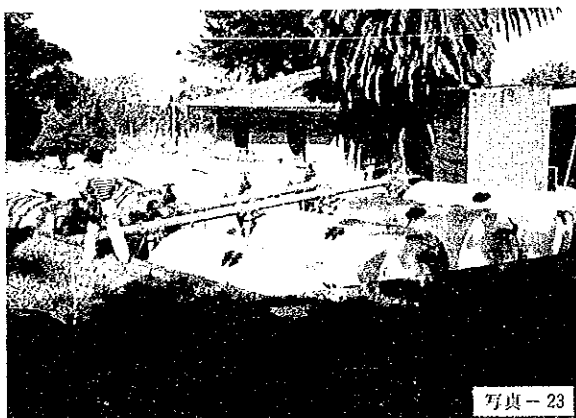


写真-23

圧力式ろ過タンク8基
濾剤の流失。

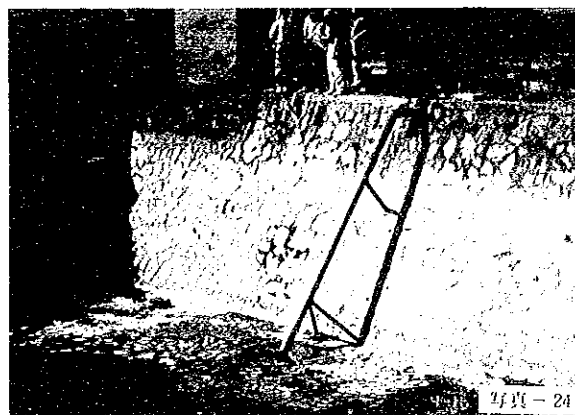


写真-24

逆洗汚泥水池
上澄水回収ポンプサクション管の位置及び池の構造が不適当であり上澄水が回収できない。

要 約

グアテマラ共和国はメキシコの南に位置し、中米5ヶ国中最大の人口約961万人（1991年）を有する。変化に富んだ気候と肥沃な土壌は種々の農産物の栽培を可能にし、コーヒー、バナナ、綿花、砂糖、カルダモンなどの主要産品とする農業が経済の根幹となっている。一人あたりのGNPは1061.8 USドル（1991年）となっている。

グアテマラ共和国は現行の経済社会開発計画（1991-1996）で、健康及び生活環境問題を含む社会福祉分野を重点開発分野の一つにしており、良質な飲料水を安定供給することにより生活環境の改善並びに水系伝染病の軽減を図ろうとしている。

同国の首都グアテマラ市を含む首都圏は、1991年の人口が210万人を越えており、さらに近年は地方より年間20万人が流入して人口の急増が続き、これに伴い飲料水の需要も年々増加している。同市の飲料水は現在6浄水施設により供給されているが、原水の不足及び既存浄水施設の老朽化のため給水量は現在でも需要をはるかに下回り、需要に対する水不足は36%にも及んでいる。また、浄水施設の老朽化により水質の維持も困難となるなど問題になっている。同国政府はグアテマラ市の給水事情改善のために1982年に策定したマスタープランに基づき、飲料水の不足を抜本的に解決するための水源開発プロジェクトとして「地下水開発」及び「導水管建設による市郊外の湖水の利用」の2プロジェクトをOECF及びIDBのローンにより実施する予定で、給水対象人口107万人に対し、当面4.0m³/secの水需要をまかなうことを計画している。

一方、同国政府は水源開発と並行して、即効的に給水量を回復させるとともに、浄水の水質を改善する必要性から、既設浄水場の改修を計画し、表流水用の5か所の既設浄水場のうち、特に需給バランスの悪い地域に対する給水を行っているイルシオネス、カンブライ及びサンクルイサの3浄水場の改修について、わが国に対し無償資金協力を要請してきた。

右要請を受けて我が国は要請の背景・内容、先方実施体制、予算措置、上水道整備計画、関連計画等の調査、改修対象浄水場の現状及びその運転・維持管理状況、他の援助機関の協力内容を調査し、計画の妥当性及び協力可能な内容を検討するために事前調査団を派遣した。

その結果、当該3浄水場設備は1.0m³/secの処理能力を有し、既設施設合計の30%を占めおよそ36万人の給水人口をまかなっていることもあり、これらの3浄水場が今後改善されないまま配水能力が更に落ち込むこととなった場合、マスタープランの設計変更が必要な事態となるため、本プロジェクトは、マスタープラン及び関連計画との整合性、需要、緊急性等から無償資金協力として妥当であると判断された。

本計画の対象施設の改善にあたっては、安易に高額な機器の選定、現地では入手困難な機器及び交換部品の選定、自動操作方式の採用、現地要員により修理困難な高度技術を要する機器の導入、現地要員には困難な操作方式等は極力避けるべきであり、「グア」国の現状を考慮した計画とする事が必要である。また、他施設で比較的良好に運転・維持管理が行われている方式を採用すべきであり、例として既設圧力式濾過装置改善に当たり、建設費が多少割高となっても長期的な観点から良好な運転が期待できる方式を検討する必要がある。さらに、浄水場施設における適正な業務の遂行の必要性を「グア」国側に認識させる事も重要である。

本計画対象の3浄水場施設の取水量確保に関わる取水施設の改善は必要と判断される。つまり、各取水河川の状態は①雨期には流失土砂が多い、②取水口付近は堆積土砂が多い、③乾期には取水量が不足気味等の問題があり河川上流から取水口に至る取水施設の改善が必要と判断された。この調査結果を基に「グア」国側と協議の上、本計画に取水施設の改善を盛り込む事についてわが国による協力の妥当性、可能性を検討する必要がある。

本計画実施により、浄水場からの出口の水質は向上できるが水栓点での水質改善には漏水箇所からの汚染の可能性があるので、本計画をより効果的にするために、配管網整備の必要性を「グア」国側に認識させる必要がある。

取水量が不足気味のバシオス浄水場における逆洗汚泥水の上澄水回収ポンプ容量をアップさせオーバーフロー水による無駄な排水を減少させる事の検討も必要である。

圧力式濾過タンの機能の低下しているカカヤ浄水場については当該タンの改修による機能回復の可能性もあるが、現地要員の技量では今日直面している状態に近い将来再び起こる事が予想される。従って、多少工事費が嵩んでも長期的に見て有利であれば操作・維持管理が容易なオープン式濾過池の採用を検討する必要がある。さらにカブライ浄水場共に、逆洗汚泥貯水池の構造が上澄水回収に適していないため適切に上澄水回収が可能となるよう構造を改善する計画を盛り込む事の検討が必要と思われる。

一方、本計画には次のような特徴がある。

- (1) 水質改善はどの援助機関も関わっていないため、わが国の無償資金協力による効果が明確になること。
- (2) 裨益する地域が広く、住民に平等に裨益すること。
- (3) 本計画対象の3浄水場の取水河川および取水地点の改善整備は「グア」国側が行うこととしており、

「グァ」国側に浄水システムに対する自覚を促せることが期待できる。

本計画は当該既設3浄水場の老朽化に対しての抜本的な改善計画であり、設計配水能力の回復および水質改善にある。給水量不足に対する水源開発計画は首都圏水道供給マスタープラン(PLAMAPAG)によって計画され、PLAMAPAGの一環である緊急計画Iが1993年に実施予定されており当面の給水量不足は解決されるとしているが、PLAMAPAG実施後においても当該3浄水場施設は継続して運営され、将来においても右3浄水場施設は「グァ」市民に対して果たす役割は大きい。

以上のことから本計画をわが国が無償資金協力で実施することは妥当と判断される。

目 次

序 文

地 図

写 真

調査結果要約

第1章 緒 論	1
1-1 事前調査団派遣の経緯	1
1-2 調査の目的	1
第2章 要請の背景	2
2-1 グアテマラ国の開発政策	2
2-1-1 国家開発政策	2
2-1-2 グアテマラ市の飲料水開発計画	2
2-2 グアテマラ国の給水事情	4
2-2-1 上水道事業の概要	4
2-2-2 上水道事業の組織	9
2-2-3 上水道事業の経営	9
2-2-4 上水道事業の運転・管理	12
2-2-5 将来計画	13
2-3 他の援助機関の協力	15
2-3-1 国際援助機関および他の援助機関	15
2-4 計画対象地域の概況	16
2-4-1 グアテマラ市の概況	16
2-4-2 給水対象地域の概況	18
2-5 給水対象地域の上水道の概況	20
2-5-1 運営・維持管理体制	20
2-5-2 財政	22
2-5-3 水道システム	22

2-5-4	水源、取水・導水施設	23
2-5-5	浄水施設	24
2-5-6	配水施設	33
2-5-7	水質	34
第3章	要請の経緯・内容と協議の内容	39
3-1	要請の経緯と内容	39
3-2	要請内容の検討	41
3-3	協議の内容	46
第4章	プロジェクトの概要	47
4-1	プロジェクトの内容	47
4-2	プロジェクトの目標	50
4-3	プロジェクトの効果	52
4-3-1	プロジェクト実施の効果	52
4-3-2	わが国のファテマラ国に対する外的インパクト	52
4-4	プロジェクトの自立発展性	53
4-4-1	組織的自立発展性	53
4-4-2	財務的自立発展性	53
4-4-3	物的・技術的自立発展性	53
4-5	プロジェクトの妥当性の検討	54
4-6	実施効率性	55
4-7	先方実施体制	55
4-7-1	実施体制	55
4-7-2	要員配置計画	55
4-7-3	予算措置	56
4-8	技術協力の必要性	56
4-9	案件目標達成のリスク	56

第5章 類似プロジェクトの評価	57
-----------------------	----

第6章 結論および提言	60
-------------------	----

6-1 結 論	60
---------------	----

6-2 提 言	61
---------------	----

資料編

資料1 事前調査団団員リスト

資料2 調査日程

資料3 面談者リスト

資料4 協議議事録

資料5 グアテマラ国の一般事情

資料6 収集資料リスト

ANNEX 説明

第1章 緒 論

1-1 事前調査団派遣の経緯

グアテマラ共和国(以下「グア」国)は、「'91～'96社会経済政策」で健康及び生活環境問題を含む社会福祉分野を重点開発分野の一つとしており、良質な飲料水を安定供給することにより生活環境の改善並びに水系伝染病の軽減を図ろうとしている。特に農村及び都市部周辺(トナツ都市)の最下層部の住民に対し保健教育を充実させると共に、上下水道等の厚生サービスを向上させるものである。

同国の首都グアテマラ市(以下「グア」市)は1991年人口が210万人を越えており、さらに近年は地方より年間20万人が流入して人口の急増が続き、これに伴い飲料水の需要も年々増加している。同市の飲料水は現在6浄水施設および30本の井戸群から供給されているが、原水の不足及び既存浄水施設の老朽化のため需要量に対して給水量は約30%が不足している。また、水質の維持も困難となっている。

同国政府は「グア」市の飲料水不足を抜本的に解決するための水源開発プロジェクトとして「地下水開発」及び「SACATEPEQUEZ盆地の地下水開発」の2プロジェクトをOECD及び国家資金(通信・運輸・公共事業省の指揮下にあるXAYA PIXCAYA公社)により実施する計画があり、OECD資金による1m³/秒の地下水開発は1993年度開始となった。

一方、同国政府は水源開発と平行して、即効的に給水量を増加させるとともに、水系伝染病の伝播を防ぎ衛生環境を向上させるため緊急に浄水の水質を改善する必要性から、既設浄水場の改善を計画し、6カ所の既設浄水場のうち、特に受給バランスの悪い地域に対する給水を行っているバルセス、カブライ及びサカティの3浄水場の改善について、我が国に対し無償資金協力を要請してきた。この要請に応えて日本国政府はその要請の背景と経緯・計画の内容・要請の内容及び計画の妥当性とその範囲を検討するため事前調査を実施することになったものである。

1-2 調査の目的

「グア」国から我が国に無償資金協力要請のあった本調査の目的は以下のとおりである。

- 1) 要請の背景と経緯及び計画の内容の確認
- 2) 責任機関及び実施機関の確認
- 3) 現地視察による計画地域の現状把握及び確認
- 4) 無償資金協力案件としての本計画の妥当性の検討
- 5) 協力の適否及び協力可能な範囲の検討

第2章 要請の背景

2-1 グアテマラ国の開発政策

2-1-1 国家開発政策

「グア」国における国家開発計画は本調査時点で全体計画としては策定されておらず、各分野毎に計画が立てられている。現ラノ大統領は1992年1月の施政方針演説において1992年を「社会投資の年」と位置付け、公共事業重視の姿勢を鮮明に打ちだし、特に首都圏を取り巻く地域(ドーナ都市)および農村地域の経済と国民の生活レベル向上をはかり、「グア」国国民の生活水準の格差をなくすために、「グア」国経済社会政策(1991-1996)」として所信声明を発表した。右政策の中で厚生に関するものとしては「農村部および都市部周辺に住む最下層部の国民に対し保健教育を充実させると共に、上下水道等厚生サービスを向上させる」とある。

2-1-2 グアテマラ市の飲料水開発計画

「グア」市及びその近郊に於ける公共水道サービスは「グア」市水道公社(EMPAGUA)が担当している。EMPAGUAのサービス区域内の水道普及率は約50%が現状である。

「グア」市は2010年までの開発計画として1982年「上水供給マスタープラン(PLAMABAG)」を策定した(IDB資金)。しかし10年以上過ぎ、かつ急激な人口増加による給水需要に供給が対応出来ない為にEMPAGUAは、その見直しを余儀なくされ、目下検討中であり、結論が出るまでにあと3ヶ月程度(1993年8月頃)かかる予定との「グア」国側の説明である。

PLAMABAGの概要は表2-1に示すとおり、短期計画と長期計画に分かれて構成されている。

表-2.1 PLAMABAGの概要

水	源	目標配水量(m ³ /秒)	計画実行期間	計画開始
短期計画 緊急計画	I. グアテマラ市盆地(地下水)	1.0	1993~1996	1993
緊急計画	II. XAYA PIXCAYA(表流水) SACATEPEQUEZ(地下水)	1.0 2.5	1994~1998	※ 1
長期計画 フェーズ	III. ALTO MOTAGUA(表流水) (夏期のみ)	1.5		※ 2
フェーズ	IV. ALTO CUILCO(表流水) (夏期のみ)	2.0		※ 2
フェーズ	V. ALTO CUILCO(ダム) ALTO MOTAGUA(ダム)	1.0 3.0		※ 2

- ※ 1印 地下水が豊富な地区であるが、地方都市の地下水開発とも関連するので、現在開発については、検討中である。
- ※ 2印 北西部開発計画以外の可能性を含めた上で全く新規に計画をねり直す必要がある。

従って、長期計画の実施は殆んど可能性は少なく(現在どの位のコストがかかるか計算中)、必然的に短期計画に重点をおかざるを得ない。

緊急計画I(目標配水量 1m³/秒)は1993年度に実施されることになり(OECF資金)、この計画により「グア」市で当面必要とされる水量が確保される見通しである。

緊急計画IIのXAYA PIXCAYA川の取水量は当初計画0.6m³/秒を現在1m³/秒と変更し、全量ロデコ浄水場に送水している。将来計画予定の3.5m³/秒の送水量を可能にする為、容量3m³/秒の導水管は布設済みである(IDB資金)。

地下水開発については、通信運輸公共事業省の監督下にあるXAYA PIXCAYA公社が調査を行っており、実施年度は1994～1998年度が予定されている(調査資金の出所は通信運輸公共事業省)。

上記計画の他、マタラン湖の開発、モタラ開発に伴う新しい浄水場の新設、SACATEPEQUEZ開発に伴うLo de coy 浄水場の増設等構想はあるが、開発に伴う問題点もある。

考えられる問題点として、

(1)開発に伴う資金の出所

外国資金に頼らざるを得ない(「グア」市、EMPAGUA共に資金の多くは望めない)。

(2)全人口の30%が「グア」市に集中

人口流入は年間約20万人と言われている。施設設備の老朽化により給水能力は低下しており、この状態を放置すれば近い将来首都としての機能に打撃を与えることが容易に想像できる。

(3)既設浄水場の一部及び地下水開発予定地が他市に入っている為、水源の調整に時間がかかる。

(4)マタラン湖は先ず汚染・汚濁を除く必要がある。

従って、問題点の(2)(3)は「グア」市の自助努力で解決つくだろうが、(1)は現実の問題点でありこれが解決されない限り全て計画倒れになる。(4)は(1)と共に外国機関の資金が必要となり、「グア」国側の資金による実施は困難と判断される。

「グア」市の給水需要は現在4～4.5m³/秒必要とされるのに対し供給は2.95m³/秒であり、需要バランスとしては26%の供給不足をなしている。従って緊急計画Iによる1m³/秒の地下水開発は、「グア」市民に対し大きく寄与するものと判断できるものの将来展望からすると早急に緊急計画IIの計画の実施が必要と思われる。

2-2 グアテマラの給水事情

2-2-1 上水道事業の概要

(1) 「グア」国の給水事情の概要

「グア」国の上下水道開発整備事業の実施、サービスの基準等について、政府は各種の法律・規則をもってその促進を図っており、主として次の様な政府機関がその実施にあたっている。

1) 経済企画庁(SEGEPLAN)

” の国家上下水道計画委員会(COPECAS)

2) 通信・運輸公共事業省(MCTYOP)

” の公共事業局(DGOP)

” のXAYA PIXCAYA公社

3) 公衆保健社会サービス省(MSPYAS)

” の環境衛生局(DSM)

” の地方水道建設事務所(UNEPAR)

4) 地域開発庁(INFOM)

5) 都市・地方開発省(MDUYR)

上下水道部門にかかる国家計画は1985年10月、SEGEPLAN, MSPYAS, INFOM及びEMPAGUEが合議調印して創設したCOPECASが中心となって進めてきたが現在COPECASは全然機能していない。

同計画は、COPECASが、INFOM, UNEPAR, EMPAGUA, SEGEPLAN等々の協力及びWHO, PAHO等の助言を得て策定した。同計画によれば1982年における飲料水供給及び衛生施設について目標年次1990年における達成目標を次のとおり計画していた。

飲料水供給(%)	1982年	1988年	1990年
都市部	90.2	91.3	92.7
地方部	24.0	41.2	72.8
全 域	49.8	60.1	81.2
衛生施設			
都市部	47.0	71.7	92.7
地方部	25.0	47.9	72.8
全 域	33.6	56.9	81.2

右目標を達成する事は困難となり、現在再検討されており、'93年6～7月頃「WHO中南米版」として発表される予定である。なお、SEGEPLANから入手した収集資料No.1を参照されたい。

一方、「グア」首都圏における都市下水の整備開発は貧弱で市中心部の排水は公共下水処理施設が無いため、主として5ヶ所の放流口から直接河川に放流され年々河川の汚染が進んでいる。公共下水によるサービスを受けている世帯数は、表-2.2に示すとおり、約57%にすぎず、近年開発された住宅団地は、それぞれ独立した下水処理設備をもっているものの全体に占める割合は非常に低い値となっている。

表-2.2 「グア」首都圏における便所処理状況

全世帯数	水洗式便所						汲み取り 式 便所	腐敗槽 式 便所	無施設
	公共下水			公共下水					
	計	私設	共同	計	私設	共同			
225,879 100%	127,845 56.6%	98,280	29,565	12,193 5.4%	7,324	4,869	13,231 5.8%	61,359 27.2%	11,251 5%

人口増加に伴い生活用水の不足・衛生環境低下が深刻な問題となっている地方都市の緊急なる事業実施をうけ1992年8～10月頃UNICEFの働きかけにより計画された水資源庁は新しく水資源法が出来た時点で発足し、COPECASに代ってMAINとなり、実施機関の一部を監督しながら推進して行くことになる。

国家計画としては飲料水に関し水資源庁と厚生省が当たることになる。なお、水資源庁としてはINFOMとEMPAGUAは共に独立機関である為、これ等に対しては一応協力関係ということになる。

SEGEPLAN(経済企画庁)の上下水道開発計画(1993～1996)はANNEX 1に示すとおりであるが、「グア」国による資金は少なく、殆んど外国資金に負う所である。

「グア」市を除く330市町村で浄水場として運行しているのは8ヶ所程度と推定され全てINFOMにより管理されている。また、深井戸・浅井戸に対しては「グア」国の取締機関あるいは監督機関は無いので数を把握するのは困難である。

このような地方都市の深刻な問題を打破する為、IDBはUNICEFと共同で2つのProjectを進行させている。以下に概略を示す。

①1836-SF-GU計画

実施機関: UNEPAL

対 象: 2,500人以下の人口を持った100ヶ村を対象に給水を行う。

殆ど湧水による重力給水で給水量は50～60ℓ /人/日。

この計画は確実に給水出来ると言う事を前提とし、渇水期においても給水量を下廻らないことである。処理施設は塩素投入する。

借款の目的：i.100件の新上水場設備と20件の導水管の改良

ii.80件の水道システムのリハビリ

iii.14,400個のトイレを作り与える

この他UNEPALの組織強化、職員の訓練と水道運営体のオペレーターの改善等。

借款金額：3,280万ドル+370万ドル(「グアテマラ」国負担)=3,650万ドル

②2882-SF-GU計画

実施機関：INFOM

工事開始：1994年から(3/Feb./'93正式調印)

対象：水道のみでなく、Infomの組織強化、各市町村の組織強化等々。

借款金額：4,050万ドル+450万ドル(「グアテマラ」国負担)=4,500万ドル

以上のとおり

「グアテマラ」国政府として少なくとも国民の基本的要求を充足し得るように「飲料水供給と衛生施設の改良」に一体となって邁進している。

(2)「グアテマラ」市の給水事情の概要

「グアテマラ」市の上水道施設は現在6施設および市内に散在する約30本の井戸施設を有しEMPAGUAが水道事業を運営し給水を行っている。

「グアテマラ」市と社会経済的に共同体を成している「グアテマラ」市周辺都市から成る地域を「グアテマラ首都圏」と称している。EMPAGUAの水供給サービス範囲は、グアテマラ、ミスコ、ビジャマル、パナマ、サンタクリスタ・デ・ヌエバ等5つのMunicipiosとビジャカレス、チカラ等2つのMunicipiosの一部からなる面積約470K㎡が「グアテマラ」首都圏である。この事は1972年EMPAGUAの創設時に業務サービス地理的範囲として、「グアテマラ首都圏」となったものである(図-2.1参照)。EMPAGUA給水サービス地域住民(「グアテマラ」首都圏)は生活用水を主として次の様な水源によって供給されている。

1)EMPAGUA：河川、地下水

2)民間用水サービス会社(MARISCAL)：河川、地下水

3)軍、公共機関管理用水サービス施設：地下水

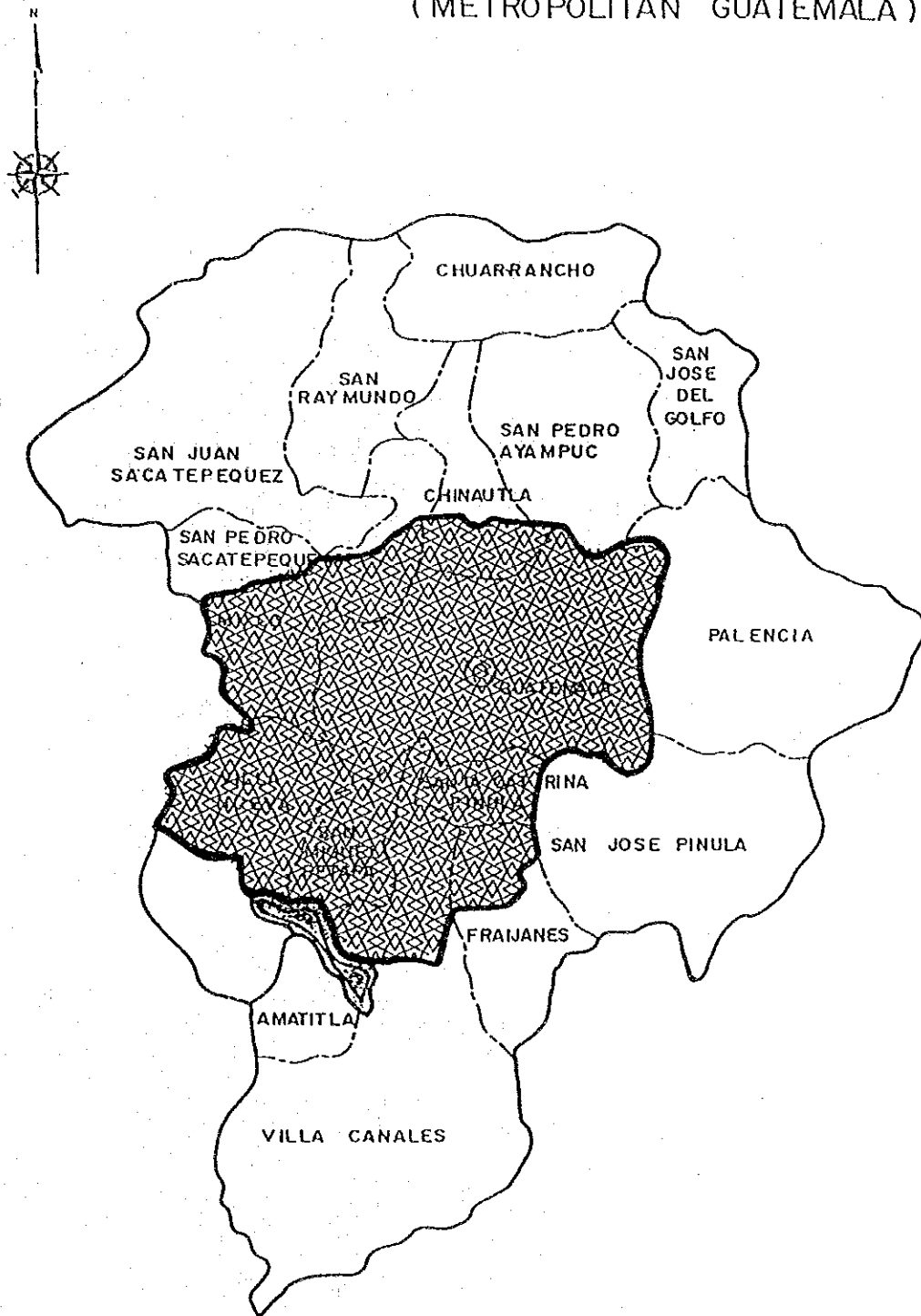
4)個人又は共同所有施設：地下水

5)河川、湖沼、泉水の直接取水

水道施設はEMPAGUA、MARISCAL、BANVI(住宅銀行)民間オペレーターによるもののほか、軍、学校その

図-2.1 EMPAGUA による給水地域

WATER SERVICE AREA
(METROPOLITAN GUATEMALA)



WATER SERVICE AREA

他公共施設専用水道等がある。

EMPAGUAは首都圏全世帯の約50%強をカバーして約255,000m³/日の水道水を生産しており、MARISCALは10,000世帯(約4.5%)をカバーし約20,000m³/日を生産している。

人口の急増に伴い、水道水の需要は現在345,600m³/日～388,800m³/日(4～4.5m³/秒)まで増加しているが、MARISCALは事業拡大計画を有せず現状維持を表明しており、水需要に対応出来る機関はEMPAGUAだけである。

EMPAGUAの水道水生産量は1985年の調査によると、その時の人口113万人に対しEMPAGUAは114,000戸(推定給水人口62～80万人)と契約し、7浄水システムの全体給水量は、2.37m³/秒であり、需要量は2.9m³/秒で需要バランスとしては、18%の供給不足をなしていた。それが1993年現在、推定人口210万人の内、EMPAGUAの契約戸数は140,000戸(同107万人))に対し7浄水システムの全体給水量は2.95m³/秒、需要量は4～4.5m³/秒であり、需給バランスとしては27～35%の給水不足量となる。水道水生産量は1985年以来8年間で22%増加しているが、それにもまして需要量は38～55%も増加している。特に地域的用水不足の顕著なゾーン 17,18は急激な人口増加により給水需要に供給が対応できず深刻な状況(1paja=60m³/月で7～8世帯まかなっている)であり、極端な水不足により住民から水道水を求めるデモがあり険悪な社会情勢になったことも過去にある。

このような状況下EMPAGUAは時間給水、隔日給水等を行いながら給水サービス地域住民に対処しているのが現状である。「グアタマラ」市既設浄水システムと給水人口は表-2.3に示すとおりである。

表-2.3 既設浄水システムと給水人口

NO.	浄水システム	水 源	給水量 ('93)		サービスエリア	給水人口(人)
			m ³ /s	%		
1	エル・カンブライ	表流水	0.128	4	10,14,15	42,758
2	サンタリヤ	表流水 井 戸	0.297	10	1,2,4,5,7, 10,16,17	106,896
3	ラス・イリシオーネ	表流水	0.236	8	17,18	211,362
4	ラ・プリータ・ダ	表流水 井 戸	0.078	3	7,11,19	707,984
5	ホセ・マリア	井 戸	0.731	25	1,4,9,10,11, 12,13,21	
6	ロドリゴ	表流水	1.170	40	1,2,3,7,8, 11,12,13,19	
7	井 戸 群 (30本)	井 戸	0.311	10	全 域	
計			2.951	100		1,069,000

6浄水場は設計取水量に対し取水および浄水施設の老朽化によって給水量が著しく低下し、さらには給水水質の悪化を引き起こし、「ゲア」国の水質基準にかろうじて達しているのが現状である。

EMPAGUAは限られた予算内で水道施設の改修を行っているが、現状を維持するのがやっとの事であり、この状態を放置することは将来首都としての機能に打撃を与える事は容易に想像ができる。

表-2.4に「ゲア」国飲料水水質指標を示す。この水質基準は目標であり、実状は水質検査時において、水質基準値を満たしていない場合、最大許容基準の範囲内であれば差し支えないものとしている。

2-2-2 上水道事業の組織

EMPAGUAは1972年11月に設立され1973年1月から業務を開始した。1993年4月時点の組織は図-2.3に示すとおり理事会がありその長としての総裁は、「ゲア」市市長であるが実務的な長は総局長である。総務・財務局が水道事業運営管理部門を統括している。一方、施設の計画、施設運営維持管理・計画部門は技術局が統括している。

本計画対象の3浄水場を統括している部署は運転副部が担当している。本計画が実施された場合は、技術局の上水道施設運営管理部が担当する事となる。1993年4月時点のEMPAGUAの総職員数は1,823人である。EMPAGUA職員数の詳細はANNEX 9を参照。

2-2-3 上水道事業の経営

過去3年間のEMPAGUAの財政収支を表-2.5に示した。1990年に水道料金を改定したので料金収入は前年度に比し、54%上昇したにもかかわらず1991年には5%強下降している。

表-2.5 EMPAGUAの財政収支 単位 (千Q)

年 度	1989	1990	1991
収 入	29,818	45,391	42,700
支 出	36,880	43,805	50,916
収支バランス	-7,062	1,586	-8,216

注：尚詳細についてはANNEX 3を参照されたし。

上記表-2.5から1990年の収支は黒字決裁となったが、これは1990年に料金の値上げによるものであり、翌年には赤字に転化している。EMPAGUAは1992年8月31日に旧料金を表-2.6のごとく改訂し、新料金形態の基に料金収入の増加を計っている。なお、詳細に付いてはANNEX2を参照されたい。

表-2.4 グアテマラ国飲料水水質指標

Calacterístcias	LMA	LMP
Color	5.0u	50.0u
Odor	little	little
pH	7.0—8.5	6.5—9.2
Total Residual	500.0mg/L	1,500.0mg/L
Temperature	18.0—30.0°C	No more than 34.0°C
Taste	little	little
Turbidity(NTU)	5.0	25.0
Barium	— — —	1.000 mg/L
Boron	— — —	1.000 mg/L
Calcium	75.000mg/L	200.000 mg/L
Zinc	5.000 mg/L	15.000 mg/L
Cl	200.000 mg/L	600.000 mg/L
Copper	0.050 mg/L	1.500 mg/L
CaCO ₃	100.000 mg/L	500.000 mg/L
F	— — —	1.700 mg/L
Ferrum	0.100 mg/L	1.000 mg/L
Magnesium	50.000 mg/L	150.000 mg/L
Manganese	0.050 mg/L	0.500 mg/L
Nickel	0.010 mg/L	0.020 mg/L
Carbonic acid	0.001 mg/L	0.002 mg/L
SO ₄	200.000 mg/L	400.000 mg/L

備考 : LMA :Maximum Acceptable Limit
LMP:Maximum Permissible Limit

図-2.3 「グア」市水道局組織図

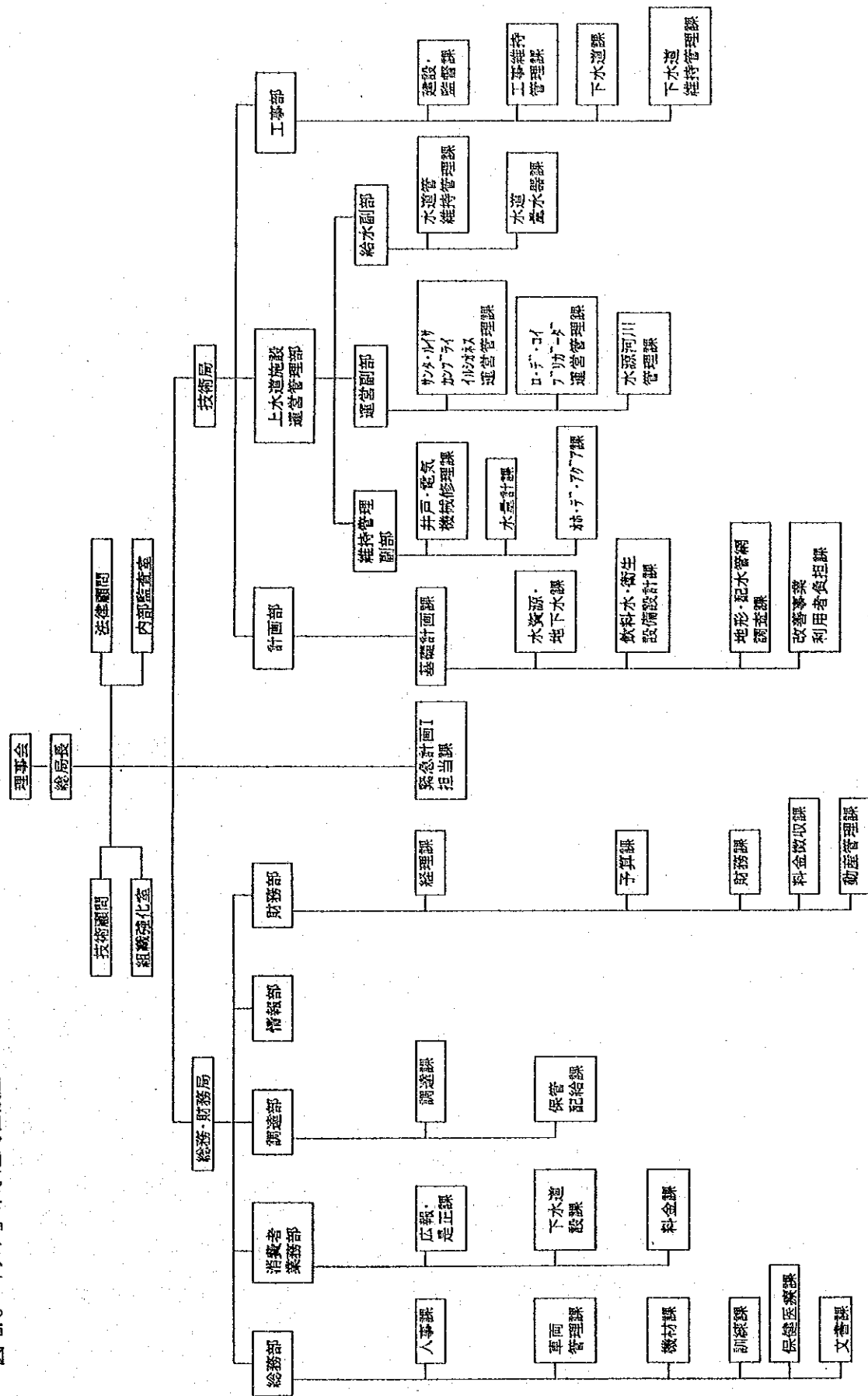


表-2.6 新料金形態

水道使用量	新 料 金 (Q=ケツサル)
10 m ³ 以下	2.00
11 m ³ ~ 20 m ³	0.20/m ³
21 m ³ ~ 40 m ³	0.60/m ³
41 m ³ ~ 60 m ³	0.80/m ³
61 m ³ ~ 120 m ³	1.30/m ³
121 m ³ 以上	1.50/m ³

注:詳細に付いてはANNEX 2を参照されたい

1992年以前の料金体形は定額料金であったが、料金体形を6カゴリーに分け使用量によって料金が增加するシステムになっている。この料金体形の基1992年3度目の料金改定により、大幅な料金収入が見込まれると期待している。EMPAGUAは料金を改定しても料金回収率を上げない事には、事業は成り立たず、これを上げるため次のような自助努力を行っている。

- 1)漏水のコントロールと修繕
- 2)不法接続の撲滅
- 3)未徴収料金の回収
- 4)水道メーターチェックと請求書作成システムの改善
- 5)現在40,000台の不良メーターの更新中

(40,000個の水道メーター代として一個当たりQ200を徴集した為問題になった。)

また、EMPAGUAは1986年から下水道も担当する事になり今回の料金改定に伴って下水料金として上水道料金の20%を加算して請求書を発行することにしたが、料金を徴収する以上、公共下水道施設整備に力を注ぐ必要はある。

2-2-4 上水道施設の運転、管理

「ゲ7」市の上水道施設の運転と管理は、図-2.3に示すように上水道施設管理部に属する維持管理副部、運転副部および給水副部が統括し、各浄水場施設および配水施設にはそれぞれの施設専属の要員が各役割を受け持ち運転、管理をしているが、右要員は資格を必要としていないため、運転・管理に必要な知識、技術に乏しい。

各水道施設には維持管理要員が配備されているが、右要員は故障を未然に防ぐための維持管理の技術を有しておらず、軽微な故障には対処できるがほとんどの故障には対処できない。さらに各施設には維持管理用、修理用の工具および資機材はほとんど備え付けられてはいない。

定期的な機器の点検、維持管理、修理および更新はEMPAGUA本部の維持管理部が担当しており、維持管理は行われているものの要員の技術的知識の不足や予算不足により十分な維持管理が行われてい

ないものと推測される。

2-2-5 将来計画

現在「グアテマラ」国における上水道事業に関する政策は「グアテマラ」国政府の社会経済政策(ECONOMIC AND SOCIAL POLICIES OF THE GOVERNMENT OF GUATEMALA, 1991~1996)の中で示されており、特に農村および都市部周辺(ドーナツ都市)に住む最下層国民に対する上水道の普及を図ることとされている。

右実施計画としては1980年3月に米州開発銀行(IDB: INTERAMERICAN DEVELOPMENT BANK)の資金により、「グアテマラ」国首都圏飲料水供給基本計画(PLANAPAG: PLAN MASTRO PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL AREA METROPOLITAN DE GUATEMALA)が策定された。この基本計画は2010年を目標年次として二つの短期計画および三つの長期計画から成っており、目標年次において人口は394万人が見込まれて、新規水源開発における総給水量を10.5 m³/秒としている。このPLANAPAGの見直しが行われているが、現時点では以下の内容となっている。

短期計画

・緊急計画 I (EMERGENCY I)

資金融資機関: 海外経済協力基金(OECF: ORGANIC ECONOMICAL CO-OPERATION FUND)

内 容: 「グアテマラ」市盆地北東部に38本の井戸を掘り、1 m³/秒の地下水を飲料水として確保

実施予定年度: 1993~1996年

金 額: 41,380,000 US\$ (Q227,640,000)

当段階により「グアテマラ」市で当面必要とされる水量は確保される予定である。

・緊急計画 II (EMERGENCY II)

資金融資機関: 「グアテマラ」国、通信・運輸・公共事業省(XAYA-PIXCAYA 導水事業公社)

内 容: XAYA-PIXCAYA川の表流水0.6 m³/秒およびGUACALTE地域の表流水0.4 m³/秒と地下水

1.0 m³/秒の水源開発によりXAYA-PIXCAYA導水管(AQUA DUCT)を経てロゼンコ浄水場にて処理し、現在の1 m³/秒から3 m³/秒まで給水量を増強する計画であった。導水管はIDBの2,550万ドルの借款により1985年に工事は完了しており、現在、XAYA-PIXCAYA川から1 m³/秒の水量を導水している。しかし、上記計画のなかでGUACALTE(表流水)は汚染度が高いため廃案となり現在ではSACATEPEQUEZ盆地での地下水開発で2.5 m³/秒と合わせて、合計3.5 m³/秒の水量を確保する計画に変更した。

実施予定年度: 1994~1998年

金 額:未定

長期計画

・フェーズ III

計 画 概 要 :ALTO MOTAGUA(表流水)から1.5m³/秒の水量を確保

実施予定年度:1991~1997年

・フェーズ IV

計 画 概 要 :ALTO CUILCO(表流水)から2.0m³/秒の水量を確保

実施予定年度:1991~1997年

・フェーズ V

計 画 概 要 :ALTO MOTAGUAおよびALTO CUILCO(ダム)からそれぞれ3.0m³/秒、1.0m³/秒の水量を確保

実施予定年度:1996~2002年

現在、実施年度を含めて長期計画の見直しを行っている。EMPAGUAは2005年を目標年次として、将来予測を立てており、その概要を表-2.7に示す。

表-2.7 将来予測(給水人口に対する必要施設能力)

歴 年	総人口 (百万人)	給水人口 (人)	需要量 (m ³ /秒)	必要施設能力 (m ³ /秒)
1995	2.24	1,678,275	3.30	6.37
2000	2.75	2,049,225	3.30	8.39
2005	3.30	2,476,200	3.30	10.42

需要量は3.30m³/秒と向こう10年間同一に対して、必要施設能力は10.42m³/秒と現在の施設能力3.53m³/秒(浄水施設2.52m³/秒+地下水1.01m³/秒)の約3倍にもおよぶ目標をたてている。

必要施設能力10.42m³/秒は見直し前のPLAMAPAGの合計目標10.5m³/秒(2010年)とほぼ同一数値である。

PLAMAPAGの長期計画III、IV、Vはそれぞれ表流水を対象にしている。

取水河川はグアテマ首都圏から西方約150Km以上に位置していることから工事費は膨大なものになる事が予想される。

当然EMPAGUAの自助努力では難しく、これを完成させるには、国際援助機関からの借款は欠かせないものと判断できる。

2-3 他の援助機関の協力

2-3-1 国際援助機関および他の援助機関

1993年4月現在、国際援助機関および他の援助機関による「グア」市の水道事業に係る実施中のプロジェクトは無い。

予定されているプロジェクトは以下のとおりである。

プロジェクト名 : 緊急計画 I (EMERGENCIA I)

資金提供機関 : OECF

プロジェクトの概要: グアテマラ盆地内に38本の井戸を掘削し、「グア」市で当面必要とされている1m³/秒の水量を確保することを目的とする。

実施年度 : 1993年～1996年

資金合計 : 41,380,000 USドル = 227,640,000 ケツアル

一方、過去10年間における「グア」市の水道事業に対するプロジェクトと国際援助機関の概要を表-2.8 に示す。

表-2.8 過去10年間における国際協力機関等による実施プロジェクト

プロジェクト名	援助機関名	実施年度	金額 (US\$)	援助形態
* 「グア」市北部上下水道 管網改善計画	IDB	1973～1977	10,000,000	借款
「グア」市北部上下水道 改善計画	IDB	1978～1985	35,000,000	借款
第3期「グア」市給水計画	BCIE**	1977～1984	5,700,000	借款
「グア」市上水道強化 改善計画	WORLD BANK	1989～1995	23,000,000	借款
*** 「グア」市飲料水供給 システム改善に係わる調査	FRANCE	1987～1989	1,200,000	借款

* 1976年の地震による「グア」市内上下水道管網の被害復旧に当てられた。

** BCIE: BANCO CENTROAMERICANO DE INTEGRACION ECONOMICA

*** フランスのコンサルタント会社SOREAH社による調査報告書

2-4 計画対象地域の概況

2-4-1 グアテマラの概況

(1) 地形・地質の概要

「グアテマラ」国の地形は、基本的には地質構造に支配されており、地形区の分布は地質分布とほぼ一致する。すなわち、「グアテマラ」国の南部を中央アメリカの背骨(脊稜)をなすシエラマドレ山脈が北西-南東方向に走っており、この山脈の存在が同国の地形を特徴づけている。シエラマドレ山脈の南縁は、標高2000m以上の火山帯をなし、北西-南東方向に伸びる火山性台地を形成している。この山脈の両側(北及び南方)は、標高300m以下の低地～丘陵地となっている。

「グアテマラ」国の地形は、北部より、大略、表-2.9のような地形区に区分できる。

表-2.9 地形区および地質

地形区 (大区分)	地 質
1. ヲカチ半島付根部及びカグ海沿岸の丘陵～低地 一部は、マヤ山地(標高600～900m)がある。	白亜紀～第三紀層よりなる。(主として堆積岩類)
2. モグア川沿いの山地。標高600～2000mの山地よりなる。火山はない。	変成岩及び貫入岩よりなる。一部は、古生層よりなる。
3. 標高2000m以上の山地で多くの火山があり、火山性の台地を形成する。	火山性の堆積物。溶岩、火山砕屑岩類等よりなる。カゲラ湖あり。
4. 太平洋岸の低地。標高600m以下で、扇状地状地形をなす。幅約40kmである。	扇状地堆積物、崖錐等の第四紀堆積物よりなる。

これらの地形区は、北西-南東方向に帯状分布を示すのが特徴である。

(2) 地 勢

「グアテマラ」市は、西経90° 北緯15° 付近にあり、上記表-2.9、地形・地質区分では3.に位置し、太平洋岸に沿って西から東に向かって、次第に低くなりながら走行しているSierra Madre山脈が造成した中央高原の1画である。

「グアテマラ」市の南側には、Acatenango(3,976m),Fuego(3,835m),Agua(3,766m),Pacaya(2,552m) 等々の火山が聳えている。

「グアテマラ」市の北方には、東西方向にMotaguaとSan Agustinの2つの断層が並行して走っている。また、南方には南西方向にJalpatagua断層が走っている。この南北2つの大断層に囲まれた地域内を南北

に走る

Mixco, Santa Catarina, San Jose Pinula, Teocinte/Palencia等々の断層が派生し、地溝―地塁―地溝構造を創り出している。その標高差は200mに及ぶものもある。

東と西の両側がSanta Catarina, Mixco断層、南はVolcano Agua及びPacaya Volcanoによって囲まれ、北端がEl Zapote川とLas Vacas川合流点までとする東西約20km、南北約40km、面積約800Km²の峡谷をグアテマラ峡谷と称している。

「グアテマラ」市の中央地点を大陸分水界が西から東南に向って横断して南北2つの水文域を形成している。

大陸分水界の北側の河川は、カリブ海Honduras湾に、南側の各河川はAmatitlan湖を経て太平洋に注いでいる。

標高は1,500~1,600mである。大陸分水界から南側は1/50~1/60の勾配をもってAmatitlan湖岸にいたっている。分水界から北側は緩かな傾斜をもって台地が続いている。

「グアテマラ」市の大部分は第四紀の火山灰や火山性砕屑岩の堆積物あるいは沖積層によって覆われている。

各河川の分水界は各断層によって規制され、各河川の集水域は小さく、流れの方向も断層に沿っている。

(3) 気 温

気象観測は、INSIVUMEH(国立地震・火山研究所)により全国93ヶ所の観測所で観測されている。観測項目は気温、湿度、降雨量、蒸発散量で、過去20年間(降雨量のみ最古は60年間)測定されている。

「グアテマラ」市の気温は地形と関係しており、カリブ海及び太平洋沿岸の低地では熱帯性気候(年平均気温25~30℃)であるのに対し、中央部の高原地帯では温帯(年平均気温15~20℃)に属する。「グアテマラ」市の年平均気温は18.4℃で年間の気温差が小さい。

過去(1980~1989)10年間の気温測定データはANNE (4,5,6)を参照されたい。

(4) 降雨量

降雨量も地形的な影響をうけ、脊稜山地(高原部)では年平均雨量2000mm以下であるのに対し低地部では2000~4000mmに達する。年間の降雨量は雨季(5~10月)と乾季(11~4月)に区分され、6月が最も雨量が多いのに対し、1月は殆んど雨が降らない。過去(1928~1989年)の長期に亘る降雨量測定データはANNEX 7を参照されたい。

(5) 河 川

グアテマラ峡谷には多くの河川が発達している。大陸分水界の南側はMichatoya川水系河川である。

Amatitlan湖より上流の各河川は、Amatitlan湖に流入した後、湖の南側からMichatoya川に流出している。従って、南部地区の各河川表流水を取水することは、Amatitlan湖への流入量を減少させ、湖の水位を低下させる恐れがある。

大陸分水界北側の各河川は、Motagua水系に属するLas Vacas水系河川で20以上の大小支川から成り、集水域は細かく分断支配されている。各河川ともに流量は少なく、特に乾季流量は極端に少なくなり、枯渇する河川もある。

現在、EMPAGUAは河川から用水を取水している。過去には乾季の取水量は雨季の30%以下となった事例もあり上水道用水源として不安定な流況を示している。

近年、各河川は水質の汚染が進み、生活用水源としての適性が失われつつある。

4浄水場(カンクルイ, ライ イシオネ, エル カブライ, プリガータ)における河川からの取水データをANNEX 8に示す。

2-4-2 給水対象地域の概況

「グア」市は行政的に24のゾーン(図-2.4参照)に分かれている。3浄水場による給水対象地域は表-2.10に示すとおり「グア」市の約2/3地域に相当する。

表-2.10 給水対象地域の概況

浄水場名	サービスゾーン	給水人口 (人)	給水量 (m ³ /日)	1日当り (ℓ/日人)
カンブライ	10,14,15	42,758	11,059	250
カンクルイ	1,2,4,5,9,10,16,17	106,896	25,661	240
イシオネ	17,18	211,362	20,390	100
計	11 ゾーン	361,016	57,110	160

EMPAGUAの報告によれば給水人口は契約口数によるとある。「グア」市の水道1契約当りの平均人口は7~8人を対象にしている。首都圏の給水人口は107万人として3浄水場による給水人口は約33%にあたる。一人1日当りの給水量はゾーン 17,18は100ℓであるが、3浄水場平均して160ℓであり、これは77ℓその他の途上国と比較して決して少ない量とは言えない。

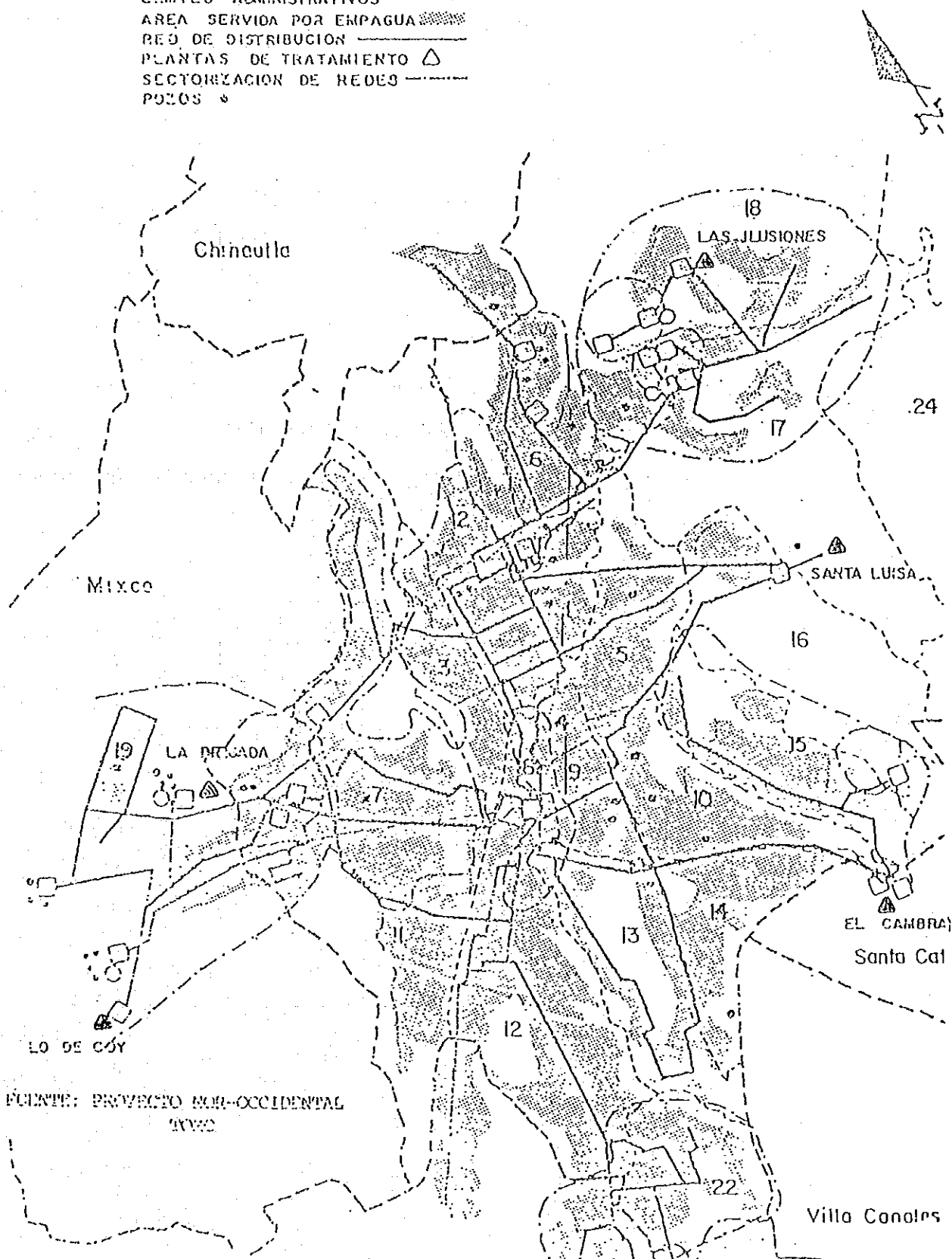
近年の人口増加は特にゾーン 17,18に集中し、給水人口は21万人となっているが、給水を受けていない人口を含めると2~3ヶ所の情報から推定して恐らく50%upの30万強と予想できる。

EMPAGUAとしては、ゾーン 17,18に対し実際に水不足は確認しており、これに対処すべく6本の井戸を掘削した。その中の4本から2,350GPM(12,800m³/日)揚水して給水している状況である。ライ イシオネ浄水場と井戸からの揚水量を加えるとゾーン 17,18には33,190m³/日の給水量となる。仮りに人口を30万

図-2.4 EMPAGUA 給水区域図 (ゾーン図)

ACTUAL DE EMPAGUA

LIMITES ADMINISTRATIVOS - - - - -
 AREA SERVIDA POR EMPAGUA ■■■■■
 RED DE DISTRIBUCION ————
 PLANTAS DE TRATAMIENTO △
 SECTORIZACION DE REDES ————
 POZOS ●



FUENTE: PROYECTO NOR-OCCIDENTAL
 1972

人として計算すると110ℓ /日/人となる。実際の給水事情は計算上のものより深刻であり、給水量不足のため現在EMPAGUAは時間給水制限、隔日給水を余儀なくされているが、給水量不足の理由として、施設からの配水能力以外には以下が推測される。

- 1.配管網からの漏水が大である(地形的に凹凸激しい)
- 2.不法接続
- 3.EMPAGUAによる配水量の計算ミス
- 4.蛇口を常に明けた状態にしている(水のたれ流し)

等であるが住民の水に対する意識または認識の問題が大であるものと想像される。

2-5 給水対象地域の上水道の概況

2-5-1 運営・維持管理体制

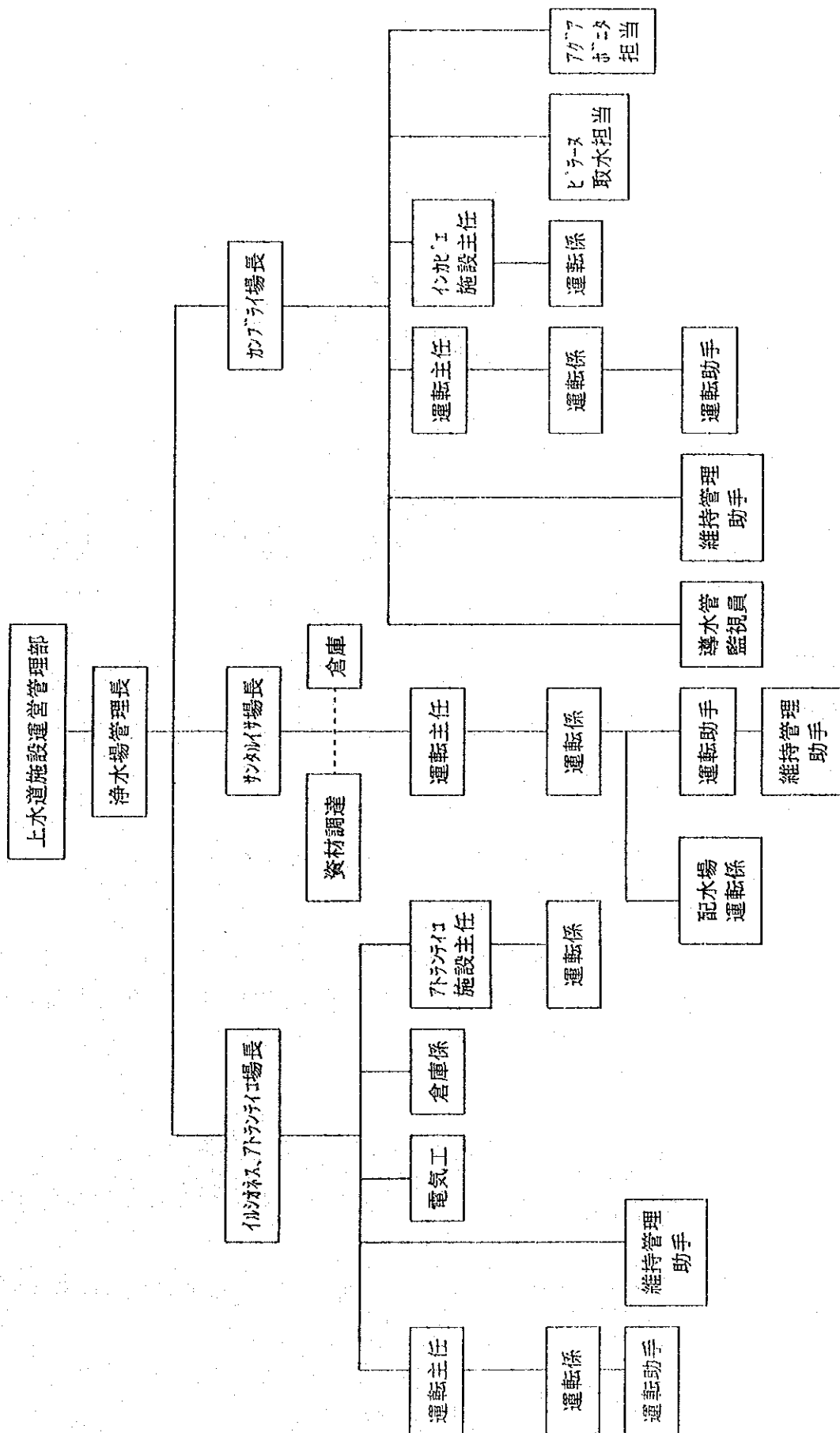
本計画対象の3浄水場の要員数を表-2.11および組織図を図-2.5に示す。右3浄水場の要員のうち操作員は24時間勤務48時間休息で3シフトで運営している。操作要員、維持管理要員とも資格は必要としなく、主任を除く要員は小中学校卒業程度の学歴であり彼らの技術、知識、の水準は低く、さらに維持管理用機器のspare-partsの予備工具も十分ではない。

表-2.11 本計画対象3浄水場要員数

(人)

	バシリス浄水場	カンタリヤ浄水場	カンブライ浄水場	計
3浄水場統括長	1	-	-	1
場長	1	1	1	3
操作主任	6	3	3	12
操作員	9	3	6	18
操作員助手助手	3	1	2	6
維持管理要員	-	3	2	5
維持管理要員助手	9	-	2	11
配水場操作員	-	3	-	3
配水場維持管理要員	-	-	1	1
電気工	1	-	-	1
倉庫員	1	1	-	2
取水場操作主任	-	-	3	3
取水場操作員	-	-	3	3
導水管監視員	-	-	1	1
計	31	15	24	70

図-2.5 イルガネ、サンタラ、カンブライ浄水場組織図



2-5-2 財政

水道施設毎にはそれぞれ予算が割当てられておらず、各施設の必要予算の執行権は、一括して上水道施設運営管理部が取り仕きっているため、各浄水場毎の収支決算資料は存在していない。EMPAGUA全体の収支を表-2.12に示す。

表-2.12 1989～1991年におけるEMPAGUAの収支予算

(Q = ケツツアル)

	1989年	1990年	1991年
収入			
・料金収入	24,748,000	38,357,000	36,400,000
・水道使用権販売	4,405,000	6,010,000	4,850,000
・上下水道施設費使用者負担金	552,000	891,000	1,329,000
・その他	113,000	133,000	121,000
収入計	29,818,000	45,391,000	42,700,000
1. 支出(上下水道運営管理費)			
・人件費	3,042,000(16%)	3,384,000(16%)	3,643,000(14%)
・電力費	6,470,000(34%)	8,482,000(40%)	9,885,000(38%)
・資機材費その他	9,514,000(50%)	9,604,000(44%)	12,723,000(48%)
1. 支出小計	19,026,000	21,470,000	26,231,000
2. 支出(総務・財務局)			
・人権費	4,500,000	6,904,000	6,924,000
・外注費	4,513,000	5,724,000	8,640,000
・一般経費	3,261,000	2,934,000	3,862,000
・その他	1,843,000	3,142,000	2,813,000
2. 支出小計	14,117,000	18,704,000	22,239,000
3. 内部調整費	3,737,000	3,631,000	2,446,000
総支出計	36,880,000	43,805,000	50,916,000
収支バランス	- 7,062,000	+ 1,586,000	- 8,216,000

注:1. 支出(上下水道運営管理費)における括弧内は同支出小計に対するパーセントを示す。

上水道施設の維持管理は各浄水場の要員が対応するが、大規模な整備、機器の更新、改善事業(Rehabilitation)は、EMPAGUAの維持管理副部が行う。

2-5-3 水道システム

EMPAGUA 7系統の用水生産システムのうち、主水源が河川表流水である5つの生産システムは浄水場をもっている。主水源が地下水である林デマ7及び市水井戸30本からなる2つの生産システムは塩素滅菌処理のみで浄水処理は行っていない。

EMPAGUAの全生産用水の約64%は、重力によって浄水場又は給水タンクに導水されている。残り約36%は

ポンプによって圧送されている。

EMPAGUAの生産プラント及び主送水系統は図-2.6 に示すとおりである。

EMPAGUAの給配水システムは7基の集水タンク及び吸水タンクと29基の配水タンクを有している。集水タンク及び吸水タンクの合計貯水量は約20,500 m³である。配水タンクは貯水容量30,500 m³のAcatan(1)及び25,500 m³のLo de coyから165 m³のCerro Gordoまで貯水容量は変化に富んでおり、合計容量は153,000 m³でEMPAGUAの1日当り生産量の約59%に相当する。配水タンクの標高はAgua BonitaのEL.1,736mが最も高く、Cerro GordoがEL 1,446mで最も低い。最大の貯水容量をもつAcatan(1)はEL.1,550m,Lo de coyはEL.1,672mである。

末端用水サービス系統は、給水系統に基づいて約100系統に分割管理されている。EMPAGUAは現在の配水状況について水質の向上よりむしろ水量の確保を優先している傾向にある。一方住民側からみれば給水を受けている地区の住民は水質の向上を望んでいるし当然のことながらそれ以外の住民は給水量の増加を望んでいる。また現状の水不足に対しては民間会社の給水車から値段の高い水質の不明な飲料水を購入している等水不足に対処しているのが現状である。

給水系統により分割管理されていても不法接続による盗水が多く、EMPAGUAは水道メーターの新設・更新を行ったり、正式契約をしない使用者は強制的に接続を切る等して対応している。

2-5-4 水源、取水施設

本調査では、本計画対象の3浄水場および地下水を水源としているホシダマ配水施設の視察を行った。ホシダマ浄水場およびカブラ浄水場は表流水を主水源としているが、河川上流住民の生活廃水の流入により年々取水水質が悪くなっている。一方、全ての取水施設が抱えている問題として、雨期には流失土砂が多く、EMPAGUAにて上流に砂防対策を行っているものの砂防に対しての知識、技術が乏しく、「グア」国側ではわが国による調査、提言等を期待している。さらに、取水口周辺には堆積土砂が多くその対策は困難をきたしている。特にカブラ浄水場の水源であるホシダマは堆積土砂のためにダム容積が600万 m³の1/3の200万 m³に減少し、取水管流入口にまで堆積物が迫ってきている。

水源、取水施設の概況を表-2.13に示す。

表-2.13 水道施設の水源、取水施設

施設名	水源	取水施設	問題点
インバネ浄水場	アランティカ川	堰	・堆積土砂が多い ・雨期に濁度が高い ・乾期に水量が不足 ・生活廃水の流入で水質が悪化
サンカルイ浄水場	ジョンチ川他 カリス川	ダム 堰	・ダム容積が堆積土砂により1/3に減少 ・雨期に濁度が高い
カンブライ浄水場	インバネ川 ビヌーラ川	堰 堰	・堆積土砂が多い ・雨期に濁度が高い ・乾期に水量が不足 ・生活廃水の流入で水質が悪化
ロデゴイ浄水場	カヤベスガ川	堰	未調査
ホデアガア配水場	地下水	井戸	問題無し
ブラガダ浄水場	表流水 地下水	堰 井戸	未調査
井戸群(30本)	地下水	井戸	問題無し

2-5-5 浄水施設

現状の浄水システムのうち、その多くは給水開始後既に20～50年以上を超えており、現状の主要水道供給システムであるにもかかわらず、EMPAGUAの財政的問題により適切な改善策を講じられていない為、そ

の運転が困難な状況に陥っており、適切な改善策の早期の実施が求められている。

本計画対象の3浄水場の概要は表-2.14に、さらに位置並びに処理場と配置は図-2.7～図-2.12に示すとおりである。

表-2.14 本計画対象の3浄水場の概況

プラント名	処理水量(m ³ /日)		建築年	取水 水源	備 考
	設 計	現状(平均)			
イルシオネ	(0.289m ³ /秒) 25,000	(0.236m ³ /秒) 20,390	1971	アトランテヨ(ダム) 259ℓ/秒	フランス・デクレモン社
サンタレイ	(0.532m ³ /秒) 45,965	(0.297m ³ /秒) 25,660	1938 ～ 1978	チオンテ(ダム) 250ℓ/秒 アカン(川) 64ℓ/秒 カリス(川) 30ℓ/秒 井 戸 8ℓ/秒	フィルターは インフィル製
カンブライ	(0.289m ³ /秒) 25,000	(0.128m ³ /秒) 11,059	1942 ～ 1970	インカビエ(川) 98ℓ/秒 ピヌーラ(川) 34ℓ/秒	フィルターは インフィル製

本計画対象の3浄水場の概況は次のとおりである。

(1) イルシオネ浄水場

浄水場の構造物の外観は問題無いが、機器類の保守が不十分なため運転に支障を生じている。また老朽化による配管・弁類からの漏水も考えられる。濾過池については集水ノズルの破損のため濾材の流入および流入弁の故障により逆洗中に洗浄污水が隣の濾過池に逆流するのが見られる。沈殿池は脈動型高速凝集沈殿池が採用されている。浄水場の設計処理水量25,000m³/日に対し約19%程度低下している。また、取水河川の水量の減少のため取水量が不足し、雨期には濁度が高すぎるため取水を制限している。

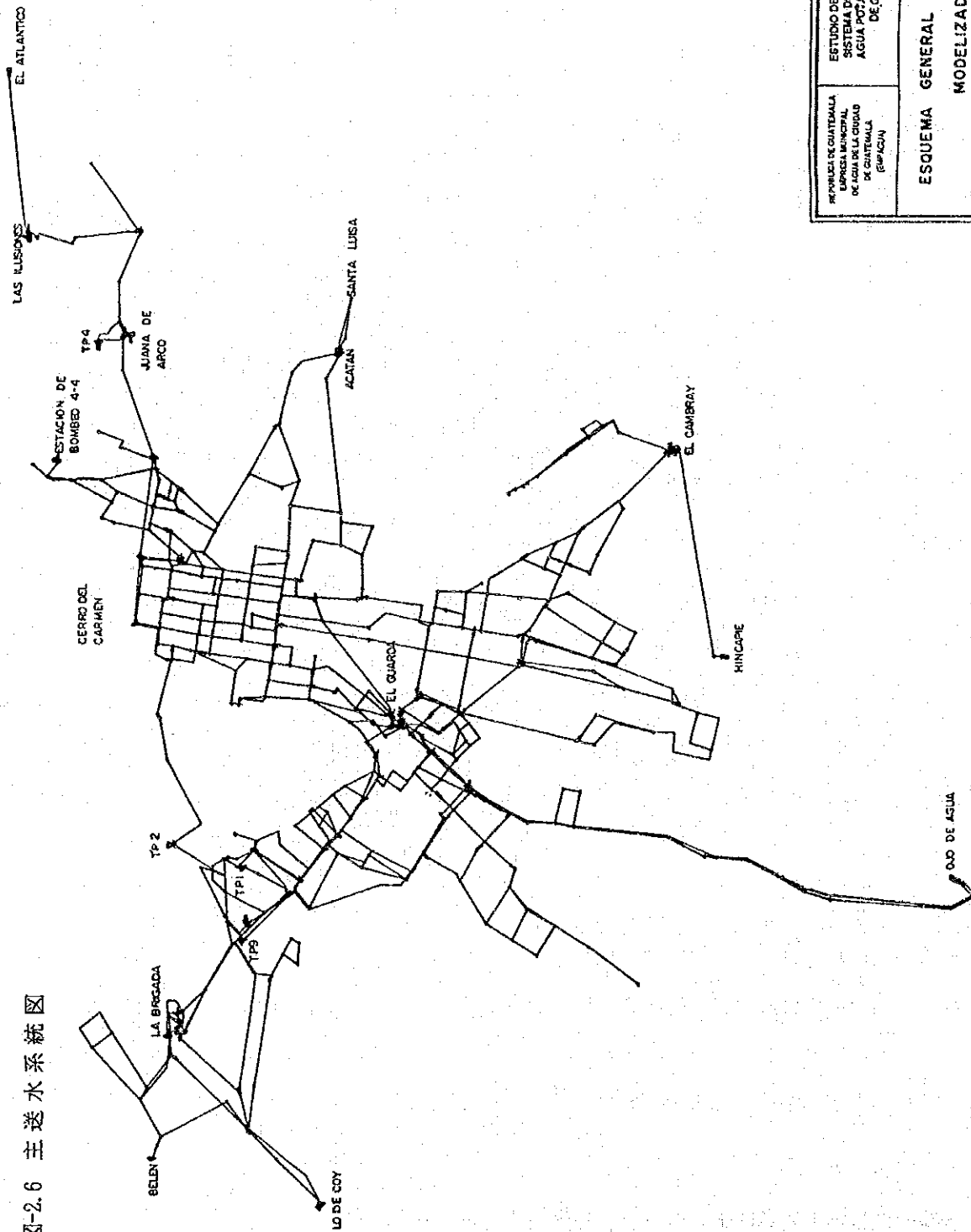
(2) サンタレイ浄水場

浄水場の構造物の外見は一部に窓ガラスの破損、塗装の剥がれ等が見られたものの、浄水システムは一応機能しているが、機器類の老朽化が著しく、故障品も多い。濾過設備は濾過・逆洗の運転状態の確認が全くできていない状況下で運転されており、濾材の流失が見られた。また、圧力計も全て故障している。浄水場の設計処理水量40,000m³/日に対し約45%程度低下している。

(3) カンブライ浄水場

浄水場の構造物の外見は問題無いが、凝集池ではフツクの形成が不十分であり凝集システムが機能してい

図-2.6 主送水系統図



REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (S.A.P.A.C.)	ESTUDIO DE OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE GUATEMALA
ESQUEMA GENERAL DE LA RED MODELIZADA	S SOGREAH Ingenieros Consultores No. 23048 RF Fecha: AGOSTO 89 P. 231

图-2.7 イルシオネス浄水場配置図

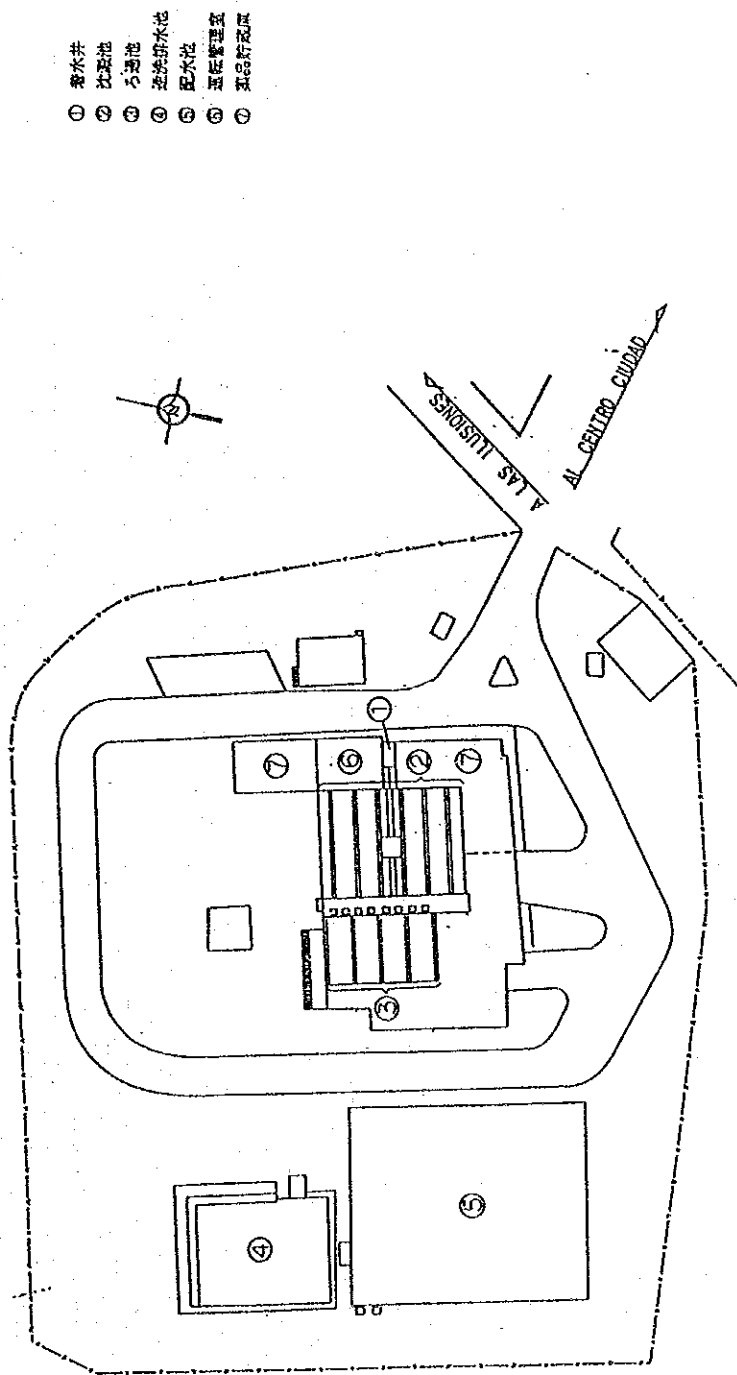
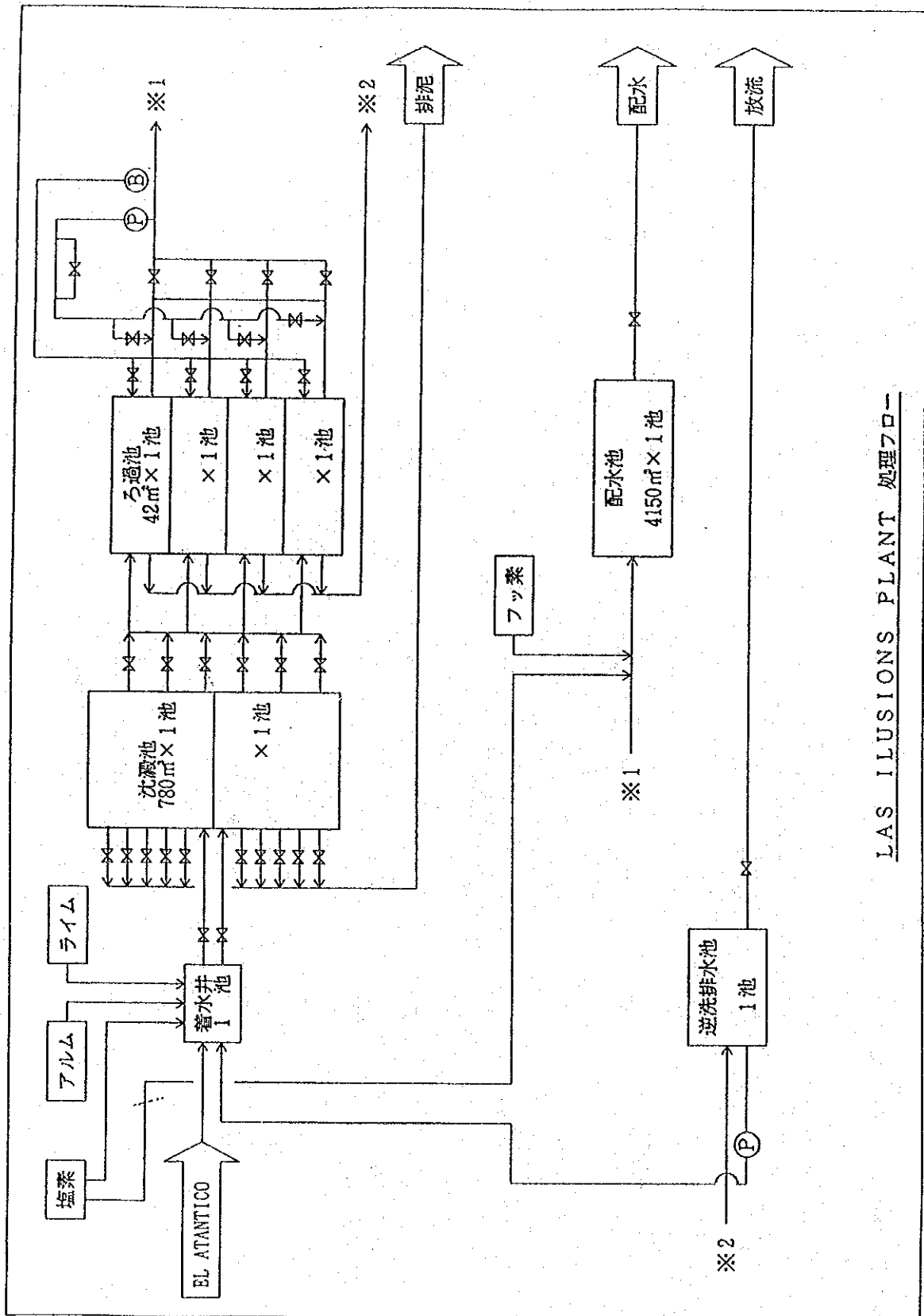


図-2.8 イルシオネス浄水場処理フロー図



LAS ILUSIONS PLANT 処理フロー

図-2.9 サンタイルサ浄水場配置図

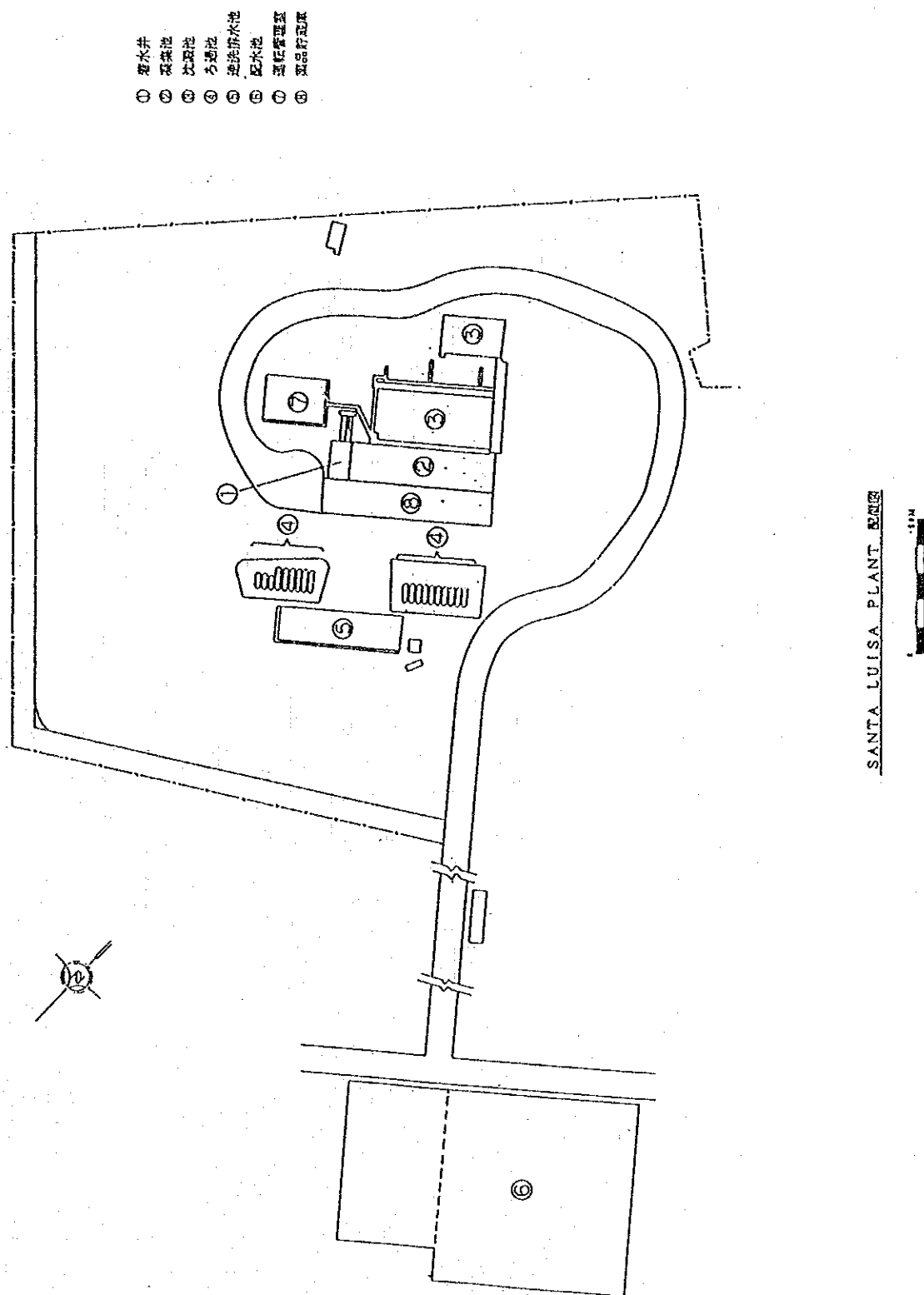
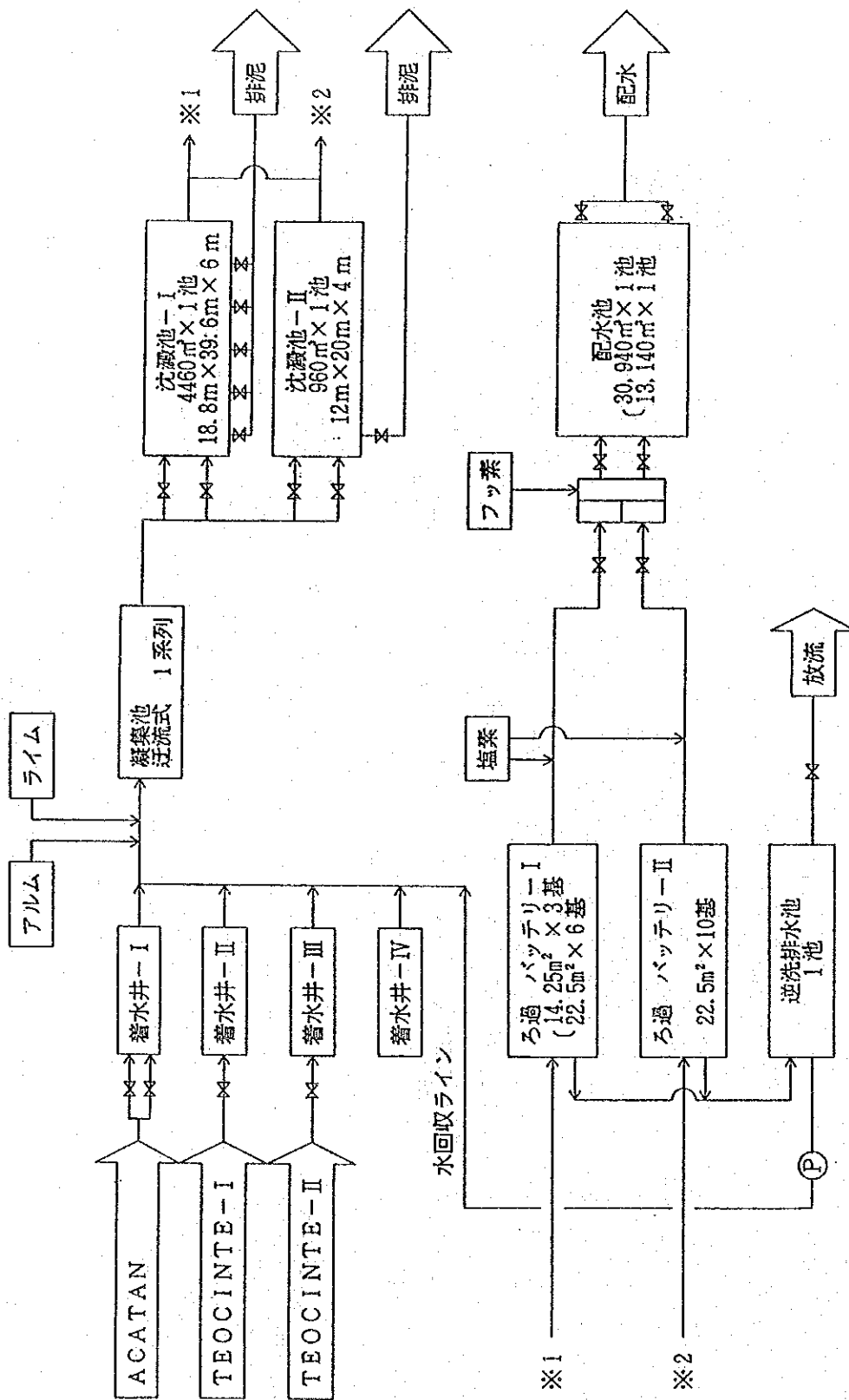
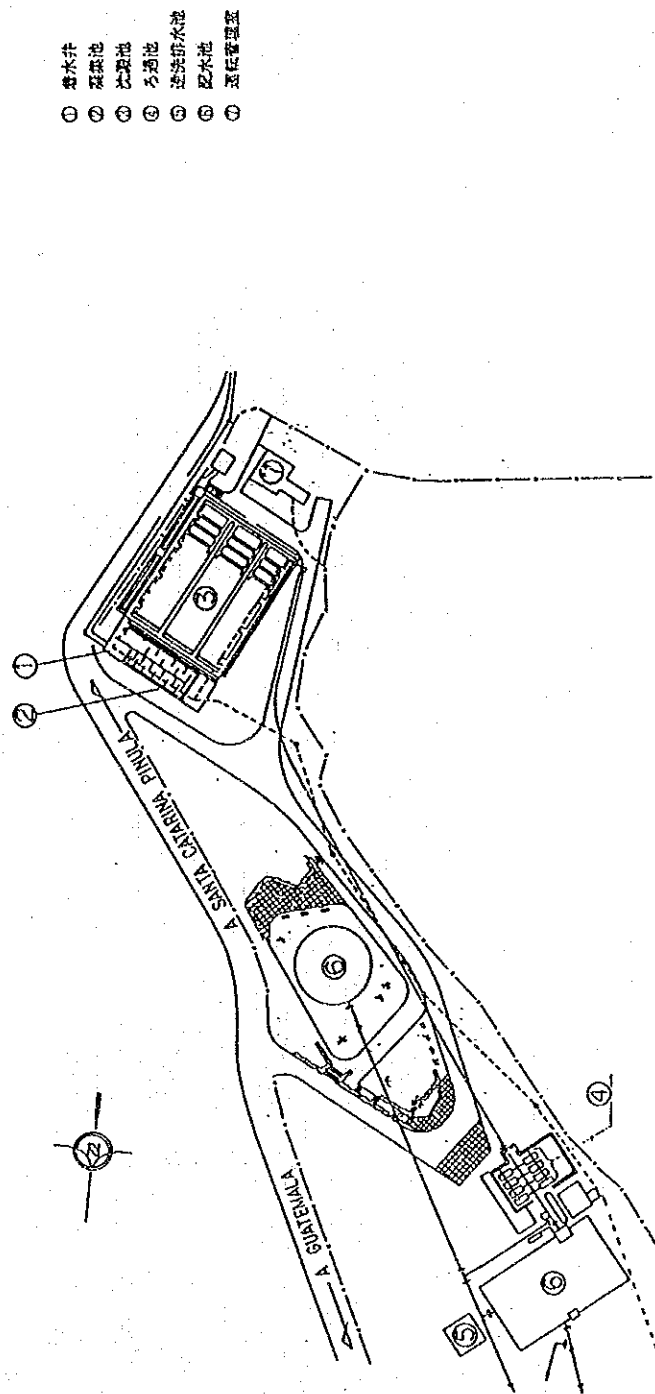


図-2.10 サントルイサ浄水場処理フロー図



SANTA LUISA PLANT 処理フロー

図-2.11 カンブライ浄水場配置図



EL CAMBRAY PLANT 2000



- 32 -

ない。濾過設備はササ川より劣悪であり本プラントの弱点になっている。浄水場の設計処理水量25,000 m³/日に対し56%と低下しており処理水の絶対量が不足している。

なお、ろ過装置に付いての詳細はANNEX 10を参照のこと。

2-5-6 配水施設

「ササ」市内は29基の配水池を有し市内に給水している。配水管網には浄水場および地下水を水源としている配水場から配水池へ送水され重力式にて消費者に供給される。アスベスト管等配水管は布設以来ものが現在も使用されており、老朽化や地盤沈下等による配管の破損箇所が多くあるものと推測され、多量の漏水による水の損失以外にも断水時に破損箇所から汚水の流入による水質悪化が懸念される。

表-2.15に各施設からの配水量を示す。

表-2.15 各施設の配水量 (m³/年)

施設名	1987年	1988年	1989年	1990年	1991年
ササ川浄水場	7,568,929	7,491,763	7,702,766	7,181,858	7,356,787
ササ川浄水場	10,294,701	9,520,486	9,550,689	9,494,323	9,233,222
カブライ浄水場	4,881,783	5,091,534	4,804,619	4,538,160	3,993,840
ササ川浄水場	36,121,334	36,404,794	39,404,230	40,102,909	36,290,160
ササ川浄水場	15,900,995	19,648,970	21,870,813	20,794,859	22,749,206
ササ川浄水場	2,173,198	2,121,463	2,660,947	2,742,768	2,441,577
井戸群(30本)	8,557,610	9,187,223	8,650,533	12,738,533	9,668,249
計	85,498,550	89,466,233	94,644,597	97,593,410	91,733,041

2-5-7 水質

「グア」市の水道水源は地下水、湧水、表流水、ダム水がある。その内要請の対象となっている3浄水場に付いては、表流水およびダム水を水源としている。

「グア」市周辺の地質は火山性堆積物である。気象は雨期と乾期が明確に異なっており、乾期にはほとんど雨が降らずダムを含めて取水の確保が困難な状況にある。一方、雨期に入ると地域の地質および河川の上流での森林伐採の影響も加えて、土砂が河川に流入し、原水の濁度が非常に高くなり、2,000度に達することもあり、結果的に取水制限を行い取水量不足の一因ともなっている。

全般的に浄水施設機器類の老朽化は著しいが、EMPAGUAの自己整備によって浄水操作は一応稼働している。要請のあった3浄水場については特に、濾過装置の老朽化が著しくろ過機能が十分に働いていない。このことは浄水の水質悪化の要因となっている。本調査時においても配水池の濁度を測ったところ「グア」国の水質基準値に適合しておらず、水栓での水質はこれよりも悪化しているものと推測できる。3浄水場の配水池での水質測定結果を表-2.16～2.20に示した。

表-2.16 本計画対象の3浄水場の配水池内の水質測定結果

雨期 '92年 6月12日 イルシオネス

	取水口	着水井	沈澱池出口	濾過池出口	配水池
色度(度)	430.0	1,120.0	30.0	52.0	62.0
濁度(UTN)	56.0	120.0	6.0	6.3	9.1
臭い	無	無	無	無	塩素臭
pH	7.0	7.0	6.8	6.0	6.0
有機窒素 (mg/ℓ)	0.062	0.066	0.045	0.046	0.028
アンモニア (mg/ℓ)	0.037	0.041	0.028	0.029	0.0015
亜硝酸塩 (mg/ℓ)	0.0066	0.0066	0.0033	0.0033	0.0033
硝酸塩 (mg/ℓ)	8.140	29.480	0.220	0.220	1.100
残留塩素 (mg/ℓ)	—	—	—	—	—
塩素付 (mg/ℓ)	8.00	10.50	9.50	9.50	11.50
フッ素 (mg/ℓ)	0.17	0	0.21	0.33	0.25
硫酸塩 (mg/ℓ)	10.00	21.00	33.00	33.00	34.00
鉄 (mg/ℓ)	2.03	2.35	4.13	0.57	0.38
硬度(度)	82.0	74.0	74.0	70.0	62.0
一般細菌 (35℃1cm ²)	計測不能(大)	同左(大)	190.0	78.0	0
大腸菌群 (100cm ²)	24,000	24,000	4,300	230	0

資料：EMPAGUA提出分

表-2.17 雨期 '92年 9月25日 イルシオネス

	取水口	着水井	沈澱池出口	濾過池出口	配水池
色度(度)	52.0	50.0	11.0	7.0	8.0
濁度(UTN)	5.7	5.6	1.7	0.7	2.1
臭い	無	無	無	無	塩素臭
pH	7.5	7.5	6.3	6.3	6.4
有機窒素 (mg/ℓ)	0.105	0.107	0.135	0.134	0.026
アモニア (mg/ℓ)	0.051	0.054	0.061	0.060	0.013
亜硝酸塩 (mg/ℓ)	0.130	0.130	0.099	0.099	0
硝酸塩 (mg/ℓ)	7.040	7.040	5.720	5.280	5.280
残留塩素 (mg/ℓ)	—	—	—	—	1.30
塩素価 (mg/ℓ)	10.50	10.50	11.00	10.50	12.50
フッ素 (mg/ℓ)	0.13	0.22	0.30	0.22	0.17
硫酸塩 (mg/ℓ)	2.00	2.00	29.00	30.00	29.00
鉄 (mg/ℓ)	0.41	0.44	0.06	0.06	0.06
硬度(度)	68.0	62.0	70.0	70.0	70.0
一般細菌 (35℃1cf)	計測不能(大)	同左(大)	70.0	210.0	0
大腸菌群 (100cf)	24,000	24,000	1,500	1,500	0

資料：EMPAGUA提出分

表-2.18 雨期 '92年 1月31日 サントルイサ

	取水口	着水井	沈澱池出口	濾過池出口	配水池
色度(度)	—	115.0	16.0	16.0	11.0
濁度(UTN)	—	14.0	2.0	3.8	1.8
臭い	—	無	無	無	塩素臭
pH	—	6.5	6.3	6.4	6.4
有機窒素 (mg/ℓ)	—	0.044	0.038	0.040	0.025
アモニア (mg/ℓ)	—	0.028	0.024	0.028	0.013
亜硝酸塩 (mg/ℓ)	—	0.0033	0.0033	0.0033	0
硝酸塩 (mg/ℓ)	—	9.460	5.940	5.720	5.720
残留塩素 (mg/ℓ)	—	—	—	—	1.40
塩素価 (mg/ℓ)	—	7.50	8.00	8.00	11.00
フッ素 (mg/ℓ)	—	0.08	0.04	0.04	0.18
硫酸塩 (mg/ℓ)	—	5.00	12.00	13.60	12.00
鉄 (mg/ℓ)	—	0.41	0.13	0.19	0.13
硬度(度)	—	52.0	50.0	50.0	50.0
一般細菌 (35℃1cf)	—	計測不能(大)	38.0	37.0	0
大腸菌群 (100cf)	—	240,000	40	3以下	0

資料：EMPAGUA提出分

表-2.19 雨期 '92年 9月25日 サンタリイサ

	取水口	着水井	沈澱池出口	濾過池出口	配水池
色度(度)	—	2,700.0	25.0	4.0	29.0
濁度(UTN)	—	340.0	5.0	1.5	5.7
臭い	—		無	無	
pH	—	6.5	4.6	5.8	4.7
有機窒素 (mg/ℓ)	—	0.058	0.056	0.030	0.027
アモニア (mg/ℓ)	—	0.028	0.027	0.018	0.015
亜硝酸塩 (mg/ℓ)	—	0.0099	0.0099	0.0033	0
硝酸塩 (mg/ℓ)	—	34.400	3.740	3.300	3.300
残留塩素 (mg/ℓ)	—	—	—	—	1.40
塩素価 (mg/ℓ)	—	9.00	11.00	10.50	15.00
フッ素 (mg/ℓ)	—	0	0.08	0.21	0.50
硫酸塩 (mg/ℓ)	—	17.50	30.00	33.00	31.00
鉄 (mg/ℓ)	—	6.89	0.06	0.51	0.06
硬度(度)	—	42.00	40.0	56.0	42.0
一般細菌 (35℃1cm)	—	計測不能(大)	50.0	42.0	0
大腸菌群 (100cm)	—	240,000	2,300	230	0

資料：EMPAGUA提出分

表-2.20 雨期 '92年 2月 7日 カンプライ

	着水井 ヒヌーラ川	着水井 インガエ川	沈澱池 出口	濾過池 出口	配水塔	配水池
色度(度)	58.0	71.0	20.0	29.0	20.0	21.0
濁度(UTN)	8.0	8.5	2.5	3.5	3.3	2.2
臭い	無	無	無	無	塩素臭	塩素臭
pH	7.2	7.2	6.8	7.0	6.8	6.8
有機窒素 (mg/ℓ)	0.047	0.108	0.106	0.043	0.025	0.026
アモニア (mg/ℓ)	0.027	0.051	0.049	0.028	0.013	0.013
亜硝酸塩 (mg/ℓ)	0.0033	0.016	0.013	0.0099	0	0
硝酸塩 (mg/ℓ)	4.620	7.480	5.060	5.280	5.280	5.280
残留塩素 (mg/ℓ)	—	—	—	—	残塩 2.30	残塩 2.30
塩素価 (mg/ℓ)	8.00	13.50	10.00	10.50	12.50	12.00
フッ素 (mg/ℓ)	0.17	0.29	0.25	0.17	0.21	0.25
硫酸塩 (mg/ℓ)	2.00	3.00	16.00	16.00	18.00	17.00
鉄 (mg/ℓ)	0.20	0.57	0.01	0.19	0.01	0.01
硬度(度)	8.00	66.00	70.00	66.0	70.0	70.0
一般細菌 (35℃1cm)	8.0	66.0	70.0	40.0	0	0
大腸菌群 (100cm)	1,500	4,300	930	70	0	0

資料：EMPAGUA提出分

上記表で全ての配水池で残留塩素は検出されているものの、浄水の濁度は「グア」国の基準(5度)を越える割合が高い。パナマ浄水場の雨期の場合は許容範囲(50度以下)を越える場合さえある。全体的に濁度が高いため、塩素の消毒効果が低くなっていると推定される。一方、給水栓での水質検査結果を表-2.21に示す。この表から「グア」国の水質基準に満たない数値もある。これは配水管の破損箇所からの汚染も考えられる。

表-2.21 給水栓の水質

採取 ゾーン	サンプル数 (箇所)	濁度 (UTN)	色度 (UNID)	PH	残塩 (ng/l)
1	4	1.2~2.0	8.0~41.0	7.2~7.5	0.0~0.4
3	5	0.5~1.1	1.0~4.0	7.0~7.2	1.0~1.4
4	1	0.7	3.0	6.8	2.4
5	2	2.2~3.1	19.0~28.0	6.7~6.9	1.0~1.5
6	1	6.2	32.0	7.0	1.5
7	2	2.5~6.2	12.0~28.0	7.2~7.5	0.4~0.8
10	2	3.7~10.0	22.0~45.0	7.2~7.5	0.4~1.7
11	3	1.1~1.8	5.0~6.0	7.1~7.3	0.5~1.2
13	3	0.4~1.2	1.0~5.0	7.2~7.4	0.3~0.9
15	2	3.0~3.4	13.1~21.0	6.9~7.6	1.1~2.6
17	1	1.8	16.0	6.7	1.5
18	6	0.2~18.0	2.0~85.0	6.5~7.6	0.0~2.6
19	1	1.2	4.0	7.1	1.0
不明	11	0.6~3.0	1.0~21.0	6.9~7.6	0.0~1.5

「グア」市の3浄水場の水道水源(ダム、表流水)の上流には生活を営んでいる区域がありそこではまだ下水道整備が行われていないため生活排水が直接水源に流入し、結果として水質汚濁汚染の懸念がある。特にダムでの富栄養化が心配され、パナマ浄水場の取水口では洗剤等の影響と思われる泡が発生している。

EMPAGUAでは浄水場において適切な浄水処理を行う上で必要な凝集効果を確認するジェラットを行える人員は1人しかおらず、実際の浄水処理を確認したところ、70%が十分に成長していない浄水場(カグア浄水場)もあり、次の段階での詳細な調査が必要だが過負荷運転の可能性も考えられる。また、70

物が沈まずに浮き上がりろ過池に流入するケース、およびサンバイ、カブライ浄水場の圧力式ろ過機の老朽化による濾過機能低下のケースなどもあり、浄水処理の維持管理運営にも問題があるように推測される。

主な問題としては以下のものがあげられるが次の段階の調査で詳細な調査が必要である。

①薬品注入量の不正確な制御

- ・ジェネシスの不実行
- ・原水流量計の未設置(堰による簡易型があるが誤差が大きい)
- ・薬品注入設備の不良

②流量調整装置の未設置

- ・原水流量制御装置の不備による施設の過負荷運転の可能性(カブライ浄水場)

③沈殿施設の不良

- ・凝集剤のかくはん設備の不備
- ・スラッジ引抜き設備の不良
- ・傾斜板の不備・不良(サンバイ、カブライ浄水場)
- ・トランクリガーの破損

④急速ろ過池の不良

- ・ろ過池下部集水装置と洗浄方法の不良によるろ材の流出と減少
- ・ろ過流量の制御不良とそれによる過大なる速
- ・集水バールの破損(イルミナ浄水場)

さらに、浄水場施設全般的に設備機器、装置の老朽化が浄水施設の信頼性を著しく低下させている。

第3章 要請の経緯・内容と協議の内容

3-1 要請の経緯と内容

「グア」市の人口は1992年現在で210万人を越えており、「グア」国側の説明によると年間20万人が地方都市より流入していると言われ、人口の急激な増加が「グア」市における各分野で深刻な問題となっている。

同市の水道分野において計画・運営・管理機関であるEMPAGUAは1982年に「グア」市の水不足に対応するために抜本的な水道計画(PLAMAPAG)を策定し、1986年に見直しが行われ、第1段階である緊急計画Iが1993年5月にOECFの融資によって実行する予定である。しかしながらEMPAGUAにとって財政的問題並びに十分な水源確保が資金的に困難であるために、この急激な人口増加による給水の需要増加に現実的な対応策がとれない状況である。

「グア」市に供給している水道施設は7施設あるがこのうち特に3浄水場の老朽化が著しく現状の給水量は施設設計能力をかなり下回っており、この状態を放置する事はただ単に給水能力の低下を招くばかりではなく既存施設の運転不能にいたり、現在の「グア」市の水不足の現状をさらに悪化を招き首都としての都市機能および市民に悪影響を及ぼす事となる。

右事態を回避するために「グア」国政府はわが国の無償資金協力により上記3浄水場(カハリス、サンタペ、カンパライ)の施設改善計画を要請した。

表-3.1は当初の要請内容である。

表-3.1 要請の内容

浄水場名 (建設年次) (建設容量) (現在の給水能力)		イルシオネス浄水場 (1971年) (25,000m ³ /日) (21,000m ³ /日)	カンブライ浄水場 (1942年) (25,000m ³ /日) (14,000m ³ /日)	サントルイサ浄水場 (1938年) (46,000m ³ /日) (28,000m ³ /日)
改善対象計画	取水施設	●	(●)	(●)
	凝集池		●	●
	沈澱池	●	●	●
	濾過池	●	●	●
	薬品注入設備	●	●	●
	配水池		●	●
	計装設備	●	●	●
	電気設備	●	●	●
	水質分析機器			●
	その他		●	●

注：●印は改善を必要とする設備。

()は事前調査結果によっては改善の可能性が有ることを示す。

現地調査に当たり、本調査団は現地調査前に入手した要請書の内容は1989年度仏国のソグレア社が作成した「グア」市浄水場の現況報告書を基に作成されたものであり、要請内容が現状と食い違う箇所が見られたが、上記の要請内容および現状を踏まえ、調査団は現地に於てEMPAGUAと協議の結果、「グア」国側の要請計画は下記の如き計画内容と判断した。

3-1-1 要請計画の内容と検討

3 浄水場改善計画の優先順位は(1)伊勢川浄水場、(2)三ツ井川浄水場、(3)加賀川浄水場の順位であり、本計画の概要は以下の通りである。

表-3.2 計画内容と検討事項

計 画 内 容	検 討 事 項
(1)伊勢川浄水場 優先順位A ・ 取水施設 a. 2台の原水揚水ポンプの更新 (バルブ類を含む、モータを除く) b. 上記用制御盤の更新(警報装置を含む) c. サージタンク用ポンプの更新 (バルブ類を含む) ・ ろ過装置 a. 流入弁改修 b. エア作動弁用エアポンプ更新 c. 集水バルブ更新 d. 濾材交換 e. 逆洗用装置更新(制御盤、エアブローポンプ、逆洗用ポンプ含む) ・ 薬剤投入設備 a. 薬液投入装置更新	・ 取水河川であるアライ川は雨期になると大量の土砂が取水堰・取水口堆積し、さらに原水貯水槽に流入し揚水ポンプの摩耗を早め取水量の減少を招いている。取水量を確保するため砂防ダム建設、堰の嵩上げ等河川調査を行い本計画がより効果的な結果が期待される可能性があれば河川改善対策を本計画に盛り込む検討が必要。 ・ 揚水ポンプ用高、低水位の警報等全体的に制御回路を含めて制御盤の故障により更新が必要。 ・ 老朽化により装置全般の改修、更新の見直しが必要。 ・ 集水バルブおよびろ材の品質の確認が必要。 ・ 配管、バルブ等の詳細な調査が必要。 ・ 逆洗装置は自動作動であるが、改修に当たって、維持管理の観点から手動作動の可能性の検討が必要。 ・ 原水の水量計が無くまた、薬剤投入量が正確でないために凝集効果が不明であるので

(硫酸ばん土用1台、石灰用1台)

・導水管設備

a. 5ヶ所曲がり継ぎ手部分補強

優先順位B

・凝集沈澱池

a. 脈動装置の修繕(全体的に)

b. 開閉弁更新

c. 真空ポンプ更新(3台)

d. 排泥用バルブ更新

・計装設備

a. 水量計(原水、配水)

b. 各制御設備改善

・水質管理機材

a. 機材全般(試薬、ビーカー類を含む)

この点を改善する必要がある。

・老朽化により導水管特に曲がり部分および
リジタンクの点検、さらにリジタンク用エプレン
の更新が必要

・導水管からの盗水があるため盗水防止対策
または監視の強化が必要。

・当装置は全体的に老朽化が進んでいるため
に躯体、機器、配管および弁類を含んだ装
置全体の改修、更新の検討が必要であり、
左記要請内容に含まれて無くとも必要機器、
必要箇所の改善があれば検討する。

・薬剤投入設備の項で述べた通り本装置の凝
集効果は不明でありその調査は必要である。

・今回の調査においてトランカイザーの状況が確認
できなかったがこの調査も必要である。

・「グァ」国側の維持管理体制の現状から、当設
備は極力手動方式を採用し、安易に自動方
式の採用は慎む必要がある。量水器、
特に原水用については故障の少ない機種を
選定すべきである。

・現地要員に見合った機器を選定し安易に高
額、精密機器は慎み、かつ、現地で入手可
能な機器の検討が必要である。

・電気設備 - a.トランスの更新(13.2KVA/415V、100KVA、13.2KVA) ・発電機設備 - a.非常用発電機新設 ・構内電話設備 - a.構内電話設備新設	・使用機器の仕様に適合させる。 ・使用機器の仕様に適合させる。 ・格納あるいは設置場所の検討が必要である。 ・現地事情に見合った機器を選定し安易に高額機器は慎み、かつ、現地で入手可能な機器の検討が必要である。
(2)リョウ水場 優先順位A ・沈澱池 - a.傾斜板の取付 ・ろ過装置 - a.既設圧力式をオープンタイプに更新または既設装置を改善	・既設傾斜板は一部であり沈澱池のほとんどは傾斜板が設置されていない。既設傾斜板の角度が不適格でありかつ、堆積物の除去が行われず物の巻き上げ現象が見られた。このことは、流速が速いことも考えられるが、傾斜板上の汚泥洗浄設備としての散水栓が設置されていないことも考えられる。従って、改善計画には維持管理が容易な沈澱設備となる計画とする。 ・当初の要請は既設濾過装置の改修と見込んでいたが、改修後も現在直面している問題と同様なことが起きることは明白であり、現地要員が適切に同装置を操作することは余り期待できない、従って、多少金額がかかってもリョウ水場で使用されている方式であるオープンタイプの濾過池を新規に建設す

・薬液投入設備 - a.薬液投入装置更新(硫酸ばん土用1台、石灰用1台) ・計装設備 - a.水量計(原水、配水) - b.各制御設備改善 ・水質管理機材 - a.機材全般(試薬、ビーカー類を含む) ・発電機設備 - a.非常用発電機新設 優先順位B ・搬入設備 - a.既設薬品搬入用エンジン付きリフトを電動パレットに更新 ・電気設備 - a.トランスの更新(13.2KVA/415V、100KVA、13.2KVA/ 240V/30KVA) ・構内電話設備 - a.構内電話設備新設	ることが得策と判断できる。 ・仙石川浄水場に準ずる。 ・仙石川浄水場に準ずる。 ・仙石川浄水場に準ずる。 ・仙石川浄水場に準ずる。 ・既設の薬剤搬入用リフトはエンジン駆動式であり取扱に不便であり、さらに安全性に欠けている。躯体の強度等既設施設の取り合いでリフトの設置の可能性を検討することとする。 ・仙石川浄水場に準ずる。 ・仙石川浄水場に準ずる。
--	--

優先順位C ・配水池設備 - a.配水池水門更新(7カ所配水池)	・現状を詳細に調査し浄水の水質悪化の原因にならない計画とする。
(3)カブライ浄水場 優先順位A ・ろ過装置 - a.既設圧力式をホバークライに更新 ・薬剤投入設備 - a.薬液投入装置更新 (硫酸ばん土用1台、石灰用1台) - b.薬液投入装置改善(既設硫酸ばん土用1台 粉末投入型を液投入型に) ・計装設備 - a.水量計(原水、配水) - b.各制御設備改善 ・水質管理機材 - a.機材全般(試薬、ビーカー類を含む) ・混和池およびフック形成池 - a.混和池、フック形成池改善	・既設濾過装置の機能は全く働いていないものと推測される。現地要員の技量に適合したロデコ浄水場で使用されている方式の濾過施設を検討すべきである。 ・当施設のフックはほとんど形成されておらずこの原因は調査されるべきである。理由は原水水質分析不実行、薬剤投入量の不適量、ホバークライによる形成池の流速のホバースレドなどが考えられるが詳細な調査が必要で、その結果を基にフック形成が正常になる計画とする。 ・カブライ浄水場に準ずる。 ・カブライ浄水場に準ずる。 ・薬剤投入設備の項を参照。

・発電機設備 - a.非常用発電機新設	・パナマ浄水場に準ずる。
優先順位B ・電気設備 - a.スイッチ類の更新	・パナマ浄水場に準ずる。
・搬入設備 - a.既設薬品搬入用電動ダンプを新設	・パナマ浄水場に準ずる。
・構内電話設備 - a.構内電話設備新設	・パナマ浄水場に準ずる。

本計画は要請された3浄水場の改善計画であり老朽化の為に、給水水質の悪化および設計配水能力の回復にあるが浄水場施設のみの改善では設計能力の回復は期待できない。つまり、取水量の確保が満足されることが条件となる。取水方式は、パナマ、カンパラ両浄水場は取水堰、パナマ浄水場は貯水ダムであるが、当該3浄水場の取水源である河川はいずれも堆積土砂が多く、EMPAGUAでも砂防ダム建設を試みているものの、効果的な手法を見いだせないでいる。次の段階のわが国の調査で取水量確保の調査を行い、その結果を基に「グア」国側と協議を行い、本計画がより効果的な結果が期待できるならば、河川改善を含む取水施設改善を本計画に盛り込む事の検討が必要である。

本計画では大幅な水量増加に伴わず従って、施設改善計画は水道料金的大幅な増加が期待できず、「グア」国側の資金の目処も立たない現状や、現地調査の結果からも本計画は急務であり計画内容も無償資金協力により実施されることは妥当と判断される。

3-3 協議の内容

本計画に関し、関係機関との協議の結果、先方責任機関の経済企画庁、実施機関である「グア」市水道公社および本調査団団長との間で合意に達し会議議事録を作成し、右署名を行った。

本調査団は現地調査の結果、取水源水の水量を確保する目的で、取水河川の調査の必要性を「グア」国側に提案しこれを同意した。

第4章 プロジェクトの概要

4-1 プロジェクトの内容と現状の問題点

3浄水場(ラス・イルシオス、エル・カンブライとリナルイ)の要請内容と協議結果内容との関連は表-4.1に示すとおりである。3浄水場改善計画の優先順位は当初の計画と異なり(1)ラス・イルシオス、(2)リナルイ、(3)エル・カンブライ各浄水場の順位となった。

表-4.1 要請内容と協議結果との関連

要請内容	協議結果	現状の問題点
イルシオス浄水場 A. 取水設備	1. 2台の原水揚水ポンプの更新(含バルブ類) 2. 上記用制御盤の更新(含警報装置) 3. サーキット用コンプレッサ更新(含バルブ類) 4. 流量確保のため河川調査が必要	アテンティダム(取水堰) 1. 上流地域住民による生活排水の流入の為年々水質の悪化が進んでいる。 2. 流入する堆積土砂量が多い。 3. 雨期に取水原水の濁度が高く取水制限を余儀なくされる。 4. 濁度が高く揚水ポンプのインペラーの磨耗が激しい。 5. 乾期は河川流量の減少で取水量が不足気味。 6. 機器及び配管系統の老朽化が著しい。 EMPAGUAとしては以下を考慮中。 1. 取水堰の嵩上げ工事 2. ダム上流に砂防ダムの建設(試験的) 3. 沈砂池建設の可能性の検討
B. 凝集沈殿池	1. 全体的に脈動装置の修繕 2. 開閉弁の更新 3. 真空ポンプ3台の更新 4. 排泥用バルブの更新	1. 原水取水量を測定する水量計がない為薬液投入量が適量とならない。 2. 凝集剤投入量を決定するための原水ジャーテスト及び原水水質分析が行われていない。 3. 沈殿物の排出作業は定期的に行われていない。 4. トランキライザーの破損。(老朽化のため) 5. 諸機器類および配管系統の老朽化。
C. 濾過装置	1. 流入弁の改修 2. エアコンプレッサの更新 3. 集水バルブの更新 4. 濾材の交換 5. 逆洗用装置更新(制御盤エアブローポンプ、逆洗用ポンプ含む)	1. 流入弁が作動せず、逆洗時水が、濾過池から流入水路を経由し隣接濾過池に逆流する 2. 集水バルブが破損しているものが多い。 3. 自動逆流シーケン盤の故障で自動逆洗不可。 4. 上澄水回収ポンプの容量不足でオーバーフローが多く上澄水の無駄がある。 5. 真空ポンプ及びエアブロー用コンプレッサの異常音が大きい。

D.薬品投入設備	1.薬液投入装置更新 (硫酸ばん土用1台、 石灰用1台)	1.薬液投入量の制御設備が未設置。 2.7μm投入、3μm投入共フィルターが老朽化している 3.塩素注入のポンプ吊上装置の老朽化。
E.計装設備	1.原水、配水共水量計 の設置 2.各制御設備改善	1.処理水量の把握並びに薬品投入量の設定がむ つかしい。
F.電気設備	1.トランスの更新 (13.2KVA/415V, 100KVA, 13.2KVA/240V,30KVA)	1.トランスの絶縁油の劣化等の老朽化。 2.トランスの容量不足。
G.その他		
1)導水管設備	1.5ヶ所の曲り継手 (エルブ)部分の補強	1.以前の停電時のウォーターハンマーにより継ぎ手部分が 破損。 2.盗水がある。
2)水質管理機材	1.試薬、ビーカー類を含む 機材全般	1.使用する要員が配置されていない。 2.維持・管理が十分行なわれていない。
3)発電機設備	1.非常用発電機新設	
4)構内電話設備	1.構内電話設備新設	

優先順位：A,C,D,G1),B,E,G2),F,G3),G4) (EMPAGUAと協議の結果優先順位が決定した)

サンカルワ浄水場		
A.取水施設	1.取水量確保のための 河川調査が必要	1.ポンプダムの堆積土砂でダム容積の1/3に減少。 2.泥吐管が堆積土砂で閉塞を起こす。 3.取水管に堆積土砂が迫ってきている。 4.渇水期には取水量が不足する。
B.着水井	1.取水量調査	1.凝集効果の確認が出来ない。
C.凝集沈殿池	1.傾斜板の取付	1.フロッカの巻き上がりで濾過池へ流入している。 2.凝集剤・中和剤の投入装置の更新。 3.pHが調整されていない。 4.沈殿池(I)(II)共排泥弁が老朽化している。 堆泥速度が速い。 5.原水ジェネラトが行なわれていない。 6.沈殿池全部に傾斜板が取り付けられていない
D.濾過装置	1.既設圧力式をオープン タイプに更新	1.密閉型濾過器にもかかわらず、濾抗計が全て 故障している。 2.逆洗水量の把握ができないため濾過・逆洗の 運転状態の確認できない。 3.トランスの容量不足で逆洗排水回収ポンプ運転不 またポンプの老朽化も進んでいる。 4.排泥池の構造が上澄水回収に適さない。

E.薬液投入設備	1.薬液投入装置更新 (硫酸ばん土用1台、 石灰用1台)	1.ポンプの老朽化で薬液投入及び石灰投入の投入 の調整がむづかしく定量性が悪い。 2.塩素注入装置の計量器、ゲージ類の故障。
F.配水池設備	1.加圧配水池の水門 改修	1.左記タケの水門の故障。
G.計装設備	1.原水、配水の水量 計設置 2.各制御設備改善	1.設置されていないので、処理水量並びに損失 水量の把握がむづかしい。
H.電気設備	1.トランスの更新	1.容量不足。
I.水質管理機材	1.試薬、ビーカー類を含む 機材全般	1.使用する要員が配置されていない。 2.維持・管理が十分行なわれていない。
J.その他 1)発電機設備 2)搬入設備	1.非常用発電機新設 1.現状のエンジン付リフトを 電動タムメータに更新	1.操作の安全に問題がある。
3)構内電話設備	1.構内電話設備新設	

優先順位. C,D,E,G,I,J1),J2),H,J3),F

かんづけ浄水場 A.取水設備	1.取水量確保のための 河川調査が必要	1.流入堆積土砂量が多い。 2.乾期取水量が減る。 3.河川調査についてはアライメントに準ずる。
B.着水井	1.取水量調査	1.凝集効果の確認が出来ない。
C.混和池及びフロッカ 形成池	1.凝集効果の調査必要 2.混和池、フロッカ形成池 改善	1.フロッカの成長が十分でない。 2.排泥弁(平底式)が老朽化している。 3.薬液投入量が適量でない。
D.濾過装置	1.既設圧力式をオープン タイプに更新	1.密閉型濾過機にもかかわらず濾抗計が故障し ている。 2.逆洗水量の把握ができない為濾過・逆洗の運 転状態の確認ができない。 3.濾材はふるい分けの不十分なものを使用され ている。 4.逆洗排水回収ポンプの故障で水回収ができ ない。 5.排泥池の構造が上澄水回収に適さない。

E.薬液投入設備	1.薬液投入装置更新 (硫酸ばん土用1台、 石灰用1台) 2.薬液投入装置改善 (既設硫酸バン用1 台の粉末投入型を液 投入型に)	1.薬液投入量の制御設備が未設置。 2.原水ジャーテスト及び原水水質分析が行なわれて いない。
F.配水池	1.配水水量計の未設置	1.3,300m ³ 配水池は水位計がなく測定に手間が かかる。
G.その他		
1)計装設備	1.原水・配水の水量計 設置 2.各制御設備改善	1.設置されていないので、処理水量並びに損失 水量の把握がむづかしい。
2)水質管理器材	1.試薬、ビーカーを含む機 材全般	1.使用する要員が配置されていない。 2.維持・管理が十分行なわれていない。
3)発電機設備	1.非常用発電機新設	
4)電気設備	1.スイッチ類の更新	
5)搬入設備	1.既設薬品搬入用電動 タラウエータを新設	
6)構内電話設備	1.構内電話設備新設	
優先順位：B,E,G1),G2),C,G3),G4),G5),G6		

4-2 プログラム外の目標

「グア」市における水道全体計画は1982年に「グアマ市上水供給マスタープラン(PLAMAPAGU)」が策定された。右計画は同市が直面している日常的に起こっている水源不足に対する給水量増強計画であり水源開発を目標としている。右マスタープランには既設水道施設の改善計画および水質改善という開発目標は含まれてはいるが、全体計画目標達成のためには水道設備が正常に機能していることが前提であり、このことから水質に関しても「グア」国の水質基準に適合していることが必要であると判断される。

従って、本計画の目標は基本的には同市に建設された6給水施設の内、3浄水場(パナハ、サンタ、カブライ)の施設の老朽化による配水量低下および水質悪化に対処するため、わが国に要請された施設改善計画によって3浄水施設の設計配水能力の回復と水質改善にあるが、右3浄水場は建設以来最古のもので半世紀以上経過している施設もあり、単に設計能力の回復のみならず、本計画実施後、また、PLAMAPAGによる給水量増強後、将来においても継続して健全な給水施設として「グア」市に給水を行い得るものとする。

本計画の目標及びそれを達成するための関連事項は表-4.2のように整理される。

表-4.2 開発目標達成のための関連事項の整理

項目と説明	目標指標	確認の手段	前提条件
・開発目標 ・水量・水質共に確保された水道システム		・給水栓からの水の水質基準 ・給水栓の給水量の計量および給水時間	・上位計画の実施 ・配水管網の整備・改善の実施 ・住民の意識向上による節水
・案件目的 ・既設浄水場の処理能力の回復 ・処理水の水質を向上させる	・配水池の浄水の水質基準達成 ・設計能力の回復による現状配水量の増加	・水質検査結果 ・配水量	・原水の量と質の確保 ・操作員の能力の向上 ・運営に必要な経費の確保
・アウトプット ・3浄水場のハード面の改善 ・取水源の改善	・各浄水場が設計能力とおりの運転 ・必要な原水の量の確保	・設計書との比較 ・取水量の計量 ・配水量の計量	・業者(設計施工)に十分な能力 ・必要な資機材の入手可能
・インプット ・浄水場施設・設備の改善・改修工事	・施設整備に必要な資金 ・運転に必要な薬品・電力予算 ・適正な運転要員	・経営分析 ・予算書 ・組織体制の方針	・料金収入が確保できること ・運転費・維持管理費へ配分できること ・日・ケニア両国政府間の交換公文の署名

4-3 プラント外の効果

4-3-1 プラント外実施の効果

(1) 効果の内容

1) 経済的インパクト

- ・3浄水場からの配水区域における住民の水系伝染病、健康増進等のデータ未入手のため、経済的インパクトの定量化をすることは困難であるが、本計画実施による浄水場出口の水質は当然上がる、さらに「グア」国側による配管網整備が実施されれば給水栓の水質も向上する。従って、間接的インパクトはかなり期待できる。

2) 技術的インパクト

- ・完了引渡後EMPAGUAの訓練担当グループが、改修終了後のプラントのオペレーターを訓練する。
- ・3浄水場が改修された折には、浄水場オペレーション要員の他、水質検査員、電気技師等増員する。
- ・技術を向上できるか否かは浄水場統括責任者の姿勢によるところが大きい。

(2) 効果の広がりと受益者の範囲

1) プラント外レベルのインパクト

- ・3浄水場は単独で配水されている地区もあり、当然他地点での定量化は可能であると判断される。一方、配管網がインターコネクトされている地点については相互の施設からの浄水と混合されるので単独のインパクトを定量化することは困難である。

2) 地域へのインパクト

- ・特に人口の集中化の著しいゾーン18、および17の一部については低所得者が住んでいる地域であり水道水の恩恵を受けていない住民もいる。一方、恩恵を受けている地域は水質の向上を望んでおり本計画および上位計画であるPLAMAPAGの実施により量、質共に改善されれば地域へのインパクトはかなり期待できる。

4-3-2 わが国のグアテマラ国に対する外的インパクト

要請のあった3浄水場は近年人口増加の著しい「グア」市北部のゾーン18およびゾーン17の一部を含む同市全体の約2/3の給水地域を受け持っており、特にゾーン18のほとんどの住民は低所得者であり、生活用水の量、質ともに恵まれておらず、他ゾーンに見られるような自前の井戸、貯水タンク、浄水器等で水不足に対処する手段を取れないでいる。1991年に発生したコレラ病禍時も水道水が一因とも推測され、市民も現状の水道の水質の改善を切望している。このような現状をわが国の協力によって実行される