

国際協力事業団
ホンデュラス共和国
サンペドロスーラ市水道公社

ホンデュラス共和国
サンペドロスーラ市上水施設改善計画
基本設計調査報告書

平成5年12月

株式会社 協和コンサルタンツ

国際協力事業団
ホンデュラス共和国サンペドロスーラ市上水施設改善計画基本設計調査報告書
平成5年12月
株式会社協和

613
618
GRF

無調一
CR(2)
93-190

CR(2)
93-190

JICA LIBRARY



1112910(3)

26254

国際協力事業団

26254

国際協力事業団

ホンデュラス共和国

サンペドロスーラ市水道公社

ホンデュラス共和国

サンペドロスーラ市上水施設改善計画

基本設計調査報告書

平成5年12月

株式会社 協和コンサルタンツ

序 文

日本国政府は、ホンデュラス共和国政府の要請に基づき、同国のサンペドロスーラ市上水施設改善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5年7月13日から8月11日まで、当事業団無償資金協力調査部基本設計調査第一課 朝倉譲を団長とし、株式会社協和コンサルタンツの団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ホンデュラス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、当事業団無償資金協力調査部基本設計調査第一課 大久保久俊を団長として平成5年11月2日から11月13日まで実施された報告書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、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12月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介 殿

今般、ホンデュラス共和国におけるサンペドロスーラ市上水施設改善計画基本設計調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本調査は、貴事業団との契約により、弊社が、平成5年7月8日から平成5年12月15日までの5カ月に亙り実施してまいりました。今回の調査に際しましては、ホンデュラス国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、日本の無償資金協力の枠組に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

尚、同期間中、貴事業団を始め、外務省、厚生省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、お礼を申し上げます。また、ホンデュラス国における現地調査期間中はサンペドロスーラ水道公社関係者、JICAホンデュラス事務所、在ホンデュラス日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

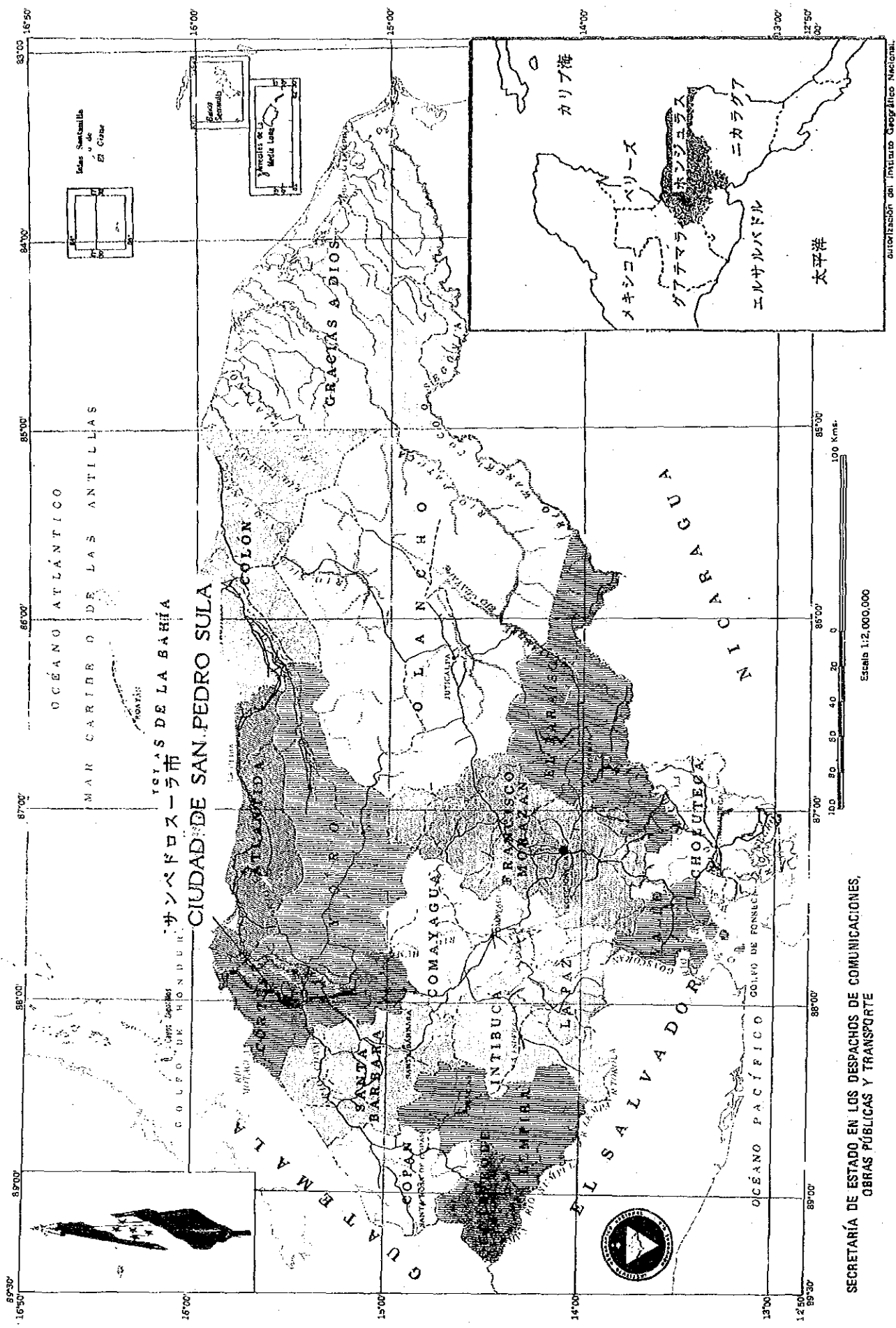
貴事業団におかれましては、計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成5年12月

株式会社 協和コンサルタンツ

サンペドロスーラ市上水施設改善計画基本設計調査団

業務主任 進 藤 昌 明



SECRETARÍA DE ESTADO EN LOS DESPACHOS DE COMUNICACIONES,
 OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE

Escala 1:2,000,000

ホンデュラス国とサンペドロスーラ市位置図

autorización del Instituto Geográfico Nacional.

MAPA DETALLADO DEL LUGAR DE LAS INSTALACIONES Y ZONA DE

JIMINISTRO DEL AGUA

計画対象地域



取水施設



サンタアナ川 取水堰



ピエドラス川 取水堰

導水施設



サンタアナ取水口よりの導水管 $\phi 800\text{m/m}$



ピエドラス取水口よりの導水路

配水施設

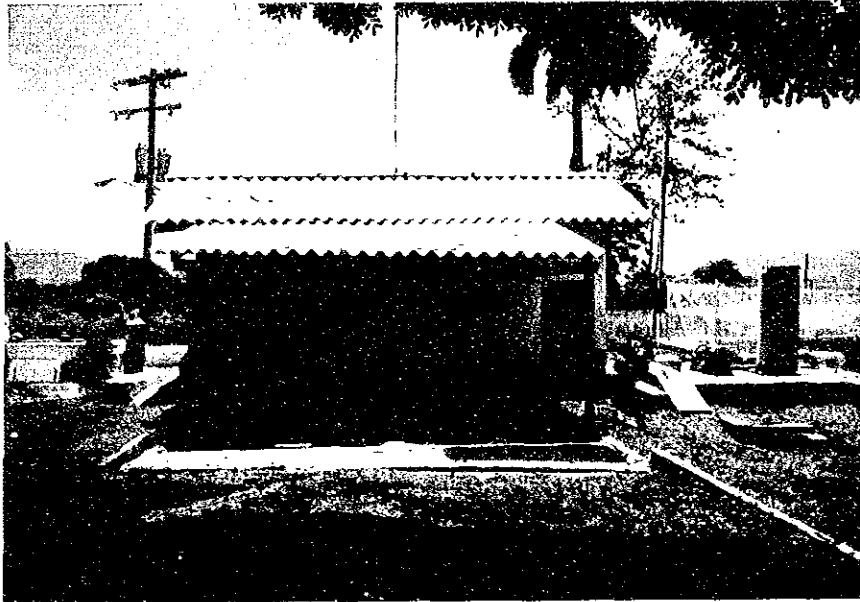


サンタアナ 配水池

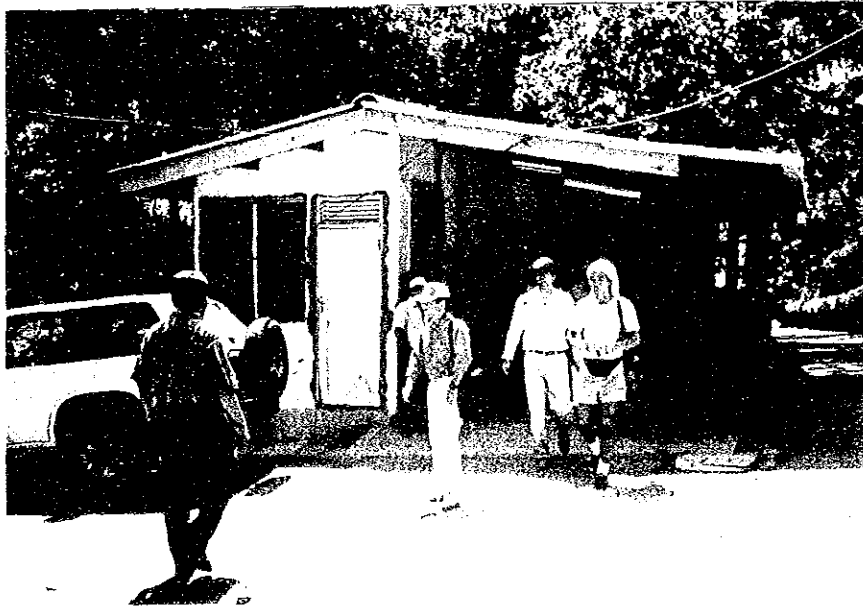


ビエドラス 配水池

消毒設備



サンタアナ配水池の塩素滅菌室



ピエドラス取水付近の塩素滅菌室

給水施設



共同栓利用者



浅井戸ハンドポンプ利用者

浄水場建設予定地



建設予定地の住居と住民（市有地）

サンタアナ川



建設予定地（現配水池）

ピエドラス川

要 約

要 約

ホンデュラス共和国は中米に位置し、人口約513万人（1990年）のうちキリスト教徒が90%以上を占めるスペインの影響を強く受けた国である。同国においては1981年以降民政が続き安定した政治状況下にある。

産業においては農業が国民総生産の約24%（1991年）、及び輸出の80%（1991年）となっており、大きな位置を占めている。また、当国政府は重要開発政策として、工業の振興と住民の生活環境の改善、特に上下水道整備に取り組んでいる。

当国第2の都市サンペドロスーラ市はホンデュラスの産業の中心であるコルテス県の県都であり、人口約36万人（1993年推定）をかかえる商工業の中心地でもある。さらに、周辺の工業地帯の発展に伴い市勢も拡大の一途にある。

サンペドロスーラ市の水道事業は市水道公社（D I M A）によって運営されている。水道普及率は約61%である。乾期の降雨量の低下に伴う取水量不足による供給量の減少と急増する人口に対応すべく2010年を目標の上水道整備計画のマスタープランを世界銀行の協力によって作成し、現在整備を進めつつある。この計画の中には河川水源の改善工事が含まれており、D I M Aは改善工事に伴い、経済的に優位である河川水を更に有効的に利用するために浄水場の建設を計画し、その実施について我が国に無償資金協力を要請してきた。

今回の要請の主な内容はサンタアナ川（グラシヤスアディオス地区）周辺においては浄水処理能力1.5万 m^3 /日、及びピエドラス川（リオピエドラス地区）周辺においては浄水処理能力1.0万 m^3 /日の2カ所の浄水施設の建設である。

この要請に基づき、日本国政府は事前調査の実施を決定し、国際協力事業団が平成5年4月に事前調査団をホンデュラス国へ派遣した。調査団は本件の無償資金協力案件としての妥当性を確認するとともに、先方の事業実施計画、実施運営体制を調査し、適切な協力の範囲・規模、協力の効果を検討、確認した。事前調査の結果に基づき日本国政府は、本計画に関する基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は平成5年7月、基本設計調査団をホンデュラス国へ派遣した。同調査団は要請内容についてD I M Aと協議を行うとともに、現地調査ならびに関連資料の収集等を実施した。帰国後、国内作業において、本件協力の妥当性を検証、再確認の上、浄水施設の適切な規模と内容を記述したドラフト・ファイナル・レポートを作成した。その後、平成5年11月にドラフト・ファイナル・レポート説明のため調査団が同国に派遣された。

浄水方式は次の理由により急速濾過方式を導入することとした。

- ①サンタアナ川はもともと色度が通常よりも高く、さらに、ピエドラス川とともに降雨の度毎に色度が上がる水質で、要請の緩速濾過池だけでは降雨時に対応できない。
- ②薬品凝集沈澱池と緩速濾過池の組み合わせでも色度については、技術的に適切な処理ができない。

しかし、一般的には急速濾過方式は緩速濾過方式に比べて維持管理が複雑で、運転費が割高になる面があるが、それらについては

- ③通常の急速濾過方式よりもさらに取扱いが容易で簡便なシステムとする。
- ④急速濾過方式の導入により運転にかかる増加費用は、D I M Aの年間総支出の約4%に相当し、十分対応可能である。

サンタアナ川系浄水場の計画浄水量は15,000m³/日、ピエドラス川系浄水場の計画浄水量は10,000m³/日である。ただし、塩素注入のみで無処理のまま浄水場を経由する水量を加えると河川表流水の使用量は合計でマスタープランと同様、サンタアナ川系浄水場が最大44,000m³/日で、ピエドラス川系浄水場が最大35,000m³/日である。

検討された急速濾過方式の浄水場1カ所当りの施設、機械の概要は次の通りである。

	施設及び機材	数量	必要性及び妥当性
浄水施設	着水井	1池	導水管からの受水。原水の水位の動揺を安定させ、原水量を測定し、後続の浄水処理が正確、かつ容易に行えることを目的とする。清掃修理時に対応できるようバイパス管を設ける。
	凝集池	1池	濁度、色度等の除去のため凝集剤の混和、フロックの形成を目的とする。フロック形成池は省エネルギーのため重力による上下迂流式とする。清掃修理時に対応できるよう2池とする。
	混和池 フロック形成池		
	薬品沈澱池	2池	運転操作が容易な横流式とした。清掃修理時に対応できるよう2池とする。
	急速濾過池	6池	操作の容易性を重視して自然平行型急速濾過方式を採用した。内1池を予備とする。
	配水池	1~2池 (2槽/池)	濾過池の運転の安定、配水の時間断水の緩和を目的として、6~8時間程度の貯水容量とする。
	薬品注入設備	1式	原水の水質に応じた凝集用の硫酸アルミニウムと、酸性度中和用の消石灰水の混和、注入設備、及び、消毒用の塩素注入設備を設置する。
	受変電設備	1基	220V、220KVA、3相2線/3相3線
	非常用発電設備	1基	不測の事故時に備えて安定給水を確保するため、最小の発電機を設置する。
	建屋類	1式	浄水場の運転監理に必要な機械を収用するため、凝集剤注入室、塩素注入室、消石灰注入室、発電機室を設置する。
	場内連絡管	1式	着水井・配水池と世銀で新設の導・送水管、配水管とを接続する。
	計量施設	流量計	1式
調達資機材	水質試験実験器具	1式	浄水場の運転操作に必要な基本的な項目について試験できる機器と器具類を管理事務所内の水質試験室に収める。
	監理用車輛	1台	浄水場が遠隔地であること、取水場/浄水場相互の運転管理能力を高めるために必要。
	スペアパーツ	1式	流出入管類、沈澱池と濾過池連絡管類、各種バルブ類、薬品注入機器予備品、薬品類等、稼働後2年間に必要となる予備資機材。

各浄水場は場長以下8名で運転される計画であり、複雑な運転操作や大きな運転動力を必要としない施設計画をしており、運転は容易に行えるものとする。

計画施設の年間運転費は2浄水場合計で約80万レンピーラで、この経費が支出増となるが、給水量の安定供給による収入の増加と地下水利用量の減少による経費の軽減が見込まれ、将来の維持管理費の確保には支障のないものと判断される。

本計画が日本政府の無償資金協力によって実施される場合、第1期でサンタアナ川系浄水施設、第2期でピエドラス川系浄水施設の建設を行うことが望ましい。1期ずつでは実施設計、入札業務に約5.0カ月、資機材の製作並びに輸送を含んだ建設工事に約12カ月を要する。本計画の実施にかかる総事業費は約23.48億円(日本側負担分23.38億円、ホンデュラス側負担分0.10億円)であり、その内訳は1期は13.28億円、2期は10.10億円である。

このような状況のもと、世界銀行のマスタープランとの関連において2カ所の浄水場を建設することにより2000年には当市の計画行政区域内人口約50万人、給水区域内人口約31万人に対して約9万人に浄水処理水の供給がなされることになり、

- 1) 清浄な水が供給される。
- 2) 安定供給ができる。
- 3) 経済性のある事業運営に寄与する。
- 4) 水道技術の向上が見込まれる。

つまり、本施設を運転することにより維持管理費の低減や安定的に良質の飲料水の供給が図られるので、世銀プロジェクトが完成する以前、以後とも住民を取り巻く生活の不便さ、衛生状況の不安定さからの解放に寄与することとなり、多くの住民生活の安定が図られることが明白である。よって、無償資金協力として実施することは妥当と判断される。

なお、本計画の効果をより一層高めるため、サンベドロスーラ市は下記の事項を将来にわたって持続、実現して行くよう努力することが望まれる。

- 1) 水源の流域保全の維持。
- 2) 浄水場の適正な運転の確保。
- 3) 給水区域毎の配水池と配水管網の整備。
- 4) 既存配水施設の改善工事の実施。
- 5) 配水区域における漏水量の低減、給水量の計量把握による有収率の向上と経営の安定。
- 6) 職員の研修と水道技術の総合的な向上。
- 7) 施設の運転、維持管理費の確保。

序文
伝達状
位置図
写真
要約

目次

第1章 緒論	1
第2章 計画の背景	2
2.1 ホンデュラス国の概要	2
2.1.1 一般国情	2
2.1.2 産業と国内経済	4
2.1.3 援助動向	6
2.2 ホンデュラス国の水道事業	7
2.2.1 水道事業の現況	7
2.2.2 水道事業の計画	7
2.3 サンペドロスーラ市の水道事業	8
2.3.1 組織と事業内容	8
2.3.2 給水計画	11
2.3.3 既存施設の概要	14
2.3.4 施設の維持管理体制	20
2.4 要請の経緯と内容	21
2.4.1 要請の経緯	21
2.4.2 要請の内容	21
第3章 計画地域の概要	22
3.1 計画対象地域の自然条件	22
3.1.1 位置	22
3.1.2 気候	22
3.1.3 地形・地質	22
3.2 人口	24
3.3 社会環境	24
3.4 社会・経済状況	25

第4章 計画の内容	26
4.1 計画の目的	26
4.2 要請内容の検討	26
4.2.1 計画の妥当性、必要性の検討	26
4.2.2 浄水方式と運転経費の比較検討	27
4.2.3 実施運営計画	32
4.2.4 類似計画との関連性についての検討	32
4.2.5 技術協力の必要性	33
4.3 計画の概要	34
4.3.1 実施機関運営体制	34
4.3.2 計画地の位置状況	35
4.3.3 計画の範囲・規模	38
4.3.4 施設機材の概要	42
4.3.5 維持管理計画	44
4.3.6 協力の基本方針	48
第5章 基本設計	49
5.1 設計方針	49
5.2 設計条件	51
5.2.1 設計基準	51
5.2.2 施設能力の設定	51
5.2.3 基本条件	57
5.3 基本計画	85
5.3.1 浄水施設	85
5.3.2 連絡管	95
5.3.3 調達資機材	95
5.3.4 基本設計図	97
5.4 施工計画	98
5.4.1 施工方針	98
5.4.2 工事負担区分	99
5.4.3 建設事情及び施工上の留意事項	100
5.4.4 施工監理計画	100
5.4.5 資機材調達計画	101
5.4.6 事業実施工程	101
5.4.7 概算事業費	107

付属資料

1. 調査団氏名 -----	A1
2. 調査日程 -----	A2
3. 主要面会者リスト -----	A4
4. 収集資料一覧表 -----	A5
5. 基本設計調査時、協議議事録 -----	A6
6. ドラフト説明時、協議議事録 -----	A12
7. 参考資料-1 (浄水処理方の選択基準等) -----	A15
8. 参考資料-2 (D I M Aの財務会計状況) -----	A20
9. 参考資料-3 (取水量表、井戸揚水量表、河川流量表、降水量表) -----	A22
10. 参考資料-4 (世銀マスタープラン・サンペドロスーラ市人口推定値) -----	A26

巻末添付図

基本設計図面等

表一覧

表-1	代表的な地域の気候と雨量 (1952年~1991年間)	2
表-2	ホンデュラス国の人口推移	3
表-3	主要都市人口	3
表-4	国内総生産の動向(市場価格)	4
表-5	産業別国内総生産	4
表-6	農業人口	5
表-7	主要輸出品目	5
表-8	海外からの開発援助総額	6
表-9	水道事業に関する主な援助国(機関)及び援助額	6
表-10	我が国の水道事業に関する主な援助	6
表-11	保健衛生状況の基本指標(WHO:1985年)	7
表-12	全国の給水状況	7
表-13	1人当たり水需要量(1985年)	7
表-14	水道事業部門の基本的衛生整備計画	8
表-15	D I M A の職員数	8
表-16	水道水の生産量と有収水量	10
表-17	D I M A の給水人口	10
表-18	各月の気候状況(サンペドロスーラ市内)	22
表-19	サンペドロスーラ市の人口	24
表-20	浄水方式比較検討事項	28
表-21	濾過池機能対比表	31
表-22	D I M A の財政状況	32
表-23	施設、機材の概要	43
表-24	急速濾過方式の運転経費	44
表-25-1	サンタアナ川系-計画設備の電気使用量	45
表-25-2	ピエドラス川系-計画設備の電気使用量	45
表-26	平均硫酸アルミニウム注入率の設定	47
表-27	河川流量と取水量	52
表-28	渇水期取水量と河川流量の比較(乾期の終わりの時期)	52
表-29	安定取水可能量	53
表-30	豊水位期の取水可能量	53
表-31	緩速濾過水質項目	57
表-32	大腸菌と降雨量	57
表-33	薬品沈澱項目(1992年6月から9月までの連続データの平均値)	57

表-34	原水一般水質試験結果-1 (1993年8月4日採水分)	58
表-35	原水一般水質試験結果-2	59
表-36	水質試験結果-3 (市内水道供給水)	59
表-37	原水の色度、濁度の値	60
表-38	過去の瞬時データ (色度、濁度)	63
表-39	日本国内での水質分析成績書	67
表-40-1	凝集試験結果-1	68
表-40-2	凝集試験結果-2	69
表-41-1	サンタアナ川系浄水場計画需要電力 (最大使用時)	93
表-41-2	ピエドラス川系浄水場計画需要電力 (最大使用時)	94
表-42-1	サンタアナ川系計画施設・機材の概要	96
表-42-2	ピエドラス川系計画施設・機材の概要	97
表-43-1	調達機材リスト (サンタアナ川系)	103
表-43-2	調達機材リスト (ピエドラス川系)	105
表-44	急速濾過方式日本側負担経費	107
表-45	ホンデュラス国側負担経費	108
表-46	計画実施による効果と現状改善の程度	110

図一覧

図- 1	D I M A組織図	9
図- 2	給水システム	12
図- 3	D I M A河川表流水水源給水ゾーン	13
図- 4	下水道システム	18
図- 5	雨水排水システム	19
図- 6	維持管理組織図	20
図- 7	地質図	23
図- 8	浄水場運営体制	35
図- 9	河川水源流域図	36
図-10	サンペドロスーラ市とプロジェクトエリア	37
図-11	浄水場施設配置図（サンタアナ川系）	39
図-12	浄水場施設配置図（ピエドラス川系）	40
図-13	サンタアナ浄水場建設予定地、測量調査とボーリング予定地と手掘地質調査箇所	71
図-14	ピエドラス浄水場建設予定地、測量調査とボーリング予定地と手掘地質調査箇所	71
図-15	コーンペネトロメータ地質調査結果	72
図-16	サンタアナ浄水場建設予定地ボーリング調査結果	73
図-17	ピエドラス浄水場建設予定地ボーリング調査結果	75
図-18	事業実施体制	98
図-19	実施工程図	102
図-20	サンタアナ川系用地地形図	巻末添付
図-21	ピエドラス川系用地地形図	巻末添付
図-22	サンペドロスーラ市配水管系統図	巻末添付

第1章 緒論

第1章 緒論

ホンデュラス国第2の都市サンペドロスーラ市において水道事業に携わっている市水道公社DIMA (Division Municipal de Aguas) は、人口の自然増加と中央政府が推進する工業誘致政策による工場進出に伴う人口の社会増加により、特に生活用水における不足が大きな問題となっている。

かかる状況の下、ホンデュラス国は緊急を要する上水道整備事業について世界銀行と英国の協力を得て、マスタープランの作成及び水道施設改善計画を策定した。この計画の中で浄水場の建設に対して我が国政府に無償資金協力の要請を行ってきた。

この要請に基づき、日本国政府は事前調査の実施を決定し、国際協力事業団(JICA)が平成5年4月10日から4月25日まで立命館大学理工学部土木工学科教授、山田淳氏を団長とする調査団をホンデュラス国へ派遣した。調査団は本件の無償資金協力案件としての妥当性を確認すると共に、先方の事業実施計画、体制を調査した。また、適切な協力の範囲・規模、協力の効果を検討し、その後想定される基本設計の内容を事前調査報告書に取りまとめた。

日本国政府はこれを受けて、基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は平成5年7月13日から8月11日まで無償資金協力調査部基本設計調査第一課、朝倉譲を団長とする基本設計調査団をホンデュラス国へ派遣した。調査団はホンデュラス側実施機関であるDIMAと要請内容について協議を行なうとともに、計画の背景、要請内容の把握、実施主体の体制、技術的調査、自然・社会状況調査、既存施設調査、関連計画調査、水質試験、さらに計画対象施設の設計条件調査として、浄水場候補地の地形測量調査とボーリングによる地質調査、ならびに関連資料の収集等を実施した。さらに、これら基礎資料を検討し、DIMAと協議した。

DIMAとの協議の結果得られた基本的な合意事項は協議議事録としてまとめ、DIMA及び調査団、双方の代表者が署名し交換された。調査団の構成、調査日程、相手国関係者リスト、協議議事録、テクニカル・ノート、収集資料リスト等は[資料編]として巻末に添付した。

調査団は帰国後、国内作業において協議内容、現地調査内容、情報、資料等を解析し、本件協力の妥当性を検討の上、浄水施設の適切な規模と内容について基本設計を策定した。その後、無償資金協力調査部基本設計調査第一課、大久保久俊を団長として、平成5年11月2日より11月13日までドラフト・ファイナル・レポート説明のため調査団が現地に派遣され、基本設計の内容をホンデュラス国関係者に説明するとともに、その内容について協議が行なわれた。

本報告書は以上の経緯を踏まえ、基本設計の内容を取りまとめたものである。

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2.1 ホンデュラス国の概要

2.1.1 一般国情

1) 地理

ホンデュラス共和国は中米7カ国の1つで北緯13°～16°32′、西経83°～89°40′に位置しており、西にグアテマラ、南にエルサルバドル、東にニカラグア諸国と国境を接し、北はカリブ海、南は太平洋に面している。

国土面積は11万2千平方キロメートルで日本の約1/3である。地形的にはほぼ4つに区分され、東部の未開発の湿地帯、西部の山岳地帯、南北海岸沿いの平野部、そして中央部の高原地帯となっている。ただし、国土の約65%が山岳地帯で標高600m～1,500mの高原地帯に人口の約70%が居住している。

ホンデュラス国は地質学的には古生代のチョルティスブロック(BLOQUE CHORTIS)上に位置し、幾多の地殻変遷の結果、この地層は現在の中央アメリカを構成する一部となっている。そのため太平洋プレート、カリブプレート及びモタグアホコタン断層(MOTAGUA JOCOTANFALLA)等に取り囲まれているが、中米で唯一火山もなく地震の少ない国となっている。

2) 気候

地理的には熱帯に位置し、北部、南部の海岸沿いは高温高湿多雨であり、人口の最も多い高原地帯は比較的のぎやすい気候となっている。代表的な地域の気候と雨量は次の通り。

表-1 代表的な地域の気候と雨量(1952年～1991年間)

代表的都市	都市名	年最高気温	年最低気温	年平均気温	年間雨量mm
太平洋岸地域	アマバラ	35.3℃	27.6℃	28.6℃	2,000
中部高原地域	テグシガルバ	34.0	7.0	21.0	1,000～1,500
カリブ海岸地域	サンペドロスーラ	39.8	16.0	26.2	1,000～1,500

(出典：国立気象研究所)

また、当国は雨期(6月～12月)、乾期(1月～5月)に分かれ、雨期を冬と呼び、乾期を夏と呼んでいる。雨期には寒冷前線及びカリブ海洋上で発生するハリケーンの影響を受け、北部地区では道路切断、家屋の冠水等の被害が発生している。

3) 社会概要

①人口

ホンデュラス国の人口は次の様に推移している。

表-2 ホンデュラス国の人口推移(千人)

年	1989	1990	1991
都市	1,841,8	1,930,3	2,022,8
地方	2,763,0	2,827,5	2,893,1
計	4,604,8	4,757,8	4,915,9
増加率%	3.3	3.3	3.3

(出典: Banco Central de Hondurasの推定による)

注)、国勢調査は1978年と1988年に実施されている。

また、当国の主要都市人口は次の通り。

表-3 主要都市人口 (千人)

都市名	テクシガルパ	サンペドロスーラ	ラセイバ	Cholteca	エルプレグレン
人口	670.1	325.9	77.1	63.2	70.0

(出典: Banco Central de Hondurasの推定による)

②人種

人種の構成はメスティーソ(スペイン系白人と原住民の混血)91%、インディオ6%、黒人2%、白人1%となっている。

③言語と宗教

言語はスペイン語が公用語であり、宗教はカトリック教が98%を占めている。

④歴史と政治

ホンデュラス共和国の歴史は他の中南米諸国に見られるようにスペイン侵略以降の現代史のみが記録している。しかし、4~8世紀にかけマヤ民族によるユカタン半島から当国の北西部コパン市を中心としたマヤ文明が存在した歴史を持ち、コパン市内にその遺跡が残っている。その文明度の高さは(特に天文学の分野)マヤ天文学の暦として残っており、その正確さは16世紀発明されたグレゴリウス暦よりも正確であったと言われる。

ホンデュラス国はスペイン侵略以降、1539年グアテマラ総督領に編入され、1821年9月グアテマラ独立と共に独立し、1938年11月に単一の独立国家となった。それ以降、周辺諸国との紛争や国内の政局の不安定で揺れ動いていたが、1982年1月選挙の結果、民政への移管が行われ、自由党党首が大統領に就任して以来、現在に至っている。

議会は一院制をとり、主要政党は国民党(PARTIDO NACIONAL)と自由党(PARTIDO LI-

VERAL) である。現在の大統領は国民党の党首である。

2.1.2 産業と国内経済

当国の国内総生産、産業別国内総生産の動向は下記の通り。

表-4 国内総生産の動向 (市場価格)

年	1986	1987	1988	1989	1990	1991
計 (100万 La)						
時 価	7,617	8,305	9,251	10,334	12,540	16,406
1987年固定価格	4,460	4,729	4,947	5,159	5,164	5,281
実質年変化率 (%)	0.7	6.0	4.6	4.3	0.1	2.2
1人当 (La)						
時 価	1,689	1,782	1,927	2,088	2,454	3,113
1987年固定価格	989	1,015	1,031	1,048	1,011	1,002
実質年変化率 (%)	-2.4	2.6	1.6	1.6	-3.5	0.9

(出典: Banco Central de Honduras)

表-5 産業別国内総生産 (単位: 百万レンピーラ)

	1991年 価 格				1978年 価 格			
	1986	%	1991	%	1986	%	1991	%
農 業	1,400	20.6	3,375	24.0	1,072	26.5	1,314	27.9
鉱 業	114	1.7	153	1.1	83	2.0	65	1.4
製造業	972	14.3	2,424	17.3	606	15.0	709	15.0
建設業	286	4.2	623	4.4	177	4.4	225	4.8
電気・ガス・水道	229	3.4	417	3.0	82	2.0	134	2.8
運輸・倉庫・通信	462	6.8	797	5.7	334	8.3	414	8.8
商 業	915	13.4	1,747	12.4	507	12.5	563	11.9
銀行・金融・保険	1,033	15.2	1,892	13.5	505	12.5	639	13.6
政府及び防衛	608	8.9	1,050	7.5	314	7.8	280	5.9
その他のサービス	787	11.6	1,557	11.1	360	8.9	370	7.9
GDP(要素費用)	6,806	100.0	14,035	100.0	4,040	100.0	4,713	100.0

(出典: Banco Central de Honduras)

同国における主要産業は第一次産業であり、特に農業は国民総生産の約24%を占め、農業従事者は就業者数の約55% (表-6参照) を占めている。

表-6 農業人口 (1,000人)

年	総人口	内、農業 依存人口	生産 人口	内、農業 生産人口	(%)
1975	3,081	1,985	901	564	62.7
1980	3,662	2,283	1,076	651	60.5
1985	4,383	2,616	1,320	763	57.8
1988	4,830	2,804	1,481	832	56.2
1989	4,982	2,865	1,538	855	55.6
1990	5,138	2,925	1,597	879	55.0

(出典：F A O Yearbook, Production Vol. 44, 1990の推定による)

また、輸出額の80%が農産物で占められており、農業が重要産業となっている。(表-7 参照)

表-7 主要輸出品目 (100万ドル)

年	1986	1987	1988	1989	1990	1991
バナナ	256.8	321.8	345.3	343.1	365.7	342.0
コーヒー	322.1	199.9	192.1	190.9	183.9	155.0
エビ類	-	58.4	82.0	79.1	78.9	104.0
亜鉛	-	-	23.9	82.3	58.3	35.0
肉類	20.0	22.6	20.5	19.1	27.1	31.0

(出典：IMF International Financial Statistics : Banco Central de Honduras, Indicadores de Corto Plazo)

通貨単位は「レンピーラ」を使用している。1ドル=6.2レンピーラが公定レートであるが、現在(1993年8月時)の市中交換レートは1ドル=6.8レンピーラである。

国内経済は財政赤字、国際収支の悪化と問題も多いが、1987年世界銀行等国際金融機関の協力で経済構造調整計画が実施され、1991年には財政赤字は対G N P比4.0%まで低下している。ただし、公共料金の値上げ、公務費等の人員整理等国民の負担が増加し、生活苦を強いており、経済再建は当分の間の困難を伴うことが予想される。

2.1.3 援助動向

海外からの開発援助の状況は下表の通り。

表-8 海外からの開発援助総額 (100万ドル)

年	1986	1987	1988	1989	1990
二国間	243.8	225.4	255.4	204.7	383.1
うちU.S.A	179.0	155.0	158.0	105.0	218.0
多国間	49.2	41.2	81.1	47.8	88.7
うちIADB	16.8	6.3	38.4	14.7	53.3
合計	293.1	266.7	336.6	252.6	471.7

注：合計はラウンドにより一致しない。

(出典：O.E.C.D. Geographical Distribution of Financial Flows to Developing Countries)

また、水道事業に関する主な援助国（機関）及び援助額は次の通り。

表-9 水道事業に関する主な援助国（機関）及び援助額

援助国及び援助機関	金額(レンピーラ)	年度	有償、無償
米州開発銀行 (IDB)	1,960,297	1989	有償
米国国際開発庁 (AID)	12,954,555	1990	有償
世界銀行 (WB)	21,757,685	1990	有償
英連邦開発公社 (CDC)	2,988,212	1990	有償

我が国の水道事業に関する主な援助の案件名及び援助額（無償）は次の通り。

表-10 我が国の水道事業に関する主な援助

案件名	金額(百万円)	年度	種類
コバン川下流開発計画	1,260	1989	無償
コマヤグア県地下水開発計画 1期	1,108	1990	無償
コマヤグア県地下水開発計画 2期	394	1991	無償

我が国のホンデュラス国に対する経済協力は中南米中第3位であり、技術協力では多くの専門家や青年海外協力隊員が現在活躍中である。

2.2 ホンデュラス国の水道事業

2.2.1 水道事業の現況

当国の水道事業は厚生省に属するホンデュラス水道公社SANAA(Servicio Autonomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados)が管理、運営している。(唯一サンペドロスーラ市を除く)世界保健機構(WHO)のデータによれば保健衛生状況の基本指標は以下の通り。

表-11 保健衛生状況の基本指標(WHO:1985年)

	平均寿命 (年)	出生1,000人当 り幼児死亡率	人口100,000人当 り水系伝染病罹病率	安全な水の供給を 受けていない人口(%)	衛生サービスを受け ていない人口(%)
基本指数	62	80	4,462	55	72

また、5年間(1980~1985年)の全国の水供給(都市部給水、地方部給水)の推移は次の通り。

表-12 全国の給水状況

都市部給水				地方部給水			
都市人口(千人)		普及人口(普及率)		地方人口(千人)		普及人口(普及率)	
1980年	1985年	1980年 (千人、%)	1985年 (千人、%)	1980年	1985年	1980年 (千人、%)	1985年 (千人、%)
1,563	1,737	782(50)	804(46)	2,530	2,635	1,012(40)	1,186(45)

SANAAによれば、1988年全国の水道普及率は74%で、その内訳は762,117世帯が水道水の利用、259,292世帯が浅井戸、表流水浄水処理水等を利用しているとしている。つまり、水道普及率は大幅に改善されていると判断できる。なお、1人当たりの水の消費量の設計値と実績値は次の通りである。

表-13 1人当たり水需要量(1985年)

設計値		実績値	
都市(ℓ/人・日)	地方(ℓ/人・日)	都市(ℓ/人・日)	地方(ℓ/人・日)
150	75	150	80

2.2.2 水道事業の計画

ホンデュラス政府は国家開発計画(1987~1990年)を策定し、重要開発政策として、工業の振興と住民の生活環境の改善、特に上下水道整備に取り組んでいる。

水道事業部門においては基本的衛生整備計画として次の計画を策定した。

表-14 水道事業部門の基本的衛生整備計画 (単位: 件数)

年	1987	1988	1989	1990	受益人口
上水道	209	213	206	180	423,980
下水道整備	22	24	35	129	57,300
井戸	1,372	2,016	2,256	2,580	544,560
便所	23,919	40,160	42,560	46,800	920,634
浄化槽	46	52	59	67	1,344

上記目標の達成率について正確なデータはないが、関係者の話では約50%とのことであった。更に1990~1994年においては次のように策定した。

- 1) 1990年の地方における水供給不足63%に対して1994年までにそれを73%にする。具体的対策の実施方法としては、1,000の小規模水道の新設と8,000の井戸の新設。
- 2) 1990年の都市における水供給不足率52%に対して1994年までにそれを83%にする。その具体的対策の実施方法としては、100箇所の水道施設の新設と拡張となっている。

これらの計画の実施については経済的な裏付けが乏しく、前期の目標の未達成段階でもあり、完全実施は難しいと思われる。ただし、水道の整備は国民の生活環境上の基本的な必要事業であることの認識のもとに努力中である。

2.3 サンペドロスーラ市の水道事業

2.3.1 組織と事業内容

サンペドロスーラ市は1984年、市水道公社 (DIVISION MUNICIPAL DE AGUAS: DIMA) を S A N A A より独立させて当市直轄の組織として設立し、水道事業を所管させている。

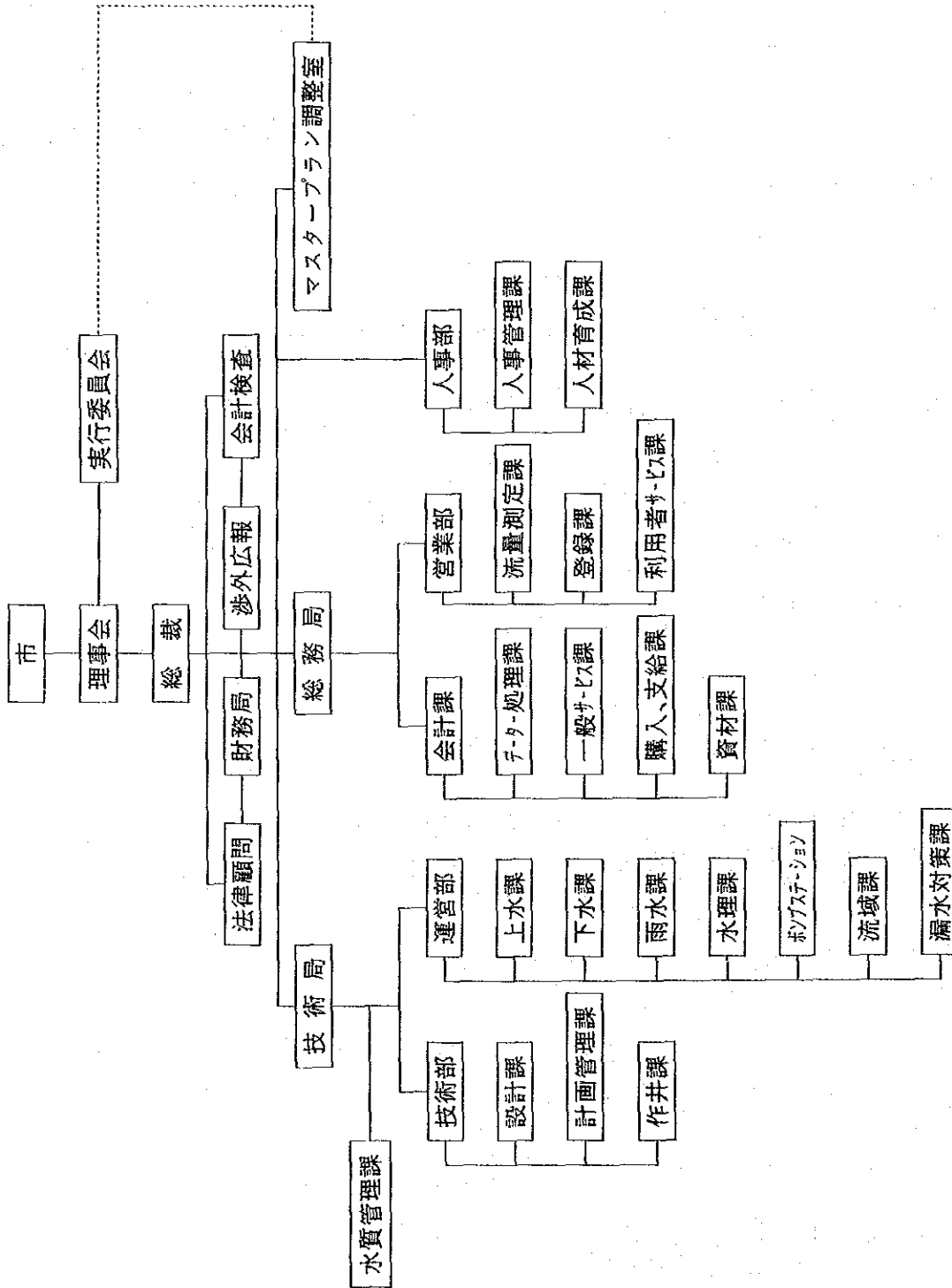
(1) 組織

主な組織としては、総裁の上部機構として理事会があり、計画・運営に係る最高意思決定機であり、総裁以下、技術部、総務部、人事部よりなっている。理事会 (JUNTA MUNICIPAL) のメンバーは7名より構成され、その内訳は、4名は市局より(市長を含む)、その他は、同国の厚生省、大蔵省より各1名の代表者と市民代表者1名となっている。DIMAの職員数は下記の通り推移している。(図-1 組織図参照)

表-15 DIMAの職員数

年	1990	1991	1992	1993
職員数	400	350	397	402

図-1 DIMA組織図



職員数402名の内訳は、

- ①総裁室（会計、監査、法律顧問）----- 17名
- ②管理部（人事課、総務課、営業課等）----- 150名
- ③技術部（計画課、技術課、水質分析課、作井課）----- 235名

技術者数は昨年までは34名であったが、現在15名と激減している。主な退職理由は民間企業に比べて給与が低い事のようなのである。

正常に水道施設の運転維持管理を行うには、日本や他国の水道事業を参考にすると、全従業員に対して10%程度の技術者が必要であると思われ、他に、施設の拡張に伴う技術員の増員と技術研修が不可欠と思われる。

(2) 事業内容

事業内容は水道事業及び水行政であり、上下水道事業の計画、建設、施設の維持管理、予算、運営等を独立採算制の公営企業体で実施している。

1990～1992年までの水道水の生産量と有収水量は次の通りである。

表-16 水道水の生産量と有収水量

年	1990	1991	1992
水道水生産量(百万m ³)	48.0	47.0	54.2
有収水量(百万m ³)	20.5	23.5	28.6
有収率(%)	43.0	50.0	53.0

メータ設置率が低く、有収率が低いのは漏水量ばかりでなく浪費量が多いことにも原因がある。漏水量の低減対策としては世銀の経済援助を受けて、老朽配管の布設替や新規配管の布設、メータ設置等の対策を行っており、市民に対して浪費量について啓発を行うとともに、メータの設置により料金を徴収することによって無駄に消費されている水量を低減させる計画である。この計画の目標として、漏水量及び浪費水量の合計を2000年に24%に減少させたいとしている。

D I M Aの給水人口等は次の通り公表されている。

表-17 D I M Aの給水人口

年	1990	1991	1992
行政区域内人口(千人)	361	375	392
給水人口(千人)	245	310	330
水道普及率(%)	67.8	82.7	84.2
下水道普及率(%)	54.8	62.4	68.9

下水道設備は集水管、ポンプステーションのみで、下水処理施設はない。

2.3.2 給水計画（マスタープランによる市中心部給水計画より抜粋）

1991年12月にD I M Aが調査した実際の給水状況の結果は次の通りである。

1) 水道水の生産量

井戸（地下水）	345 ℓ /s	
表流水	927 ℓ /s	
計	1,272 ℓ /s	= 109,901m ³ /日

2) 給水人口（給水件数から推定）

給水人口	182,260人
（内訳：未調整）使用水量測定人口（メータ設置）	106,871人
使用水量不測定人口（メータ未設置）	77,389人

3) 1人当たり1日最大給水量

測定対象者使用水量	29,507m ³	
不測定対象者使用水量	80,394m ³	
計	109,901m ³ /日	÷ 182,260人 = 600ℓ/人/日

よって、1人当たり1日最大給水量は上記給水人口で除すると約600ℓとなる。

4) 参考としてD I M Aによる別途推計の使用水量測定・不測定対象別の1人当たり1日平均給水量を挙げる。

	測定対象	不測定対象
所帯1人当たり使用水量	140 ℓ	140ℓ
その他、補足量	30	30
浪費量	30	533
漏水量	51	51
計	251 ℓ /人/日	754 ℓ /人/日

5) 浄水処理水の将来給水人口

D I M Aはメータの取り付け、浪費量の大幅削減を計画し、2,000年にはロス率を24%、（有収率を76%）を目標にしている。また、2000年以降の1人当たりの給水量の目標を210ℓ/人/日としている。WHOの基準及び周辺諸国と比較しても妥当と思われるもので、将来の1人当たりの給水量は210ℓ/人/日とする。よって、浄水処理水の裨益人口は下記の通り浄水場稼働予定の1996年の当市の行政区域内人口推定値では415,000人に対して約88,000人、2000年の行政区域内人口推定値499,000人、給水区域内（市中心部）人口308,000人に対して約90,000人と推定される。（図-2, 3参照）（人口推計は巻末の付属参考資料-4参照）

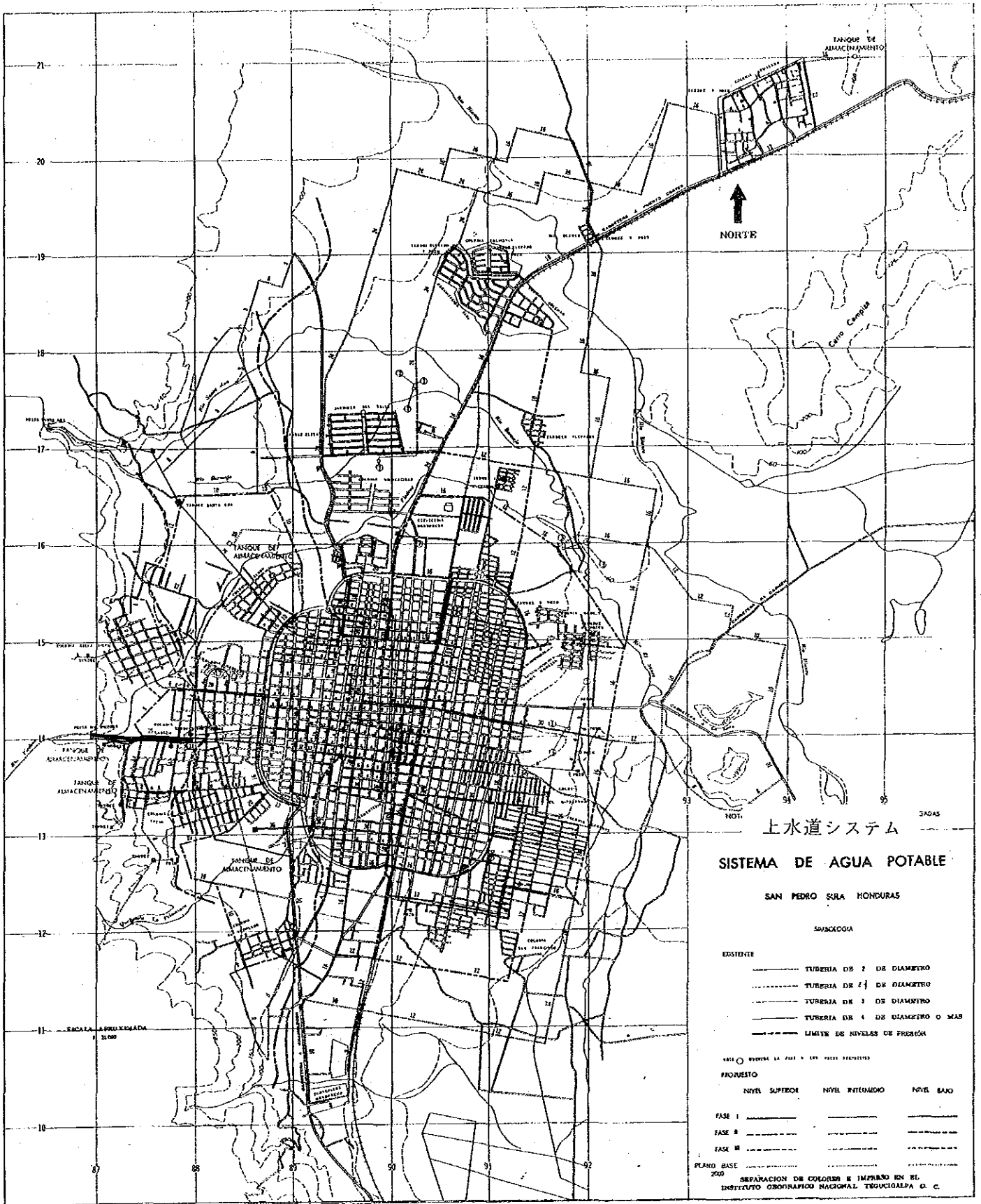


図-2 給水システム

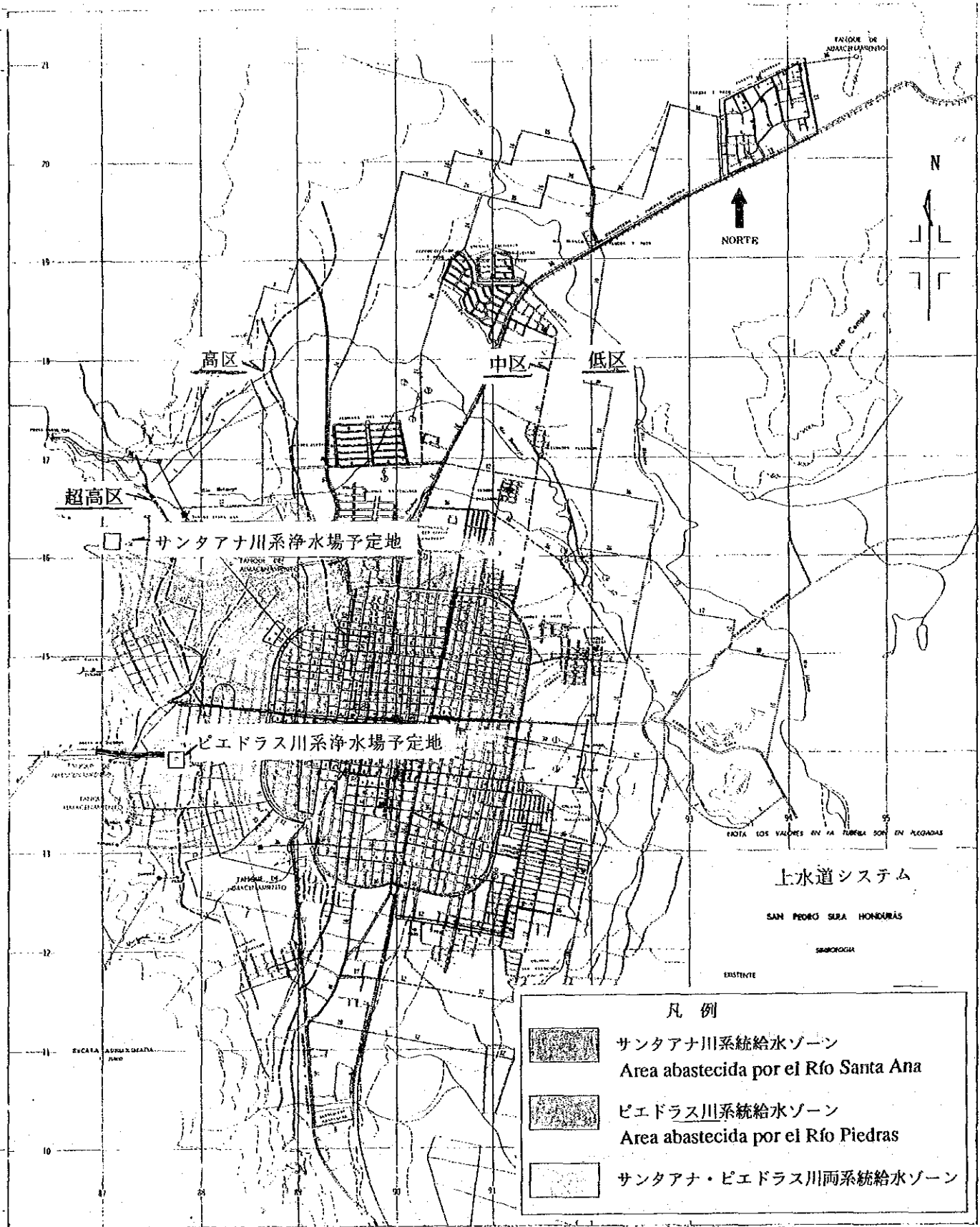


図-3 DIMA 河川表流水水源給水ゾーン

D I M Aの所管地域はサンベドロスーラ市の市域一帯であるが、給水区域は配管がなされている区域に限られ、主に市の中心部に給水されている。普及率の向上に対しては市内周辺部の配管網の拡充が必要である。

D I M Aの水需要推計で行われている1996年と2000年の値を参考として計算すると、

1996年	--	$25,000\text{m}^3/\text{日}$ (浄水処理量) \div $200\text{l}/\text{人}/\text{日}$ (給水原単位) \times 70% (有収率)
		\approx 88,000人 (給水原単位、有収率は1995年のマスタープラン設定値使用)
2000年	--	$25,000\text{m}^3/\text{日}$ (浄水処理量) \div $210\text{l}/\text{人}/\text{日}$ (給水原単位) \times 76% (有収率)
		\approx 90,000人

2.3.3 既存施設の概要

1) 取水施設

サンタアナ、ピエドラス両河川とも既に取水堰が設置されており、所定の水量が取水できる構造である。部分的には過去の大出水により、コンクリートが多少洗掘されているが、修理可能である。堆砂を取り除き、取水口の部分を十分に管理すれば、機能上問題は少ないと思われる。

2) 導水施設

両系統とも既存施設を有するが、特にサンタアナ川系は老朽化が進んでおり、部分的にジョイント部の老朽化や落石等の原因で14カ所以上の漏水が見られる。配管は山腹の管理道上に脚を設け布設されており、大雨時の斜面の崩壊での破損や、斜面部布設管の支持部の崩壊などが懸念される。ピエドラス川系は河川沿いに導水管が布設されているが、導水管を保護している護岸が一部崩れている。両系統共部分的な補修を行えば、当分は使用可能である。

両系統とも世銀のマスタープランによる資金で、布設替が予定されており、世銀によりルートは調査中である。既設導水管の口径は、

サンタアナ川系 ϕ 800mm

ピエドラス川系 ϕ 450mm

となっている。

3) 塩素注入設備

両系統とも所定の塩素注入を行う設備が設置されており、各原水に対して現在、1.5~2.5 mg/l程度の注入を行っているが、管末で残留塩素が検出されない地区も有る。塩素ポンベは屋根だけ付けた場所に保管されており、安全性が十分とは言えない状況である。なお、当プロジェクトにおいては新浄水場内の全取水量に対して塩素注入設備を設置する予定である。

4) 配水池

塩素注入後、それぞれ以下の容量の配水池に流入された後、市内に配水される。既存の配水池は蓋や導流壁は無く、底版と斜壁をコンクリート造としただけの単純な構造である。

世銀のマスタープランで蓋（屋根）を設置する予定となっている。配水池の容量は、

サンタアナ川系	2,935m ³
ピエドラス川系	896m ³ となっている。

5) 配水管網（以下、D I M Aの資料、聞き取り等による。）

①管の材質

配水管は古い管が多く、布設後30年以上の老朽管はアスベストセメント管が多い。現在では、給配水管共ビニール管が主に使われている。一部の給水管では亜鉛鍍鋼管も使われている。

配水圧は給水区域のほとんどで基準値程度となっているが、一部に低い地区もある。配水管の総延長は約500kmとなっている。なお、埋設深さの基準値は80cm、水圧基準値は40ポンド/インチ=2.8kg/cm²である。

②配水状況

夏期（乾期）は取水量が少ないため、一部市内で時間給水を行っていたが（2時間づつ）、今年から一日毎に給水区域を変えて制限給水を行っている。メータ設置率がまだ低いいため水の無駄使いも多く、供給量はロス水量を含め約340ℓ/日（日平均配水量ベース）と推定される。老朽管が多いため漏水が多く、実際の漏水率は約50%と推定される。

市の一部の地区では、配管不良のため雨期においても給水不良となっている。特にピエドラス川系統の配水区域では配管の整備状況が悪く、現在井戸水源系統が配水できない状況で、さらに、夏期（乾期）にはピエドラス川が渇水期のため水量が不足し、給水制限を行っている。（世銀のマスタープランで解消予定）

③管の管理

配水管維持補修工事は、D I M Aの直営で行っている。需要者への接続を行う給水工事の一部は専門会社が行っている。問題点として、

- ・タンクの総容量が足りない、しかも整備は遅れている。
- ・老朽管が多く、毎週同じ場所が壊れるような状況である。
- ・給水車が少なく、断水地域への給水が十分でない。
- ・盗水が多いが、その管理が不十分である。
- ・井戸ポンプの故障も多く、井戸ポンプの予備が無いため修理に時間がかかる。
- ・管内の錆が多く見られ、錆取り作業は行っているものの配水能力は落ちている。
- ・ポンプから砂等の異物が混入して、メータの故障が多い。
- ・専門職員が少なくなる一方で、高学歴の人材が不足している。

・屋外作業員の教育水準が低い。

他、多岐にわたる問題が寄せられた。

④井戸

67本の井戸が稼働中あり、全体で800ℓ/s（世銀資金によって掘削されたチャメレコンの井戸は含まず：市の南東部約10kmに位置）程度の揚水を行っている。揚水量が落ちている井戸や、地下水位が低下している地区もある。

D I M Aは1991年以降担当事務局を設けて井戸の水位調査を行い、その影響を調査している。今後、井戸ポンプの稼働時間が分かるように装置を付け、揚水量を記録する計画である。1991年から1993年までの調査では、市内で自然水位が4m低下している。地下水の賦存状況等の調査結果より600ℓ/sが適正揚水量と考えられている。現存井戸の各井の平均揚水量は、5ℓ/s～100ℓ/sである。世銀マスタープランでは市中心部の過剰揚水を中止すべく、チャメレコン、スンセリの井戸が稼働をはじめれば（世銀のマスタープランによれば2000年までに順次稼働予定）、市中心部の32本の井戸の使用を中止する計画である。水質はD I M Aの水質試験所が定期的に検査を行っている。細菌等で汚染が認められた場合は、その井戸を消毒している。

⑤塩素減菌について

(a) 残留塩素濃度

米州保健機構（Organizacion Panamericana de la Salud）の水質のガイドラインをD I M Aは適用している。遊離残留塩素は0.1mg/ℓ以上、コレラ等の消化器系伝染病の流行時で0.5mg/ℓで、過去（数年前）にコレラが流行したこともあり、現在は管末で0.5mg/ℓ以上の濃度が目標となっている。（WHOの基準も同様であるが、日本の基準では消化器系伝染病の流行時や水道施設が著しく汚染された恐れがある時等には0.2mg/ℓ以上となっている。：水道法施行規則等）

(b) 表流水

D I M Aではサンタアナ、ピエドラス両河川表流水に塩素注入処理のみを行い給水している。注入濃度は2.5～1.5mg/ℓで、D I M Aの市内各水栓で毎日残留塩素と大腸菌、一般細菌の測定を行っており、残留塩素濃度は1.0～0.1mg/ℓとなっている。一部断水の影響で残留塩素が検出されない箇所があるが、短期間で回復しているようである。しかし、細菌等による汚染が一部見られる。

(c) 井戸水

D I M Aでは井戸水源水に対しても水質試験を行っており、その頻度は2カ月に1回である。井戸には、塩素減菌を行っていないが、測定時に細菌等が検出された時には、塩素消毒等の措置を行っている。

(d) 塩素注入濃度

新規に建設される浄水場の処理水の塩素注入濃度は以上の結果より、管末での残留塩

素濃度が検出されない箇所があるため、所定の濃度に確保するためには更に0.5mg/ℓ程度の増加注入を行えるよう、3mg/ℓの注入容量を考えることが妥当と思われる。

6) 下水道

市街地を中心に径6"~12"の下水管が布設されている。下水の普及率はDIMA所管区域の約70%であり、下水は未処理のままエルサウセ川、チェテペ川と、ブロンコ川等周辺の河川及び排水溝へ放流されている。現在、当市(DIMA)により計画されている下水道の整備計画は、市の外殻部の下水管の布設及び集水管12"~54"の布設工事と下水処理場の建設である。(チョテペ処理場建設計画)

処理場はチョテペ丘とチョテペ川の間を建設予定地としているが、空港北部とフクトウマ湖の間に建設する案も検討されている。なお、既に一部下水集水管の布設工事は実施中である。(図-4参照)

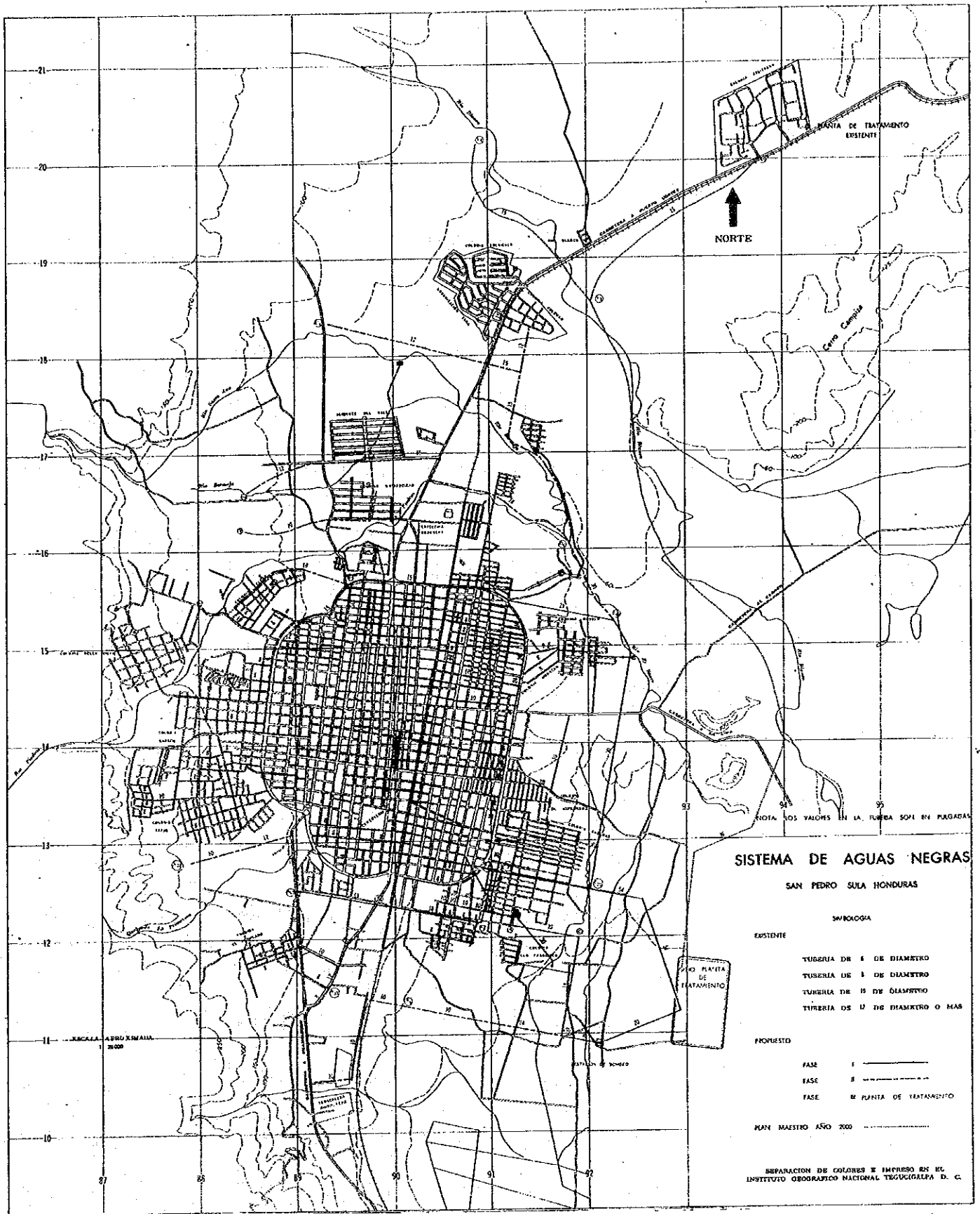


図-4: 下水道システム

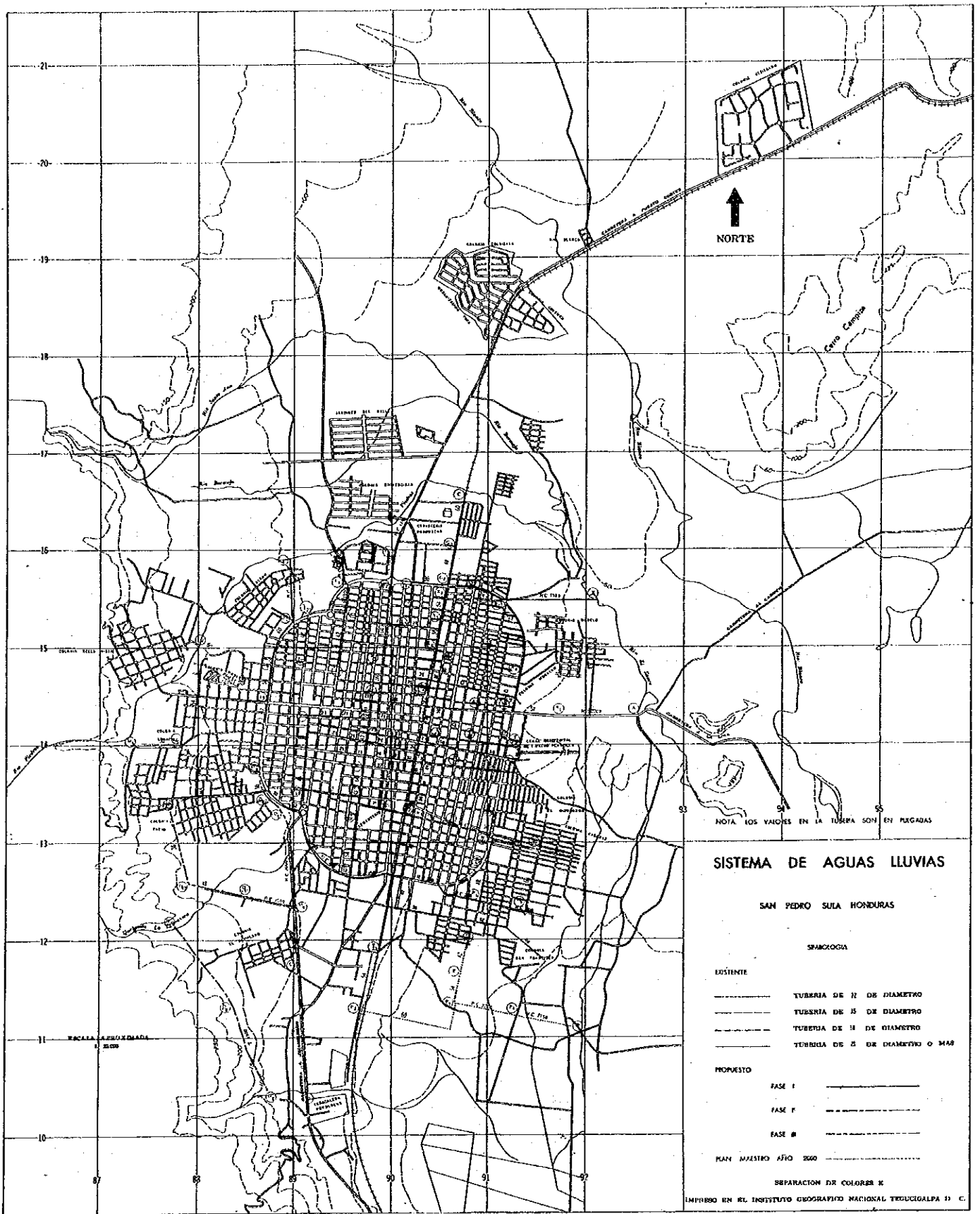


図-5 雨水排水システム

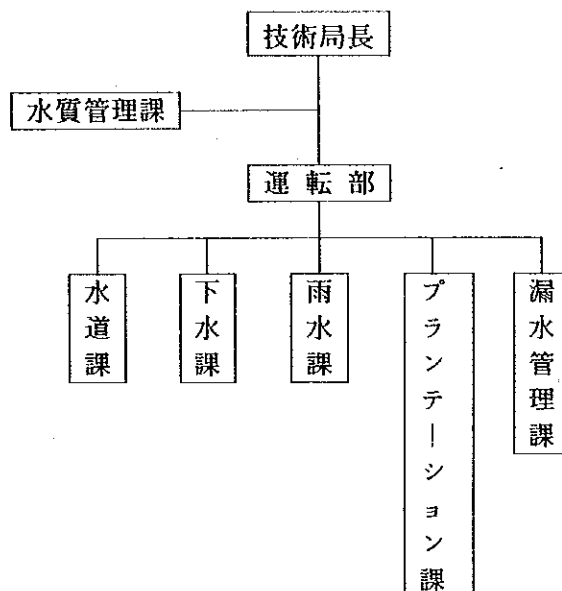
7) 雨水排水について

雨水用の排出管12"~21"は市中心部に布設されている。これらからの連結管φ1,500~2,000mmは南部外殻道路沿いに3期に分けて布設される計画である。(図-5参照)

2.3.4 施設の維持管理体制

施設の維持管理は技術部が実施しており、直接維持管理業務に携わっている従業員数は161名で、施設ごとの従業員数は次の通り。

図-6 維持管理組織図



- ・水質管理課 ----- 7名
責任者、微生物技師と化学者2名、その他測定者3名
- ・運転部 ----- 6名
責任者、運転総括
- ・運転部水道課 ----- 56名
技術責任者、管網監督者、配管工等
- ・下水課 ----- 18名
技術責任者、管網監督者、配管工、人夫
- ・雨水課 ----- 10名
技術責任者、管網監督者、配管工、人夫
- ・プランテーション課 ----- 55名
技術責任者、監督者、ポンプオペレーター他
- ・漏水管理課 ----- 9名
技術責任者、監督者、配管工等

2.4 要請の経緯と内容

2.4.1 要請の経緯

ホンデュラス共和国第2の都市サンベドロスーラ市には同国政府の工業誘致政策により、市内及び周辺近郊に新しい工場が続々と建設されている。特にカリブ海側のコルテス港への幹線道路沿いは各種産業の新興工業地帯となっており、これに伴い労働者の流入が激しく、周辺の人口も急増している。

サンベドロスーラ市水道公社D I M Aは、良質な飲料水を安定して供給することを目標としている。特に乾期の降雨量不足による河川水の取水量不足と急増する人口に対応すべく、2010年を目標とした上水道改善計画を立案した。この計画はまず、世界銀行と英国の協力を得てマスタープランを作成し、その後マスタープランに沿って事業を実施していくこととなっている。その内容は次の通り。

- ①南部地域及び西部地域に1.3万 m^3 /日クラスの井戸10本建設
- ②高架水槽3カ所（合計容量1万 m^3 ）の建設
- ③80kmの給水管網の設置
- ④河川水源改善工事
- ⑤D I M A組織強化

更に、河川水源の改善工事に伴い、井戸水源よりも経済的である河川水の有効利用を図るために浄水場の建設も計画した。マスタープランは地下水開発が対象となっており、浄水場の建設については資金が不足するため日本政府に対して無償資金協力を要請した。

要請内容検討の結果、日本政府はこの要請に応じて本年4月に事前調査団を派遣した。この計画がホンデュラス国の開発計画の中でも優先順位が高く、かつ、緊急性を要することが確認され、基本設計調査団の派遣となった。

2.4.2 要請の内容

ホンデュラス国から要請された主な内容は緩速濾過式浄水施設2カ所建設である。1カ所はサンタアナ川（グラシィアスアディオス地区）周辺で、浄水処理能力1.5万 m^3 /日の浄水場の建設、もう1カ所はピエドラス川（リオピエドラス地区）周辺で浄水処理能力1.0万 m^3 /日の浄水場の建設である。その主な施設は、次の通り。

- ①原水調整池及び付属機材
- ②緩速濾過池及び付属機材
- ③流量調節装置及び付属機材
- ④塩素注入設備及び混和池並びに付属機材
- ⑤その他必要な施設並びに資機材。

第3章 計画地域の概要

第3章 計画地域の概要

3.1 計画対象地域の自然条件

3.1.1 位置

サンペドロスーラ市は首都テグシガルバから空路30分、陸路では当国の幹線道路である中央アメリカンハイウェイで距離にして246km、約5時間のところに位置している。

当市は東西20km、南北80km、面積1,820km²のスーラ盆地の中にあり、カリブ海に流れ込む2大河川ウルア川とチャメレコン川の上に位置している。また、カリブ海の主要港であるコルテス港までは約60km、車で約1時間の距離にあり、米国との貿易面でも大変有利な場所に位置している。

3.1.2 気候

地理的には熱帯に属し、しかもカリブ海に近いため高温多雨多湿地区に位置する。特筆すべきは年間を通じて湿度が80%以上と高く、良好な気候環境とは言えない。各月の気候状況は下記の通り。

表-18 各月の気候状況
(サンペドロスーラ市内)

月 別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
温 度 (°C)	最 高	37.6	34.6	38.9	39.8	38.3	37.2	37.8	36.6	34.0	32.3	32.2	30.0
	最 低	16.0	16.0	20.0	21.6	20.9	22.6	21.9	21.5	23.0	23.2	21.6	21.6
	平 均	23.8	23.7	26.1	28.2	28.2	27.4	27.8	27.2	27.1	26.4	24.5	23.5
降 雨 量 (mm)	51.3	88.4	15.0	44.7	66.3	110.0	90.2	165.6	245.6	138.7	257.8	152.1	
湿 度 (%)	89	88	86	82	78	84	86	87	86	88	86	88	

3.1.3 地形・地質

地形 サンペドロスーラ市はチャメレコン川とウルア川の開析した沖積平地の西縁にあり、西に標高1,000mを越す山地を控え、北及び東側をピエドラス川、サンタアナ川に囲まれている。ピエドラス川、サンタアナ川はチャメレコン川の支流であり、同地域では大きく北から南に流れている。

地質 西方の山地は中央アメリカ大塊の基盤を形成する古生代のカカグアパ片岩群からなり、北及び東側の大地は第三期の花崗岩から成っている。サンペドロスーラ市はピエドラス川、サンタアナ川の氾濫原堆積物である沖積層上に位置している。市の北西約10kmにはチャメレコン断層、また南方10kmにはアグアン断層が東西方向に走っている。

(図-7参照)

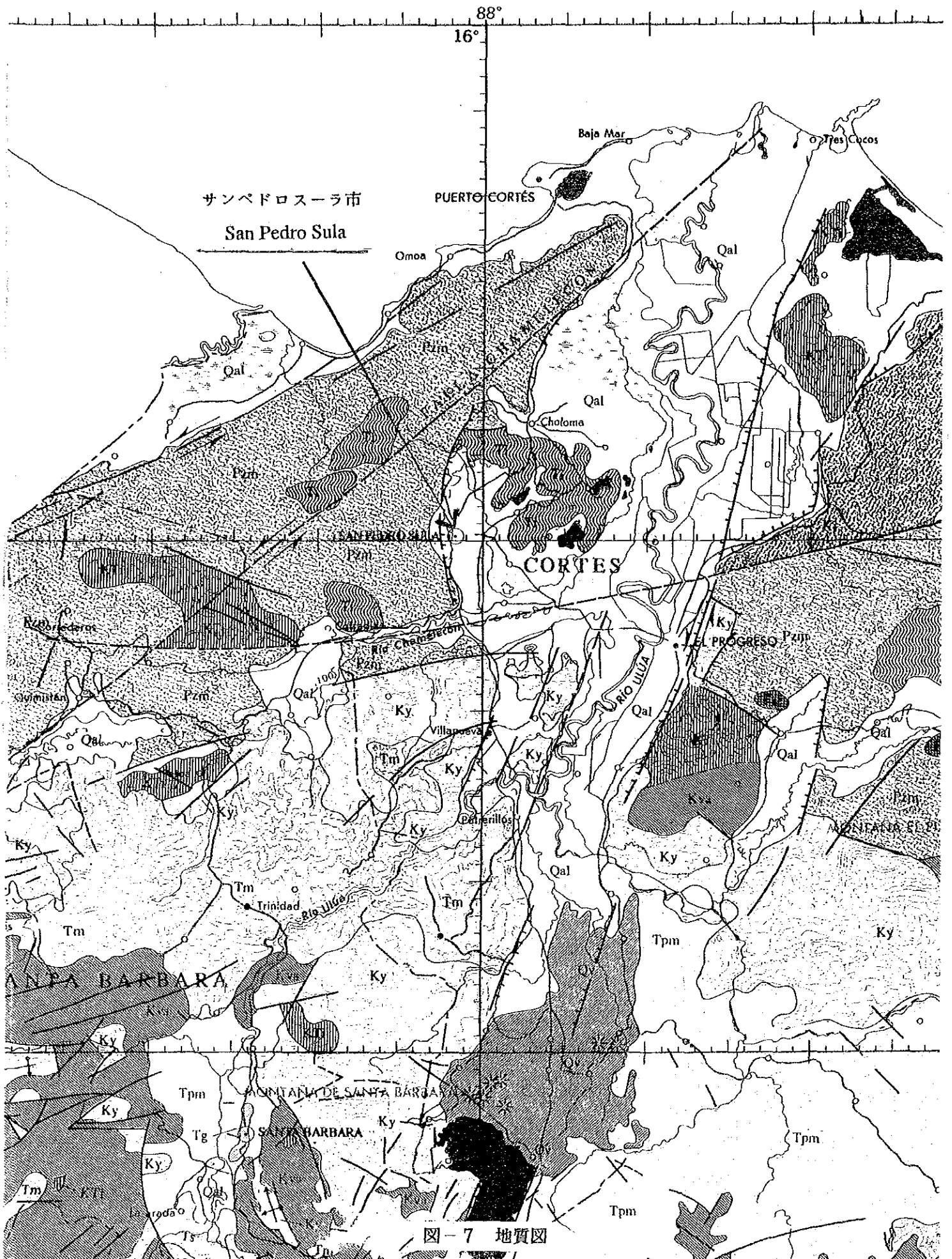


図-7 地質図

3.2 人口

サンペドロスーラ市の人口は1978年と1988年の国勢調査の結果、1978年は150,971人、1988年は、287,351人となっている。市統計局は、このデータを基に人口の増加率を4.7%として下記の人口の予測を行っている。

表-19 サンペドロスーラ市の人口

年	市の人口	DIMAの給水 区域内人口
1978年	150,791	124,495
1988	287,351	177,572
1993	361,601	223,455
2000	498,852	308,272
2010	790,186	430,283

この予測値については、過去世銀等によって3回調査が行われており、1992年米州保健機構の再レビューの結果報告を加味して、正確であると判断した。2000年で約50万人、2010年では79万人となる。

3.3 社会環境

(1) 交通

当市における主な交通手段は車輜であって、鉄道は市北部よりチョロマを通してコルテスの港まで通じているが、これは主に荷物の運送用である。自動車の普及が年々高まってはいるが、全て輸入車で高価格であり、なかなか一般市民には手が届かないのが現状である。市民の足はほとんどがバスで、バス網は道路整備（幹線道路）が行き届いている為、遠距離間から市内の運行まで整備されている。首都テグシガルバへは、バス会社四社が運行しており、又、港町コルテス、隣国グアテマラ、エルサルバドルへも容易に旅行することができる。

空路は、国内便は勿論、外国便（特にアメリカ）も毎日運航されている。

(2) 通信

電話通信システムは整備されているが、普及度は低い（100人に1台程度）。国際通話も可能であるし、数は少ないが公衆電話も設置されている。

DIMA内の通信は無線システムを導入している。

(3) 電力

水力と火力の比率が原油の値上がりを機に水力発電に傾いている。最近ほとんど停電はなく、電力供給は安定している。又、現在、ウルア川支流ウムヤ川エルカホンでは水力発電用のダムが建設中であり、このダムが完成したあかつきには電力事情は大幅に改善されると思われる。

3.4 社会・経済状況

当市は既に述べたようにスーラ盆地内に位置しコルテス県の県都である。政府と米州開発銀行の資金を基にして「スーラ盆地総合開発計画」(農業開発、水力発電、水資源開発、浄水事業等)が策定されており、当国においてスーラ盆地の開発は大変重要なものになっている。その理由は、この地域がバナナ生産の60%、さとうきび75%等、農産物の全輸出の70%を産出し、GNPの40~50%を占めているからで、サンペドロスーラ市はこれらの周辺地区の商業の中心地である。一方、政府の工業誘致策とアメリカ合衆国に近いとの地理的条件より、多くの工場が建設されて、この国第一の商工業都市となっている。それに伴いインフラの整備も着々と進んでおり、経済状況は非常な活況を呈している。

第4章 計画の内容

第4章 計画の内容

4.1 計画の目的

サンペドロスーラ市における世銀のマスタープランに基づく給水計画では、市郊外に建設した新設井戸の地下水源を主体とした計画となっている。現在の給水は、井戸水源とサンタアナ川、ピエドラス川の両河川表流水を水源として行われている。この河川の水源は両方とも山間部に近い配水拠点より市内に自然流下で給水できるので、市内より標高的に低い河川流域から揚水しポンプ加圧による配水を必要とする井戸水源に比べて、給水コストが安価となる水源である。（同じ水量のチャメレコン井戸の動力費と比較すると、浄水に要する経費はその2分の1以下となる：4章の3.5維持管理計画で記載）よって、水量水質ともに安定して、最大限に河川表流水の利用を図るため、この河川表流水を第一位に優先される水源として、浄水場を新規に築造し、水源量の不足する分については、井戸水源により補完しようとする計画である。

4.2 要請内容の検討

4.2.1 計画の妥当性、必要性の検討

(1) 浄水方式

ホンデュラス国から要請された内容は2箇所の原水調整池を含めた緩速濾過式浄水施設の建設である。1箇所はサンタアナ川の表流水を水源とし、もう1箇所はピエドラス川の表流水を水源としている。この水源水質の特徴としては雨期に色度が高く、特に降雨時、降雨後にその値が大きく変動することである。濁度についても色度ほど持続時間が長くないが大きく変動する。さらに、サンタアナ川、ピエドラス川の原水を日本へ持ち帰り水質分析した結果、高い色度の原因は腐植質（フミン質：今回の原水水質はこのうちフミン酸が主要成分）と考えられ、フミン質の除去については上記の処理方法では困難と判断した。また、色度はWHOの水質基準値（15°以下）を上回る濃度での流出時間が長い（降雨時）、取水を停止をした後、緩速濾過池との一般的な組み合わせである普通沈澱池の標準容量の8時間分の貯留水を底部流出させたとしても（水温が高い場合、水の粘度が低く粒子の沈降は早くなるが）十分に対応できない状況である。濁度については色度と同等以下に扱えるので、色度の除去をWHOや同国の水質基準（5°以下）に適合することを目標として、急速濾過方式を採用することが妥当であると判断された。

(2) 処理容量

要請にある浄水施設の処理能力はサンタアナ川系で1.5万 m^3 /日、ピエドラス川系で1.0万 m^3 /日であった。この処理容量について、過去の取水実績や実測河川流量、降水量を比較検討した結果、当該河川の安定取水量程度に相応すると判断され、通年で浄水場の稼働が可能

な量であり、要請の処理容量が妥当として採用した。しかし、これらの河川表流水水源は標高的に当市の上部に位置し、自然流下の配水が可能なため、従来から可能な限りの水量を取水、塩素滅菌のみを行い市内に給水している。本事業が完成後も引き続きできる限りの水量を利用した方が有利と判断されるため、この水量についても、浄水処理水の他、塩素滅菌処理のみの水量を加えて給水できるよう施設配置を配慮した。また、将来的には豊水位期の水量も浄水処理できるよう、施設の拡張を考慮して施設配置も行った。これにより、将来的にも効率的な水源利用を考えた浄水場の使用を図ることが可能となる。

(3) 処理機能の検討

当市においては浄水処理の導入は初めてであり、財政的にも逼迫した状況にあるため、急速濾過方式の検討については、そのシステムの中で可能な範囲で機械設備を省略、手動化した。特に濾過池においては重力による逆流洗浄を用いた自然平衡型の濾過池を採用し、逆流洗浄の回数が多くても経済的となるように省エネルギー化した。薬品注入設備においては注入ポンプの故障時に重力による注入が行えるよう水位的な施設配置を考慮した。これにより当市の置かれた財政的、技術的な制約条件の下でも維持管理が可能な施設となる。

(4) 計画の必要性、将来性の検討

急速濾過方式では薬品の注入量や運転の状態（適正な運転の割合）に相応して良質な浄水水質が得られる。「ホ」国を代表する大都市の一つであり、今後とも発展性のある当市にとって水質基準に合致する良好な水道水の供給は、市民生活向上や業務用水を使用する産業の発展の上で必要な施策であり、将来性のある計画でもある。

しかし、今回水質において、色度の高濃度時や、含有率は小さいと思われるが、ブルボ酸等の除去を含めた完全なフミン質の除去を行うためには活性炭処理等の高度処理の併用が必要である。これは将来的な問題として当市の発展状況に沿い、水需要者の要求や財政的、技術的な問題の改善に相応して水質改善の割合いがゆだねられる。

以上によりこの事業計画は妥当であり、当市の水道事業にとっても是非とも必要と判断される。詳細条件の検討については5章の設計条件の中で記述する。

4. 2. 2 浄水方式と運転経費の比較検討

(1) 浄水方式比較検討事項

表-20 浄水方式比較検討事項

比較項目	サンタアナ川			ピエドラス川		
	緩速濾過	緩速濾過 (凝集併用)	急速濾過	緩速濾過	緩速濾過 (凝集併用)	急速濾過
水質面						
色度						
WHO 15度以内	×	×	◎	△	○	◎
米州保健機構 5度以内	×	×	◎	×	×	◎
過マンガン酸カリウム						
消費量 12mg/ℓ	×	×	◎	×	△	◎
BOD 2mg/ℓ	◎	◎	◎	◎	◎	◎
大腸菌群 1,000個	△	△	◎	○	○	◎
濁度 10~30度以内(取水停止の 対応をとることを考慮して評価)	○	◎	◎	○	◎	◎
費用面						
維持管理費用						
修繕費	◎	○	△	◎	○	△
薬品費	◎	△	△	◎	○	△
電力費	○	○	△	○	○	△
人件費	△	△	○	△	△	○
建設費	○	△	○	○	△	○
総合評価	×	×	◎	×	○	○

評価段階	水質面	マーク	費用面
	良好	---	◎ 安価
	可能	---	○ 一般的
	どちらとも言えない	---	△ 比較的高価
	困難	---	× 高価

(2) 浄水方式の比較検討

1) 水質面

①色度

色度成分は凝集試験の結果、主にフミン酸が主成分と推定されており、この処理を行うためには酸性側での凝集沈殿が必要である。しかし、酸性側でフミン酸に凝集剤を注入しても良好なフロックが得られず、キャリアオーバーが多くなることが予測される。(マイクロフロックの形成) ほぼ雨期の全期間にわたって色度が高い状態で持続時間が長いため、濾過池にキャリアオーバーが多く、目詰まりが早く進行すると思われる。これに対応するためには、急速濾過方式が適切となる。(マイクロフロック法による急速濾過池の運転)

色度除去の水準で判断すると、サンタアナ川は雨期において色度が高く(平均20~35度)、WHOの15度以下という基準以下の水質で給水するのは、緩速濾過方式では運転管理上困難である。ピエドラス川では色度15°以下の日もあり、降雨が少ない時期には運転次第でWHOの基準以内で給水する事も可能であるが、色度除去のため凝集剤を注入した場合には砂掻き等の作業は繁雑となる。その場合、緩速濾過の本来の生物酸化機能を得るために生物膜の養生を行い、適正に濾過池を管理できる日数的な余裕をとるのは困難である。

また、サンベドロスラー市が採用している水質基準である米州保健機構の色度5°以内の基準を満たすためには硫酸アルミニウムを多量に使用する必要があり、その場合濾過池の目詰まりの頻度が早くなることから考えて、急速濾過方式が最適と思われる。

高濁時に色度成分と濁度成分を一緒に除去できれば良好な処理を行える。しかし、この場合、濁度の持続時間は色度より短いため有効な対策とはならない。多くの緩速濾過方式が急速濾過方式に転換されて行く過程で、一時的な凝集剤の注入やケイ素成分等の濁質を凝集補助剤として添加することは過去の例であった。しかし、そのような凝集補助剤を使用して緩速濾過池で濾過を行う場合は、通常の急速濾過池でマイクロフロックを除去する方法が現在では実用的であり一般的である。

②過マンガン酸カリウム消費量

過マンガン酸カリウム消費量も、フミン質等の有機質含有の度合いを示すもので、今回は、色度の成分の確認のため計測。色度と同等である。

③BOD

BODの値は低く、どの方式を採用しても特に問題は無い。

④大腸菌

大腸菌は降雨後のサンタアナ川で一時高くなり、緩速濾過方式では負荷が多くなる心配がある。沈澱池において濁度成分と共に除去できれば問題は少ないと思われる。

⑤濁度

濁度に関しては、急速方式では対応可能である。緩速濾過方式では十分な沈澱池を考慮しており、極度に濁度が高い場合を除き問題は無いと考えられる。

2) 費用面

①維持管理費

維持管理費用の内、修繕費に関しては、急速濾過方式の方が洗浄設備や薬品注入設備が複雑となるため、その分割高となる。

②薬品費

急速濾過方式では色度成分の除去を薬品凝集沈澱池と濾過池によって行うことができるため、十分な色度の除去を考えることができるが、薬品使用量は多くなる。

しかし、緩速濾過方式では薬品の注入にも限界があるため、色度の除去を完全に行うことが期待できないが、その分の薬品費は少なくなる。生物膜による処理が緩速濾過の重要な機能であるため、今回はその機能に対して十分な効果を期待できる水質ではない。

③電力費

急速濾過方式ではフラッシュミキサー、濾過池洗浄ポンプ、薬品注入設備等の電力を必要とする。緩速濾過池では池の面積が急速濾過池の数十倍となるため、夜間運転時の保安電力を多く必要とする。急速濾過池の機械設備の導入程度にもよるが、双方比較すると急速濾過池の電力消費量が若干多い。

④人件費

緩速濾過方式の方が人員を多く必要とする。緩速濾過方式で多量の凝集剤を注入した場合、過去の実績より、通常の濁度処理のためにおいても、月に2回以上の砂掻きが必要と考えられる。それに対応するためにはかなりの要員が必要である。実際に、月2回以上の砂掻きを行った場合、濾過池の予備数が十分に無く、稼働中の濾過池の濾速の損失が早くなることから考えて、浄水能力の低下をまねくと考えられる。また、生物膜の養生のための日数も必要である。よって、人員増や補助機械の導入だけでは完全な対応は難しい。

④建設費

一般的には緩速濾過方式が割高となる。同等の基準では比較できないが、今回は「ホ」国の経済状況により、コンクリート構造物関係が割安にできるため、差は小さい。しかし、用地は限られており、急速濾過方式はスペース面で管理施設の充実や、将来的に施設の拡張が可能となり有利である。

(3) 総合評価

緩速濾過方式では生物膜による濁質、アンモニア性窒素の硝化や殺菌等が主な処理機能となり低負荷の水質が対象である。今回主な処理目標とする色度の除去と機能が異なるため、良好な色度除去が得られない。その場合でも池を稼働させるための清掃や砂掻きの要員は必要であり、人件費の分の効果を期待するのは難しいと考えられる。

また、急速濾過方式、緩速濾過方式とも、年間約100万レンピーラ以下の運転経費の増加（水道事業収入の10%以下、急速方式では79万レンピーラ、緩速濾過方式では62万レンピーラ）が予

想される。しかし、これは、同水量のチャメレコン井戸の動力費の半分以下と推定される。有効率の向上を図っていくことで水道事業の経営の健全化を図ることが可能で、井戸水源と同等の良好な水質が得られる事を考慮すると、将来的にも急速方式を採用するのが最良と考えられる。

・サンタアナ川について：

雨期を通じて色度が高く、十分な色度除去（WHOの基準以内）を行うためには、浄水処理方式で判断すると急速濾過方式が適切である。費用面では多少運転経費が高くなる。

・ピエドラス川について：

水質的にはサンタアナ川より良好なため、WHOの基準以内で、緩速濾過方式でもある程度の対応は可能である。しかし、通常の運転が可能な範囲での処理では、水質が改善される程度は低いと思われ、一般的な井戸水源のような良好な水質は得ることは難しく、急速方式が有利と思われる。

参考資料 濾過池の機能対比

表-21 濾過池機能対比表

		緩速濾過池	急速濾過池
標準値	濾過砂粒径	0.3~0.45mm	0.45~0.7mm
	砂層厚	70~90cm	60~70cm
	濾過機能	生物膜酸化 砂層表面濾過（一部内部） （微粒土粒子等を抑留）	砂層表層による濾過 （一部内部） （フロック等を抑留）
	養生	1~2週間（生物膜育成）	不要
	濾過速度	5m/日	120m/日
	洗浄間隔（標準）	30日	48時間
実用値	実用キャリオーバー量 または濁度	濁度最大10度 （凝集剤への対応不良）	通常フロックの量の20% 以内がキャリオーバー
	限界濾過損失水頭	30cm	30cm
応用	色度除去（腐植酸）	前処理で対応	濾層内部40cmまででフロック を抑留する。
	マイクロフロック法	対応不能	対応良好

4.2.3 実施運営計画

D I M Aの財政状況は世銀の会計監査報告によると次の通りである。

表-22 D I M Aの財政状況

実績値	総収入(百万)	総支出(百万)	収益率(%)
1990年	L. 11.4	L. 11.0	3.1%
1991年	L. 16.0	L. 14.6	8.4%
1992年	L. 21.6	L. 19.7	8.8%

(1 L : レンピーラ = 約¥17.6 1993年8月現在)

D I M Aは有収率が約53%と現状では厳しい財政状況である。現在、メータの設置率は20%で、メータで計量されていない需要者に対してはロット料金制となっているため、無駄に消費される水量も多い。(世界マスタープランによりメータ設置を実施中、完了予定は94年となっている。)

また、漏水も約50%と報告されており、高い電力代金を払って井戸から揚水しても半分は地下に漏れていることになる。これらより、自然流下で配水ができる河川水源の使用は、財政上不可欠である。

今回浄水場の建設により、若干の人件費、電力費や薬品費等の増加があるが、メータの設置等により有効率を向上させ、今後の財政の健全化を図ることとなっている。

財政事情が好転すれば、自助努力によりに経済的に有利な河川水を更に有効に利用するため浄水場の拡張(例えば凝集池、薬品沈澱池、濾過池のもう1系列の拡張)が可能となる。(用地的にはサンタアナ川系で施設配置を配慮したが、ピエドラス川系では隣地の買収が必要となる。

4.2.4 類似計画との関連性についての検討

本計画は特に世界銀行の援助事業と密接な関係にあり、本計画が効果的に運営されるためには世銀の援助内容について熟知する必要がある、ここで検討する。

マスタープランの内容については要請の経緯で既述しているが、下記の通りである。

(1) 井戸

南部地域及び西部地域に1.3万m³/日クラスの井戸10本を建設。

チャメレコン地区6井、スンセリ地区4井は既に国際入札の結果、メキシコの業者によって削井工事は終了している。揚水試験の結果は、

$$\text{チャメレコン} \quad 150\ell/\text{s} \times 6 = 900\ell/\text{s}$$

$$\text{スンセリ} \quad 100\ell/\text{s} \times 4 = 400\ell/\text{s}$$

$$\text{計} \quad 1,300\ell/\text{s}$$

1日当たり11.2万m³の地下水源を確保している。現在、チャメレコンの1井のみが稼働して、周辺住民へのサービスを行っているだけである。井戸からのタンクまでの導水管は設計済みの段階である。

(2) 配水池（合計容量1.0万 m^3 ）の建設

1995年10月までに建設を終了させるべく、現在設計中である。今後のスケジュールは年末までに入札図書の作成を行い、入札業務を実施し、タンクの建設は94年6月に開始し、1年間の工期を予定している。

(3) 80kmの給水管網の設置

配水地域が標高差によって4地域に分かれており、布設工事はⅠ期、Ⅱ期とに分かれている。Ⅰ期工事は高区給水区に対しての配管設計がまず93年6月から行われ、工事は93年12月開始予定である。Ⅱ期工事は94年10月に開始予定で、工事期間は6カ月を予定している。浄水場の完成時までには給水管網の布設は終了している予定である。

(4) 河川水源改善工事

取水口の改善工事と取水口より既存の配水池までの導水管の布設替え工事は現在、設計中である。93年9月に入札図書が完成し、業者選定、その後工事に着工するが、この工事が最も浄水場建設工事と関係が深く、世銀関係者及びD I M Aのマスタープラン担当者と協議を重ね、浄水場完成までには取水施設の改善と導水管の布設替えを完成させる旨の協議をおこない、議事録に記載した。今後、更に工程に関してはお互いに話し合いが必要である。

(5) D I M A組織強化

経営強化と技術研修により技術力の向上を図り、維持管理用の機材の購入を推進し、活用を図る。メーターの購入と取り付けは94年の9月までに実施する計画となっており、このことは、料金徴収率を向上させるため、健全経営に大きく貢献し、浄水場の運転維持管理費用にも寄与することが予想される。

4.2.5 技術協力の必要性

本計画に対するホンデュラス側責任機関はサンペドロスラー市であり、完成後の施設運転管理は当市水道公社D I M Aが当たる。D I M Aは今回導入する、薬品処理、凝集沈殿／急速濾過方式の処理施設の運転経験は無いため、施設完成後の初期には技術職員の研修や訓練を十分に実施する必要がある。一方、テグシガルパをはじめ、地方都市の水道事業を管轄しているS A N N Aは、急速濾過式浄水場による浄水システムの運営経験もある。施設完成後は、S A N N Aで訓練を受けて、D I M Aが施設の運転管理を実施して行くことが可能である。しかし、S A N N Aも今回導入される急速濾過式浄水場に対する経験は限られたもので、色度に対する問題はS A N N Aにはないようである。本計画が円滑に実施運営されて行くことを考慮して、D I M Aから選

抜かれた技術者数名に対し、類似施設の運転操作に関する研修を日本で実施することが望ましい。また施設完成後、D I M A 職員の運転経験が浅い時期に、日本の技術者により、河川原水の変化に応じた施設運転方法を実地指導することができれば、より効果的なプロジェクト実施が可能となる。

4.3 計画の概要

4.3.1 実施機関運営体制

本プロジェクトのホンデュラス国側の実施機関はサンペドロスーラ市水道公社 D I M A で、財政的に独立した地方公営企業体となっている。

D I M A は 7 人の理事会の下、総裁を長として組織運営されている。組織は技術、行政管理、人事管理の 3 つの部門に分割され、それぞれに部長を配している。技術部はさらに技術管理、マスタープラン、井戸掘削、上水道施設課等の 14 課に分けられている。行政管理部は会計課と営業管理課等の 11 課に分けられ、人事部は人事管理課と研修課に分けられている。これらの外に、全体を補佐する法律顧問や、内部監査の部門等が配置されている。1993 年 8 月現在、総裁以下、総勢 402 名の職員が在籍している。

現在、取水、塩素注入、配水池、給配水管等の既存施設の運転管理は技術部門の管理課が担当しているが、本計画の完成後も引き続きここが施設の運転管理に当たる予定である。浄水施設が新規に建設されると、ピエドラス川系の浄水場の建設予定地に有る既設配水地の管理要員約 2 名は新規施設の運転要員に組み入れることができ、また、技師等は現存の管理担当部門からの異動による配属になると思われる。D I M A 全体では新規運転管理要員 17 名のうち 15 名の職員の配置換や新規雇用による増員が必要となる。配置転換によってできた他部署の欠員は職種別に補充が必要となる。その他、場内整備には適時臨時雇用を考える。

また、現在、職員は浄水施設の運転管理についての経験は無く、本計画施設の完成後の施設運営に従事する技術者は、現職の中から選抜して浄水技術に関する研修を行うことが必要である。

新規浄水場の運転管理体制は図-8の通りとする。

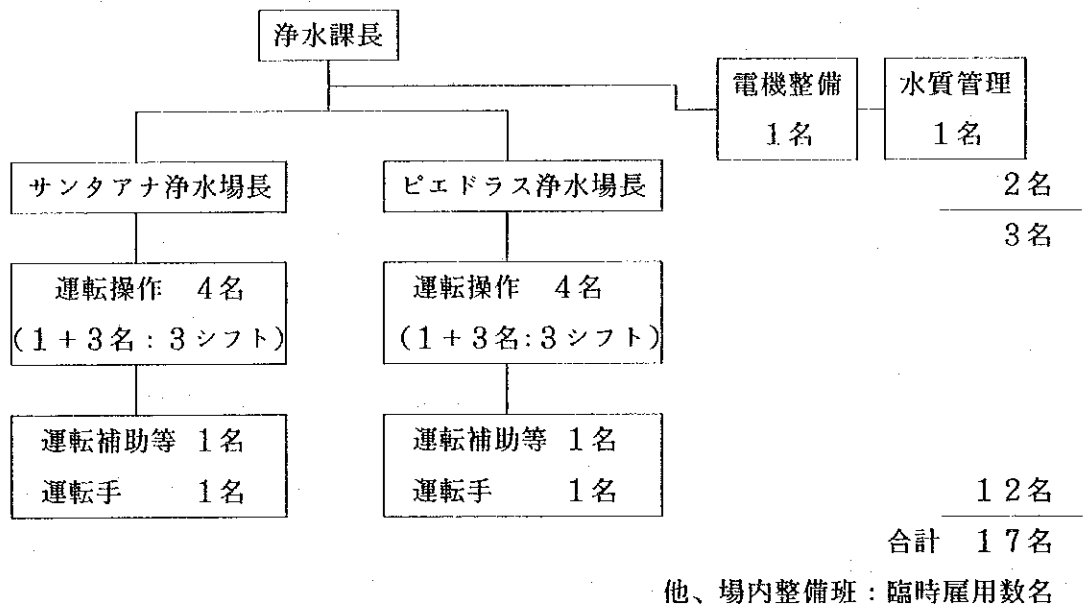


図-8 浄水場運営体制

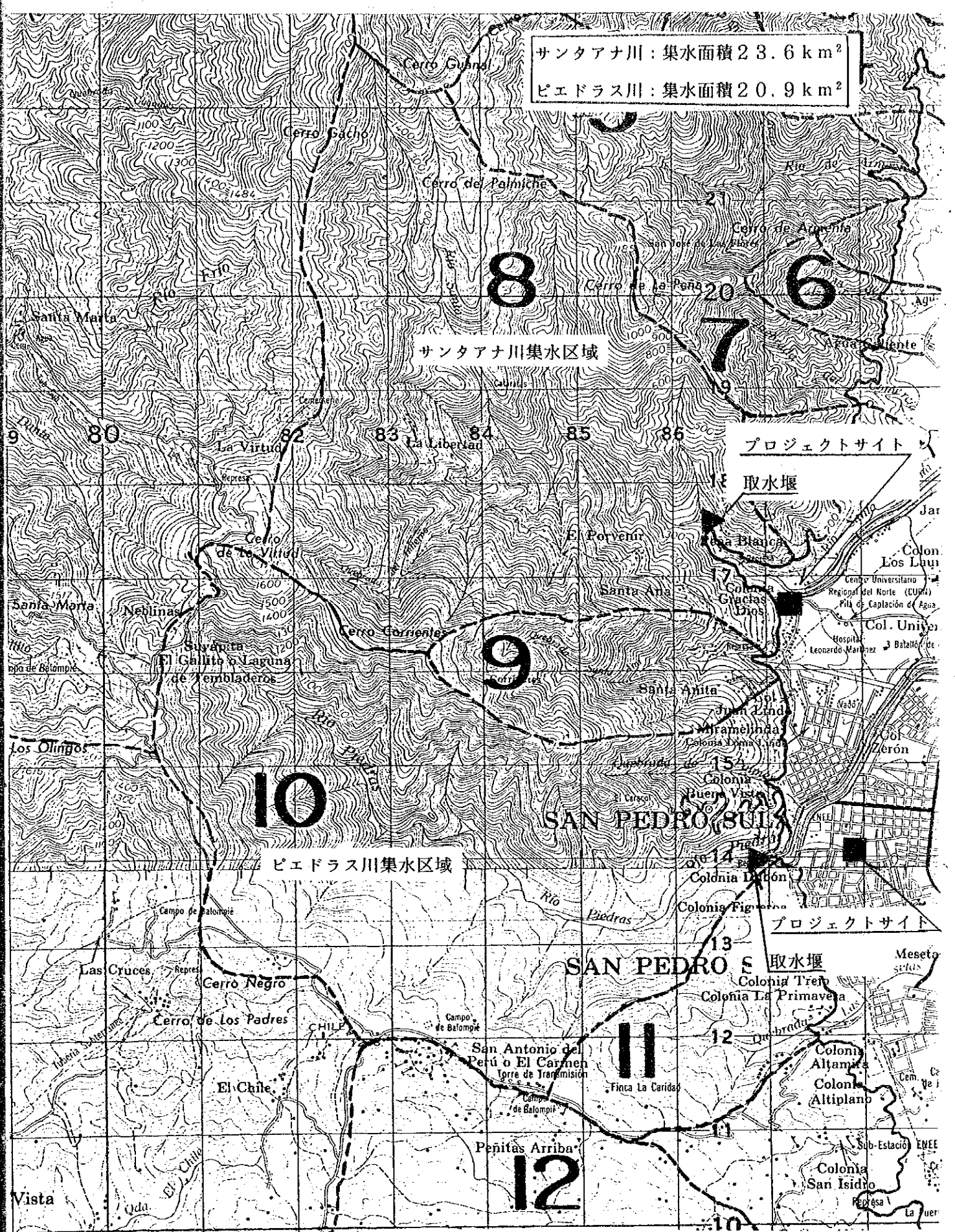
4.3.2 計画地の位置状況

すでに3章、計画地域の概要で自然条件について述べているが、ここでは浄水場予定地の位置状況について記載する。(図-9, 10参照)

(1) サンタアナ川系統

本系統水源のサンタアナ川は急峻な山に囲まれ、標高1,711mのレ・ビルトゥド山に発し、取水面積約24km²の水源林の水を集め、サンベドロスーラ市内へと流下している。

浄水場予定地はサンタアナ川の溪谷部が終わり、扇状地の要の地点の右岸の台地に予定されている。標高175mから150mとかなりの高低差があって山裾の一部を形成している(用地の一部は崖となっており、砂岩が露出している)。造成の際にはかなりの擁壁が必要となる。用地は市有地であるが不法占拠者が住んでいる。そのため彼らに公営住宅を用意し、移転と補償の話し合いを行っており(占拠者約33戸)、1994年1月までに話し合いの上で平和裡に移転を完了させる予定である。



サンタアナ川: 集水面積 23.6 km²
 ピエドラス川: 集水面積 20.9 km²

サンタアナ川集水区域

ピエドラス川集水区域

プロジェクトサイト

取水堰

プロジェクトサイト

取水堰

図-9 河川水源流域図

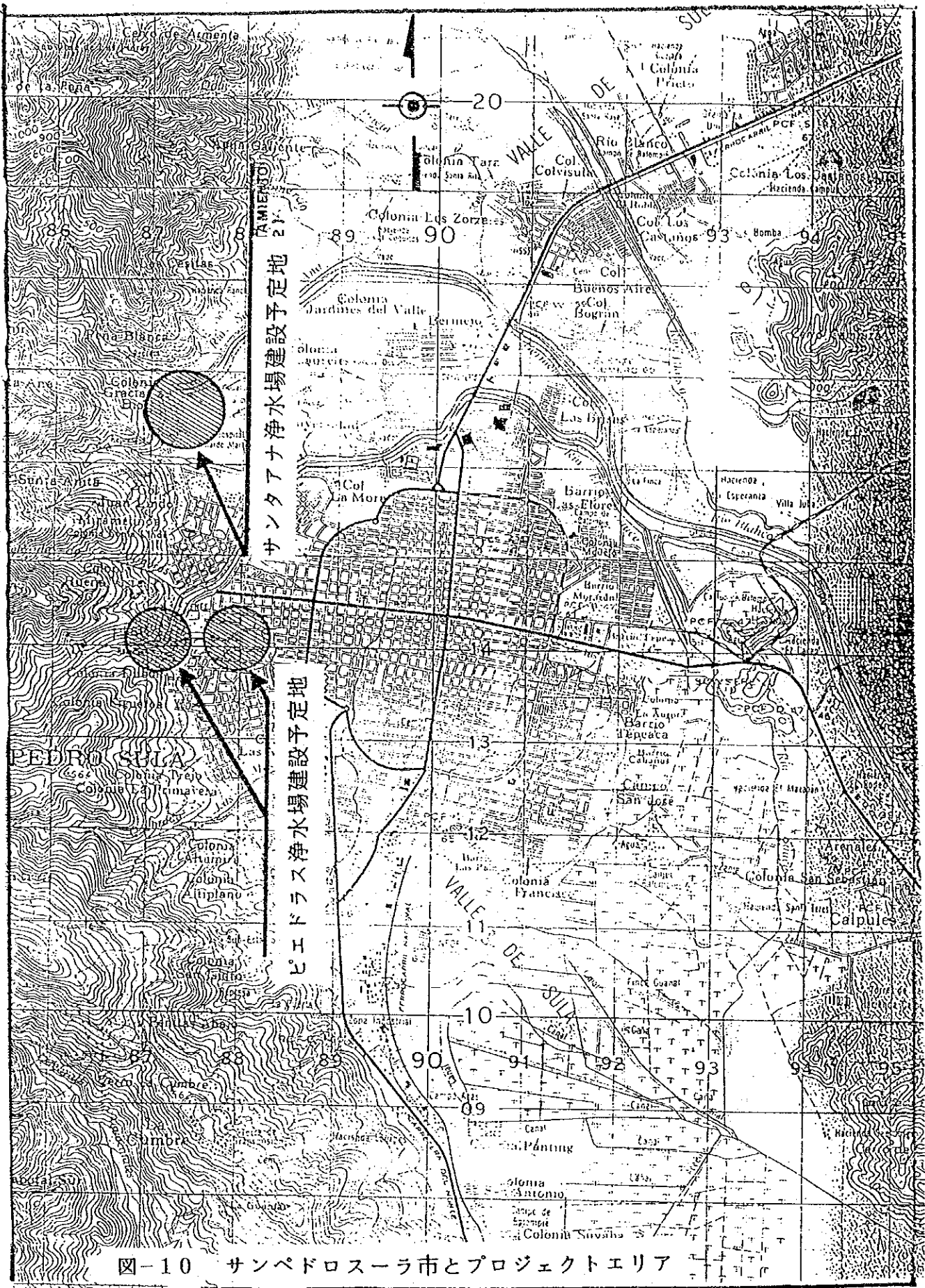


図-10 サンペドロスーラ市とプロジェクトエリア