

国際協力事業団
ニカラグア共和国
上下水道庁

ニカラグア共和国

カラソ台地地下水開発計画

基本設計調査報告書

平成 5 年 2 月

国際航業株式会社

無調一
CR-(3)
93-029

ニカラグア共和国
カラソ台地地下水開発計画
基本設計調査報告書

平成五年二月

617
618
619
BRARY
3-029

国際協力事業団

ニカラグァ共和国

上下水道庁

No.

ニカラグァ共和国

カラソ台地地下水開発計画

基本設計調査報告書

平成5年2月

JICA LIBRARY



1104260131

24908

国際航業株式会社

無調一

CR-(3)

93-029

国際協力事業団

24908

序 文

日本国政府は、ニカラグァ共和国政府の要請に基づき、同国のカラソ台地地下水開発計画にかかる基本設計調査を行なうことを決定し、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4年8月29日から10月2日まで、外務省経済協力局無償資金協力課課長補佐の河野雅之氏を団長として、国際航業株式会社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、ニカラグァ政府関係者と協議を行なうとともに、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4年12月10日から12月21日まで実施された報告書案の説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

本報告書が、本件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あります。

終わりに、本件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2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

今般ニカラグァ共和国におけるカラソ台地地下水開発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示致します。

本調査は、貴事業団との契約により、弊社が平成4年8月24日より平成5年2月26日までの6ヶ月にわたり実施してまいりました。

今回の調査に際しましては、ニカラグァ共和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、ニカラグァ共和国においては、ニカラグァ上下水道庁関係者、在ニカラグァ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に希望致す次第です。

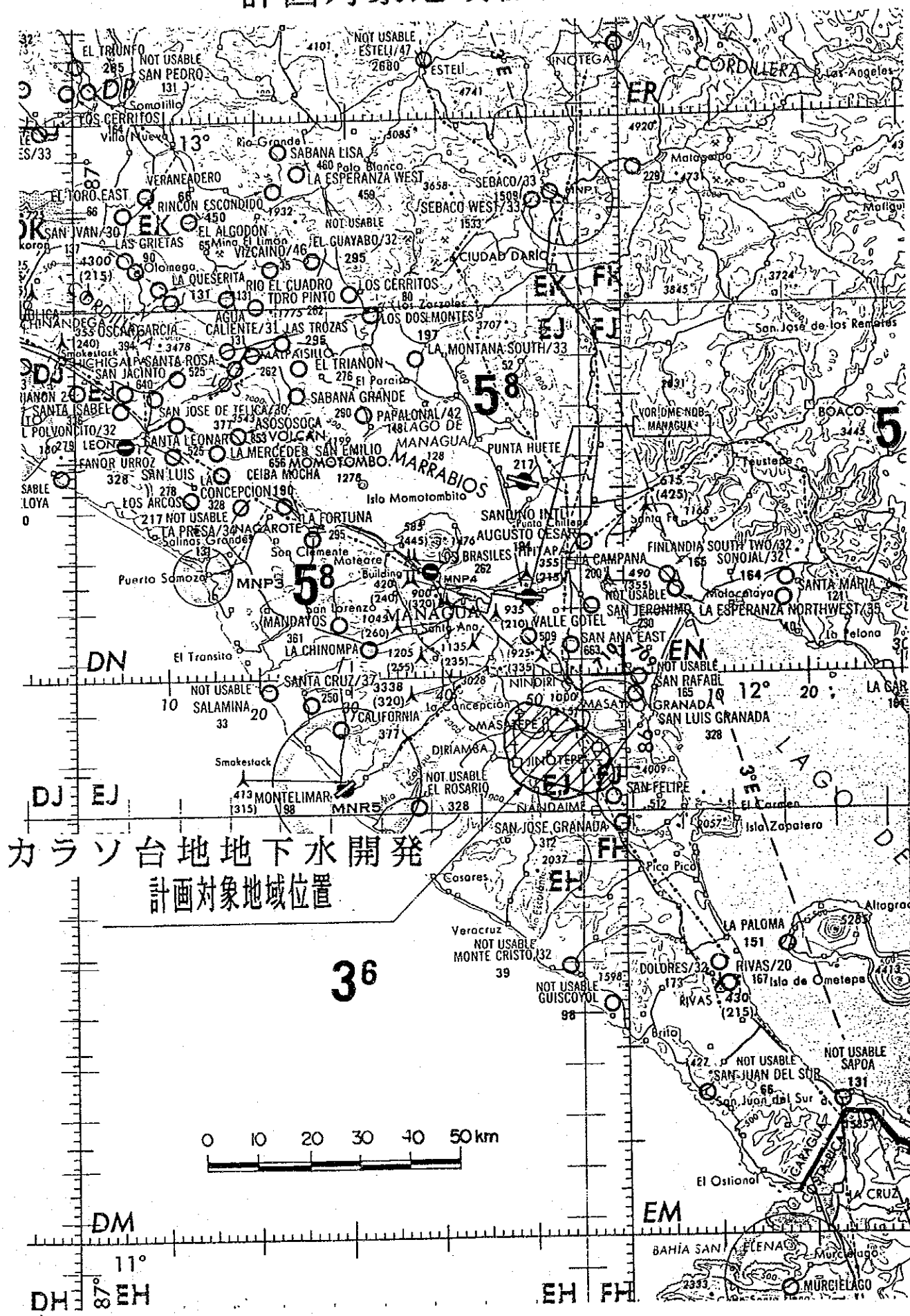
平成5年2月26日

国際航業株式会社

ニカラグァ国カラソ台地地下水開発計画
基本設計調査団

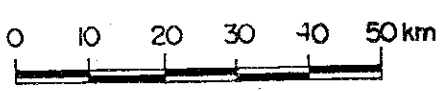
業務主任 藤原 邦夫

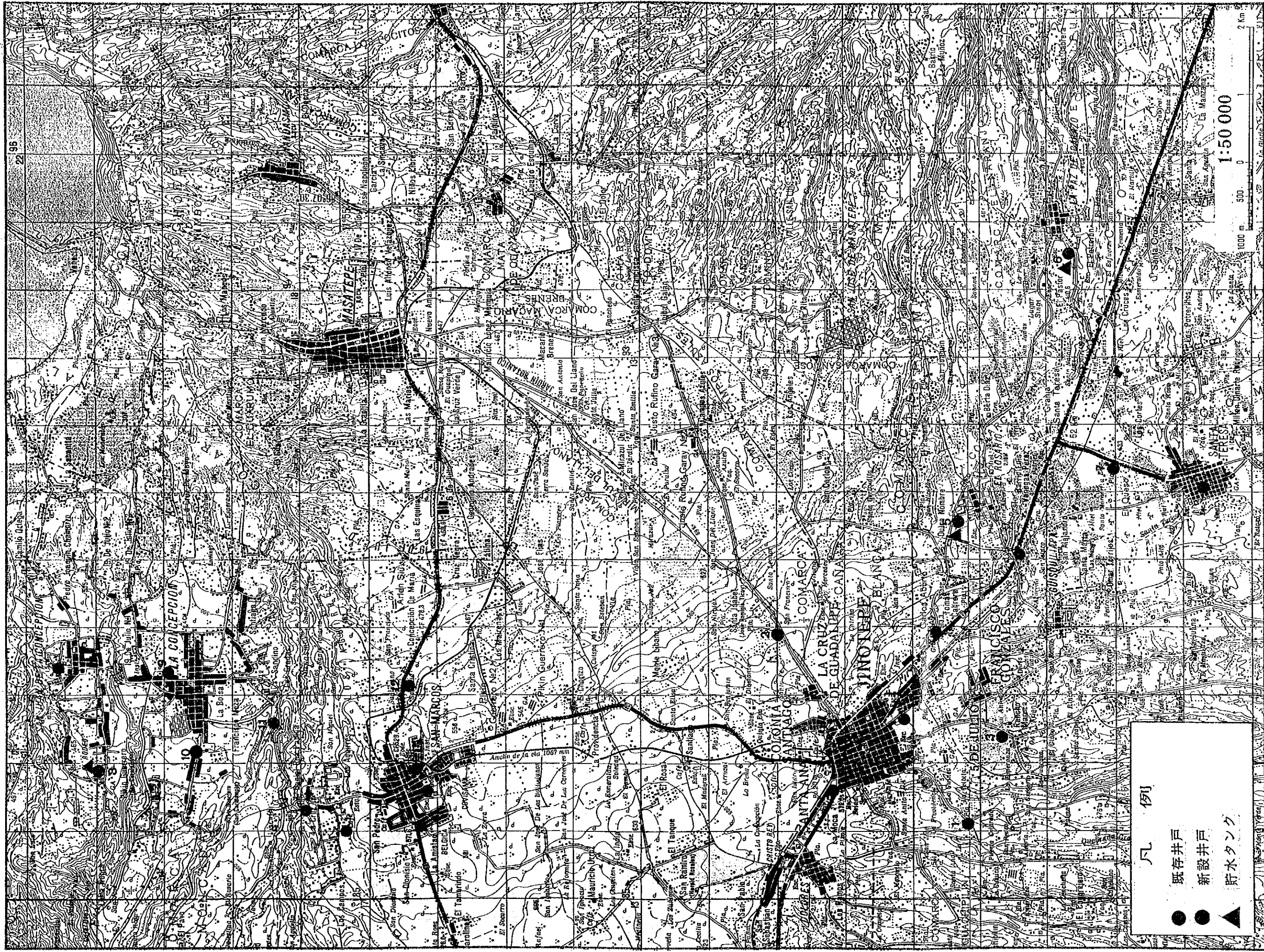
計画対象地域位置図



カラソ台地地下水開発
計画対象地域位置

36





- 凡例
- 既存井戸
 - 新設井戸
 - ▲ 貯水タンク

図-2 計画実施候補地位置図

要 約

要 約

ニカラグァ共和国は、中央アメリカに位置し、約390万人(1990)の人口を有する。1990年に長年の内戦を終結させ、現在社会・経済の再建に取り組んでいる。一連の安定化・調整プログラムが効を奏し、マクロ経済は改善されつつあるが、疲弊した社会・経済基盤の整備は容易でない。中でも地方都市、農村住民の生活を安定させる社会基盤、公共サービスの改善は政府にとり解決を迫られる緊急な課題の一つである。

ニカラグァ共和国の生活用水は、大部分(90%以上)が公的セクターによって供給されている。水道普及率は全般に低く、全国平均で53%、人口密度の最も高い太平洋側でも67%に過ぎない。しかも、給水施設内ですら給水量の不足が生じており、サービス低下は明らかである。給水人口1人1日当りの平均給水量は現在70リットルに過ぎず、未だ中南米の標準レベルに達していない。

ニカラグァ共和国の上水道は水源としてほとんど地下水を利用している。特に人口の分布が集中している太平洋側では、2つの湖を除いて極端に地表水に乏しく、地下水に頼らざるを得ない。従って、これからの上水道の普及拡大や、給水レベルの向上は、地下水開発の成否にかかる所が大きい。

ニカラグァ共和国の上水道事業は、1979年に設立されたニカラグァ上下水道庁(INAA)によって運営管理されている。INAAは全国各地にまたがるピラミッド型の組織を有し、給水施設の日常運転・保守業務を地方組織が、企画・設計、予算管理、機器の修繕を中央組織が行っている。INAAは水道料金徴収を基盤にして、健全な財政運営を行なっているが、財政規模は、1992年上半期の総収入約20億円(83.7百万コルドバ)、総支出約15.8億円(66百万コルドバ)と比較的小さく、新規の投資や投資の償却に多くを割ける状況にはない。

水源不足の解消を計るため、ニカラグァ共和国政府は、かねてより全国的な地下水資源の調査と開発に力を注いできたが、保有する掘削機材は老朽化し、数も不足しているために到底自力で目的達成することはできず、外国の援助を必要としている。

このような状況の中でニカラグァ共和国政府は、特に地下水位が低く開発に困難が伴い、しかもまだ世界銀行や二国間援助による開発が実施されていない同国太平洋側カラソ台地の3地域を対象とし、2000年を目標とした地下水開発を企図し、1992年2月、日本国政府に井戸の建設と井戸掘削用機材の供与につき無償資金協力を要請してきた。

要請対象地域は、カラソ台地の中のすでに広域的な配水システムが設置されてはいるが、井戸の生産水量が不足で事実上十分な給水サービスが行なわれていない、ヒノテペ地域、サンマルコス地域及びロスエブロス地域である。計画ではこの3地域に重点的に20本の深井戸を新設し、2000年までの地域全体の水需要を充足させることを目標にしている。

要請内容は以下のように要約される。

- (イ) ヒノテペ地域、サンマルコス地域及びロスエブロス地域における深井戸20本の建設（深井戸ポンプも含む）
- (ロ) 新設井戸を既存配水施設に接続するための送水管及び施設の建設
- (ハ) 井戸掘削機材及び試験用機器 一式

この要請を受け日本国政府は、調査の実施を決定し、国際協力事業団が基本設計調査団を1992年8月30日から35日間、ドラフト説明調査団を1992年12月10日から12日間現地に派遣した。

計画地ヒノテペ地域及びサンマルコス地域は首都マナグアに近く、それぞれ人口約85,900人、62,200人を有する。人口の90%近くは5,000人以上の大集落に属し、農村部人口は極めて少ない。気候帯としては太平洋側サバンナ気候区に入り、1,400～2,000mmの年間降雨量がある。

計画地の地層は、過去の火山活動に由来する火山性堆積層に支配されており、数多くの小断層、カルデラが分布している。標高は周辺地域に対して100～300メートル高く、従って地下水位は、地表下120～300メートルと低い。地表部の透水性が高いために、降雨量の大部分は速かに地下に浸透し、地下水の涵養にまわり、河川水として流出する量は極めて少ない。

計画地とその周辺には、現在稼働中の井戸が20本ある。ほとんどが建設後10～20年を経過しており、リハビリテーションの必要な時期にきていると見られる。しかし揚水量や水位の経年的変化等の記録はなく、適切な対策を立てるには別の調査が必要である。揚水による水位降下が一般に大きく平均約38メートルにも達している。

給水栓の設置状況からみた計画地の水道普及率はヒノテペ地域で54%、サンマルコス地域で37%と太平洋側平均の67%を下まわっている。更に問題なのは、給水の著しい地域的不均衡である。その原因は継ぎ足し継ぎ足しで延長されてきた配水管の容量不足と片寄った水源（井戸）の配置に帰せられる。既設配水管はすべて10～20年を経過したアスベストセメントパイプであり、継手部からの漏水、材質の経年的劣化によるき裂事故が多い。

計画地において上水道施設を直接運営管理しているのは I N A A のヒノテペ地方事務所とサンマルコス地方事務所、これを上位機関であるグラナダの第 4 地方総局が監督している。両事務所とも独立して与えられた予算により活動しているが、支出の大部分は維持管理費と検針・集金費に占められている。両地域の水道水の生産原価及び販売価格は以下の通りで、形の上では利益が上っているが、これは政策的に低く押さえられている電力料金に負うところが大きい。

	ヒノテペ地域	サンマルコス地域
生産原価	5.4 円/M ³ (0.224コルドバ/M ³)	9.7 円/M ³ (0.406コルドバ/M ³)
有収率	49.6%	72.0%
販売価格 (有収水量ベース)	17.9 円/M ³ (0.744コルドバ/M ³)	15.9 円/M ³ (0.664コルドバ/M ³)

以上のような計画地の概要、上水道部門の現状から検討すると、I N A A による要請内容は、技術的、財政的に早急に自助努力を以って達成できない分野の協力を求めているものであり、計画地の水不足問題の緊急性の高さを考慮するならば、総体的に十分な妥当性を有すると判断される。しかしながら、要請水需要は2000年を目標とした中期的なものであり、計画されている20本の全てを対象とすることは無償資金協力としては適当でないため、1995年までの水需要を満たす事を目標とし、20本中特に緊急性の高いヒノテペ地域及びサンマルコス地域に12本の井戸建設を対象として取り上げることで先方と協議の上合意に達した。

また、現地調査結果に基づき、要請の施設内容と供与機材内容に対する必要な追加、削除・変更を行なった。その概要は以下の表に示すとおりである。

表1 施設内容の検討

施設構成要素	要請の有無	追加、削除、変更等の理由
深井戸	有	<ul style="list-style-type: none"> ・揚水量について完全な見直しをした。 ・配管について、井戸の相互干渉防止、水源分散化の観点から見直しをした。
深井戸ポンプ	有	—
塩素注入設備	無	既存井戸はすべて注入設備を持っていること、送水中に汚染の機会があることを考慮して追加
貯水タンク	追加要請有	水のピーク消費時間帯に備えるため追加
送水ポンプ及び中継タンク	無	井戸口から更に高い送水圧が必要な井戸では、深井戸ポンプの負担を軽くするために、中継タンクと送水ポンプを追加した。
送水管	有	—
管理室	無	運転係及び送水ポンプの収納場所として追加。
遮断弁及び主配管用メーター	無	既存配水システムのさしあたっての合理化のために、既設管の必要部に挿入する必要がある。

表2 供与機材内容の検討

機材	要請の有無	追加、削除、変更等の理由
掘削機	有	現地掘削条件を検討した結果、能力、特殊付属品についてより高度なものに再検討した。
各種作業用車輛	有	井戸建設工事に付帯する資機材の運搬を掘削作業の進捗に合せ効率的に行うことが不可欠のため、クレーン付トラックは8トン車の代わりに6トンと3トンの2台を検討した。
電気探査装置及び他の試験用機材	有	井戸用水位計を追加した。 今後の地下水管理に欠くことができない。

すでに上述の検討に一部反映されているが、協力実施はいくつかの基本方針に従い行なわれることが望ましい。先ず、施設計画においては、新設された井戸の生産水が、有効に需要者に給水されることを第一条件とし、そのためには、現在の広域給水区域の再編成、既設配水管の必要最小限の手直しにまで検討の対象を広げねばならない。また供与機材計画においては、地下水開発における開発時間の短縮を最重要視して、機材の選定を計らねばならない。協力実施は、機材の調達と掘削作業が長期に渡ることを考慮して、3段階に分けて行なう必要がある。

計画の実施により、建設される施設の運営管理に当る機関はINAAである。INAAのヒノテペ及びサンマルコス地方事務所は、新施設の運営によって追加的な支出を負うと共に料金収入の増加を得るが、試算によると、収入増は支出増をカバーするには足りない。しかし、今後地方事務所が有収率の向上に努め、かつ現行料金制度の枠内で管内での平均料金レートの改善を計れば収支をバランスすることができる。

要請で暫定的に定められていた井戸の配置を、水理地質上の条件と、後述する給水区域再編成の見地から総合的に再検討し、決定した井戸の配置を図3及び表3に示す。

図3 井戸の配置図

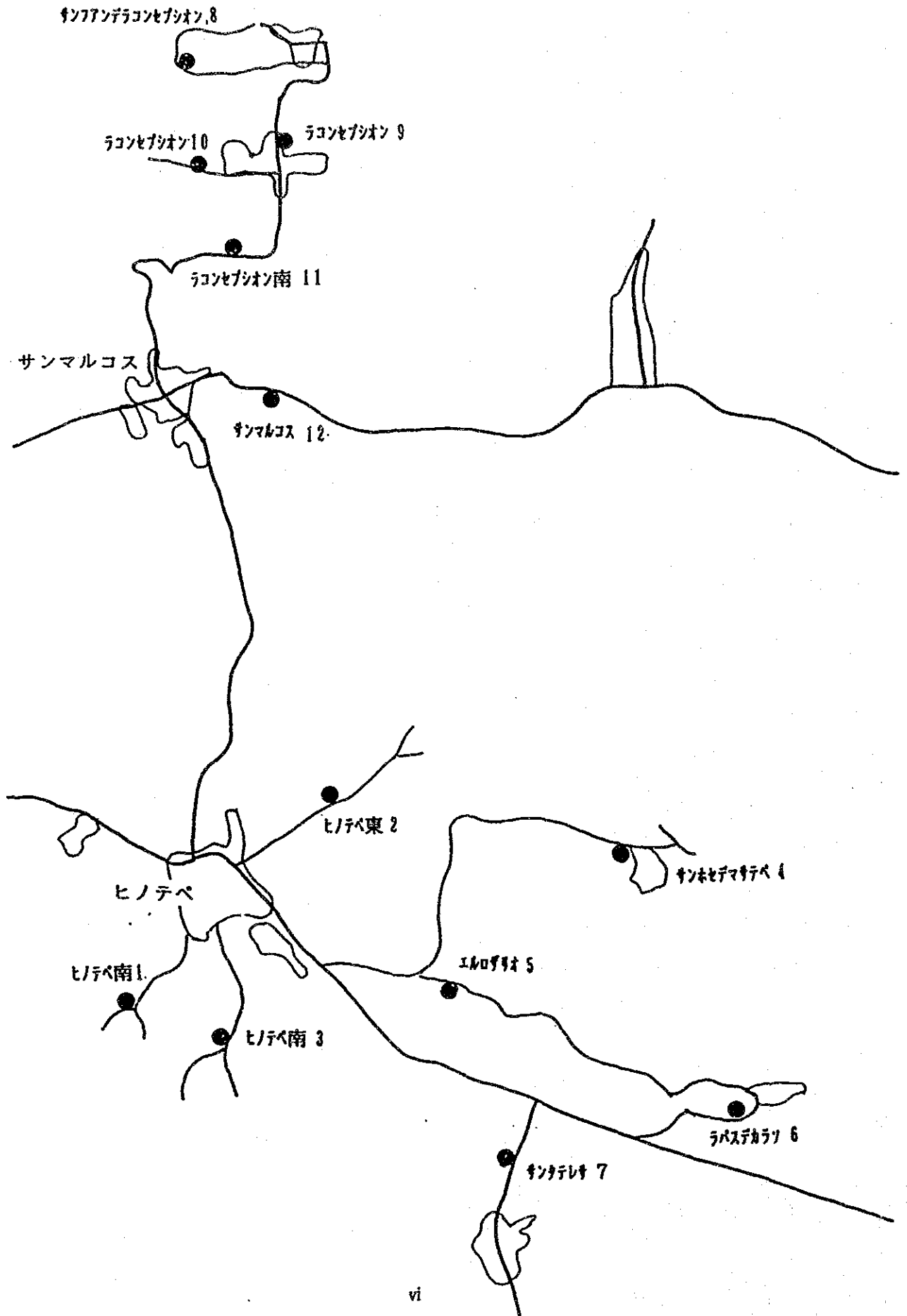


表3 井戸の配置

井戸番号	位置	状況
1	ヒノテベ市の病院から南西方向にのびる道路を約1,500m進むと三叉路につきあたる。 その三叉路の右側の畠の中。既設井戸A-3-74から約1,300m。	既設井戸とは1km以上離れているので井戸干渉は考えられない。 既設井戸迄は高圧電源はきているがその先約1,300mは架設の必要あり。送水管の配管1,500m必要。 掘削の為の進入路を作る必要あり。 全量ヒノテベ市へ送水する。
2	ヒノテベ市からサントイサベル方向に(北東)のびる道路上で市から1,400mの地点。	既設井戸との井戸干渉は考えられない。高圧電源は架設の必要ない。送水管は約1,400m必要。 全量ヒノテベ市へ送水する。
3	ヒノテベ市からランチョマルカアルレンシン方面に南下する道路上で市から約1,600mの地点。	既設井戸とは1km以上離れているので井戸干渉は考えられない。 町にあるプライベート井戸とは500m位しか離れていないので掘削地点を少し市側に変更することもある。 高圧電源の架設の必要はない。送水管約1,600mの敷設の必要あり。全量ヒノテベ市へ送水する。
4	サンホセ デ マサテベに入る直前の道路右側の丘。	この地区周辺に供給する井戸で既設の給水網に連結する。高圧電源の架設必要なし。掘削の為の進入路を作る必要がある。
5	エル ロザリオに入る直前の道路右側。	既設井戸から1km以上離れているので井戸干渉は考えられない。 井戸に併設して貯水タンクを設け既設管に重力給水する。 高圧電源の架設必要なし。
6	ラパス デ カラソ	この地区周辺に給水する井戸で貯水タンクを設け重力給水にて既設の管網に連結する。 高圧電源の架設の必要なし。掘削の為の進入路を作る必要あり。
7	国道2号線とサンタテレサとの中間点で既設の貯水槽がある地点。	既設井戸から1km以上離れているので井戸干渉は考えられない。 既設の貯水槽に全量送水しサンタテレサ及び周辺の村落へ既設の配管網を通じて給水する。 高圧電源の架設の必要なし。掘削の為の進入路を作る必要あり。
8	サンホアン デ ラ コンセプションでエルロデオ地内	この地区周辺に給水する井戸で貯水タンクを設置し、重力給水にて既設の管網に連結する。 高圧電源架設の必要あり。掘削の為の進入路補修の必要あり。
9	ラ コンセプション市内(既設貯水タンク横)	既設の貯水タンクに全量注入する。サンホアン デ ラ コンセプションへの送水はやめラ コンセプション及び周辺に給水する。掘削の為の進入口補修の必要あり。高圧電源架設の必要なし。
10	ラ コンセプション市内(セメントリオ)	既設の貯水槽に全量注入する。高圧電源の架設の必要なし。 掘削の為の進入口は相当補修する必要あり。
11	ラ コンセプションとダニエルロアパディジャとの中間点	既設井戸とは1km以上離れているので井戸干渉はない。 既設の配管網を利用し全量ラ コンセプションに送水する。 高圧線との距離が少しあるので架電の必要あり。 掘削の為の進入口を作る必要あり。
12	サンマルコス(サマリア)	既設井戸とは1km以上離れているので井戸干渉はない。 既設の配管網に連結して全量サンマルコス市内へ送水する。 高圧電源の架設の必要なし。掘削の為の進入口の補修必要あり。

計画では、現在のヒノテペ及びサンマルコス広域給水区域に際立って認められる配水の地域的不均衡を配水管の布設替なしに是正する現実策として、井戸中心の分散型小規模給水区域への給水区域再編成を行なう。再編成は前述した新設井戸の分散的配置を基に、既設配水主管の要所々々を仕切弁により遮断することにより実現する。新給水区域は次の通りである。

表4 新給水区域

ヒノテペ地域内給水区域	サンマルコス地域内給水区域
<ul style="list-style-type: none"> ・ドロレス ・ヒノテペ市、ドゥルセノンブレ ・サンタテレサ、ロスクルセス ロスポトレリジョス、サンタクルス ・エル ロザリオ ・ギスキリアパ ・サンホセ デ マサテペ ・ラパス デ カラソ 	<ul style="list-style-type: none"> ・サンホアン デ ラ コンセプション ・ラ コンセプション、サンカララビオ、 エル アレナル ・サンマルコス

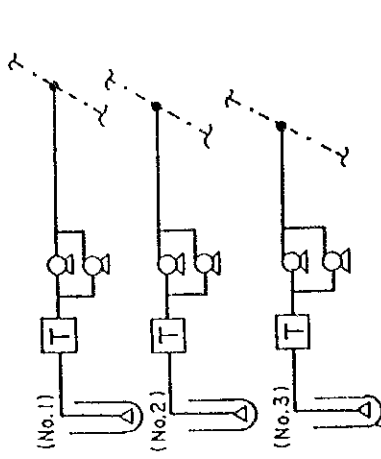
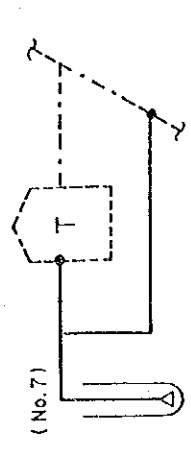
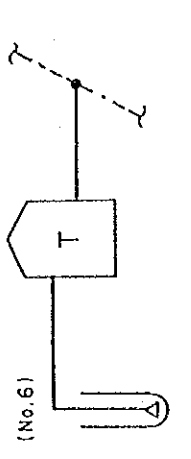
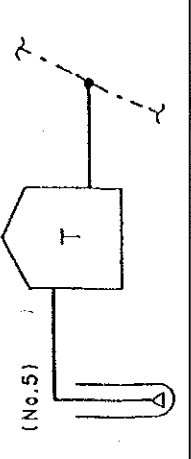
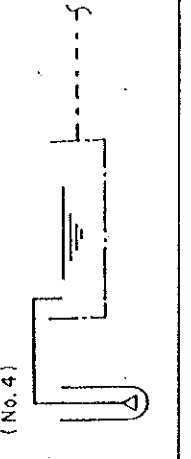
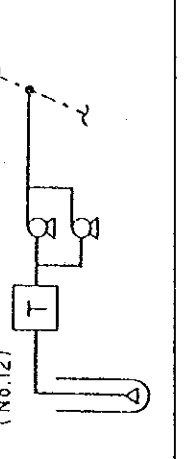
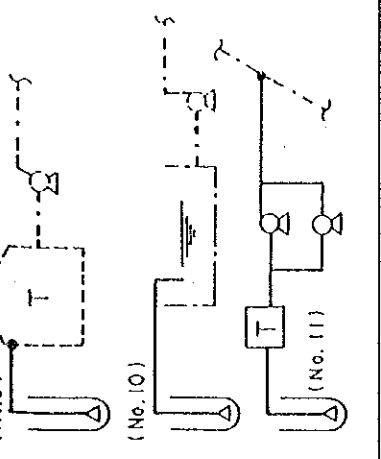
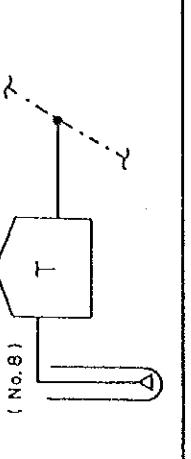
再編給水区毎の水収支と井戸新設数を表にまとめ表5に示す。別途に既存データより推定した新設井戸の予想安全揚水量は、表中の日最大不足量をほぼ充足することができる。

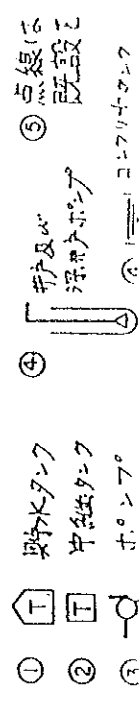
表5 再編給水区域毎の水収支と新設井戸数
(1995年ベース)

給水区域	人口(1995)	日平均給水量 (M ³ /日)	日最大給水量 (M ³ /日)	既存井生産量 (M ³ /日)	有効水量 (M ³ /日)	日平均不足量 (M ³ /日)	日最大不足量 (M ³ /日)	井戸新設 予定
①ドロレス		503	654	(I N A A新井戸建設中)		0	0	0
②ヒノデベ市	42,646	7,263	9,442	5,123	4,355			
ドゥルセノンブレ	3,338	252	378	1,313	1,116			
②給水区域小計	45,984	7,515	9,820	6,436	5,471	2,044 (27%)	4,349 (44%)	3
③サンタテレサ	18,595	2,463	3,695	1,733	1,473			
ロスクルセス	662	49	74	0	0			
サンタクルス	717	54	81	0	0			
ロス・トリリジョス	464	35	53	0	0			
③給水区域小計	20,438	2,601	3,903	1,733	1,473	1,128 (43%)	2,430 (62%)	1
④ラパス デ カラン	6,517	607	925	0	0	617 (100%)	925 (100%)	1
⑤エル ロザリオ	4,771	361	541	0	0	361 (100%)	541 (100%)	1
⑥サンホセ デ マサテペ	5,820	551	826	0	0	551 (100%)	826 (100%)	1
⑦ギスキリアパ	4,218	319	479	1,908	1,622	余剰 (1,589)	余剰 (1,143)	0
⑧サンマルコス	27,080	4,100	5,330	3,063	2,297	1,803 (44%)	3,033 (57%)	1
⑨ラ コンセプション	27,457	4,157	5,404	0	0			
サンカララピオ	2,017	153	230	0	0			
エル アレナル	2,419	183	275	0	0			
⑨給水区域小計	31,893	4,493	5,909	0	0	4,493 (100%)	5,909 (100%)	3
⑩サンホン デ ラ コンセプション	9,487	898	1,346	409	307	591 (66%)	1,039 (77%)	1

給水区域毎に新設する施設は、最も簡単な場合が、井戸、揚水ポンプ及び送水配管のみであり、複雑な場合でもこれにタンク及び送水ポンプが付加されるだけである。すべてに共通につく施設としては、塩素注入設備、管理棟がある。以上の施設を一覧表にまとめ表6として添付する。

表6 新 施 設 概 要

給水区	施設	新設井戸番号	貯水タンク	中継タンク	送水ポンプ	送水パイプ	フロースキーム	管理棟
①ヒノテペ市 ドゥルセノンブレ ロスボトレリジョス		3本 No.1 No.2 No.3	0	3基	6基	長		3
②サンタテレサ ロスクルセス サンタクルス		No.7	0	0	0	短		1
③ラパス デ カラン		No.6	1基	0	0	短		1
④エル ロザリオ		No.5	1基	0	0	短		1
⑤サンホセ デ マサテペ		No.4	0	0	0	短		1
⑥サンマルコス		No.12	0	1基	2基	短		1
⑦ラ コンセプション サンカララビオ エル アレナル		No.9 No.10 No.11	0	1基	2基	短		3
⑧サンホアン デ ラ コンセプション		No.8	1基	0	0	短		1



計画される12本の深井戸径は、計画揚水量と揚程に対して設計される水中モーターポンプの外径と、計画地域の地質構造により、下記の如く3種に標準化することができる。

表7 井戸径の標準化

井戸構造	A	B	C
計画地点名	ヒノテベ南1, 2・ヒノテベ東・ サンホセ デ マサテベ・サンタテレサ・ ラ コンセプション1, 2・ ラ コンセプション 南	エル ロザリオ・ラパス デ カラソ サンホアン デ ラ コンセプション	サンマルコス
保護ケーシング	16インチ	13-3/8インチ	18-5/8インチ
ポンプハウジングケーシング	10-3/4インチ	8-5/8インチ	13-3/8インチ
潜水層用ケーシング、スクリーン	8-5/8インチ	8-5/8インチ	10-3/4インチ

上記の要求を満たす井戸を掘削するには、まず崩壊性の高い地層を最大20インチの大孔径で290メートル程度まで掘り下げ、それ以降帯水層に到達するまで最大17-1/2インチの掘削孔径で掘削を進めねばならない。最大掘削深度は450メートルに達すると予想される。このような掘削を行なう工法としては、大孔径掘削に適したエアリフト方式によるリバースサーキュレーション工法と、ダイレクトサーキュレーション工法の組合せが必要であると考えられる。

上記の工法に使用できる掘削機の型式として、油圧トップヘッドロータリー式がよく、更に機動性を確保するために泥水ポンプ、ウインチ、油圧起倒式マスト等を装備したトラック搭載型が適していると判断される。

本計画の実施主体は、INA Aである。計画実施についての日本側負担事項は3期に分けて行なう。各期の予想所要期間は、次のとおりになる。すなわち、第1期実施設計3ヶ月及び調達・建設期間は12ヶ月、第2期実施設計3ヶ月及び調達・建設期間は11ヶ月、第3期実施設計2ヶ月及び調達・建設期間は12ヶ月となる。各期毎の給水地域は、以下のとおりである。

- ・事業実施第1期；ヒノテベ（井戸No 1、2）
- ・同 第2期；ヒノテベ（井戸No 3）
サンホアン デ ラ コンセプション（井戸No 8）
ラ コンセプション（井戸No 11）
サンタテレサ（井戸No 7）
- ・同 第3期；エル ロザリオ（井戸No 5）
サンホセ デ マサテベ（井戸No 4）
サンマルコス（井戸No 12）

ラパス デ カラソ (井戸No.6)

ラ コンセプション (井戸No.9、10)

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は総計2,352百万円、日本側負担分は第1期1,122百万円、第2期分612百万円、第3期分592百万円、ニカラグア政府負担分は35百万円である。

本事業の実施によって、当該地域に居住する15万人近い住民のうち68,800人が、従来の慢性的水不足から開放される。

当該地域は、ニカラグア共和国内の有数のコーヒー産地であるが近年は生活用水の供給不足故に農園を放棄して、首都マナグアへ流出する人口が目立ち、当地域には産業基盤の衰退傾向さえ見えはじめている。かかる状況にあって、とくにマナグア市に近接する当該地域住民の、生活用水確保と生活基盤の安定化をはかることは誠に意義深いものがある。

また、本事業の実施を通じてニカラグア共和国における井戸掘削技術が向上し、井戸建設期間の短縮が可能になる。現在I N A A及び地元井戸建設業者による井戸建設は、殆ど掘削能率の低い衝撃式(ケーブルツール法)に依っていて、とくに当該計画地のように、非常に深い井戸を必要とするところでは、工期に多大の日時を要する。しかし、高性能機の導入があれば地下水開発計画達成の期間は大幅に短縮され、I N A Aがカラソ台地以外に予定している数百本の井戸建設プロジェクトにも大いに役立つと考えられる。

以上のことから、当該計画地における地下水開発計画の実施は、大きな裨益効果を与えることが明らかであり、本件を我国の無償資金協力で実施することは極めて妥当であると判断される。

ニカラグァ共和国 カラソ台地 地下水開発計画

基本設計調査報告書

目次

序文

図-1 計画対象地域位置図 1/10万

図-2 計画実施候補地位置図 1/5万

要約

第1章 緒論	1
第2章 計画の背景	2
2-1 ニカラグァ共和国概況	2
2-1-1 国の概要	2
2-1-2 人口及び産業	2
2-1-3 経済・財政	3
2-2 ニカラグァ共和国上水道事業の概況	4
2-2-1 水道普及状況	4
2-2-2 事業実施体	4
2-2-3 I N A Aの財政状況	5
2-3 関連計画の概要	7
2-4 要請の経緯と内容	8
第3章 計画地の概要	9
3-1 計画地の社会・経済環境	9
3-2 自然条件	10
3-2-1 気象	10
3-2-2 地質及び地質構造	12
3-2-3 水理地質	14
3-3 計画地内の給水現況	16
3-3-1 既存井戸の状況	16
3-3-2 給水区域の現状	17
3-3-3 給・配水系統とその問題点	18
3-3-4 運営・維持管理	24
3-3-5 更新・補修計画	29

第4章 計画の内容	30
4-1 計画の目的	30
4-2 要請内容の検討	30
4-2-1 計画の妥当性の検討	30
4-2-2 実施運営計画の検討	31
4-2-3 類似計画及び国際機関の援助計画との関連の検討	34
4-2-4 計画の構成要素	34
4-2-5 要請施設・機材の内容の検討	36
4-2-6 技術協力の必要性の検討	37
4-2-7 協力実施の基本方針	37
4-3 計画の概要	38
4-3-1 実施機関及び運営体制	38
4-3-2 事業計画	38
4-3-3 計画対象地域の位置及び状況	39
4-3-4 施設機材・の概要	41
4-3-5 維持管理計画	42
4-4 技術協力	43
第5章 基本設計	44
5-1 基本設計の方針	44
5-2 設計条件の検討	45
5-2-1 給水人口と計画給水量	45
5-2-2 給水区域の再編成	48
5-2-3 井戸の適正揚水量	52
5-2-4 新施設の概要	52
5-3 施設基本設計	55
5-3-1 施設の配置	55
5-3-2 貯水タンク	55
5-3-3 中継タンク及び送水タンク	55
5-3-4 配管	58
5-3-5 井戸	59
5-3-6 揚水ポンプ及び送水ポンプ	68
5-3-7 掘削計画及び掘削機材	68
5-3-8 基本設計図	75

5-4	施工計画	92
5-4-1	施工方針	92
5-4-2	建設事情及び施工上の留意事項	94
5-4-3	施工管理計画	95
5-4-4	資機材調達計画	97
5-4-5	実施工程	99
5-4-6	概算事業費	102
第6章	事業の効果・結論及び提言	103
6-1	事業効果と結論	103
6-2	提言	104
付 録		
1.	協議議事録（西語及び和訳版）	1
2.	基本設計調査団構成	14
3.	現地調査日程	15
4.	面談者リスト	16
5.	協議議事録（ドラフトレポート説明時、西語及び和訳版）	17
6.	実生産量表	23

付表及び付図

要 約

表 1	施設内容の検討	iv
表 2	供与機材内容の検討	iv
表 3	井戸の配置	vii
表 4	新給水区域	viii
表 5	再編給水区域毎の水収支と新設井戸数	ix
表 6	新施設概要	xi
表 7	井戸径の標準化	xii
表 8	負担事項	xiv
図 2	計画実施候補地位置図 1/5万	巻頭
図 3	井戸の配置図	vi
図 4	プロジェクト組織図	xiii

本 文

表 2-2-3	1992年度上半期のINAAの収支	6
表 3-2-1	マサテペ市の月別平均気象諸元	11
表 3-2-2	カラソ地区4ヶ所の月別平均雨量	11
表 3-2-3	カラソ台地の地質層序	13
表 3-3-1	既存井戸	15
表 3-3-2	戸別給水栓から見た水道普及率(ヒノテペ地域)	17
表 3-3-2	戸別給水栓から見た水道普及率(サンマルコス地域)	18
表 3-3-3	水需要量と給水不足量(1992)	20
表 3-3-4	サンマルコス地域及びヒノテペ地域における 飲料水生産量と無収水量及び無収率	22
表 3-3-5	両地域の無効水量及び無効率	23
表 3-3-6	1992年度上半期収支	25
表 3-3-7	1992年度上半期支出明細	26
表 3-3-8	水の生産原価と平均販売価格	27
表 3-3-9	上水道料金レート表	28
表 4-2-4	計画の構成要素	35
表 4-2-5	INAA分担項目	35

表4-2-6	施設の検討	36
表4-3-2	有効率向上と平均料金レート改善の目標	39
表4-3-3	収支予想表	39
表4-3-4	井戸の配置	40
表5-2-1	一人一日平均給水量	45
表5-2-2	平均給水量と最大給水量	47
表5-2-4	再編給水区域毎の水収支と新設井戸数	51
表5-2-5	井戸の適正揚水量	53
表5-2-6	新施設概要	54
表5-3-3	送水ポンプの揚程	57
表5-3-4	井戸の基本構造分類	59
表5-3-5	揚水ポンプの選定基準（揚水量－揚程－ポンプ外径の関係）	60
表5-3-7	ケーシングプログラムデータ	61

付 図

図3-2-2	カラソ台地南北方向地質模式断面図	12
図5-2-3 (1)	ヒノテベ広域給水区域の再編	49
図5-2-3 (2)	サンマルコス広域給水区域の再編	50
図5-3-1	井戸構造図	62
図5-3-2	基本設計図	75
図5-4-1	プロジェクト組織図	92
図5-4-5	事業実施工程表（案）	100

第1章 緒 論

第1章 緒 論

ニカラグァ共和国政府は、10年近くの内戦で深刻な打撃を受けた社会・経済の再建に取り組んでいるが、その中において、地方住民の健康を守り生活の向上に資することの大きい生活用水供給施設の強化拡充は、最優先施策の一つに算えられている。

調査対象地域カラソ台地は、首都マナグアの南東約50キロメートルにあるが、地表水に恵まれず、生活用水を専ら地下水に依存している。しかし、この地域は地質構造的に地下水水位が極めて低い上、井戸掘削にも技術的困難が伴うため、これまで地下水開発は思うように進んでいない。

このような状況を打開するために、ニカラグァ共和国政府は、1992年2月カラソ台地の地下水開発ならびにそれに必要な資機材の供与について日本国政府に無償資金協力の要請をしてきた。これを受け、日本国政府は調査の実施を決定し、国際協力事業団が基本設計調査団を1992年8月外務省経済協力局無償資金協力課課長補佐河野雅之氏を団長として派遣した。

現地調査は、1992年8月30日から35日間実施され、ニカラグァ側の実施機関「上下水道庁（略称INAA）」と要請内容について協議を重ねると共に、地下水開発、給水計画に係る情報収集とサイト調査を行った。

調査団とINAAとの協議の結果得られた合意事項は、議事録にまとめられ、9月30日双方の代表者によって署名された。調査団の構成、調査日程、議事録及び面接者リスト等は、付属資料として巻末に添付されている。

基本設計調査団は、帰国後、約2ヵ月間に国内解析作業を行なってその結果をドラフトファイナルレポートとしてとりまとめた。国際協力事業団は1992年12月10日より同月21日まで、外務省中南米局中南米二課課長補佐の岡紀鷹氏を団長とするミッションを派遣しドラフトレポートの内容をニカラグァ側に説明するとともに、さらなる協議を行なった。

本報告書は、現地調査を基に、背景、計画の内容及び基本設計、施工計画、等についてとりまとめたものであり、ドラフトレポートについてのニカラグァ側との協議結果もふまえて、修正・加筆を行なったものである。

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2-1 ニカラグァ共和国概況

2-1-1 国の概要

ニカラグァ共和国は、中央アメリカに属し、北をホンジュラス、南をコスタリカに接し、中央アメリカ6ヶ国中最大の面積（12万平方キロ）を有する国であるが、国土の半分は熱帯林で占められ居住に適さない。

気候は、カリブ海側の低地が熱帯雨林気候、太平洋側低地はサバンナ気候に支配され、人口の大部分は、太平洋側の低地と中央高原に集中している。

1838年に独立し、長年の独裁時代を経て1982年より長く内戦状態を続けた。しかし1990年には内戦を終結させ、立憲共和制新政権が成立、国内安定、経済再建の基礎固めに入った。行政的には、全国が6組の管区と3組の特別地帯に分割されている。

1991年末、1人当りの国民総生産は398米ドルと推定されている。

2-1-2 人口及び産業

ニカラグァ共和国の人口・国勢調査は1971年以来行なわれていないが、1990年の人口は約390万人とされ、年率3%で増加していると推定される。

人口の分布は、太平洋側の第2、3、4行政管区に全体の約60%、中央部の第1、5、6行政管区に同32%と片寄って集中し、カリブ海側低地は全くの人口過疎地となっている。なお、太平洋側にある首都マナグア市には、約120万人の人口が集中している。

ニカラグァ共和国において、輸出収入面で一番貢献している産業は、伝統的な農業牧畜業である。1990年輸出総額321百万米ドルの内、伝統的な農産物（一次産品）が76%を占め、加工農産物を加えると80%に達する。しかし、国内総生産（GDP）の構成、雇用構造の面から眺めると次表に示す如く農業の比重は必ずしも高くはない。

産業の種類	GDP構成	雇用構造
農 牧 業	24 %	33 %
工 鉱 業	25 %	20 %
第三次産業	51 %	47 %

2-1-3 経済・財政

ニカラグァ共和国は、長年に亘った内戦のために経済社会機構、インフラストラクチャー、社会サービス等が大きく損なわれ、激しいインフレーションの昂進に見舞われた。

内戦終結後、1991年3月より政府は市場原理導入のための経済自由化と、金融・財政引き締めによるインフレーションの抑制を意図して、一連の安定化・調整プログラムを実施してきた。その結果公共部門の赤字が減少し、公営企業の民営化が完了するとともに民間部門による外国為替への全面的な参入が確立された。

改革プログラムの効果は、数年来続いてきたハイパーインフレーションの終息傾向に現われており、1991年度に固定した為替レート（5コルドバ＝1米ドル）も現在ほとんど実勢から離れていない。

調整プログラム実施前の国家財政は、恒常的な赤字財政であり、累積対外債務は、重く国民経済を圧迫している。例えば、1990年度の国家の財政収支を見ると歳入47百万米ドルに対して歳出は2倍を超える110百万米ドルを記録しており、赤字額63百万米ドルの7%程度を外国贈与で埋めているが、残りは、債務として累積されている。1990年度の対外累積債務は86.5億米ドルに達しており、1990年度の歳入の実に183倍に達している。

貿易収支も、伝統的輸出一次産品の国際市場価格が下落しているのに対して、輸入原油価格の上昇がある等、総じて国際貿易環境の変化が不利に働いており、慢性的な赤字を脱することができない。

経済成長率は、1980-90間に-2.2%のマイナス成長（農業-2.6、工業-4.4、サービス-1.0）を記録しているが、1991年にはプラスに転じたと見られる。

インフレ率は、1988年 33,657%、1989年 689%、1990年 13,490%とハイパーインフレの様相を呈していたが1991年 777.24%、1992年にはほぼ終息に向いつつある。

2-2 ニカラグァ共和国上水道事業の概況

2-2-1 水道普及状況

ニカラグァ共和国の生活用水は、90%以上の大部分が公的セクターによって供給されている。

1989年度における水道普及率（人口ベース）は、全国平均で53%である。しかし普及率は地域によって大きく異なり、人口密度の高い太平洋側の3管区で67%、中央部の3管区で35%、人口過疎のカリブ海側特別地帯では、14%に過ぎない。

供給サービスとしては戸別給水栓方式が全国的にかなり普及しており、共同水栓の占める割合は全国平均で35%、人口の集中する太平洋側（第2、3、4管区）で29%（いずれも人口ベース）である。

上述の水道普及率は、即ち給水栓の普及率に外ならないが、この給水栓を利用して供給される給水量生産高は1989年度実績で年間総計6,870万立方メートルである。漏水等の無効水量を割り引いた有効水量をその75%、5,152万立方メートルとして見ると、給水人口1人1日当りの給水量は70リットルとなる。ニカラグァ共和国では都市人口の比率が圧倒的に高いことを考慮すると、70リットル/人/日は決して高い水準ではなく、給水栓の普及の中での給水サービスの不足が浮き彫りにされている。

2-2-2 事業実施体

ニカラグァ共和国の上水道事業は、1979年10月に発布された政令123号によって設立されたニカラグァ上下水道庁（INAA）によって企画、運営されている。INAAは上水道のみならず、下水道事業をも管轄する独立採算制の公社で、大統領府に直属している。

(1) INAA組織の概要

INAAは、中央の企画、管理部門及び事業実施部門に加えて5ヶ所の地方総局、その下の多数の地方事務所により構成され、全国で上下水道事業を企画・運営している。以下にINAAの中央組織と本計画の地方における実施責任機関となるグラナダ地方総局（第4地方総局）の組織図を示す。グラナダ地方総局の下には、ヒノテベ広域水道を管轄するヒノテベ地方事務所（所員33名）及びサンマルコス広域水道を管轄するサンマルコス地方事務所（所員25名）等がある。

(2) 職務分担の概要

I N A Aの上下各組織の役割は、およそ以下のように定められている。

- ・地方事務所；配管の日常点検及び修理、ポンプの運転、水道料金の集金を主たる業務とする。
- ・地方総局；地方事務所を統括し、水道施設の運転、維持管理の総合的な監督・支援、運転データの収集・整理、ポンプ・モーター等の軽度な修理を実施する。配管の修理・更新計画も立案する。
- ・中央組織；事業の予算、技術に係る総合計画と管理を行なう。給水施設の設計、水質管理を行なう。組織の中にマナグア市の水道事業実施体を包括している。

2-2-3 I N A Aの財政状況

I N A Aの中央、地方組織共に予算規模は比較的小さい。通貨価値の激しい変動に見舞われた過去数年の収支を経年的に比較することはあまり意味がないが、通貨の安定をみた1991年度及び1992年度上半期の収支は、安定し十分均衡が取れており、負債の負担はほとんどない。ただし減価却費の割合が軽く、古い施設の食いつぶしが形の上で財政負担を軽くしている傾向が認められる。収支の中では水道料金の収入が圧倒的に大きく、下水関係の赤字をおぎなった上でなお全体の黒字を支える形となっている。1992年上半期のI N A Aの収支を表2-2-3に示す。

表 2 - 2 - 3 1992年上半期の I N A A の収支

(単位：千コルドバ、1コルドバ=24円)

	I N A A 総合	第 4 地方総局 (グラナダ)
収 入	83,677	9,180
営業収入	87,903	9,180
(上水道収入)	(71,861)	(8,597)
(下水道収入)	(16,042)	(583)
営業割引	-5,371	-
営業外収入	496	-
雑収入	649	-
支 出	65,960	8,310
営 業 費	27,870	3,981
(上水道)	(14,448)	(623)
(下水道)	(823)	(49)
(一 般)	(12,599)	(3,309)
維持管理費	15,001	3,016
(上水道)	(13,778)	(2,931)
(下水道)	(383)	(5)
(一 般)	(840)	(79)
検針集金費	7,275	1,313
車 輛 費	3,140	-
機械工場費	170	-
本社管理費	10,173	-
営業外費用	45	-
その他の間接費	2,286	-
臨 時 費	-	-
損 益	17,717	870

2-3 関連計画の概要

(1) 国家開発計画の概要

ニカラグア政府は、1990年12月に「経済安定・構造調整計画（90-93年）」を発表した。計画は農業開発を主軸とし、輸出収入の増大、地方雇用の安定に努め、財政収支の均衡を計るものである。

同計画では、内戦で疲弊した全国の社会基盤の再整備、保健・医療制度・改善も重視している。

(2) 地域開発計画の概要

上述の「経済安定・構造調整計画」の基本方針は順次地域開発計画に移される予定となっているが、現時点ではまだ成案として具体化されていない。

(3) 上下水道部門においては、国家計画の主旨にそい同国厚生省と上下水道庁により、農村地帯対象の「給水・排水国家計画」が策定され、農村地帯の農業用水、給水施設の拡充による地方住民の保健衛生向上が計られている。計画対象地域では、すでにカナダ政府の援助による地方都市の重点的な水道施設リハビリテーション調査が進行中であり、I N A A第4地方総局（グラナダ）は自己予算で管内の配水・給水管のリハビリテーションを段階的に進める計画を有する。

2-4 要請の経緯と内容

10年余の内戦で停滞し、破壊されたニカラグァ共和国の社会・経済の再建を計る中で、地方住民の健康を守り生活を安定させるに役立つ地方給水施設の整備向上は、ニカラグァ政府が最も優先して取り組んでいる課題の一つである。

しかしながらニカラグァ共和国では給水施設に必要な水源が必ずしも容易に得られる状態ではない。ニカラグァ共和国の主たる人口集中地帯である太平洋側や中央高原では、一般に地表水の水源に乏しく、地質構造的に開発の困難な地下水に依存するしかない。

ニカラグァ政府は、かねてより全国的に地下水資源の調査と開発に力を注いできたが、手持ちの掘削機材は老朽化し、数も不足しているために到底目的達成に不十分で、外国の援助を必要としている。

このような状況の中でニカラグァ政府は、特に地下水水位が低く開発に困難が伴い、しかもまだ世界銀行や二国間援助による開発が実施されていないカラソ台地の一部を対象とし、2000年を目標とした地下水開発を企画し、1992年2月日本国政府に井戸の建設と井戸掘削用機材の供与につき無償資金協力を要請してきた。

要請計画対象地域は、カラソ台地の中ですでに広域的な配水システムが整備されてはいるが、井戸の生産水量が不足で、事実上十分な給水サービスが行なわれていない、ヒノテベ地域、サンマルコス地域及びロスブエブロス地域である。

計画ではこの3地域に重点的に20本（1995年までに12本、それ以後2000年までに8本）の深井戸を新設し、2000年までの地域全体の水需要を満足することを目標にしている。要請の内容は、以下のとおりである。

(イ) カラソ台地の中の3箇所の広域給水区域即ちヒノテベ地域、サンマルコス地域及びロスブエブロス地域における深井戸20本の建設（深井戸ポンプも含む）。

(ロ) 新設井戸を既存配水施設に接続するための送水管及び施設の建設。

(ハ) 以下の掘削資機材及び試験用機器一式の供与。

- ・ロータリー式掘削機（18インチ径×400メートルの掘削能力）……………1
- ・可搬式コンプレッサー……………1
- ・クレーン車（8トン）……………1
- ・各種トラック……………3
- ・電気探査機器……………1
- ・水質検査、井戸試験機器……………1式
- ・テスト用ポンプ……………1式

第3章 計画地の概要

第3章 計画地の概要

3-1 計画地の社会・経済環境

計画地であるヒノテペ地域及びサンマルコス地域は、太平洋岸地域南部にあるカラソ台地に位置し、行政区分では第4管区の一部をなしている。

首都マナグアから約50キロメートル程南下した位置にあり、舗装幹線道路によって首都圏と結ばれており、バスや車が頻繁に往来している。同じ第4管区の都市、グラナダ、マサヤとともに首都圏マナグアの広域経済圏に入っている。

ヒノテペ地域、サンマルコス地域は、第4管区の中でも都市化と人口集中の著しい地域で、それぞれ約85,900人、62,200人の人口を有する（表3-3-2参照）。

この地域の人口の約90%近くは、人口5,000人以上の中小都市部に集っていて、農村部人口の割合は極めて少ない。

主な市としては、ヒノテペ市（人口約38,700人）、サンマルコス市（人口約24,600人）、ラコンセプション市（人口約24,900人）、サンタテレサ市（人口約16,900人）等がある。この中で最も都市化の徴候が著しいのはヒノテペ市で、農産物、日用品の地域における交易中心地となっており、商業、軽製造業もかなり発達している。その他のサンマルコス、ラコンセプション以下の市は、近年急激に人口増加を経験しているとは言え、基本的に農牧業中心の人口拠点としての性格を強く残している。

一方市の周辺に点在する農村は、人口500人から2,000人規模の村が多く、ほとんどが家族労働による小規模経営の農家で、集約的営農は牧場を除き一般的でない。

この地域の平均的家族構成は、6～8人であり、居住している家屋は、市町村を通じて平屋建ての小規模住宅がほとんどである。

公共施設・社会施設は一般に少ないが、ヒノテペ市とサンマルコス市に集中している。

	ヒノテペ地域	サンマルコス地域
学 校	3 2	2 7
教 会	1 4	1 0
病 院	3	2
市 場	1	1
公 園	2	2

病気についての地域統計はないが、幼児死亡の主たる原因は、寄生虫病、腸炎、呼吸器系疾患と言われている。

3-2 自然条件

3-2-1 気象

ニカラグァ共和国は、南東部の熱帯雨林気候区（年間降水量4,000mm以上、月別の平均気温24.6~27.0℃）、東部カリブ平野の雨林季節風気候区（2,400~3,000mm、24.5~27.1℃）及び中央高地・太平洋沿岸地域のサバンナ気候区（700~1,900mm、19.0~30.6℃）の3種に大別される。サバンナ気候区は、太平洋側（標高0~700m）と、中央高地（標高200~1,000m以上）を含むため地域により雨量・気温とも大きく異なるが、降雨は5月から11月の7ヵ月間に集中し年間雨量の90%を占めること、平均気温が3月から8月にかけての半年が高いことなどが共通している。

計画対象地域のカラソ台地は、太平洋側サバンナ気候区に属し、5月初旬から11月中旬までの約半年が雨期（この間に年間降雨量1,400~2,000mmの約95%の降雨がある）、11月から4月にかけては降雨の極端に少ない時期である。標高400~600mの高原のため、月間平均気温は23~26℃の範囲内で、近接する首都マナグァ市街（標高40~100m）に比べて3℃以上低い（マナグァ市の月別平均気温は27~29.2℃）。4月・5月が最も暑く最高気温は30℃を越えることがしばしばあるが、その他の月は月平均気温が23~25℃の範囲にあり最高気温が30℃を越えることは少ない。

表3-2-1にマサテペ市の気象諸元、表3-2-2にカラソ地域内4ヵ所の月別平均雨量を示す。

表3-2-1 マサテペ市(標高450m)の月別平均気象諸元

諸元	観測年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間平均 (合計)
降雨量 (mm)	1963 ? 1987	15	6	7	19	207	211	164	184	298	255	91	32	1,489
気温 (°C)	1964 ? 1987	23.1	23.8	24.9	25.8	26.0	24.8	24.5	24.6	24.5	24.1	23.6	23.2	24.4
蒸散 (mm)	1963 ? 1987	151	178	236	242	188	121	119	132	119	116	119	132	(1,853)
相対湿度 (%)	1963 ? 1987	80	76	73	72	76	85	86	85	87	87	85	82	81.2
日照時間	1974 ? 1987	246	239	267	248	206	128	161	168	163	185	205	225	(2,441)
風速 (m/s)	1974 ? 1987	1.4	1.5	1.5	1.6	1.1	1.1	1.2	1.0	0.8	0.8	0.9	1.4	1.2

表3-2-2 カラソ地区4ヶ所の月別平均雨量

地名	観測 期間	月別平均雨量(mm)												年間 平均	最高 最低 (年)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
サンマルコス	1929 ? 62	11	4	5	5	145	265	161	161	238	344	60	26	1,425	2,459 (33) 686 (37)
サンタテレサ	1946 ? 88	21	5	4	21	242	284	239	290	359	370	109	42	1,986	2,747 (73) 472 (84)
カンボス アスレス	1983 ? 89	9	48	5	4	152	267	214	216	252	269	90	45	1,571	1,941 (87) 869 (83)
マサテペ	1963 ? 87	15	6	7	19	207	211	164	184	298	255	91	32	1,489	2,155 (70) 819 (79)

3-2-2 地質及び地質構造

カラソ台地は、第三紀の堆積岩累層であるプリト累層を基盤岩とし、第三紀鮮新世に始まり第四紀まで続いている火山活動に関連した火山噴出物及び火山起源の堆積層により大部分が構成されている。この火山起源物質の総層厚は、台地北部の高標高部（500～600m）において500m前後に及び、南部の低標高部（計画対象地域の最南端で標高380m）でも100mを越えている。

台地を構成する地質は、上から順に下記のとおりである。

- ・台地のほぼ全域を薄く覆って分布する現世の火山噴出物
- ・台地の頂上付近に分布する第四紀更新世の火山噴出物（主としてマサヤ火山岩類）
- ・台地の大部分を構成するラス・シエルラスグループ。これには、新第三紀中新世末期より第四紀更新世にかけての火山活動により生成された物質の直接堆積層や、水中での二次堆積層とが含まれる。
- ・基盤のプリト累層を不整合に覆って部分的に分布（北部の一部に限られる）する新第三紀の堆積層
- ・古第三紀始新世から漸新世にかけて堆積した堆積岩累層で、カラソ台地の基盤をなす。

ニカラグァ地溝帯内の他の地域の例にもれず、当台地地域においても、度重なる大規模な火山活動に伴って、数多くの小断層、カルデラ（ラ コンセプションの北部のカルデラ）が生じたほか、局地的な隆起・沈降（地塊断層作用）も生じた。その結果、台地の大部分を構成するラス・シエルラスグループは、堆積環境の相違により上位・中位・下位の3つのグループに大別され、当地域の水理地質構造に影響を与えている。

カラソ台地の層序と各層の構成物、堆積環境等は表3-2-3に示すとおりで、南北方向の地質断面模式的に示すと図3-2-2のようである。

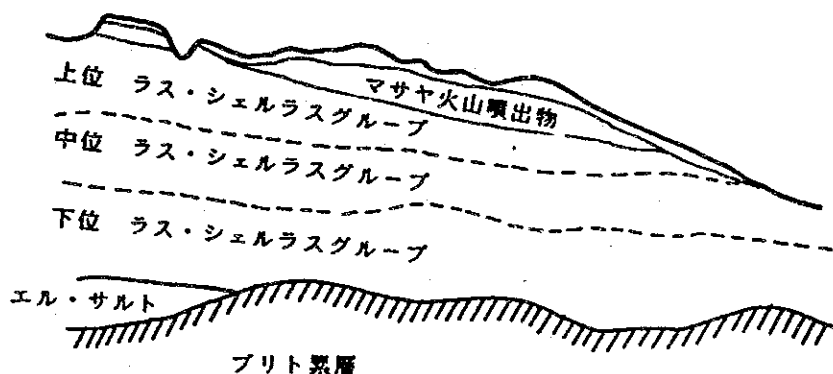


図3-2-2 カラソ台地南北方向地質模式断面図

表3-2-3 カラソ台地の地質層序

地質年代		地層名	地層の構成物質	堆積環境
第4紀	完新世	現世火山噴出物	火山灰、軽石、スコリア等の降下堆積物及び火砕流	〔陸性〕 -火山の降下・流下堆積物
	更新世	主としてマサヤ火山岩類	半固結火山灰(凝灰岩)、軽石、スコリア、火砕流、玄武岩質・安山岩質溶岩	-部分的に沖積層
第3紀	更新世 中 新世	ラス・シエルラスグループ	上位ラス・シエルラス	〔気水性堆積物、局地的沈降時〕 -降下堆積物と二次的堆積物の混合(主として水中二次堆積物)
			中位ラス・シエルラス	〔陸性〕 海退時あるいは局地的隆起時の火山降下堆積物及び火砕流
			下位ラス・シエルラス	〔海水又は気水性堆積物〕 海進時又は局地的沈降 -降下堆積物と水中二次堆積物
第3紀	中新世	エル・サルト累層	凝灰質砂岩、凝灰質シルト岩・泥岩、石灰質砂岩・泥岩	〔海性〕 海進時
	始新世 新 暁	ブリト累層	砂岩・頁岩、礫岩	〔海性〕 海進時

3-2-3 水理地質

カラソ台地は、その周辺地域に比べて100~300m標高が大きく、従って、地下水位は地表下120m（低標高部）から300m（高標高部）にも及んでいる。

前項に記したような各地層は、透水性の大きい部分、小さい部分が複雑にiriまじっているために、随所に宙水が存在するが、自然地下水面より上位にある宙水は量的には殆ど期待できない。

地中に浸透する雨水の大部分は、透水性のよい部分あるいは断層破碎質部に沿って徐々に降下し、ついには地下水面の深さまで到達しそこに滞留する。カラソ台地においては、地下水面は、中位ラス・シエルラス層の下位部にあるように見受けられるが、本層中には大きな広がりをもった加圧層が少ないために、本層中の地下水は概して自由地下水（不圧地下水）である。

下位ラス・シエルラスグループは、しかし、物質は上位層と似たような火山起源ではあるが、水中堆積物のため、層理は断層で切られているところを除いては比較的連続性が良く、所によっては被圧地下水の存在が期待される。反面、難透水性の細粒凝灰質砂岩に富むため、地下水の垂直方向の移動効率が悪く、大量の地下水取水が難しい部分が多い。

地表部は植生状況よく、透水性の高い火山灰土壌で被われているため、降雨の大部分は地下に浸透あるいは地表付近に保水され、流出量は非常に少ない。当該地域内の河川はすべて涸れ沢で、雨期期間中であっても水流が見られるのは降雨直後の1時間以内である。地下に浸透して地下水となる量は、降雨量－（流出量＋蒸散量）であるが、下記条件にて単純な収支計算を行なうと、涵養量は1平方キロあたり82万 m^3 となる。

- ・雨量の少ない11月より次年の4月までの6ヵ月間は降雨の100%が蒸散し流出量も浸透量も0%とする。
- ・降雨量は、地域内4観測所のデータのうち、最も多いサンタテレサのものを除外し、5-10月の累積を1,300mmとする（サンタテレサの5-10月雨量は約1,800mm、他はすべて1,300mm台）。
- ・雨期期間中の月降雨量が200mmを越える場合の流出量を30%とし、200mm以下の場合20%と仮定する（流出量27%平均で350mm分となる）。
- ・雨期期間中の蒸散量は一律に10%と仮定する（蒸散量130mm分）。
- ・地下浸透量＝降雨量1,300－（流出量350＋130）＝820mm

涵養量82万 m^3 のうち有効に地下水として貯留される量は半量と仮定すると、貯水量は1年間に42万 m^3/km^2 となる。なお、低標高部（サンタテレサ付近）は、降雨量が1,900mm台という大きな値であること、高標高部より流出した河川水も地下水涵養源として加わるため、さらに条件がよくなる。

表3-3-1 既設の井戸

場所	井戸No	設置場所	掘削長 フィート	静水位 フィート	揚水量 GPM	動水位 フィート	地下水下降長 フィート	比湧出量 GPM/フィート	
ヒノテペ	A-2-73	サンタアナ/4	1,220	730	325	840	110	3.6	
	"	A-3-74 #3	フレンテオンビタム/5	1,250	666	330	110	2.7	
	"	F-2-89	アルバーロエイバトリョ	1,087	760	285	154	2.5	
	"		小計			940			
	"	F-1-82	ドゥルセノブレ/8	1,200	694	241	695	18	13.3
	"	F-1-89	ギスキリアバ/10	1,083	615	308	630	15	23.3
	"		小計			549			
	A-1-82	サンタテレサ/1	596	425	318	425	0.08	mucho	
		合計			1,807				
サンマルコス	#3	フレンテメンテエリオ	1,125	865	175	904	39	4.5	
	"	ノマル	1,270	897	307	987	90	3.7	
	"	サリダアヒノテペ/4	1,190	900	80	955	55	1.4	
	"		小計			562			
	"	F-2-83	サンレオナルド/6	1,240	936	343	954	18	13.3
	"	F-1-90	ラシエイバ	1,280	987	220	1,005	13	17.7
	"		小計			563			
	F-1-83	サンファンデラコンセプション	1,070	570	75				
		合計			1,200				
ディリオモ	A-4-75	ログラス 1	580	270	400				
	"	F-1-91	ディリオモ 1	610	390	300	3	161.0	
	"	F-2-82	ログラス 2	660	250	300			
		合計			1,000				
マサテペ	F-1-80	アルタンク	1,300	920	300				
	"	F-3-87	エルモンドゴ	1,120	811	300			
		合計			600				
マングスモ	A-3-77	エボ 1	1,185	820	80		49	7.0	
新設井戸	F-1-92	ラスエスキス	1,080	675					
	"	N-2-92	マングスモ	1,150	867				
	"	F-2-92	フォルス	1,100	775				

3-3 計画地内の給水現況

3-3-1 既存井戸の現況

カラソ台地の市町村に飲料水を供給している20ヶ所の井戸は表3-3-1に示すとおりである（ディリオモにある2ヶ所の井戸はデータ不足によりのせていない）。ヒノテペ及びサンマルコスの実生産量は1992年1月～8月の実生産量の平均を示し、他地区はデータから採用した（Annexにヒノテペ及びサンマルコスの実生産量（1984年～1992年8月：9年間）を添付する）。

各井戸共建設年数が古く、なかには20年を経た現在でも稼働しているが、かなりの部分リハビリテーションを必要としている。

井戸データについては井戸掘削者の主観的な判定により地質の記載が行なわれているため、岩質判定に統一性がなく、地質構成の解釈に支障をきたすものが多い。井戸掘削長やスクリーンの設置個所及びポンプの設置個所に問題がある故に揚水量が少ない井戸も見受けられる。適正な位置にポンプを設置していないために故障の原因が生じている場合もある。さらに、掘削深度の不足（良好な帯水層に届かないまま掘り止めにしているケース）が揚水量不足の原因ともなっている。計器類についても破損したまま、取換えていない井戸が見られる。またポンプ運転状況を時間ごとに運転日誌に記入しているが必ずしも正確なものとは言えない。

以上のように、井戸データから判断される限り、当該地区の井戸については、井戸建設技術も維持管理についても未熟さがうかがわれる。

井戸生産量を地区別にみると、次のとおりになる。すなわち、ヒノテペ地区 9,292 m³/日、サンマルコス地区 3,863 m³/日、マサテペ地区 2,000 m³/日、ロस्पエブロス地区 5,008 m³/日とナングスモ地区 785 m³/日である。

地下水位低下のはなはだしい井戸群はヒノテペ地区であり、平均約38mにも及ぶ。他の井戸は10m内外である。

1992年に3ヶ所の新設井戸が掘削されたが、これが稼働しても水不足解消には程遠いものがある。

3-3-2 給水区域の現状

計画対象地域には、1995年を目標として、緊急に給水源（井戸）の増強を計らねばならない、ヒノテペ広域給水区域とサンマルコス広域給水区域がある。

この両地域に住む人口は、1995年において推定約16万人に達するが、その大部分、約80%は、1万人以上の比較的大規模な都市型の集落を形造って居住している。その他の住民も小規模ながら例外なく集落を造って地域に点在居住している。

住民は、I N A Aによる各戸給水栓型のサービスを受けているが、給水栓の普及率は、平均家族構成7人と仮定して推計してみると、ヒノテペ地域 54%、サンマルコス地域 37%と共に低い。一方、ヒノテペ地域、サンマルコス地域ともに代替水源は短い雨期期間中の雨水に限られ乾期には全くないため、居住民のI N A A給水施設に対する依存度は、事実上100%に近いと想像される。

以下に各小給水区域毎の人口、給水栓普及率の推計を表3-3-2として示す。

表3-3-2 戸別給水栓から見た水道普及率（ヒノテペ地域）

	人 口 (1992)	給水栓数	給水人口	水 道 普 及 率
ヒノテペ	38,699	3,891	27,237	70%
サンタテレサ	16,874	784	5,488	33%
ドロス	6,027	452	3,164	52%
エル ロザリオ	4,329	310	2,170	50%
ドゥルセノブレ	3,099	68	476	15%
ロスクルセス	615	63	441	72%
ロスボトレリジョス	431	56	392	91%
チンホセ デ マサテペ	5,281	222	1,554	29%
ラバス デ カラソ	5,914	378	2,646	45%
サンタクルス	660	120	840	100%
ギスキリアバ	3,916	234	1,638	42%
合 計	85,851	6,578	46,046	(54%)

表 3-3-2 戸別給水栓から見た水道普及率（サンマルコス地域）

	人 口 (1992)	給 水 栓 数	給水普及人口	人口ベース 普 及 率
サンマルコス	24,574	3,891	12,747	52%
ラ コンセプション	24,916	797	5,579	22%
サンホアン デ ラ コンセプション	8,609	393	2,751	32%
サンカララビオ	1,873	144	1,008	54%
エル アレナル	2,195	93	651	30%
合 計	62,167	5,318	22,736	(37%)

3-3-3 給・配水系統とその問題点

(1) 歴史的には、この地域の既存配水系統は、先ずヒノテペ市、サンマルコス市等都市型の給水区域に重点的に水源と配水ネットワークが構築され、次にこれを起点として、その周辺の小集落へ次々にタコ足的に連絡管が延長され、結果として今のヒノテペ及びサンマルコス両広域給水系統が現出した、と考えられる。どちらかと言えば無原則的な配管の延長が繰り返されてきたため、今になって配水の著しい地域的不均衡、水源の偏在と言った明らかな欠陥が現われ、この点の抜本的改善なしには、これからの追加的な水源の建設もその効果を十分発揮することができないと考えられる。

以下に既存配水系統の問題点を要約する。

1) ヒノテペ地域配水系統：系統中の最大給水区域であるヒノテペ市は、比較的整備された配水管網を有し、均等な配水を行ない得る条件下にあるが、水源が決定的に不足しているにもかかわらず、外部の給水区域に逃れる水をコントロールできないシステム上の欠陥を持っている。

一方この系統下でヒノテペ市と連絡管で連結される郡部の町村グループは、郡部全体として、ほぼ十分需要に見合う水源をかかえながら、配水系統が多数の行き止まり式（デッドエンド タイプ）の細管によって構成されているため、配水の均等な流れを維持することができず、給水網の中にあっても給水を十分受けられない家庭が多数現われている。生産水量の適切な配分を実現できる配管システムの改善が、この地域での緊急課題である。

2) サンマルコス地域配水系統：この系統全体としての水源の不足は、ヒノテペ地区よりはるかにきびしい。主要給水区域サンマルコス市及びラ コンセプション市の現人口は I N A A の給水施設計画時のベースになったと思われる給水人口をはるかに超えているために、ますます現存配水系統の欠陥が際立って見える。ほとんどの現存水源がサンマルコス市周辺に集中して、他市にも送水しているが、実際には水源全体の容量を以ってしてもサンマルコス 1

市の需要をみただけに足りない。この地域では、ラ コンセプションの水不足を解決することが最大の緊急事である。

表 3-3-3 に現在における各給水区域給水不足量を、推計需要量と現生産量との差として示すが、計算上は、ヒノテペ地域で水需要量の 6.45%、サンマルコス地域では 59.7% が不足している。ただし、ヒノテペ地域の水不足量が意外に少ない計算になるのは、見掛け上のことに過ぎない。前述した如く、ヒノテペ市につながる郡部では実際に生産量としては計上されているが、現配水システムの根本的欠陥により事実上適切に配分されていない水量が相当量ある。これを割引いて考えるならばヒノテペ市を中心とする給水不足は実質 30% を超えていると推定される。なお、上述の議論には漏水量を考慮していない。漏水量については次節で別に検討する。

表 3-3-3 水需要量と給水不足量 (1992)

給水区域	人口(1992)	平均水需要量 M ³ /日	平均生産量 M ³ /日	給水不足量 M ³ /日
ヒノテペ市	38,699	6,590	5,123	1,467
サンタテレサ	16,874	1,596	1,733	137
ドロレス	6,027	456	0	456
エルロザリオ	4,329	328	0	328
ドゥルセノブレ	3,099	235	1,313	(過剰 1,078)
ロスクセス	615	47	0	47
ロスボトレリョス	431	33	0	33
サンホセデマサテペ	5,281	400	0	400
ラパスデカラソ	5,914	448	0	448
サンタクルス	666	50	0	50
ギスキリアパ	3,916	296	1,908	(過剰 1,612)
小計	85,851	16,479 (100%)	10,077 (93.55%)	676 (6.45%)
サンマルコス	24,574	3,721	3,063	658
ラコンセプシオン	24,916	3,772	0	3,772
ガホアソコソセブション	8,609	815	409	409
サンカララピオ	1,873	142	0	142
エルアレナル	2,195	166	0	166
小計	62,167	8,616 (100%)	3,472 (40.3%)	5,144 (59.7%)

ヒノテペ地域

サンマルコス地域

(2) 現存配水系統にみられる最も一般的なパターンは、ループ型の配水管メインを人口集中地区に張りめぐらし、高地に設置したタンク（コンクリート製か鋼製）とこれと離れた位置にある井戸（又は他地区からの送水管）とをループを介して接続する方式である。これは、水使用の多い時間帯に井戸とタンクの双方からの同時給水を行ない、水使用の少ない時間帯には余った水をタンクへ送り貯水する合理的な設計である。

送水・配水管は、起伏の多い地形にそって埋設されているにもかかわらず空気排出弁、ドロワー弁を設けていず、運転の断続性とあいまち、エアーロックや滞留砂による流れの阻害が起きていることが十分考えられる。

(3) ヒノテペ、サンマルコス両地域共に現存配水管はすべて15～20年を経年したアスベストセメントパイプ（A/C管）である。修理のため切断したパイプを見ると、セメント分がかなり溶出して軟化しているのが観察できる。埋設深度が浅いのとアンカーがほとんど取られていないために、ジョイント部からの漏出も多いことが想像できる。

両地域を管轄している第4地方総局（グラナダ）では、1993年度自己予算による配管補修更新計画の対象地として、ラ コンセプション、サンタテレサ、ドロレスを予定している。しかし予算不足と配管の布設・補修の経年的記録が乏しいことから、応急的な手当ての域を出ることは難しいと考えられる。

I N A Aは独立採算で水道事業を運営しているために無収水量、無効水量の削減に対する関心は深い。サンマルコス地域及びヒノテペ地域における本年前半期の無収率はヒノテペ地域で50.4%、サンマルコス地域で28.0%となっている。地方事務所関係者の推測では無収水量の内約50%が漏水による無効水量と見なし得るので、結局ヒノテペ地域の無効率は25.2%、サンマルコス地域のそれは14%となる。この数字は、既存施設の現状を見る限りでは、過少な推定との懸念も残るが、新設井戸により生産される水量の有効給水率を決める上での唯一の尺度になる。

表3-3-4に1992年度前半期の有効水量及び有効水量関連データを示す。

表3-3-4 サンマルコス地域及びヒノテペ地域における
飲料水生産量と無収水量及び無収率
(1992年1月～6月調べ)

	1月 (M ³ /月)	2月 (M ³ /月)	3月 (M ³ /月)	4月 (M ³ /月)	5月 (M ³ /月)	6月 (M ³ /月)	6ヶ月合計 M ³ /6ヶ月
サンマルコス地域							
生産量	101,315	109,748	118,436	119,343	121,505	128,769	699,116
有収水量	67,712	79,588	79,063	85,292	102,134	89,915	503,704
無収水量 (無収率)	33,603 (33.2%)	30,160 (27.5%)	39,373 (33.2%)	34,051 (28.5%)	19,371 (15.9%)	38,854 (30.2%)	195,412 (28.0%)
ヒノテペ地域							
生産量	295,504	274,392	287,018	268,370	275,296	281,200	1,681,780
有収水量	120,675	131,817	139,176	147,163	160,182	135,664	834,677
無収水量 (無収率)	174,829 (59.2%)	142,575 (52.0%)	147,842 (51.5%)	121,207 (45.2%)	115,114 (41.8%)	145,536 (51.8%)	847,103 (50.4%)
2地域合計							
生産量	2,353,865	2,203,475	2,405,404	2,388,761	2,500,170	2,380,299	14,231,974
有収水量	1,214,810	1,388,307	1,368,310	1,414,510	1,529,129	1,436,166	8,351,232
無収水量 (無収率)	1,139,055 (48.4%)	815,168 (37.4%)	1,037,094 (43.1%)	974,251 (40.8%)	971,041 (38.8%)	944,133 (39.7%)	5,880,742 (41.3%)

表3-3-5 両地域の無効水量及び無効率

	サンマルコス地域 (1~6月)	ヒノテペ地域 (1~6月)
生産量	699,116	1,681,780
有効水量	601,410	1,258,228
無効水量(漏水量)	97,706	423,352
無効率(漏水率)	14.0%	25.2%

表3-3-5から見て、サンマルコス地域はともかく、ヒノテペ地域においては、新水源の開発と並んで漏水防止による無効水量削減の効果も考慮する必要がある。

(4) 既存給水系統では、井戸元に例外なく塩素注入装置を設置して滅菌のための塩素注入を実施している。

注入は定量ポンプで行っているが、井戸からの揚水量を測定するメーターが正常に働いていない場所もあり、注入量の設定は容易でないと思われる。INAAの基準では蛇口での残留塩素濃度が0.3ミリグラム/リットルであるが、地方では残留塩素モニタリングの回数が少なく残留濃度で注入量の調節を行なう機会がないために過剰注入が多く、蛇口で1.0ミリグラム/リットル前後の濃度検出記録が多い。

計画地域の地下水水質はINAAにより定期的にチェックされている。弗素、全鉄、硝酸性Nの割合が比較的高い。しかし、いずれもINAAの設定する最大許容値の範囲内にはある。次表にヒノテペ、サンマルコス、ドゥルセノンブレの水質分析結果をINAA標準及びWHO基準と並べて例示する。

項目	ヒノテペ 井水	サンマルコス 井水	ドゥルセノンブレ 井水	INAA標準	WHO基準
総硬度	148	116	232	500	500
塩素イオン	22	26	28	250	250
硫酸イオン	1.0	3.0		200(400)	400
硝酸性N	26.3	5.8	11	—	10
亜硝酸性N	0.003	0.0	0.0	—	—
鉄	0.85	0.17	1.05	0.3(1.0)	0.3
マンガン	—	—		0.05(0.5)	0.1
弗素	0.88	0.38	1.3	1.0(1.5)	1.5
p. H	7.9	8.2	7.3	7.0~8.5	6.5~8.5

注：()は最大許容値

3-3-4 運営・維持管理

(1) 揚水ポンプの運転は、地方事業所所属の2人の運転（監視）係が一日置きに交代して当るのを原則にしている。塩素注入は、グラナダ地方総局の係員が巡回して直接調節に当たっている。運転記録は、運転員が手持のノートに記録している例もあるが、地方総局の係員が巡回してデータを聴取し、データシートに記入し中央に送付している。地方事務所の維持管理業務の主体は、発見された配管の漏水箇所を応急的に補修することで、補修の実務は地方事務所が直庸方式で行っている。ポンプ、モーター、バルブ等の修理は軽度なものはグラナダ地方総局、その他はマナグアのワークショップで行なう。グラナダ地方総局は独自のワークショップを持たないため、町工場を利用して修理を行なっている。機械部品の保管管理はすべて中央で行なっている。

2-3-2節に掲げたINAA組織図の中で運営総局電機部の下にワークショップが置かれ、ポンプ、モーター、バルブ類の修理をするとともに予備品の調達、保管管理に当たっている。

一般に電圧の変動が大きく、電圧調節のできない変圧器を使っているため過去モーターの焼付が多く起こっている。例えば1991年度には月当たり20台の割でモーターを修理しなければならなかったが、現在は、予防保守の励行に努めた結果月当たり2～3台の修理ですんでいると言われる。

電機部は、

技 師	2 名
運転手	6 名
技能工	23 名

の人員で、INAAの唯一の修理部門としてはいかにも手薄である。グラナダ地方総局でもワークショップの新設を申請中であるが実現していない。

(2) グラナダ総局、ヒノテペ事務所、サンマルコス事務所の1992年度上半期の収支と支出の明細を表3-3-6及び表3-3-7に示す。

グラナダ総局の収支は、ヒノテペ及びサンマルコス地方事務所の外、グラナダ、マサヤ、リバス、カラソの4地方事務所の収支もすべて含んでいる。ヒノテペ、サンマルコスは共に第4管区全体の平均を上まわる成績を挙げている。

表3-3-6 1992年度上半期収支
(グラナダ総局, ヒノテペ事務所, サンマルコス事務所)

単位: コルドバ (1コルドバ=24円)

	グラナダ総局	ヒノテペ事務所	サンマルコス事務所
収入	9,180,224	621,462	334,276
営業収入	9,180,224	621,462	334,276
上水道収入	8,597,456	621,462	334,276
下水道収入	582,768	0	0
支出	8,309,978	376,785	283,500
営業費	3,981,191	23,293	48,702
維持管理費	3,015,492	184,439	170,702
検針・集金費	1,313,294	169,053	64,096
差額	+870,246 (9.5%)	+244,677 (39.4%)	+50,776 (15.2%)

表3-3-7 1992年度上半期支出明細
(グラナダ総局, ヒノテベ事務所, サンマルコス事務所)

単位: コルドバ (1コルドバ=24円)

支出項目	グラナダ総局	ヒノテベ事務所	サンマルコス事務所
営業費			
上水道	3,981,191	23,293	48,702
電気代	623,314	22,398	40,883
減価償却費	70,480	0	33,206
その他	516,784	22,077	5,343
下水道	49,294	0	0
共通費	3,308,583	895	7,818
人件費	546,862	0	7,818
電気料金	1,793,362	0	0
材料・部品	818,989	0	0
その他	149,370	895	0
維持管理費	3,015,492	184,439	170,702
上水道	2,931,127	184,439	170,590
人件費	833,527	95,074	56,458
電気代	813,401	53,991	47,221
修繕費	263,923	54,922	230
材料・部品	906,571	30,453	51,919
その他	113,705	50,001	14,762
下水道	4,652	0	0
共通費	79,712	0	112
検針・集金費	1,313,294	169,053	64,096
上水道	229,810	44,736	41,839
共通費	1,083,484	124,316	23,056
支出合計	8,309,977	376,785	283,500
生産水量	14,231,974 M ³	1,681,730 M ³	699,116 M ³

(3) ヒノテペ地区、サンマルコス地区の水道水の生産原価は、1992年上半期のデータで計算すると、夫々 0.224コルドバ/M³ (5.4円/M³)、0.406コルドバ/M³ (9.7円/M³)となる。これに対して有収水量の平均販売価格は、ヒノテペ 0.744コルドバ/M³ (17.9円/M³)、サンマルコス 0.664コルドバ/M³ (15.9円/M³)であり、無収率(30~50%)を考慮してもなお形の上で利益が上がる状況にある。

生産原価の構成としては施設の減価償却費の割合が低いこと(ヒノテペ6%、サンマルコス2%)、利子等投下資本コストが0であること、地下水のため薬剤費が小さいことがその特色で、コストの大半が人件費と材料・部品、及び電力費であると見てさしつかえない。しかも電力費は平均単価1円/kwH程度で支払われており一般消費者向けの7円/kwHより政策的に低く押えられている。

従って水の生産原価も政策的に低く押えられた数字を示すと考えられる。維持管理費は生産原価の大半を占め、ヒノテペで49%、サンマルコスで60%に達している。

また検針及び集金に要するコストも大きい割合を占めヒノテペで45%、サンマルコスで23%に達している。

表3-3-8に生産原価と販売価格を示す。

表3-3-8 水の生産原価と平均販売価格(単価)
(1992年上半期)

項 目	グラナダ総局	ヒノテペ事務所	サンマルコス事務所
生産水量	14,231,974M ³	1,681,780M ³	699,116M ³
生産原価	0.584コルドバ/M ³	0.224コルドバ/M ³	0.406コルドバ/M ³
原価構成			
・維持管理費	36%	49%	60%
・検針・集金費	16	45	23
・営業費	48	6	17
	100%	100%	100%
・人件費	19%	32%	25%
・材料・部品・修理	26	26	21
・電気代	32	14	28
・減価償却費	7	6	3
・その他	16	22	23
	100%	100%	100%
有収水販売価格	1.068コルドバ/M ³	0.744コルドバ/M ³	0.664コルドバ/M ³
(生産水販売価格)	(0.604)	(0.369)	(0.478)

(4) ニカラグァ共和国では、水道は都市部でも農村部でも有料制である。表3-3-9に家庭用料金の高・中・低レートと複数家庭共同水栓用（高・低レート）レート、公共水栓用レートの6種を示す。

政府機関用のレートはこれ等より少し高く、産業用、商業用は更に高いレートが設定されている。

料金はI N A A地方事業所が請求書を発行し、直接集金と使用者による窓口払込み、銀行振込等により納入される。

第3管区では、請求額に対する収集額の割合が従来60~65%と言われ、本年末までにはこれを85%まで上げることを目標としている。料金滞納の大口は家庭よりも政府機関であると言われている。

表3-3-9 上水道料金レート表

使用量範囲 (M ³)	家庭(1) (コルドバ/M ³)	家庭(2) (コルドバ/M ³)	家庭(3) (コルドバ/M ³)	複数家庭 共同水栓(1) (コルドバ/M ³)	複数家庭 共同水栓(2) (コルドバ/M ³)	公共 水栓 (コルドバ/M ³)
00 ~ 10	0.85	0.60	0.55	0.50	0.63	↑ 0.63 ↓
11 ~ 20	0.95	0.65	0.60	0.39	0.91	
21 ~ 30	1.05	0.70	0.60	0.57	1.37	
31 ~ 40	1.20	1.05	0.65	0.84	2.12	
41 ~ 50	1.75	1.55	0.65	1.26	2.12	
51 ~ 60	2.60	2.35	0.65	1.26	2.12	
61 ~ 70	3.90	3.50	0.65	1.26	2.12	
71 ~ 100	5.85	5.20	0.65	1.26	2.12	

注：1992年5月からの新レート

1コルドバ=24円。

(5) 給水栓及び給水配管は I N A A が取り付けるが、費用の負担は水道メータまでを I N A A が負担しそれ以降給水栓までを使用者が負担する規則になっている。給水栓布設の申請は多くの家庭から出されているが、給水量不足のため、I N A A 側で布設を実施していないのが実情と言われる。

新設井戸により供給水量が増加しても給水栓が増設されねば、普及人口の増加につながらない。

3-3-5 更新・補修計画

ヒノテペ事務所及びサンマルコス事務所は、管内の排水・給水配管の応急的な修理を実施しているが、老朽配管の総合的な更新・補修計画をまだ持っていない。ただし上位機関であるグラナダ地方総局では、自己予算により老朽配管リハビリテーションを計画中である。

第4章 計画の内容

第4章 計画の内容

4-1 計画の目的

ニカラグァ共和国のカラソ台地にあるヒノテペ地域及びサンマルコス地域には、地下水を利用した上水道施設があるが、既存井戸からの水量が十分でなく、住民は現在も水不足に悩んでいる。これに対処するため同国上下水道庁は、2001年を目標に両地区の要所に井戸を増設することを企画したが、この地域での井戸掘削は、地質構造的に多大の困難を伴い、上下水道庁手持ちの機材・技術では実施することがむづかしい。また、地元のさく井業者が所有する掘削機械も当地域に適応しうる高能力のものは2～3台に限られ、かつ1本の井戸(200～400m)の掘削に半年から10ヶ月を要しているのが現状である。本計画の目的は、より強力な能力を有する掘削機械と困難な地質条件に対応しうる技術を導入することにより、短期間内に水源増設をはかり、かつ同時に付属配管工事を実施して既設給水施設に連結し、1995年の水需要に対応することにある。

4-2 要請内容の検討

4-2-1 計画の妥当性の検討

計画対象地域であるヒノテペ地域及びサンマルコス地域は、太平洋側の人口過密地域の一つでありながら、水資源の開発が困難なところから、水道普及の度合いは太平洋側地域の平均より著しく低い。即ち、太平洋側3行政管区の平均普及率67%に対して、ヒノテペ地域は54%、サンマルコス地域は37%に過ぎない。

また、給水人口一人一日当りの平均給水量から検討してもヒノテペ地域で81リットル、サンマルコス地域では53リットルと低水準であり、大規模集落化、都市化が急速に進行している両地域にとり、地域発展の大きな制約因子となっている。

このような現状を打開するために、計画ではまず水資源開発による給水量の増大を計るべく井戸の増設を企画している。計画対象地では、地表水水資源に全く恵まれないために、井戸による地下水利用が、現実に取り得る水資源開発の唯一の手段と理解される。

幸いにして、地下水の水質には、大きな問題はなく、生活用水として十分安全に使用できる。

ヒノテペ地域及びサンマルコス地域は、カラソ台地上にあって、火山噴出物の厚い堆積層に覆われていて、主帯水層は、地表下100メートルないし300メートル以上という深部に存在している。従って井戸掘削は技術的に極めて困難であり、現に、I N A Aは手持ちの旧型衝撃式(ケーブルツール)掘削機を使い掘削を続けているが、多大の労力と日時を消費している。企画されている計画対象地域の地下水開発は緊急を要するため、より能率的な機材と技術の導入が不可欠と考えられる。しかしながらI N A Aの財政状態からみて、新鋭掘削機材の自力調達は極めて困難

である。I N A Aはニカラグァ共和国内の他の地域において、ドイツ、フランス等の2国間援助を得て地下水開発計画を推進中であるが、技術的に最も困難な当該カラソ台地については、火山地域の井戸掘削技術水準の高い日本の援助が必要と認識している。新鋭掘削機材が無償資金協力を利用して導入され、かつ、高度な日本の掘削技術が紹介されるならば、計画対象地の地下水開発を大いに促進するとともに、カラソ台地以外の地下水開発のためにも有力な決め手となるであろう。

I N A Aのオリジナルの計画を見ると、ヒノテペ地域、サンマルコス地域の外にロスプロエプロス地域も対象にし、1995年及び2001年を目標にして段階的に井戸増設・給水量増大を進める計画となっている。この漸進的な計画遂行方針は極めて合理的な考え方であり、この大筋に沿って1995年までの緊急計画を検討するならば、ヒノテペ地域及びサンマルコス地域における現実的かつ妥当な当面の緊急策として12本の井戸建設が浮上する。

本計画が実施された場合には、ヒノテペ地域、サンマルコス地域の人口約163,000人(1995)に供給される生活用水の生産量が全体として倍増される上に、水源の適正な分散化によって既存配水システムを通じての給水均等化が格段に進み、現在給水栓はあっても満足な給水サービスに浴していない多数の家庭を救済することができる。また、供与される新鋭掘削機材は将来、カラソ台地その他の地質構造的に掘削が困難な地域での地下水開発を大きく促進することができる。

以上述べた理由により本計画は、無償資金協力の対象として十分な妥当性を持つと判断される。

4-2-2 実施運営計画の検討

(1) 本計画が完成したとき、各揚水場(井戸)に運転係員2名が必要となり、両事業所は現有所員に対して40%近くの増員をしなければならない。

	現 所 員	新運転係員	計
ヒノテペ	33名	14名	47名
サンマルコス	25名	10名	35名

しかし、増員は現業員に限られるため事業所の組織を大きく変える必要性はない。また、運転員には、さして高度な技術レベルは必要でなく管内で新規採用の上、既存用水場で短期トレーニングを積み重ねれば、十分と考えられる。

運転員に要する人件費を現在の事業所の平均人件費で推定すると

- ・ヒノテペ 103,000 コルドバ/年
- ・サンマルコス 56,000 コルドバ/年

となり、年間計159,000 コルドバ(約380万円)の追加的人件費の支出が派生する。

(2) これに対してヒノテベ及びサンマルコス地方事務所の1992年度年間収支は、1992年度上半期の実績から推定して、次のとおりである。

(経済状態の安定していない1991年度及びそれ以前の実績は参考としない。)

	ヒノテベ事務所	サンマルコス事務所
	(コルドバ)	(コルドバ)
収 入		
上水道料金	1,242,924	668,552
下水道収入	0	0
(小計)	(1,242,924)	(668,552)
支 出		
営 業 費	46,586	97,404
維持管理費	368,878	341,404
検針集金費	338,106	128,192
(小計)	(753,570)	(567,000)
損 益	+489,354	+101,552

(3) 計画対象地域の揚水場の運転においては、人件費と電気料金が主要な運転費を構成しているが、その他の維持管理費も若干派生する。

新揚水場の電力消費量と電力費及びその他の維持管理費は次の如く予想される。

	年間電力消費	平均料金レート	年間電力費	その他の維持管理費
ヒノテベ	3,292,000KWH	0.245 コルドバ/KWH	806,000 コルドバ	181,000 コルドバ
サンマルコス	2,765,000KWH	0.245 コルドバ/KWH	677,000 コルドバ	147,000 コルドバ
			1,483,000 コルドバ	328,000 コルドバ
			1,811,000 コルドバ	

[注] 実際に事業所の会計報告に現れている電力費から平均料金レートを算出すると、KWH当りヒノテベ0.0237コルドバ、サンマルコス0.0795コルドバ、第4管区総合で0.245コルドバとなる。

因みに一般消費者のレートは、0.3コルドバ/KWHである。ヒノテベ及びサンマルコスの計算レートは、いかにも低すぎるので、ここでは第4管区総合の0.245コルドバ/KWH(5.88円/KWH)を採用した。

(4) 以上の主要追加派生コストと現在の年間支出(推定)とを対比すると以下のとおりである。

	ヒノテベ	サンマルコス
年間予想追加コスト	1,090,000 コルドバ	880,000 コルドバ
現在の年間支出	754,000 コルドバ	567,000 コルドバ

追加直接費が、事業所の現在の年間支出をやや超過する額に達するが、これは水の生産量がほぼ倍増すること、現在の年間支出には電力費が正常に反映されていないこと等を考慮すれば当然の結果と言わねばならない。

一方、給水増に応じて料金収入増もあるわけで、追加給水量の料金を現在の徴収率で集めるとすれば、年間ヒノテペで697,000 コルドバ、サンマルコスで685,000 コルドバが回収できるが、これで追加経費をカバーすることはできず、以下に示すように現在の利益金を大幅に食い潰す形になる。

	ヒノテペ事務所 (コルドバ)	サンマルコス事務所 (コルドバ)
収 入		
1992年度推定	1,242,924	668,552
新施設による追加料金収入	697,000	685,000
支 出		
1992年度推定	753,570	567,000
<u>新施設による追加費用</u>	<u>1,090,000</u>	<u>880,000</u>
損 益	+ 96,354	- 93,448

収支のバランスを取るためには、現在の料金枠の中で、実績50%程度に過ぎない徴収率を向上するとともに、家庭に対する料金レートの適用を高い方に移すことを考慮すべきである。

以上を総合して、本計画の完成によって派生する人的、技術的負担は軽度であるが、財政的負担は大きく、電力料金の特別軽減による国庫負担導入か、水道料金の適用と運用の改善を考慮する必要がある。

4-2-3 類似計画及び国際機関の援助計画との関連の検討

現在、計画対象地域には、類似計画はない。しかし、カラソ台地の他の主要都市、グラナダ、マサヤ、デイリアンバを対象にしてカナダの政府の援助により、給水システムリハビリテーションのための総合的調査が発足している。

I N A Aの運営総局漏水管理部をカウンターパート機関とし、本年10月には事務所も設ける予定である。調査はローカルコンサルタントを登用して行ない、その内容は井戸の現状調査、既設配水管、給水管のインベントリ、使用者側の意向調査、料金等制度の検討を含んでいる。

また、グラナダ地方総局では、1993年度老朽配管リハビリテーション計画の対象として、サンタテレサ、ラ コンセプション、ドゥルセノンブレ等を選び、自己予算によりローカルコンサルタントを起用、調査に当たることとしている。

しかしながら、建設当初の古い配管布設図があるのみで、その後の延長、補修、変更の記録が、満足に残されていない状況下では、作業は極めて困難なものになると予想される。

これらの調査は、本件計画と直接の関係はないが、将来大いに参考となる情報をもたらす可能性はある。

4-2-4 計画の構成要素の検討

(計画構成要素の検討①)

既に2-4節に述べた如く、ニカラグァ共和国政府の当初の要請は、カラソ台地のヒノテペ、サンマルコス及びロスプエブロスの3広域給水区域に対する2000年を目標にした20本の深井戸の建設と、そのために要する井戸掘削機及び支援車輛等の供与であった。

しかしながら、この要請内容は、以下に示す検討により、短期目標1995年の水需要に応ずるヒノテペ、サンマルコス地域のための12本の井戸建設と、それに必要な井戸掘削機及び支援車輛等の供与、及び新設井より既設給水網への連結送水管の敷設工事等に縮小修正することが適当と考えられる。

- (1) 計画地のカラソ台地地域の地下水位は非常に深く、地表下100mから300mに及ぶ。従って、掘削すべき井戸の深度も大きく、150mないしは400mを越える深井戸となる。従って井戸の掘削総延長は6,000mを越える大きな数量が予想される。しかも井戸深度が大きいばかりでなく、当台地は第四紀火山噴出物に厚く(100~300m)覆われており、井戸掘削能率が極めて悪く、掘削・井戸仕上げには長期間を要する。従って、単年度を原則とする日本の無償資金協力の時間的、財政的枠組みの中で要請の井戸全数を建設することは難しい。
- (2) 一方、I N A A側計画の内容を見ると、要請の井戸20本は水需要に応じて、1995年までに12本それ以後2000年までに8本の段階的建設を予定している。緊急性を要件とする無償資金協力の原則から、1995年の12本(ヒノテペ、サンマルコス)をまず対象に取り上げることが適切と考えられる。

(計画構成要素の検討②)

(3) 当初の要請では、井戸に付帯する施設としては、井戸と既存の配水主管とを連結する送水パイプのみであった。しかしながら既存の配水システムは、必ずしも新設井戸からの送水を受け入れて、円滑かつ効果的に給水できる構造とはなっていない。

従って新設井戸の効果を低減しないために、貯水タンクの建設、既存配水管の遮断弁の挿入等の追加が必要と考えられる。

以上の検討に基づいた計画の構成要素を下に示す。

表4-2-4 計画の構成要素

構成要素	内容
水源	ヒノテベ及びサンマルコス地域における深井戸12本の建設、揚水ポンプの設置
送水施設	送水ポンプ、送水管
貯水施設	貯水タンク、中継タンク
管理施設	管理室
既設配水管の合理化処置	遮断弁の挿入
供与機材	ロータリー・エアハンマー兼用式掘削機及び井戸掘削支援車輛類、井戸試験用機器

なお、上述計画要素に関連してI N A A側の分担する項目は以下のとおりである。

表4-2-5 I N A A分担項目

I N A A分担施設	内容
井戸への接近道路	掘削機と作業車通行可能な程度の道路補修と新設
電力供給施設	変圧器及び高圧側の配線
柵	揚水場まわり。有刺鉄線または生垣
排水溝	揚水場外、必要場所のみ
遮断弁及び主配水管メーター取り付け	既設管に挿入

4-2-5 要請施設・機材の内容の検討

(1) 施設の検討

要請の内容を基に必要施設を検討した結果を表4-2-6に要約する。

表4-2-6 施設の検討

施設構成要素	要請の有無	追加、削除、変更等の理由
深井戸	有	・揚水量について完全な見直しをした。(5-2-3参照) ・配管について、井戸の相互干渉防止、水源分散化の観点から見直しをした。(4-3-3参照)
深井戸ポンプ	有	—
塩素注入設備	無	既存井戸はすべて注入設備を持っていること、送水中に汚染の機会があることを考慮して追加した。
貯水タンク	追加要請有	水のピーク消費時間帯に備えるため追加。
送水ポンプ及び中継タンク	無	井戸口から更に高い送水圧が必要な井戸では、深井戸ポンプの負担を軽くするために、中継タンクと送水ポンプを追加した。
送水管	有	—
管理室	無	運転係及び送水ポンプの収納場所として追加。
遮断弁及び主配管用メーター	無	既存配水システムのさしあたっての合理化のために、既設管の必要部に挿入する必要がある。

(2) 機材の検討

1) 掘削機材

要請されている掘削機材は、ニカラグァ共和国側が想定している掘削機より高能力の機種或は掘削を容易ならしめる特殊付属品の供給を検討する必要がある。

その理由として、計画地を構成する地質が、新しい火山噴出物堆積層で大半が占められることから、井戸掘削能率が極めて悪いこと、さらに地下水位が地表下100~300mにも及ぶこと等から、掘削すべき井戸の深度が350~450mと大きくなることなどが挙げられる。従って短期間内の工事完遂をめざすためにも、特殊地質に対応できる掘削機を考慮する必要がある。

機材及び容量については第5章で詳細に検討する。

2) 車輛

要請されている車輛はクレーン車(8 ton)1台、給水車(水)1台、トラック(プラットフォーム・タイプ)1台及び小型トラック1台であるが、井戸洗浄・ポンプ建て込み等に用いるクレーン付サービスリグ、資材運搬用カーゴトラック(6 ton、3 ton)及び給水車

などが必要である。

3) 電気探査装置他試験用器材

要請されている試験器材は、電気探査装置1台、検層装置1台、水質検査装置1式及び発電機付揚水試験用ポンプ1式である。

計画地は、火山噴出物堆積層が大半を占めているため、地表下500m位までは非常に見掛け比抵抗が小さい。このため電気探査装置は、高出力、高分解能力をそなえ、かつ取扱い簡単なものがよい。

検層装置は、井戸水位が非常に深いため長尺(約400m)のケーブルを必要とする。

水質分析については、INAAに分析室があり、精密検査は分析室にて行なえるため、現場にて簡単にチェック出来るものであればよい。

揚水試験用ポンプは300m以上の高揚程ものを要する。揚水量については、オーソドックスな試験には無理があるため、必要揚水量が得られるかどうかをチェックするに足りる揚水量があればよい。また井戸工事の段階では電源のない所が多いため、発電機は必須条件である。

4-2-6 技術協力の必要性の検討

(1) 供与が予定される大型のロータリー式掘削機(ダウンザホールハンマー併用)は、今までニカラグァ共和国の地下水開発に使われたことのない新機種である。これまでにニカラグァ共和国では、ユニセフが導入した小口径・浅掘り用の同タイプの掘削機が村落給水計画の中で稼働しているが、大型機種を用いての深井戸建設技術には未習熟である。また、この機種は高性能ではあるが、カラソ台地のように崩壊性が強く深層逸水の機会が多い地層で使用するときには、状況に応じて掘削法を変える、熟練した操作技術が要求される。

従って、INAA側のドリラーの十分なトレーニングが必要で、これを建設時のオン・ザ・ジョブ・トレーニングと建設前の日本における短期研修の2段階に分けて行なうことが望ましい。

(2) 揚水施設の運転保守についてはINAA側に十分な技術があり、技術協力の必要はないと判断される。

4-2-7 協力実施の基本方針

本計画の実施については、以上の検討によりその効果、現実性、相手国の実施能力等が確認されたこと、本計画の効果が無償資金協力の制度に合致していること等から、日本の無償資金協力で実施することが妥当であると判断された。よって、日本の無償資金協力を前提として、以下において計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。ただし、計画の内容については、要請を一部変更することが適当であることは、計画の構成要素や要請施設・機材の内容の検討において述べたとおりである。

4-3 計画の概要

4-3-1 実施機関及び運営体制

計画施設の運営機関は、I N A Aである。

I N A Aは首都マナグアに中央組織、各行政管区に地方総局、更に細分された地方に地方事務所を持つ。計画施設の運営は既存施設運営と全く軌を一にし、ヒノテペ地方事務所及びサンマルコス地方事務所が地域内の施設の日常の運営と管理に当り、これを第4地方総局（グラナダ）と中央組織が技術的、財政的に支援する体制を取る。新施設に対する人員は1揚水場当たり2人の運転員が必要で、ヒノテペ地域14人、サンマルコス地域10人の人員増が必要となる。

計画供与掘削機材の運用は、I N A A中央組織の中の運営総局水理部が行ない、その維持管理には、同総局電機部に所属するワークショップが当る。

4-3-2 事業計画

本計画により建設される施設は、ヒノテペ地域上水道施設及びサンマルコス地域上水道施設の一部となり、現行上水道事業運営体制の中に組み込まれる。人員の増員は揚水場毎に各2名の運転員の増員があれば、十分と判断される。

(1) 施設の運営・維持管理と料金収入

新施設の付加により追加的に発生すると考えられる年間運営・維持管理費は次のとおりである。

	ヒノテペ	サンマルコス
運転人件費	103,000 コルドバ	56,000 コルドバ
電力費	806,000	677,000
その他の維持管理費	181,000	147,000
	1,090,000	880,000

これに対して現行ベースの有収率及び平均料金レートで料金を徴収したのでは下記の追加費用を回収できない。

		追加生産水量	有収水量 (有収率)	レ ー ト	年間の料金収入
現 行 ベ ー ス	ヒノテペ	1,681,780 M ³	840,890 M ³ (50%)	0.744 コルドバ/M ³	625,622 コルドバ
	サンマルコス	699,116 M ³	503,363 M ³ (72%)	0.664 コルドバ/M ³	334,233 コルドバ

(2) 有収率向上と料金レート適用の改善

追加費用を料金で回収するためには以下の様に有収率・平均料金レートを上げるか、それに代る電気料金の一部国庫負担を実現する必要がある。

表4-3-2 有収率向上と平均料金レート改善の目標

	有 収 率	平均料金レート
ヒノテペ	現50%→60%	現 0.774→0.8 コルドバ/M ³
サンマルコス	現72%据置き	現 0.664→0.8 コルドバ/M ³

有収率の向上及び平均料金レートの改善は、現料金制度の枠内で実行可能である。

上表の如く有収率向上と料金レート改定が実現されれば、表4-3-3の如く収支は両地域合計で340,000 コルドバの余剰となる。

表4-3-3 収支予想表

	ヒノテペ	サンマルコス
1992年上半期から 推定した年間支出	754,000 コルドバ	567,000 コルドバ
新施設による追加支出	1,090,000 コルドバ	880,000 コルドバ
小 計	1,844,000 コルドバ	1,447,000 コルドバ
有 収 率	60%	72%
有収水量		
現 在	2,018,136M ³	1,007,408M ³
新施設による追加	1,009,068	503,368
合 計	3,027,204	1,510,776
平均料金レート	0.8 コルドバ/M ³	0.8 コルドバ/M ³
料 金 収 入	2,422,000 コルドバ	1,209,000 コルドバ

4-3-3 計画対象地域の位置及び状況

要請計画の水源位置は、主要都市に集中し、周辺の町村に送水する形態となっているが、当計画対象地域内の水理地質条件より、水源は極力分散する方がよいことと、送水システムの不備によるロスを軽減するなどの観点から井戸掘削候補地点位置は大巾に変更した(図2及び表4-3-4参照)。

表4-3-4 井戸の配置

井戸番号	位置	状況
1	ヒノテペ市の病院から南西方向にのびる道路を約1,500m進むと三叉路につきあたる。 その三叉路の右側の畠の中。既設井戸A-3-74から約1,300m。	既設井戸とは1km以上離れているので井戸干渉は考えられない。 既設井戸迄は高圧電源はきているがその先約1,300mは架設の必要あり。送水管の配管1,500m必要。 掘削の為の進入路を作る必要あり。 全量ヒノテペ市へ送水する。
2	ヒノテペ市からサントイサベル方向に(北東)のびる道路上で市から1,400mの地点。	既設井戸との井戸干渉は考えられない。高圧電源は架設の必要ない。送水管は約1,400m必要。 全量ヒノテペ市へ送水する。
3	ヒノテペ市からランチョマルカアルレンシン方面に南下する道路上で市から約1,600mの地点。	既設井戸とは1km以上離れているので井戸干渉は考えられない。 町にあるプライベート井戸とは500m位しか離れていないので掘削地点を少し市側に変更することもある。 高圧電源の架設の必要はない。送水管約1,600mの敷設の必要あり。全量ヒノテペ市へ送水する。
4	サンホセ デ マサテペに入る直前の道路右側の丘。	この地区周辺に供給する井戸で既設の給水網に連結する。高圧電源の架設必要なし。掘削の為の進入路を作る必要がある。
5	エル ロザリオに入る直前の道路右側。	既設井戸から1km以上離れているので井戸干渉は考えられない。 井戸に併設して貯水タンクを設け既設管に重力給水する。 高圧電源の架設必要なし。
6	ラパス デ カラソ	この地区周辺に給水する井戸で貯水タンクを設け重力給水にて既設の管網に連結する。 高圧電源の架設の必要なし。掘削の為の進入路を作る必要あり。
7	国道2号線とサンタテレサとの中間点で既設の貯水槽がある地点。	既設井戸から1km以上離れているので井戸干渉は考えられない。 既設の貯水槽に全量送水しサンタテレサ及び周辺の村落へ既設の配管網を通じて給水する。 高圧電源の架設の必要なし。掘削の為の進入路を作る必要あり。
8	サンホアン デ ラ コンセプションでエルロデオ地内	この地区周辺に給水する井戸で貯水タンクを設置し、重力給水にて既設の管網に連結する。 高圧電源架設の必要あり。掘削の為の進入路補修の必要あり。
9	ラ コンセプション市内(既設貯水タンク横)	既設の貯水タンクに全量注入する。サンホアン デ ラ コンセプションへの送水はやめラ コンセプション及び周辺に給水する。掘削の為の進入口補修の必要あり。高圧電源架設の必要なし。
10	ラ コンセプション市内(セメントリオ)	既設の貯水槽に全量注入する。高圧電源の架設の必要なし。 掘削の為の進入口は相当補修する必要あり。
11	ラ コンセプションとダニエルロアパデイジャとの中間点	既設井戸とは1km以上離れているので井戸干渉はない。 既設の配管網を利用し全量ラ コンセプションに送水する。 高圧線との距離が少しあるので架電の必要あり。 掘削の為の進入口を作る必要あり。
12	サンマルコス(サマリア)	既設井戸とは1km以上離れているので井戸干渉はない。 既設の配管網に連結して全量サンマルコス市内へ送水する。 高圧電源の架設の必要なし。掘削の為の進入口の補修必要あり。

4-3-4 施設・機材の概要

4-2-5で検討した結果をふまえて施設・機材の概要を述べる。

(1) 施設の概要

1) 新設井戸

計画対象地域の地質状況から推定して1995年までの地域全体の水需要を充足させるためには、井戸の掘削長は場所によってそれぞれ異なるが、250～450mは必要である。ヒノテペ及びサンマルコス地区を含め、これより北側は火山堆積物の層厚は250～290m、静水位も200～270mと深いことが予想されるので、この地区での掘削長は350～450m必要となる。ヒノテペ及びサンマルコスにおける既設の井戸群は、市街地に集中しており、この地区での新設井戸は井戸干渉をなくするためにも水源を分散するよう設置しなければならない。

ヒノテペ市以東に計画される新設井戸については、火山性堆積物の層厚は150～230m、静水位は150～190mと、北側と比較して浅いことが予想され、この地区での掘削長は250～350mとなる。

2) 水中モータポンプ

既設井戸から推測して計画対象地域の動水位は約160～320mである。水中ポンプは動水位から約10m下に設置することになる。従って、必要揚水量から推測して、それぞれ掘削長に呼応して水中モータポンプの口径は80～100mm、動力は37KWから110KWが必要となる。

3) 地上施設

- ①送水施設としては揚水された水を、送水ポンプを通じ送水管にて既設施設への連結。
- ②中継タンクから貯水タンクへの連結。
- ③運転を管理する管理室の建設。

など地上施設の建設が必要となる。貯水タンクは、サンホアン デ ラ コンセプション、ロザリオとラパス デ カラソの3地区に建設する必要がある。

(2) 機材の概要

1) 掘削リグ及び掘削ツールズ

当該計画においては、最大掘進長450m(290mまで掘削口径470mm、以後380mm)という深掘りになることと、水位が非常に深いこと、かつ掘削中崩壊を起しやすい地層が多いことなどから、これらに充分対応しうる大型の掘削リグが必要である。また、スピーディな掘削を容易ならしめるために、エアハンマー掘削とロータリー掘削の両方を兼備していることを要する。さらに、崩れ易い地層への対処という観点からは、ロータリー掘削の場合、泥水循環はリバースサーキュレーション法がとれることを条件とする。従って、掘削ツールズとしては下記のを必要とする。

- ・掘削リグ標準付属品

- ・リバーサーキューション用ツールズ
- ・ダイレクトサーキューション、エア・ハンマー用ツールズ
- ・高圧コンプレッサー

なお、掘削作業を完了してケーシング・スクリーンの建て込み後、泥水掘りをしたボアホールには必須条件のディベロッピング（スクリーン、スクリーンまわりの充填砂利、帯水層などから泥水や細かな掘り屑を排除する作業）を行なうことになるが、この作業を掘削リグ本体撤去後にも行なえるよう、ディベロップツールズを具備した井戸サービスリグを掘削用資機材に加えることとする。井戸サービスリグは、井戸工事完了後は、井戸の維持管理用機材として機能する（揚水ポンプの揚げ降ろし、井戸洗浄等）。

2) 井戸掘削支援車輛類

井戸掘削支援車輛類として下記のものが必要である。

- ・給水車（泥水調整用水供給車 6 m³タンクローリー）
- ・資材運搬用カーゴトラック（クレーン付6 ton車、3 ton車各1台）

3) 試験用機材

井戸掘削前後の調査・試験用機器として次のものが挙げられる。

- ・電気探査装置（可探深度500m以上）
- ・検層装置（自然電位・電気比抵抗・自然放射能検層プローブ、ケーブル長450m、パワードラム付）
- ・揚水試験用ポンプ及び発電機（ポンプのモータ容量は 小；37KW、中；75KW、大；110KWの3種、発電機容量は300KVA）
- ・水位計（ケーブル長400m、ドラム付）
- ・水質分析器材（pHメータ、電気伝導度計及び現場で簡便に水質分析の行なえるテストキット）

4-3-5 維持管理計画

本計画による施設は、既存施設の一部として組み込まれ、既存の維持管理体制下で管理される。

直接の施設運営機関でもあるヒノテペ地方事務所及びサンマルコス地方事務所が、揚水施設の日常の保守管理に当るが、軽度の修理はグラナダ地方総局が処理し、それ以上の修理はI N A A中央のワークショップで行なう。予備品の保管管理もワークショップが行なう。以上は、すでに確立されている維持管理体制であり、本施設の追加を理由に体制を変革する必要性はない。

掘削用機材はすべて既存の維持管理体制下で管理される。修理はすべてI N A A中央のワークショップで行なう。

ロッド類、ケーシング類、ビット類等の予備品の保管管理もすべてワークショップで行なう。なお、現状の野積み保管は出来るだけ屋根付きに改良する必要がある。

4-4 技術協力

ロータリー式掘削機（ダウンザホールハンマー併用）の操作技術、メンテナンスについて、I N A A 技術員 2 名の日本における短期研修が必要と考えられる。1 名は掘削機の操作技術、1 名は掘削機のメンテナンス、修理の基本技術の習得にあたり、建設実施期間に現場で予定されている本格的な技術移転に備える。

研修期間は 2 ヶ月、掘削機の現地到着前に行なうのが適当である。

第 5 章 基本設計

第5章 基本設計

5-1 基本設計の方針

- (1) 掘削機の機種及びサポーティング機器の選定に当っては、掘削能率を最重要視するとともに、カラソ台地地層を支配している火山起源堆積層が掘削中に崩壊し易く、深層逸水の機会も多いことを十分考慮し、複数の工法が適用可能なような選択とする。
- (2) 新設井戸は、計画対象地域の集落の分布状況に応じて、分散的に配置する。これに伴い、広域的に伸びている既存配水系統の連係部の不必要な部分を遮断し、給水区域を明確化、単純化し均等配水を容易にする。
- (3) I N A Aの技術基準は可能な限り設計に取り入れる。既存施設は古く比較的新しい改正のI N A A基準とは合わない部分の方が多いが、新施設の設計では基準を重視する。
- (4) 土木建設用資材、鋼材は可能な限りニカラグァ市場を通じて調達し、貯水タンクの建設、配管布設工事等にはニカラグァ共和国の建設業者を活用する。
- (5) 以上の基本方針に基づき新施設が完成したとしても、既設配水系統側の以下の処置がなければ、新施設による生産水量増大の効果は大きく減殺されるので、I N A A側の注意を喚起したい。
 - (イ) 現在普及率が50%を下まわっている給水栓の増設に着手し、早急に80%前後の普及率に高める。
 - (ロ) 井戸の新配置に応じて、既設配水管網の見直しを行ない、少なくともネックとなる部分については早急な布設替を行ない、均等配水を実現する。
 - (ハ) 老朽A/C管の更新のために既設管のインベントリー調査を行なう。
- (ニ) 現在の対症療法的な漏水対策を予防的な対策に前進させる。

5-2 設計条件の検討

5-2-1 給水人口と計画給水量

(1) 給水人口

計画対象地域の人口に関しては、INEC (Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos、ニカラグァ統計・国勢調査研究所) 人口部のデータ、地方自治体のデータ、INAAの要請書に記載されているデータの三種類がある。ただしINECのデータは対象地の主要市町村の人口に限られている。

三者を比較した場合、INEC及び自治体のデータはほぼ似た数値であるが、INAA要請書のデータにはかなりの違いが見られる。特にサンマルコス、ラ コンセプション、サンタテレサ等の主要地方市の人口がINEC、自治体データでは大きくなっている。対象地人口の決定は、INECデータに従いその足りない部分を自治体データで補足するのが最も妥当と考えられる。

人口増加率はINAAの使用している数値(2.5%及び3.3%)を適用し目標年次1995年の人口を推定する。

3-3-2に述べた如く給水栓の普及から判断すれば現在の給水人口は人口よりはるかに少なく、ヒノテペ地域で人口の54%、サンマルコス地域では37%に過ぎない。

しかし、設計では、将来のINAA側の給水サービスの拡大を見越して、計画給水人口を人口と等しく取る。

(2) 一人一日平均給水量

INAA基準(地方向け)では、人口規模により一人一日平均給水量を次表のように定めている。

表5-2-1 一人一日平均給水量

人口規模	一人一日平均給水量	
	(ガロン/人/日)	(リットル/人/日)
0~ 5,000	20	75
5,000~ 10,000	25	95
10,000~ 15,000	30	113
15,000~ 20,000	35	132
20,000~ 30,000	40	151
30,000~ 50,000	45	170
50,000~100,000	50	189

人口20,000以上に対する数値は、計画地の水使用の実態からみてかなり過大な数値であると考えられるが、基準には理想を目指す一面があることを考えて、設計では前表数値をそのまま使用する。ただし、商業、公共施設、工業用給水量は前表数値に含まれるものと見なし、別に加算しない。

(3) 一日最大給水量算出係数

I N A A基準では130%と150%が適用できる。人口が多く年間使用量が平準化されるヒノテペ、サンマルコス、ラ コンセプションには130%を使い、これ以外の集落には150%を使うのが妥当と考える。

以上の検討結果を基に1995年度の計画給水量（日平均と日最大）ならびに参考値として2000年度のそれを計算すると表5-2-2のとおりとなる。

表5-2-2 平均給水量と最大給水量

地名	諸量			人口			1人1日給水量 (ガロン/人/日)	1995			2000		
	1992	1995	2000	日平均給水量 (1,000ガロン/日)	日最大給水量 (1,000ガロン/日)	(m ³ /日)		日平均給水量 (1,000ガロン/日)	日最大給水量 (1,000ガロン/日)	(m ³ /日)	日平均給水量 (1,000ガロン/日)	日最大給水量 (1,000ガロン/日)	(m ³ /日)
ヒノ	38,699	42,646	50,177	1,919.0	2,263	9,442	2,257.9	2,494.7	8,546	2,257.9	2,494.7	8,546	
サ	16,874	18,595	21,879	650.8	2,463	3,695	765.7	976.2	2,898	765.7	976.2	2,898	
ド	6,027	6,642	7,815	166.1	628	942	195.3	249.1	739	195.3	249.1	739	
エ	4,329	4,771	5,613	95.4	361	541	112.2	143.1	425	112.2	143.1	425	
ド	3,099	3,338	3,776	66.8	252	378	75.5	99.9	286	75.5	99.9	286	
ロ	615	662	749	12.9	49	74	15.0	19.6	57	15.0	19.6	57	
ロ	431	464	525	9.3	35	53	10.5	14.0	40	10.5	14.0	40	
カ	5,281	5,820	6,847	145.5	551	826	171.2	218.2	648	171.2	218.2	648	
ラ	5,914	6,517	7,668	102.9	617	925	191.7	244.3	725	191.7	244.3	725	
サ	666	717	811	14.3	54	81	16.2	21.4	61	16.2	21.4	61	
ギ	3,916	4,218	4,771	84.4	319	479	95.4	126.6	361	95.4	126.6	361	
小	85,851	94,390	110,631	3,827.4	12,592	17,436	3,906.6	4,607.1	14,786	3,906.6	4,607.1	14,786	
サ	24,574	27,080	31,862	1,083.3	4,100	5,330	1,274.5	1,408.2	4,824	1,274.5	1,408.2	4,824	
ラ	24,916	27,457	32,305	1,098.3	4,157	5,404	1,292.2	1,427.8	4,891	1,292.2	1,427.8	4,891	
カ	8,609	9,487	11,162	237.2	898	1,346	279.1	355.6	1,056	279.1	355.6	1,056	
サ	1,873	2,017	2,282	40.3	153	230	45.6	60.8	173	45.6	60.8	173	
エ	2,195	2,419	2,845	48.4	183	275	56.9	72.7	215	56.9	72.7	215	
小	62,167	68,460	80,456	2,507.5	9,491	12,585	2,948.3	3,325.1	11,159	2,948.3	3,325.1	11,159	
合	148,018	162,850	191,087	5,834.9	22,083	30,021	6,854.9	7,932.2	25,945	6,854.9	7,932.2	25,945	