

ニカラグア共和国

第2次カラソ台地地下水開発計画

基本設計調査報告書

平成9年9月

JICA LIBRARY



J 1142042 (9)

国際協力事業団
アジア航測株式会社

調無

CR(2)

97-156

ニカラグア共和国

第2次カラソ台地地下水開発計画

基本設計調査報告書

平成9年9月

国際協力事業団
アジア航測株式会社



1142042 (9)

序 文

日本国政府は、ニカラガ共和国政府の要請に基づき、同国の第2次カソ台地地下水開発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9年4月6日から5月10日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、ニカラガ政府関係者と協議を行うと共に、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、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。

終わりに、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9年9月

国際協力事業団
総裁 藤田公郎

伝達状

今般、ニカラガ共和国における第2次カソ台地地下水開発計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成9年3月24日より平成9年9月29日までの6ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に対しては、ニカラガの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

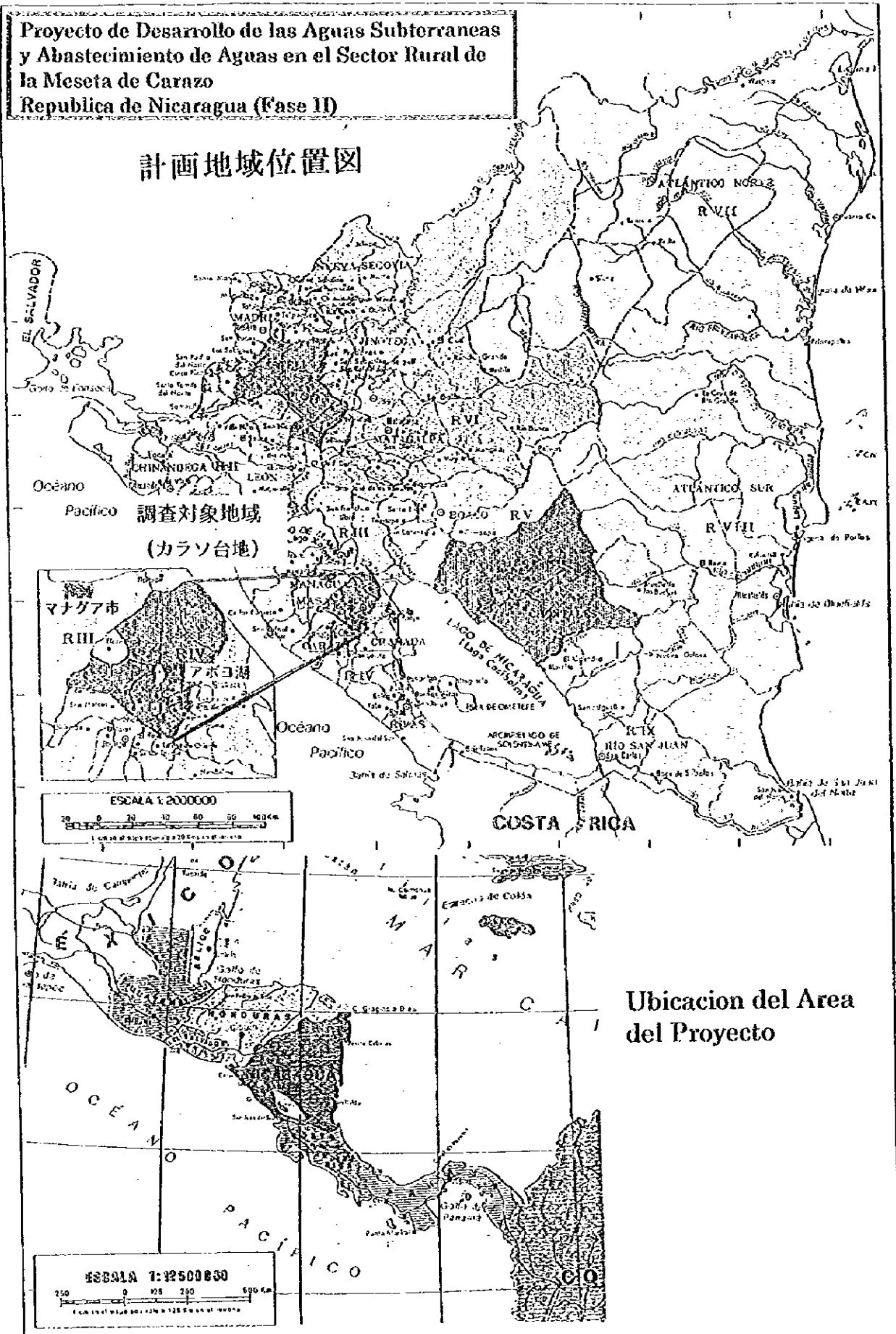
つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成9年9月

アソア航測株式会社
ニカラガ共和国
第2次カソ台地地下水開発計画
基本設計調査団
業務主任 松永 伸一

**Proyecto de Desarrollo de las Aguas Subterráneas
y Abastecimiento de Aguas en el Sector Rural de
la Meseta de Carazo
Republica de Nicaragua (Fase II)**

計画地域位置図

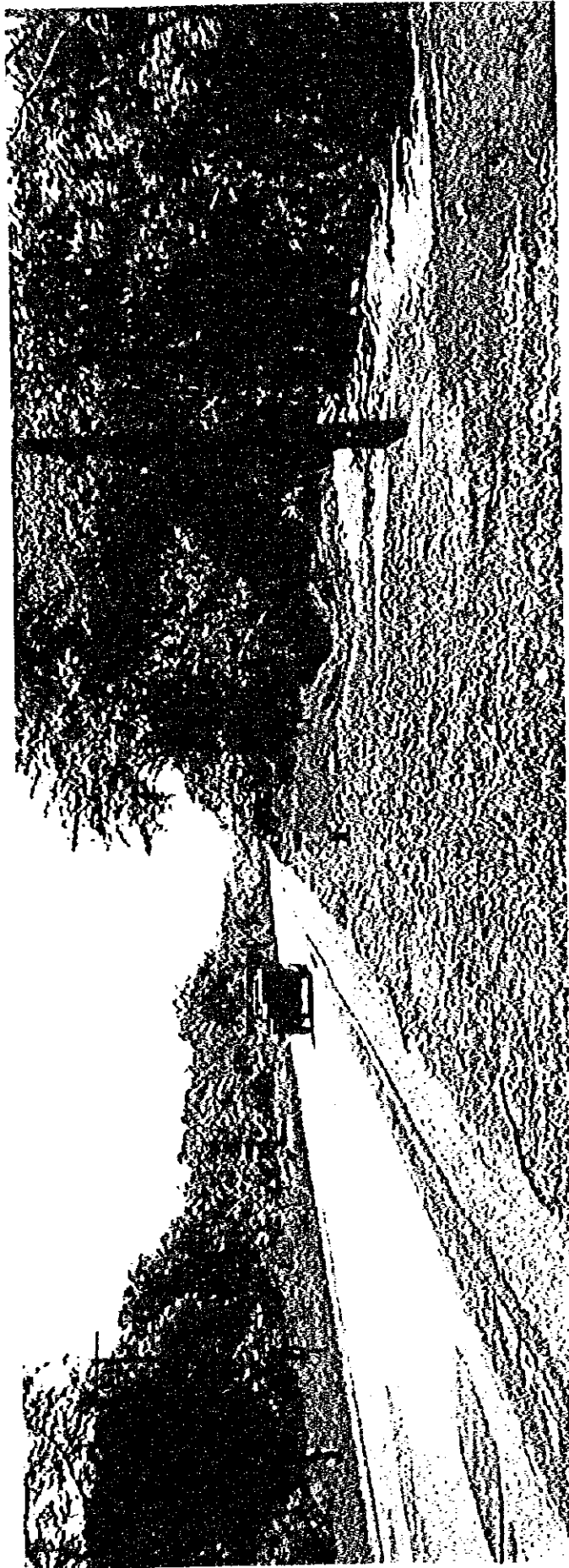


**Ubicacion del Area
del Proyecto**

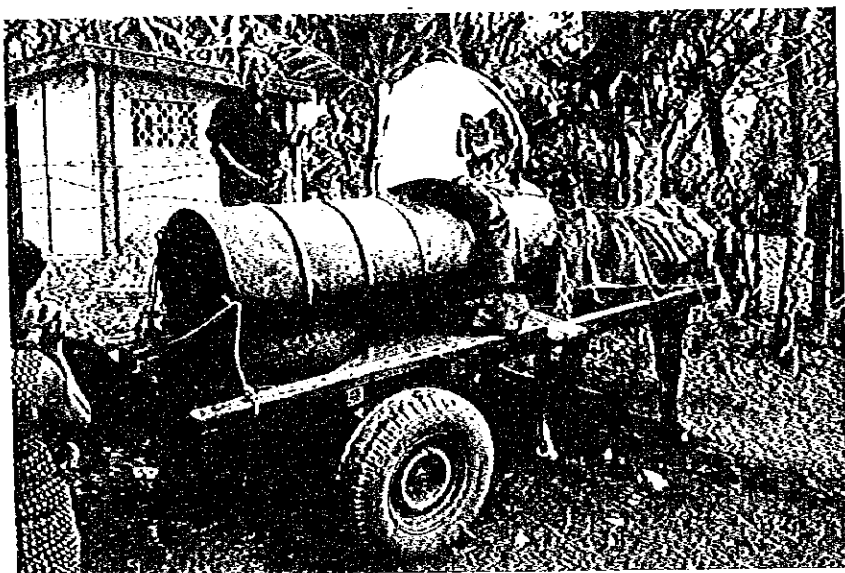




写 真 集



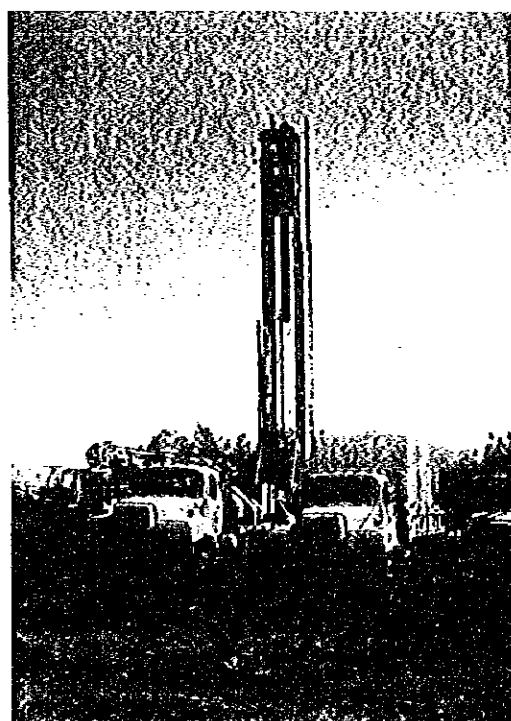
国道18号線 ラス・エスキナーナス市～ サン・マルコス市間の丘陵地帯。
サン・マルコス市への送水管は道路沿いに布設される計画である。



給水システムが未整備の
地区では水売り業者より
生活用水を買い求めている。
(水売り業者は INAA
より井戸水を購入)



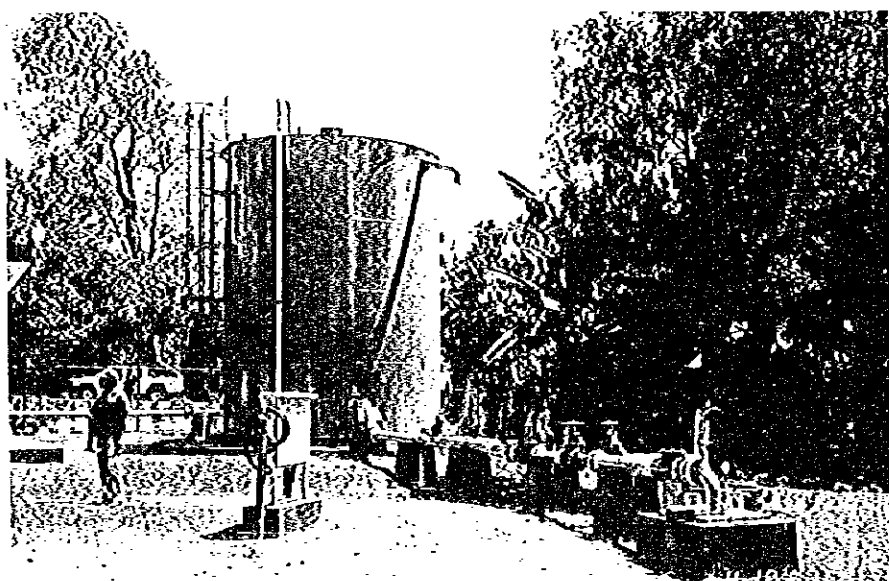
毎日の水運びは子供・
女性達の日課と なって
いるがかなりの重労働
と見受けられる。



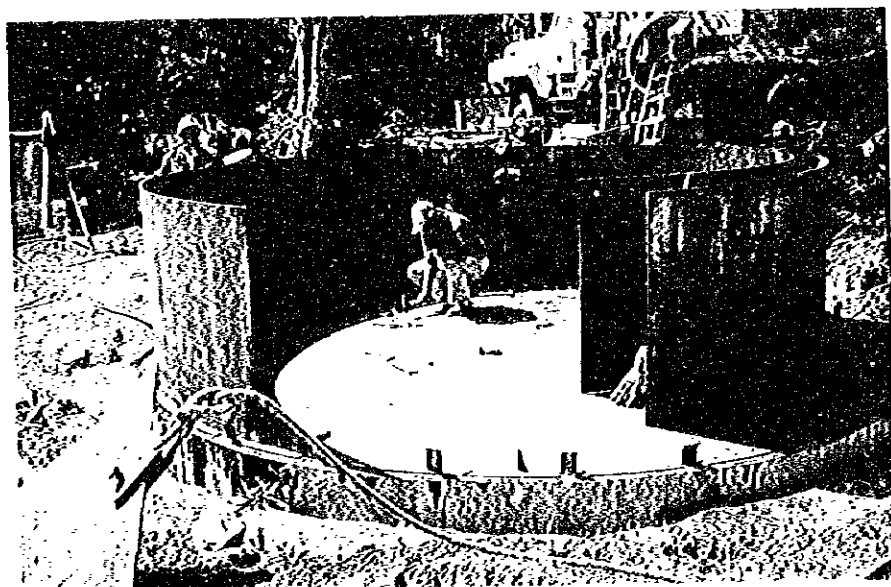
前回無償資金協力で INAA
井戸建設部に供与された
掘削機と周辺機材。
保守管理状態は良好である。



ロス・プエブロス地区の
井戸建設予定地。
カタリーナ市への送水を計画。



前回無償資金協力で建設
された水タンクと井戸
(右手前)



水タンク建設状況

略 語

A/P	支払い授權書
BID(IOB)	米州開発銀行
E/N	交換公文
GPM	ガロン／分 (3.78リットル／分)
INAA	インディアナ州上下水道庁
MCE	対外協力省
M. S. M. M.	海拔平均標高

要 約

要 約

ニカラガ共和国は、中米地域のほぼ中央に位置し、中米諸国中面積は最も大きく、日本の北海道と九州を合わせた面積にほぼ等しい。1995 年行われた人口統計によると、全人口はおよそ 436 万人で、その殆どは太平洋岸と、中央高原に集中している。

現在「二」国政府は、10 年余りの内戦で開発が停滞し、破壊された社会、経済の再建により国家安定を図るべき、国民の生活環境の整備を最重要課題の 1 つとし取り組んでいる。これに則り、政府は「国家開発計画」の中で地域住民の基本的生活条件の 1 つである水道普及率の向上を目指すことを決定し現在これを実施中である。

同国における上水道施設の普及率は、全般に低く、全国平均 53%（人口ベース）、最も人口の集中している太平洋岸において 67%に過ぎない。特にカゾ台地は太平洋岸に位置し、近年都市化と人口増加が著しい地域にも関わらず、水道普及率は平均 64.5%、農村部にいたっては平均 41%に過ぎない。水道施設の整備されている地域についても、無計画な配水管の延長、配水システムの老朽化等により給水状況は、地域的に極めて不均衡となり、給水率に大きなひらきを生じている。

一方、カゾ台地は、火山より噴出した浸透性の大きい火山層に覆われ、降雨の多くは地下に浸透し、僅かに存在する表流水も、乾期にはその殆どが枯渇する。このため、上下水道庁（INAA）は、上水道開発に対し地下水を利用し開発を進めてきた。しかしながらカゾ台地の地下水位は 120～500m と深く、技術的、費用的に地下水開発が極めて困難なため、計画通りには開発が進んでいない。

このような状況から政府は 1992 年にカゾ台地の 3 地域（サ・マルコス、ヒナペおよびロス・ブエノス）に対して、2000 年の需要に対応するため、20 ヶ所の深井戸建設および給水施設整備について日本政府に無償資金協力を要請した。この要請を受け、日本政府は、1995 年を目標とする緊急性が高い 12 ヶ所について井戸建設、給水施設整備の協力（カゾ台地地下水開発計画 “以下「第 1 次カゾプロジェクト」と称する）を実施した。

しかしながら、「ニ」国政府は、上記協力のみではカソ台地の 2000 年の需要に対応するのは困難であり、また、今後の井戸開発は掘削深度がさらに深くなることが予想され、「ニ」国の技術力では、対応が困難であると判断し、2000 年を目標とした、上記 3 地域およびその周辺地域における深井戸建設および給水施設整備について、日本に無償資金協力を要請してきたものである。

この要請に応え日本政府は、基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は、1997 年 4 月 6 日から 35 日間にわたり基本設計調査団を現地に派遣した。調査団は、「ニ」国側の実施機関である上下水道庁と要請内容について協議を行うと共に、計画実施の妥当性、協力の範囲を評価するために必要な協議、現地調査を行なった他、基本設計に必要な技術的調査、情報・資料の収集分析等を行った。

同調査団は帰国後、現地における「ニ」国側との協議結果並びに、現地調査で得られた資料・情報を解析し、本計画に関する基本設計を策定し、その内容を基本設計概要書として取りまとめ、1997 年 8 月 5 日より同年 8 月 16 日まで「ニ」国側に同概要書の説明を行なった。

「ニ」国より要請された 7 つの既存システム及びその周辺に点在する 92 村落の 1995 年における人口は 104,645 人であり、ここに居住する住民は、各システム毎に整備されている既存井戸および湧水施設より生活用水を得ている。しかしながら、この量は十分とはいえず、1995 年現在においても水が不足し、日常の生活用水確保も極めて困難な状況にある。2000 年には人口増加に伴い、更に水不足が深刻化することが予想される。

要請施設の内取水施設（井戸）については、各システム毎に必要な不足水量確保に重点をおき、重力配水が可能となるよう、水理地質条件、地形条件等調査を行ない井戸位置を選定した。この結果、重力配水可能地域は、3 地域となり（ビ・オ・XII、ド・ローレス、サ・マカス）、その他の地域については、重力配水可能地点への送水施設建設が必要となる。

なお、サ・グ・レ・マ地区に要請されていた井戸については、既存井戸で、2000 年の需要量がまかなえることが判明したため、計画から削除することとした。

また、送水施設は、水タンク（送水用）、送水ポンプ及び送水パイプ等より構成され、計画策定に対しては、現地の地形条件等を考慮し最も経済的となるよう計画策定を行なった。また、配水施設については、各村落に必要水量を経済的に給水出来るよう検討を行なうと共に、1日の時間最大給水量を確保するため水タンク容量を決定した。

以上、「二」国より要請された内容と、基本設計調査により策定された計画の概要は、以下に示すとおりである。

項 目	要請内容		基本設計内容	
施設建設				
井戸建設	8	本	7	本
送水ポンプ	8	組	6	組
送配水管	20, 200	m	30, 500	m
送配水タンク	11	基	12	基
制御建屋	10	棟	10	棟
塩素滅菌装置	8	組	8	組
機材				
送水用ポンプ	1	組	1	組
トラック・クレーン	1	台	1	台

本計画の実施は、平成9年度実施設計を行い、施設建設及び機材調達は井戸建設の分布、アクセス条件、掘削機械・井戸建設資機材の搬入・移動、施工監理効率等を充分考慮し策定した。この結果各年度の事業実施内容は以下のとおりとなる。

平成9年度

実施設計

平成10年度

施設建設、機材

項目		単位	ロス ブエフ・ロス	ビ・オー・XII	サン グレゴリオ	合計
施設建設	井戸建設	本組	2	1	0	3
	送水ポンプ	本組	2	1	0	3
	送配水管	m	7000	300	2750	10050
	送配水タンク	基	2	1	2	5
	制御建屋	棟	3	1	1	5
	塩素滅菌装置	組	2	1	1	4
機材	送水用ポンプ	組合		1		1
	トラック・クレーン	台		1		1

平成11年度

施設建設

項目		単位	エル クルセーロ	サンファン・ デ・ コンセプシ ョン	ド・ローレス	サン マルコス	合計
施設建設	井戸建設	本組	1	1	1	1	4
	送水ポンプ	本組	2	1	0	0	3
	送配水管	m	11050	4500	2400	2500	20450
	送配水タンク	基	3	2	1	1	7
	制御建屋	棟	2	1	1	1	5
	塩素滅菌装置	組	1	1	1	1	4

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総額は、総計1,908百万円（日本側負担分1,697百万円（3年国債）：1年次58百万円、2年次647百万円、3年次992百万円、コロンビア側211百万円）である。また、実施期間は、実施設計6.5ヶ月、資機材調達・施工期間21.0ヶ月、全体で27.5ヶ月が見込まれる。

計画実施後の運営・維持管理は INAA 本部が総括し、実際の運営・維持管理は同庁地方事務所の第3局（エル・クルーロのみ）及び第4局（ロス・プエブロス、ビオ・XII、サン・ゲレゴリオ、サン・ファン・デ・コンセプション、ト・ローレス、サン・マルコス）の4地域）が実施することとなる。この運営維持管理に必要な資金は年間 463 万コスト・バ（約 6,180 万円）と見積もられ、その費用は全て新規に徴収される水道料金により賄われる。

一方、新規に生産される地下水の内、実際料金徴収の対象とする生産量は、5115m³/日となり、年間料金徴収額は 597 万コスト・バと算定され、充分運営・維持管理費用を賄うことが可能である。また、本計画において整備される施設は、INAA の既存施設に準ずるもので各施設の運営管理にあたって、特別の技術を必要とするものではないことから、現在の INAA 関係職員の技術レベル、管理体制で対応可能な計画である。

カマコ台地の現在の水供給状況は、西暦 2000 年に INAA 給水基準量のおよそ 55%を賄うことしか出来ない。特に、エル・クルーロについては、既存水源が、湧水（65GPM）のみで西暦 2000 年にはわずか 13.3%が確保出来るにすぎない。これに対し、本計画により、新規に水源開発が行われれば、2000 年には、対象村落に居住するおよそ 12.5 万人が慢性的水不足より開放され常時生活用水を得ることが可能となる。

また、カマコ台地における乳幼児（5歳以下）の死亡率は 6.4%であり、この内およそ 28%（6.4% * 28%=1.8%）が水系疾病が原因の死亡である。本計画により安全な水が供給されれば、これら水系疾病率及び死亡率が大幅に減少することとなる。

さらに、給水施設の未整備地域住民は、生活用水を、近傍の共同水栓、溪流水、または水売り業者より生活用水を調達しており、共同水栓、溪流水からの水調達には婦女子が従事し、毎日 2～4 時間の時間を要している。本計画完成後にはこれら生活用水調達のための労働時間が軽減され、また、水購入地域においては購入費用の低減が図れることとなる。

以上の各効果は、婦人の生活活動への参加、児童の就学時間の増大及び生活条件の改善・向上等間接効果も大きく、長期的にはカノ台地の生活活動が活発化し、開発促進を促すこととなる。

しかしながら、本計画対象地域の既存配管網は、これまで、無計画に拡張されてきたものであり、通水断面の不足等により、本計画実施後の水量を有効に活用出来ない状況にある。このため、既存配管網の改修が必要な地域については、日本側工事と平行して、「三」側が責任をもって改修を行っていくことが必要である。

また、本計画を実施することにより、料金収入は約 600 万円ほど増加することとなるが、一方で本件実施後の運営・維持管理費用も増加することになる。特に電気料金の増加額については、全体の料金収入の増加額の 50%を上回るものと予想される。このため、本計画実施後も施設を適切に運営・維持管理していくためには、水道メーターを設置し、料金収入を確保していくと共に、施設の点検・整備を定期的に行い、無駄な支出を削減していくよう努力する必要がある。

目 次

序文
伝達状
計画地区位置図
透視図
写真集
略語集
要約

第1章 要請の背景.....	1
第2章 プロジェクト外の周辺状況.....	3
2.1 当該地区の開発計画.....	3
2.1.1 上位計画.....	3
2.1.2 財政事情.....	4
2.2 他の援助国、国際機関等の計画.....	4
2.3 我が国の援助実施状況.....	5
2.4 プロジェクト外・サトの状況.....	6
2.4.1 自然状況.....	6
2.4.2 社会基盤整備状況.....	8
2.4.3 既存施設・機材に現状.....	9
2.5 環境への影響.....	13
第3章 プロジェクト内容.....	15
3.1 プロジェクトの目的.....	15
3.2 プロジェクトの基本構想.....	15
3.2.1 必要用水量及び開発可能量の検討.....	15
3.2.2 井戸建設にかかる基本構想.....	22
3.2.3 給水施設整備にかかる基本構想.....	26
3.3 プロジェクトの最適案に係わる基本設計.....	36
3.3.1 設計方針.....	36
3.3.2 基本計画.....	37
3.4 プロジェクトの実施体制.....	88

3.4.1	組織.....	88
3.4.2	予算.....	89
3.4.3	要員・技術レベル.....	90
第4章	事業計画.....	92
4.1	施工計画.....	92
4.1.1	施工方針.....	92
4.1.2	施工上の留意事項.....	96
4.1.3	施工区分.....	96
4.1.4	施工監理計画.....	98
4.1.5	資機材調達計画.....	99
4.1.6	実施工程.....	101
4.1.7	「二」国側負担事項.....	105
4.2	概算事業費.....	105
4.2.1	概算事業費.....	105
4.2.2	維持・管理計画.....	107
第5章	プロジェクト外の評価と提言.....	112
5.1	妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果.....	112
5.2	技術協力・他ドクターとの連携.....	113
5.3	課題.....	114

付 表 目 次

表 2.1.1	国家予算に対する INAA の予算.....	4
表 2.4.1	マナペ 市の気象諸元.....	7
表 2.4.2	ロス・プエ・ロス の既存井戸.....	9
表 2.4.3	INAA 保有掘削機の現状.....	13
表 3.2.1	システム別対象村落数.....	16
表 3.2.2	2000 年におけるシステム別対象人口.....	16
表 3.2.3	計画対象地域における必要開発量.....	18
表 3.2.4	既存施設の水生産量.....	18
表 3.2.5	目標年（2000 年）における不足水量.....	19
表 3.2.6	井戸予定地点における推定比湧出量.....	20
表 3.2.7	予定井戸の水位降下.....	21
表 3.2.8	予定井戸の開発可能量.....	22
表 3.2.9	ロス・プエ・ロス（施設内容の検討）.....	31
表 3.2.10	ピオ・XII（施設内容の検討）.....	32
表 3.2.11	エル・カセ・ロ（施設内容の検討）.....	32
表 3.2.12	サン・ゲレゴ・リオ（施設内容の検討）.....	33
表 3.2.13	サン・ファン・デ・コンセプシオン（施設内容の検討）.....	33
表 3.2.14	ド・ロレス（施設内容の検討）.....	34
表 3.2.15	サン・マルコス（施設内容の検討）.....	34
表 3.2.16	本計画の主な内容.....	35
表 3.3.1	建設井戸数と水生産量.....	37
表 3.3.2	計画井戸の掘削深度とポンプ 設置位置.....	38
表 3.3.3	計画井戸のケーシング・プログラム.....	39
表 3.3.4	水中モーター・ポンプ の諸元.....	40
表 3.3.5	システム別送配水タンク.....	41
表 3.3.6	各送水タンク容量検討.....	41
表 3.3.7	送水ポンプ 全揚程の算定結果.....	42
表 3.3.8	送水ポンプ の電動機出力算定表.....	43
表 3.3.9	ウォーター・ハンマー防止装置と設置位置.....	44
表 3.3.10	各地域別送配水管.....	45
表 3.3.11	システム別必要付帯施設（送配管）.....	47
表 3.3.12	地域別配水タンク容量.....	48

表 3.3.13	制御盤、送水ポンプ、塩素滅菌装置の設置位置.....	49
表 3.3.14	施設、機材の一覧.....	51
表 3.4.1	INAA の予算実績（開発資金）.....	90
表 3.4.2	INAA の事業収支（1991-1995）.....	90
表 3.4.3	INAA の職員数（1996 年現在）.....	91
表 3.4.4	第 3，4 地方局の職員数（1996 年現在）.....	91
表 4.1.1	事業実施運営責任分掌.....	95
表 4.1.2	日本側と「ニ」国側の施工区分.....	97
表 4.1.3	主要資機材調達区分.....	101
表 4.1.4	事業実施工程表.....	104
表 4.1.5	日本側負担経費.....	106
表 4.1.6	ニカラガ国負担経費.....	106
表 4.1.7	維持管理担当事務所.....	107
表 4.1.8	施設完成後の維持管理要員.....	109
表 4.1.9	料金徴収額と維持管理費.....	109
表 4.1.10	事業実施後の料金徴収額.....	110
表 4.1.11	直接人件費.....	110
表 4.1.12	電気代.....	111
表 4.1.13	施設・機材維持修繕費.....	111
表 5.1.1	計画対象地域における水供給能力（1996 年現在）.....	112

付 図 目 次

図 3.3.1	送配水管路標準断面図.....	46
図 3.4.1	上下水道庁 (INAA) 組織図.....	88
図 3.4.2	地域局組織図 (INAA).....	89
図 4.1.1	事業実施体制.....	93

[付 録]

1.	各村落別人口推定（西暦 2000 年）	115
2.	システム別必要用水量	115
3.	井戸予定地点の考察	126
4.	施設、機材内容	130

[資 料]

1.	調査団員氏名、所属	134
2.	調査日程	135
3.	相手国関係者リスト	138
4.	当該国の社会・経済事情	140
5.	参考資料リスト	142

第 1 章 要請の背景

第1章 要請の背景

ニカラガ共和国は、北緯11度45分から15度00分、西経83度15分から87度40分の範囲にあり、中米地域のほぼ中央に位置している。北はホンデュラス、南をコスタリカに接し、国土面積はおよそ13万平方キロで、中米諸国中面積は最も大きく、日本の北海道と九州を合わせた面積にほぼ等しい。1995年行われた人口統計によると、全人口はおよそ436万人で、その殆どは太平洋岸の低地と、中央高原に集中している。

同国における上水道施設の普及率は、全般に低く、全国平均53%で、最も人口の集中している太平洋岸においても67%に過ぎない。また、給水施設を有する地区においても、給水能力の限界、施設の老朽化のためおよそ半分の住民が常に水道水を利用できる状況にない。このため、地区によっては、給水制限（2日給水、2日断水）が行われている。

本計画対象地域は、首都マナグサ市近郊のカタラ台地に位置し、マナグサの広域経済圏の一部を構成し、近年都市化と人口増加が著しい地域である。また、本地域は太平洋岸に沿った多くの火山より噴出した浸透性の大きい火山層に覆われ、降雨の殆どが地下に浸透する。僅かに表流水は存在するが、乾期にはその殆どが枯渇する。

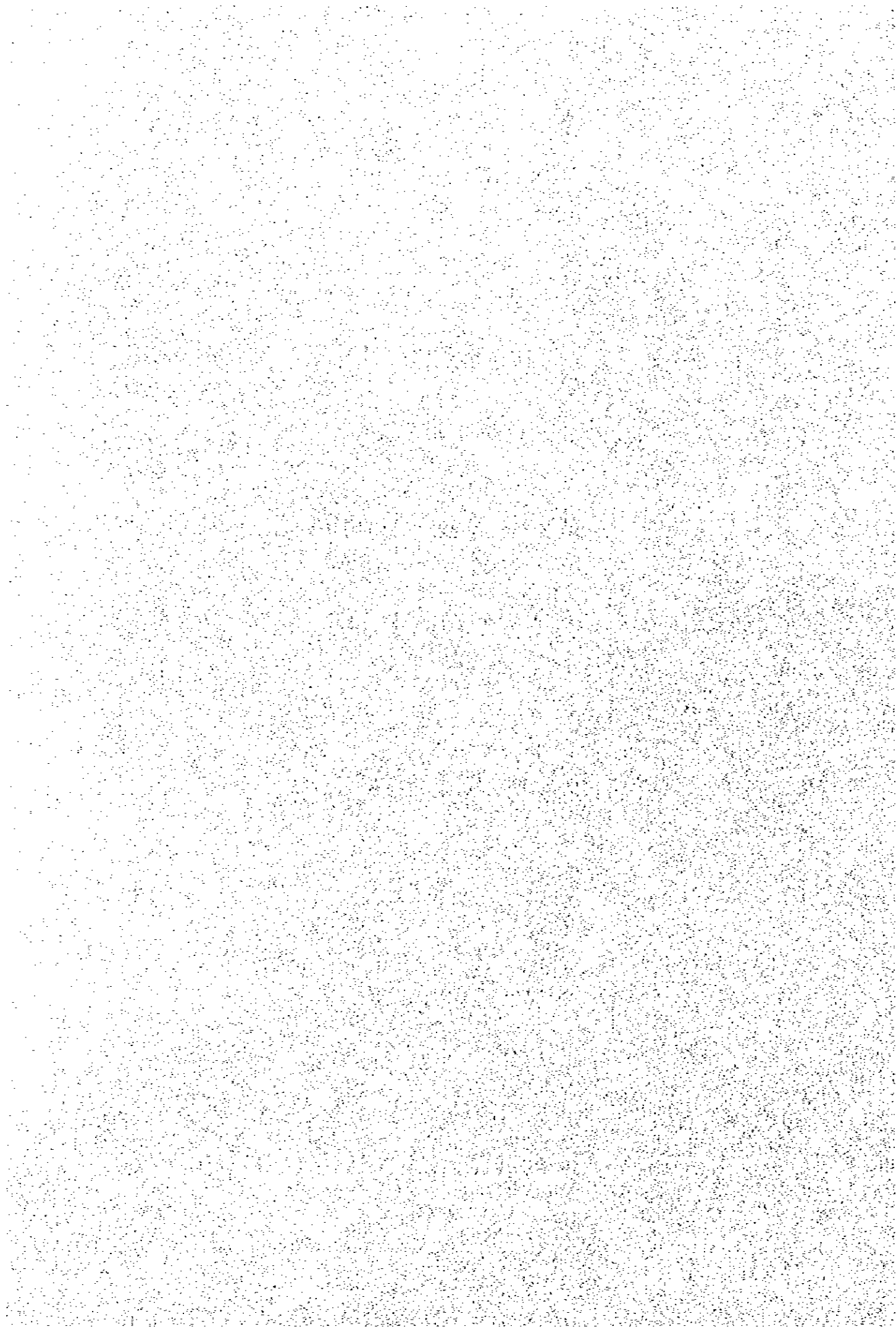
このような状況から、上下水道庁（INAA）は、上水道開発に対し地下水を利用した給水を進めてきた。しかしながら、同地域における地下水位は120～500mと深く、技術的、費用的に地下水開発が極めて困難となっている。また、同地区は無計画な配水管の延長、配水システムの老朽化等により給水状況は、地域的に極めて不均衡となり給水率に大きなひらきを生じている。

このため、1992年「ニ」国政府は、カタラ台地の3地域（サン・マルコス、ヒラヘおよびロス・ブエノス）に対して、2000年の需要に対応するため20ヶ所の深井戸建設および給水施設整備について日本政府に無償資金協力を要請した。この要請を受け、日本政府は、1995年を目標とする緊急性の高い12ヶ所について井戸建設、給水施設整備の協力（第1次カタラ台地地下水開発計画“以下「第1次カタラプロジェクト」と称する）を実施した。

しかしながら、「ニ」国政府は、上記協力のみではカタラ台地の2000年の需要に対応するのは困難であり、また、今後の井戸開発は掘削深度がさらに深くなることが予想され、「ニ」国の技術力では、対応が困難であると判断し、

2000 年を目標とした、上記 3 地域およびその周辺地域における深井戸建設および給水施設整備について、日本に無償資金協力を要請してきたものである。

第2章 プロジェクトの周辺状況



第2章 プログラム外の周辺状況

2.1 当該セクターの開発計画

2.1.1 上位計画

(1) 国家開発計画

1995年5月に策定された「国家開発計画」において、「ニ」政府は①民主主義社会の確立、②国際的自由経済市場を柱とした効率的・競争力のある経済の構築、③貧困の減少、④環境破壊の防止と自然資源の適正利用を上位目標にあげ、この目標達成のため3つの開発戦略（a. 経済開発戦略、b. 社会開発・貧困対策戦略 c. 環境保全・天然資源開発戦略）を推進中である。

その内社会開発・貧困対策戦略は、特に貧困層の集中している地域において①「緊急社会投資資金」を通じての緊急プログラムの推進、②中小・零細企業振興及び雇用拡大による貧困の減少、更に③地方分権のための中央機関の行政改革を実施することとしている。

これらの各プログラム実施のため、政府は各地域の安定及び生活環境の改善を図るべき上水道施設の整備・向上を重点目標に上げている。

(2) 上水道整備計画

ニカラガ上下水道庁は、上記「国家開発計画」における「社会開発・貧困対策戦略」の方針に則り、全国上水道整備計画を策定し、現在これを計画または実施中である。

全国上水道整備計画は、1996年の全国水道普及率 45.3%を 2000年に 57.3%に改善することを目標とし計画策定されている。計画の内容は、水道施設未整備地域の新規開発及び既存上水道施設の改善・拡張を主体としているが、既存水源の有効利用を図るため水管理組織の強化・改善等も重点目標としている。地域的には、特に人口集中の大きい太平洋沿岸及び中央高原を開発重点地域に上げている。

カソ台地における地下水開発計画は、上記全国上水道整備計画において最優先地域として取り上げられており、本計画はこれに対処するため 2000年を目標としたカソ台地システムを対象に 8本の井戸を建設し、地域住民に対し生活用水を供給しようとするものである。

2.1.2 財政事情

(1) 当該セクター開発資金

1995 年における「ニ」国の国家予算はおよそ 42 億コボト'ガ'であり、この内約 8.5%にあたる 3.6 億コボト'ガ'が INAA の年間予算である。この内約 2 億 9 千万コボト'ガ'を投じ既存施設の改修を含む上下水道整備事業を行っている。

表 2.1.1 国家予算に対する INAA の予算

単位：百万コボト'ガ'

	1993	1994	1995
国家予算	3033.6	3734.8	4243.8
INAA 予算	210.6	250.0	362.3
開発予算	149.2	169.1	288.9
運営予算	61.4	61.5	73.4
その他	0.0	16.4	0.0

2.2 他の援助国、国際機関の計画

「ニ」国においては、多くの当該セクタープロジェクトが実施中である。プロジェクトの多くは国際機関、二国間援助によるもので財政的には BID(米州開発銀行)、EU、日本、カナダ等からの援助が多い。

(1) BID

BID からの援助は現在、全国 5 地域（ヌバ・セビ'ア、レワ、マケ'ア、カ'ツ及びマ'カ'ル'ガ'）を対象に「上下水道改善復旧計画」が実施している。計画の内容は既存水道施設の改善及び INAA の運営管理機能強化等より構成され、対象人口はおよそ 80 万人である。同プロジェクトは 1997 年 12 月完了の予定である。

カ'ツ台地においては、ロス・プ'エ'ロス、サン・マ'コス、ド'ロー'レスの 3 地域において既存給水施設の改善計画を実施しており、整備内容は既存給水施設の改修・整備で新規水源開発は含まれていない。

(2) EU

EUからの援助として現在「主要都市上下水道プロジェクト」が実施中である。上水道事業の内容は、マテベ、チカカ、カモバ市における既存給水施設の改善・拡張で、下水道事業の内容としては、エ・エ、エ・エ、エ・エの2都市における下水道の整備である。

カリ台地にて実施されているプロジェクトは、マテベ市を対象に新規水源開発を含む水道施設整備であり、本計画と関連するものではない。

(3) カタ

カタは6地方都市（マヤ、グアラタ、レオン、チンテカ、エステリ、ティグアハ）において、「既存水道施設の能力維持計画」を実施中である。この計画概要は、対象6都市の水道供給業務向上を目的に各対象地域の組織改善等を行なう計画である。

2.3 日本の援助実施状況

カテニ政権時代における日本政府の援助は、技術協力、災害緊急援助等が中心であった。1990年4月のカテ民主政権発足後は、ニカラガの安定、民主向上、経済復興が重要との観点から種々プロジェクトの協力がに行われるようになった。当該セクターに関連する日本からの援助としては、以下に述べるとおりである。

(1) 技術協力

技術協力としては、1991-1992年に「マカア市地下水開発計画調査」が実施された。調査の内容はマカア市における西暦2000年を目標とし、マカア市とその周辺の地下水開発量の評価を行い、マカア市の地下水開発計画策定である。本調査によりマカア市南東に位置するティカンベ及び同マカア市東部のカ・カ・カ地域にて良好な地下水層が確認されている。

(2) 無償資金協力

1) マタギア市上水道施設整備計画

本計画は上記「マタギア市地下水開発計画調査」により策定された計画をもとに実施が決定されたプロジェクトである。プロジェクトの内容は、マタギア市の水道事情改善を目的にマタギア市近郊のティカンベに14本の井戸を建設し、1日180万ガロンの地下水生産を行なおうとするもので、本事業は1995年より開始され1997年完成の予定である。

2) カソ台地地下水開発計画

本プロジェクトは、「ニ」国政府の要請に則り1992年に実施された基本設計調査を経て実施されたプロジェクトである。プロジェクトの内容は、カソ台地のラコンブション、チンマルコス、ヒナベ市及びその周辺地域を対象に12本の井戸を建設すると共に給水関連施設の建設でる。本計画により開発された地下水量は1日11,600m³であり、その対象人口はおよそ156,000人である。

2.4 プロジェクト特付の状況

2.4.1 自然状況

(1) 位置及び地形

「ニ」国は北西より南東に中央山系が縦走し、太平洋岸地域とカソ海側に分かれている。更にカソ海側は標高200m以上の中部山岳地域とカソ海岸地域に区分される。本計画対象地域は、この太平洋岸地域のほぼ中央に位置するカソ台地内にあり、標高300mから900mの丘陵地帯で典型的な火山地形をなしている。

本計画対象地域は、北西部が最も高く標高900mである。この最高峰の南東部はヒナベ市やチンマルコス市が立地する平坦な台地が広がり、東部はマヤ火山とマヤ湖が形成されている。ヒナベ台地の北側斜面を刻む水系は全てマヤ湖に注いでいる。

(2) 気候

ニカラガ国は大きくコフ海側、太平洋岸及び中部高原地帯の3つの地域に分かれ、気候的にも多少異なっている。コフ海岸地帯は高温多湿の熱帯性気候で、年平均気温 26℃年間降雨量 3000mm～6000mm で、殆ど一年中降雨がみられる。太平洋岸も高温多湿であるが、コフ海側より乾燥しており、年平均気温は 28℃、年間雨量は 1900mm 程度である。中部山岳地帯及び山岳部は温暖で熱帯気候に属する。雨量は東部より西部に行くに従い増大する。

マサテペ台地は太平洋岸に位置するが、太平洋岸低地に比べ標高が高く中部山岳地帯と同じ熱帯気候である。気温は比較的温暖でマサテペ気象観測所のデータによると、年平均気温は 24.2℃、年間降雨量 1080mm である。

表 2.4.1 マサテペ市の気象諸元

諸元	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
降雨量(mm)	3.7	0.3	1.1	28.6	121.5	321.5	115.7	67.2	171.0	172.6	28.6	11.9	1080
平均気温(℃)	22.9	23.5	24.6	25.8	25.7	25.3	23.4	23.8	23.7	24.2	23.7	23.3	24.2
最低気温(℃)	20.2	19.6	20.2	21.1	21.7	21.9	21.0	20.9	20.6	20.9	20.8	20.2	20.7
最高気温(℃)	27.4	28.8	30.0	31.3	30.9	29.9	27.5	28.7	28.2	27.7	27.8	27.5	28.8
湿度(%)	78	78	73	75	73	85	90	88	87	86	83	83	82
蒸発量(mm)	169.1	188.1	246.1	217.0	211.1	153.2	101.5	35.4	98.9	128.6	125.6	124	1801
風速(m/s)	4.0	3.5	4.0	3.2	2.3	1.6	2.1	2.1	1.7	2.6	2.7	3.8	2.8

(3) 地質及び水理地質

本調査の対象地域であるマサテペ台地は、ニカラガ地溝帯に位置し、度重なる大規模な地殻変動により、大小多くの断層や褶曲活動が生じ、マサテ火山もこれらの断層線に沿って噴出したものと推察される。

対象地域の地質は、白亜紀のリーウアス累層を基盤とし第三期層（フット累層と暁新世～下部中新世のマサテパ累層）が被い、更に上部には第四期下部更新世（エル・サト累層及び上部更新世のラス・シェラス累層）が存在している。対象地域の北西部ではこれらの地層を貫いて現世沖積層である玄武岩質の火山噴出物が厚く分布している。これらの地層は基盤層とフット層以外は大部分が火山性の堆積層で、これらの火山性堆積物の全層厚は、マサテ台地の高標高地域ではおよそ 500 m、南部の低標高地域でも 100 m 以上を有している。

上記のように大半が不均質な火山性堆積物よりなるため、水文地質構造上も透水性の良い地層と、悪い地層が複雑に入り乱れ、非常に変化に富んでいる。しかしいずれも透水性の良い地層のため降雨の大部分は地下に浸透し地下水の保水量も大きい。しかしながら、地形上周辺地域に比べてアツ台地は標高が高いため平均的に地下水位も深く、低標高部で地表下 120 m、高標高部では地表下 300 m 以上にも及んでいる。

2.4.2 社会基盤整備状況

(1) 道路状況

本計画対象地域であるアツ台地は、首都マダガス市の南東約 30km に位置する。アツ台地の南西には国道 2 号線が、北東には国道 4 号線が走り、首都マダガス市よりオットへのアクセスはこの 2 本の国道を利用し進入が可能である。さらに、オット内には 4 本の国道（国道 11 号、18 号、20 号及び 76 号）が主要村落を通過している。これら 5 本の国道は共に路面状況も良好で、通年を通し大型車両の通行が可能である。

その他、対象地区内には、多くの村落が点在し、全ての村落は地方道により結ばれている。これらの道路は一部の道路を除き大型車両の通行は可能で、本計画対象地域へのアクセスは特に問題はない。

(2) 電力事情

本計画対象地域への電力は 3 つのルートにより電力が供給されている。1 つはマダガス市から国道 2 号線沿いに整備された送電線によりエロ・クセロへ送電され、その他の地域はアツ台地のほぼ中央に位置するマテペ市及び南西部のデリアツパ市の 2 つのオット・ステーションより送電されている。

送電線はオット・ステーションを基点とし、全ての国道沿いに 24.9KV または 13.2KV、各支線 7.6KV で配電され、各オット近傍まで 7.6KV の配電線が引き込まれている。

(3) 市街地形成の状況

本計画対象地域は、8 つのシステムよりなり、各システムは 1 ～ 3 の主要市町村とその周辺に位置する村落より構成され、全対象村落は 92 村落におよぶ。この内市街地が形成されている人口密集地域は 13 市町村（人口 2000 人以上）

であり、その他の村落はこの13村落周辺に点在している。これら周辺村落は特に市街地を形成しておらず、道路沿いに広範にわたり民家が点在している。

2.4.3 既存施設・機材の現状

(1) 既存施設の現状

カラソ台地における給水システムは全部で19システムあり、各システムの給水源は殆ど地下水であるがその他湧水、雨水を利用したシステムも存在する。

水源	システム数
地下水	16
湧水	2
雨水	1
計	19

地下水利用のシステムは、各システム毎に1～5本の井戸を水源に、各対象地域に給水網を整備し、給水を行っている。全カラソ台地には48本の井戸が建設されているが25%にあたる12本の井戸は1970年代に建設されたもので、施設の老朽化及び水位低下等により水生産量の減少をきたしている。

1) ロス・プエルト地域

ロス・プエルト地域は、北部と南部に分かれ、本計画対象地域はロス・プエルト北部に位置している。本地域では南北を包括した1つのシステムとして給配水施設が整備されている。地域内には表2.4.2に示す6本の井戸が建設されており、この井戸を水源に水生産を行っている。

表 2.4.2 ロス・プエルトの既存井戸

井戸位置	生産量 (GPM)	建設年
南部 ラス・レタラス 1	340	1975
ラス・レタラス 2	230	1982
エル・アグアカテ	230	1991
ラ・ソビータ	250	1992
エル・アグアカテ	210	1975
北部 エル・サハートン	388	1993

しかしながら、表 2.4.2 からみまるとおり、本計画対象地域であるロム・ア・エ・ノス北部には、388GPM の生産量を有する既存井戸 1 本が存在するのみで、殆どの給水は、隣接する南部地域に建設されている井戸より給水を受けている。

南部地域に建設されている 3 本の井戸も建設後既に 15 年以上が経過し、近年ポンプの故障、井戸の水位低下等多くの問題を抱え、井戸の生産能力に見合う生産が困難となっている。

2) ビ・オ-XII

本地域内には既存井戸はなく、本地区北方に位置するナグ・ス地域に建設されている既存井戸より給水を受けている。ナグ・スー・ビ・オ-XII 間には途中標高の高い丘陵地域が横切っているため、既存井戸よりビ・オ-XII への送水は、プー・ス・ポンプを使用し行っている。ビ・オ-XII 内の配管網は、PVC を使用しほぼ対象村落全域に埋設されている。しかしながら、整備されている管路は 3 インチまたは 2 インチの口径のもので、十分な通水断面を有していない。更に末端までの送水延長は 8km におよび管路の摩擦損失水頭も加わり、末端に位置する村落まで給水出来ない状況にある。

3) エル・クルセーロ

エル・クルセーロ地域は国道 2 号線沿いに点在する村落を対象とし、地域的に 3 つの地域に（①エル・クルセーロ地区、②アチョ地区、③ラス・エスカーナス地区）に区分される。本地域における既存給水施設は 2 つのシステムがあり、各地域に生活用水を供給している。

この内 1 つのシステムはエル・クルセーロの東約 4km 地点の湧水を利用し、エル・クルセーロ市周辺の村落に給水している。施設内容は、湧水下流地点に小さな堰を建設し、ここより送水ポンプを利用し各村落に給水を行っている。施設的には維持管理が充分なされ、特に給配水には支障をきたしていないが、湧水量が少なく、現在取水している水量はわずか 65GPM に過ぎず、日常的に水不足をきたしている地域である。

他のシステムはラス・エスカーナス地区を対象としたもので、地区内に建設されている井戸から 2 インチの送水管により各村落に給水を行っている。この既存井戸の水生産量は僅か 104GPM で付近全村落への給水量を確保出来ないため、本

地域の南に位置するデ・イアンが給水システムから2インチの送水管により、給水を受けている。また、マヒン・コレス村は本地域でも最も標高が高く、井戸に設置されているポンプの能力不足により充分送水出来ない現状にある。

ラナ地区は、現在給水施設は整備されていない。また地域的にも上記エルクセロ地区とラス・エスキナス地区の間に位置しており、エルクセロ・システムの給水量が少ないこともあり、配水パイプも本地域まで配管されていない。標高もマヒン・コレス村（ラス・エスキナス地域）よりさらに100Mほど高いためラス・エスキナス地域からの送水も不可能な地域である。このため、生活用水は、INAAの不定期なタンクローリによる水供給と、水売り業者からの水を購入に頼っているのが現状である。

4) チン・ゲレゴリ

本地域では10の村落を対象とし、現在3本の井戸より生活用水を供給している。対象地区北西に位置する5つの町村は比較的給水施設も良好で、給水制限等も行われておらず、特に水供給に対する問題は発生していない。しかしながら、地区南東に位置する5町村の給水施設は人口増加に伴い、パイプ・ラインを増設し既存配管に接続したもので、施設は極めて粗末なものである。このため、本地区は水不足に加え、至る所で漏水が頻繁に発生し、前記5町村への水供給にも支障をきたしている。

(5) チン・ファン・デ・コンセプション

本地域は、標高約550mの尾根に位置するチン・ファン・デ・コンセプションを境に北西部5村落と南東部4村落の2つの地域に分かれている。

北西部には既存井戸はなく、地区近傍の湧水を利用し水供給を行っている。本地域に居住する住民は現在およそ10,000人であるが、湧水からの取水可能量は僅か65GPMしか期待できず日常的に水不足に悩まされている地域である。

南東部には既存井戸3本があり合計303GPMの水生産を行い、各村落に給水している。現状における給水施設は良好で給水量も「C」国給水基準をほぼ満たしており特に生活用水が不足しているとは思えない。しかしながら、今後の人口増加に対し対応が必要である。

6) ドーレス

本地域の計画対象村落は、26 村落であるが、既存給水施設の整備されている地域はドーレスおよびその周辺地域に位置する僅か 4 村落に過ぎない。既存施設はドーレス町に建設されている井戸（生産量 300GPM）より各村落に給水を行っており、施設も良好で現状においては給水事情に特に問題はない。

その他 22 村落はドーレス町の北に位置し、上記既存井戸より標高が高く、ドーレスのシステムに接続することが出来ない地域で、全て給水施設は未整備である。このため、この地域における住民は、既存給水施設を有する近傍村落より生活用水を調達するか、水売り業者より水を購入している。

7) ママコス

本対象地域は、東部のママコス市周辺に人口が密集し、4 本の井戸を水源に 1 つの給水システムとして配水網が整備されている。本地域の給水施設は 1972 年に整備され、その後の人口増加に伴い、井戸が増設され現在に至っている。市内の配管網は、1994 年改修が行われ現状における給配水事情は特に問題はない。しかしながら市街地周辺および西部地域に位置する村落においては、水圧不足により充分配水されていない地域も見られる。

(8) 機材の現況

1) INAA 保有機材

現在 INAA の井戸掘削機は井戸建設パブリック局が管理し、その台数は 15 台である。しかしながら、4 台は使用不能であり、使用可能な掘削機 11 台の内約半数にあたる 5 台は老朽化が著しく常時使用できる状態にはない（表 2.4.3 参照）。

一方、カノ台地の地下水位は極めて深く、掘削能力 1000フィート以上の機材しか対応できない。カノ台地の井戸掘削に使用可能な INAA の機材は以下に示すとおり 4 台であるが、2 台については調達後およそ 20 年が経過しており、老朽化が著しく、修理点検等に多くの時間と労力を必要としている。

更に、本計画にて掘削が予定されている井戸の深度は 1300フィート(400M)以上と予想され、INAA 保有機材の使用は困難と予想される。

表 2.4.3 INAA 保有掘削機の現状

No.	コード番号	調達年度	掘削口径 (インチ)	掘削深度 (フィート)	使用現況		
					良	可	不可
1	H-8501	1980	8	600		○	
2	I-28660	1978	8	600		○	
3	J-28661	1983	10	600			○
4	N-8816	1988	15	400	○		
5	E-035	1957	18	200			○
6	D-095	1968	20	300			○
7	A-74-02	1974	20	500		○	
8	K-28662	1983	20	700	○		
9	L-28663	1983	20	700	○		
10	P-8819	1988	20	700	○		
11	B-068	1966	20	1000		○	
12	F-7808	1978	20	1100		○	
13	N-8817	1988	20	1200	○		
14	O-8818	1988	20	1200	○		
15	C-069	1969	30	200			○
掘削深度 1000フィート以下 (台)					4	3	4
掘削深度 1000フィート以上 (台)					2	2	0
合計					6	5	4

2) 日本からの供与機材

1993 年より 1996 年にわたって日本の無償資金協力により実施された「第 1 次カンガプロジェクト」にてロータリー掘削機及び井戸掘削機必要な支援機材が調達された。

これらの機材は、「第 1 次カンガプロジェクト」にて 12 本の井戸建設に使用され、施設完了後 INAA の井戸建設パトリ局にて管理されている。第 1 次カンガプロジェクト以降、本機材により INAA 独自で新規に井戸 2 本が掘削されている。

2.5 環境への影響

「ニ」国は国家開発計画の中で環境保護を視野にいたれた持続的開発を基本政策とし、「環境活動計画」、「林業活動計画」を策定し、持続可能な国

土の適正利用及び水質汚濁、土壌浸食、森林伐採等の防止対策を推進している。また政府は、中期的環境配慮開発計画の中で、環境を配慮した適正な国土利用の推進を重点目標としこれを推進中である。

本プロジェクトは、カゾ台地における生活用水の開発とその安定供給により、地域住民の基本的な生活条件を充足させると共に、不衛生な水の飲用による、水系疾病の減少等地域住民の生活環境は大幅に改善される。

施設建設に伴う自然環境問題としては、建設される施設の規模が小さく、森林破壊、及び動植物に対する影響は殆どないものと判断される。地下水に対する影響についてもカゾ台地の地下水位は極めて深く、現在 48 本ある既存井戸からの地下水揚水に対する地盤沈下等の問題もない。また、本計画にて建設される井戸は更に地下水位が深い地域で、近傍既存井戸からの距離も 1 km 以上離れており本計画実施に対し影響を与えることは無いものと判断される。