

NO 1

ニカラグア共和国

第二次マナグア市上水道施設整備計画

基本設計調査報告書

JICA LIBRARY



J1148313(8)

平成10年12月

国際協力事業団
アジア航測株式会社
株式会社日水コン

調無一

CR(3)

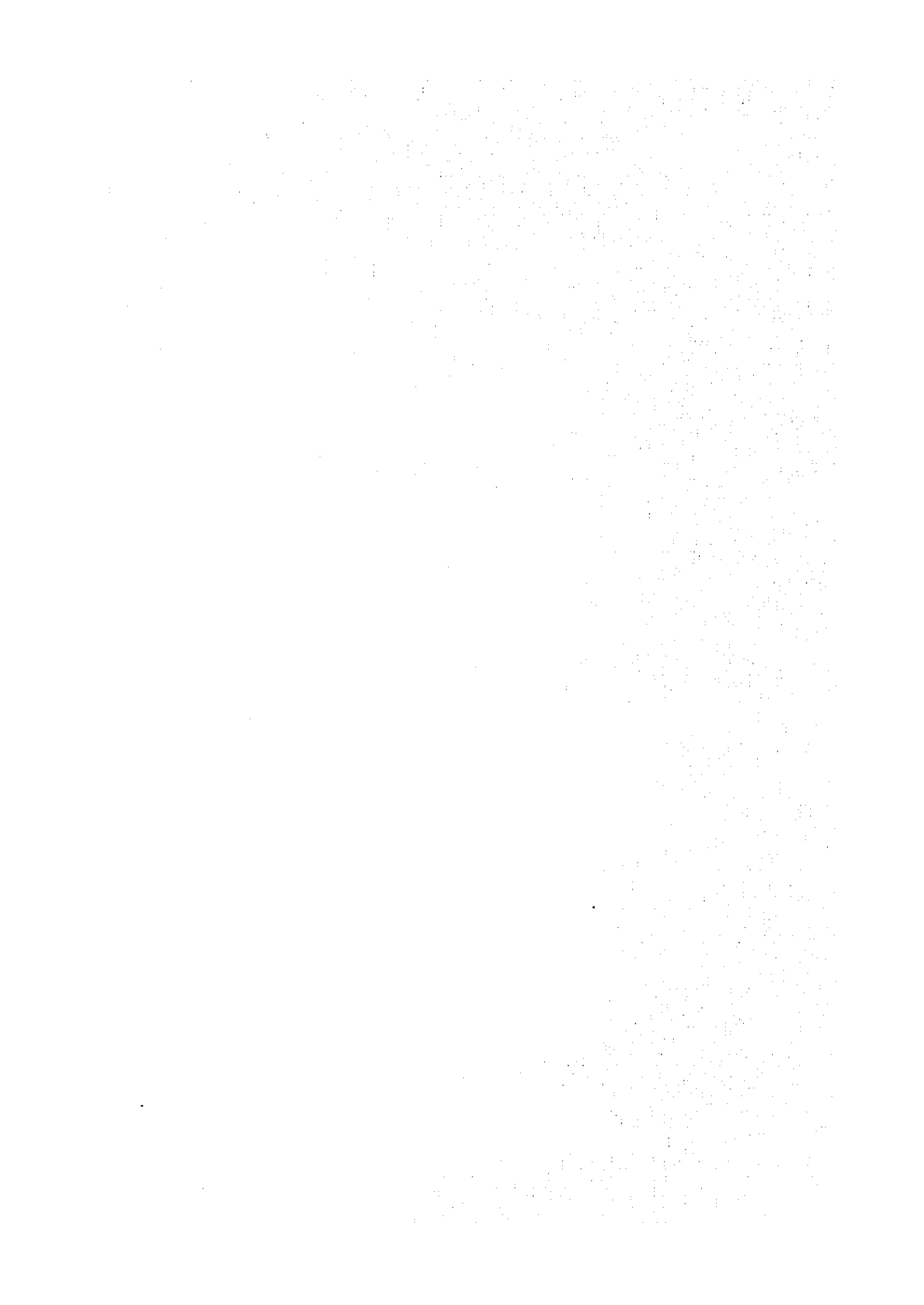
98-194

ニカラグア共和国

第二次マナグア市上水道施設整備計画 基本設計調査報告書

平成10年12月

JICA
617
618
GRD
BRARY



ニカラグァ共和国
第二次マナグァ市上水道施設整備計画
基本設計調査報告書

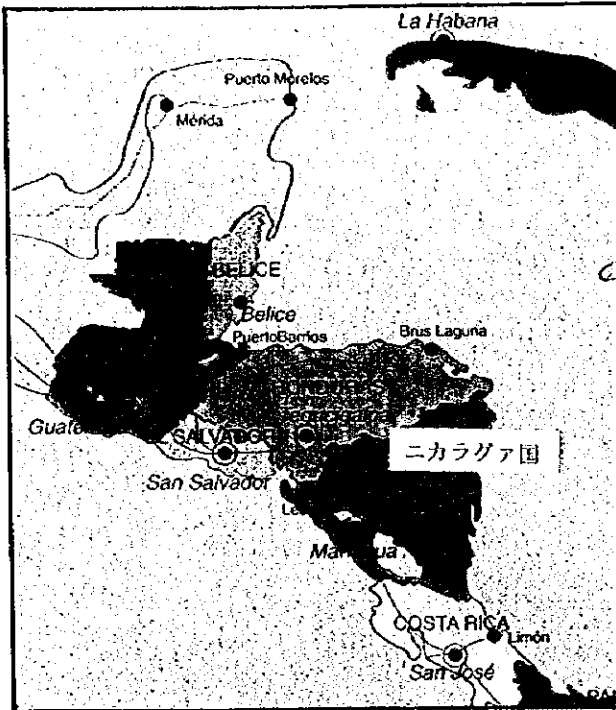
平成10年12月

国際協力事業団
アジア航測株式会社
株式会社日水コン



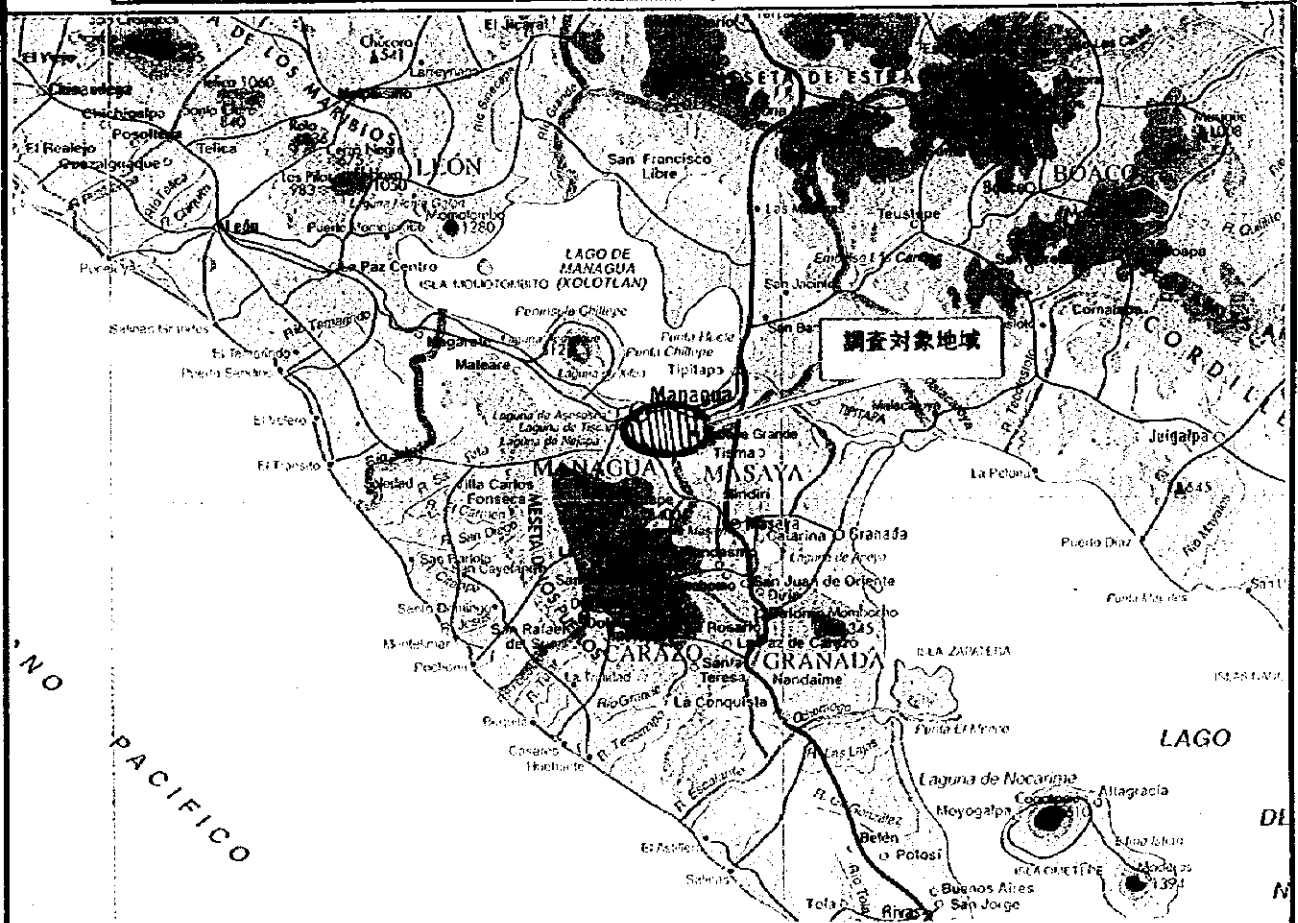
1148313(8)

ニカラグア国第二次マナグア市上水道施設整備計画基本設計調査



調査対象地域

位置図

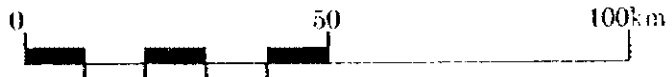


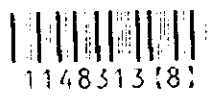
出典：NICARAGUA Y EL MUNDO,

縮尺 1:150,000

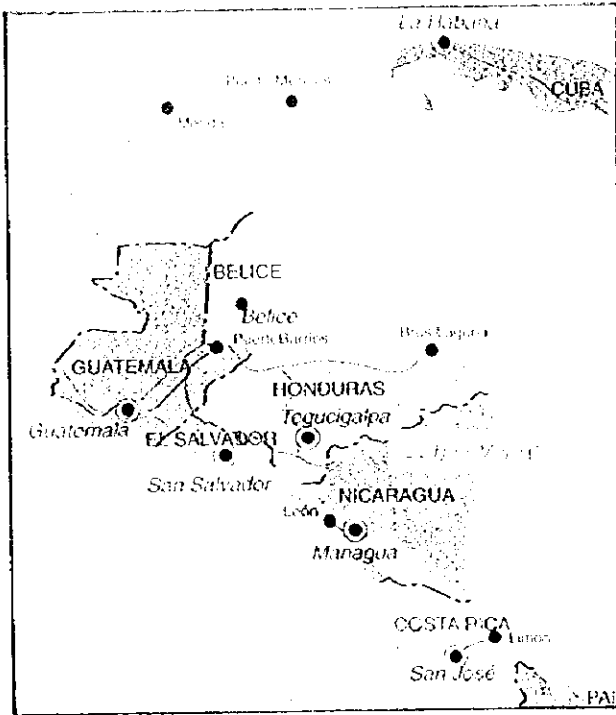
ATLAS BASICO ILUSTRADO

1993

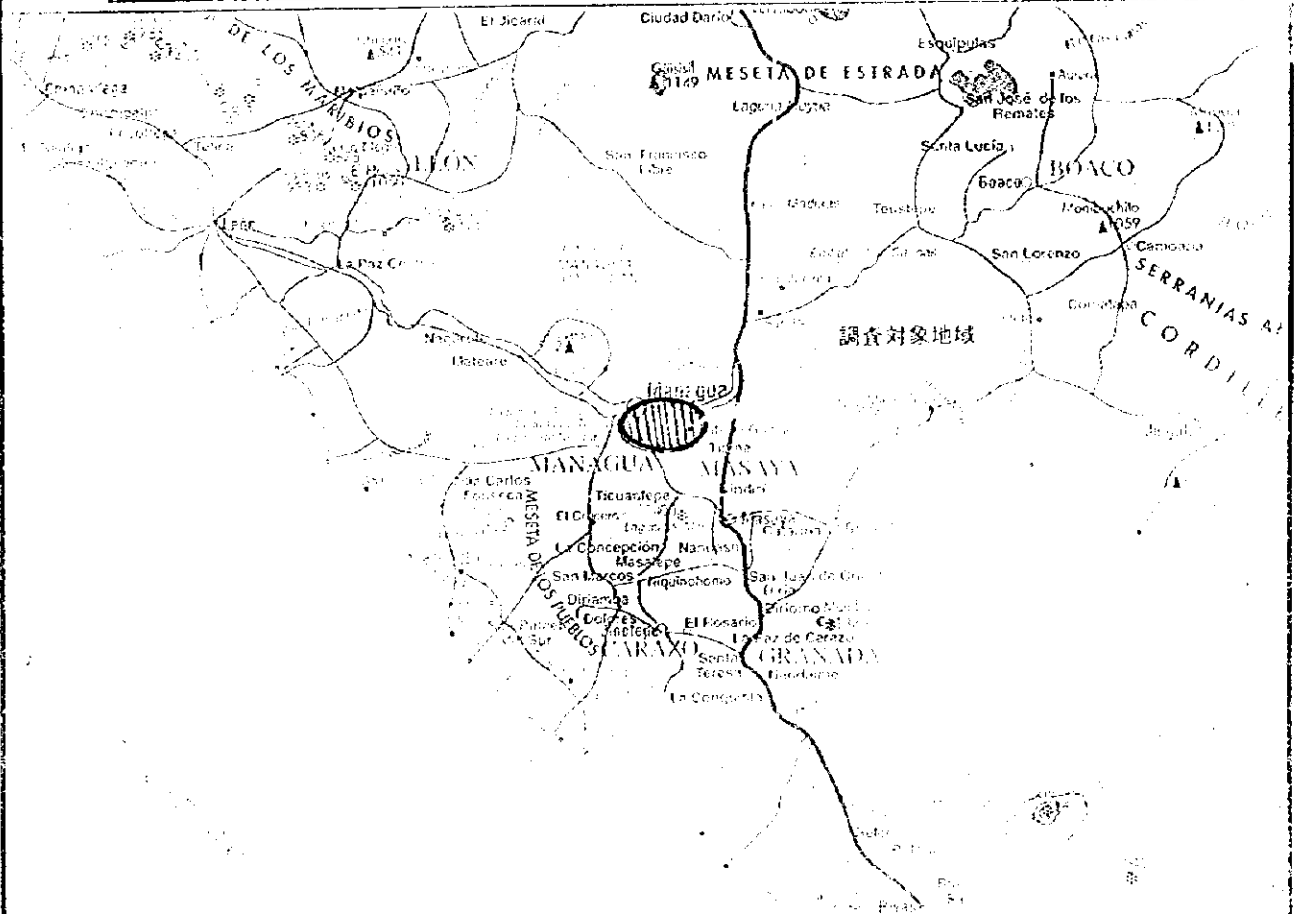




ニカラグァ国第二次マナグア市上水道施設整備計画基本設計調査



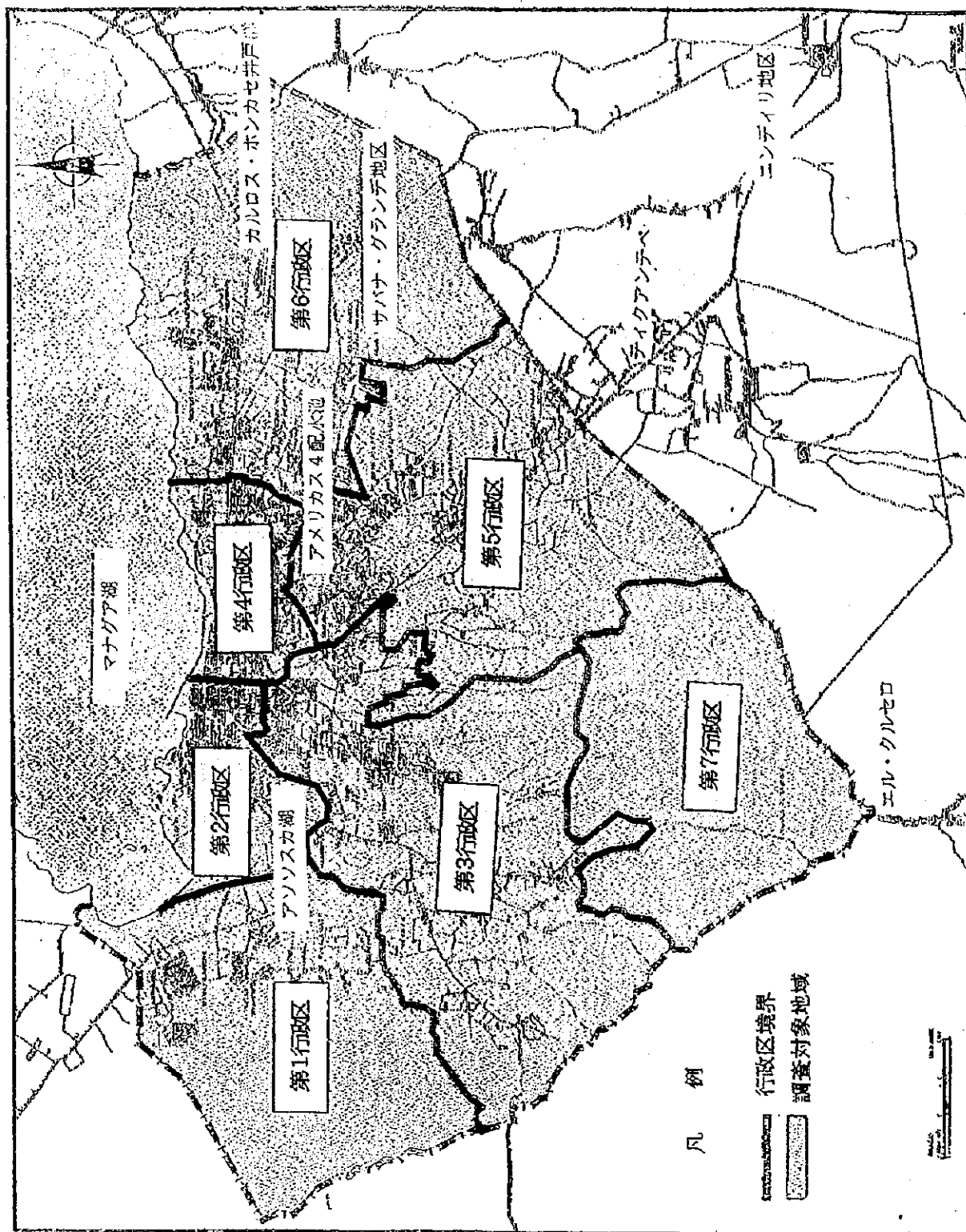
調査対象地域
位置図



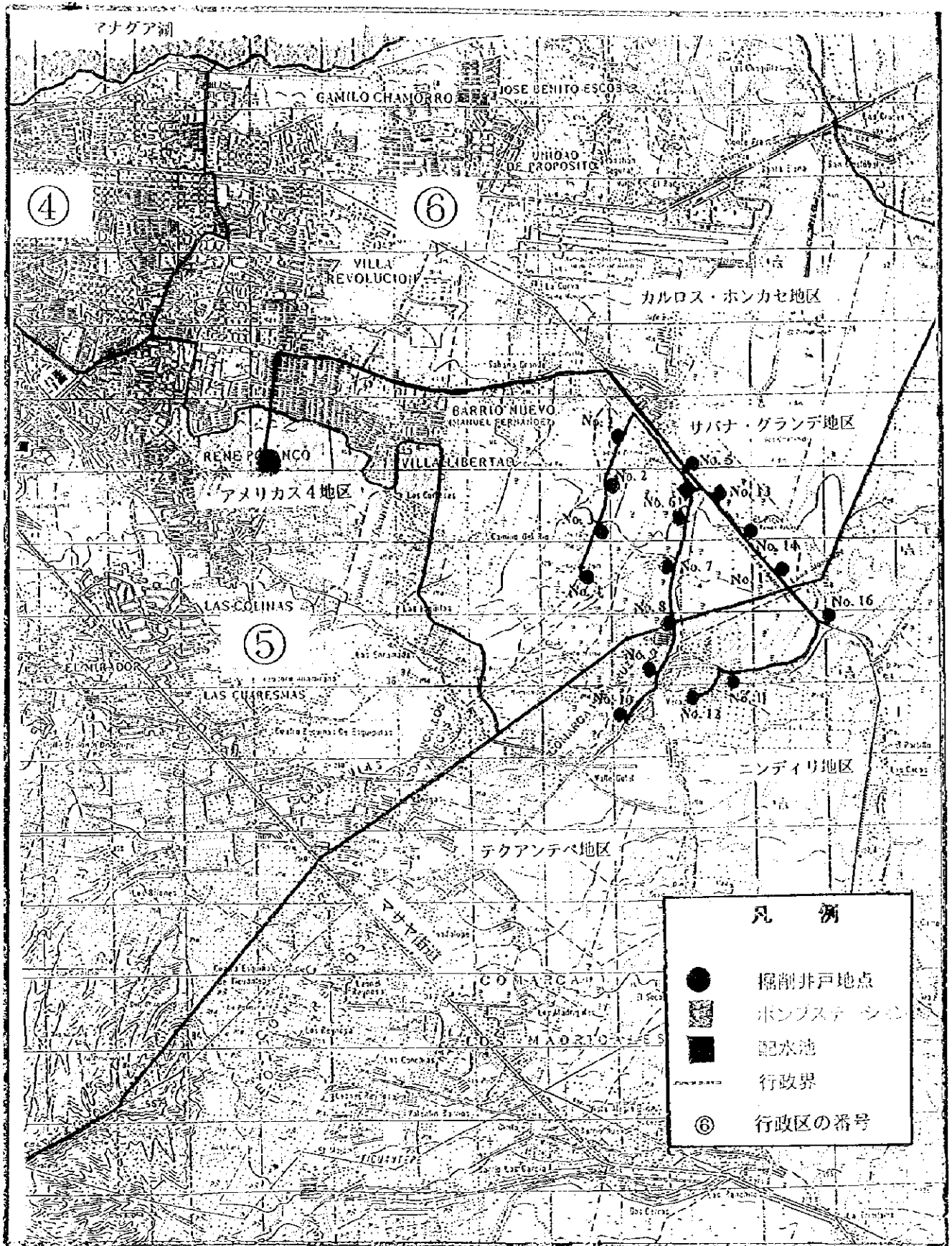
出典：NICARAGUA GOV. MAP 1988

SCALE 1:50,000 (1:500,000)

Legend symbols for roads and boundaries.



マナグア市行政区区域割図



施設配置図

序 文

日本国政府は、ニカラグア共和国政府の要請に基づき、同国の第二次マナグア市上水道施設整備計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成10年6月8日から7月19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、ニカラグア政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成10年10月17日から10月29日まで基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善に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戴いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成10年12月

国際協力事業団
総裁 藤田公郎

伝 達 状

今般、ニカラグア共和国における第二次マナグア市上水道施設整備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、アジア航測（株）と（株）日水コンの共同企業体が、平成10年6月1日より平成10年12月25日までの6.5ヵ月間にわたり実施しました。今回の調査に際して、ニカラグア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。

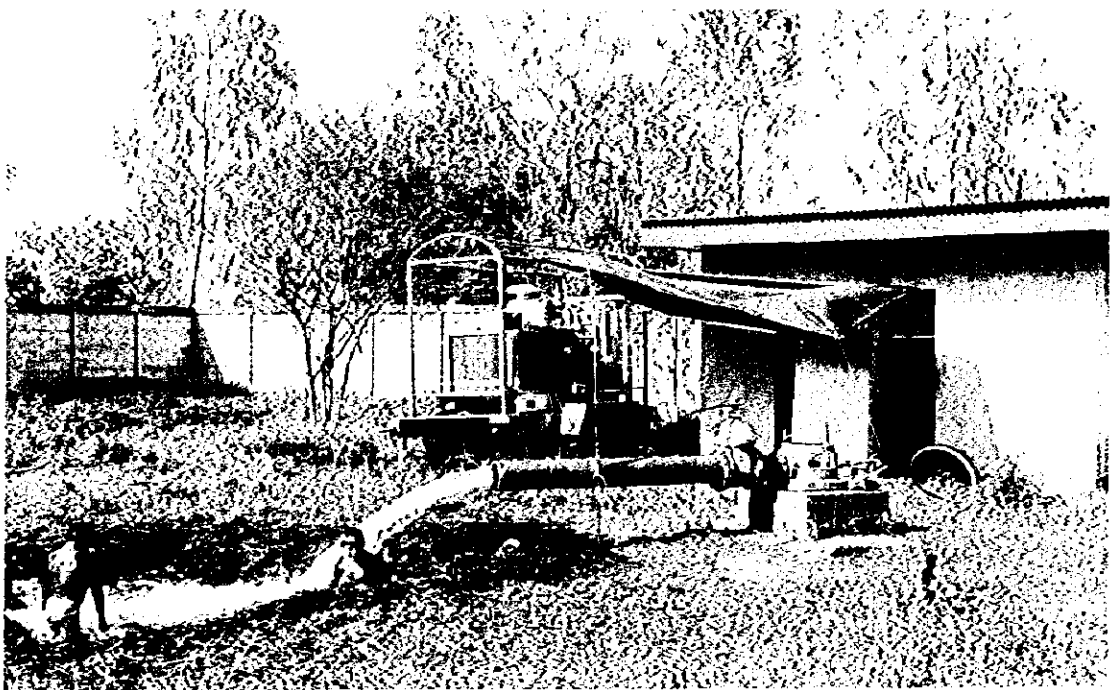
平成10年12月

アジア航測株式会社
ニカラグア共和国第二次マナグア市
上水道施設整備計画基本設計調査団
業務主任 神里勝也

写真集



導水管敷設が予定されている農道の状況



既存井戸における揚水試験の実施状況
(本計画の NO.16 井戸)



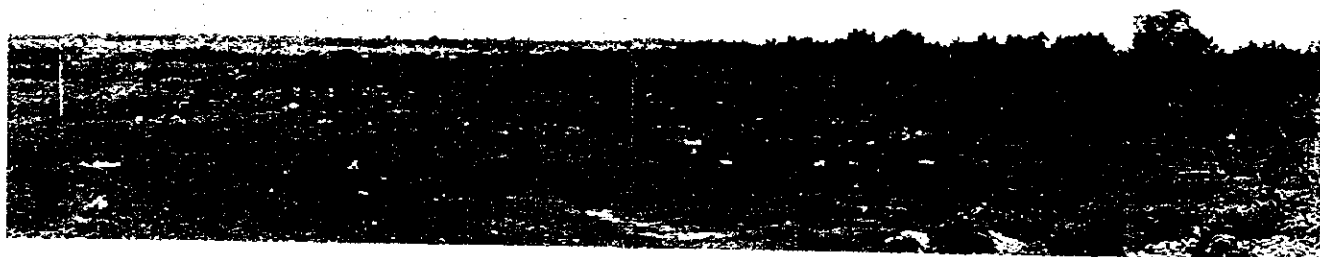
送水管敷設予定地の状況（ラス・アメリカス配水池付近）



送水管敷設予定地の状況（サバナ・グランデ付近）



送水管敷設予定地の状況 (ポンプ場～サバナ・グランデ間の旧鉄道敷跡地)



ポンプ場建設予定地の状況 (サバナ・グランデ南東部)



既存井戸およびポンプ建屋



日本政府により供与された掘削機

略語集

機関名	
ACDI	Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional カナダ国家開発庁 (CIDA)
AID	Agency for International Development アメリカ国際開発庁 (US/AID)
ALMA	Alcaldía de Managua マナグア市役所
ASDI	Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional スウェーデン国際開発庁 (SIDA)
BID	Banco Interamericano de Desarrollo 米州開発銀行 (IDB)
BM	Banco Mundial 世界銀行 (WB)
CFD	Caisse Française de Développement フランス開発金庫
CAPRE	Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana 中央アメリカ、パナマ、ドミニカ共和国上下水道機関調整委員会
COSUDE	Cooperación Agencia Suiza para el Desarrollo スイス開発協力 (SDC)
DNAA	Departamento Nacional de Acueductos y Alcantarillados 国家上下水道局
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios ニカラグア上下水道公社
FAC	Fonds d'Adide et Coopération フランス援助協力基金
FISE	Fondo de Inversiones Sociales de Emergencia 緊急社会投資基金
FNI	Fondo Nicaragüense de Inversiones ニカラグア投資基金
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit ドイツ技術協力公社

INAA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado ニカラグア上下水道庁
INE	Instituto Nicaragüense de Energía ニカラグアエネルギー庁
INEC	Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos 国家統計庁
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales 国土調査庁
INIFOM	Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal 地方自治体振興庁
INSSBI	Instituto Nicaragüense de Seguro Social y Bienestar 社会保険福祉庁
KIW	Kreditanstalt für Wiederaufbau ドイツ復興金融公庫
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería 農牧省
MARENA	Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales 環境天然資源省
MCT	Ministerio de Construcción y Transporte 建設運輸省
MICE	Ministerio de Cooperación Externa 対外協力省
MIHA	Ministerio de Hacienda 大蔵省
MINSA	Ministerio de Salud 厚生省
MITRAB	Ministerio del Trabajo 労働省
NDF	Nordic Development Fund 北欧開発基金
ONG	Organismos No Gubernamentales 非政府組織 (NGO)
OPS	Organización Panamericana de la Salud 米州保健機構 (PAHO-WHO)
ONU	Organización de las Naciones Unidas 国際連合 (UN)

OXFAM	Oxfam オックスファム (英国の International NGO)
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo 国連開発計画 (UNDP)
SNV	Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo オランダ開発協力 (NEDA)
UNICEF	United Nations Children's Fund 国連児童基金
UNI	Universidad Nacional de Ingeniería 国立工科大学

要 約

要 約

ニカラグア共和国（以下「ニ」国という）は、社会開発・貧困解消戦略の中で、安定的生活環境の改善を図るべく上水道施設の整備を重点目標にあげている。

上水道普及率は全般に低く、人口の集中している太平洋沿岸域においても 70%に満たない。現在計画実施中の「全国上下水道整備計画」は、1997年の全国水道普及率 62.1%を 2000年に 69.7%まで改善し、各地域毎の安定的生活環境を創設することを重点目標にあげている。

上水道政策は大統領府国家上下水道委員会が策定する。水道行政はニカラグア上下水道庁 (INAA) が行い、水事業とサービスの実施は、上下水道国営公社 (ENACAL) が行っている。また、マナグア市の水道施設は、上下水道国営公社のマナグア地域公社 (ENACAL) が管理している。1998年現在、マナグア市に約 38 万 m³/日の水道水を供給し、既存の主な上水道施設は次のとおりである。

取水施設

- ・ アソソスカ湖火口水源
- ・ カルロス・フォンセカ (ラス・メルセデス) 井戸群 16 本
- ・ 「第一次計画」井戸群 15 本
- ・ 市内に分散している独立井戸 70 本

浄水施設

- ・ 原水の消毒設備として塩素注入設備

導水・送水・配水施設

- ・ 管路が総延長 1,300km
- ・ 配水池 60 基 (総容量 88,000m³)
- ・ 送水ポンプ施設 22 ヶ所

首都マナグア市は、全国人口の約 1/4 を占める「ニ」国の政治経済の中心地であるが、1972年の大震災により全市が壊滅し、それに続いた 1980年代の 10年余りの革命、内戦により開発が停滞し、未だ復興が十分になされていない。しかし、各地方からは避難民が首都に流入し、都市基盤の整備がほとんどされていないインフォーマル地区の人口が急増し、劣悪な生活環境下で居住している。

このインフォーマル地区は、公認のインフォーマル地区と不法のインフォーマル地区に大別され、公認地区は、住宅、道路、電気および上下水道、ゴミ処理サービスを実施しているが、不法地区は全くサービスがなく放置されている状況である。

マナグア市の上水道サービスのための水源となりうる河川は市付近になく、マナグア湖の水質も汚水や廃棄物などで汚染されている。しかし、同市は水理地質的には地下水に恵まれており、水源はアソソスカ火口湖水系、ラス・メルセデス井戸群、ティクアンテヘ井戸群（我が国の無償資金協力で建設した施設）と市内に分散する約 70 本の井戸からなる。

マナグア市には、第 1 行政区から第 6 行政区があり、今回の計画対象地区である第 6 行政区では、全体の 48.4%に当たる 137,780 人の住民が給水サービスの恩恵を受けていない。

表-1 第 6 行政地区の給水サービス状況

居住地区	1998 年人口 (人)	%
フォーマル地区	113,153	39.7
インフォーマルで給水施設が完備されている地区	34,207	12.0
インフォーマル地区で給水不良地区	93,683	32.9
未給水地区	44,097	15.5
合 計	285,140	100.0

これに対し、日本国政府は平成 3 年～5 年に開発調査「マナグア市上水道整備計画調査」を実施した。この調査において市内 3 水理区域（西部・中部・東部）のうち、東部水理区域に約 180,000m³/日の地下水が開発可能と判断され、3 フェーズからなる計画（以後「開発計画」）を策定した。各フェーズの計画概要は次のとおりである。

- フェーズ 1 : 緊急計画として、東部水理区域より約 70,000m³/日の地下水を開発し、主に中部及び南部地区への給水事情改善を図る。
- フェーズ 2 : 東部水理区域より約 110,000m³/日の地下水を開発し、主に東部及びマナグア湖に接する北部から西部にかかる一帯への給水事情改善を図る。
- フェーズ 3 : 新たな区域における地下水開発計画調査を実施し、中央水理区域における過剰揚水を解消し、併せて市内全域に対する給水量増加を図る。

この調査結果を踏まえ、「ニ」国政府はフェーズ 1 にあたる計画を「マナグア市上水道施設整備計画」（以後「第一次計画」）として無償資金協力の要請を行い、井戸 15 本、送

水管総延長 19km、配水池 4 池からなる施設の整備が 1995 年度から 1997 年度にかけて実施され、市内でも水不足が最も顕著な中部および南部地区において断水が解消された。

しかしながら、フェーズ 1 で改善された地区外では、依然給水制限措置が続いている上に、人口増加による給水量の不足等が続き、緊急な改善が望まれている。そこで、「ニ」国政府は、フェーズ 1 に含まれていない地区を対象とした「開発計画」のフェーズ 2 を「第二次マナグア市上水道施設整備計画」として日本国政府に無償資金協力を要請してきた。

この要請を受けて、日本国政府は調査の実施を決定し、国際協力事業団は要請の背景、内容、範囲を確認するため、平成 10 年 6 月 8 日から 7 月 19 日まで基本設計調査団を「ニ」国に派遣した。帰国後、国内作業において要請内容および協力の妥当性を検討し、適切な規模と内容の施設計画を策定し、基本設計概要書を取りまとめた。さらに、平成 10 年 10 月 17 日から 10 月 29 日まで、基本設計概要調査団を派遣し、概要書の説明および「ニ」国側と協議を行った。

「ニ」国政府の要請施設・機材の要請内容および実施内容は表-2 に示すとおりである。

表-2 本計画の要請内容と実施内容

項目	要請内容	実施内容	
		日本側負担	「ニ」側負担
1. 取水施設			
a. 井戸	17 本	12 本	3 本
b. 取水ポンプ	17 基	16 基	
c. 井戸建屋	17 箇所	16 箇所	
2. 導送水施設			
a. 導水管	8.4km	12.9km	0.8km
b. 受水槽	2 池	2 池	-
c. 送水ポンプ場	1 箇所	1 箇所	-
d. 送水ポンプ	4 基	4 基	-
e. 送水管	10km	8.6km	-
3. 配水施設			
a. 配水池	2 池(19,000m ³)	2 池(18,246m ³)	-
b. 塩素注入装置	1 式	1 式	-
c. 配水管	-	-	6km
4. 機材供与			
a. 携帯水位計	4 台	-	4 台
b. 無線機	5 台	-	5 台
c. 超音波式流量計	6 台	-	6 台
d. 量水器	1,000 台	-	1,000 台

注：1)*は、既存試験井 1 本を生産井として活用することとした。

2)基本設計調査の結果、人口増加率、井戸稼働率の見直しによって井戸掘削は 16 本が妥当と判断された。

本計画にて整備される施設は、ENACAL のマナグア地域水道公社が運営・維持管理を担当することになる。同公社には 687 人の要員がおり、そのうち、運転維持管理要員は維持管理部と地域支部には全体の約 61%にあたる 420 人が配置されている。これにより、本計画の完了後の維持管理は支障ないものと判断される。

本計画の概算事業費は総額 33.42 億円（日本国側負担分 29.67 億円、「二」国側負担金額分 3.75 億円）と見積られる。

本計画は、「二」国の自然状況を配慮して土木工事と管路敷設工事を行う必要があり、詳細設計を含め、全体工期は 26 ヶ月である。

本計画を実施することにより、表-3 に示すような効果が達成できる。

表-3 本計画の効果

効果	効果の内容
裨益者数の増加	<ul style="list-style-type: none"> ・未給水および給水不良地区への直接裨益人口は約 20 万人である。 ・水道水供給量の増加に伴う給水状況の改善する人口は約 35 万人である。
安定給水による効果	<ul style="list-style-type: none"> ・水質基準を満たす安全な水の安全供給により、住民の生活環境が改善し、水系伝染病や下痢症が低減される。 ・特に、給水対象地区にインフォーマル人口が多く、一層効果的である。
水道事業経営の改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> ・水道施設の増設に伴って、給水原価が低下し水道事業経営が改善される。 ・経営改善によって、水道料金の値上げ申が下がり、貧困者層の生活が改善される。

本計画により上記のように多大な効果が期待され、広く住民の BHN 向上に寄与するものであり、本計画を実施する意義は大きいと判断される。さらに、本計画の運営管理についても、ENACAL の体制は人員、資金ともに適正であり問題ないと考えられる。また、以下の項目が改善されれば、本計画はより円滑、かつ効果的に実施されることになる。

なお、本計画に必須な以下の項目について、ENACAL は本計画のスケジュールに合わせて実施しなければならない。

- ・本計画の井戸群の生産性および水質を維持するための地下水源水質、水量の維持管理とモニタリング実施体制の確立
- ・本計画実施に伴いマナグア湖に排出される汚水の処理対策の推進
- ・本計画の配水管路である延長 6.0km のアメリカス配水池から市内への配水管路の整備
- ・第 6 行政区内に点在するインフォーマル地区の配水管網に対する流量計設置や漏水箇所の整備改修工事の実施
- ・上記整備事業に伴う対象地区内の給水サービスと住民教育による盗水防止対策の推進

以 上

ニカラグア共和国第二次マナグア市上水道施設整備計画基本設計調査 報告書目次

序文	
伝達状	
位置図／写真	
略語集	
要約	

第1章 要請の背景

1-1 要請の経緯	1
1-2 要請内容	3
1-2-1 プロジェクトの目的	3
1-2-2 実施機関	3
1-2-3 要請施設・機材	3

第2章 プロジェクトの周辺状況

2-1 水道セクターの開発計画	5
2-1-1 上位計画	5
2-1-2 財政事情	6
2-2 他の援助国、国際機関等の計画	6
2-3 我が国の援助実施状況	7
2-4 プロジェクトサイトの状況	8
2-4-1 自然状況	8
2-4-2 社会基盤整備状況	10
2-4-3 既存設備・機材の現状	11
2-5 環境配慮	12

第3章 プロジェクトの内容

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	要請内容の検討	15
3-2-2	プロジェクトの基本構想	17
3-2-3	基本構想の検討	18
3-3	プロジェクトの最適案に係わる基本設計	22
3-3-1	設計方針	22
3-3-2	基本計画	24
3-4	プロジェクトの実施体制	35
3-4-1	組織	35
3-4-2	予算および経営状況	37
3-4-3	要員・技術レベル	42

第4章 事業計画

4-1	施工計画	44
4-1-1	施工方針	44
4-1-2	施工上の留意事項	46
4-1-3	施工区分	47
4-1-4	施工監理計画	49
4-1-5	資機材調達計画	50
4-1-6	実施工程	51
4-1-7	「二」倒側負担事項	53
4-2	概算事業費	54
4-2-1	概算事業費	54
4-2-2	運営・維持管理計画	55

第5章 プロジェクトの評価と提言

5-1	妥当性に係わる実証・検証および裨益効果	58
5-2	技術協力・他のドナーとの連携	59
5-2-1	技術協力	59
5-2-2	他ドナーとの連携	59
5-3	課題と提言	59

基本設計図

資料編目次

資料-1	調査団氏名、所属	83
資料-2	調査日程	84
資料-3	「二」国側関係者リスト	86
資料-4	「二」国の社会・経済事情	88
資料-5	基本事項	90
資料-6	電気探査	108
資料-7	水質試験	120
資料-8	揚水試験	128
資料-9	土質試験（受水槽・配水池）	136
資料-10	水資源のポテンシャル	146
資料-11	導水管路の水理計算	153
資料-12	管路地耐力の検討	158
資料-13	井戸工事関係施設の検討	161
資料-14	送水管ルートを選定	168
資料-15	送水管系の水撃作用の検討	171
資料-16	配管材の選定	178
資料-17	管接続工法（ダクタイル鋳鉄管）の検討	181
資料-18	施設構造物の耐震の検討	183
資料-19	受水槽・配水池の検討	187
資料-20	塩素注入設備の検討	191
資料-21	住民の水道料金支払意志	195
資料-22	上水道セクターの組織	196
資料-23	財務資料	203
資料-24	第6行政地区の配水管網整備計画	220
資料-25	参考資料リスト	226

付 表 目 次

表 1-1	ニカラグア国の地域別人口（1995年）	1
表 1-2	マナグア市面積および人口	2
表 1-3	本計画の要請内容	4
表 2-1	国家予算と ENACAL の予算比較	6
表 2-2	他の援助国、国際機関等の計画	7
表 2-3	マナグア市行政区別の水道水供給状況	11
表 2-4	第 6 行政区の給水状況	12
表 3-1	本計画の要請内容と実施内容	17
表 3-2	給水計画人口	18
表 3-3	計画年次までに必要な地下水取水量	20
表 3-4	施設設計諸元	24
表 3-5	計画井戸諸元	26
表 3-6	取水ポンプ諸元	27
表 3-7	導水管諸元	29
表 3-8	接合井諸元	30
表 3-9	受水槽諸元	30
表 3-10	送水ポンプ諸元	32
表 3-11	送水管諸元	32
表 3-12	配水池諸元	33
表 3-13	塩素注入設備諸元	33
表 3-14	過去 4 年間の ENACAL(旧 INAA)決算書	37
表 3-15	「ニ」国上下水道普及率（1997 年現在）	38
表 3-16	施設および業務概況に関する事業指標	39
表 3-17	収支に関する指標	40
表 3-18	貸借照表および財務分析に関する指標	41
表 3-19	ENACAL の職員数（1997 年現在）	42
表 3-20	マナグア地域水道公社の職員数（1998 年現在）	42
表 3-21	「第一次計画」施設の運転要員配置状況	43

表 4-1	井戸掘削機の保有状況	45
表 4-2	現地業者活用とその対応	46
表 4-3	取水施設に関する日本側と「二」国側の施工区分	47
表 4-4	導・送水施設に関する日本側と「二」国側の施工区分	48
表 4-5	配水施設に関する日本側と「二」国側の施工区分	48
表 4-6	工事用資機材の調達先	51
表 4-7	実施工程表	52
表 4-8	日本国側負担経費	54
表 4-9	「二」国側負担経費	54
表 4-10	本計画の必要施設運転要員	56
表 4-11	ENACAL マナグアの財務状況の見通し	57
表 5-1	第 6 行政区の給水状況の改善	58
表 5-2	本計画の効果	58
表 5-3	ENACAL の実施および計画案件一覧	59

付 図 目 次

図 2-1	マナグア市主要水源別給水施設	13
図 2-2	マナグア市給水施設現況	14
図 3-1	計画概略図	16
図 3-2	マナグア市の需要量と供給量の関係	21

第1章 要請の背景

第1章 要請の背景

1-1 要請の経緯

ニカラグア共和国（以下「ニ」国と称す）の国土面積は約13万km²で、日本の面積の1/3の面積にほぼ等しい。中米地峡のほぼ中央に位置し北をホンデュラス、南をコスタリカと国境を接している。1995年に実施された国勢調査の結果、「ニ」国の全人口は435.7万人と集計され、その半数以上が太平洋沿岸地域に集中している。

表1-1 ニカラグア国の地域別人口（1995年）

（単位：人）

地域	計	都市部	農村部
全国	4,357,099	2,370,810	1,986,289
太平洋沿岸地域	2,467,742	1,731,293	736,449
マナグア県	1,093,760	974,188	119,572
マナグア市	903,100	864,201	38,899
中央高原地域	1,354,246	469,965	884,281
カリブ海沿岸地域	535,111	169,551	365,560

出典：CENSOS NACIONALES 1995. SEPTIEMBRE 1996(1995年国勢調査、1996年9月)

注：太平洋沿岸地域（マナグア県、ワカ県、マタガ県、マサ県、カリ県、グアラグ県及びリバス県）

「ニ」国政府は「国家開発計画」の中で社会開発貧困対策として、①極貧困層が集中している優先地域での「緊急社会投資資金」を通じてのプログラムの推進、②貯蓄、投資を促進し、中小零細企業振興を行い、雇用拡大をはかり貧困を減少させる。および③地方分権を行うために中央機関の行政改革の実施等を掲げている。

上水道普及率は全般に低く、人口の集中している太平洋沿岸域においても70%に満たない。現在計画実施中の「全国上下水道整備計画」は、1997年の全国水道普及率62.1%を2000年に69.7%まで改善し、各地域毎の安定的生活環境を創設することを重点目標にあげている。

上水道政策は大統領府国家上下水道委員会が策定し、水道行政はニカラグア上下水道庁(INAA)が行い、サービス事業実施・建設他一部の地方自治体が行っている全国を対象に上下水道国営公社(ENACAL)が行っている。

首都マナグア市は総人口の約 1/4 を抱える大都市で、同国の政治・経済の中心地である。

表 1-2 マナグア市面積及び人口

行政区	面積 (km ²)	人口計 (人)	密度 (人/km ²)	戸数
第一	60.41	54,180	897	10,242
第二	18.65	111,210	5,963	22,514
第三	71.45	166,292	2,327	33,910
第四	16.61	155,387	9,355	29,920
第五	72.1	181,416	2,516	34,959
第六	69.97	213,240	3,047	42,028
第七	231.44	21,375	92	4,028
合計	540.65	903,100	1,670	177,867

出典：CENSOS NACIONALES 1995, SEPTIEMBRE 1996 (国勢調査 1995年、1996年)

マナグア市の水道普及率は 74%を超えているが、既存の上水道施設の老朽化や急激な人口増加などにより、需要量に供給量が追いつかず、行政区全般にわたり時間給水や断水を余儀なくされている。このため、「二」国政府はマナグアの上水道事情を改善すべく 1992 年 11 月に我が国に無償資金協力を要請してきた。

これに対し、日本国政府は平成 3 年～5 年に開発調査「マナグア市上水道整備計画調査」を実施した。この調査において市内 3 水理区域（西部・中部・東部）のうち、東部水理区域に約 180,000m³/日の地下水が開発可能と判断され、3 フェーズからなる計画(以後「開発計画」)を策定した。各フェーズの計画概要は次のとおりである。

- ・フェーズ 1： 緊急計画として、東部水理区域より約 70,000m³/日の地下水を開発し、主に中部および南部地区への給水事情改善を図る。
- ・フェーズ 2： 東部水理区域より約 110,000m³/日の地下水を開発し、市北部から西部にかかる一帯への給水事情改善を図る。
- ・フェーズ 3： 新たな区域における地下水開発計画調査を実施し、中央水理区域における過剰揚水量を解消し、併せて市内全域に対する給水増加を図る。

この調査結果を踏まえ、「二」国政府はフェーズ 1 にあたる計画を「第一次マナグア市上水道整備計画」(「第一次計画」)として、井戸 15 本、送水管総延長 19km、配水池新設 4 池からなる内容で、日本政府に対し無償資金協力の要請を行い、1995 年度から 1997 年度にかけて実施され、市内の中部および南部地区においては時間給水や断水が解消された。

しかしながら、第一次計画で改善された地域以外では、依然給水制限措置が続いている上に人口増加による給水量の不足等が続き、緊急な改善策が望まれている。そこで、「二」国政府は、第一次計画に含まれていない市区域を対象とする計画、即ち「開発計画」のフェーズ

2を「第二次マナグア市上水道施設整備計画」として1997年12月に無償資金協力を日本政府に要請してきた。

なお、フェーズ2は市区域の東部および北部と同市北西部から西部にかかる一帯を対象としているが、本調査ではそのうちの東部および北部を調査対象とする。

1-2 要請内容

1-2-1 プロジェクトの目的

マナグア市では、既存水道施設の老朽化や人口増加などにより水需要が急速に増大している。このため、新たな水源開発、水道施設の拡張並びに不明水量の削減などを推進する必要性に迫られている。本プロジェクトは現状を解決するため、「開発計画」に基づき第4行政区および第6行政区の給水事情を改善し、住民の生活向上に寄与することを目的としている。

1-2-2 実施機関

本計画の実施機関は、ニカラグア上下水道公社（ENACAL）である。ENACALの詳細については、資料-22：「上水道セクターの組織について」を参照。

1-2-3 要請施設・機材

本計画の施設と機材の要請内容、さらに現地調査時にENACALと基本設計調査団との協議で確認された要請内容の変更について表1-3に示す。

表 1-3 本計画の要請内容

項目	要請内容	計画変更内容	変更の理由
計画給水地区	マナグア市第 4 および第 6 行政地区、ニンディリ地区	マナグア市第 6 行政地区およびニンディリ地区	第 4 行政区は給水需要量と供給量の詳細を検討した結果、他プロジェクトの実施によって給水事情改善が見込まれるため計画対象範囲よりはずした。
取水施設	マナグア市東部水理区域において 17 本の井戸群を建設し、取水ポンプ 18 基、井戸小屋 18 棟等の関連施設	マナグア市東部水理区域において日本側が 12 本、「ニ」国側が 3 本の井戸を建設し、取水ポンプ 16 基、接合井 9 基、井戸小屋 16 棟を建設する。 (※開発調査で井戸 1 本は、掘削済み)	井戸建設の内 3 本を「ニ」国側負担とした。但し、取水ポンプ購入と据付は日本側負担とする。井戸掘削本数 17 本の計画稼働率は 87%と設定し、需要量と供給量の見直しを行い、15 本分の井戸により対応可能と判断した。
導・送水施設	16 本の井戸から取水した原水はダクタイル鋳鉄管、PVCφ250～φ600 延長 12.9km、3 系統のルートより受水槽 1.140m ³ 2 基に貯水され送水ポンプ 3 台(1 台は予備)によってダクタイル鋳鉄管φ800 延長 8.6km により配水池に送水される。	導水管材の内 φ400mm×1,600m φ500mm×1,000m φ600mm× 870m 計 3,570m は「ニ」国側が無償提供する。	本計画で使用可能な導水管材(但し直管)を ENACAL の在庫品から提供する申し入れがあった。
配水施設	送水管の途中で塩素注入し、配水池(9.123m ³)に浄水として貯えられる。その後、ENACAL の配水管に配水される。	変更なし	
機材供与	a. 携帯水位計 b. 無線機 c. 超音波式流量計 d. 量水器	該当なし	本計画の日本側の負担範囲は取水施設から配水池までであり、他施設の運営管理に使用するものと配水管に付帯するものは「ニ」国側が負担する。

第2章 プロジェクトの周辺状況

第2章 プロジェクトの周辺状況

2-1 水道セクターの開発計画

2-1-1 上位計画

(1) 国家開発計画の概要

1995年5月に施行された「持続開発のための国家開発計画」1996年～2000年において「ニ」国政府は、①民主主義社会の確立、②国際的に開かれた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貧困の減少および④環境破壊の停止と自然資源の適正利用を上位目標に挙げ、この目標達成のため三つの基本計画（a.経済開発戦略、b.社会開発・貧困解消戦略、c.環境保全・天然資源開発戦略）を提案している。

そのうち、社会開発・貧困解消戦略は、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」を通じてのプログラムの推進、②中小・零細企業振興と雇用拡大による貧困の減少、および③地方分権のための中央機関における行政改革実施としている。

これらのプログラムを実施するため一つの対策として「ニ」国政府は、各地域毎の安定的生活環境の改善を図るべく上水道施設の整備を重点目標に挙げている。

(2) 上水道施設整備計画

「ニ」国政府の上水道整備計画は、1997年度の全国水道普及率62.1%を2000年に69.7%に改善することを目標としている。この計画の概要は、水道施設未整備地域の新規開発および既存上水道施設の改善と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が集中している太平洋沿岸地域および中央高原地域が挙げられている。

(3) マナグア市上水道整備計画

1-1で述べたように「マナグア市上水道整備計画」では、市内3水理地域（西部・中部・東部）のうち、東部水理地域において、約180,000m³/日の地下水が開発可能と判断し、3フェーズからなる計画を策定した。この計画が上位計画として今回の要請の背景となっている。

2-1-2 財政事情

(1) 国家予算

「ニ」国の会計年度は1月1日から12月31日で、毎年8月に各省庁部局は翌年度の予算を作成し、10月の閣議で決定される。「ニ」国の1997年度の国家予算は、収入が6,380.8百万コトバで支出は7,715.5百万コトバとなっており、赤字の財政である。また、ENACALの予算は、収入が307.9百万コトバで、支出は491.4百万コトバとなっており、同じく赤字財政であった。

(2) ENACALの運営維持管理費

ENACAL (旧 INAA) 料金収入の年間伸び率は、1994年度から1997年度に19%台となっている。「ニ」国政府は、IMFとの構造調整協定で水道を含む公共料金について2000年までに年18%前後の値上げを公約しており、2000年までの暫定措置として毎月新料金表を制定している。なお、暫定措置後は統一料金を採用する予定である。ただし、インフォーマル地区の低所得層には、政府の補助金政策等で特別割引料金が設定される予定である。したがって、今後も同様な値上げが期待でき、本計画の完了後は運営維持管理に係る必要経費については、水道料金収入により確保することができる。

(資料-22: 上水道セクターの組織を参照)

表 2-1 国家予算と ENACAL の予算比較

(単位: 百万コトバ)

年	1995	1996	1997
国家予算	6,049.7	7,579.4	7,715.5
前年度伸び率	17.37%	25.29%	1.80%
ENACAL の予算 (収入)	216.3	258.5	307.9
前年度伸び率	1.64%	19.51%	19.11%

2-2 他の援助国、国際機関等の計画

「ニ」国政府に対する国際機関および二国間による協力は非常に活発に行われており、ENACAL 管轄のプロジェクトは1990年から1996年の間に20件、総額で約102.5百万US\$が実施されている。

マナグア市の上水道施設整備計画は、IDB、世銀、フランス、北欧開発基金 (NDF)、日本などの援助により実施されている。IDB、世銀、NDFの3機関は、主として市内の取水施設・配水施設のリハビリと取水ポンプの自動制御化事業を実施している。一方、日本政府は、開発調査、無償資金協力による「第一次計画」および今回の「第二次計画」のように取水施設、導送水施設の整備事業を実施している。主な計画と概要は表 2-2 に示す。

表 2-2 他の援助国、国際機関等の計画

計画名	機関名	期間	実施金額 (百万\$)	概要
全国都市上水道施設整備リ ハビリ計画	IDB	1992 1998	58.0	マダガスカル市の送水ポンプ場改修、配 管網整備及び 20 地方都市水道 整備
水道料金算定要領計画	IDB	1997 1998	技術協力	マダガスカル及び全国の水道料金制度 見直し
マダガスカル市低所得層の上水道 施設整備計画及び ENACAL 組織強化	世銀	1999 2004	28.0	マダガスカル市低所得層の水道整備を 行い盗水を解消し ENACAL の 財務状況の強化を行う
マダガスカル市 8 インフォーマル地区上 下水道計画-1	デンマーク	1999 2000	2.0	マダガスカル市内未整備インフォーマル 8 地区 の上下水道整備計画
マダガスカル市インフォーマル地区上下 水道計画-2	スウェーデン	1999 2002	32.4	マダガスカル市内未整備インフォーマル数地区 の上下水道整備計画
マダガスカル市下水道整備計画	IDB	1995 1996	技術協力	マダガスカル市下水道整備計画マスタープラン を策定し 4 フェーズの実施計画を 提案
マダガスカル市下水道管整備計画 (フェーズ 1)管敷設	IDB	1999 2003	15.0	フェーズ 1 下水道整備計画の内 37km の下水道管敷設工事
マダガスカル市下水道管整備計画 (フェーズ 1)ポンプ場建設	NDP	1999 2003	5.0	フェーズ 1 下水道整備計画の内 2 ヶ所の排水機場建設
マダガスカル市下水道管整備計画 (フェーズ 1)処理場建設	ドイツ	1999 2003	28.0	フェーズ 1 下水道整備計画の内処 理場建設、(無償・融資と見返 資金)
マダガスカル湖南部流域管理計画	NDP	1995	11.0	環境省がマダガスカル湖南部流域保全 計画策定し、本計画水源の涵養 地であるマダガスカル市街地南部の社 会林業・林業開発計画を実施中

2-3 我が国の援助実施状況

サンディニスタ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月のチャモロ民主政権発足後、「二」国政府は内戦で疲弊した同国の社会・経済インフラ整備計画に開発政策の重点を置いていることから我が国のこの政策に沿った援助を実施している。即ち、民主主義経済の振興の観点から道路・橋梁・飲料水を中心とする社会インフラ整備、小学校建設をはじめとする文化助成協力、病院診療所建設等の医療関係の援助、環境関連の調査、農業開発計画調査等の援助協力が実施されてきた。その他専門家派遣、海外青年協力隊員の派遣も継続的に行われている。水道衛生セクターに係る我が国の援助は開発調査、無償資金協力で次の案件が実施された。

(1) 技術協力

本計画の上位計画にあたる「マナグア市上水道整備計画調査」(「整備計画」)は、1991年から1993年にかけて実施された。(第1章 1-1 参照)

調査内容は、マナグア市における2000年を目標とした市全域とその周辺の地下水開発量の評価を行い、マナグア市の地下水開発計画を策定するものである。

(2) 無償資金協力

1) カラソ台地地下水開発計画

本プロジェクトは、「ニ」国政府の要請により1992年に実施された基本設計調査を経て1997年に実施された。プロジェクトの内容は、マナグア市南東部のカラソ台地上のヒンテベ市、サン・マルコス市、ラ・コンセプション市およびその周辺地域を対象に12本の深井戸建設および給水施設建設である。当計画の地下水取水量は11,600m³/日であり、裨益人口は約156,000人である。

2) マナグア市上水道施設整備計画(「第一次計画」)

本プロジェクトは、「開発計画」の中のフェーズ1に相当し、基本設計調査を経て、1995年から1997年に掛けて実施された。内容は、マナグア市南部のテクアンテヘ地区において15本の井戸群、送水ポンプ場、受水槽、配水池および送水管路の建設からなる。当計画の地下水取水量は71,000m³/日であり、裨益人口は約227,000人である。

3) 第2次カラソ台地地下水開発計画

本プロジェクトは、「カラソ台地地下水開発計画」に隣接する地区を対象に7地区7給水システムに係る深井戸建設および給水施設建設であり、1997年に実施された基本設計調査を経て1998年7月より施工が開始された。

当計画の地下水取水量は7,955m³/日であり、裨益人口は約125,900人である。

2-4 プロジェクトサイトの状況

2-4-1 自然状況

(1) 位置および地形

本計画の対象地区は、マナグア湖(1,042km²)の南東沿岸に位置する首都マナグア市全域である。マナグア市は、太平洋沿岸のマリビオス火山帯とチョンタレニャ山脈に挟まれたニカラグア地溝帯の平原部に位置する。市街地区は、環太平洋火山帯東部の活火山として名高いマサヤ火山の北面山麓に広がる標高80mから250mのなだらかな高低差を持った平地に立地している。マナグア市から太平洋岸までは約110kmで、市の東部にはパン・アメリカン・ハイウェイが南北に縦断し、また、主要国道が放射状に各地方都市と繋がっており、同国の社会・経済の要となっている。一方カリブ海へは約850kmと距離があり、交通基盤はあまり整備されていない。

(2) 気候

「ニ」国は、地勢的に大きくカリブ海側、太平洋岸および中部高原地帯の3つの地域に分かれ気候的にもそれぞれ多少異なっている。マナグア市は太平洋岸に位置するが、気候は雨季と乾季に分かれる亜熱帯サバンナ気候に分類される。

本調査対象地域内の国際空港にある気象観測所のデータによると、降水量は年平均 1,120 mm 程度で、この大半は5月から10月の雨季に集中する。この季節にはカリブ海に発生するハリケーンの影響も受け、激しい風雨に襲われ国内に大きな被害を時としてもたらす。気温は1年を通じて 25.6~28.8℃と格差が少ない。また、マナグア湖に面していることから湿度は年間を通じて75%以上と高い。

(3) 地質および水理地質

本調査対象地区の地質は、プリト層と称される暁・始新世の古第三紀層および新第三紀鮮新世のエル・サルト層を基盤とし、主としてこの上位に累重する鮮新世後期から完新世にかけての火山性堆積岩層および火山岩類から構成されている。これらの地質層序および岩相は地質断面図に示すように、基盤層が難透水性の地層のため、この地域の水理地質上マナグア地下水盆の基底層を構成している。(資料-6:電気探査を参照)

地下水盆を構成する地質のうち主要帯水層としては、中部ラス・シエラス層[TQps(M)]とこれを不整合に覆うマサヤ系火山岩類(QvM)があり、更に後者が主帯水層をなす。

本調査地区のヴェラクルスーサバナ・グランデ付近では、難透水層を含むラス・シエラス層の上面は、現マサヤ火山付近から北に延びてマナグア湖へ至る地下谷の地形をなし、この谷をマサヤ系火山岩類が厚く埋めている。このためこの地下谷は地下水の集積帯をなしている。本調査対象地区は、地質構造上ニカラグア地溝帯の南西側縁部に位置し、この縁部に沿って新規の火山列が北西—南東方向に分布し、その代表としてマサヤ火山が調査地の南側に屹立している。

この地域を構成する地質のうち、水理地質上主要となる地層の層相と水理地質上の特性は以下のとおりである。

① 沖積層 (Qal)

沖積層はマナグア西部地区のロス・ブラシレス谷底平原、マナグア湖の沿岸域、マナグア東部地区の地下谷下流域(ラス・メルセデス地区)に主として分布する。

ラス・メルセデス地区周辺の Qal は湖成堆積物の細粒砂・シルト・粘土層、第四紀火山噴出物の1次および2次堆積物、マナグア山地からの土石流堆積物(TQpsの2次堆積物)が地下谷末端部の湖水域で混交堆積したものから成る。ここでの Qal は概して細粒物質に富み、地下谷上流側の QvM 帯水層に比較して透水性・産出能が低い。このような Qal と QvM の透水性の差に起因すると推定される地下水の湧泉帯が両層の地質境界付近に存在する。

② マサヤ系火山岩類(QvM)

「開発計画」の試掘井戸(Ji-2、Ji-3)でも確認されたように、上記の地下谷を埋積する QvM は多孔質・自破砕質の玄武岩熔岩とその火山砕屑物から構成されており、一般に高い透水性と産出能を有している。この地下谷で掘削された既存井戸の多くは QvM と TQps(M)の二つ

の帯水層から揚水しているが、QvM が主帯水層をなす。

③ 中部ラス・シエラス層 [TQps(M)]

TQps(M)はマナグア地下水盆の全域にわたって分布する。玄武岩質の固結集塊岩層中に挟在する多孔質のスコリア層、固結集塊岩層中の化石土壌を伴う風化部、固結集塊岩自体の破砕部などが本層の主な帯水層となっている。

2-4-2 社会基盤整備状況

マナグア市は 1858 年に「ニ」国北部のレオン市から遷都されて以来、政治・経済・文化の中心的役割を果たしてきている。しかし、同市は 2 度の大地震災に見舞われ 1931 年、1972 年、特に 1972 年の大地震災では市全域で壊滅的な被害を受けた。

さらに、1980 年代の 10 年余続いた革命、内戦により経済基盤が疲弊し、いまだマナグア市の中心部は復興されずに残されたままである。市内の道路は舗装(アスファルト、コンクリート、石畳)されているが、住宅地区内では一部で未整備の道路が存在する。

近年、首都マナグア市への人口流入が増加し、電気・飲料水の供給等、社会基盤整備が後追いする状況となっている。一部の地区では不法に送電線から直接電気を引込む家も多く、反面、停電の発生や時間給水を余儀なくされている市民が多く、全体的には生活環境が悪化している。

(1) 衛生・下水施設

マナグア市住民の 80%~85%が水洗式トイレを備えている。下水道排水管網は、ほぼ全域に分流式で整備はされているが、終末処理施設はなく、マナグア湖へ直接放流する排水口は 13ヶ所以上にもおよぶ。

(2) 電気

マナグア市住民の 95%以上がサービスを受けているが、貧困層の居住区においては、不法に電気を引き込み、電気料金の未払いも多い。

(3) 道路・運輸

マナグア市内の道路は、公道が総延長で約 1,100km、そのうち、未整備の道路は 45%以上に達している。1994 年には鉄道も財政難のために廃止され、そのため市民の通勤交通手段は公営、私営バスに限られている。

(4) ゴミ処理施設

マナグア市内から排出される廃棄物は 900~950t/日と推定されている。この廃棄物はマナグア湖畔のアカウアリンカ最終処分場に運搬され、埋立処分されている。この処分場も現在満杯状況であるため不法投棄が横行し、市内の 150ヶ所以上に散在し、社会問題化している。

2-4-3 既存施設・機材の現状

(1) 既存水道施設

マナグア市の上下水道は、ENACALのマナグア地域公社により運営されている。ENACALは、1998年現在で、全市に377,288m³/日の水道水を供給している。既存の主要上水道施設は次のとおりである。

1) 取水施設 (図 2-1 参照)

- ・アソソスカ湖火口水源
- ・カルロス・フォンセカ (ラス・メルセデス) 井戸群 16 本
- ・「第一次計画」井戸群 15 本
- ・市内に分散している独立井戸 70 本

2) 浄水施設

- ・原水の消毒設備として塩素注入設備のみ

3) 導水・送水・配水施設 (図 2-2 参照)

- ・管路が総延長 1,300km
- ・配水池 60 基 (総容量 88,000m³)
- ・送水ポンプ施設 22 ヶ所

(2) 給水状況

マナグア市内の水道水供給は、既存配水管より市中央および北西部に向かって配水されており、1997年末の「第一次計画」の完成により、水道水の確保は第6行政区を除き表2-3に示しているとおりに基本的に確保されている。

表 2-3 マナグア市行政区別の水道水供給状況

(単価：千 m³/日)

マナグア市行政区	1998年需要量	1998年既存供給量	過不足量 (m ³)
第一	27.78	27.78	0
第二	49.70	49.70	0
第三	77.18	77.18	0
第四	73.32	73.32	0
第五	97.69	93.75	-3.94
第六	102.57	53.29	-49.28
第七	4.69	2.27	-2.42
マナグア市計	433.31	377.29	-56.02
ニンディリ地区	8.44	5.60	-2.84

注：出典、ENACAL統計に基づく

第 6 行政区の給水量が極端に不足している主な原因は、この地区が中低所得者層の住宅地として無計画かつ急激に開発された結果と、図 2-1 に示しているように第 6 区専用の地下水井戸が少ないためである。

第 6 行政区の給水状況は 1998 年の ENACAL 調査によると、表 2-4 に示すとおりである。

表 2-4 第 6 行政区の給水状況

地区種類	地区数	人口 (人)	%
普通居住地	52	113,153	39.7
インフォーマル地区	97	171,987	60.3
水道施設整備完了地区	20	34,207	12.0
水道施設あるが給水不良地区	56	93,683	32.86
水道施設未整備地区	21	44,097	15.5
第 6 行政地区合計	149	285,140	100

第 6 行政区の 149 地区のうち 64 地区の給水状況を調査した結果、24 時間給水を受けている地区は 27 地区であった (調査地区の 42%)、残りの地区は午前中、午後か夜間給水の状況である。(資料-5: 基本事項を参照)

以上に述べた状況により本行政区の給水施設整備が急務であると判断される。

2-5 環境への影響

水理地質的に見た場合に、この下流側地域には湧水池が点在しており、地下水汲み上げに伴う湧水池の水位変動が考えられ、その影響については今後継続的に調査を行う必要がある。

また、現在マナグア市北部に位置するマナグア湖には、マナグア市全域の大小 2,000 以上におよぶ製造業と加工工場からの廃水と 10 万戸以上の家屋からの家庭用雑排水が、全く処理されることなく流入している。

本計画による第 6 行政地区では、水需要量の増加に伴って排水量も増加し、最終的にマナグア湖に未処理放流されるため、湖の水質汚染の負荷は増加するものと予想される。したがって、MARENA とマナグア市役所および知識人等で構成される「マナグア湖流域委員会」の提案する下水道整備、有機物の排水規制や湖の浄化施設整備促進計画をすみやかに実施するべきである。

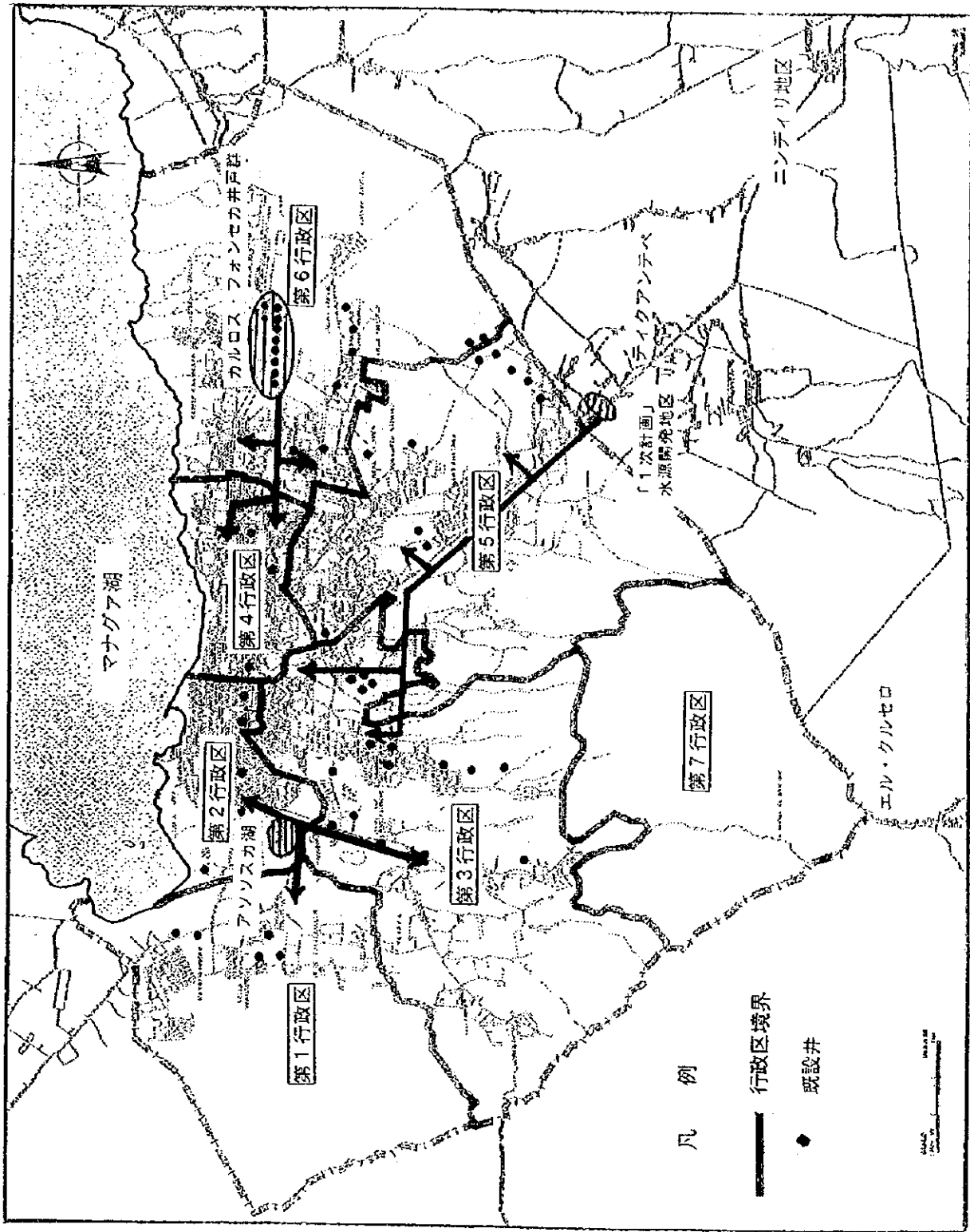


図 2-1 マナグア市主要水源別給水施設

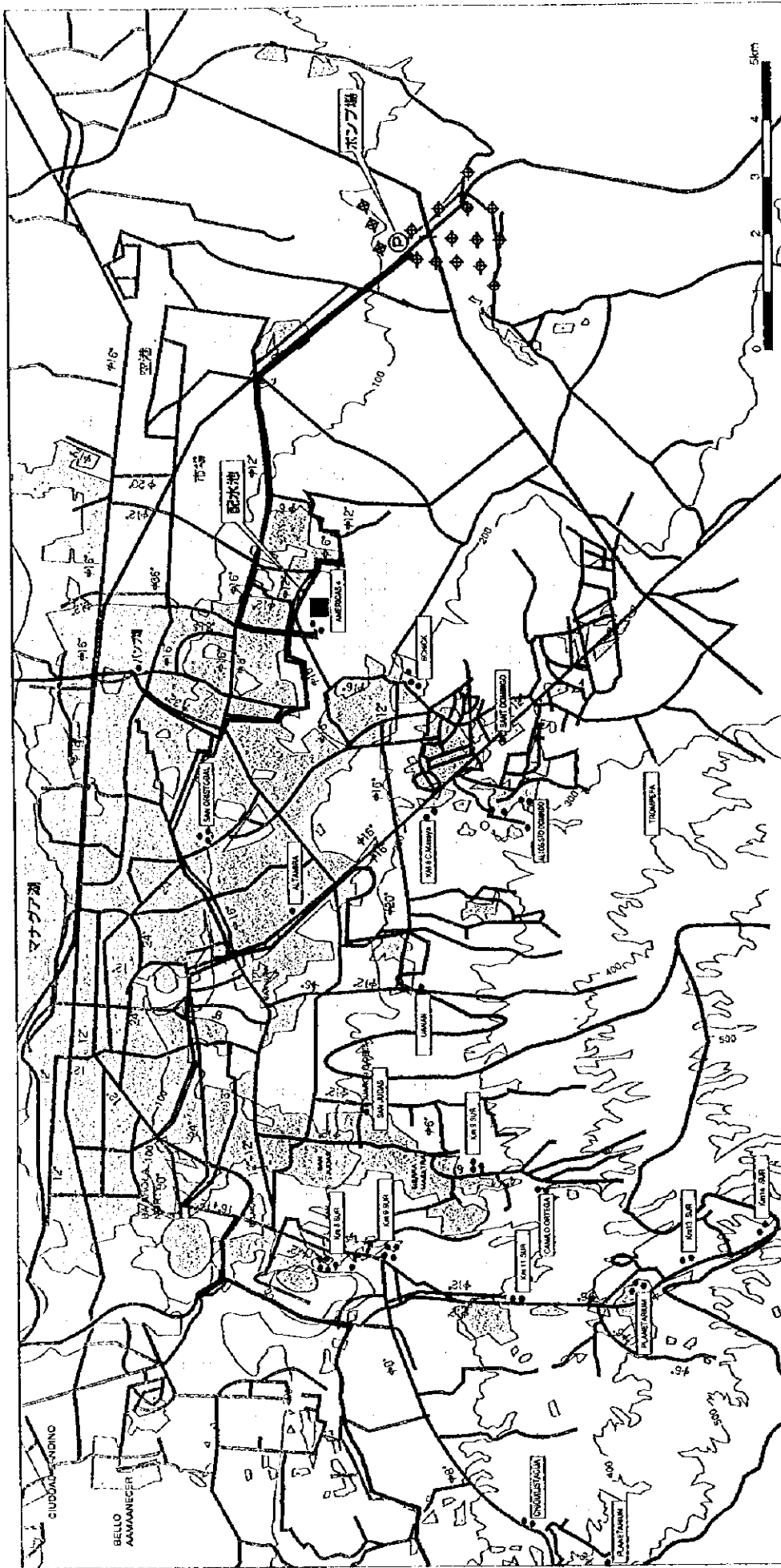


図 2-2 マナグア市給水施設現況

凡例

- ⊕ 井戸
- 導水管・送水管
- ⓐ ポンプ場
- 配水池
- 既設給水路

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの目的

マナグア市では、既存水道施設の老朽化や人口増加などにより水需要が急速に増大している。このため、新たな水源開発、水道施設の拡張並びに不明水量の削減などを推進する必要に迫られている。本プロジェクトは現状を解決するため、「開発計画」に基づき第4行政区および第6行政区の給水事情を改善し、住民の生活向上に寄与することを目的としている。1991年から1993年にかけてJICAが策定した上位計画である「開発計画」は、マナグア市の上水道の改修を行うことによって、給水事情を改善することを目標としている。

この調査で提案された第一次マナグア市上水道整備計画は、1995年から1997年にかけて日本の無償資金協力により実施され、マナグア市の中部および南部地区への給水事情が改善された。この結果、市内のこれらの地区においては時間給水や給水制限措置は解消された。しかしながら、第一次計画で改善された地区以外では、人口増加による給水量の不足のため、依然給水制限措置が続いており、緊急に改善策が望まれている。本計画は、マナグア市東部の第6行政区に対して、取水施設、導水施設および配水施設を建設することにより、この地区の給水事情を改善することを目的としている。

3-2 プロジェクトの基本構想

3-2-1 要請内容の検討

(1) 要請内容と実施内容

要請内容のうち、日本側の実施内容は以下のように定める。

- 1) 要請内容から本計画に含めることが妥当と判断される項目を選定する。
- 2) 選定された項目の全体金額が、日本側の予算をオーバーする場合は、一部の項目を「ニ」国側の負担とする。
- 3) ただし、基幹施設の計画規模は、計画給水量に見合うものとする。

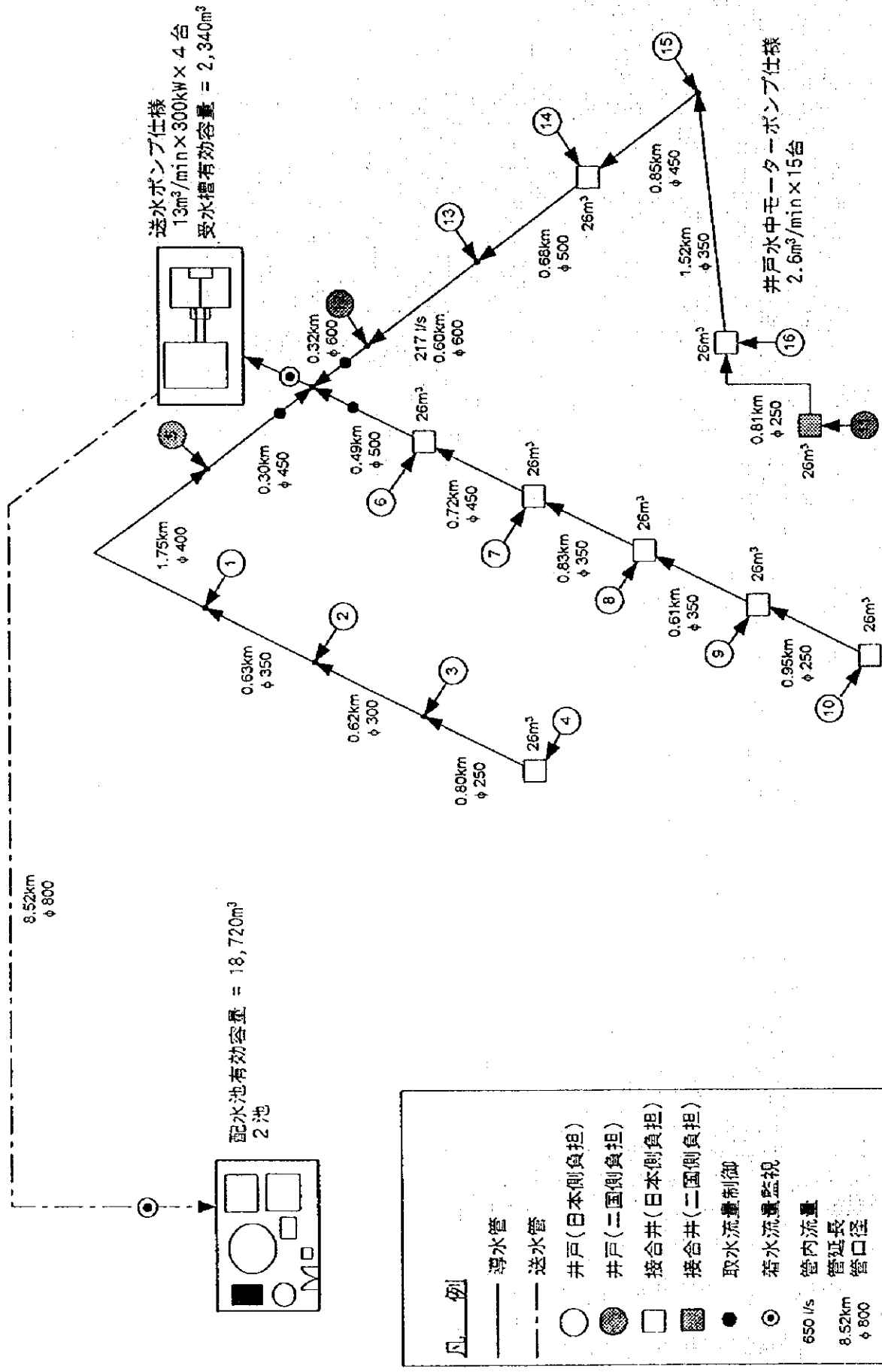
(2) 供与機材の検討

供与機材の選定にあたっては、下記の方針により検討する。

- 1) 本計画の日本側の実施内容に係る施設の運営管理に使用する機材は日本国側負担とする。
- 2) 本計画のみならず、他の施設の運営管理にも使用する機材は「ニ」国側負担とする。
- 3) 配水管に付帯する設備は「ニ」国政府側負担とする。

したがって、要請された供与機材のうち、携帯水位計および無線機は本計画のみならず他の施設の運営管理に使用できるものであり、また超音波式流量計および量水器は配水管に付帯する機材であると判断されるため、本計画では日本側負担の機材はない。

以上により、「ニ」国政府からの要請内容および第3章の3-3以降に検討した本計画の実施内容を取りまとめると表3-1に示すとおりである。



凡例

- 導水管
- - - 送水管
- 井戸(日本側負担)
- 井戸(二国側負担)
- 接合井(日本側負担)
- 接合井(二国側負担)
- 取水流量制御
- ⊙ 若水流量監視
- 650 l/s
- 8.52km
- φ 800

配水池有効容量 = 18,720m³
2池

送水ポンプ仕様
13m³/min x 300kW x 4台
受水槽有効容量 = 2,340m³

井戸水中モーターポンプ仕様
2.6m³/min x 15台

図3-1 計画概略図

(注) 各井の取水ポンプに流量計を設置

表3-1 本計画の要請内容と実施内容

項目	要請内容	実施内容	
		日本側負担	「ニ」側負担
1.取水施設			
a.井戸	17本	12本*	3本
b.取水ポンプ	17基	16基	
c.井戸建屋	17個所	16個所	
2.導水施設			
a.導水管	8.4km	12.9km	0.8km
b.受水槽	2池	2池	-
c.送水ポンプ場	1個所	1個所	-
d.送水ポンプ	4基	4基	-
e.送水管	10km	8.6km	-
3.配水施設			
a.配水池	2池(19,000m ³)	2池(18,246m ³)	-
b.塩素注入設備	1式	1式	6km
c.配水管	-	-	-
4.機材供与			
a.携帯水位計	4セット	-	4セット
b.無線機	5台	-	5台
c.超音波式流量計	6セット	-	6セット
d.量水器	1,000セット	-	1,000セット

注：1)*は、既存試験井1本を生産井として活用することとした。

2)基本設計調査の結果、人口増加率、井戸稼働率の見直しによって井戸稼働率は16本が妥当と判断された。

3-2-2 プロジェクトの基本構想

本計画の施設設計に係る基本構想は以下のとおりとする。

- (1) 計画年次 : 本計画の計画年次を2005年とする。
- (2) 協力範囲 : 計画年次に対応するマナグア市の第6行政区の水需要量を満たすため、取水から配水池までの施設建設を日本国側で実施する。配水池以降の配水管網の整備は「ニ」国側が担当し、本計画を完成させる。
- (3) 計画施設内容 : 既存施設が有する本来の供給能力を最大限に発揮して、なお不足する供給量に見合う取水・導水・送水・配水池の各施設を計画する。
- (4) 耐震設計 : 地震による災害を未然に防止するために水道施設の設計に当たっては、計画する施設の構造特性と地形・地盤条件を考慮し、安全性、耐震性、水密性に優れた構造物とする。
- (5) 整備レベル : 完成後の施設はENACALにより維持運営が可能な現地の技術レベルに見合った施設・型式とする。

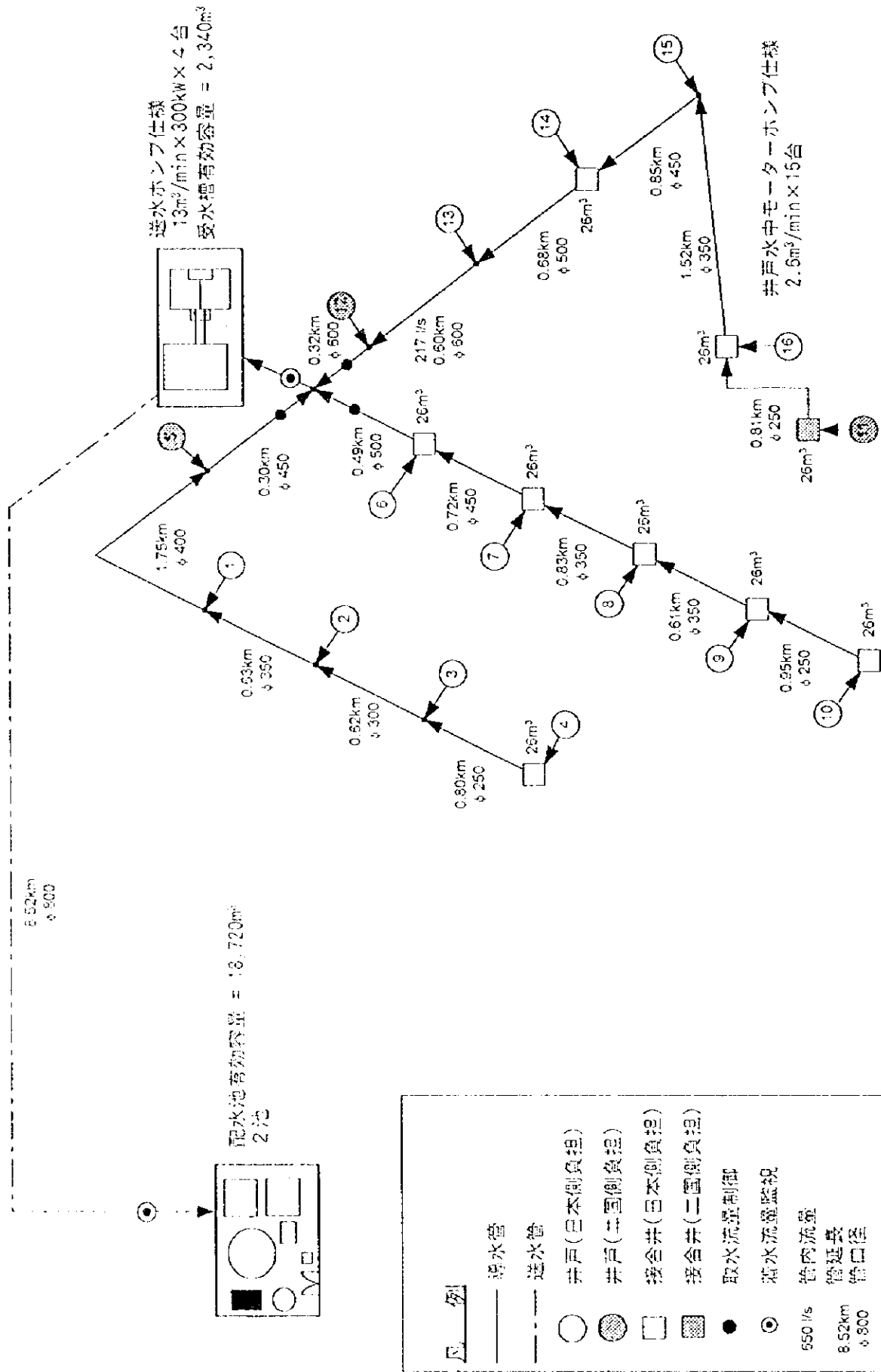


図3-1 計画概略図

表3-1 本計画の要請内容と実施内容

項目	要請内容	実施内容	
		日本側負担	「ニ」側負担
1.取水施設			
a.井戸	17本	12本*	3本
b.取水ポンプ	17基	16基	
c.井戸建屋	17箇所	16箇所	
2.導水施設			
a.導水管	8.4km	12.9km	0.8km
b.受水槽	2池	2池	-
c.送水ポンプ場	1箇所	1箇所	-
d.送水ポンプ	4基	4基	-
e.送水管	10km	8.6km	-
3.配水施設			
a.配水池	2池(19,000m ³)	2池(18,246m ³)	-
b.塩素注入設備	1式	1式	6km
c.配水管	-	-	-
4.機材供与			
a.携帯水位計	4セット	-	4セット
b.無線機	5台	-	5台
c.超音波式流量計	6セット	-	6セット
d.量水器	1,000セット	-	1,000セット

注：1)*は、既存試験井1本を生産井として活用することとした。

2)基本設計調査の結果、人口増加率、井戸稼働率の見直しによって井戸掘削は16本が必要と判断された。

3-2-2 プロジェクトの基本構想

本計画の施設設計に係る基本構想は以下のとおりとする。

- (1) 計画年次 : 本計画の計画年次を2005年とする。
- (2) 協力範囲 : 計画年次に対応するマナグア市の第6行政区の水需要量を満たすため、取水から配水池までの施設建設を日本側で実施する。配水池以降の配水管網の整備は「ニ」側が担当し、本計画を完成させる。
- (3) 計画施設内容 : 既存施設が有する本来の供給能力を最大限に発揮して、なお不足する供給量に見合う取水・導水・送水・配水池の各施設を計画する。
- (4) 耐震設計 : 地震による災害を未然に防止するために水道施設の設計に当たっては、計画する施設の構造特性と地形・地盤条件を考慮し、安全性、耐震性、水密性に優れた構造物とする。
- (5) 整備レベル : 完成後の施設はENACALにより維持運営が可能な現地の技術レベルに見合った施設・型式とする。

3-2-3 基本事項の検討

本計画の基本事項は、以下のとおりとする。(資料-5:基本事項を参照)

(1) 基本事項

1) 計画給水地区

「ニ」国政府は、「開発計画」で提案された同市北部および東部一帯を本計画の対象地域として提案している。本調査でマナグア市の給水計画の見直しを行った結果、要請された対象地区のうち、北部地区(第4行政区)は、1998年度時点で既存生産量が73,306m³/日あり、必要供給量は充足されている。しかしながら、2005年には76,941m³/日が必要なり、約3,600m³/日が不足する計算になるが、カルロス・フォンセカ井戸群からの送水施設がENACALで整備されることにより、この不足量に十分対応可能と判断されるため、本計画給水地区は、同市東部の第6行政区のみを対象とする。なお、地元住民への配慮として井戸建設予定地のニンディリ地区への取水量は本計画に含めることとした。ただし、給水施設は、「ニ」国側が実施する。

2) 計画年次

上位計画の第二次マナグア市上水道施設整備計画の第一期、第二期の完成とENACALが計画中の市内配水管網改善・拡張計画の完了が見込まれる2005年とする。

3) 計画給水人口

1998年にわが国が実施中である開発調査「ニカラグア共和国首都交通網整備計画調査」の人口統計の数値が最も新しく、信頼性があるものとして本計画で採用した。計画年次の計画給水人口は、表3-2で示す374,681人とする。

表3-2 給水計画人口

(単位:人)

年	1998	2000	2003	2004	2005
年増加率	2.9%	2.9%	2.6%	2.6%	
第6行政区	285,140	301,918	328,954	337,507	346,282
ニンディリ地区	23,385	24,761	26,978	27,680	28,399
計	308,525	326,679	355,932	365,187	374,681

(2) 計画給水量

計画給水量は家庭用水の1人1日平均給水量、その他の用途の水使用量、計画負荷率および計画有効率を設定して決定する。

1) 計画1人1日平均給水量

マナグア市の計画1人1日平均給水量は「整備計画」の実測数値、ENACALの給水サービスが適正に実施されている地区の検針量統計、今後の下水道整備事業実施で見込まれる水使用量取支などを十分に検討した結果、「第一次計画」で採用した173リットル/人/日が

本計画でも妥当な数値と判断する。

2) その他の用途の水使用量

マナグア市の過去の実績から判断し、その他の用途（公共施設・商業・工業）の水使用量は生活用水量の20%とする。

3) 計画負荷率

ENACALの実績を参考にして「第一次計画」と同様に計画1人1日最大給水量を計画1人1日平均給水量の1.2倍と設定し、計画負荷率は次のとおりとする。

$$\text{計画負荷率} = \frac{\text{計画1人1日平均給水量}}{\text{計画1人1日最大給水量}} = \frac{1}{1.2} = 0.83$$

4) 計画有効率

1995年の世銀の調査によればマナグア市水道給水システムの無効水量率は45.8%(計画有効率69%)と推定されているが、ENACALが実施予定の漏水・盗水対策プロジェクトによって計画有効率の改善が期待できるため、本計画の計画年次における計画有効率を80%と設定する。

5) 計画1人1日最大給水量

以上の検討結果より本計画の計画1人1日最大給水量は次のとおりとする。

$$\begin{aligned} \text{計画1人1日最大給水量} &= \frac{\text{計画1人1日平均給水量} \times \text{その他用途量}}{\text{計画負荷率} \times \text{計画有効率}} \\ &= \frac{173 \times (1+0.2)}{0.83 \times 0.8} \\ &= 312 \text{ リットル/人/日} \end{aligned}$$

(3) 計画取水量

既存の取水施設はアソソスカ湖、フォンセカ井戸群、テクアンテベ井戸群および市内井戸群となっており、その揚水量はマナグア市内で377,290m³/日(ニンディリ地区を含むと382,892 m³/日)と算定されたが、現在進行中もしくは計画中の既存井戸のリハビリテーションの実施により、11,318 m³/日の揚水量増加が見込まれるため、計画年次での既存取水施設の取水量は、394,210 m³/日(ニンディリ地区を含む)と設定する。

よって、計画年次の既存取水量は第6行政区で53,303 m³/日、およびニンディリ地区で5,602m³/日と算定した。

上記基本事項に基づいて計画年次までに必要な計画取水量を算定すると、表3-3に示すとおり本計画の対象地域である第6行政区およびニンディリ地区に対する必要取水量は57,996m³/日となる。なお、ニンディリ地区用に開発される原水は、受水槽まで導水される。受水槽からニンディリ地区への送水施設は「ニ」国側負担とする。

表3-3 計画年次までに必要な地下水取水量

行政区	2005年の計画給水量 (m ³ /日)	2005年時点の既存 施設取水量 (m ³ /日)	新規井戸取水量 (m ³ /日)
第6行政区	108,040	53,303	54,737
ニンディリ地区	8,861	5,602	3,259
計	116,901	58,905	57,996

注：1)当初要請された中部水理地域井戸群の過剰揚水量解消のための生産減少は含まない。

2)フォンセカ井戸群からの第6行政区への緊急対策用給水は、ENACALが第4および第2、第5行政区へ送水するため一部しか含まない。

(4) 計画水量

本計画における計画水量は、以下のとおりである。

項目	日最大	日平均
計画取水量	57,996m ³	48,330m ³
ニンディリ地区	3,259 m ³	2,715 m ³
計画導水量	57,996m ³	48,330m ³
ニンディリ地区	3,259 m ³	2,715 m ³
計画送水量	54,737m ³	45,614m ³
計画配水量	54,737m ³	45,614m ³
計画給水量	43,790m ³	36,491m ³

配水量と需要量の関係は図3-2に示しているとおりである。

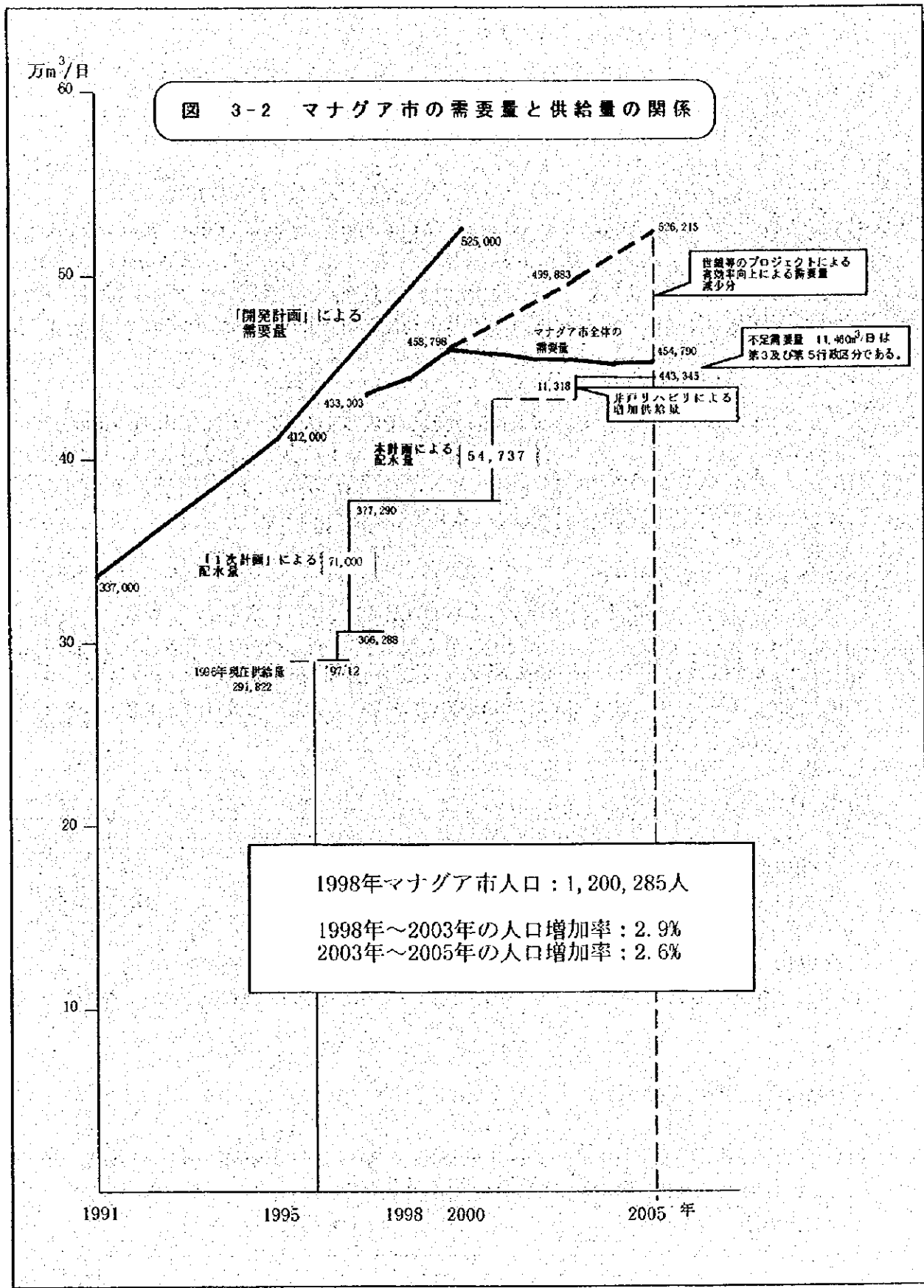


表3-3 計画年次までに必要な地下水取水量

行政区	2005年の計画給水量 (m ³ /日)	2005年時点の既存 施設取水量 (m ³ /日)	新規井戸取水量 (m ³ /日)
第6行政区	108,040	53,303	54,737
ニンディリ地区	8,861	5,602	3,259
計	116,901	58,905	57,996

注：1)当初要請された中部水理地域井戸群の過剰揚水量解消のための生産減少は含まない。

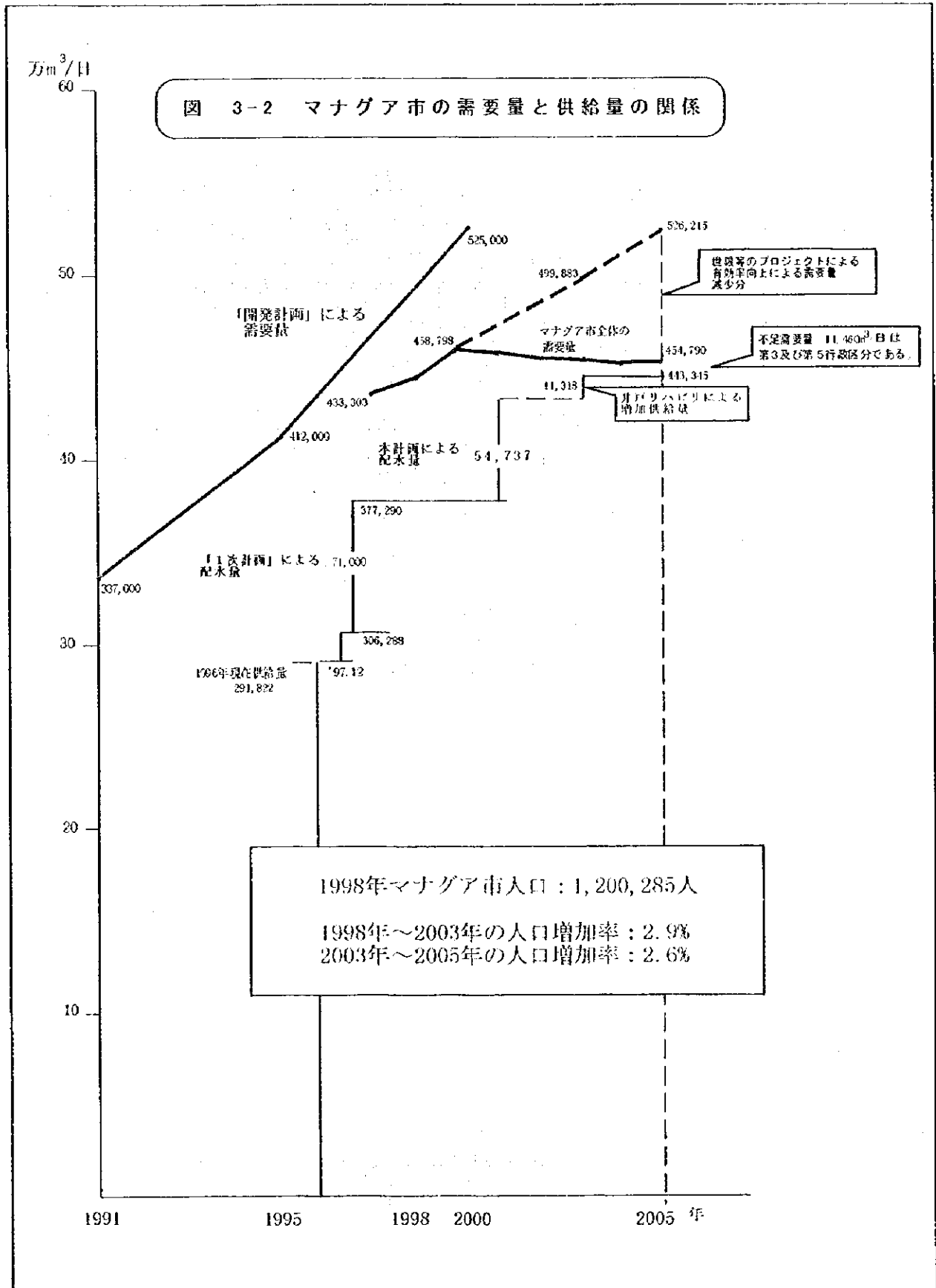
2)フォンセカ井戸群からの第6行政区への緊急対策用給水は、ENACALが第4および第2、第5行政区へ送水するため一部しか含めない。

(4) 計画水量

本計画における計画水量は、以下のとおりである。

項目	日最大	日平均
計画取水量	57,996m ³	48,330m ³
ニンディリ地区	3,259 m ³	2,715 m ³
計画導水量	57,996m ³	48,330m ³
ニンディリ地区	3,259 m ³	2,715 m ³
計画送水量	54,737m ³	45,614m ³
計画配水量	54,737m ³	45,614m ³
計画給水量	43,790m ³	36,491m ³

配水量と需要量の関係は図3-2に示しているとおりである。



3-3 プロジェクトの最適案に係わる基本設計

3-3-1 設計方針

(1) 自然条件に対する方針

地下水取水地区のサバナグランデ・ベラクルス地区は、マサヤ火山の噴出物が堆積した沖積平野であるため、軟弱地盤などところもあり、施設構造物の基礎については、地質調査結果を参考に検討する。また、マナグア市周辺は地震が多く、地下および地上構造物は、地震による災害を未然に防止するため、周辺の地形、地質を把握し、安全性、耐震性、水密性に優れた構造物とする。耐震設計には、構造物の構造特性と地盤条件を考慮して震度法に加えて動的解析により、安全性を考慮した耐震工法とする。

マナグア市における年平均降雨量は1,120mmで、その77%は雨季の5月から10月の6ヶ月間に集中する。この季節には、カリブ海に発生するハリケーンの影響も受け、激しい風雨に襲われる。したがって、施設建設は気象条件に大きく左右されるため、受水槽、送水ポンプ場、配水池の土木工事はこの時期をなるべくさけて実施する必要がある。

(2) 社会条件に対する方針

各取水源は、施工性や運営維持管理を考慮して道路に沿う位置に選定されている。導水管は比較的交通量の少ない農道沿いに敷設するが、送水管は幹線道路沿いに敷設する。この道路は首都圏から流入・流出する大型貨物車、バスおよび一般車両が常時通行しているため、特に施工計画では第三者に対する安全対策を重要課題とし、万一にも事故等の発生を起こさないように十分な対策を講じる。

(3) 建設事情・建設業界の特殊事情に対する方針

井戸建設に関しては、対象地盤の地質条件から判断し、ロータリー型およびパーカッション型の掘削機を数台平行して使用することになる。ENACALは、現在「第2次カラソ台地地下水開発計画」で、日本政府が供与したロータリー掘削機を使用しているため、ENACAL保有の他機の運行計画を把握し、工事に問題が生じないような計画を立てると同時に、現地または近隣国における民間井戸掘削業者の掘削機械を活用した掘削計画を立案する。

導水管、送水管の敷設に関しては、埋設する管が大口径であり接続に特殊技能を要するため、配管工を日本から派遣することを検討する。

(4) 現地業者、現地資機材の活用についての方針

上述のとおり井戸建設には現地や近隣国における民間井戸掘削業者の参画を検討するが、建築、配管、土木工事に関しては、現地調査の結果よりマナグア市内の大手建設業者の参加を検討する。また資材は、ダクタイル鋳鉄管を第三国製の現地調達とし、硬質塩化ビニールパイプ (PVC)、コンクリート2次製品等は「ニ」国製を現地調達する。

(6) 実施機関の維持・管理能力に対する対応方針

本計画の施設と設備は「ニ」国内で既に使用されていて、入手可能な資機材（型式、レベル）とし、設計段階ではENACALの設計基準に準拠する。

施設の運転は、ENACALの技術能力に見合った運転維持を前提として、管理システム、自動停止装置および手動運転方法を適宜採用し設計を行う。

(6) 施設の範囲、グレード

施設計画の内容は、取水施設、導送水施設、配水施設に分けられるが、以下の事項を考慮して計画を策定する。

なお、ランク(耐震水準)については、水道施設耐震工法指針（解説 日本水道協会）に準じた。

（資料-18：施設構造物の耐震の検討を参照）

1) 取水施設

本計画の主要な取水施設は井戸、取水ポンプおよび接合井である。取水施設は最も上流に位置する施設であり、13ヶ所の井戸に分散している。井戸はそれぞれ600m以上離れており、自然災害、人的災害などの被害リスクは分散されるので、ENACALの既存ポンプ場と同様に本計画の取水施設は重要度ランクBと設定して計画する。これは、「第一次計画」のように1ヶ所に集中している取水施設と比較して、1ランク下の位置づけである。

2) 導・送水施設

導・送水施設は導水管および送水施設（受水槽、送水ポンプ施設、送水管）に分けられる。導水施設は井戸が分散されているため、導水ルートは3系統になる。よって、取水施設と同様な理由により重要度ランクBの施設として位置づける。

送水施設は本計画の基幹施設であり、代替施設がなく被災時の復旧に時間がかかりかかる恐れがあるので「第一次計画」と同様に重要度ランクAの施設と位置づける。この位置づけは「ニ」国の建設設計基準法で規定されている最も重要度が高い施設に与えられる「グループ1」の位置づけと同じである。

3) 配水施設

配水施設は配水池および塩素注入設備からなる。本計画の配水池は復旧困難な基幹施設であることから「第一次計画」と同様に重要度ランクA施設と位置づける。塩素注入設備はランクBとする。「ニ」国の建設設計基準法でも配水池は重要度が最も高い「グループ1」である。

(7) 工期に対する方針

工期の設定は、取水施設、導・送水施設、配水施設の各工事の工量を使用建設機械の作業効率で除して、作業日数を計算して算定した。また、マナグア市周辺では5月から10月までが雨季であるため建設物基礎工事、配管工事の施工法と時期を考慮する必要がある。その結果、これらの各工種別の工事量を検討すると、取水施設工事は13.0ヶ月～14.0ヶ月となり、導・送水施設工事は、導水、送水管敷設工が各々15.0ヶ月～19.0ヶ月必要となる。また、配水施

設工事は、基礎地盤の改良工事も考慮しなければならず、全体工期は19.0ヶ月と見込まれる。よって本計画では2年間の国庫債務負担により計画する。

3-3-2 基本計画

(1) 全体計画

日本側負担施設の諸元は表3-4のとおりである。

表3-4 施設設計諸元

施設建設	数量	単位	主要仕様
1	取水施設		
井戸	12	本	深度 : 200m/本 径 : 300mm
取水ポンプ	16	基	揚水量 : 2.6m ³ /分/基
井戸建屋	16	棟	面積 : 12m ² /棟
2	導・送水施設		
導水管	12.9	Km	径 : 250mmから600mm 総延長 : 12,900m 材質 : 塩ビ管およびダクタイル鉄管
受水槽	2	基	容量 : 1,140m ³ 寸法 : 16.2m × 16.2m × 7.7m
送水ポンプ場	1	棟	面積 : 19.0m × 26.5m 構造 : 鉄筋コンクリート
送水ポンプ	4	基	種類 : 横軸両吸込渦巻 吐出量 : 13m ³ /分/基 全揚程 : 93m
送水管	8.6	Km	径 : 800mm 総延長 : 8,600m 材質 : ダクタイル鉄管
3	配水施設		
配水池	2	池	容量 : 9,123m ³ /基 寸法 : 17.6m × 32.4m × 6.7m
塩素注入設備	1	式	注入装置 : ダイヤフラム式注入ポンプ 注入量 : 最大1.47m ³ /日

(2) 取水施設計画

地下水取水を行う場合の重要事項としては、水質、取水可能量、井戸間干渉等があり、本調査ではそれらを総合的に検討し、井戸建設の設計を行う。

1) 水質

本調査で入手した既存資料のレビュー、水質調査、水理地質調査および電気探査調査の結果によれば、田国鉄路線北東部では水理地質的基盤をなす貫入岩の上部コヨル層が分布し、

その周辺の地下水は温泉性水質となっており、飲料水としては不適切な水質であることが判明した。したがって、取水予定地はこの上部コヨル層が分布しない旧国鉄線路南西部とすることとした。なお、水質はWHOの飲料水水質ガイドラインに適合することとした。

2) 地下水取水区域と取水可能量

「開発計画」で指摘されているように、中央水理区域（第2行政区から第5行政区に相当）の地下水は過剰揚水されており、新規開発可能な地区は東部水理区域しかなく、今回予定されている井戸群の取水量の検証を行った。「開発計画」で求めた地下水収支の概算結果を、INAAの既存井戸揚水量と「第一次計画」の揚水量で再検証を行った。

この検証の結果、東部水理区域における、新規取水可能量は28.48百万 m^3 /年であり、本計画の計画取水量である21.17百万 m^3 /年(日最大57,996 m^3)の取水は可能であることが確認された。

3) 設計揚水量

試掘および既存資料の検討の結果、地下水取水の対象となる主帯水層はQvM（マサヤ・グループ）であり、その層厚は約45m、第2帯水層のTQps(M)（中部ラス・シエラス・グループ）が約30mあり、計75mの層厚の帯水層が存在することが確認された。

既存井戸データの検討、JI-2、JI-3の揚水試験結果並びに地下水位降下などの面から総合的に検討した結果、サバナ・グランデ、ペラクルス地区は1本当たり2.6 m^3 /分の揚水量となる。すなわち、JI-2井戸の段階揚水試験の結果では、水位降下の勾配に大きな変動は認められず限界揚水量に達しているとは判断し難い。したがって、やや変動が見られる第3ステップと第4ステップの揚水量の85%(2.65 m^3 /分)と80%(2.5 m^3 /分)の両者の平均値(2.6 m^3 /分)を安定揚水量(設計揚水量)とした。(資料-8：揚水試験を参照)

4) 井戸配置

井戸の配置は、水理地質構造、地下水流動機構の考察および水質検査結果を考慮して電気探査VES曲線の形態から15本の井戸を配置した。(資料-6：電気探査を参照)

「整備計画」で掘削された JI-2号井戸および既存井戸の揚水試験結果から井戸干渉および水位降下の予測を行う。また、この他水理地質構造と地下水流動機構の考察、水収支解析結果等をもとにして施設配置図に示している井戸の配置を計画する。

建設される各井戸の間隔については、影響圏の半径(R)を以下の考え方で算出した。即ち、水位観測を仮に1.0cmが可能とすれば、水位降下 $S = 1.0\text{cm}$ になる距離が影響圏の半径(R)に相当する。したがって、タイス、野満の非衛式からRを求めると770mになる。今回の井戸間隔は、周辺の既設井戸の水質データを考慮して井戸建設地点の配置を600mm以上とする。

5) 井戸構造

井戸掘削径、ケーシング径およびストレーナ長については、下記のとおり計画する。

・ケーシング径および井戸掘削径

ケーシング径は、現有掘削機及計画ポンプの規格から12インチとする。井戸径はENACAL井戸設計基準を考慮し、ケーシング径プラス4インチ以上とする。

・ストレーナー長

ストレーナー長は次の公式で計算する。

$$Lr = Q / 4.37pd$$

Lr : ストレーナー長(m)

Q : 設計水量 (m³/h)

p : ストレーナーの開口率

d : ストレーナーの直径 (インチ)

ベラクルス地区は、JI-2の掘削実績によると地表標高110mで地下水面はGL-43.5m付近にある。GL-110mまでが主帯水層のQvMでそれ以深は第2帯水層のTQps(M)となっている。設計水量に対する動水位降下は12mと推定されるのでGL-60mからGL-110m間にはジョンソン型のストレーナー(#60)を18m(3.0m×6本、開口率21%)、GL-110mからGL-150mの間にスロット型のストレーナー(1/8"=3.2mm、開口率13%)を30m (3.0m×10本)とする。(平均開口率は17%)

6) 計画井戸諸元

井戸諸元は、表3-5のとおりとする。

表3-5 計画井戸諸元

井戸番号	掘削深度 (m)	静水位 (m)	揚水量 (m ³ /分)	水位降下量(m)	動水位 (m)	標高 (m)
1	200	25	2.6	12	37	79
2	200	30	2.6	12	42	83
3	200	35	2.6	15	50	94
4	200	40	2.6	15	55	106
5	200	35	2.6	15	47	86
6	200	30	2.6	12	42	94
7	200	30	2.6	12	42	101
8	200	35	2.6	12	47	111
9	200	40	2.6	15	55	119
10	200	50	2.6	15	65	129
11	200	40	2.6	12	52	116
12	200	25	2.6	12	37	88
13	200	30	2.6	12	42	91
14	200	35	2.6	12	47	97
15	200	35	2.6	12	47	101
16	200	44	2.6	12	56	108(JI-2)

注：井戸No.5、No.11およびNo.12は「ニ」側負担で掘削を行う。

井戸No.16は既存試験井JI-2

7) 取水ポンプ

・ポンプの型式

水理地質調査結果によると、各井の地下水位が地表下-37m以上の深い所にあり、また電力を確保できるため、ポンプの型式は深井戸用水中モーターポンプとする。

・ポンプ揚程

ポンプの揚程は、各井の地下水位の静水位およびポンプ稼動時の水位降下（12m～15m）、将来の予測水位降下（10m）、管内損失水頭等を見込んで決定した。

・ポンプ容量

ポンプの計画揚水量は、水理地質解析の結果から2.6 m³/分とする。

・ポンプの運転管理

ポンプには空運転を防ぐため低水位計を設置し、生産管理のため流量計を設置する。運転は送水ポンプ場から遠隔操作するが、各井戸小屋に設置されるポンプ制御盤からも手動運転操作できるようにする。

・取水ポンプの諸元（仕様）は表3-6のとおりである。

表3-6 取水ポンプ諸元

井戸No.	動水位 (m)	将来の水位 降下 (m)	管内損失 (m)	水頭差 (m)	全揚定 (m)	計算出力 (kW)	定格出力 (kW)
1	37	10	6	29	82	55.6	75
2	42	10	6	28	86	58.3	75
3	50	10	7	24	91	61.7	75
4	55	10	7	0	72	48.8	55
5	47	10	7	12	76	51.5	55
6	42	10	6	0	58	39.3	45
7	42	10	6	0	58	39.3	45
8	47	10	7	0	64	43.4	45
9	55	10	7	0	72	48.8	55
10	65	10	8	0	83	56.3	75
11	52	10	7	0	69	46.8	55
12	37	10	6	7	60	40.7	45
13	42	10	6	3	61	41.4	45
14	47	10	7	0	64	43.4	45
15	47	10	7	2	66	44.8	45
16	56	10	7	0	73	49.5	55

注：井戸No.5、No.11およびNo.12は「ニ」側負担で掘削を行う。

井戸No.16は既存試掘井戸

8) 井戸施設

・用地

井戸施設とは井戸、取水ポンプ、接合井、井戸小屋、管理人小屋からなり、これらの施設設備を配置するには最低900m² (30m×30m) の用地が必要である。このための用地確保は「ニ」国側の負担である。

・アクセス

工事用道路は、各井戸施設への掘削機および支援車輛が進入可能な農道沿いに計画し、さらに各施設までの工事用道路は、幅員が4.5～5.0mとする。工事用道路は完全後、維持管理用道路として使用する。このための用地確保および道路建設は「ニ」国側の負担である。

(3) 導・送水施設計画

1) 導水管

・導水管ルート

井戸群の地盤高は一般に南西部が高く、旧鉄道線路敷に向かってなだらかに傾斜している。このため傾斜を利用して、可能なかぎり自然流下方式による導水計画とする。自然流下が困難なルートでは取水ポンプにより、受水槽まで圧送する。

・管材の選定

導水管の管径は内径で250mmから600mmである。管材と種類は次のとおりである。

- 250mmから300mm：PVC管、鋼管、ダクタイル鋳鉄管
- 350mmから600mm：鋼管とダクタイル鋳鉄管

250mmから300mm管では、価格が最も安価であり、施工性も優れていることからPVC管を採用する。

350mmから600mm管では、鋼管の価格がダクタイル鋳鉄管よりも高価であること、および鋼管の接合は一般に溶接であるが、接合部の内面防食処理が困難である。さらに、維持管理にあたるENACALもダクタイル鋳鉄管の管理には熟知していることから、ダクタイル鋳鉄管を採用する。

・埋設位置および深さ

各取水井戸は、施工性や管理上の便利さを考慮して大型車輛が進入可能な農道沿いに選定した。この道路は比較的交通量の少ない農道であることから、導水管埋設深度はENACALの設計基準に従って土被り1.2mとする。計画断面は基本設計図8-1に示す。

・管路の地耐力

簡易貫入試験を行い計画路線の地耐力を調査した結果、問題はないと判断される。

(資料-12：管路地耐力の検討を参照)

・接続工法については地震時を考慮して、離脱防止継手のプッシュオン形とする。

(資料-17：「管接続工法(ダクタイル鋳鉄管)の検討」を参照)

・導水管の諸元は表3-7のとおりである。

表3-7 導水管諸元

導水管	距離 (m)	流量 (l/s)	管径 (mm)	管種
4-3	800	43	250	硬質塩ビ管
3-2	620	87	300	硬質塩ビ管
2-1	630	130	350	ダクタイル鋳鉄管
1-5	1,750	173	400	ダクタイル鋳鉄管
5- ^北 77°場	300	217	450	ダクタイル鋳鉄管
10-9	950	43	250	硬質塩ビ管
9-8	610	87	350	ダクタイル鋳鉄管
8-7	830	130	350	ダクタイル鋳鉄管
7-6	720	173	450	ダクタイル鋳鉄管
6- ^北 77°場	490	217	500	ダクタイル鋳鉄管
11-16	810	43	250	ダクタイル鋳鉄管
16-15	1,520	87	350	ダクタイル鋳鉄管
15-14	850	130	450	ダクタイル鋳鉄管
14-13	680	173	500	ダクタイル鋳鉄管
13-12	600	217	600	ダクタイル鋳鉄管
12- ^北 77°場	320	260	600	ダクタイル鋳鉄管

2) 接合井

接合井の諸元は表3-8のとおりである。(資料-13:井戸工事関係施設の検討を参照)

表3-8 接合井諸元

接合井 No.	流入管径 (mm)	流出管径 (mm)	排水管径 (mm)	EL (m)
4	200	250	100	120.200
6	200 450	500	100	96.507
7	200 350	450	100	102.190
8	200 350	350	100	111.182
9	200 250	350	100	117.371
10	200	250	100	128.473
14	200 450	500	100	97.321
16	200 250	350	100	106.731
11	200	250	100	113.973

注:接合井の番号は各井戸と同じである。No.1, No.2, No.3, No.5,

No.12, No.13およびNo.15井戸には接合井は設置しない。

3) 受水槽

受水槽の諸元は表3-9のとおりである。(資料-19:受水槽・配水池の検討を参照)

表3-9 受水槽諸元

項目	仕様
構造	鉄筋コンクリート
寸法	16.2m×16.2m×7.7m
容量	1,140m ³
基数	2基

4) 送水ポンプ場

・場所選定

送水ポンプ場の場所は、サバナ・グランデ地区とした。(資料-15:送水管系の水撃作用の検討を参照)

・構造および規模

送水ポンプ場はポンプ4基および、送水ポンプ制御盤および取水ポンプ集中制御盤設備を設

置できる床面積 (19.0m x 26.5m) とし、建屋でコンクリートブロック積み、屋根はスレート瓦とし、耐震構造とする。

5) 送水ポンプ

・揚程

送水ポンプは、受水槽に導水された原水を約8.5km離れた配水池へ圧送するためのもので、ニンディリ地区を含まない日最大送水量である54,737m³/日が送水可能なものとする。揚程は下記のとおりである。

実揚程	: 69.6 m
ポンプ廻り損失	: 3.0 m
<u>送水管路内損失</u>	<u>: 20.4 m</u>
全揚程	: 93.0 m

・ポンプ台数、能力および型式

ポンプ台数は、送水量の時間的季節的変動が少ないため、同一容量のポンプを常用3台、予備1台の計4台とする。型式は1台当りの吐出量と全揚程から両吸込渦巻ポンプとする。1台当りの送水量を13m³/分とし、3台運転時の送水可能量は39m³/分 (56,160m³/日) である。

・水撃防止

停電等による送水ポンプの急停止時における送水管路の水撃作用の有無を検討した結果、送水管路内に許容値以上の負圧力が生じるため、その軽減策をとる必要がある。通常、水撃作用の負圧防止策として①フライホイールの設置、②サージタンクの設置、③圧力水槽の設置が考えられるが、ポンプ揚程、保守点検、設備費等を考慮し、安価で維持管理の容易な、かつ「第一次計画」でも設置されたフライホイール方式を採用する。

- ・送水ポンプの諸元は表3-10のとおりである。

表3-10 送水ポンプ諸元

項目	仕様
形式	横軸両吸込渦巻ポンプ
吐出量	13 m ³ /分
全揚程	93 m
同期回転数	1800 rpm
フライホールGD2	350 kgm ²
台数	4台 (内1台予備)

6) 送水管

- ・送水管

送水管はダクタイル鋳鉄管径800mmを採用する。(資料-14：送水管ルートの検討を参照)

- ・管路の地耐力

送水管の地耐力は先行荷重3,200kgf/m²よりも大きく沈下することはない。(資料-12：管路地耐力の検討を参照)

- ・耐震設計

接続工法については地震時を考慮して、離脱防止継手のブッシュオン形とする。

(資料-17：「管接続工法(ダクタイル鋳鉄管)の検討」を参照)

- ・送水管の諸元は表3-11のとおりである。

表3-11 送水管諸元

項目	仕様
総延長	8,520m
管径	φ800mm
管材	ダクタイル鋳鉄管
離脱防止継手	ブッシュオン形

(4) 配水施設

1) 配水池

配水池の諸元は表3-12のとおりである。(資料-19:受水槽・配水池の検討を参照)

表3-12 配水池諸元

項目	仕様
構造	鉄筋コンクリート
形状	45.2m × 36.8m × 7.6m
容量	18,246m ³ (9,123m ³ /基)
基数	2基

2) 塩素注入設備

・設置場所は、配水池に併設する。(資料-20:塩素注入設備の検討を参照)

・注入方式および塩素剤

注入方式および塩素剤の諸元は表3-13のとおりである。(資料-20:塩素注入設備の検討を参照)

表3-13 塩素注入設備諸元

項目	仕様
塩素注入装置	ダイヤフラム式注入器 4台
圧送用ポンプ	ポンプ 2台
塩素剤	次亜塩素ナトリウム溶液
注入量	最大1.47m ³ /日
塩素注入設備室	8m×7.5mのコンクリートブロック積スレート瓦造り

(5) 施設・設備のコントロール

1) 取水ポンプ

取水ポンプには低水位計を設置して、ポンプの空回り防止のための自動停止装置を設置する。この装置は、送水ポンプ場に設けられるシステム集中管理室に警報を送る。取水ポンプの起動は現地のポンプ小屋に設置されている制御盤にて行うか、送水ポンプ場からも遠隔操作できるようにする。

各井戸の出口部に流量計を設置し、揚水量を計測する。

2) 接合井

各接合井には、水位・流量調整バルブを設けオーバーフローを防止する。

3) 受水槽

受水槽のオーバーフローを防止するため、最高水位（H.W.L）の水位計を設置し、集中管理室に警報を送り、監視員が手動で取水ポンプの停止を行う。また、送水ポンプのキャビテーションを防止するため、最低水位（L.W.L）の水位計を設置し、システム集中管理室に警報を送り自動的に送水ポンプを停止する。送水ポンプの起動条件としては、ポンプのケーシングの頂部まで水が満水している必要があるため、受水槽にポンプ起動水位計を設置し、ポンプの起動条件が整った場合、運転員が手動操作で起動する。

受水槽の流量をコントロールするために流入管には流量計を設置する。

4) 送水ポンプ

送水ポンプは常時3基で運転を行うように設計する。ただし、2基もしくは1基運転の場合、弁の開閉調整を行わないでキャビテーションが発生しないポンプのH-Qモデル選定を行う。送水ポンプは、受水槽の低水位時の自動停止および配水池からの連絡により手動停止する。

5) 塩素注入設備

送水ポンプ4基に対応するために、塩素注入器は塩素注入建屋に4基設置する。次亜塩素酸ナトリウム液の注入量は、送水ポンプの稼働台数に準じて注入器と圧送ポンプを手動で作動させる。

6) 配水池

配水池には、水位計を設置し、貯水量が設計水位に達した時点で配水池管理要員小屋に警報表示し、ENACALが準備する無線機（もしくは電話）にて送水ポンプ場の集中管理室に連絡し、手動で送水ポンプ停止等の操作を行えるようにする。

(6) 基本設計図

基本設計図は別添基本設計図に示す。

3-4 プロジェクトの実施体制

3-4-1 組織

(1) 「ニ」国政府の行政組織

「ニ」国政府は現在行財政改革を実施中であり、その一貫として米州開発銀行の支援でエネルギー、電話通信および上下水道セクターを対象に「公共サービス改革」を行っている。

この改革は、公共サービスを担当していた官庁の権限を縮小し、民間と自治体への権限移管により財政赤字解消を図ることを目的としている。上下水道セクターでは、大統領府の旧上下水道庁(旧INAA)が所管していた政策、規制、サービスの3機能を分離・分割し、規制緩和と民間・地方自治体などの参入により、国の財政負担を軽減し、上下水道サービスの効率化と改善を図るものである。

なお、本計画に関連する、その他の主な組織は次のとおりである。

- 1) 対外協力庁 : 全ての海外援助の受入窓口であり、協力の要請、認証を行う。
- 2) 財務省 : 国内税、通関税などの課税、免税措置を担当する他、政府機関の予算編成権も受け持っている。
- 3) ニカラグア中央銀行 : 全ての海外援助資金の国の受入れ機関として、銀行間とり決めなどの業務を行う。
- 4) マナグア市役所 : マナグア市内の道路、排水、インフォーマル地区の地域開発を担当している。
- 5) 厚生省 : 一般の医療および公衆衛生行政を行っている。
- 6) 環境・天然資源省 : 環境、天然資源の行政をおこなっている。水域・水資源保全や涵養地保全の担当機関である。

(2) 新ニカラグア上下水道庁(新INAA)

1998年1月28日に公布されたINAA設立改訂法(施行は1998年7月1日)により、上下水道行政は新INAAが行うことになった。新INAAの権限は次のとおりである。

- 1) 上下水道サービス業務の監督
- 2) 消費者の保護
- 3) 水道施設使用権・譲渡(コンセッション)の入札業務
- 4) 上下水道サービスに関する法令、料金についての大統領令などに基づいてサービス料金の計算方法規定の制定申請、料金の承認。
- 5) 上下水道施設設計基準の制定
- 6) 水質の監視、環境保護監視(厚生省、環境天然資源省と共管)
- 7) 行政処分、サービス業者への強制捜査など

これらの権限を規定する法律は、1998年7月2日に公布(施行は同日)された「上下水道サービスに関する法」であり、その目的は、上水道の生産と配水、下水の集水と処理の事業規定の他、地方自治体、民間の参入条件についての規程も定めている。

これらの改革の一環で7月初旬に発足した新INAAは35人の職員で、監査部、料金部、環境部および法律部の4部体制の組織となった。監査部は各事業者のサービス指導、監督および消費者のクレーム処理を行う。料金部は上下水道料金計算方法の制定および各事業者から申請される料金の承認を行う。環境部は上下水道施設的环境アセスメント審査を行う。法律部は各事業者へのコンセッション入札、交付・更新業務および監督事業者への必要な罰則を行う。

(3) ニカラグア上下水道公社(ENACAL)

1998年、国有上下水道施設の運営管理を担当する機関として、ニカラグア上下水道公社(ENACAL)が設立された(1998年1月20日公布、7月1日施行)。この公社は大統領が任命する7人の理事会で運営される。

ENACAL設立法により、旧INAAのほぼ全職員および資産がENACALに譲渡され、上下水道施設の建設、運営、維持管理の業務を行うこととなった。

ENACALの組織は、7中央部、4地域代表部および4地域公社により構成される。職員数は2,479人である。(資料・22:上水道セクターの組織を参照)

計画部はENACAL担当の上下水道整備計画立案、主官庁および関連機関との交渉、公社内関連部署との調整、海外協力機関との交渉窓口業務を行う。プロジェクト部は現在、米州開発銀行が融資しているプロジェクトの実施業務を行う。技術部は設計、井戸修理・建設工事などを行う。地方上水道部は農村部の水道施設計画・建設を行う。金融商務管理部は公社の財務、総務、営業の統括を担当している。地方調整部は4地域代表部の監督・調整を行う。井戸建設部は、掘削機、ポンプ整備工場等を管理し、井戸関連工事を所管する。

ENACALの出先機関として北部地域代表部、南部地域代表部、東部地域代表部および大西洋南北地域代表部があり、それぞれヌエバ・セゴビア県・マドリス県・エステリ県内支部、グラナダ県・マサヤ県・カラソ県・リバス県内支部、ボアコ県・チョンタレス県およびリオ・サン・フアン県内支部、RAAN・RAASの特別地域の統括業務を行っている。

その他にENACALの関連公社として、マナグア地域公社(マナグア県担当)、西部地域公社(チナンデガ、レオン県担当)、マタガルバ地域公社(マタガルバ県担当)およびヒノテガ地域公社(ヒノテガ県担当)が設立されている。

(4) 本計画の実施組織

本計画の実施機関はENACALである。本計画の調査段階までは、計画部が担当し、工事および運営・維持管理に直接関係する部署は、プロジェクト部、井戸整備部、およびマナグア地域公社である。プロジェクト部は工事の建設実施および監理監督を行い、井戸関連工事は、

井戸整備部の管轄となる。

また、本計画の施設完成後の運営・維持管理は、マナグア地域公社（旧第3地域局）が管轄する。（資料-22：上水道セクターの組織を参照）

3-4-2 予算および経営状況

(1) 予算

ENACAL の設備投資資金は表 3-14 に示しているとおり、自己資金、「ニ」国政府からの出資金、海外援助機関からの無償資金や融資（経理上は ENACAL の資本金と計上されている）によるものである。

ENACAL の営業利益は 1995 年の C\$64.5 百万から 1997 年の C\$50.1 百万と徐々に下がってはいるものの、1998 年からの定期的な料金見直しにより改善が期待できる。

一方、ENACAL の新規施設投資資金は、いまだ財政基盤が弱体であるために、大部分が海外援助機関の無償資金や融資に頼っている実状である。

表 3-14 過去 4 年間の ENACAL(旧 INAA)決算書

(単位：百万コロン)

項目	1994年	1995年	1996年	1997年
収入の部	212.8	216.3	258.5	307.9
1.料金徴収	179.5	191.1	228.0	264.6
2.その他収入	5.2	0.2	0.4	0.7
3.国庫から投資資金	28.1	25.0	30.1	42.6
支出の部	346.1	353.3	715.1	491.4
1.運営経費	118.7	126.6	167.4	214.5
人件費	39.8	43.0	54.0	71.0
サービス・資材費	75.4	78.5	106.6	134.2
社会保健費	3.5	5.1	6.8	9.3
2.納入費	8.7	8.8	7.1	8.7
3.その他支出	1.6	2.2	6.8	6.2
4.施設投資	217.1	215.7	533.8	262.0
営業利益 (料金徴収－運営経費)	60.8	64.5	60.6	50.1
経常利益	▲133.3	▲137.0	▲456.6	▲183.5
損失資金手当内訳				
海外グラント	96.2	29.1	339.1	168.1
海外融資	58.3	120.8	120.4	110.9
国内融資返済	(21.2)	(12.9)	(2.9)	(95.5)

注：1997年は暫定数字である。

(2) ENACAL(全国)の主要経営指標

1) 上下水道普及率

「二」国の1997年現在の上下水道普及率は62.1%であり、下水道は16.5%である。(表3-15参照)

表3-15 「二」国上下水道普及率(1997年現在)

(単位：所帯)

項目	計	%	上水道普及率		下水道普及率	
			計	%	計	%
全国	4,682,024	100.0	2,907,391	62.1	775,189	16.5
都市部	2,617,594	55.9	2,229,436	85.2	775,189	29.6
農村部	2,064,430	44.1	677,955	32.8	—	—

2) 有効率

1997年の供給量は203,908.2(千 m^3)あり、そのうち有効水量は102,114.2(千 m^3)しかなく有効率は50.1%であった。

3) 料金回収率

1997年の料金請求額はCS\$319,538.8(約4.0百万円)であったが、実際の徴収金額はCS\$281,592.4(約3.5百万円)しかなく料金回収率は88.1%である。

4) 運転経費

ENACALは445基の取水、送水ポンプを保有しており、この運転にかかる電気料金がENACAL運営経費全体の32%を占めている。

5) 職員数

ENACALの職員数は現在2,479人で、ユーザー取り扱い数は364,672件であり、ユーザー千件に対して6.8人の職員数であり、他国と比べても約3割多い。

(3) マナグア地域公社の施設および業務概況に関する事業指標

マナグア地域公社の決算書類および業務実績に基づいて表3-16に施設および業務に関する主要事業指標を算出した。

表3-16 施設および業務概況に関する事業指標

	項目	指標	備考
A	有収率	54%	配水量のうち料金に結びついた水量の割合を示す。
B	施設利用率	56%	施設能力が効率的に利用されているかを示す。
C	負荷率	87%	需要量の変動を示す。
D	最大稼働率	65%	施設の余裕を示す。
E	配水管使用効率	73m ³ /m	配水管が効率よく使用されているかどうかを示す。
F	固定資産使用率	519%	同上
G	供給単価	CS3.50/m ³	平均の水道料金
H	給水原価	CS3.03/m ³	有収水量を製造するに要した平均の原価である。
I	一人当たり給水人口	932人	職員数が仕事量に比較して適正かを示す。
J	一人当たり給水量	81,024m ³	同上
K	一人当たり営業収益	CS38,195	同上

1997年の指標を分析すると次のことが判明した。

- 1) 有収率は、54%しかなく、漏水、盗水、メーターの不感・故障がかなり多いことを示し、ENACALの経営および一般ユーザーに大きな負担がかかる状況といえる。1996年の日本全国の30万人以上都市給水システムの平均指数(以下「日本平均」と称する)は89.8%である。これに比較するとかなり悪い。よって、有収率の向上対策がENACAL マナグア市の経営合理化の最大課題の1つと言える。
- 2) 施設利用率、負荷率および最大稼働率は次のとおり相互に関連している。

$$\text{施設利用率} = \text{最大稼働率} \times \text{負荷率}$$

施設利用率は、施設能力が効率的に利用されているかどうかを見るものである。「日本平均」利用率が71.1%であることと比較すれば、マナグア市の場合はこの指数が56%となっており低い。なお、マナグア市の負荷率は87%であり「日本平均」負荷率の84.2%と比べるとほぼ適切な水準と言える。

- 3) 配水管使用効率(m³/m)、固定資産使用効率(m³/CS)は共に施設が効率よく使用されているかどうかをみる率であり、給水人口の密度や水源地の位置などにも影響されるがこの率は高い方が望ましい。「日本平均」の配水管使用効率は38.78m³/m、マナグア市の配水管使用効率は73.00m³/mであり高い。しかし、給水区域の人口密度が高いため、配水管網整備不足であることも示している。
- 4) 供給単価は平均の水道料金であるが、ENACALでは2000年から水道料金は限界費用を

採用して算定する予定である。1997年時点での供給単価はCS3.50/m³(約44.55円/m³)であった。

- 5) 給水原価は有収量を配水するに要した平均の原価であり、供給単価の妥当性を決める基礎指数である。マナグア市の給水原価は CS3.03/m³(約 38.57 円/m³)であった。供給単価>給水原価であり、営業利益が生じている。
- 6) 1人当たり給水人口、1人当たり給水量および1人当たり営業収益は職員数が仕事量に比較して適正かを見るものである。マナグア市の指数はそれぞれ 932人、81,024m³と CS38,195(486,222円)となっている。「日本平均」はそれぞれ 2,200人と 274,552m³である。1998年度に、米州開発銀行は、1人当たり給水人口を 2,700人にすべきであると勧告しており、「二」国政府は 2005年にその目標を達成することとしている。この指数を参考にすると、マナグア地域水道公社は労働力の生産性を2倍にする必要がある。

(4) 収支に関する指標

ENACAL (全国) の決算書に基づいての次の収支に関する主要指数を算定した。

表 3-17 収支に関する指標

	項目	指標	備考
L	総収支率	101%	事業全体の収支比較特別損益を含む
M	経常収支比率	101%	特別損益を除いた事業の収支比較である
N	営業収支比率	103%	営業損益の収支であり、前者の比率の先行指標の意味合いがある
O	職員給与費対料金収入	16%	

1997年の指標を分析すると次のことが判明した。

- 1) ENACALは旧 INAA の保有資産および在職員のほぼ全体を譲渡された組織で、国営企業としているため、特別利益と特別損失は計上されていない。また、企業債も発行されていない。(資料・23:財務資料を参照)
- 2) 総収支比率(経常収支比率)は 100%以上であり、この観点から見れば ENACAL の経営は健全であることを示している、「日本平均」は 103.2%である。
- 3) 営業収支比率はマナグア市で 115%であり、この係数はやや低いながらも営業損失がなく健全な経営状況と言える。ちなみに「日本平均」は 121.5%である。
- 4) 職員給与費対料金収入は 10%である。「日本平均」は 20.4%であるのに対し人件費面では低い、職員数が多いため、平均給与がかなり低いレベルにあると言える。

(5) 貸借照表および財務分析に関する指標

1997年のENACAL(全国)の決算書に基づいて次の貸借照表および財務分析に関する主要指標を算定した。

表3-18 貸借照表および財務分析に関する指標

	項目	指標	備考
S	累積欠損金比率	0	累積欠損の大きさを表す
T	自己資本構成比率	30%	全資産の内どの程度が水道事業のものを表す。
U	固定資産対長期資本比率	152%	固定資産が安定した資金で賄われているかを表す。
V	流動比率	681%	短期に資金状況を表す。
W	減価償却率	2%	水道事業のすべての償却資産の平均償却率を表す。
X	未収金回転率	141%	水道料金回転状況を表す。
Y	利子負担率	2%	平均借入利率を表す。

1997年の指標を分析すると次のことが判明した。

- 1) 現時点で累積欠損は発生していない。
- 2) 自己資金構成率は「日本平均」では46.5%であり、マナグア市ENACALは30%と、低自己資金構成率であるが剰余金が資本金の約3倍あり、この金額を資本金に組み込めば資本構成の安全度は高い。
- 3) 固定資産対長期資本比率は「日本平均」では95.7%に対して、ENACALは152%であり、固定資産が安定した長期資本によって調達されているのを示しているのが望ましい状況である。
- 4) 流動比率は「日本平均」では203.1%に対して、ENACALは681.0%であり短期債務に対する支払い能力が高く、事業の健全性を示している。
- 5) 減価償却率は「日本平均」は3.4%であり、ENACALは1997年に2%で、やや低い。
- 6) 未回収金回転率は「日本平均」は約8.0回でありENACALでは約1.4回となっていて、料金回収は順調に行われていると言える。

3-4-3 要員・技術レベル

(1) ENACAL (全体)

1997年現在におけるの総職員は2,479人である。その内訳は表3-19に示すとおりであり、管理職は10%、技術職員は20%、事務職員は29%および一般従業員(技能者を含む)は41%となっている。一般従業員は主に現場職員のポンプ運転、配水維持管理および料金徴収員などにより構成されている。運転維持管理職員は配水管網維持管理要員が500人で、ポンプ運転・維持管理要員が331人で計881人となりENACAL総職員の35%を占める。

ENACALは配管網の維持管理担当者やポンプ、バルブなどの機械整備担当が少ないが、専門教育を受けた職員が本部に配置されていて、納入業者からの講習会などが定期的に行われており、機械や電気の維持管理などは特に問題はない。

表3-19 ENACALの職員数(1997年)

(単位：人)

項目	総職員数
管理職	236
技術職員	506
事務職員	718
一般従業員(技能工)	795
同上 (一般職)	224
計	2,479

(2) マナグア地域公社

本計画により整備される施設は、マナグア地域公社が運転、維持管理を担当することになり、表3-20に示すとおり614人の人員が配置されている。

そのうち、運転維持管理要員は約半数強の322人である。運転、維持管理職員のレベルは(1)で述べたとおりである。

表3-20 マナグア地域水道公社の職員数(1998年現在)

(単位：人)

項目	職員数
管理職	79
技術職員	217
事務職員	50
一般従業員(技能工)	200
同上 (一般職)	68
計	614

(3) 「第一次計画」施設状況

昨年12月から運転開始された「第一次計画」施設の運転は表3-21に示している要員が配置されている。

表3-21 「第一次計画」施設の運転要員配置状況

(単位：人)

要員	テクアンテベ・ポンプ場	サント・ドミンゴ配水池
運転員	4	2
管理人	3	0
事務員	4	0

テクアンテベには15基の深井戸と送水ポンプ5基が設置されており日平均で16時間程度稼働している。これらのポンプと塩素注入設備の運転管理は3名の運転要員が行っている。その他に「第一次計画」設備全体の専属責任者としてOJT方式により、専門的な研修を受けた機械エンジニアが配属され、維持管理が確実に行われている。