

グアテマラ共和国
ケツアルテナンゴ市給水施設改善計画
基本設計調査報告書

平成 16 年 6 月

独立行政法人 国際協力機構
株式会社 協和コンサルタンツ
株式会社 日水コン

グアテマラ共和国
ケツアルテナンゴ市給水施設改善計画
基本設計調査報告書

平成 16 年 6 月

独立行政法人 国際協力機構
株式会社 協和コンサルタンツ
株式会社 日水コン

序 文

日本国政府は、グアテマラ共和国政府の要請に基づき、同国のケツアルテナンゴ市給水施設改善計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、独立行政法人 国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 15 年 10 月 20 日から 11 月 8 日まで、及び平成 16 年 1 月 12 日から 2 月 10 日までの 2 回にわたり基本設計調査団を現地に派遣しました。調査団は、グアテマラ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 16 年 4 月 17 日から 4 月 26 日まで実施された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、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

最後に、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 16 年 6 月

独立行政法人 国際協力機構
理 事 松 井 靖 夫

伝 達 状

今般、グアテマラ共和国におけるケツアルテナンゴ市給水施設改善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、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 15 年 10 月より平成 16 年 6 月までの 8.5 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、グアテマラ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 16 年 6 月

共同企業体

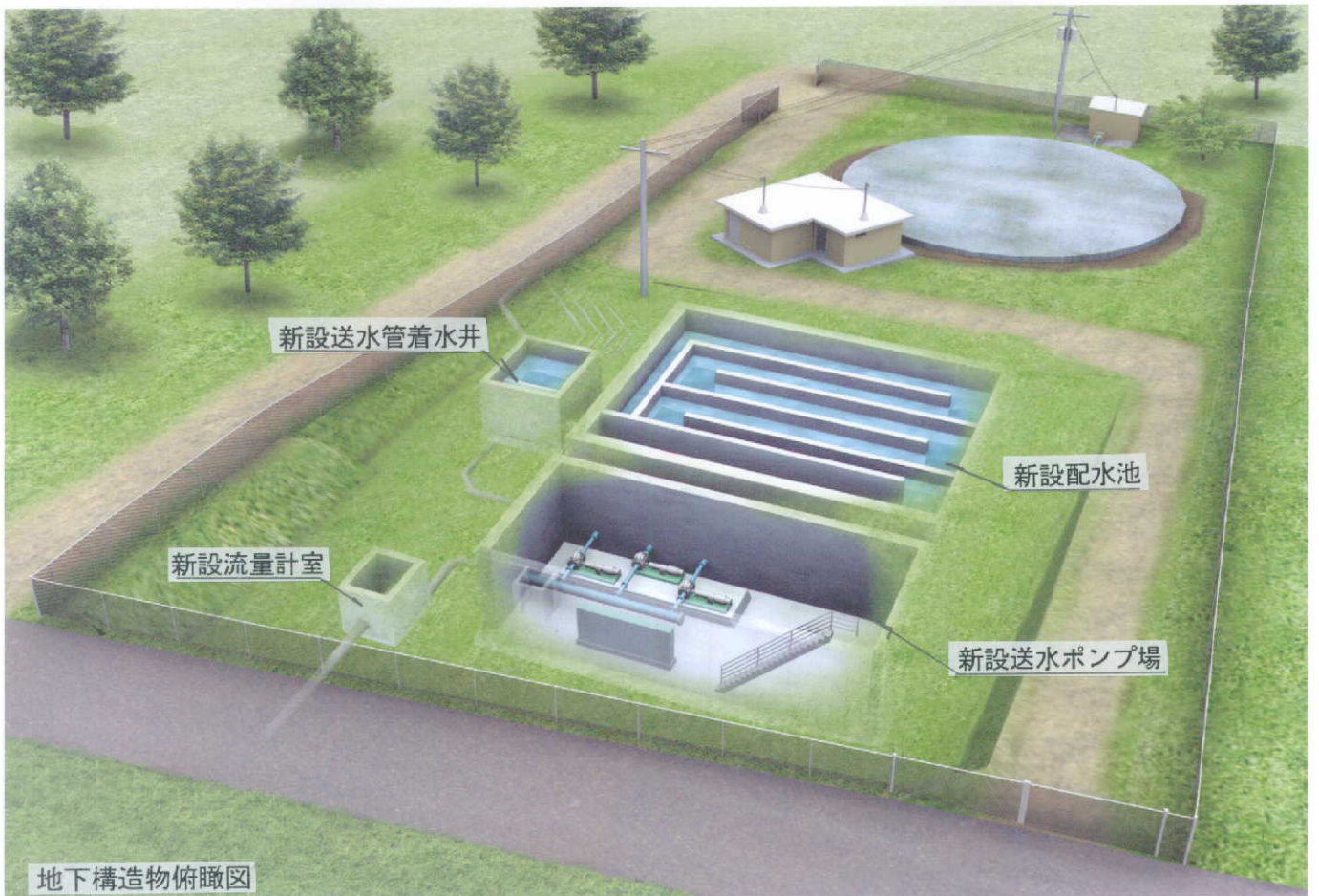
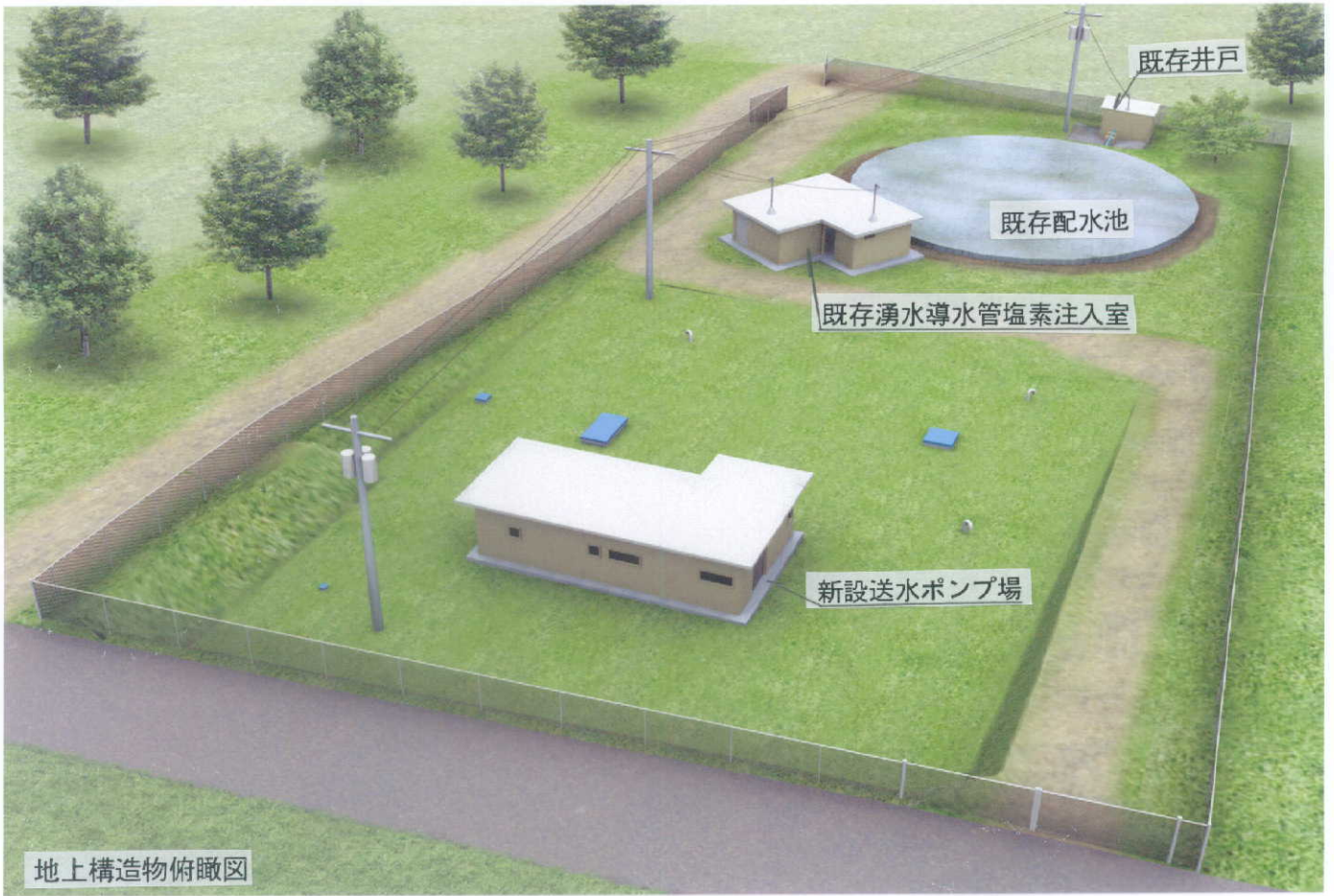
株式会社 協和コンサルタンツ

株式会社 日水コン

グアテマラ共和国

ケツアルテナンゴ市給水施設改善計画基本設計調査団

業務主任 井 川 雅 幸



サンイシドロ配水池、送水ポンプ場完成予想図



湧水モリノビエホの集水坑(ギャラリー)
 当地区には山腹に10箇所の集水坑が並んで存在する。
 入口は鉄扉で防護されており、管理状態は良好。総湧出量は110ℓ/秒程度。



湧水モリノビエホのギャラリー内部の集水路
 坑内は幅1m、高さ2.2m程度、坑壁は粗い砂質凝灰岩。幅30cm程度の水路に湧水が集水されている。



湧水シエテチヨロスの湧水集水地点にある集水樹
 総湧出量は38ℓ/秒程度。



湧水サンタリタからの導水管
 シグィラ川を鋼管φ350mmで横断後、湧水モリノビエホからの導水管と合流する。



湧水導水路トンネル入口
 全ての湧水は合流した後、延長約3.8kmのトンネル内に布設されたACφ450mmによってサンイシドロ配水池へ導水される。



湧水導水路トンネル内部
 トンネル側底部に導水管ACφ450mmが布設されている。徒歩でサンイシドロ配水池側の出口まで通行が可能。管路に空気弁の設置を計画する。



井戸ラスアメリカス (1989 年建設)
井戸深 152m、口径 ϕ 200mm、揚水量 15 ㍈/秒。現在は本井戸を水源とした直接配水の独立配水区を持つ。計画では本井戸からサンイシドロ配水池まで約 4km の送水を行う。



井戸バカハ (1997 年建設)
井戸深 183m、口径 ϕ 200mm、揚水量 18 ㍈/秒。地区委員会から EMAX に移管され、本井戸の独立配水区を持つ。揚水量を 35 ㍈/秒に増産するため、ポンプの更新を計画する。



井戸バカハの傍にある共同洗濯場
市内にはこうした共同洗濯場が点在し、市民に活用されている。



井戸エルパライソ
井戸深 67m、口径 ϕ 200mm、揚水量 22 ㍈/秒。本井戸の独立配水区を持つ。計画ではサンイシドロ配水池までの送水を行う。



井戸サンイシドロ (1989 年建設)
井戸深 187m、口径 ϕ 200mm、揚水量 13 ㍈/秒。サンイシドロ配水池に送水している。



井戸デモクラシア (2002 年建設)
井戸深 139m、口径 ϕ 200mm、揚水量 26 ㍈/秒。揚水量を超音波流量計を使用して計測。



井戸と配水池チプレサーダ(1994年建設)
井戸深 183m、口径φ200mm、揚水量 34ℓ/秒。地区委員会が管理。計画では EMAX に管理を移管し、余剰水をサンイシドロ配水池に送水する。配水池容量 670m³。



ソナメディア配水池の建設用地
標高 2430m。神学校の土地で、広大な空き地を有している。



サンイシドロ配水池
有効容量 2560 m³、直径 24m、有効水深 5.5m の既存配水池。全ての湧水が本既存配水池に導水されている。配水システムの要となっており、さらに 1,140 m³ の拡張と、ソナメディア配水池向けの送水ポンプ場の建設を計画する。



チリエス配水池
都市部の東部域配水システムの要となる配水池。本計画では対象外となったが、将来は送水ポンプ場を建設しロサリオバホ、コロニアモリーナ等配水池への送水の拠点となる。



サンイシドロ配水池滅菌設備
湧水からの導水管に塩素注入されている。



市街遠景
ケツアルテナンゴ市都市部は周囲を山に囲まれた、標高 2,300m~2,500m の盆地に展開している。



市街遠景
都市部南部の丘陵より1区の市街地を望む。



市街の典型的な街路（1区）
市街中心部街路の幅員は狭く、車両の通行による交通量が多い。舗装はコンクリートかインターロックブロック。



ケツアルテナンゴ市市営水道公団（EMAX）事務所
オーストリアの支援により2000年にEMAXが創設され、事務所も建設された。



EMAX 所有の掘削機及びトラック
EMAX による管路布設直営工事に使用されている。



パカハ井戸揚水試験
現地再委託により既存井戸の揚水量試験を実施。35ℓ/秒の適正揚水量が確認された。



超音波流量計による流量測定風景
湧水導水管トンネルの入口、出口の両地点において流量計測を実施。トンネル内の漏水が無いことが確認された。

[表一覧]

表-1.1	2000年度ケツアルテナンゴ市センサス	1-1
表-1.2	マスタープラン配水池整備計画	1-3
表-1.3	マスタープランの全体内容	1-4
表-1.4	無償資金協力の要請内容	1-8
表-1.5	マスタープランと本計画の関係	1-9
表-1.6	日本政府の援助実績	1-10
表-2.1	2002年度EMAXの営業収支	2-3
表-2.2	2002年度EMAXの営業収支予測値(マスタープラン)	2-4
表-2.3	2002年度EMAXの資本収支	2-4
表-2.4	ケツアルテナンゴ市の歳入歳出	2-5
表-2.5	ケツアルテナンゴ市公共投資額の推移	2-5
表-2.6	湧水量の測定結果	2-10
表-2.7	ケツアルテナンゴ市過去10年の降雨量	2-10
表-2.8	既存井戸リスト	2-13
表-2.9	既存井戸調査結果	2-15
表-2.10	既存井戸産出量実績	2-17
表-2.11	既存井戸推定揚水量	2-18
表-2.12	既存井戸揚水試験結果	2-19
表-2.13	水源水の水質試験結果	2-21
表-2.14	既存の配水区及び水源	2-22
表-2.15	既存配水池リスト	2-24
表-2.16	貯水容量の充足率	2-24
表-2.17	既存配水管の延長	2-25
表-2.18	年間水因系疾患発生数(アンケート調査結果)	2-27
表-2.19	水使用の用途(アンケート調査結果)	2-28
表-2.20	水道メーター設置状況(アンケート調査結果)	2-29
表-2.21	水圧、水質に対する不満(アンケート調査結果)	2-29
表-2.22	水道に対する希望(アンケート調査結果)	2-30
表-2.23	水使用の困窮度評価式とランキング法(アンケート調査結果)	2-32
表-2.24	水使用の困窮度(アンケート調査結果)	2-32
表-3.1	プロジェクトの基本構想	3-1

表-3.2	プロジェクトの比較案	3-2
表-3.3	計画の決定内容(計画B案)	3-3
表-3.4	水源の現況産出量	3-15
表-3.5	計画A案水源の産出量計画	3-16
表-3.6	計画B案水源の産出量計画	3-17
表-3.7	給水需要量予測の算定結果	3-19
表-3.8	都市部水源の農村部供給先需要量	3-20
表-3.9	本計画の計画需要量	3-20
表-3.10	給水需要量及び水源産出量	3-20
表-3.11	配水池の計画整備容量	3-24
表-3.12	全体配水システム計画検討結果総括	3-26
表-3.13	全体配水システム計画の水収支計算結果	3-27
表-3.14	計画A案全体送配水システムの水収支計算	3-29
表-3.15	計画B案全体送配水システムの水収支計算	3-31
表-3.16	既存井戸ポンプの型式	3-35
表-3.17	井戸ポンプ全揚程、出力の計算	3-36
表-3.18	井戸施設整備計画内容(計画A案、B案)	3-40
表-3.19	サンイシドロ配水池送水ポンプ場流量(計画A案)	3-41
表-3.20	ソナメディア配水池送水ポンプ場流量(計画A案)	3-42
表-3.21	ソナアルタ配水池送水ポンプ場流量(計画A案)	3-42
表-3.22	チリエス配水池送水ポンプ場流量(計画A案)	3-43
表-3.23	計画の配水池容量(計画A案)	3-43
表-3.24	送水ポンプ仕様(計画A案)	3-44
表-3.25	サンイシドロ配水池送水ポンプ場流量(計画B案)	3-45
表-3.26	ソナメディア配水池送水ポンプ場流量(計画B案)	3-45
表-3.27	計画の配水池容量(計画B案)	3-46
表-3.28	送水ポンプ仕様(計画B案)	3-46
表-3.29	地質調査による配水池建設予定地の地耐力	3-46
表-3.30	全体計画の内容(計画A案、B案)	3-55
表-3.31	施設内容、規模	3-57
表-3.32	調達機材内容	3-58
表-3.33	建設工事实施区分	3-61
表-3.34	資機材調達実施区分	3-62
表-3.35	資機材調達先リスト	3-64

表-3.36	最終目標と確認方法(漏水防止技術指導)	3-65
表-3.37	指導チェック項目(漏水防止技術指導)	3-65
表-3.38	業務工程・成果品(漏水防止技術指導)	3-66
表-3.39	詳細投入計画(漏水防止技術指導)	3-66
表-3.40	最終目標と確認方法(水道経営改善指導)	3-67
表-3.41	指導チェック項目(水道経営改善指導)	3-67
表-3.42	業務工程・成果品(水道経営改善指導)	3-69
表-3.43	詳細投入計画(水道経営改善指導)	3-69
表-3.44	送電線引込み仕様	3-71
表-3.45	使用電力量	3-72
表-3.46	運営維持管理上の問題点と対策	3-73
表-3.47	日本側負担事業費	3-75
表-3.48	グアテマラ国側負担費用	3-75
表-3.49	EMAX 維持管理費の算定	3-76
表-3.50	給水原価	3-78
表-3.51	水道料金改定案	3-79
表-3.52	2008 年度、2018 年度水使用量の用途分布	3-79
表-3.53	EMAX 営業収支バランス	3-80
表-3.54	2008 年度目標の残り計画内容	3-82
表-4.1	プロジェクト実施による効果と現状改善の程度	4-1

[図一覧]

図-1.1	市都市部行政区とマスタープラン配水区	1-5
図-1.2	マスタープランの主要施設位置図	1-6
図-2.1	EMAX 組織の現状と計画	2-2
図-2.2	ケツアルテナンゴ市の気象	2-7
図-2.3	湧水位置概要	2-8
図-2.4	市都市部の既存井戸位置	2-11
図-2.5	都市部既存井戸地下水位縦断図	2-14
図-2.6	既存の配水区及び水源	2-22
図-2.7	既存配水系統図	2-23
図-2.8	社会状況調査結果	2-34

図-3.1	計画対象地区範囲(計画A案)	-----	3-8
図-3.2	計画対象地区範囲(計画B案)	-----	3-9
図-3.3	2008年度計画の送配水系統(計画A案)	-----	3-10
図-3.4	2008年度計画の送配水系統(計画B案)	-----	3-11
図-3.5	2018年度計画の送配水系統(計画A案)	-----	3-12
図-3.6	2018年度計画の送配水系統(計画B案)	-----	3-13
図-3.7	給水需要量予測と水源産出量のバランス	-----	3-21
図-3.8	配水池容量計算(2008年日最大需要量)	-----	3-25
図-3.9	計画A案送水管路線図(2008年度)	-----	3-50
図-3.10	計画B案送水管路線図(2008年度)	-----	3-51
図-3.11	計画A案配水管路線図(2008年度)	-----	3-52
図-3.12	計画B案配水管路線図(2008年度)	-----	3-53
図-3.13	プロジェクト実施体制	-----	3-56
図-3.14	プロジェクト実施工程	-----	3-70

[略語一覧]

ACP	石綿セメント管 (Asbesto Cemento Pipe)
AECI	スペイン国際協力公社(Agencia Española de Cooperación Internacional)
ANSI	アメリカ規格協会(American National Standards Institute)
ASTM	アメリカ材料試験協会規格(American Society for Testing and Materials)
AWWA	米国水道協会(American Water Works Association)
B/A	銀行取極め (Banking Arrangement)
BHN	基本的人間要請 (Basic Human Needs)
COGUANOR	グアテマラ国基準委員会 (Comisión Guatemalteca de Normas)
DCIP	ダクタイル鋳鉄管(Ductile Cast Iron Pipe)
EEMQ	ケツアルテナンゴ市営電力公団(Empresa Electrica Municipal Quetzaltenango)
EMAX	ケツアルテナンゴ市営水道公団 (Empresa Municipal Aguas de Xelaju, Municipalidad de Quetzaltenango)
EMPAGUA	グアテマラ市水道公社 (Empresa Municipal de Agua de Guatemala)
E/N	交換公文 (Exchange of Note)
FIS	社会投資基金(Fondo de Inversion Social)
FNUAP	国連人口基金(Fondo de Población de las Naciones Unidas)
GDP	国内総生産 (Gross Domestic Product)
HF	鋳鉄管(Tuberia de Hierro Fundido)

HP	英馬力(Horse Power = 0.746kW)
IEC	国際電気標準会議 (International Electrotechnical Commission)
INDE	国家電力公団(Instituto Nacional de Electrificación)
INE	国家統計院 (Instituto Nacional de Estadística)
INFOM	地方振興庁 (Instituto de Fomento Municipal)
INSIVUMEH	国立地震学・地殻学・気象学・水文学研究所 (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología)
ISO	国際標準化機構 (International Organization for Standardization)
JEM	日本電機工業会 (Japan Electric Machine Industry Association)
JIS	日本工業規格 (Japanese Industrial Standard)
JWWA	日本水道協会 (Japan Water Works Association)
MPa	圧力単位 (メガパスカル=10.197kgf/cm ²)
PROINFO	社会人口及び健康データ作成・利用の強化を目的とするプロジェクト (Proyect de Información Socio demográfica y de Salud para el Desarrollo Local)
PS	仏馬力(pferdestrake=0.736kW)
PVC	塩化ビニール管 (Polyvinyl Chloride Pipe)
Q	グアテマラ国通貨単位ケツァール (Quetzal)
RC	鉄筋コンクリート (Reinforced Concrete)
SEGEPLAN	経済企画庁 (Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia)
TELGUA	グアテマラ電話公社
UIEP	調査統計計画ユニット (Unidad de Investigación, Estadística y Planificación)
WHO	世界保健機構 (World Health Organization)
ZONA	ケツァルテナンゴ市都市部行政区

要約

要 約

グアテマラ国（以下「グ」国と称する）は中央アメリカの北西部に位置し、北はメキシコ、東と南はベリーズ、エルサルバドル、ホンジュラスに囲まれ、カリブ海と太平洋に面する総面積約 10.9 万 km²、総人口 1,124 万人、一人当たり GNP 約 1,690 ドルの国である。本計画の対象地域であるケツアルテナンゴ市は、グアテマラ首都圏の西方約 200km の西部丘陵の盆地に位置し、人口、文化、歴史、商業活動の面から「グ」国第二の主要都市とされるとともに、当地域の先住民居住の中心地となっている。現在の市の全体人口は 15.2 万人、都市部は 13.7 万人で人口増加率は約 3.11%とされる。都市部の標高は 2,300～2,500m、年間の平均降雨量は 840mm である。

「グ」国政府は、政策として全国民の貧富の経済格差是正、生活の最低基盤の保障を目指しており、特に地方部や貧困層を重視する方針が打ち出されている。その中で上下水道及び衛生関連施設の充実を高い優先度に位置づけており、良質な飲料水を安定供給することにより、国民の健康の向上、生活環境の改善、水系伝染病の軽減等を実現することを重要課題としている。

ケツアルテナンゴ都市部の水源は、湧水と地下水であり、湧水は都市部から約 10km 西部の丘陵にある湧水群から都市部のサンシドロ配水池へ導水されている。地下水は都市部域内にある市管轄の 21 の深井戸及びその他私設井戸に依っている。現在市の管轄する水源産出量 35,300m³/日の内、湧水は 33%、井戸は 67%を産出している。都市部水道の給水率は人口の 80%、給水人口は 11.0 万人、一人当たり水使用量は 150 l/日で、全体で 39,406m³/日の日最大需要がある。

ケツアルテナンゴ市都市部の給水システムは 1950 年代から整備され始めたが、市の発展に伴って無計画に拡張されて来たため、現時点では配水区とそれに対応すべき給水施設が適切なものとなっておらず、多くの問題が発生している。都市部の給水率は約 95%と高い値を示しているにもかかわらず、断水、給水時間の不安定、給水量、圧力の不足という問題を慢性的に抱える地区が多く、上水の安定供給サービスが行えない状況にある。配水池の総容量は計画容量に対して充足率が 53%しか無く、井戸から直接送水されている配水区は全体の約 73%と多い。また、配水池位置が不適切なために水圧が低く水の出が悪い地区がある。配水区の配水管網は全体的に管の口径が小さいため通水障害が発生している。また、管路分岐部に制水弁の設置が少ないため、事故、漏水の影響が広範囲に及んでいる。現在水源の産出量は最大需要量の 87%しか無い。滅菌用塩素の注入は湧水の導水管と全体の 40%の井戸に対して行われているに過ぎない。また、不法接続者を含む顧客管理、水道料金体系、水道メーター、漏水対策等の、運営・維持管理上の問題も多い。

このような状況のもと、ケツアルテナンゴ市はオーストリアの支援により 2018 年を目標とした「飲料水供給計画マスタープラン」を 1999 年に策定し、2000 年には本件実施機関であるケツアルテナンゴ市営水道公団(EMAX)を創設し同公団の組織強化に努めて来た。市は同マスタープランに沿って都市部の給水施設（水源、配水池、送配水管等）の整備を進めているが、資金不足の問題から進展していない。かかる中、2002 年 7 月、「グ」国政府は日本国政府に対し、飲料水供給

計画の更なる推進に資するためケツアルテナンゴ市都市部の上水道整備に係る無償資金協力の要請を行なった。要請内容は、施設整備としては、湧水の拡張、深井戸の整備、配水池の新設・拡張、ポンプ施設の建設、送水管の敷設、一次配水管、二次配水管の敷設、塩素消毒設備の設置、既存給水システムの分離・接続、技術支援としては施設運営・維持管理の技術指導であった。

この要請に基づき、日本国政府は「ケツアルテナンゴ市飲料水供給計画」に係わる基本設計調査の実施を決定し、独立行政法人 国際協力機構（JICA）は要請の背景、内容の確認及び計画内容策定のため、平成 15 年 10 月 20 日から 11 月 8 日まで基本設計第 1 次現地調査団を「グ」国に派遣した。同調査団は実施機関である EMAX と協議を行うとともに、現場調査、関連資料の収集等を実施した。同調査団は帰国後の作業において要請内容、協力の妥当性を確認するとともに、当該セクターの問題点を分析し、協力対象事業の大枠を確定した。さらに第 1 次現地調査の結果を踏まえて、JICA は平成 16 年 1 月 12 日から 2 月 10 日まで第 2 次現地調査団を「グ」国に派遣した。帰国後、日本国無償資金協力事業にて実施した場合の適切な事業規模と計画内容につき検討を行い、基本設計調査概要書を作成した。さらに JICA は平成 16 年 4 月 17 日より 4 月 26 日までの期間、基本設計概要説明調査団を「グ」国に派遣し、「グ」国政府関係者に概要書を説明するとともに内容について協議を行った。その結果は、本報告書にとりまとめたとおりである。

本プロジェクトの上位計画はオーストリア作成による「飲料水供給計画 マスタープラン」である。本プロジェクトはこれに準じ、ケツアルテナンゴ市都市部住民の生活環境改善のために、2008 年を計画目標年度として水源及び送配水システムを整備するとともに、EMAX に対する機材調達とソフトコンポーネントによる技術支援を行うことにより、地域住民に飲料水を安定的に供給することを目的とする。現地調査の結果を基にして、本計画は下記の設計方針に基づいて策定された。

- ① マスタープランでは計画の実施期間を 1999～2018 年の 20 年間とし、全体工程を 8 段階に区分して施設整備を行うこととしている。この計画は、第 1～第 5 段階(1999～2007 年)の第 1 期、第 6～第 8 段階(2008～2018 年)の第 2 期から成る。第 1 期では、現状の給水システムの問題を解決するための基幹施設の整備を行い、給水時間、給水圧力等適正な給水レベルのサービスを実現し、第 2 期では、その後の人口増に対する配水管網等の整備を行うこととしている。本計画対象は、マスタープランの第 1 期の内容を基本とすることとした。
- ② 本計画の目標年度は、マスタープラン第 1 期の計画終了予定直後である 2008 年とした。また、計画年度の給水需要量予測値を下表に示すとおりとした。

表-1 給水需要量予測

項 目	2000 年	2008 年	2018 年
給水人口 (人)	89,646	130,988	198,431
給水率 (%)	75	85	95
家庭用一人当り使用量 (ℓ/人・日)	150	155	160
無収率 (%)	40	30	20
計画一日最大需要量 (m ³ /日)	35,351	43,460	57,668

- ③ マスタープランでは都市部配水域を標高的に区切った4つの大きな配水区（アルタ 1、アルタ、メディア、バハ）と、それらと地形的に分離した2配水区（ロサリオバホ、バウル）の計6つの配水区を設定し、それぞれの配水区に対して専用の配水池を設けることとしている。また、散在する井戸と湧水の水源水をこれら配水池に集水することにより、水源水利用の効率化、配水の均等化を図る。本計画においてはこの配水区画割りに準じた施設計画を行う。この場合、送配水システムは水源と配水池の位置の関係からサンイシドロ系統（都市西部域）とコロニアモリーナ系統（都市東部域）に2分される。
- ④ 協力対象範囲として次の2案の設定を行なった。
- 計画A案：都市部全域から未住宅地域を除いた既存給水地区を対象とした案。
- 計画B案：協力対象範囲を都市部の中でも優先度の高い地区に絞り込んだ案。行政区としては人口が多く、また給水問題の多い1区、3区に、配水区としてはバハ、メディア配水池に優先度を置く。計画の送配水システムはサンイシドロ系統とした。
- ⑤ 送配水施設の整備内容としては、配水池、送水ポンプ場、送配水管がある。配水池は、サンイシドロ、ロサリオバホ、チリエスの既存配水池の他にソナメディア、ソナアルタ、コロニアモリーナの新規配水池の整備につき検討し、サンイシドロ、ソナメディア、ソナアルタ、チリエス配水池においては他の配水池向けの送水ポンプ場を計画する。塩素注入設備は運転管理簡便化のために配水池に設ける。送水管は、井戸から配水池、送水ポンプ場から配水池までの送水専用管として整備する。配水管については配水池から配水区まで、及び配水区内で配水管網を形成する上で不足するものにつき整備を行う。これらの配水管は配水本管と位置付け、配水区内で約300m毎に既存の配水管網に接続し、接続点で0.2MPaの水圧を保証する。
- ⑥ 水源産出量は2008年度における給水需要量に対して不足する。上記の送配水施設形態にすると、井戸ポンプの24時間継続運転化が可能となり、また、ポンプ全揚程の低下による井戸揚水量の増加が期待される。さらに、現在EMAXの管理下に無い地区委員会からの井戸使用权の移譲、井戸ポンプ更新による揚水量の増産等、既存の水源施設を最大限活用する方法をとることにより給水需要量に対する不足量の補填が可能となる。同時に、既存井戸施設のポンプ制御盤、流量計、圧力計、流量調整弁等の付帯機器、井戸周り配管の更新を行う。湧水については、導水管のトンネル部において通水能力を高めるため空気弁の設置を行う。
- ⑦ 送配水施設の整備と同時に有収率の向上を図るには、管路の漏水の抑制、顧客給水メーターの整備を進める必要があるが、EMAXは十分な機材を有していないため、本計画において漏水抑制用機材と給水メーター関連機材一式の調達を行う。また、EMAXで所有する既存管網の電子データを計画業務に有効に活用するため水道設計管網計算ソフトの調達を行う。
- ⑧ 経営効率の改善のためには、有効率向上のための漏水防止活動、メーター設置計画、料金改定の分野で早期に対策を講じる必要があり、これらにつきソフトコンポーネントによって漏水防止、水道経営改善の技術支援を行なうこととした。

上記の条件により、計画の内容について計画A案、計画B案の比較検討を行った。計画A案は要請の計画配水区域全域をほぼ満足した計画対象地区としているが、「グ」国に対する日本の無償資金協力適正規模の観点から費用と効果を勘案した結果、計画B案が妥当であると判断された。

同案においては、バハ、メディアの両配水区に対応するサンイシドロ、ソナメディア配水池の整備を行う。また、全ての水源水はサンイシドロ配水池に送水されるため、さらに約40m標高の高いソナメディア配水池向けにサンイシドロ配水池に隣接して送水ポンプ場の新設を行う。塩素注入点は全ての井戸水源水が集まるサンイシドロ配水池の新規着水井に設ける。送水管は、計画対象井戸7ヶ所からサンイシドロ配水池まで、送水ポンプ場からソナメディア配水池に至るまで全て新規に整備する。配水管はメディア、バハの配水区毎に、配水区内の管網を形成する上で不足するものにつき整備する。また、管路には制水弁、空気弁、排泥弁、河川・地下埋設物横断等の附帯施設を設ける。本計画の内容・規模は表-2に示すとおりである。

表-2 計画の内容（計画B案）

要請項目	要請内容	本計画内容
1. 施設建設		
湧水の拡張	調査、拡張	湧水導水管トンネル部空気弁設置 10ヶ所
井戸の整備	揚水量増加 (24時間揚水、設備改善)	既存井戸ポンプの更新 2井 ソーロヒコ 35 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}} \times 105\text{m}$ パカハ 34 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}} \times 153\text{m}$ 井戸周り配管の更新 $\phi 100, \phi 125$ 6井 ポンプ操作盤の更新 7井
配水池の新設	3ヶ所、20,700 m^3	1ヶ所、5,280 m^3
ソナメディア	14,600 m^3	5,280 m^3
ソナアルタ	4,700 m^3	対象外
ソナアルタ 1	1,400 m^3	対象外
配水池の拡張	2ヶ所、5,500 m^3	1ヶ所、1,140 m^3
サンイシドロ	3,500 m^3	1,140 m^3
コロニアモリーナ	2,000 m^3	対象外
ポンプ施設の建設	5ヶ所	1ヶ所
チリエス(コロニアモリーナ配水池向け)	1.95 $\text{m}^3/\text{分} \times 4$ 台	対象外
コロニアモリーナ (エンプレアドス・ムニシパレス向け)	0.12 $\text{m}^3/\text{分} \times 4$ 台	対象外
サンイシドロ(ソナメディア配水池向け)	6.00 $\text{m}^3/\text{分} \times 5$ 台	5.5 $\text{m}^3/\text{分} \times 50\text{m} \times 3$ 台
ソナメディア(ソナアルタ配水池向け)	1.50 $\text{m}^3/\text{分} \times 4$ 台	対象外
ソナアルタ(ソナアルタ1配水池向け)	0.54 $\text{m}^3/\text{分} \times 3$ 台	対象外
既存ポンプ更新 チリエス(ロサリオバホ配水池向け)	1.50 $\text{m}^3/\text{分} \times 2$ 台	対象外
送水管の布設	約25 km	$\phi 150 \sim 500\text{mm}$ 約7.8 km
1次配水管布設	約95 km	$\phi 75 \sim 600\text{mm}$ 約32.6 km
2次配水管布設	約49 km	対象外
塩素消毒施設装置	10ヶ所	サンイシドロ 1ヶ所
既存給水システムの分離、接続	分離、接続	接続
2. 機材調達	-	給水メーター関連機材 一式 漏水抑制用機材 一式 水道設計ソフトウェア 一式
3. 技術支援	施設運営・維持管理 (技術面及び経営面) の技術指導	漏水防止技術指導 (ソフトコンポーネント) 水道経営改善指導 (ソフトコンポーネント)

表-3 調達機材内容

No.	項目	調達数量	仕様
1	給水メーター関連機材(1式)		
①	給水メーター	200 個	φ1/2 インチ
②	水道流量テストメーター	1 台	接続流羽根車式
2	漏水抑制用機材 (1式)		
①	相関式漏水探知器	1 台	漏水振動音の2点検出。携帯型。
②	ヘッドホーン式漏水探知器	1 台	漏水音の増幅。ヘッドホーン、表示装置付き。携帯型。
③	可搬式超音波流量計	2 台	適用管径：13～600mm、測定流速：0.1m/秒～3.0m/秒計測可
④	鉄管探知器	1 台	
⑤	聴音棒	2 本	L=1.5m
⑥	聴音棒	2 本	L=1.0m
⑦	小型掘削機	1 台	バケット容量、0.04 m ³
⑧	中型トラック	1 台	ダンプトラック、積載質量 2ton
⑨	コンパクター	1 台	振動コンパクター、出力 3.5ps
3	水道設計ソフトウェア (1式)		
①	Water Cad プログラム	1 台	水道施設 設計・管網計算プログラム

表-4 ソフトコンポーネント内容

担当	工種	投入量
漏水防止技術指導	1) 漏水防止、水量管理技術講義 2) 漏水調査機器の使用方法、漏水箇所探査技術指導、解析指導	2.0 M/M
水道経営改善技術指導	1) 顧客調査、用途区分見直し指導 2) メーター設置、修理検定体制の確立指導 3) 料金体系の見直し指導 4) 水道経営に関する財務会計業務指導	3.0 M/M

本計画は2期分けて実施され、第1期目は既存井戸設備、サンイシドロ配水池、チプレサーダ井戸からサンイシドロまでの送水管、サンイシドロの着水井及びバハ配水区の配水管の諸工事を行う。第2期目はソナメディア配水池、メディア地区の配水管、各井戸からサンイシドロ配水池までの送水管、サンイシドロ送水ポンプ場、ソナメディア配水池への送水管の諸工事を行う。実施工期は第1期は19.0ヶ月(実施設計6.0ヶ月、工事期間13.0ヶ月)、第2期は21.0ヶ月(実施設計6.0ヶ月、工事期間15.0ヶ月)である。また、本計画の実施に係わる事業費は総額18.03億円(日本国側負担17.91億円、「グ」国側負担0.12億円)である。

本計画を実施することによる効果は以下に述べるとおりである。

① 上水の安定供給の実現

本計画で日本側の協力によりサンイシドロ系の水源及び送配水施設の整備が行われることにより、計画対象地区の配水池容量の充足率が100%になり、送水機能と配水機能の分離が行われる。また、配水池から配水区までの配水管の整備、配水区区内における一次配水管網の形成がなされ、配水区区内の既存管は二次配水管専用としての使用が可能となるため通水障害が軽減される。これらにより、時間毎に変動する需要量に対して対応可能となり、計画対象地域の慢性化した給水時間、給水量、給水圧等の問題につき給水状況改善を図ることができ、住民は24時間の給水サービ

スを受けることが可能となる。

② 水源供給量の充足及び水源量管理体制の整備

本計画の送・配水システムの整備、水源施設の整備によって、計画対象地域の計画目標年度(2008年)における水需要に対する水源水量のバランスがとれるようになる。また、湧水導水管の通水能力が向上し、雨期の湧水増加分も通水可能となる。井戸周り配管、ポンプ操作盤の更新を行うことにより安定的な井戸施設の使用、日常の運転・維持管理が確実にできるようになり、揚水量の総量把握が可能となる。

③ 上水の水質安全性の向上

サンイシドロ配水池に塩素注入装置を整備することにより、全配水量の滅菌が可能となり、給水水質の安全性が高まる。

④ 経営改善のための実施体制の整備

本計画の機材調達とソフトコンポーネントの実施によって、EMAXに水道経営改善の技術指導(漏水防止、顧客調査・用途区分見直し、水道メーター設置・修理検定体制確立、料金体系見直し、水道財務会計)を行なうことにより、経営改善のための実施体制が整うこととなる。また、本計画の機材調達とソフトコンポーネントで得た技術を基に、EMAXが経営改善活動を実施することにより有収率が向上し水道料金収入が増える。

本計画は、前述のように多くの効果が期待されると同時に、広く住民のBHNの向上並びにケツァルテナンゴ市実施機関実務者の技術力向上に寄与するものであるから、本計画が我が国の無償資金協力として実施されることの意義は大きいと判断される。尚、本計画がより効果的、効率的に実施される為には次の事項に留意する必要がある。

① 本計画の効果を最大限発揮するように計画施設の適切な運転・維持管理が実施される必要があり、また、薬品代、電気代、補修費、人件費等の運転・維持管理費が必要とされる。そのために適正な水道料金収入を得ることが必要であり、本プロジェクトにて調達された機材と技術支援により得た漏水抑制や水道経営改善にかかる技術を有効に活用したEMAXの積極的な活動が重要となる。

② 今回の計画目標年度は工事完了直後の2008年を対象としたものであり、また対象地域は都市部全域を対象にしたものではない。本来、計画は都市部全域の給水改善を目指したものであり、EMAXは今回の計画対象地区以外の地域及び2008年以降の施設整備に関する計画策定を行う必要がある。

基本設計調査報告書

目 次

序文

伝達状

対象地区位置図 / 完成予想図 / 写真

図表リスト / 略語一覧

要約

目次

第1章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1 1 上水道分野の現状と課題	1-1
1 1 1 現状と課題	1-1
1 1 2 開発計画	1-3
1 1 3 社会経済状況	1-7
1 2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1-7
1 3 我が国の援助動向	1-10
1 4 他ドナ の援助動向	1-10
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2 1 プロジェクトの実施体制	2-1
2 1 1 組織・人員	2-1
2 1 2 財政・予算	2-3
2 1 3 技術水準	2-5
2 2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況	2-6
2 2 1 関連インフラの整備状況	2-6
2 2 2 自然状況	2-7
2 2 3 ケツアルテナンゴ市の上水道の現状	2-7
2 2 4 プロジェクトの実施による影響.....	2-33
第3章 プロジェクトの内容	3-1
3 1 プロジェクトの概要	3-1
3 1 1 上位目標とプロジェクト目標	3-1
3 1 2 プロジェクトの概要	3-1
3 2 協力対象事業の基本設計	3-4
3 2 1 設計方針	3-4
3 2 1 1 基本方針	3-4
3 2 1 2 自然条件に対する方針	3-4

3 2 1 3	社会経済条件に対する方針	3-4
3 2 1 4	建設事情/調達事情	3-4
3 2 1 5	現地業者の活用に係る方針	3-5
3 2 1 6	実施機関の運営・維持管理能力に対する方針	3-5
3 2 1 7	施設、機材等のグレードの設定に係る方針	3-5
3 2 1 8	工法/調達方法、工期に係る方針	3-5
3 2 2	基本計画（施設計画/機材計画）	3-6
3 2 2 1	全体計画	3-6
3 2 2 2	施設計画	3-22
3 2 2 3	機材計画	3-54
3 2 2 4	計画案の決定	3-55
3 2 3	施工計画	3-56
3 2 3 1	施工方針	3-56
3 2 3 2	施工上の留意事項	3-60
3 2 3 3	施工区分	3-61
3 2 3 4	施工監理計画	3-62
3 2 3 5	資機材調達計画	3-63
3 2 3 6	ソフトコンポーネント計画	3-64
3 2 3 7	実施工程	3-69
3 3	グアテマラ国側負担事項の概要	3-70
3 4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-72
3 4 1	施設の運転維持管理	3-72
3 4 2	EMAXの水道経営	3-73
3 5	プロジェクトの概算事業費	3-74
3 5 1	協力対象事業の概算事業費	3-74
3 5 2	運営・維持管理費	3-75
3 6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-81
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	4-1
4 1	プロジェクトの効果	4-1
4 2	課題・提言	4-3
4 3	プロジェクトの妥当性	4-4
4 4	結論	4-5

【資料】

1. 調査団員・氏名	A1-1
2. 調査行程	A2-1
3. 関係者（面会者）リスト	A3-1
4. グアテマラ国の社会経済状況	A4-1
5. 討議議事録（M/D）	A5-1
6. 基本設計図	A6-1
7. 基本設計概要表	A7-1
8. 入手資料リスト	A8-1
9. 参考資料	A9-1
9.1 湧水産出量の測定結果	A9-2
9.2 湧水導水管トンネル部の流量測定結果	A9-4
9.3 既存井戸の揚水試験結果	A9-5
9.4 水源の水質試験結果	A9-41
9.5 漏水件数データ	A9-47
9.6 顧客の苦情データ	A9-48
9.7 給水需要量の推定	A9-50
9.8 建設サイトの地質調査結果	A9-60