

厚生労働省委託事業

平成28年度水道プロジェクト計画作成指導事業

キューバ共和国

サンチャゴ・デ・キューバ市給水システム改善計画

最終報告書

平成29年3月

株式会社 安藤・間

キューバ共和国
サンチャゴ・デ・キューバ市給水システム改善計画
最終報告書
目次

要約	i
基礎指標	xi
位置図	xiii
写真集	xiv
用語説明	xviii

第1章 緒論	1
1.1 目的	1
1.2 工程・方法	1
1.3 団員の構成	2
第2章 計画作成指導事業の対象の現状把握に関する事項	3
2.1 対象国の給水事業・問題点	3
2.1.1 水道分野の現状(国レベル)	3
2.1.2 水道事業における問題点(国レベル)	4
2.1.3 衛生関連並びに水系感染症に関する問題点(国レベル)	5
2.1.4 サンチャゴ・デ・キューバ市の水道事業の現状	6
2.1.5 サンチャゴ・デ・キューバ市の飲料水供給における問題点	12
2.1.6 衛生関連並びに水系感染症に関する問題点	13
2.2 関連する計画	15
2.2.1 開発計画の概要	15
2.2.2 対象案件の上位計画・関連計画	15
2.2.3 対象案件に対する相手国側の緊急性・優先度	15
2.2.4 その他の関連する分野情報	15
2.3 担当官庁と実施機関	15
2.3.1 関連官庁	15
2.3.2 実施機関の組織	15
2.3.3 実施機関の業務	17
2.4 我が国による協力の経過	17
2.4.1 資金協力の経過	17
2.4.2 技術協力の経過	19
2.4.3 相手国・機関による上記協力への意見	19
2.5 第三国／国際機関による協力の経過	19

2.5.1 対象案件に関連する協力実績・形態	20
2.5.2 対象案件に関する要請の有無・結果	20
2.5.3 対象案件の我が国の援助方針との整合性.....	20
2.5.4 対象案件と第三国／国際機関による協力とのリンケージの必要性	20
2.5.5 対象案件を第三国／国際機関が実施しない理由	21

第3章 提案する計画・プロジェクトに関する事項..... 22

3.1 問題点の改善への取り組み方	22
3.1.1 水道事業における問題点(国レベル)と対象案件との関係	22
3.1.2 水道事業の現状及び飲料水供給における問題点と対象案件との関係	22
3.1.3 協力の範囲.....	22
3.1.4 協力の形態.....	22
3.1.5 実施時期	22
3.2 案件の目的	23
3.2.1 短期的目的.....	23
3.2.2 中・長期的目的.....	23
3.3 案件の内容	23
3.3.1 計画の概要.....	23
3.3.2 計画の内容・規模・数量	23
3.3.3 専門家派遣・資機材供与等の内容・規模・数量	24
3.3.4 概算事業費	24
3.3.5 専門家派遣・資機材供与等の内容・規模・数量	25
3.3.6 想定事業費.....	25
3.4 サイトの状況	26
3.4.1 位置	26
3.4.2 自然条件.....	26
3.4.3 アクセス.....	27
3.4.4 電力、通信手段	27
3.4.5 安全性	27

第4章 提案する計画・プロジェクトの効果・インパクトに関する事項..... 28

4.1 案件実施の効果	28
4.1.1 水道分野の現状に対する解決の程度について	28
4.1.2 飲料水供給における問題点に対する解決の程度について.....	28
4.1.3 衛生関連並びに水系感染症に関する問題点に対する解決の程度について.....	29
4.2 案件実施のインパクト	29
4.2.1 政治的インパクト	29
4.2.2 社会的インパクト	29

4.2.3 経済的インパクト	29
4.2.4 技術的インパクト	29
4.2.5 外交的・広報的インパクト.....	29
第5章 提案するプロジェクトの妥当性に関する事項	31
5.1 案件を実施した場合の組織的妥当性・持続性	31
5.1.1 経営における組織の能力	31
5.1.2 施工時における組織の能力	31
5.1.3 維持管理時における組織の能力.....	32
5.1.4 地域住民との関係	32
5.2 案件を実施した場合の財務的妥当性・持続性	32
5.2.1 相手国側負担分の資金源	32
5.2.2 水道事業指標の現況.....	33
5.2.3 財政収支の推移	33
5.2.4 財政収支の見込み	33
5.3 案件を実施した場合の技術的妥当性・持続性.....	33
5.3.1 相手国側の技術水準との整合	33
5.3.2 要員の配置・定着状況	33
5.3.3 施設・機材の保守管理状況.....	33
5.4 環境への配慮.....	33
5.4.1 見込まれる環境インパクト	33
5.4.2 環境影響の評価	35
第6章 結論	38
6.1 特記すべき事項	38
6.2 協力実施上注意すべき事項.....	38
6.3 結論.....	38
6.4 所感.....	39

資料編

- 資料-1 調査日程
- 資料-2 面会者リスト
- 資料-3 収集資料一覧
- 資料-4 現地踏査時の中間報告(2017年2月)
- 資料-5 INRH 試験所による水質分析結果

要 約

要 約

1. 事業の背景

1.1 背景

キューバ共和国(以下「キューバ」と称する。)は、カリブ海に浮かぶ約 1,600 の島からなる国土面積 11 万 km²、人口 1,124 万人(2015 年、ONEI:Oficina Nacional de Estadística e Información)の島国である。キューバの 1 人あたり GDP は 6,920 ドル(2014 年国連ラテンアメリカ・カリブ経済委員会(ECLAC))でありカリブ地域で最大の国土と人口を有する、社会主義国家である。首都ハバナ市はキューバの北西沿岸のフロリダ海峡に接する地点に位置し、人口約 210 万人でカリブ海地域における最大の都市である。

水はキューバの最優先分野である「健康」と「教育」に直結した問題であり、国家水資源庁(以下、INRH: Instituto Nacional de RecursosHidráulicos)並びに貿易・海外投資省(MINCEX: Ministerio del Comercio Exterior y laInversiónExtranjera)としても優先度の非常に高い案件として認識している。INRH としては、給水システムの改善および給水車や井戸設備のスペアパーツ等の資機材の調達を希望している。

INRH は水資源行政全般を担う機関であり、その傘下には土木コンサルティング公社(以下、GEIPI)や水利公社(以下、GEARH)等の独立公社が組織され、地下水開発と管理はそれぞれ GEIPI と GEARH、そして両公社の傘下のグループ組織が担っている。これらの機関は、地下水開発に関する調査、施設設計、モニタリング、および水使用に関する規制・管理を担っている。

キューバでは、水源不足と地下水の過剰汲み上げ、塩水の地下水浸入等の問題が生じており、安定した水資源の確保は、喫緊の課題となっている。特に、首都ハバナ地域では、JICA により、いち早く、地下水保全に係る技術協力プロジェクトが実施されている。他方、水源を表流水とする地域においても、住民の需要に見合う給水システムが確立されておらず、施設の老朽化もあいまって、水供給は、深刻な状況となっている。

今回の対象となるサンチャゴ・デ・キューバ市は、カリブ海に面したキューバの南東部の中心都市であり、港湾都市かつ工業都市である。サンチャゴ・デ・キューバ県の県都であり、人口51万人(2014年)キューバの第2の都市であるにも関わらず、水源不足のため8～25日に1回の間欠給水を余儀なくされるなど、水源確保のための対策が急務となっている。

1.2 目的

給水システムを改善することで、生活の質の向上が図られることにより地域の持続的発展の糧となり、キューバ全体の発展に寄与することを目的とする。また、実地調査により現状の詳細を把握し、最も効果のあるプロジェクトを指導することで、キューバ国政府における水道プロジェクト計画作成能力の向上を図り、案件形成に向けた取組を支援することを改善計画の目標とする。

2. サンチャゴ・デ・キューバ市の水道事業の現状と問題点

本計画作成指導事業の対象都市の水道事業の基礎指標は表-1に示す通りである。

表-1 対象都市の水道サービス指標 (INRH、2016年)

県名	都市名	人口 (人)	給水人口 (人)	水道普及率 (%)	給水面積 (km ²)	水道施設 管理者
サンチャゴ・デ・ キューバ県	サンチャゴ・デ・ キューバ市	510,563	509,523	99.8%	141.51km ²	INRH

サンチャゴ・デ・キューバ市の水道は、5つの水源と2ヶ所/3施設の浄水場と井戸施設群からなっている。いずれの浄水場も正常に稼働しており、かつメンテナンスもできている。しかし、近年は、降雨量が減少しており水源の水量が必要水量分貯水できていないことから、現在は浄水処理能力の半分の水量しか浄水を配水できておらず、8～25日に1回の間欠給水を余儀なくされている。先にも述べたとおり、間欠給水は水道水汚染の一因となり得る。また、多くの住民は、断水に備えてタンクに水道水を貯留しているが、貯留中に雨水が混入したり、塩素による消毒効果が消失するなど、安全面で多くの問題を抱えている。加えて、貯水タンクを持たない人々は、水道へのアクセスが制限されるなど、需要者の間の格差も生じていると考えられる。また、表流水の不足を補うため水源の20%は地下水を利用しているが、過剰汲み上げにより徐々に塩水化が進行しており、今後井戸を廃棄するところも出てくると思われる。

市内の配管網は、2010年に敷設替えしており、無収水量(漏水率)は10%程度と比較的良好である。また、各戸には水道メーターが付けられている状況である。給水率がほぼ100%であり、メーターも設置されているが、水源量が足りていないことから、24時間給水ができていない状況である。

1) 上水道施設全般の概要

サンチャゴ・デ・キューバ県サンチャゴ・デ・キューバ市は、水源の80%を表流水に頼っており、以下の2ヶ所の浄水場を通じて市民に浄水を供給している。残りの20%は市内にある井戸群から給水を行っている。

サンチャゴ・デ・キューバ市の水道は、Quintero浄水場エリア、Parada浄水場エリア、Sun Juan群井戸エリアの3つの給水エリアに分かれている(図-1参照)。

サンチャゴ・デ・キューバ市の水道システムの構成を図-2に示す。



図-1 サンチャゴ・デ・キューバ市全域と給水区域

表-2 INRHによる給水区域ごとの給水状況と水源

給水区域	給水エリア面積	給水人口	配管網	水源
	ha	人	Km	
Quintero	8,374.85	419,455	742.20	Chalóns, Gilbert, Gota Blanca, Charco mono 貯水池
Parada	1,925.01	34,349	67.12	Parada 貯水池 Gilbert からのバイパス管建設中
San Juan	3,850.70	55,719	202.05	井戸
合計	14,150.56	509,523	1,011.37	

表-3 サンチャゴ・デ・キューバ市の表流水の水源(調査日:2017年2月)

ダム名称	形式	取水可能量 (hm ³)	取水量 (hm ³)	標高 (m)	建設年	導水方式	導水先
Chalóns ダム	フィルダム	0.950	0.445	82	1906	ポンプ	Quintero I, II 浄水場
Gilbert ダム	フィルダム	59.670	17.886	196	1967	自然流下	Quintero I, II 浄水場
Gota Blanca ダム	フィルダム	83.600	18.211	160	1914	ポンプ	Quintero I, II 浄水場
Charco Mono ダム	コンクリートダム	4.555	1.364	204	1936	自然流下	Quintero I, II 浄水場
Parada ダム	フィルダム	34.200	2.330	49	1985	ポンプ	Parada 浄水場
合計		182.975	40.236				

水源の貯水能力は、現状のINRH給水地域の人口に給水するのに十分な水量を確保できるものと考えられる。しかし、乾季になると水源量が40%程度まで減少することがある。そのため、水不足で悩まされている。

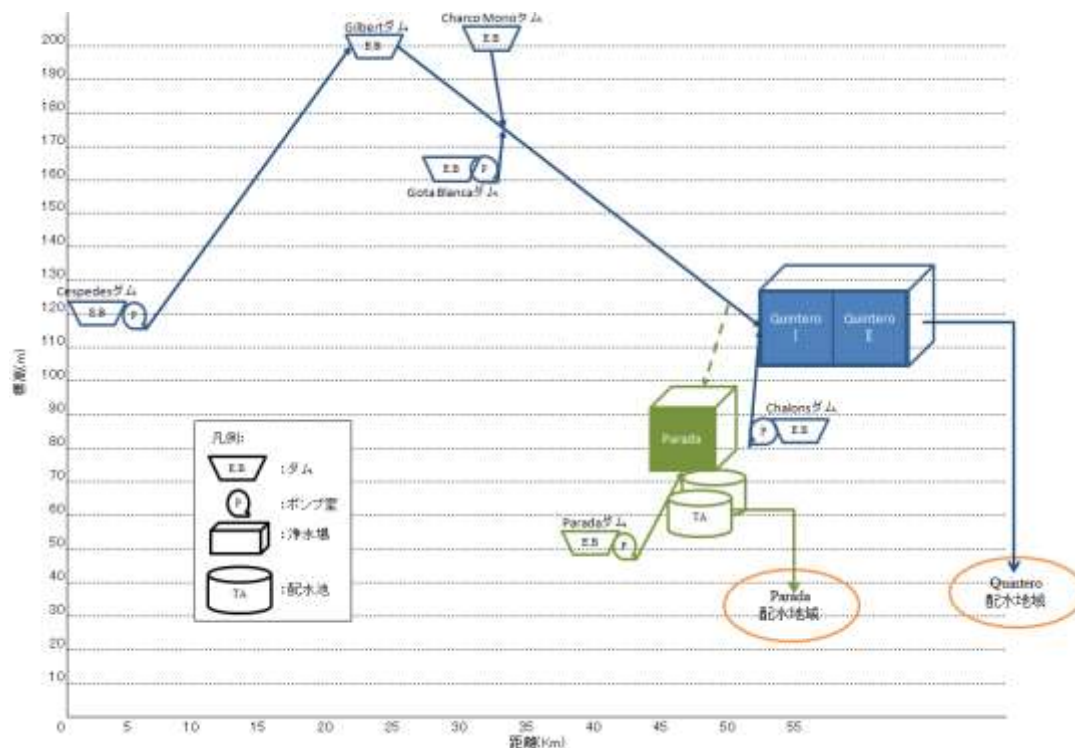


図-3 既存の浄水システム高低図

⑥San Juan井戸群

INRHが管理している井戸は4井戸群がある。計画取水量は300L/sとされている。運転は概ね良好になされているが、一部地域は、塩水化が進んで来ており、近い将来井戸を廃棄することになる。塩素はすべての井戸で注入されている。新たに井戸を掘る等の計画はなく、不足分はQuintero浄水場からの水で補う計画となっている。

3) 浄水の状況

サンチャゴ・デ・キューバ市の水道では、5つのダムの原水进行处理する浄水施設として以下の3施設がある。3施設とも、機器の故障等は少しあるものの、処理に大きく影響しておらず問題なく稼働している。

表-4 浄水施設状況

施設名	建設時期	最大処理能力	稼働状況
Quintero I	1963	1,500L/s	現在稼働しているが、水量不足で436L/sしか処理していない。
Quintero II	1981	900L/s	現在稼働しているが、水量不足で714L/sしか処理していない。
Parada	1987	300L/s	稼働中。
合計		2,700L/s	

① Quintero I 浄水場

処理能力は1,500L/s。1963年に建設されたアメリカ式の浄水場である。原水の濁度が低い場合は、凝集剤を注入せずに処理を行っている。ろ過池の洗浄は、原水の濁度が低い時は1日1回も行わないこともあるが、濁度が高い時は、1日2回程度行う等のろ過管理を行っている。

処理工程は以下のフローであり、凝集剤は硫酸アルミニウムが使用されている。

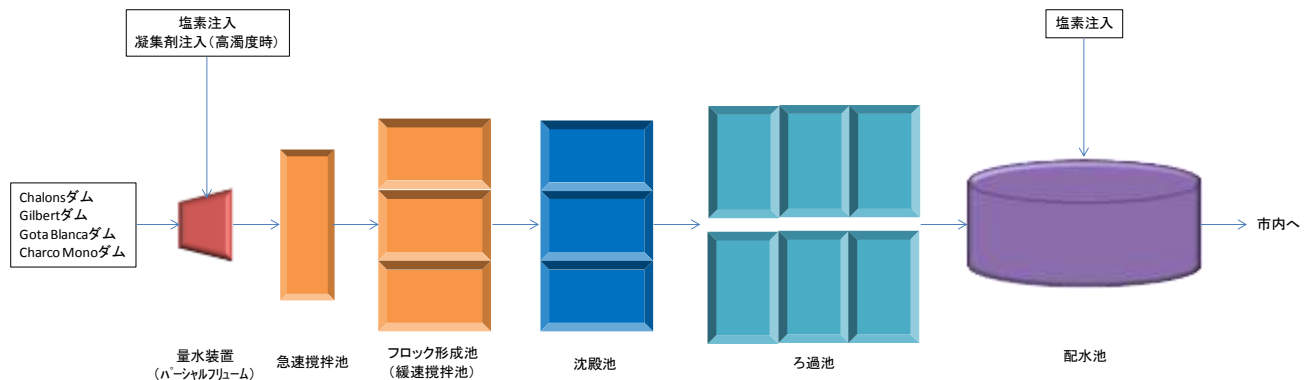


図-4 Quintero I 浄水場のシステム図

② Quintero II 浄水場

処理能力は900 L/s。1981年に建設されたフランス式（デグレモン）の浄水場である。原水の濁度が低い場合は、凝集剤を注入せずに処理を行っている。

処理工程は以下のフローであり、凝集剤は硫酸アルミニウムが使用されている。

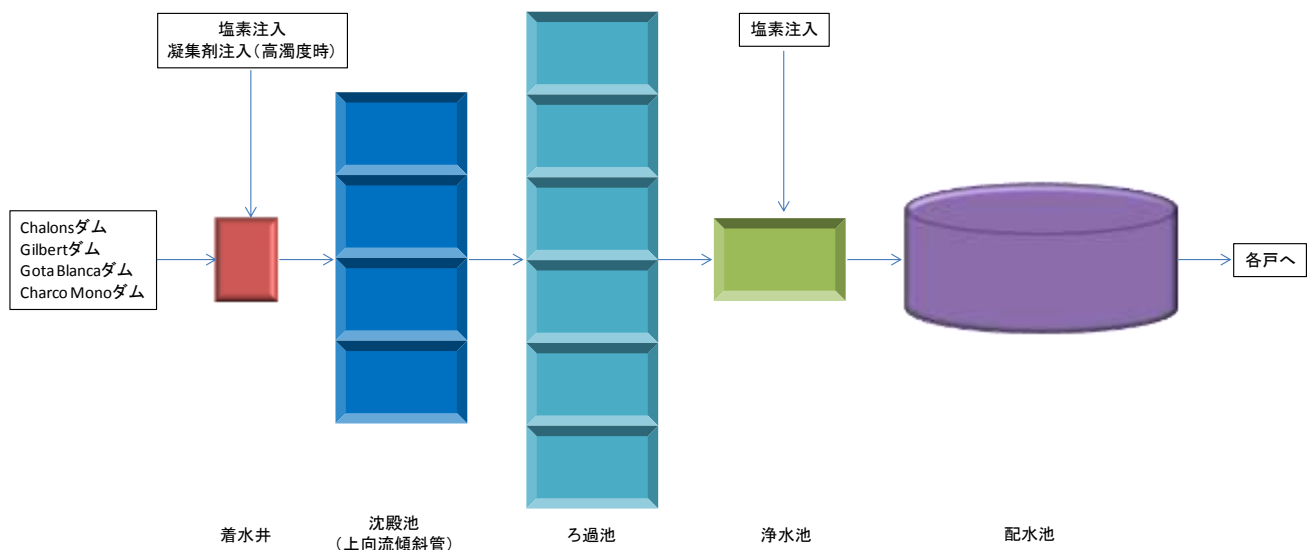


図-5 Quintero II 浄水場のシステム図

③ Parada浄水場

処理能力は300 L/s。1987年に建設されたキューバ式の浄水場である。原水の濁度が低い場合は、凝集剤を注入せずに処理を行っている。今後、450L/sまで処理できるように改修の計画がある。

処理工程は以下のフローであり、凝集剤は硫酸アルミニウムと消石灰が使用されている。

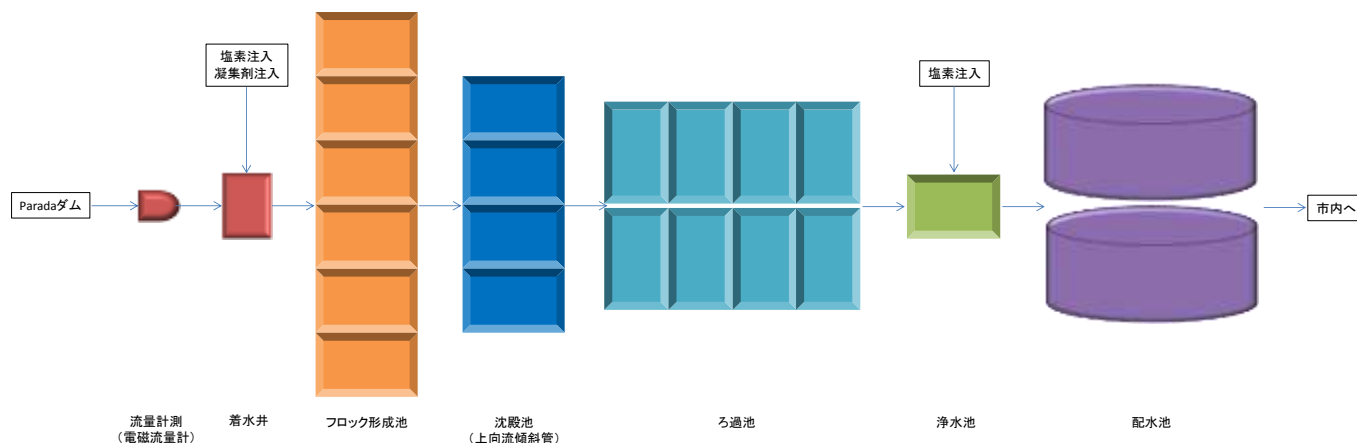


図-6 Parada浄水場のシステム図

4) 送・配水の状況

2010年にクウェートの借款で、市内の配水管の敷設替えを行っている。そのため、漏水など大きな問題は、現在のところ起きておらず、ヒアリングによると、漏水率は10%程度とのことである。配管延長距離は、約1,010kmで管の材質はHDPE管である。

また、各戸には水道メーターが既に設置されており、今後は、中国の援助で配水管への流量計設置を行いメーター検針および配水管理が行いやすいようにしていく計画である。

表-5 配水管の敷設延長

配水区域	送水管(km)	配水管(km)	合計(km)
Quintero	68.40	742.20	810.60
Parada	6.10	202.05	208.15
San Juan	17.74	67.12	84.86
合計	92.24	1,011.37	1,103.61

5) 水道料金体系

INRHの水道サービスは各戸給水で行われており、水道メーターも各戸に設置されている所もある。しかし、徴収金額は低く、今後の見直しが必要であると考え。ただ、社会主義国ということもあり、需要者に理解してもらうには、時間がかかると思える。

表-6 INRHの水道料金表

項目	基本料金		追加料金	
	使用水量	金額	使用水量	金額
家庭用	1m ³	1.00peso(約5円)	3m ³ ~9m ³	1m ³ あたり0.25peso
商業用	1m ³	1.55peso(約8円)	+標準	3.00peso

産業用	1m ³	1.55peso(約8円)	+標準	3.00peso
政府機関用	1m ³	1.55peso(約8円)	+標準	3.00peso

※) 1peso ≒ 5円

表-7 東京都の水道料金表(参考)

呼び径	基本料金	従量料金								
		1m ³ ～ 5m ³	6m ³ ～ 10m ³	11m ³ ～ 20m ³	21m ³ ～ 30m ³	31m ³ ～ 50m ³	51m ³ ～ 100m ³	101m ³ ～ 200m ³	201m ³ ～ 1,000m ³	1,001m ³ ～
		0円	1m ³ に つき	1m ³ に つき	1m ³ に つき	1m ³ に つき	1m ³ に つき	1m ³ に つき	1m ³ に つき	1m ³ に つき
13mm	860円									
20mm	1,170円									
25mm	1,460円		22円	128円	163円	202円	213円	298円	372円	404円

2.1 サンチャゴ・デ・キューバ市の飲料水供給における問題点

(1) サンチャゴ・デ・キューバ市全体の問題

1) 上水道施設全般の問題点

計画年次 年	人口 人	給水人口 人	給水率 %	給水原単位 L/人・日	水需要量 L/s	日最大給水量 L/s	時間最大給水量 L/s	生産可能水量 L/s	差分 L/s
2015	510,563	509,523	99.80	370	2,182	2,618	3,404	3,000	381.6
2022	528,072	528,072	100.00	370	2,261	2,714	3,528	3,000	286.3

・INRHによる給水率は、99.8%と整備されているが水源量が足りていないため、時間給水を強いられている。

・雨が降らなく表流水が減少し、地下水を利用するようになったが、地下水の過剰汲み上げの影響により、塩水の地下水侵入の問題が生じている。

・乾季においては、取水可能量が極端に少なくなる。

・人口増加率が0.4%と増加傾向にあり、観光地や工業地域であるため今後、水需要量が増える可能性がある。

2) 水源の問題点

・貯水池の可能貯水量は十分にあるものの、気候変動による影響により、既存給水システムでの常時給水は困難な状況であり、新たな水源開発が急務である。

・井戸は海岸から近く過剰揚水により、今後海水が地下水に浸入して塩分濃度が高くなる可能性がある。

3) 浄水の問題点

・ダムからの導水管に流量計がついていないため流量調整・管理ができていない。

・各浄水場ごとに水質試験を行っているが、いくつかの計器が故障しており、計測できていない。

4) 財政状況の問題点

・水道メーターは設置しているが、水道料金が低額である。

(2) 市外西部の海岸近傍エリア (Municipio de Guamá) の問題

1) 上水道施設全般の問題点

- ・上水道施設が無く、浄水の給水が必要である。

2) 水源の問題点

- ・淡水の水源が無い場合、海水を用いた淡水化プラント等での対応が必要である(一部建設中)。

3) 給水の問題

- ・市中心部から給水車で水を供給している。独自の水道施設がない。

3. 要望された計画

3.1 要望案件の概要

施設に関しては大きな問題はなく、水源の水量がないことが問題である。そのため、海に面しているサンチャゴ・デ・キューバ市としては、海水淡水化プラントの建設の計画を進めたいと考えている。また、水質管理に関して、高い意識があり、機材が不足していることもあり、いくつかの水質試験機材が欲しいとのサンチャゴ・デ・キューバINRHからの要望もあった。

家庭用メーターの改善をする予定でいるが、原水の流量管理をするための大口径の流量計を設置し、今後流量管理を行っていききたいとの要望もあった。

以下に、要望内容を記載する。

①500L/sの大型海水淡水化プラントの建設

②20L/s程度の小型海水淡水化プラントの建設(市外西部の海岸近傍エリア:Municipio de Guamá)

③水質検査機材の機材供与

④大型原水用流量計の機材供与

3.2 要請の課題・妥当性

大型の海水淡水化プラントの建設を計画しているが、日本の無償資金協力のポーションではなく、資金の援助を求めているため、海水淡水化プラントの案件化は難しいと考えられる。一方、小規模の海水淡水化プラントについては、無償資金協力による援助の可能性はある。しかし、淡水化プラントは電力を多く使用する点、膜の交換等の維持管理費用がかかる点、国内で膜の生産を行っていないため維持管理が難しい点等の課題・問題点が多くあるため、プロジェクトとして提案するのは難しいと考える。また、対象となる地域は市外西部の海岸近傍エリアであり、まずは、県都であるサンチャゴ・デ・キューバ市の給水状況の改善が急務と考える。

そのほかに、水質管理機材の供与や大型の水道メーターの機材供与の要望はあったが、この件に関しても無償資金協力規模のプロジェクトではなく、草の根等の援助等での対応が考えられる。

3.3 代替案の概要

上述の要望やサンチャゴ・デ・キューバ市の現状を踏まえて、以下の代替案を提案する。

水資源量の有効活用ができるように、サンチャゴ・デ・キューバ市の INRH の地下水保全技術の向上および上水道運営・維持管理能力が強化できるように指導する。現在は、流量計測設備の不備などにより、導水量や配水量が正確に把握ができていない状況である。こうした状況を改善するため、水源量が限られている中で、地下水保全技術および上水道運営方法の技術移転を行い、送配水管理技術が強化されるよう支援する。また、現在は、配管網の敷設替えを終えたばかりで、漏水は少ないが、INRH は漏水を見つけるための機材や技術は持っていないため、将来の配管の老朽化に備えて、漏水探知能力の強化も支援する。

表-8 配水管網管理強化プロジェクト

項 目	内 容
1) 上位目標	均等で安定的給水サービスの提供を図り、地域住民の生活環境の改善に寄与する。
2) プロジェクト目標	INRH の地下水保全能力および上水道事業の実施、維持管理に係る能力が強化される。
3) 期待される成果	【成果 1】 地下水保全技術が強化される。
	【成果 2】 水道施設データ・情報における管理能力が強化される。
	【成果 3】 配水管網管理の必要性および手法について理解する。
	【成果 4】 均等給水・無収水管理のための配水管理、操作に係る能力が強化される。
	【成果 5】 メーター検針、料金請求、顧客サービスに係る能力が強化される。
	【成果 6】 漏水探知に係る能力が強化される。

3.4 代替案の内容・規模・数量

本プロジェクトの指導内容を以下に示す。

表-9 技術協力内容

成果	活動の概要
【成果1】 地下水保全能力が強化される。	地下水のモニタリングが適切に実施される。
	地下水モデルが構築される。
	地下水涵養、塩水対策の技術が強化される。
【成果2】 水道施設データ・情報における管理能力が強化される。	既存配管に関する敷設情報のレビューを行う。
	配管更新計画のレビューを行う。
	GISデータの活用について研修を実施する。
【成果 3】 配水管網管理の必要性および手法につ	既存配水管網の状況および課題を分析する。
	配水管網管理のための準備作業に係る理論面での研修を実施する。

いて理解する。	配水網管理手法に係る理論面での研修を実施する。
	配水網整備のための計画づくりに係る研修を実施する。
	配水網管理技術全般に係る指針を作成する。
【成果 4】 均等給水・無収水管理のための配水管理、操作に係る能力が強化される。	既存配水網の水理状況(流量/水圧)のレビューを行う。
	均等給水に向けた流量/水圧のコントロールに係る研修を実施する。
	無収水管理に係る研修を実施する。
	無収水管理に係るOJTを実施する。
【成果 5】 メーター検針、料金請求、顧客サービスに係る能力が強化される。	無収水管理技術マニュアルを作成する。
	顧客管理データのレビューを行う。
	メーター検針に係る研修を実施する。
	料金請求に係る研修を実施する。
【成果 6】 漏水探知に係る能力が強化される。	メーター検針から料金請求に係るOJTを実施する。
	漏水探知手法に係る理論面での研修を実施する。
	漏水探知機材の使い方の研修を実施する。
	漏水探知に係るOJTを実施する。

4.技術協力としての妥当性

キューバは、近年の気候変動の影響で、降雨量が減少しており水源量確保に対する対策が急務である。そのような状況の中、キューバの東部地域の水問題が喫緊の問題であり、東部地域の中でもサンチャゴ・デ・キューバ市が最も問題となっている。同市は、キューバの第二の都市であり、観光業にも力を入れており、観光客を誘致する上で社会基盤の要である水道施設の整備は重要課題である。

そのため、INRHとしても、同市の上水道関連案件については、改善のための対応が必要と考えている。

一部地域を除いて、24時間給水ができておらず、8～25日に1度しか給水を受けていない状況でありタンクに溜めた水を用いて生活をしている。そのため、安定した水の供給を行うためには、地下水保全および上水道運営・維持管理技術の向上が必要である。

本プロジェクトの目的は、INRH給水サービスが住民に対して、安全で安定した給水を行うことで、下記の事業効果が見込まれており、計画の妥当性は高いと考えられる。

- ・給水量の拡大
- ・給水可能時間の拡大
- ・安全な飲料水の提供による水因性疾病など健康被害リスクの低減
- ・流量管理(無駄水の削減)

基礎指標

キューバ共和国

表－1 主要経済指標等

指標		2014年	1990年
人口(百万人)		11.38	10.60
出生時の平均余命(年)		79.39	74.64
GNI	総額(百万ドル)	－	28,034.94
	一人あたり(ドル)	5,880	2,650
経済成長率(%)		2.7(2013年)	-2.9
失業率(%)		3.2(2013年)	－
援助受取総額(支出純額百万ドル)		101.0(2013年)	51.81
面積(1000km2)注1)		109.89	
分類	D A C	高中所得国	
	世界銀行等	-/高中所得国	

注)1. 面積については“Surface Area”の値(湖沼等を含む)を示している。

出展:外務省国別データブック2015

表－2 ミレニアム開発目標(MDGs)代表的な指標

開発指標	最新年	1990年
目標1:1日1.25ドル未満で生活する人々の割合(%)	－	－
目標2:初等教育における純就学率(%)	96.4(2013)	92.3
目標3:初等教育における男子生徒に対する女子生徒の比率 (男子を1とした時の女子の人数)	0.99(2013)	0.96
目標4:5歳未満児の死亡数(1,000人あたり)	6.2(2013)	13.3
目標5:妊産婦の死亡数(出生児10万人あたり)	80(2013)	63
目標6:15～49歳のHIV感染率(100人あたりの年間新規感染者数の推定値)	0.02(2013)	－
目標7:改良飲料水源を継続して利用できる人口の割合(%)	94.9(2015)	89.5(1994)

出展:外務省国別データブック2015

表－3 乳幼児死亡率、5歳未満児死亡率、妊産婦死亡率、出生時平均余命の推移

指標	1990年	2000年	2010年	2015年
乳児死亡率(/1000出生)	11	7	5	4
5歳未満児死亡率(/1000人)	13	9	6	6
妊産婦死亡率(出生10万人 当り)	－	－	35 (2010-2015年報告値)	39 (2015年調整値)
出生時平均余命(年)	74	76	79	80

出展:世界子供白書2016年、2012年、2002年

対象サイト位置図



	
No.1 Gilbertダム 1967年に建設された、アースフィルダム。Quintero I・II 浄水場へ導水している。	No.2 Gilbertダム 29%の貯水量しか水がない。
	
No.3 Charco Monoダム 1936年に建設された、コンクリート式ダム。Quintero I・II 浄水場へ導水している。	No.4 Charco Monoダム 30%の貯水量しか水がない。
	
No.5 Chalonsダム 1906年に建設された、キューバで最も古いアースフィルダム。Quintero I・II 浄水場へ導水する予備のダム。	No.6 Chalonsダム 47%の貯水量しか水が無く、予備のダムとして使われている。



No.7 Quintero I・II 浄水場の着水井
Gilbert、Charco Mono、Gota Blanca、Chalónsダムから導水している。



No.8 Quintero I 浄水場
1963年に建設されたアメリカ式の浄水場。処理能力は、1,500L/s。



No.9 Quintero II 浄水場
1981年に建設されたフランス式(デグレモン)の浄水場。処理能力は、900L/s。



No.10 Paradaダム
1985年に建設されたアースフィルダム。Parada浄水場へ導水している。



No.11 Paradaダム
6%の貯水量しか水がない。



No.12 Parada浄水場
1987年に建設された、キューバ式の浄水場。処理能力は、300L/s。将来450L/sまで処理できるように拡張する計画。



No.13 Parada浄水場の水質試験室
水質試験室は、きれいに整理されているが、一部の機器が故障している。



No.14 San Juan井戸群
INRHで管理している井戸施設。塩素を注入して、配水している。



No.15 井戸水の給水車用水栓
給水車に水を入れるための施設。



No.16 JICA関係者との協議
所長、担当者、専門家との協議



No.17 INRH本部での協議
INRHとMINCEXの担当者との協議



No.18 サンチャゴ・デ・キューバ市INRH事務所での協議
プロジェクトについての協議

用語説明

略語	正式名称	邦訳
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
EAA	Empresa Acueducto Alcantarillado	上下水道公社
ECLAC	Economic Commission for Latin America and the Caribbean	国連ラテンアメリカ・カリブ経済委員会
E/N	Exchange of Note	交換公文
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GEARH	Grupo Empresarial de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos	水利公社
GEIPI	Grupo Empresarial de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería	土木コンサルティング公社
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
HDPE	High Density Polyethylene	高密度ポリエチレン
INRH	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos	国家水資源庁
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
MINCEX	Ministerio del Comercio Exterior y Inversión Extranjera	貿易・海外投資省
NGO	Non-Governmental Organizations	非政府組織
NTU	Nephelometric Turbidity Unit	濁度の単位
OJT	on-the-job training	実地訓練
ONEI	Oficina Nacional de Estadística e Información	国家統計局
pH	Power of Hydrogen	水素イオン指数
WHO	World Health Organization	世界保健機構

本 編

第1章 緒論

1.1 目的

(1) 調査の背景

キューバ共和国(以下「キューバ」と称する。)は、カリブ海に浮かぶ約 1,600 の島からなる国土面積 11 万 km²、人口 1,124 万人(2015 年、ONEI:Oficina Nacional de Estadística e Información)の島国である。キューバの 1 人あたり GDP は 6,920 ドル(2014 年国連ラテンアメリカ・カリブ経済委員会(ECLAC))でありカリブ地域で最大の国土と人口を有する、社会主義国家である。首都ハバナ市はキューバの北西沿岸のフロリダ海峡に接する地点に位置し、人口約 210 万人でカリブ海地域における最大の都市である。

水はキューバの最優先分野である「健康」と「教育」に直結した問題であり、国家水資源庁(以下、INRH: Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos)並びに貿易・海外投資省(MINCEX:Ministerio del Comercio Exterior y la Inversión Extranjera)としても優先度の非常に高い案件として認識している。INRHとしては、給水システムの改善および給水車や井戸設備のスペアパーツ等の資機材の調達を希望している。

INRH は水資源行政全般を担う機関であり、その傘下には土木コンサルティング公社(以下、GEIPI)や水利公社(以下、GEARH)等の独立公社が組織され、地下水開発と管理はそれぞれ GEIPI と GEARH、そして両公社の傘下のグループ組織が担っている。これらの機関は、地下水開発に関する調査、施設設計、モニタリング、および水使用に関する規制・管理を担っている。

キューバでは、水源不足と地下水の過剰汲み上げ、塩水の地下水浸入等の問題が生じており、安定した水資源の確保は、喫緊の課題となっている。特に、首都ハバナ地域では、JICA により、いち早く、地下水保全に係る技術協力プロジェクトが実施されている。他方、水源を表流水とする地域においても、住民の需要に見合う給水システムが確立されておらず、施設の老朽化もあいまって、水供給は、深刻な状況となっている。

今回の対象となるサンチャゴ・デ・キューバ市は、カリブ海に面したキューバの南東部の中心都市であり、港湾都市かつ工業都市である。サンチャゴ・デ・キューバ県の県都であり、人口51万人(2014年)キューバの第2の都市であるにも関わらず、水源不足のため8〜25日に1回の間欠給水を余儀なくされるなど、水源確保のための対策が急務となっている。

(2) 調査の目的

給水システムを改善することで、生活の質の向上が図られることにより地域の持続的発展の糧となり、キューバ全体の発展に寄与することを目的とする。また、実地調査により現状の詳細を把握し、最も効果のあるプロジェクトを指導することで、キューバ国政府における水道プロジェクト計画作成能力の向上を図り、案件形成に向けた取組を支援することを改善計画の目標とする。

1.2 工程・方法

(1) 全体調査行程

2017 年 1 月 29 日～2 月 15 日 (全 18 日間)(サンチャゴ・デ・キューバ市調査:2 月 1 日～2 月 4 日)
(詳細は資料-1 調査日程参照)

(2) 現地視察および調査対象機関

INRHを訪問しヒアリング、資料収集を行い、サンチャゴ・デ・キューバ市において既存水道施設の現状と利用状況、プロジェクト計画等の準備状況等に関する現地調査を行った。さらに、在キューバ日本国大使館、JICA関係者を訪問し当該国における協力方針について意見を交換した。

1.3 団員の構成

表 1.3.1 団員の構成

団員氏名	所属	専門科目
◎ 田中 秀明	(株)安藤・間 国際事業本部 土木部	業務主任 / 総括
山谷 裕幸	厚生労働省大臣官房国際課 国際保健・協力室長	業務監督
中山 貴史	厚生労働省大臣官房国際課 国際保健・協力室 国際協力専門官	副業務監督
竹田 大悟	北九州市上下水道局海外・広域事業部海外事業課 海外事業担当係長	専門アドバイザー
筒井 信之	(株)協和コンサルタンツ 国際事業部	給水施設計画
福田 昌孝	(株)安藤・間 国際事業本部 中南米営業所	現地調整
木下 献一	(株)安藤・間 国際事業本部 土木営業部	水道施設計画

注)◎:団長

第2章 対象案件の現状把握に関する事項

2.1 対象国の給水事業・問題点

2.1.1 水道分野の現状（国レベル）

キューバは、人口1,124万人(2015年 ONEI)、面積11万km²の島国でありカリブ地域で最大の国土と人口を持った、社会主義国家である。

2002年以降干ばつが顕在化し、また地下水の過剰揚水や近年の気候変動に伴う海面上昇による地下帯水層への塩水侵入被害が確認されており、給水事情の悪化はキューバにとって喫緊の課題となっている。環境分野への予算措置も近年は増加しており、その中でも水資源に関する割合が多くなっている。

世界保健機構(WHO-JMP, 2015年)が集計したキューバにおける上水道サービスの普及率は2015年の時点では、水道への接続を有する割合は都市部83%、地方部59%となっており、改善された水源へのアクセス率は都市部94%、地方部76%となっている。1995年時点に比べてそれぞれ2%(都市部)、14%(地方部)の増加となっている。

表2.1.1 キューバの水道の普及率

	水道普及率(アクセス率)		
	都市部	地方部	全国
1995年	78(94)	43(76)	90
2000年	80(95)	45(77)	91
2005年	81(95)	50(81)	92
2010年	82(96)	56(86)	94
2015年	83(96)	59(90)	95

出展：WHO-JMP, 2015より

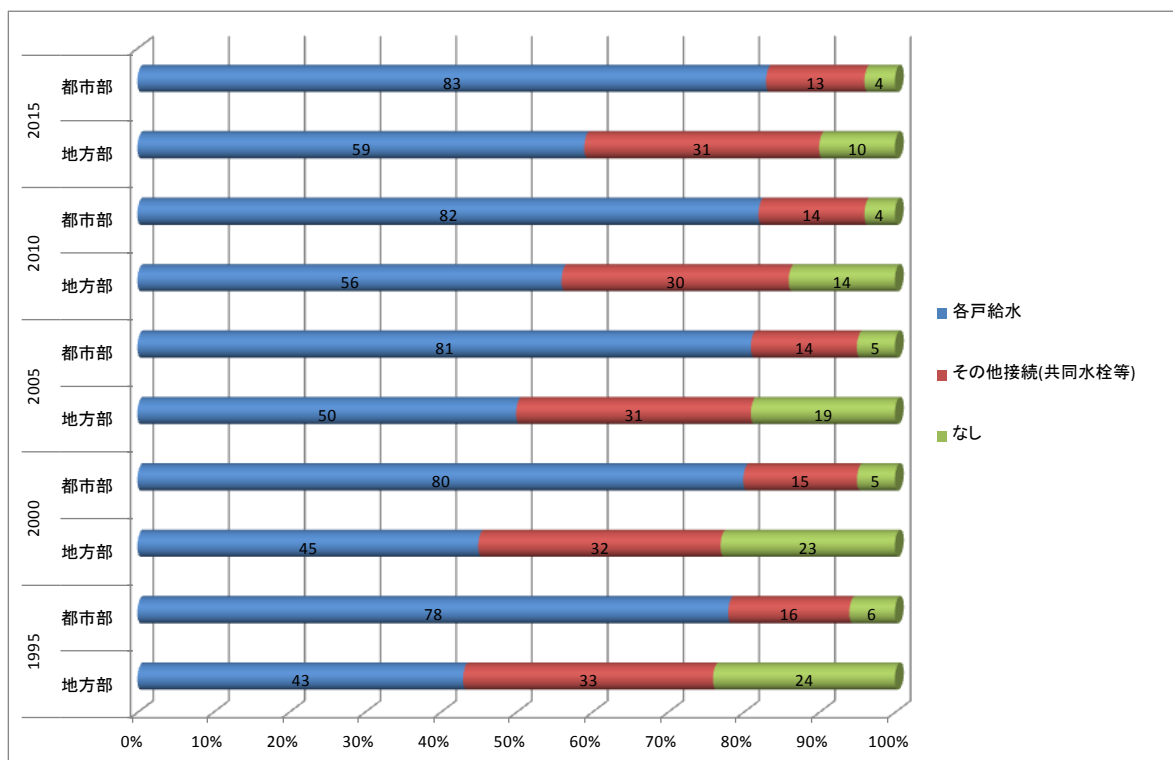


図2.1.1 都市部および地方部における水道普及率の推移（1995年～2015年）

INRHの資料によると、2017年1月現在の全国の改善された水源へのアクセス率は95%であるが、その内訳は、各戸給水できる割合が73.8%であり、公共サービス(給水車等)は7.2%、イージーアクセス(住居から300m以内で給水できる)は14.0%となっている。しかし、安定した給水が行われているわけではなく、数日に1回程度の給水しか行われていない。首都のハバナでさえ週に3日程度給水がストップするところがある。こうした間欠給水は、配水管網に負圧を生じる可能性があり、水道水汚染の一因となり得ることから、住民の利便性だけでなく、安全な水の供給の観点からも好ましくない。

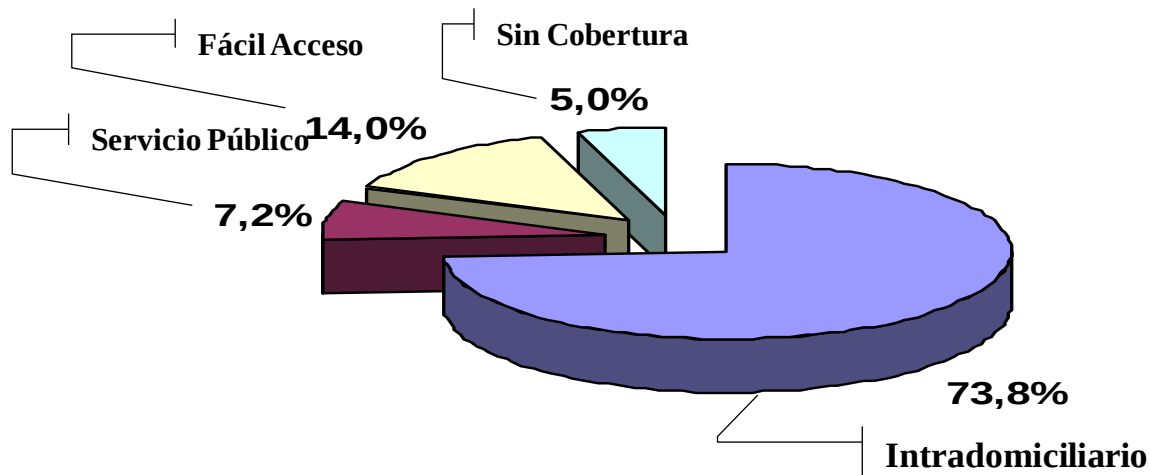


図2.1.2 キューバ国の水道普及率の状況(INRH資料による)

2.1.2 水道事業における問題点（国レベル）

キューバの水資源開発、利用、維持管理、調査については INRH が政策決定機関としての役割を担っている。実質的な業務は、INRH 傘下に配置されている各公社が全国レベルで展開している。

地方都市における水道施設の運営管理は、INRHの地方事務局が担っている。多くの地方都市では老朽化した施設の改善や改修が進んでいない状況であり、更新していかなければならない事は把握しているが、実施するためには、多くの時間と資金が必要であるため、手が付けられず遅れている状況である。

キューバの水道事業における問題点を表2.1.2に整理した。

表2.1.2 水道事業における問題点

区分	問 題 点	問題の大きさ			説 明
		小	中	大	
制度・組織	水道事業の制度的位置づけが明確でない。	○			
	自助努力の意思が感じられない。	○			
	整備を進めるための組織が整っていない。	○			
	整備量に比べて技術者数が足りない。	○			

区分	問 題 点	問題の大きさ			説 明
		小	中	大	
計画・調整	上位計画(マスタープランなど)が整っていない。	○			
	援助国／国際機関の間の調整ができていない。	○			
	水道施設間のバランス(水量的、進捗度等)が取れていない。			○	県によっては、整備が遅れている所があり、格差が生じている。
	関連分野(水資源、下水、都市計画等)とのバランスが悪い。		○		下水道に関する社会基盤の整備が遅れている。
経営・財務	整備すべき事業量に比べて資金が足りない。			○	気候変動の影響により水不足が深刻になっているが、給水施設拡張や新規水源開発等に必要な資金が慢性的に不足している。
	料金徴収体制・政策が整っていない。			○	水道メーターが未整備であり、使用量に見合った料金徴収体制が整っていない。また、メーターが設置されていても、料金設定が安価である。
	独立採算性を維持できない。			○	独立採算性を取るようなシステムではない
	修繕費が確保されていない。			○	
	薬品購入費が確保されていない。	○			
保守・管理	保守管理基準が整備されていない。	○			
	適切な施設の保守が行われていない。	○			
	維持管理の量に比べて技術者数が足りない。	○			
技術	設計基準が整備されていない。	○			
	適用技術が適切でない。	○			
	整備レベルに比べて技術者レベルが適切でない。	○			
	維持管理レベルに比べて技術者レベルが適切でない。	○			
その他	降雨量の減少による水源不足			○	年間降水量が減少しており、水源の貯水量不足となっている。
	資機材の不足			○	水質試験機材等が不足や故障しており、日常の水質試験を行っているが、十分ではない。

2.1.3 衛生関連並びに水系感染症に関する問題点（国レベル）

水系感染症に関連するデータを下表にまとめる。下痢については、減少しているが、肝炎に関しては減少傾向にはあるものの、2015年は増加している。

表2.1.3 水系感染症の発生数

	2013年			2014年			2015年		
	下痢	チフス	肝炎	下痢	チフス	肝炎	下痢	チフス	肝炎
全国	625,936	-	471	447,231	-	396	386,507	1	433

(出典: ONEI_ANUARIO ESTADISTICO Santiago de Cubaより作成)

2.1.4 サンチャゴ・デ・キューバ市の水道事業の現状

本計画作成指導事業の対象都市の水道事業の基礎指標は表2.1.4に示す通りである。

表2.1.4 対象都市の水道サービス指標 (INRH、2016年)

県名	都市名	人口 (人)	給水人口 (人)	水道普及率 (%)	給水面積 (km ²)	水道施設 管理者
サンチャゴ・デ・ キューバ県	サンチャゴ・デ・ キューバ市	510,563	509,523	99.8%	141.51km ²	INRH

サンチャゴ・デ・キューバ市の水道は、5つの水源と2ヶ所/3施設の浄水場と井戸施設群からなっている。いずれの浄水場も正常に稼働しており、かつメンテナンスもできている。しかし、近年は、降雨量が減少しており水源の水量が必要水量分貯水できていないことから、現在は浄水処理能力の半分の水量しか浄水を配水できておらず、8～25日に1回の間欠給水を余儀なくされている。先にも述べたとおり、間欠給水は水道水汚染の一因となり得る。また、多くの住民は、断水に備えてタンクに水道水を貯留しているが、貯留中に雨水が混入したり、塩素による消毒効果が消失するなど、安全面で多くの問題を抱えている。加えて、貯水タンクを持たない人々は、水道へのアクセスが制限されるなど、需要者の間の格差も生じていると考えられる。また、表流水の不足を補うため水源の20%は地下水を利用しているが、過剰汲み上げにより徐々に塩水化が進行しており、今後井戸を廃棄するところも出てくると考えられる。

市内の配管網は、2010年に敷設替えしており、無収水量(漏水率)は10%程度と比較的良好である。また、各戸には水道メーターが付けられている状況である。給水率がほぼ100%であり、メーターも設置されているが、水源量が足りていないことから、24時間給水ができていない状況である。

1) 上水道施設全般の概要

サンチャゴ・デ・キューバ県サンチャゴ・デ・キューバ市は、水源の80%を表流水に頼っており、以下の2ヶ所の浄水場を通じて市民に浄水を供給している。残りの20%は市内にある井戸群から給水を行っている。

サンチャゴ・デ・キューバ市の水道は、Quintero浄水場エリア、Parada浄水場エリア、Sun Juan群井戸エリアの3つの給水エリアに分かれている(図2.1.2参照)。

サンチャゴ・デ・キューバ市の水道システムの構成を図2.1.3に示す。



図2.1.2 サンチャゴ・デ・キューバ市全域と給水区域

表2.1.5 INRHによる給水区域ごとの給水状況と水源

給水区域	給水エリア面積	給水人口	配管網	水源
	ha	人	Km	
Quintero	8,374.85	419,455	742.20	Chalóns, Gilbert, Gota Blanca, Charco mono 貯水池
Parada	1,925.01	34,349	67.12	Parada 貯水池 Gilbert からのバイパス管建設中
San Juan	3,850.70	55,719	202.05	井戸
合計	14,150.56	509,523	1,011.37	

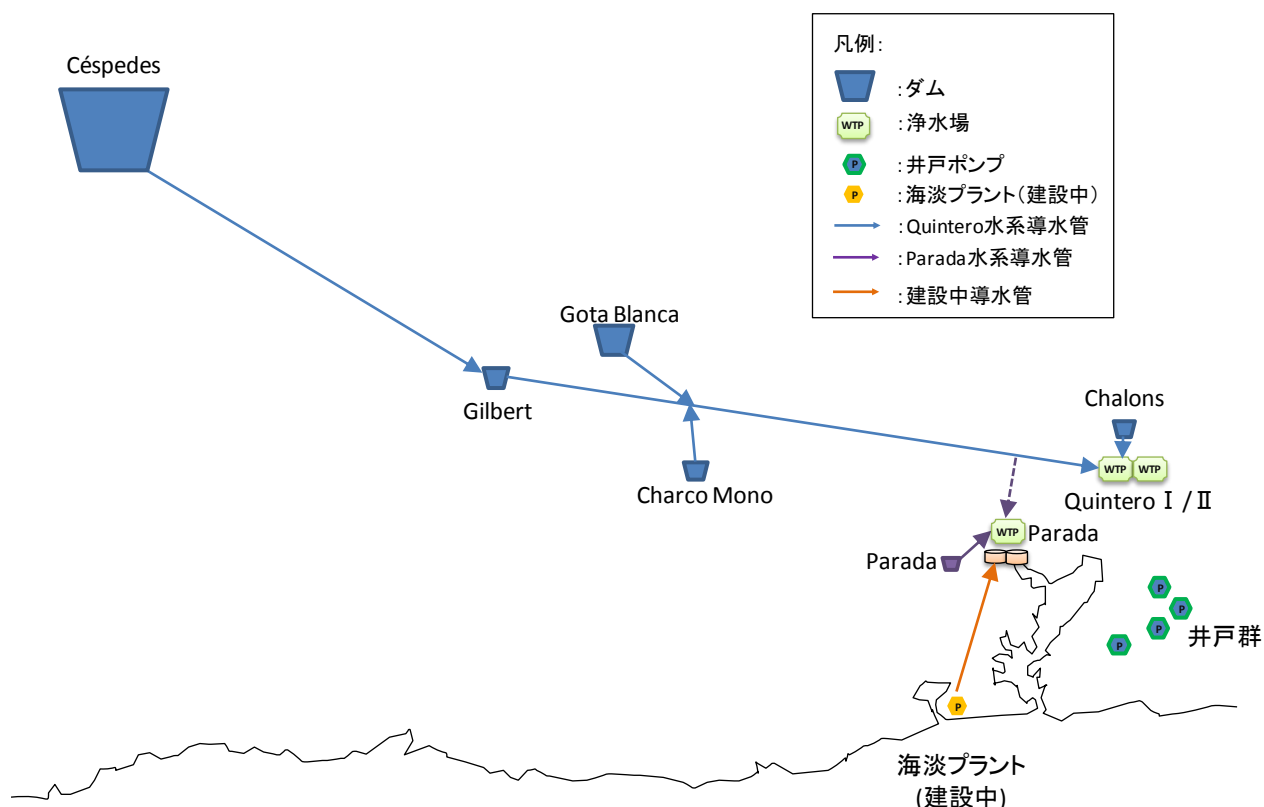


図 2.1.3 サンチャゴ・デ・キューバ市の既存水道システムの構成

2) 水源および導水の状況

表流水はダムに貯水し、管路を通じて各浄水場へ導水されている。管材は、HDPE管（高密度ポリエチレン管）が用いられている。また、ダム間を連結した、バックアップの体制も整備されている。

① Chalónsダム

1906年に建設された、キューバで最も古いアースフィルダムである。貯水能力は95万 m^3 であり、調査時点（2017年2月）では47%の貯水量となっている。Quintero浄水場の予備水源として使用している。

② Gilbertダム

1967年に建設された、アース式ダムである。貯水能力は5,967万 m^3 であり、調査時点（2017年2月）では29%の貯水量となっている。Φ800mmのHDPE管でQuintero浄水場へ自然流下で送水を行っている。上流に位置するCéspedesダムからも水が供給されている。

③ Gota Blancaダム

Gilbertダムの北東に位置し、ポンプ圧送によりQuintero浄水場へ送水している。

④ Charco monoダム

1936年に建設された、コンクリート式ダムである。貯水能力は455.5万 m^3 であり、調査時点（2017年2月）では30%の貯水量となっている。Φ800mmのHDPE管でQuintero浄水場へ自然流下で送水を行っている。

⑤ Paradaダム

1985年に建設された、アース式ダムである。貯水能力は3,420万 m^3 であり、調査時点（2017年2月）では6%の貯水量となっている。Φ600mmのHDPE管でParada浄水場へポンプで送水を行っている。

表2.1.6 サンチャゴ・デ・キューバ市の表流水の水源(調査日:2017年2月)

ダム名称	形式	貯水量 (hm ³)	取水量 (hm ³)	標高 (m)	建設年	導水方式	導水先
Chalóns ダム	フィルダム	0.950	0.445	82	1906	ポンプ	Quintero I, II 浄水場
Gilbert ダム	フィルダム	59.670	17.886	196	1967	自然流下	Quintero I, II 浄水場
Gota Blanca ダム	フィルダム	83.600	18.211	160	1914	ポンプ	Quintero I, II 浄水場
Charco Mono ダム	コンクリートダム	4.555	1.364	204	1936	自然流下	Quintero I, II 浄水場
Parada ダム	フィルダム	34.200	2.330	49	1985	ポンプ	Parada 浄水場
合計		182.975	40.236				

水源の貯水能力は、現状のINRH給水地域の人口に給水するのに十分な水量を確保できるものと考えられる。しかし、乾季になると水源量が40%程度まで減少することがある。そのため、水不足で悩まされている。

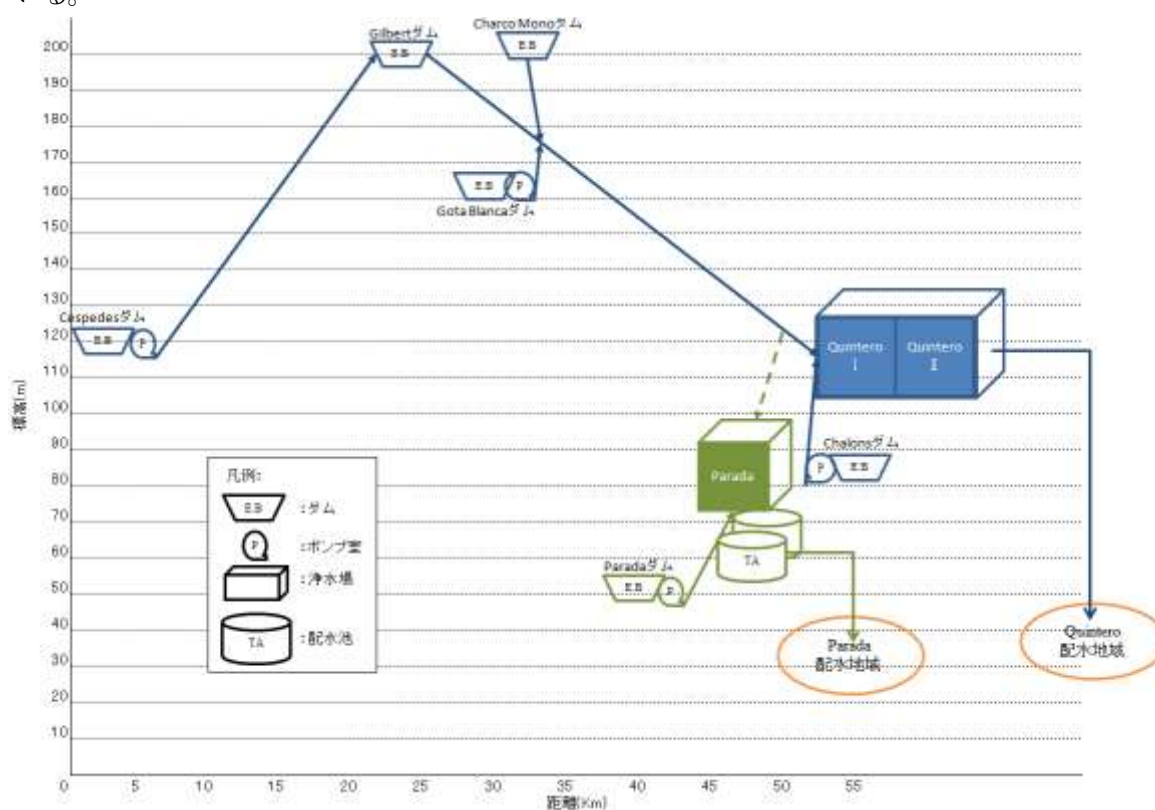


図2.1.4 既存の浄水システム高低図

⑥ San Juan井戸群

INRHが管理している井戸は4井戸群がある。計画取水量は300L/sとされている。運転は概ね良好になされているが、一部地域は、塩水化が進んで来ており、近い将来井戸を廃棄することになる。塩素はすべての井戸で注入されている。新たに井戸を掘る等の計画はなく、不足分はQuintero浄水場からの水で補う計画となっている。

3) 浄水の状況

サンチャゴ・デ・キューバ市の水道では、5つのダムの原水进行处理する浄水施設として以下の3施設がある。3施設とも、機器の故障等は少しあるものの、処理に大きく影響しておらず問題なく稼働している。

表2.1.8 浄水施設状況

施設名	建設時期	最大処理能力	稼働状況
Quintero I	1963	1,500L/s	現在稼働しているが、水量不足で436L/sしか処理していない。
Quintero II	1981	900L/s	現在稼働しているが、水量不足で714L/sしか処理していない。
Parada	1987	300L/s	稼働中。
合計		2,700L/s	

① Quintero I 浄水場

処理能力は1,500L/s。1963年に建設されたアメリカ式の浄水場である。原水の濁度が低い場合は、凝集剤を注入せずに処理を行っている。ろ過池の洗浄は、原水の濁度が低い時は1日1回も行わないこともあるが、濁度が高い時は、1日2回程度行う等のろ過管理を行っている。

処理工程は以下のフローであり、凝集剤は硫酸アルミニウムが使用されている。

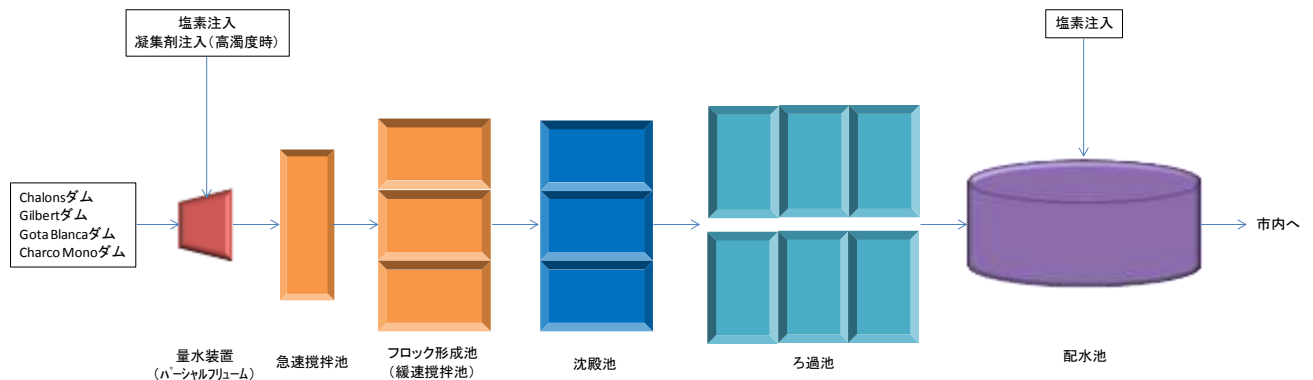


図2.1.5 Quintero I 浄水場のシステム図

② Quintero II 浄水場

処理能力は900 L/s。1981年に建設されたフランス式(デグレモン)の浄水場である。原水の濁度が低い場合は、凝集剤を注入せずに処理を行っている。

処理工程は以下のフローであり、凝集剤は硫酸アルミニウムが使用されている。

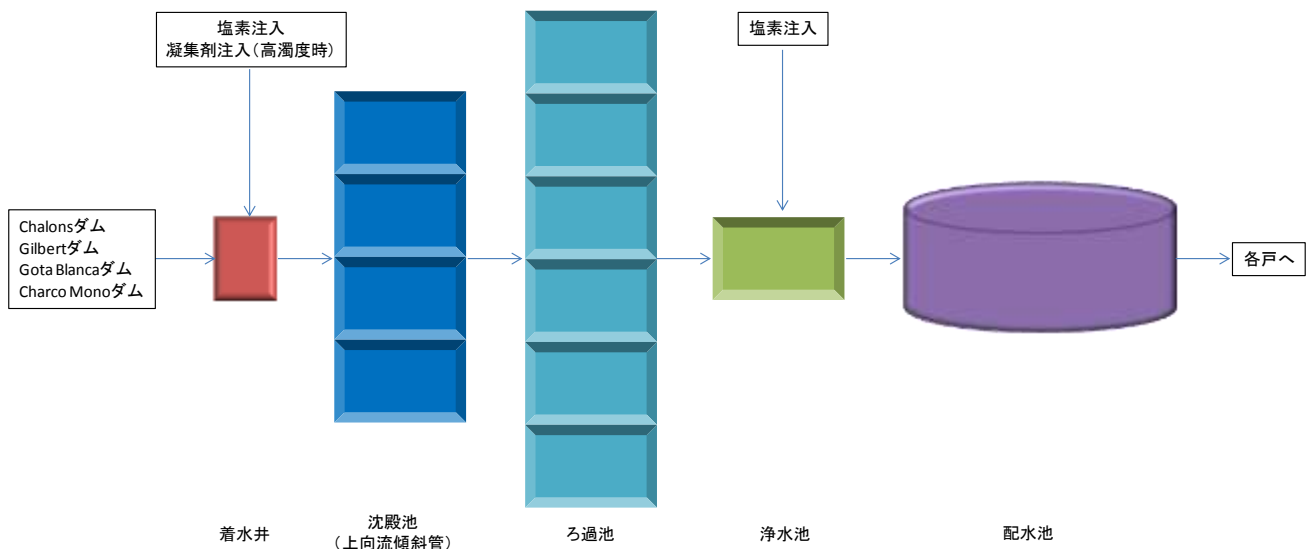


図2.1.6 Quintero II 浄水場のシステム図

③ Parada浄水場

処理能力は300 L/s。1987年に建設されたキューバ式の浄水場である。原水の濁度が低い場合は、凝集剤を注入せずに処理を行っている。今後、450L/sまで処理できるように改修の計画がある。

処理工程は以下のフローであり、凝集剤は硫酸アルミニウムと消石灰が使用されている。

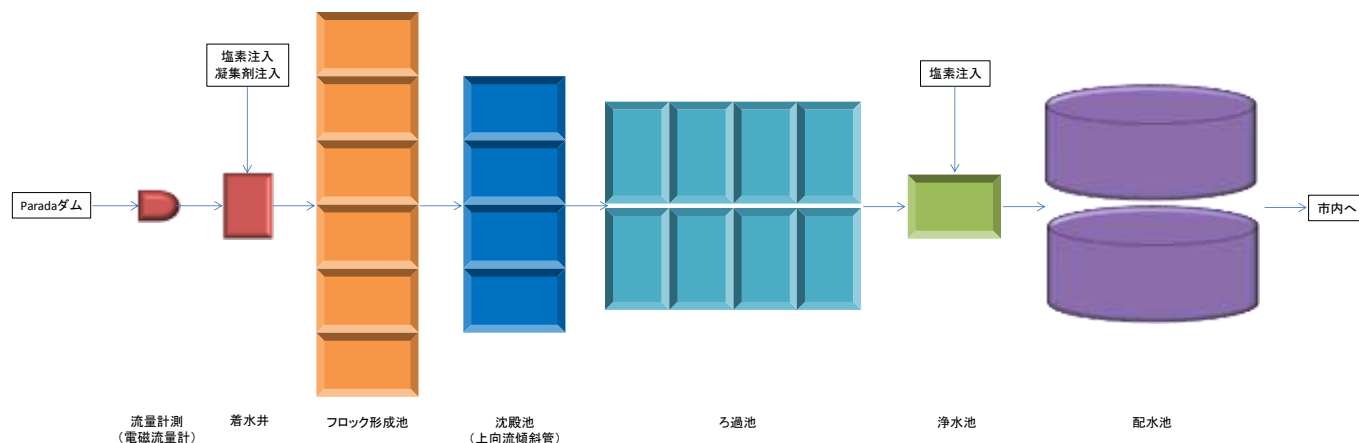


図2.1.7 Parada浄水場のシステム図

4) 送・配水の状況

2010年にクウェートの借款で、市内の配水管の敷設替えを行っている。そのため、漏水など大きな問題は、現在のところ起きておらず、ヒアリングによると、漏水率は10%程度とのことである。配管延長距離は、約1,010kmで管の材質はHDPE管である。

また、各戸には水道メーターが既に設置されており、今後は、中国の援助で配水管への流量計設置を行いメーター検針および配水管管理が行いやすいようにしていく計画である。

表2.1.8 配水管の敷設延長

配水区域	送水管(km)	配水管(km)	合計(km)
Quintero	68.40	742.20	810.60
Parada	6.10	202.05	208.15
San Juan	17.74	67.12	84.86
合計	92.24	1,011.37	1,103.61

5) 水道料金体系

INRHの水道サービスは各戸給水で行われており、水道メーターも各戸に設置されている。しかし、徴収金額は低く、今後の見直しが必要であると考ええる。ただ、社会主義国ということもあり、需要者に理解してもらうには、時間がかかると考える。

表2.1.9 INRHの水道料金表

項目	基本料金		追加料金	
	使用水量	金額	使用水量	金額
家庭用	1m ³	1.00peso(約5円)	3m ³ ~9m ³	1m ³ あたり0.25peso
商業用	1m ³	1.55peso(約8円)	+標準	3.00peso

産業用	1m ³	1.55peso(約8円)	+標準	3.00peso
政府機関用	1m ³	1.55peso(約8円)	+標準	3.00peso

※) 1peso ≒ 5円

表2.1.10 東京都の水道料金表(参考)

呼び径	基本料金	従量料金								
		1m ³ ～ 5m ³	6m ³ ～ 10m ³	11m ³ ～ 20m ³	21m ³ ～ 30m ³	31m ³ ～ 50m ³	51m ³ ～ 100m ³	101m ³ ～ 200m ³	201m ³ ～ 1,000m ³	1,001m ³ ～
		0円	1m ³ に つき	1m ³ に つき	1m ³ に つき	1m ³ に つき	1m ³ に つき	1m ³ に つき	1m ³ に つき	1m ³ に つき
13mm	860円									
20mm	1,170円									
25mm	1,460円									

2.1.5 サンチャゴ・デ・キューバ市の飲料水供給における問題点

(1) サンチャゴ・デ・キューバ市全体の問題

1) 上水道施設全般の問題点

計画年次	人口	給水人口	給水率	給水原単位	水需要量	日最大給水量	時間最大給水量	生産可能水量	差分
年	人	人	%	L/人・日	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s
2015	510,563	509,523	99.80	370	2,182	2,618	3,404	3,000	381.6
2022	528,072	528,072	100.00	370	2,261	2,714	3,528	3,000	286.3

・INRHによる給水率は、99.8%と整備されているが水源量が足りていないため、時間給水を強いられている。

・雨が降らなく表流水が減少し、地下水を利用するようになったが、地下水の過剰汲み上げの影響により、塩水の地下水侵入の問題が生じている。

・乾季においては、取水可能量が極端に少なくなる。

・人口増加率が0.4%と増加傾向にあり、観光地や工業地域であるため今後、水需要量が増える可能性がある。

2) 水源の問題点

・貯水池の可能貯水量は十分にあるものの、気候変動による影響により、既存給水システムでの常時給水は困難な状況であり、新たな水源開発が急務である。

・井戸は海岸から近く過剰揚水により、今後海水が地下水に浸入して塩分濃度が高くなる可能性がある。

3) 浄水の問題点

・ダムからの導水管に流量計がついていないため流量調整・管理ができていない。

・各浄水場ごとに水質試験を行っているが、いくつかの計器が故障しており、計測できていない。

4) 財政状況の問題点

・水道メーターは設置しているが、水道料金が低額である。

(2) 市外西部の海岸近傍エリア (Municipio de Guamá) の問題

1) 上水道施設全般の問題点

・上水道施設が無く、浄水の給水が必要である。

2) 水源の問題点

・淡水の水源が無い、海水を用いた淡水化プラント等での対応が必要である(一部建設中)。

3) 給水の問題

・市中心部から給水車で水を供給している。独自の水道施設がない。

2.1.6 衛生関連並びに水系感染症に関する問題点 (サンチャゴ・デ・キューバ市)

(1) 水系感染症の発生状況

下表に水系感染症のデータを示す。

表2.1.11 サンチャゴ・デ・キューバ市における水系感染症(ONEI 2016年データ)

	2013年		2014年		2015年	
	下痢	肝炎	下痢	肝炎	下痢	肝炎
サンチャゴ・デ・キューバ県	77,918	52	44,018	38	55,382	56

(2) 水質分析の結果

INRHの試験場で検査した結果を表2.1.12に示す。検体の採取場所は、既存水源であるGilbertダム、Gota Blancaダム、Charco Monoダム、Chalonsダム、Paradaダム、Quintero浄水場、Parada浄水場である。また、San Juan井戸群の水質試験結果も記載する。

Charco Monoダムの濁度が少し高いが、浄水場で処理できるため特に問題ないとする。Gota Blancaダムの大腸菌群と耐熱性大腸菌の数値が高いため、注意が必要であるが、現在のところ浄水場で基準値以下まで下げられているので、取水停止等までする必要はないが、ダムの浄化等を行った方がよいとする。その他のダムに関しては、基準値以内であるため、大きな問題はないと判断できる。

井戸の水に関しては、Santa Rosa井戸の大腸菌群の数値が高いため、塩素処理が問題なくされているか調査が必要である。

表2.1.12 水質分析結果

採水場所	キューバ国水質基準 NORMA CUBANA		Gilbertダム	Charco Monoダ ム	Gota Blanca ダム	Chalonsダム	Paradaダム
水質項目	単位	値					
濁度	NTU	10	6.21	31.00	3.20	7.34	—
pH		6.5-8.5	8.46	7.93	8.06	7.82	7.90
硬度	mg CaCO ₃ /L		410.00	180.00	220.00	200.00	400.00
重炭素	mg/L		134.20	152.50	225.70	256.00	171.00
炭素	mg/L		30.00	0.00	0.00	0.00	0.00
カルシウムイオン	mg/L	200	100.00	60.00	56.00	48.00	84.00
マグネシウムイオン	mg/L	150	38.40	7.20	19.20	19.00	46.00
ナトリウムイオン	mg/L		50.10	11.20	25.00	37.10	52.30
カリウムイオン	mg/L		5.30	2.10	2.70	6.20	6.60
塩素イオン	mg/L	250	56.70	14.10	38.90	35.00	50.00
硝酸	mg/L	45	3.10	5.50	—	3.70	≤2.5
COD	mg/L		58.00	67.00	45.00	62.00	58.00
BOD	mg/L	4	—	—	13.00	19.00	18.00
大腸菌群	NMP/100 mL	1000	39.00	33.00	≥1600	24.00	≤1.8
耐熱性大腸菌	NMP/100 mL	200	17.00	26.00	≥1600	14.00	≤1.8
採水場所	飲料水水質基準		San Juan 井戸	Huerto Escolar 井戸	Campo de Tiro 井戸	Santa Rosa 井戸	
水質項目	単位	値					
濁度	NTU	5	0.76	0.53	0.20	0.51	
pH		6.5-8.5	8.40	8.14	7.47	7.79	
硬度	mg CaCO ₃ /L		500.00	379.00	330.00	520.00	
重炭素	mg/L		494.10	390.40	475.80	396.50	
炭素	mg/L		12.00	0.00	0.00	0.00	
カルシウムイオン	mg/L	200	108.00	76.00	108.00	96.00	
マグネシウムイオン	mg/L	150	55.20	43.20	14.40	67.20	
ナトリウムイオン	mg/L	200	67.10	93.20	69.00	69.00	
カリウムイオン	mg/L		1.40	1.70	1.60	2.40	
塩素イオン	mg/L	250	88.60	85.00	124.00	212.70	
硝酸	mg/L	45	13.60	12.40	12.40	4.90	
COD	mg/L		—	—	—	—	
BOD	mg/L		—	—	—	—	
大腸菌群	NMP/100 mL	<2	≤1.8	≤1.8	≤1.8	6.100	
耐熱性大腸菌	NMP/100 mL	<2	≤1.8	≤1.8	≤1.8	2.00	

2.2 関連する計画

2.2.1 開発計画の概要

キューバには、国家開発計画および各省庁の開発計画が存在するものの、それらは非公開であり、内容が不明であるため、各種上位計画と本計画との整合性は確認できない。ただし、キューバ政府に確認したところ、水分野は、最新の国家計画の中で食糧、交通、住宅等と並び国家政策として高い優先順位が与えられており、キューバの計画経済を統括している経済計画省も、水資源分野に関して同様の高い優先順位を与えている。

2.2.2 対象案件の上位計画・関連計画

本プロジェクトは、キューバ政府が特に問題であると考えている、東部地域の水問題の改善計画につながることから、国の政策の方向性とも合致している。

INRHは、住民の生活レベルを維持しつつ、現在の水環境を保全することは、持続的な国の発展に資すると考えている。

2.2.3 対象案件に対する相手国側の緊急性・優先度

キューバは、近年の気候変動の影響で、降雨量が減少しており水源量確保に対する対策が急務である。そのような状況の中、キューバの東部地域の水問題が喫緊の問題であり、東部地域の中でもサンチャゴ・デ・キューバ市が最も問題となっている。そのため、INRHとしても、同市の上水道関連案件については、改善すべき案件として優先度が高いと考えている。

2.2.4 その他の関連する分野情報

中国の支援による、水道メーターの整備が行われる計画となっている。水源が限られている中で、送配水管理を行い、水の無駄を減らそうとしており、その技術を高める必要がある。

2.3 担当官庁と実施機関

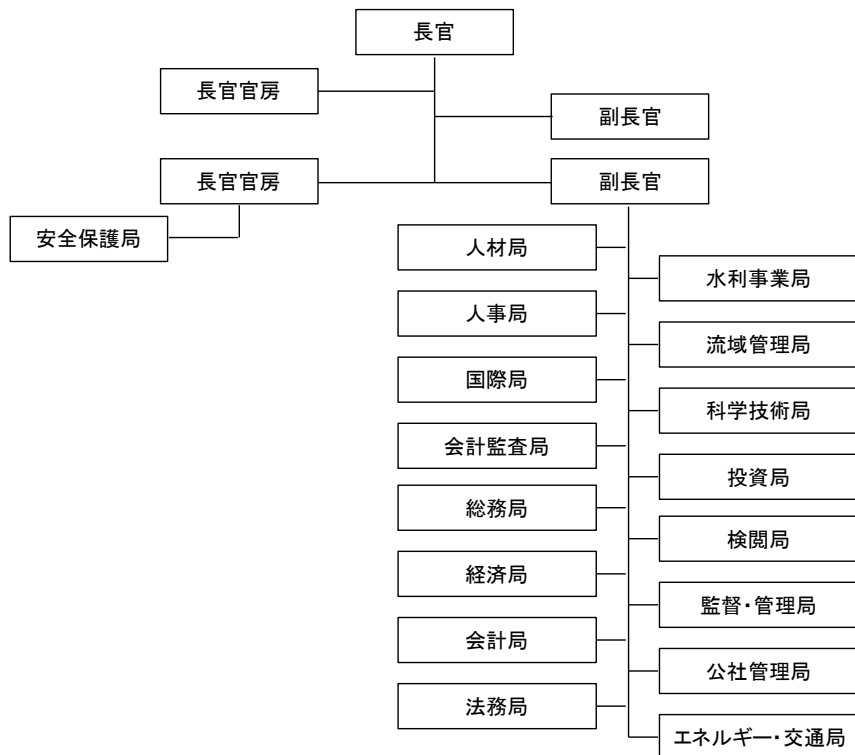
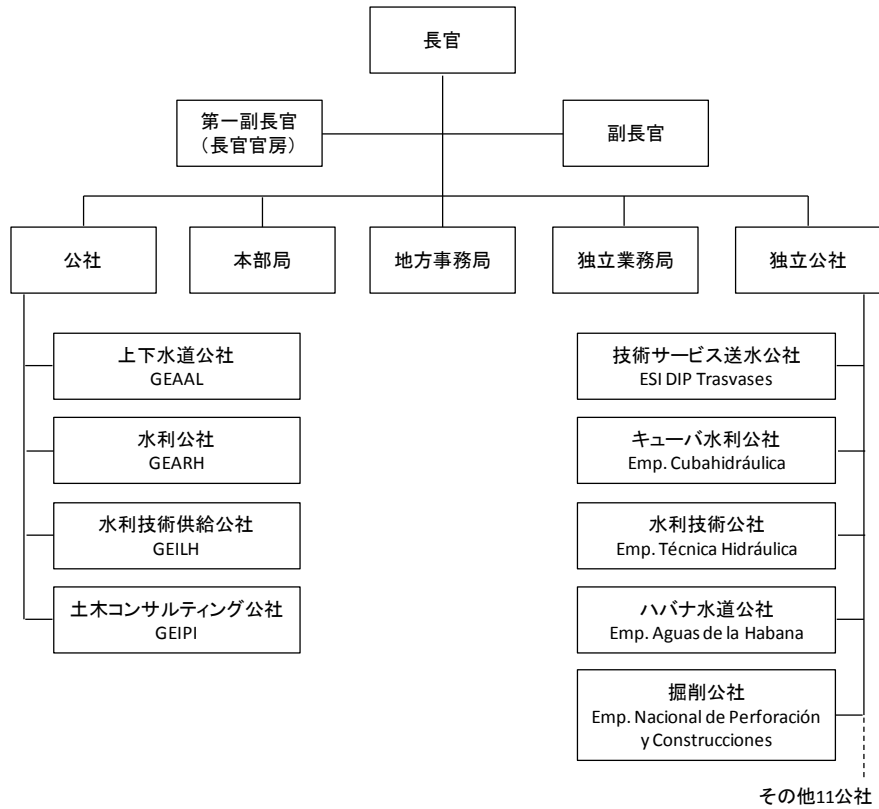
2.3.1 関連官庁

経済協力案件の要請段階の意向にはMINCEXが関係し、実際の要請書の取りまとめや他機関との調整を行う。

2.3.2 実施機関の組織

(1) INRH

本案件の実施機関は INRH である。INRH は、キューバにおける水資源開発、利用、維持管理、調査について政策決定機関としての役割を担っている。一方、同省庁傘下に配置されている各公社が実質的な業務を全国レベルで展開している。INRH の組織は図 2.3.1 のとおりであり、傘下の公社を含めて職員は約 34,000 名を擁する。



(2) サンチャゴ・デ・キューバ市

サンチャゴ・デ・キューバ市の水道は、INRHが計画や維持管理等の管理を行っており、実際の活動は、EAA(Emp. Acueducto Alcantarillado) Aguas Santiagoが行っている。

2.3.3 実施機関の業務

INRHはキューバ水関係の計画策定や政策の決定を担っている。主な役割は以下の通りである。

- ・利用できる水の合理的で生産的な消費
- ・既存基盤の効率的利用
- ・水質に関連する危機管理
- ・気候変動に関連する危機管理

2.4 我が国による協力の経過

2.4.1 資金協力の経過

我が国とキューバは、1929年に外交関係を樹立して以来、安定的な二国間関係を継続している。技術協力については、2007年から技術協力プロジェクトが開始され、2009年には技術協力協定が署名されている。

現在のところ、キューバへの円借款の援助実績はない。援助実績としては、2014年度までに無償資金協力として23.99億円、技術協力として58.69億円の援助実績がある。

我が国がキューバに対して実施した上水道セクターにおける実績としては、表2.4.2に示す技術協力案件があげられる。

表2.4.1 我が国の資金協力プロジェクトの実績

(単位:億円)

年度	有償資金協力		無償資金協力		技術協力	
	件 名	金額	件 名	金額	件 名	金額
2004	なし		キューバ国立芸術学院に対する視聴覚機材供与	0.38	研修員受入(61人) 専門家派遣(16人)	
			草の根・人間の安全保障無償(1件)	0.09	調査団派遣(53人) 機材供与(3.49百万円) 留学生受入(12人)	
			2004年度計	0.47	2004年度計	5.45
2005	なし		草の根・人間の安全保障無償(6件)	0.38	研修員受入(55人) 専門家派遣(2人) 調査団派遣(46人) 機材供与(12.15百万円) 留学生受入(10人)	
			2005年度計	0.38	2005年度計	4.32
2006	なし	-	ハバナ市歴史事務所プラネタリウム機材整備計画	0.50	研修員受入(46人) 専門家派遣(6人)	
			草の根文化無償(1件)	0.10	調査団派遣(8人)	
			草の根・人間の安全保障無償(2件)	0.09	機材供与(15.53百万円)	
			2006年度計	0.69	2006年度計	2.60

年度	有償資金協力		無償資金協力		技術協力	
	件 名	金額	件 名	金額	件 名	金額
2007	なし	-	草の根・人間の安全保障 無償(7件)	0.57	研修員受入(27人) 専門家派遣(2人) 調査団派遣(7人) 機材供与(1.61百万円) 留学生受入(10人)	
			2007年度計	0.57	2007年度計	1.27
2008	なし	-	緊急無償(キューバ共和国 におけるハリケーン被害に対 する支援)	0.91	研修員受入(35人) 専門家派遣(13人) 調査団派遣(13人) 機材供与(9.13百万円) 留学生受入(12人)	
			草の根・人間の安全保障 無償(9件)	0.78		
			2008年度計	1.69	2008年度計	2.14
2009	なし	-	草の根・人間の安全保障 無償(8件)	0.75	研修員受入(41人) 専門家派遣(34人) 調査団派遣(2人) 機材供与(22.09百万円) 留学生受入(14人)	
			2009年度計	0.75	2009年度計	3.85
2010	なし	-	草の根・人間の安全保障 無償(6件)	0.58	研修員受入(32人) 専門家派遣(24人) 調査団派遣(3人) 機材供与(104.01百万円) 留学生受入(28人)	
			2010年度計	0.58	2010年度計	3.93
2011	なし	-	国営ラジオ・テレビ協会番組 ソフト整備計画	0.32	研修員受入(23人) 専門家派遣(34人) 調査団派遣(5人) 機材供与(56.22百万円)	
			草の根・人間の安全保障 無償(7件)	0.59		
			2011年度計	0.91	2011年度計	3.73
2012	なし	-	草の根・人間の安全保障 無償(10件)	0.94	研修員受入(21人) 専門家派遣(27人) 調査団派遣(4人) 機材供与(34.63百万円)	
			2012年度計	0.94	2012年度計	2.86
2013	なし	-	草の根文化無償(1件)	0.10	-	
			草の根・人間の安全保障 無償(9件)	0.84		
			2013年度計	0.94	2013年度計	3.53
2014	なし	-	ハバナ市歴史事務所文化 会館視聴覚機材整備計 画	0.75	-	
			草の根・人間の安全保障 無償(8件)	0.79		
			2014年度計	1.54	2014年度計	4.72

出典: 外務省国別データブック

我が国との関係と援助実績

日本の援助実績

(1) 有償資金協力 なし

- (2) 無償資金協力(2014 年度まで、E/N ベース) 23.99 億円
 (3) 技術協力実績(2014 年度まで、JICA 経費実績ベース) 58.69 億円

主要援助国(2012 年、単位:百万ドル)

- (1) 米国(12.71)
 (2) スペイン(7.73)
 (3) スイス(6.40)
(4) 日本(5.40)
 (5) ノルウェー(4.67)

我が国の水道事業体による協力実績

我が国の水道事業体による協力実績は、JICA による本邦招聘研修等が主であるが、政治体制の安定が継続すれば、今後、現地での協力がさらに増える可能性は十分にある。

2.4.2 技術協力の経過

表2.4.2に我が国の技術プロジェクトの実績を示した。

表2.4.2 我が国の技術協力プロジェクトの実施

案 件 名	協力期間
自由流通米証明種子の生産システムの強化プロジェクト	2008.3～2010.11
海水魚養殖プロジェクト	2008.5～2013.5
気候変動対策のための地下水開発・管理能力向上プロジェクト	2008.11～2012.2
ハバナ市廃棄物管理能力向上プロジェクト	2009.9～2014.9
中部地域5県における米証明種子の生産にかかる技術普及プロジェクト	2012.4～2016.4
地下帯水層への塩水侵入対策・地下水管理能力強化プロジェクト	2013.2～2017.1

出典: 外務省国別データブック

2.4.3 相手国・機関による上記協力への意見

担当機関であるINRHが、本案件をキューバの上水道案件候補としてあげているため、優先度が高い案件となっており、必要な協力を得ることができると考える。

2.5 第三国/国際機関による協力の経過

表2.5.1 他ドナーによる主な援助案件

国、機関名	プロジェクトの内容	実施年度	概算金額
ベネズエラ	上水道関連施設(ピニャール・デル・リオ、グアンタナモ) 学校、病院等を含め、コミュニティ建設にかかる支援	2005-2008	2.7 百万 USドル (約 3 億円)
ベネズエラ	掘削機械供与 狭義には 20 年間貸与としており、供与ではない	2006-2026	0.9 百万 USドル (約 1 億円)
スペイン	上水道関連施設(オルギン バグア)	2007-2009	2.2 百万 USドル (約 2.5 億円)
カナダ	上水道関連施設研修 水質管理に関してカナダへ研修員を派遣	2007-2008	0.6 百万 USドル (約 0.7 億円)
中国	水力発電機	-	43.2 百万 USドル(無償) (約 46 億円) 64.8 百万 USドル(有償) (約 75 億円)

国、機関名	プロジェクトの内容	実施年度	概算金額
Agencia Andalcia (スペイン NGO)	上水道関連施設(マタンサス)	2005-2008	3.3 百万 USドル (約 3.8 億円)
EVIMED (イタリア NGO)	上水道関連施設(サンチャゴ・デ・キューバ)	2007-2008	1.1 百万 USドル (約 1.3 億円)
Cuba Cooperacion (フランス NGO)	上水関連施設供与研修(水質)	-	-

(出典:気候変動対策のための地下水開発・管理能力向上プロジェクト報告書)

2.5.1 対象案件に関連する協力実績・形態

本案件の対象であるサンチャゴ・デ・キューバ市はキューバの第2の都市であり、カリブ海に面し、キューバの港湾都市かつ工業都市である。今後の発展が大いに期待されている地域であり、水源量の不足に直面しているサンチャゴ・デ・キューバ市の給水システムを改善することで、地方格差を是正し、ひいては、キューバ全体の発展に寄与することもあり、対処すべき案件としての優先度が高い。同市の観光業の収入は2010年の43,418.8千CUCから2015年には61,032.1千CUCと1.4倍(ANUARIO ESTADISTICO DE SANTIAGO DE CUBA 2015)に増えており観光にも力を入れているため、上水道改善について国際援助機関や各国政府への協力を求めている。キューバは、日本の水道技術が高いことを評価しており、日本の援助による協力を希望している。

2.5.2 対象案件に関する要請の有無・結果

調査時のヒアリングによれば、INRHはサンチャゴ・デ・キューバ市の給水改善に係る予算確保の目途は無く、本件に係る協力要請を未だ日本にも他ドナーにも行っていない。

2.5.3 対象案件の我が国の援助方針との整合性

我が国のキューバへの援助方針は、「医療」「農業」「エネルギー」「交通」「環境」の5つのコンポーネントが挙げられている。

基本方針は、「農業開発」「持続可能な社会・経済開発」であり、直接的に「水分野」が援助方針となっていないが、社会経済基盤の整備に関する支援を行うことになっており、水道は社会基盤の中でも重要な分野であるため、地方都市の安定的で持続可能な経済社会開発の推進を目的とした保健医療、水道・衛生に係る社会経済基盤の整備事業である本案件は、我が国の援助方針に適している。

2.5.4 対象案件と第三国/国際機関による協力とのリンケージの必要性

サンチャゴ・デ・キューバ市においては、過去にクウェートの援助を受け、配管網の敷設替えを行っている。また、中国の援助で、流量計の設置を行う予定となっている。管の敷設替えや流量計の設置等ハード面の整備は進んでいるものの、維持管理・運営等のソフト面については行われていないため、今後の維持管理・運営体制の強化等の協力支援を考えていく必要があると思慮される。

2.5.5 対象案件を第三国/国際機関が実施しない理由

サンチャゴ・デ・キューバへの援助は、現在ハード面の援助を行っており、ソフト面まではまだ手を付けられていない状況であると考えられる。

第3章 指導する計画・プロジェクトに関する事項

3.1 問題点の改善への取り組み方

3.1.1 水道事業における問題点(国レベル)と対象案件との関係

水道事業が抱える国レベルの問題点は、水源の不足、資機材不足により維持管理ができていないことと、水道施設の老朽化による、配水機能や水質の低下である。ハバナを核とする首都圏では人口増加によって水需要量が大きく伸びているにもかかわらず、利用可能な水源水量が十分に確保できていないため、市内で24時間給水が行われていない場所が多く存在する。

3.1.2 水道事業の現状および飲料水供給における問題点(対象地区)と対象案件との関係

サンチャゴ・デ・キューバ市の飲料水供給における問題点は2.1.6に述べているが、本案件との関係について以下に示す。

表3.1.1 問題点と改善内容

項目	問題点の概要	本案件との関係性
上水道施設全般	導水管に流量計は設置されておらず、水源の流量管理ができていない状況である。	効率的かつ有効的な水源の水利用が可能となる。
水源	雨が降らず水不足となっており、貯水量は通常の47.2%しかない状況である。 水源の20%を地下水としており、海岸から近く、過剰揚水により海水が浸入して塩分濃度が高くなっている。	限られて水源量の中で、無駄な水を無くし、配水管網管理を行うことで、均等に水を配ることが出来るようになる。
給水	24時間給水が行われておらず、また、毎日給水できない状況である。タンクに水を溜めてその水を使用している。	配水管理が適切に行なわれると、24時間給水まではいかなくとも、毎日給水が可能となる環境になる。

3.1.3 協力の範囲

日本側の協力範囲は、水源量が限られている中で、効率的かつ有効的に水運用ができるように、日本の技術を伝える地下水保全に係る技術協力および上水道運営・維持管理能力強化の技術協力である。

3.1.4 協力の形態

技術協力による上水道運営・維持管理能力向上プロジェクトとなることが想定される。キューバに対する我が国の援助方針である「持続可能な社会・経済開発」に掲げている社会経済基盤の整備として、本案件を技術協力で実施することは高い意義が認められると考える。

3.1.5 実施時期

サンチャゴ・デ・キューバ市の発展および給水環境の改善に対応するため、早急な協力実施が求められる。

また、水資源の有効活用による環境保全の一助になるため、気候変動対策の一部と考えられ早急な技術協力が必要であるとする。

3.2 案件の目的

3.2.1 短期的目的

配水管理能力が向上し、サンチャゴ・デ・キューバ市の安全な飲料水を確実に供給することにより、生活環境の向上および水資源の改善を図る。

3.2.2 中・長期的目的

本案件では、地下水保全の技術や上水道運営・維持管理能力を向上するものであり、中・長期的には将来漏水探知技術の強化により限られた水源を有効活用し、水運用が効率的に行われることが可能となる。

観光産業の発展に資する意味も含め、水道事業の改善は基礎インフラの一つとして最優先に取り組まれるべきものであり、水資源を有効活用するという、環境保全にもつながる。

3.3 案件の内容

3.3.1 要望案件の内容

施設に関しては大きな問題はなく、水源の水量がないことが問題である。そのため、海に面しているサンチャゴ・デ・キューバ市としては、海水淡水化プラントの建設の計画を進めたいと考えている。また、水質管理に関して、高い意識があり、機材が不足していることもあり、いくつかの水質試験機材が欲しいとのサンチャゴ・デ・キューバINRHからの要望もあった。

家庭用メーターの改善をする予定でいるが、原水の流量管理をするための大口径の流量計を設置し、今後流量管理を行っていききたいとの要望もあった。

以下に、要望内容を記載する。

- ①500L/sの大型海水淡水化プラントの建設
- ②20L/s程度の小型海水淡水化プラントの建設(市外西部の海岸近傍エリア:Municipio de Guamá)
- ③水質検査機材の機材供与
- ④大型原水用流量計の機材供与

3.3.2 要望案件の課題・有効性

大型の海水淡水化プラントの建設を計画しているが、日本の無償資金協力のポーションではなく、資金の援助を求めているため、海水淡水化プラントの案件化は難しいと考えられる。一方、小規模の海水淡水化プラントについては、無償資金協力による援助の可能性はある。しかし、淡水化プラントは電力を多く使用する点、膜の交換等の維持管理費用がかかる点、国内で膜の生産を行っていないため維持管理が難しい点等の課題・問題点が多くあるため、プロジェクトとして提案するのは難しいと考える。また、対象となる地域は市外西部の海岸近傍エリアであり、先ずは、県都であるサンチャゴ・デ・キューバ市の給水状況の改善が急務

と考える。

そのほかに、水質管理機材の供与や大型の水道メーターの機材供与の要望はあったが、この件に関しても無償資金協力規模のプロジェクトではなく、草の根等の援助等での対応が考えられる。

3.3.3 代替案の概要

上述の要望やサンチャゴ・デ・キューバ市の現状を踏まえて、以下の代替案を提案する。

水資源量の有効活用ができるように、サンチャゴ・デ・キューバ市の INRH の地下水保全技術の向上および上水道運営・維持管理能力が強化できるように指導する。現在は、流量計測設備の不備などにより、導水量や配水量が正確に把握ができていない状況である。こうした状況を改善するため、水源量が限られている中で、地下水保全技術および上水道運営方法の技術移転を行い、送配水管理技術が強化されるよう支援する。また、現在は、配管網の敷設替えを終えたばかりで、漏水は少ないが、INRH は漏水を見つけるための機材や技術は持っていないため、将来の配管の老朽化に備えて、漏水探知能力の強化も支援する。

表3.3.1 配水管網管理強化プロジェクト

項 目	内 容
1) 上位目標	均等で安定的給水サービスの提供を図り、地域住民の生活環境の改善に寄与する。
2) プロジェクト目標	INRH の地下水保全能力および上水道事業の実施、維持管理に係る能力が強化される。
3) 期待される成果	【成果 1】 地下水保全技術が強化される。
	【成果 2】 水道施設データ・情報における管理能力が強化される。
	【成果 3】 配水管網管理の必要性および手法について理解する。
	【成果 4】 均等給水・無収水管理のための配水管理、操作に係る能力が強化される。
	【成果 5】 メーター検針、料金請求、顧客サービスに係る能力が強化される。
	【成果 6】 漏水探知に係る能力が強化される。

3.3.4 計画の内容・規模・数量

本プロジェクトの指導内容を以下に示す。

表 3.3.2 技術協力内容

成果	活動の概要
【成果1】 地下水保全能力が強化される。	地下水のモニタリングが適切に実施される。
	地下水モデルが構築される。
	地下水涵養、塩水対策の技術が強化される。

【成果2】 水道施設データ・情報における管理能力が強化される。	既存配管に関する敷設情報のレビューを行う。
	配管更新計画のレビューを行う。
	GISデータの活用について研修を実施する。
【成果3】 配水網管理の必要性および手法について理解する。	既存配水網の状況および課題を分析する。
	配水網管理のための準備作業に係る理論面での研修を実施する。
	配水網管理手法に係る理論面での研修を実施する。
	配水網整備のための計画づくりに係る研修を実施する。
	配水網管理技術全般に係る指針を作成する。
【成果4】 均等給水・無収水管理のための配水管理、操作に係る能力が強化される。	既存配水網の水理状況(流量/水圧)のレビューを行う。
	均等給水に向けた流量/水圧のコントロールに係る研修を実施する。
	無収水管理に係る研修を実施する。
	無収水管理に係るOJTを実施する。
	無収水管理技術マニュアルを作成する。
【成果5】 メーター検針、料金請求、顧客サービスに係る能力が強化される。	顧客管理データのレビューを行う。
	メーター検針に係る研修を実施する。
	料金請求に係る研修を実施する。
	メーター検針から料金請求に係るOJTを実施する。
【成果6】 漏水探知に係る能力が強化される。	漏水探知手法に係る理論面での研修を実施する。
	漏水探知機材の使い方の研修を実施する。
	漏水探知に係るOJTを実施する。

3.3.5 専門家派遣・資機材供与等の内容・規模・数量

日本の技術援助によって本案件が実施される場合、水道システムが適切に運営されるには、機材供与や施設の整備が望まれる。

- ・計量機器の機材供与と設置
- ・水質検査機器の機材供与
- ・適切な浄水場の運転

3.3.6 想定事業費

過去の中南米地域における配水網技術に関する技術協力プロジェクトの実績を基に、本案件の想定事業費を算定すると、4年計画で約3億円程度と考える。

3.4 サイトの状況

3.4.1 位置(用地の確保、土地利用、汚染源となり得る施設等)

サンチャゴ・デ・キューバ市は、キューバの東南の位置にあり、カリブ海に面している。首都ハバナから約1,000km離れた場所に位置する。



図3.4.1 調査対象位置図

3.4.2 自然条件(特に、降水量、河川、地下水の状況など水源に関する記述など)等

年間の平均気温は25.7℃と比較的過ごしやすい気候である。雨季は5月から10月頃までで年間降水量は1,150mm程度と降雨量にある程度恵まれている状況であるが、80%が雨季に降り、乾季になるとほとんど降らなくなる。近年、気候変動の影響により、年間降水量が減少し山岳地域の貯水量が減少してきている。加えて、夏場の気温上昇による川の水の蒸発量の増加等の影響により、ダムの水が干上がる事例も報告されている。

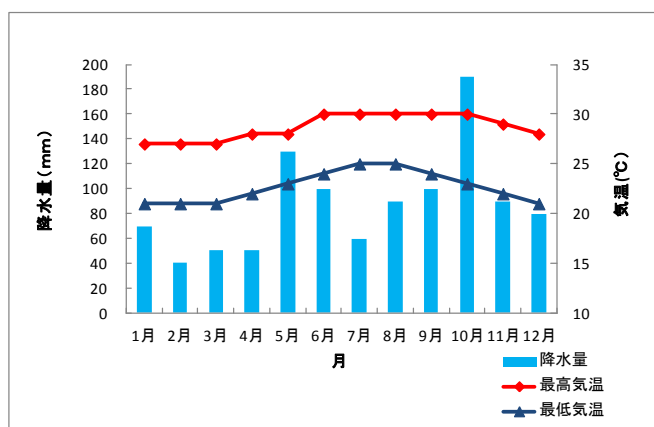


図3.4.2 2016年の気象条件

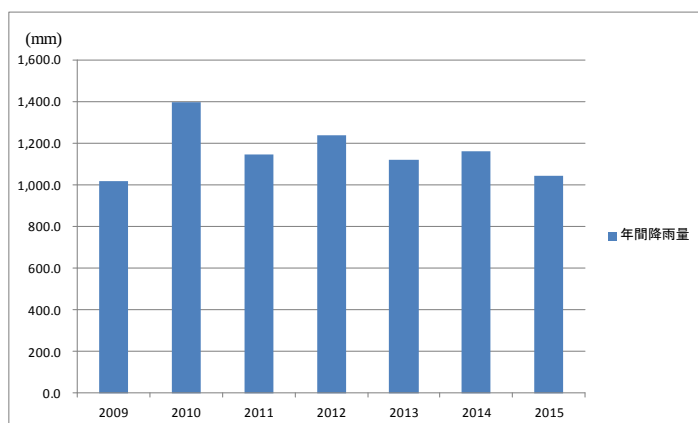


図3.4.3 過去7年間の年間降水量の推移

表3.4.1 過去7年間の月別降水量

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
2009	9.3	20.8	33.3	68.0	295.9	79.4	76.4	91.7	139.7	101.6	44.4	57.8	1,018.3
2010	18.3	56.0	31.3	177.0	155.7	148.5	155.5	106.8	290.8	182.5	40.3	31.3	1,394.0
2011	33.5	8.3	27.5	51.7	134.8	307.2	139.5	169.5	75.8	156.8	21.6	20.1	1,146.3
2012	30.0	7.0	84.0	71.0	143.0	102.0	141.0	213.0	108.0	286.0	24.0	30.0	1,239.0
2013	28.3	12.6	22.8	119.9	157.1	150.1	126.3	125.7	164.1	125.0	64.8	21.9	1,118.6
2014	59.6	73.1	57.3	132.0	209.8	112.0	64.4	160.6	121.4	108.1	53.9	7.2	1,159.4
2015	13.9	31.3	15.3	79.0	177.0	92.4	55.4	130.4	128.5	180.5	76.5	63.1	1,043.3
平均降雨量	27.6	29.9	38.8	99.8	181.9	141.7	108.4	142.5	146.9	162.9	46.5	33.1	1,159.8
最大降雨量	59.6	73.1	84.0	177.0	295.9	307.2	155.5	213.0	290.8	286.0	76.5	63.1	1,394.0
最小降雨量	9.3	7.0	15.3	51.7	134.8	79.4	55.4	91.7	75.8	101.6	21.6	7.2	1,018.3

2016年は、過去の平均雨量の86%しか降っておらず、現在は、2011年から第4回目の水不足の期間に入っている。

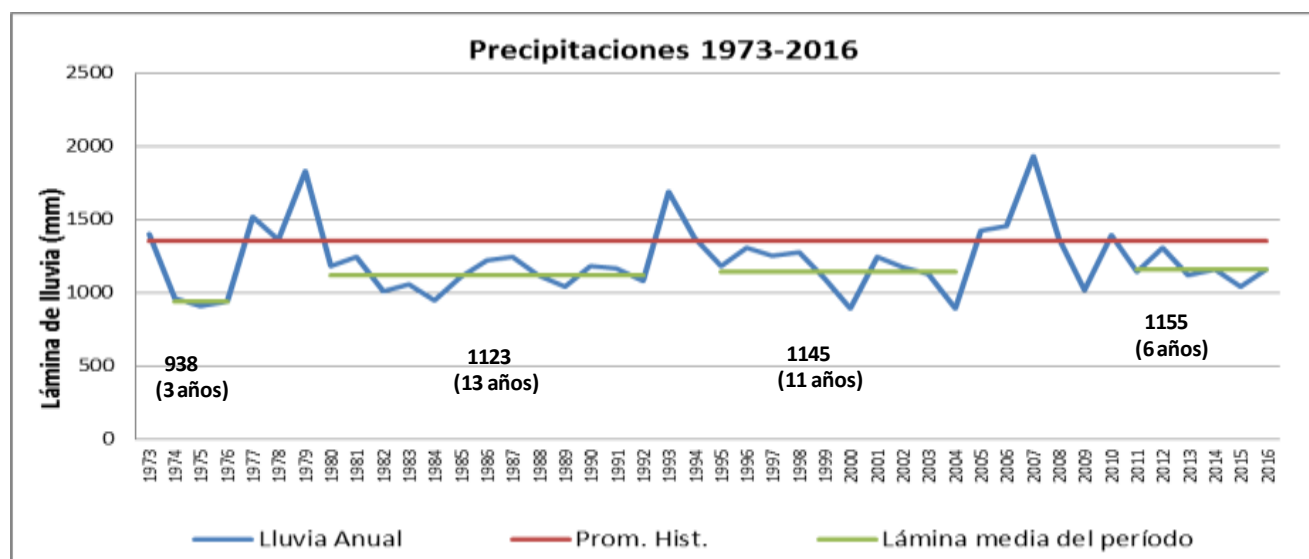


図3.4.4 過去の降雨量と平均値

3.4.3 アクセス

首都ハバナから車で、約12時間である。路面状況は良好であり、全て舗装された道路で繋がっている。首都ハバナからの空路もある。

3.4.4 電力、通信手段

近年、キューバの電力需要は大きく伸びているが、電力事情は不安定であり、首都圏、地方都市を問わず頻繁に停電が発生する。そのため、全省庁で17%の電力削減などの、省エネ対策が進められている。

携帯電話、インターネットなどの通信手段は国内に広く浸透している。通信状況は良いとは言えないが着実に整備が進んでいる。

3.4.5 安全性

キューバは、犯罪発生率が低く、都市、村落での治安は概して良好であり、中南米諸国内では比較的治安が良い国とされている。外務省海外危険情報でも、キューバにおいては、全国全地域にて、危険度の最も低いレベルである「十分注意してください。」であり、治安に関しては問題は少ない。

サンチャゴ・デ・キューバ市は国内有数の観光都市であるが、他の中南米諸国のような大きな治安悪化は見られない。

第4章 指導する計画・プロジェクトの効果・インパクトに関する事項

4.1 案件実施の効果

4.1.1 水道分野の現状に対する解決の程度について

水道分野の現状に対して、表3.3.1で計画した技術協力の実施による解決の指標を表4.1.1の示す。

表4.1.1 案件実施による解決の指標

No.	成果	完了後
1	【成果 1】 地下水保全能力の強化。	地下水の適切な管理ができ、配水量を確保することができる。
2	【成果 2】 水道施設データ・情報における管理能力が強化される。	現状の施設の状況を把握できていることにより、無駄な水を無くすことが出来る。
3	【成果 3】 配水管網管理の必要性および手法について理解する。	効率的かつ有効的に水運用をおこなうことが出来る、配管網を構築することができ、限られた水源量の水を有効に利用できる。
4	【成果 4】 均等給水・無収水管理のための配水管理、操作に係る能力が強化される。	24時間給水とまでいかなくとも、時間給水でも毎日各家庭に水を給水できるようになる。
5	【成果 5】 メーター検針、料金請求、顧客サービスに係る能力が強化される。	使用水量に合った請求ができるようになり、料金徴収体制が整えられることになる。 メーター検針技術が向上することで、水使用者の水の節約意識が高まり、水源量の保存の一助となる。
6	【成果 6】 漏水探知に係る能力が強化される。	漏水探知機材と、探知技術を修得でき、無駄水を減少することが出来るようになる。
7	給水時間	8～25日に一度の給水から、24時間給水ではないものの、毎日給水が可能となる。
8	無収水率	－

4.1.2 飲料水供給における問題点に対する解決の程度について

本案件の目的は、限られた水源量の中で、効率的かつ有効的に利用して、均等で安定的な給水サービスの提供ができるように、技術協力を行うことを想定しており、具体的に以下の成果が期待される。

(1) 給水事情の改善

技術協力により、INRHの地下水保全能力および上水道運営・維持管理能力が向上することにより、有効的な配水管理を行うことが可能となり大幅に給水事情が改善されることとなる。そのため、安定した水の供給が可能となる。

(2) 漏水探知技術の向上

水源量が限られている中で、無駄水を無くすことが出来るようになり、水源量の確保ができるようになる。

4.1.3 衛生関連並びに水系感染症に関する問題点に対する解決の程度について

効率的かつ有効的な配水管理により均等で安定的な給水サービスが可能になることにより、各戸の配水タンクに貯めて使用していた水を使用せずに衛生的な水を利用でき、衛生環境の改善につながる。また、水系感染症による健康被害も減少する。

4.2 案件実施のインパクト

4.2.1 政治的インパクト

サンチャゴ・デ・キューバ市は、観光業にも力を入れており、観光客を誘致する上で社会基盤の要である水道施設の整備は重要課題である。従って、対象地域の地域性からも本案件を実施することは、政治的にも大きなインパクトを与えることが期待できる。

4.2.2 社会的インパクト

サンチャゴ・デ・キューバ市の住民は、家庭の配水タンクに水を貯めてそれを利用している。水質が良いとは言えない水を利用しているため、良好な生活レベルを維持することも困難となっている。本案件はまず緊急的な課題である給水改善を実現し、地域住民に安定的に衛生的で良好な水を配水することにより生活環境の改善を可能とするものである。地域社会へ及ぼすインパクトは大きいものと考えられる。

4.2.3 経済的インパクト

「4.2.1 政治的インパクト」の項でも述べたが、本案件の対象地域は経済的発展が期待されている。現状の水道サービスレベルが都市の発展の阻害要因になることが考えられる。そのため、本案件を実現することによる、経済的な効果はいうまでもなく、その他分野へも大きなインパクトを与えることが期待できる。

4.2.4 技術的インパクト

地下水保全能力および上水道運営・維持管理能力の向上のための技術協力を行うことは、これまで培っていなかった技術力が継承されるため、現地に対する技術的インパクトは大きいと考えられる。地下水保全能力および上水道運営・維持管理能力において、日本側の協力を通じて技術移転が進むことは、サンチャゴ・デ・キューバ市だけでなく、キューバ側にとっても有意義なものとなり大きなインパクトをもたらす。また、配水管網における基本的な知識や運営・維持管理能力を有する技術者を育成することは、キューバにとっても十分有意義なものである。

本案件を実施することにより、給水サービスの向上や上水道事業の財政状況の改善に与えるインパクトも大きいと考えられる。

4.2.5 外交的・広報的インパクト

今後、経済発展が期待される対象地域において、水・衛生セクターの協力を日本が実施することは、キューバの課題である経済発展や国民生活に直接働きかけることになり、日本の貢献度を一層高めることになる。

また、日本のプロジェクトにより地域住民の生活レベルが向上することは、サンチャゴ・デ・キューバ市民に限らず、キューバ国全土に対する波及効果を生み出すことから、外交的・広報的に大きなインパクトとなる。

今後、観光的発展が見込まれる対象地域において、水・衛生セクターの協力を日本側が実施することは、サンチャゴ・デ・キューバ市における日本の存在感を高め、広報的にも大きなインパクトを与えることができると考えられる。

第5章 指導するプロジェクトに関する事項

5.1 案件を実施した場合の組織的妥当性・持続性

以下に示す各能力評価は、「良:3、中:2、悪:1」とし、各市における経営の能力、施工時の能力、維持管理の能力をそれぞれ、表5.1.1～表5.1.3に示す。

5.1.1 経営における組織の能力

表5.1.1 経営における組織の能力

問 題 点	程度(良⇔悪)			説 明
	3	2	1	
組織の活気				
・ 上部機関、上司任せになっていないか			○	社会主義国という性質上、上位部署の指示に従うことになる。
・ あきらめ気分になっていないか	○			
上層部の姿勢				
・ 問題点を正確に把握しているか	○			問題点は理解しているが、その解決を日本の援助プロジェクトに頼っている
・ 将来ビジョンを持っているか	○			
・ 自助努力の考えがあるか	○			
経営を独立して行う権限が与えられているか				
・ 組織を編成する権限			○	社会主義国という性質上、上位部署の指示に従うことになる。
・ 職員の採用・配置の権限			○	
・ 契約締結の権限			○	
・ 独立会計で収入・支出を決定する権限			○	
水道使用者の管理を行う組織が確立しているか				
・ 使用者の情報管理		○		
・ 料金請求、徴収の管理			○	メーターは設置されているが、十分な請求、徴収の管理が出来ているとはいえない。
会計情報を管理し、予算・決算・長期見込みを作成できる組織が確立しているか				
・ 予算・決算・長期見込み		○		
・ 資材(材料)管理		○		
・ 資産(土地、施設、建物)	○			
・ 人事を行う組織が確立しているか		○		

5.1.2 施工時における組織の能力

表5.1.2 施工時における組織の能力

問 題 点	程度(良⇔悪)			説 明
	3	2	1	
施工を統括する部課があるか	○			社会主義国という性質上、上位部署

問 題 点	程度(良⇔悪)			説 明
	3	2	1	
その部課に十分な発言力・権限が与えられているか		○		の指示に従うことになる。
施工時に援助国任せにすることはないか	○			
自分たちが計画・設計・施工に参画したいという積極性があるか	○			
これまでに実施された類似案件の経験が蓄積されているか		○		

5.1.3 維持管理時における組織の能力

表5.1.3 維持管理における組織の能力

問 題 点	程度(良⇔悪)			説 明
	3	2	1	
保守管理を統括する部課があるか	○			
その部課に十分な発言力・権限が与えられているか		○		
資機材を保管・供給するセンターがあるか	○			浄水場内のストックヤードに薬品を保管している。
資機材は整然と保管・供給されているか		○		水質試験器等が壊れたままになっている。
修理を統括するセンター・修理工場があるか			○	修理センターや修理工事はない。
これまでに実施された類似案件の経験が蓄積されているか			○	日本の無償援助を受けたことがない

5.1.4 地域住民との関係

水道施設は地域住民にとって必要不可欠なライフラインであり、他に代替がないことから住民の関心は極めて高い。解決に向け努力しているが、財政的、技術的な制約から、本プロジェクトの実施を待っている状況である。そのため、水道サービスにおいて、断水等による水量不足等が発生している。本案件を実施することにより、給水量の増加、給水制限の解消など住民にとって大きな裨益効果がもたらされるため、本案件に対する住民の理解と協力を得ることは自明である。

5.2 案件を実施した場合の財務的妥当性・持続性

5.2.1 相手国側負担分の資金源(可能な範囲で記載すること)

キューバ側の負担分は、水道施設の建設である。本協力により、有効的な水運用が可能となるが、もとの水量補填も必要である。

5.2.2 水道事業指標の現況

現地調査において入手できたデータを基に、サンチャゴ・デ・キューバ市の水道事業の指標を表4.1.1に示した。指標の達成度をより高めるためには、本案件の実施に伴い、漏水等による無収水の低減策等の一環として、取水量等を確認するために必要な流量計の導入や水道メーターの設置を行うと共に、チェック・記録手法を確立していくことが望まれる。

5.2.3 財政収支の推移

キューバ側から、収支に関するデータを提供してもらえなかったため、状況は不明。

5.2.4 財政収支の見込み

本案件の実施が、財政状況の改善に大きく寄与するものと期待されるが、どの程度の改善が見込まれるか等の具体的なデータは得られなかった。水道サービスの向上が図られることから、財政改善の起点となることが大いに期待される。給水量の把握・管理を行い、専門家等による管理指導などを行うことにより、水道事業の財政が大幅に改善されるものと思慮される。

5.3 案件を実施した場合の技術的妥当性・持続性

5.3.1 相手国側の技術水準との整合

本案件が実施されることで、効率的かつ有効的な水資源を利用した水道システムが構築され、技術的にも理想的な配水管理が可能となる。

既に、市内と各戸には水道メーターが設置され、配管も敷設替えがすでに終了している。後は、ソフト面の運営・維持管理の能力強化が必要とされており、日本の技術協力による能力強化は、有効性は、高いものとする。また、キューバは、漏水に対する探査機材や技術を持ち合わせていないため、無収水対策の技術移転も必要であり、その有効性も高いものとする。

5.3.2 要員の配置・定着状況

本案件を行うにあたって、新たに要員の増加は行わず、現在、管理を行っている部署への指導を行う。

5.3.3 施設・機材の保守管理状況

保守管理については、現状の組織で施設の運転・維持管理が実施されており、今後も施設の運営維持管理面で大きな問題はないと考えられる。一方、水質管理については、浄水場での簡易水質検査が常時行われているものの、保有水質検査機材が故障しているケースが多く、保守管理が必要である。

5.4 環境への配慮

5.4.1 見込まれる環境インパクト

本案件では、施設の建設等は無いため、環境インパクトは無く、問題はないものとする。

5.4.2 環境影響の評価

本案件に関する環境・社会的影響の大きさを判断するため、以下のとおり整理した。

第1項 プロジェクトの内容

1.1 以下に掲げるセクターに該当するプロジェクトかどうか。

☒ YES ☐ NO

YESの場合、該当するセクターをマークする。

- | | | |
|--------------------------------------|---|---|
| ☐ 鉱山開発 | ☐ 工業開発 | ☐ 発電(地熱発電を含む) |
| ☐ 水力発電、ダム、貯水池 | ☐ 河川と侵食管理 | |
| ☐ 送電線、変圧線、給電線 | ☐ 道路、鉄道、橋梁 | |
| ☐ 空港 | ☐ 港湾 | ☒ 上水道、下水・廃水処理 |
| ☐ 廃棄物処理・処分 | ☐ 農業(大規模な開墾、灌漑を伴うもの) | |
| ☐ 林業 | ☐ 水産業 | ☐ 観光 |

1.2 プロジェクトにおいて以下に示す要素が予定・想定されているかどうか。

☐ YES ☒ NO

YESの場合、該当するものをマークする。

- | |
|---|
| ☐ 大規模非自発的住民移転(規模: 世帯 人) |
| ☐ 大規模地下水揚水(規模: m ³ /年) |
| ☐ 大規模埋立、土地造成、開墾(規模: ha) |
| ☐ 大規模森林伐採(規模: ha) |

1.3 プロジェクト概要

本報告書第3章のとおり。

1.4 どのようにしてプロジェクトの必要性を確認したかどうか。

現地踏査によって確認した。

1.5 要請前に代替案を考えたかどうか。

☐ YES

☒ NO

1.6 要請前に必要性確認のためのステークホルダー協議を実施したかどうか。

☒ YES(F/S 時に実施) ☐ NO

YES の場合、該当するステークホルダーをマークする。

☐関係省庁 ☒地域住民 ☐NGO ☒その他

第2項 プロジェクトは新規に開始するものか、あるいは既の実施しているものかどうか。既の実施しているものの場合、現地住民から強い苦情等を受けたことがあるかどうか。

☒新規 ☐既往(苦情あり) ☐既往(苦情なし)

第3項 事業対象地内または周辺域に以下に示す地域があるかどうか。

☐YES ☐NO

YES の場合、該当するものをマークする。

- ☐国立公園、国指定の保護対象地域およびそれに準じる地域
- ☐原生林、熱帯林の自然林
- ☐生態学的に重要な生息地(サンゴ礁、マングローブ湿地、干潟等)
- ☐国内法、国際条約等において保護が必要とされる貴重種の生息地
- ☐大規模な塩類集積あるいは土壌浸食の発生する恐れのある地域
- ☐砂漠化傾向の著しい地域
- ☐考古学的、歴史的、文化的に固有の価値を有する地域
- ☐少数民族あるいは先住民族、伝統的な生活様式を持つ遊牧民の人々の生活区域、もしくは特別な社会的価値のある地域

第4項 プロジェクトが環境社会影響を及ぼす可能性があるかどうか。

☐YES ☒NO ☐分からない

第5項 関係する主要な環境社会影響をマークし、その概要を説明する。

- | | |
|---|---|
| ☒ 大気汚染 | ☐ 非自発的住民移転 |
| ☒ 水質汚濁 | ☐ 雇用や生計手段等の地域経済 |
| ☒ 土壌汚染 | ☐ 土地利用や地域資源利用 |
| ☒ 廃棄物 | ☐ 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織 |
| ☒ 騒音・振動 | ☒ 地盤沈下 |
| ☐ 既存の社会インフラや社会サービス | ☐ 悪臭 |
| ☐ 貧困層・先住民族・少数民族 | ☒ 地形・地質 |
| ☐ 被害と便益の偏在 | ☐ 底質 |
| ☐ 地域内の利害対立 | ☐ 生物・生態系 |
| ☐ ジェンダー | ☒ 水利用 |
| ☐ 子供の権利 | ☐ 事故 |
| ☐ 文化遺産 | ☐ 地球温暖化 |
| ☐ HIV/AIDS 等の感染症 | ☐ その他 |

【関係する環境社会影響の概要】

第 6 項 情報公開と現地ステークホルダーとの協議

環境社会配慮が必要な場合、JICA の環境社会配慮に関するガイドラインに従って、情報公開や現地ステークホルダーとの協議を行うことに同意するかどうか。

☒ YES

☐ NO

第6章 結論

6.1 特記すべき事項

提案プロジェクトが実施された場合、水資源の効率的かつ有効的な利用を可能とした流量管理が可能となるが、もともとの水源量の増加を企図するものではないため、キューバ政府側が主体となって、水源量の確保のための計画を進めなければならない。

6.2 協力実施上注意すべき事項

提案プロジェクトは、地下水保全および上水道運営・維持管理の能力を強化する技術協力プロジェクトであり、限られた水源量を効率的かつ有効的に利用できるようにするものであり、施設の建設等は含まれていない。

6.3 結論

1) 上位計画との整合性

サンチャゴ・デ・キューバ市はキューバの第2の都市でもあり、近年人口増加が進み、今後の発展が大いに期待されている地域である。また、観光都市でもあるため、社会基盤の要である上水道の運営は重要課題である。

水資源の有効利用を行うことにより、無駄水が減少し給水可能量が増加する。その効果により良好な水運用を行うことができ、キューバ東部地域の生活環境の改善や地域の経済発展につながる。

2) 既存水源の有効的利用

既存の水源量は、乾季においては、雨季の40%程度まで減少することから、給水サービスエリアにおいても給水量が極端に少なくなる。ダムの貯水可能量は十分にあるものの、利用可能水量が足りない状況である。新たなダムの建設も難しく、地下水を含む既存の水源量を有効的に利用することが求められている。そのような中、均等で安定的な給水サービスができるような技術移転が急務である。

3) 漏水対策技術

現在は、配管網の敷設替えを行ったばかりのため、大きな漏水量が確認されていないが、漏水探查に関する技術も機材も備えていないため、水資源を効率的かつ有効的に利用していくためには、漏水対策に関する技術指導が必要であると考ええる。

4) 水道メーター検針

正確に使用水量を検針していないため、蛇口を開けっ放しにしたり、節約意識が無く水を利用していることが考えられる。水資源を有効的に利用するため、正確なメーター検針が必要であり、このことが適正な料金徴収につながり、ひいては経営の安定化にもつながる。

6:4 所感

調査時のキューバ側からの提案内容は、「3.3.2 要望案件の課題・有効性」にも記載した通りであるが、現在の日本の援助スキームでは実現が難しいと考える。そのため、調査の結果を踏まえて、代替案として、対象であるサンチャゴ・デ・キューバ市のみならずキューバ全体でも課題となっている、水資源の有効利用に関する解決策を提案した。サンチャゴ・デ・キューバ市をモデルケースとして、キューバ全体が抱える水事情の改善に資する取組として、日本政府が上水道の運営・維持管理に協力することは非常に有意義である。また、本件は、キューバ国内で同様の課題を抱える多くの都市に対しても波及効果があり、高い裨益効果が期待できる。更に、地方都市においてこうした協力が行われることは、支援効果としても非常にインパクトがあると考えられ、本案件を実施する有効性は高いと判断される。

資料編

資料編

資料-1 調査日程

資料-2 面会者リスト

資料-3 収集資料一覧

資料-4 現地調査時中間報告書(2017年2月)

資料-5 水質検査結果

資料-1 調査実施日程

日数	月／日	用 務		宿 泊 地
1	1/29 (日)	羽田発(18:50)AC006 → トロント着(16:45) UA06 トロント発(18:40)AC1752 → ハバナ着(22:15)		ハバナ泊
2	1/30 (月)	午前：大使館、JICA キューバ事務所表敬訪問 午後：INRH 打合せ		ハバナ泊
3	1/31 (火)	ハバナ～サンチャゴ・デ・キューバ移動(車)		サンチャゴ・デ・キューバ泊
4	2/1 (水)	終日：現地調査	INRH サンチャゴ・デ・キューバ打合せ 既存浄水場調査(Quintero)	サンチャゴ・デ・キューバ泊
5	2/2 (木)	終日：現地調査	既存浄水場調査(Parada)、井戸施設調査	サンチャゴ・デ・キューバ泊
6	2/3 (金)	終日：現地調査	水源調査	サンチャゴ・デ・キューバ泊
7	2/4 (土)	終日：現地調査	水源調査	サンチャゴ・デ・キューバ泊
8	2/5 (日)	午前：サンチャゴ・デ・キューバ～オルギン移動(車) 午後：資料整理		オルギン泊
9	2/6 (月)	終日：現地調査	INRH オルギン打合せ 水源、既存浄水場調査(Gibara,Holguin II)	オルギン泊
10	2/7 (火)	終日：現地調査	水源、既存浄水場調査(Santa Clar,Cacoyoguin,Alcides Pino)	オルギン泊
11	2/8 (水)	終日：現地調査	新規浄水場水源調査(Cauto,Guilabo),新規浄水場予定地調査	オルギン泊
12	2/9 (木)	終日：現地調査	HDPE 工場見学、既存浄水場調査、井戸及び水利用調査	オルギン泊
13	2/10 (金)	終日：現地調査	INRH オルギン打合せ	オルギン泊
14	2/11 (土)	オルギン～ハバナ移動(車)		ハバナ泊
15	2/12 (日)	資料整理		ハバナ泊
16	2/13 (月)	午前：大使館、JICA キューバ事務所報告 午後：INRH 報告		ハバナ泊
17	2/14 (火)	ハバナ発(7:00) AC1753～トロント着(10:30) トロント発(13:40) AC005～		機中泊
18	2/15 (水)	→ 羽田着(17:05)		

資料-2 面会者リスト

所属	名前	役職	
		和名	西名
在キューバ 日本国大使館	渡邊 優	特命全権大使	Embajador Extraordinario y Plenipotenciario
	山倉 良輔	参事官	Consejero Jefe de Misión Adjunto
	島田 謙治	一等書記官	Primer Secretario
	伊藤 光	広報文化担当	Agregado Cultural y de Prensa
JICA キューバ	小澤 正司	所長	Chief Representative
	小林 一三	援助調整専門家	Coordinador de Cooperación Técnica
	川上 哲也	中南米部中米カリブ課	Dept. de Latinoamerica y el Caribe
貿易・海外投資 省 (MINCEX)	Sra. Virma Sanchez Sampe	長官	Directora de la Dirección de Política Comercial con Asia y Oceanía del Ministro de Comercio Exterior y la Inversión Extranjera (MINCEX)
	Sra. Loida Rivera Fabré	副長官	Subdirectora de la Dirección de Política Comercial con Asia y Oceanía del MINCEX
国家水資源庁 (INRH) 本部	M. Sc. Rosemaire Ricardo Batista	長官	Directora de Relaciones Internacionales y Comercio Exterior, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH)
	Lic. Anett Turiño Hernández	専門官	Especialista en Colaboración Internacional, INRH
	Ing. Yusniel Peña Peña	専門官	Especialista en Colaboración Internacional, INRH
国家水資源庁 (INRH) サンチャゴ・デ・キュー バ県支部	Ing. Janet Triana Cobo	支部長	Delegada del INRH en la provincia de Santiago de Cuba
	Lic. Milagros Pérez	副支部長	Subdelegada Adjunta
	Ing. Roberto Acree Martin	技術専門官	Especialista de Ingenieria
	Ing. Katia Alarcón Méndez	UGB 部長	Directora UGB
	Téc. José Enrique Rodríguez Luna	主任専門官	Especialista Principal

資料-3 収集資料一覧表

- (1) キューバ国水需要指針 (NC)

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE EN POBLACIONES
(NORMA CUBANA)

- (2) キューバ国水質基準 (NC)

AGUA POTABLE-REQUISITOS SANITARIOS(NORMA CUBANA)

HIGIENE COMUNAL-FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA-CALIDAD Y
PROTECCIÓN SANITARIA(NORMA CUBANA)

平成28年度水道プロジェクト計画作成指導事業
キューバ共和国オルギン市及びサンチャゴ・デ・キューバ市浄水場改修計画
中間報告

2017年2月13日

1. 調査の背景
2. 対象都市の上水道
 - 2.1 オルギン市の水道の現状と問題点
 - 2.2 サンチャゴ・デ・キューバ市の水道の現状と問題点
3. 要請プロジェクトの内容
 - オルギン市
 - サンチャゴ・デ・キューバ市
4. プロジェクトの課題・妥当性



調査対象位置図

1. 調査の背景

キューバ共和国(以下「キューバ」と称する。)は、カリブ海に浮かぶ約 1,600 の島からなる国土面積 11 万 km²、人口 1,124 万人(2015 年、キューバ統計年鑑)の島国である。キューバの 1 人あたり GDP は 6,833 ドル(2013 年国連ラテンアメリカ・カリブ経済委員会(ECLAC))でありカリブ地域で最大の国土と人口を持った、社会主義国家である。首都ハバナ市はキューバの北西沿岸のフロリダ海峡に接する地点に位置し、人口 200 万人でカリブ海地域における最大の都市である。

水はキューバの最優先分野である「健康」と「教育」に直結した問題であり、国家水資源庁(以下、INRH: Instituto Nacional de Recursos Hidraulicos)並びに貿易・海外投資省 MINCEX (Ministerio de Comercio Exterior de Inversion Extranjera)としても優先度の非常に高い案件として認識している。INRH としては、給水システムの改善については、高い技術力を持つ日本政府の無償資金援助を期待している。また、資機材等の調達が難しいため、給水車や井戸設備等のスペアパーツ等の資機材供与も期待している。

INRH は水資源行政全般を担う機関であり、その傘下には土木コンサルティング公社(以下、GEIPI)や水利公社(以下、GEARH)等の独立公社が組織され、地下水開発と管理はそれぞれ GEIPI と GEARH、そして両公社の傘下のグループ組織が担っている。これらの機関は、地下水開発に関する調査、施設設計、モニタリング、及び水使用に関する規制・管理を担っている。

キューバ共和国は、水源不足と地下水の過剰汲み上げ、塩水の地下水浸入等の問題が生じており、安定した水資源の確保は、喫緊の課題となっている。特に、首都ハバナ地域では、JICA により、いち早く、技術協力プロジェクトが実施されている。他方、水源を表流水とする地域においても、住民の使用水量に対応するシステムが確立されておらず、施設の老朽化もあいまって、水供給は、深刻な状況となっている。

今回の対象となるオルギン市は、キューバ北東部の中心都市である。人口約35万人(2014年)のオルギン州の州都であり、キューバの第3の都市である。既存浄水場から配水される、水質の悪い水を給水しているため、新たな給水システムの整備が急務となっている。

今回の対象となるサンチャゴ・デ・キューバ市は、カリブ海に面したキューバの南東部の中心都市であり、港湾都市且つ工業都市である。人口51万人(2014年)のサンチャゴ・デ・キューバ州の州都であり、キューバの第2の都市である。水源の水量が不足しており、新たな水源の整備が急務となっている。

1.1 調査行程

2017 年 1 月 29 日～2 月 15 日 (全 18 日間)(詳細は資料-1 調査日程参照)

1.2 現地視察及び調査対象機関

国家水資源庁(INRH)を訪問しヒアリング、資料収集を行い、オルギン市、サンチャゴ・デ・キューバ市において既存水道施設の現状と利用状況、プロジェクト計画の準備状況等に関する現地調査を行った。

1.3 調査団の構成

調査団の構成は次の通りである。

団員氏名	所属	専門科目
◎ 田中 秀明	(株)安藤・間 国際事業本部 土木部	業務主任 / 総括
山谷 裕幸	厚生労働省大臣官房国際課 国際保健・協力室長	業務監督
中山 貴史	厚生労働省大臣官房国際課 国際保健・協力室 国際協力専門官	副業務監督
竹田 大悟	北九州市上下水道局 海外・広域事業部海外事業課 海外事業担当係長	専門アドバイザー
筒井 信之	(株)協和コンサルタンツ 国際事業部	給水施設計画
福田 昌孝	(株)安藤・間 国際事業本部 中南米営業所	業務調整
木下 献一	(株)安藤・間 国際事業本部 土木営業部	水道施設計画

注)◎:団長

2. 対象都市の上水道

本調査の対象都市の基礎指標は以下の通りである。

表-1 対象都市の水道サービス指標 (INRHによる)

州名	都市名	市人口 (人)	給水人口 (人)	水道普及率 (%)	水道施設 管理者
サンチャゴ・デ・キューバ	サンチャゴ・デ・キューバ市	510,563	509,523	99.8	INRH
オルギン	オルギン市	350,987	277,195	78.9	INRH

2.1 サンチャゴ・デ・キューバ市の水道の現状と問題点

サンチャゴ・デ・キューバ州サンチャゴ・デ・キューバ市は、水源の80%を表流水に頼っており、以下の2ヶ所の浄水場を通じて市民に浄水を供給している。残りの20%は市内にある井戸からの給水を行っている。

その中で給水エリアが、Quintero浄水場エリア、Parada浄水場エリア、Sun Juan井戸エリアの3つの給水エリアに分かれている(図-1参照)。

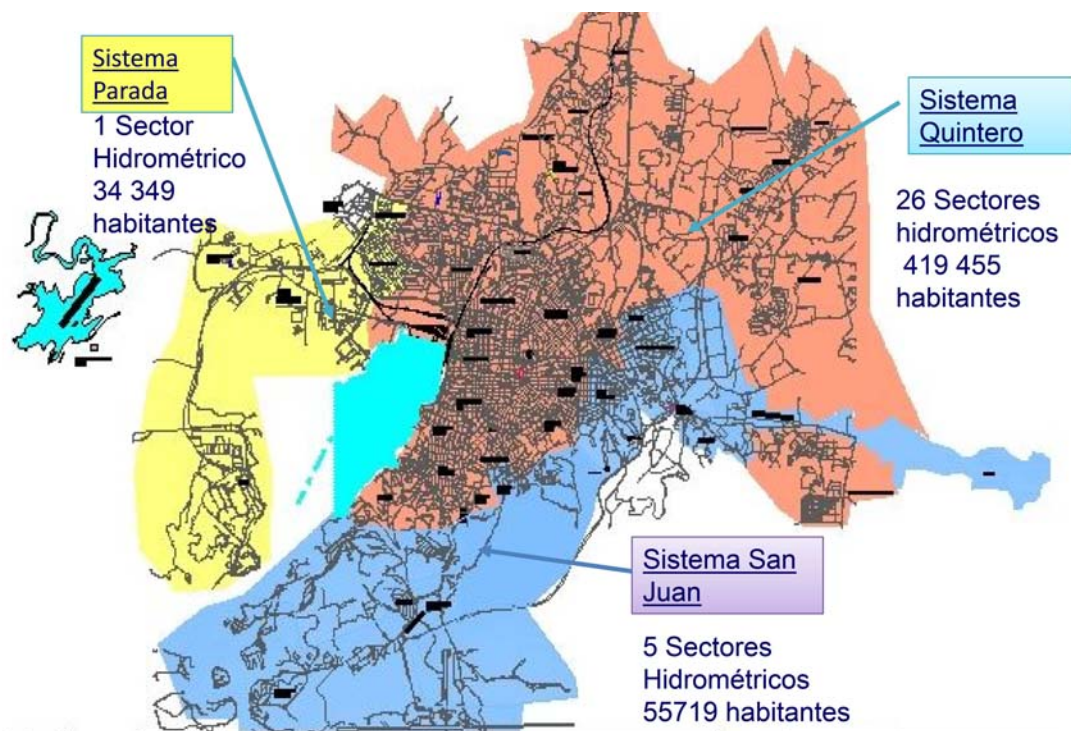


図-1 サンチャゴ・デ・キューバ市の給水エリア

いずれのプラントも正常に稼働しており、かつメンテナンスもできている。しかし、近年は、降水量が減っており水源の水量自体が確保できていないことから、現在は処理能力の半分の水量しか処理していない。また、水源の20%は地下水を利用しているが、徐々に塩水化が進行しており、井戸を閉鎖するところも今後出てくる。

市内の配管網は、2010年に布設替えされており、無収水量は10%程度と比較的良好である。また、各戸には水道メーターが付けられている状況である。

表-2 給水エリアごとの状況

給水区域	給水エリア面積	給水人口	配管網	水源
	ha	人	Km	
Quintero	8,374.85	419,455	742.20	Chalóns, Gilbert, Gota Blanca, Charco mono 貯水池
Parada	1,925.01	34,349	67.12	Parada 貯水池 Gilbert からのバイパス管建設中
San Jaun	3,850.70	55,719	202.05	井戸
合計	14,150.56	509,523	1,011.37	

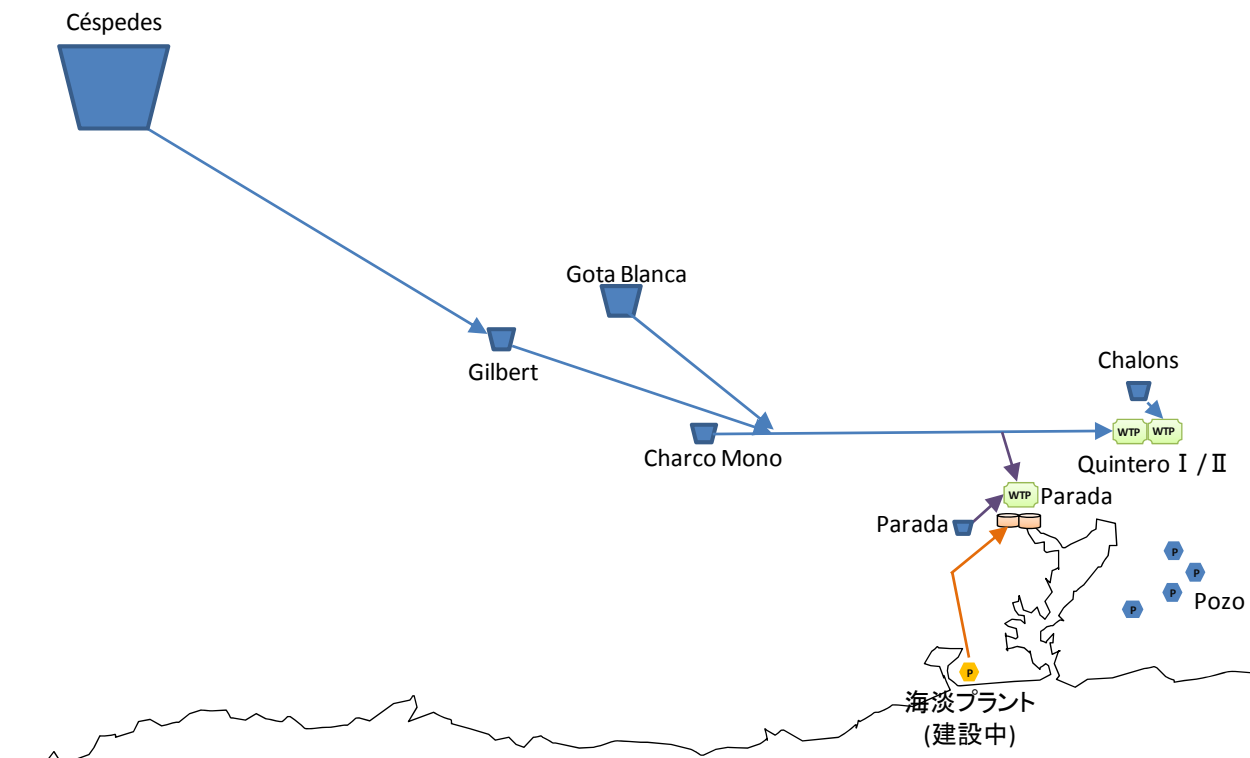


図-2 サンチャゴ・デ・キューバ市の既存水道施設の構成

(1) 水源

1) Chalóns貯水池

1906年に建設された、キューバで最も古いアースフィルダムである。貯水能力は95万m³であり、現在では47%の貯水量となっている。Quintero浄水場の予備として使用している。

2) Gilbert貯水池

1967年に建設された、アース式ダムである。貯水能力は900万m³であり、現在では29%の貯水量となっている。Φ800mmのHDPE管でQuintero浄水場へ自然流下で送水を行っている。上流に位置するCéspedesダムから水を供給されている。

3) Gota Blanca貯水池

4) Charco mono貯水池

1936年に建設された、コンクリート式ダムである。貯水能力は900万m³であり、現在では29%の貯水量となっている。Φ800mmのHDPE管でQuintero浄水場へ自然流下で送水を行っている。

5) Parada貯水池

1985に建設された、アース式ダムである。貯水能力は5700万m³であり、現在では6%の貯水量となっている。Φ600mmのHDPE管でParada浄水場へポンプで送水を行っている。

表-3 サンチャゴ・デ・キューバ市の表流水の水源

取水場所	取水方式	取水可能量 (hm3)	取水量(2017年1月) (hm3)	建設年	導水先
Chalóns	ダム	0.950	0.445	1906	Quintero I, II 浄水場
Gilbert	ダム	59.670	17.886	1967	Quintero I, II 浄水場
Gota Blanca	ダム	83.600	18.211	1914	Quintero I, II 浄水場
Charco Mono	ダム	4.555	1.364	1936	Quintero I, II 浄水場
Parada	ダム	34.200	2.330	1985	Parada 浄水場
合計		182.975	40.236		

6) San Juan 井戸

上水道の水源としては井戸もあり、計画水量は300L/sとされている。運転は概ね良好になされているが、一部地域は、塩水化が進んで来ており、近い将来井戸を閉めることになる。塩素はすべての井戸で注入されている。新たに井戸を掘る計画はなく、不足分はQuintero 浄水場から水を送る計画となっている。

(2) 浄水施設

サンチャゴ・デ・キューバ市の水道では、5つのダムの原水を処理する浄水施設が以下の3施設がある。3施設とも、大きな問題はなく稼働している。

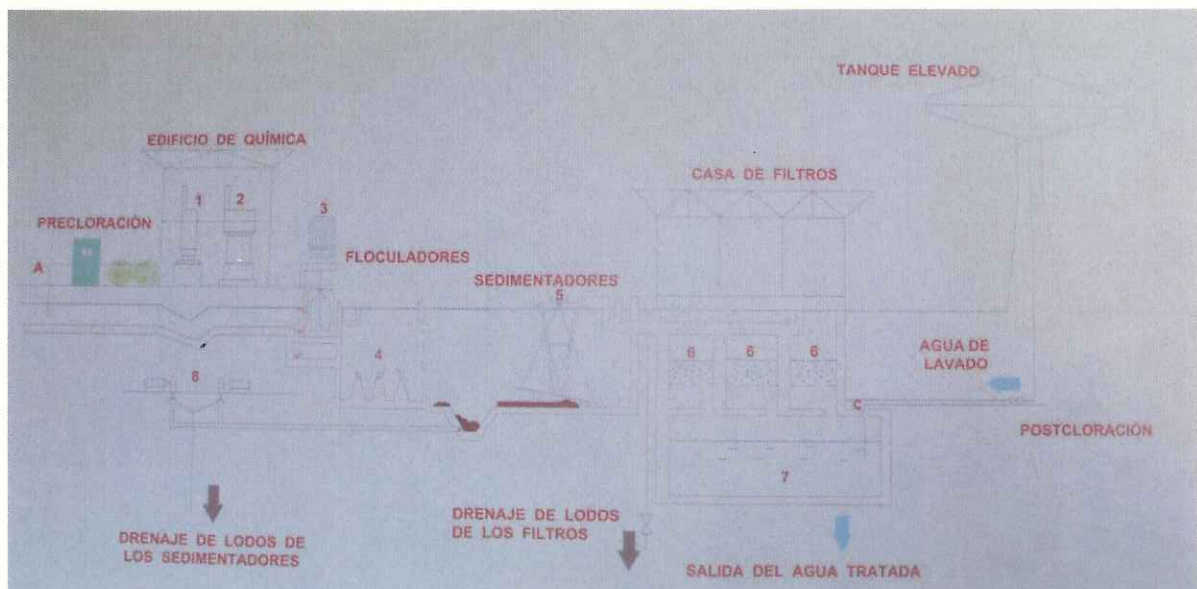
表-4 浄水施設状況

施設名	建設時期	最大処理能力	稼働状況
Quintero I	1963	1,500L/s	現在稼働しているが、水量不足で436L/sしか処理していない。
Quintero II	1981	900L/s	現在稼働しているが、水量不足で714L/sしか処理していない。
Parada	1987	300L/s	稼働中。
合計		2,400L/s	

1) Quintero I 浄水場

処理能力は1,500L/s。1963年に建設されたアメリカ式の浄水場である。源水の濁度が低い場合は、凝集剤を注入せずに処理を行っている。

処理工程は以下の通りである。



2) Quintero II 浄水場

処理能力は900 L/s. 1981年に建設されたフランス式(デグレモン)の浄水場である。源水の濁度が低い場合は、凝集剤を注入せずに処理を行っている。

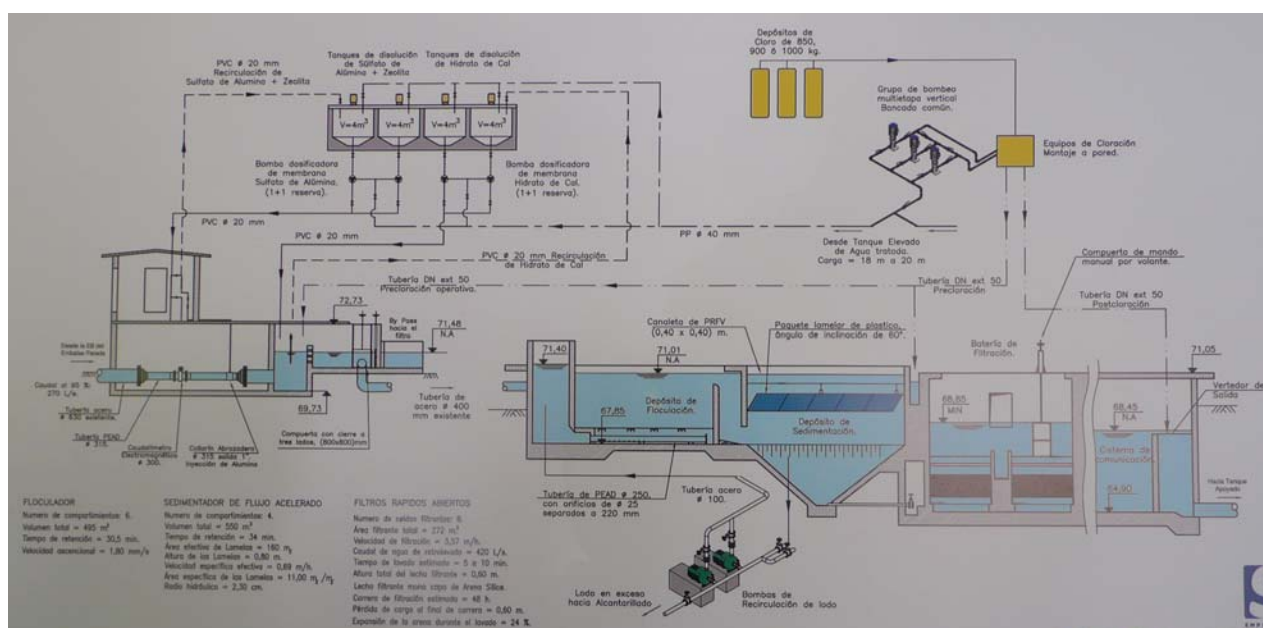
処理工程は以下の通りである。



3) Parada 浄水場

処理能力は300 L/s. 1987年に建設されたキューバ式の浄水場である。源水の濁度が低い場合は、凝集剤を注入せずに処理を行っている。今後、450L/sまで処理できるように改修の計画がある。

処理工程は以下の通りである。



(3) 配水管網

2010年にクウェートの借款で、市内の配水管の布設替えを行ってある。そのため、漏水など大きな問題は、現在のところ起きておらず、ヒアリングによると、漏水率は10%程度とのことである。配管延長距離は、約1,010kmで管の材質はHDPE管である。

また、各戸には水道メーターが既に設置されており、今後は、中国の援助で配水管への流量計設置を行い配水管理が行いやすいようにしていく方針である。

2.2 オルギン市の水道の現状と問題点

オルギン県オルギン市は、水源の大半を表流水に頼っている。現在のところ、以下の3ヶ所のダムと3つの浄水場を通じて市民に浄水を供給している。図-3に水源及び浄水場の位置図を示す。

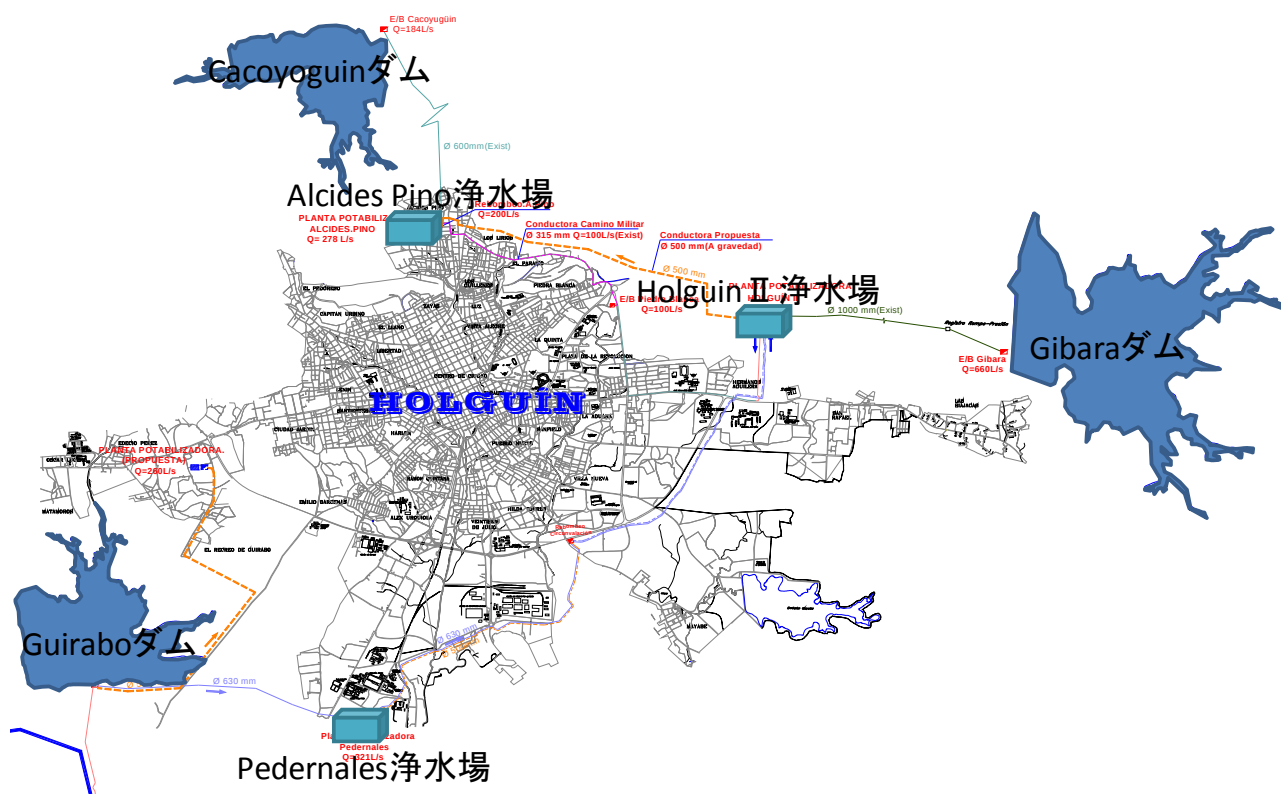


図-3 オルギン市の既存水道施設の構成

いずれのプラントも老朽化している。現状は流量計も設置されていないことから、浄水場の正確な生産量はわからないが、設計容量の水量を生産することができていないことは明らかである。また、流量計がないため、配水管理ができておらず、無収水量も把握できない状況である。それに加え、機器、設備の損傷が進んでおり、十分な水処理ができておらず、水質も質の高い水とは言えない状態であるため、浄水場の改修が急務である。そのため、クウェートの借款で3つの浄水場と市内の配管網のリハビリを行う計画となっている。

さらに、上水の供不足していることから、住民は、平均して9日に1日しか給水を受けられない状態であり、各家庭でタンクを持っておりそこに水を溜めて生活を行っている。タンク内の水の水質は高いとはいえない(写真2参照)。また、住民は飲料水を水売り場(井戸水)に買いに行っており、全ての水ではないものの水汲み労働を強い

られている。井戸がないところには、給水車で水を配っている。

人口増加や給水区域の拡大などにより既存の水源及び浄水場では、オルギン市の必要給水量を確保することができない状況になってきており、水源のバックアップや新規浄水場の建設が急務となっている。



写真1 家庭の配水タンク



写真2 配水タンクの中の水

(1) 水源

1) Cacoyoguinダム

1957年に建設されたダムである。貯水能力は580万m³であり、現在では74%の貯水量となっている。今年は、ハリケーンの影響で水があるが、例年ではこのダムは、乾季になるとすぐに空になる。そのため、河口にあるSanta Clarダムからポンプで水を送水できるようにする計画があるが、まだ予算がない状態である。AlcidesPino浄水場へ送水を行っている。



2) Gibaraダム

1982年に建設されたダムである。貯水能力は6500万m³であり、現在では46%の貯水量となっている。現在では、500L/sの水をHolguin II 浄水場へ送水しているが、ポンプの入れ替えと導水管の布設替えにより、将来は、860L/sの水量を送水できるようにする計画である。また、水源量を確保するために、他のダムから水を受け入れられるようにしたいとの考えもある。

3) Guiraboダム

1969年に農業用に建設されたダムで、1979年から上水用の使用されるようになった。貯水能力は1520万m³であり、現在では41%の貯水量となっている。このダムは、南に位置するキューバで最も長い川であるカウト川からも水をポンプで500L/s送水している。

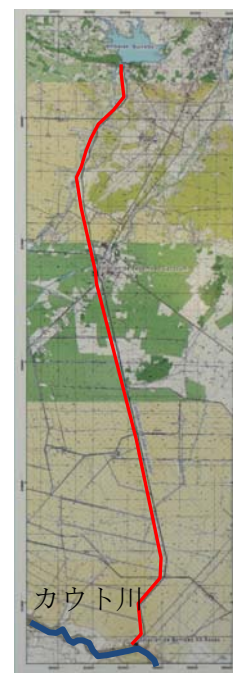


表-5 オルギン市の表流水の水源

取水場所	建設年	現在取水量 (L/s)	将来取水量 (L/s)	建設年	導水先
Santa Clarダム	1990	0	300	1906	Cacoyoguínダム
Cacoyoguínダム	1957	200	200	1967	Alcides Pino浄水場
Gibaraダム	1982	500	860	1914	Holguin II 浄水場 Alcides Pino浄水場
Guiraboダム	1969	500	500	1936	Pedernales浄水場 Holguin II 浄水場
Cauto川	2003	500	34,200	1985	Guiraboダム
合計					

(2) 浄水施設

オルギン市の水道では、3つのダムの原水を処理する浄水施設が以下の3施設がある。3施設とも、老朽化しており、リハビリを行う予定である。

表-6 浄水施設状況

施設名	建設時期	最大処理能力	稼働状況	改修後 最大処理能力
Alcides Pino	1957	184L/s	250L/s	278 L/s
Holguin II	1989	630L/s	530L/s	630 L/s
Pedernales	1980	315L/s	250L/s	315 L/s
合計		1,129L/s	1,030L/s	1,223 L/s

1) Alcides Pino浄水場

処理能力は184L/s。1957年に建設された浄水場である。現在では、処理能力以上の250L/sの水を処理し

ている。

2) Holguin II 浄水場

処理能力は630L/s。1989年に建設された浄水場である。現在は、530L/sの処理を行っている。

原水であるGibaraダムの濁度が低いため、凝集剤は使用していない。濁度が5を超えると、凝集剤を注入する。

3) Pedernales 浄水場

処理能力は315L/s。1980年に建設された浄水場である。凝集剤と塩素を注入している。

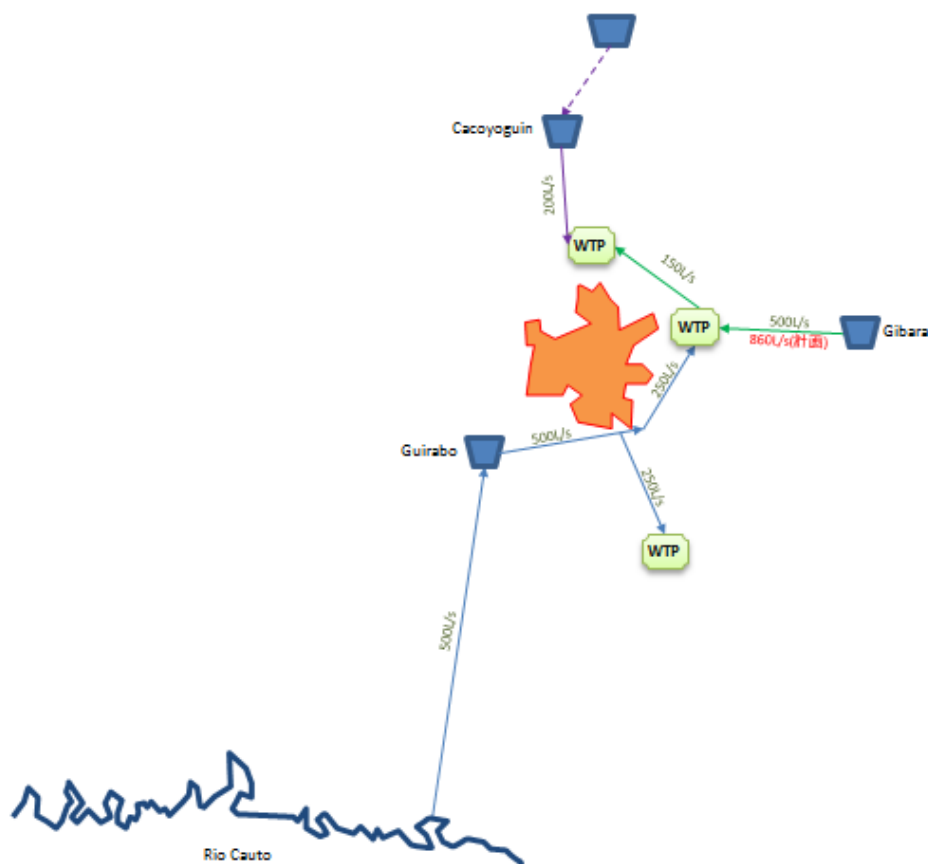


図-4 オルギン市の水道システム

3. 要請プロジェクトの内容

(1) サンチャゴ・デ・キューバ市

浄水場や配管網の運営に大きな問題はないが、水源の水量がないことが問題である。そのため、海に面しているサンチャゴ・デ・キューバ市としては、海水淡水化プラントの建設の計画を進めたいと考えている。また、水質管理に関して、高い意識があり機材が不足していることもあり、いくつかの水質試験機材が欲しいとの要望もあった。

家庭用メーターの改善をする予定でいるが、原水の流量管理をするための大口径の流量計を設置し、今後流

量管理を行っていききたいとの要望もあった。

以下に、要請内容を記載する。

- ①500L/sの海水淡水化プラントの建設
- ②20L/s程度の海水淡水化プラントの建設
- ③水質検査機材の機材供与
- ④大型原水用流量計の機材供与

(2)オルギン市

オルギン市から要請された計画内容は表-7、図-5に示す通りである。

市街地から西に位置した道路沿いに、新規浄水場（浄水能力300L/s）とそこから約1.5km離れた高台に8,000m³の配水池を建設し、市内に配管済みの配水管へ接続する計画である。水源は、既存のGuiraboダムから取水している既存導水管から、分岐して取水する計画である。

また、Cacoyoguínのバックアップとして、Santa Claraダムからの導水管も計画されている。

表-7 計画の内容・規模・水量

要請内容
Guiraboダムから浄水場までの導水管布設(HDPE管φ500mm、6.9km)
浄水場建設(300ℓ/s=25,400m ³ /日)
配水地までの送水管(HDPE管φ630mm、1.6km / HDPE管φ500mm、0.05km)
新規配水池建設(8,000m ³)
配水本管への接続管(HDPE管φ630mm、0.9km / HDPE管φ500mm、2.3km HDPE管φ400mm、0.5km / HDPE管φ315mm、0.8km) 計4.5km

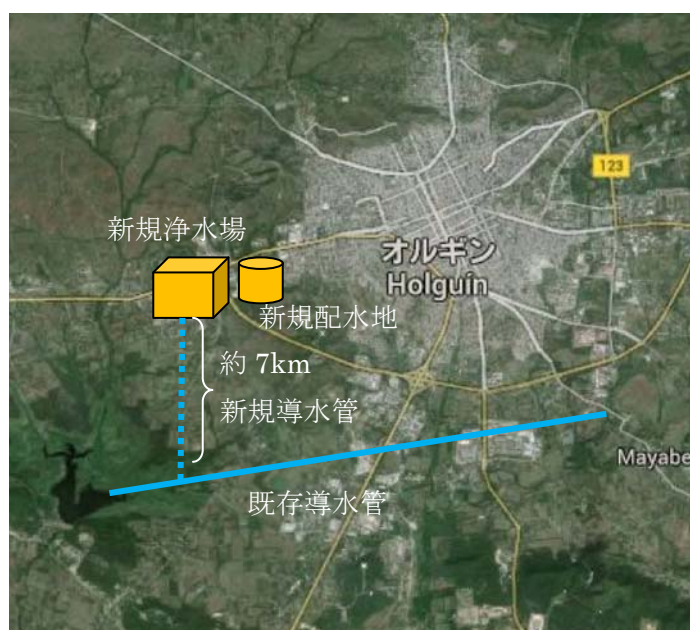


図-5 新規浄水場の位置図

4. プロジェクト実施への課題と妥当性

(1) サンチャゴ・デ・キューバ市

サンチャゴ・デ・キューバ市の問題点は、水源の水がないことである。水道施設の状況や配管網の状況については大きな問題点はなく運営している状況であった。

そこで、海水淡水化プラントの建設を計画しているが、日本の無償資金協力のポジションではなく、資金の援助を求めているため、難しいと考えられる。小規模の海水淡水化プラントについては、無償資金協力による援助が考えられる可能性はある。

そのほかに、水質機材の供与や大型の水道メーターの要請は、あったがこの件に関しても無償資金協力規模のプロジェクトでは難しいと考える。草の根等の援助なら可能ではないかと考える。

(2) オルギン市

オルギン市は、キューバの第3の都市でもあり、人口も増加傾向である。INRHとしても東部地区のオルギン市の水に対する対応が必要と考えている。

一部地域を除いて、24時間給水ができておらず、平均して9日に1度しか給水を受けていない状況でありタンクに溜めた水を用いて生活をしている。そのため、老朽化した既存の浄水場の改修を計画しているが、安定した水の供給を行うためには、新規の浄水場の建設が急務である。

本プロジェクトの目的は、INRH給水サービスが住民に対して、安全で安定した給水を行うことで、下記の事業効果が見込まれており、計画の妥当性は高いと考えられる。

- ・給水可能人口の拡大(27万人→35万人)
- ・安全な飲料水の提供による水因性疾病など健康被害リスクの低減
- ・買水にかかるコストの縮減
- ・メーターの設置による流量管理(無駄水の削減)

添付資料 - 1, 調査実施日程

日数	月／日	用 務		宿 泊 地
1	1/29 (日)	羽田発(18:50)AC006 → トロント着(16:45) UA06 トロント発(18:40)AC1752 → ハバナ着(22:15)		ハバナ泊
2	1/30 (月)	午前：大使館、JICA キューバ事務所表敬訪問 午後：INRH 打合せ		ハバナ泊
3	1/31 (火)	ハバナ～サンチャゴ・デ・キューバ移動(車)		サンチャゴ・デ・キューバ泊
4	2/1 (水)	終日：現地調査	INRH サンチャゴ・デ・キューバ打合せ 既存浄水場調査(Quintero)	サンチャゴ・デ・キューバ泊
5	2/2 (木)	終日：現地調査	既存浄水場調査(Parada)、井戸施設調査	サンチャゴ・デ・キューバ泊
6	2/3 (金)	終日：現地調査	水源調査	サンチャゴ・デ・キューバ泊
7	2/4 (土)	終日：現地調査	水源調査	サンチャゴ・デ・キューバ泊
8	2/5 (日)	午前：サンチャゴ・デ・キューバ～オルギン移動(車) 午後：資料整理		オルギン泊
9	2/6 (月)	終日：現地調査	INRH オルギン打合せ 水源、既存浄水場調査(Gibara,Holguin II)	オルギン泊
10	2/7 (火)	終日：現地調査	水源、既存浄水場調査(Santa Clar,Cacoyoguin,Alcides Pino)	オルギン泊
11	2/8 (水)	終日：現地調査	新規浄水場水源調査(Cauto,Guilabo),新規浄水場予定地調査	オルギン泊
12	2/9 (木)	終日：現地調査	HDPE 工場見学、既存浄水場調査、井戸及び水利用調査	オルギン泊
13	2/10 (金)	終日：現地調査	INRH オルギン打合せ	オルギン泊
14	2/11 (土)	オルギン～ハバナ移動(車)		ハバナ泊
15	2/12 (日)	資料整理		ハバナ泊
16	2/13 (月)	午前：大使館、JICA キューバ事務所報告 午後：INRH 報告		ハバナ泊
17	2/14 (火)	ハバナ発(7:00) AC1753～トロント着(10:30) トロント発(13:40) AC005～		機中泊
18	2/15 (水)	→ 羽田着(17:05)		

サンチャゴ・デ・キューバ市



Quintero I 浄水場



Quintero II 浄水場



Chalonsダム



Charco Monoダム



Gilbertダム



サンチャゴ・デ・キューバ市街地



Parada浄水場



Paradaダム



San Juan井戸



海水淡水化プラント(建設中)



海水淡水化プラント(建設予定地点)



湾口に位置する岩(世界遺産)からの遠望

オルギン市



Holguin II 浄水場



Gibara ダム



Santa Clara ダム



Cacoyoguin ダム



Alcides Pino 浄水場



オルギン市 市街地 遠望



Pedenaes浄水場



Guiraboダム



Cauto川 取水施設付近の流況



新規浄水場 建設計画用地



井戸水を利用する給水タンク車



共同井戸からの水の購入・運搬



Empresa Nacional de Análisis
y Servicios Técnicos

Ave. Las Américas Mtro 7 Distrito Merid. Santiago de Cuba, Cuba. Telé.: 022-633210 E-mail: enast@sig.hiro.cu



Reg. No. 157

INFORME FINAL DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código: RT0507

Número de trabajo: 883

Contrato: 03-17-16

Cliente: Emp. Investigaciones y Proyectos
Habana.

Dirección: Virtudes 680 esq. a Belascoain,
Centro Habana.

Fecha de recepción: 25/10/2016

Fecha de elaboración: 11 /11/2016

Cantidad de muestras: 3

IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

M	Identificación
6081	CASERIO RIO DOMINGO SC-011
• 6082	EMBALSE GOTA BLANCA SC-094
6083	EMBALSE HATILLO SC-263

MÉTODOS DE ENSAYO

Ensayo	Documentación que ampara el ensayo	Método
*pH	PA01 Determinación del pH	Método electrométrico
CO ₃ ²⁻	PA03 Determinación de carbonatos, bicarbonatos y alcalinidad total	Método de valoración
HCO ₃ ¹⁻	PA03 Determinación de carbonatos, bicarbonatos y alcalinidad total	Método de valoración
Cl ¹⁻	PA04 Determinación de cloruro	Método de argentométrico
SO ₄ ²⁻	PA05 Determinación de sulfato	Método Turbidimétrico
Ca ²⁺	PA06 Determinación de calcio, magnesio y dureza total	Método titrimétrico con EDTA
Mg ²⁺	PA06 Determinación de calcio, magnesio y dureza total	Método de cálculo
K ¹⁺	PA08 Determinación de potasio por fotometría de llama	Método fotométrico por emisión con llama
CT	PA21 Determinación del número más probable de coliforme totales, coliformes termotolerantes y <i>Escherichia coli</i>	Técnica de tubos múltiples de fermentación para miembros del grupo coliformes
CTT	PA21 Determinación del número más probable de coliforme totales, coliformes termotolerantes y <i>Escherichia coli</i>	Técnica de tubos múltiples de fermentación para miembros del grupo coliformes
Tub	PA24	Método Turbidimétrico
DQO	PA11 Determinación de la demanda química de oxígeno	Determinación rápida de la DQO.
DBO ₅ ^{20°C}	PA12 Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno	Determinación de DBO (5 días a 20 °C)
DT	PA06 Determinación de calcio, magnesio y dureza total	Método de cálculo

Este Informe Final de Resultados es un documento generado por el SGC de ENAST que está certificado NC-ISO 9001:2008 por ONN mediante el certificado No. 098-2009.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del informe, sin la aprobación escrita del Director de la UEB Santiago de Cuba que lo emite.

INFORME FINAL DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código: RT0507

Nota: * Ensayos que cumplen los requisitos de la Norma Cubana NC-ISO/IEC 17025:2006 y están acreditados por el Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba (ONARC).

RESULTADOS

n°	Tub NTU	pH (u); T (°C)	Ca ²⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L	Na ⁺ mg/L	K ⁺ mg/L	CO ₃ ²⁻ mg/L	HCO ₃ ¹⁻ mg/L	Cl ¹⁻ mg/L
6081	3.12	7.83, 27.7	60.00	64.40	33.5	5.6	0	396.5	35.4
6082	3.20	8.06, 26.9	56.00	19.20	25.0	2.7	0	225.7	38.9
6083	12.2	768, 27.6	72.00	24.00	84.7	4.0	0	396.5	70.9
Valor de incertidumbre (U)	-	±0.50%	±1.38%	1.38%			±0.90%	±0.90%	±1.23%

n°	DT mg CaCO ₃ /L	DBO ₅ ^{20°C} mg/L	DQO mg/L	CT NMP/100 mL	CTT NMP/100 mL
6081	410.00	12	42	140	140
6082	220.00	13	45	≥1600	≥1600
6083	280.00	12	40	26.2	19.2
Valor de incertidumbre (U)	±0.90%	-	±5.4%	-	-

Nota: Los resultados que contiene este informe sólo están relacionados con los ítems ensayados.

BIBLIOGRAFÍA

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, SMWW 1998, 20th Ed.
- Conde, J.; Bartós, J.; Reyes, A.: Determinación Rápida de la Demanda Química de Oxígeno. ICIDCA No 3 Volumen XII -1978 p.21.
- NC 1095:2015 Norma Cubana: Microbiología del agua. Detección y enumeración de coliformes. Técnica del número más probable (NMP).

Elaborado por: Ing. Soraya de la Pera Socarrás.

Cargo: Especialista en Desarrollo y Manejo de Recursos Hídricos.

Aprobado por: Lic. Juan Francisco Caballero Benítez.

Director UEB SC

Fin del Informe Final de Resultados de Ensayos

*Este Informe Final de Resultados es un documento generado por el SGC de ENAST que está certificado NC-ISO 9001:2008 por ONN mediante el certificado No. 088-2009.
Se prohíbe la reproducción total o parcial del informe, sin la aprobación escrita del Director de la UEB de Santiago de Cuba que lo emite.*



Empresa Nacional de Análisis
y Servicios Técnicos

Ave. Las Américas Micro 7 Distrito Martí. Santiago de Cuba, Cuba Teléf.: 022-633210 E-mail: enast@stg.hidro.cu



INFORME FINAL DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código: RT0507

Número del informe: 824

Contrato: 03-11-14

Cliente: Emp. A. A. Aguas Santiago

(UEB Fuente y Planta)

Dirección: Avenida de los Libertadores s/n esquina Trinidad.

Fecha de recepción: 11/10/2016

Fecha de elaboración: 28/10/2016

Cantidad de muestras: 02.

IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

nº	Identificación
5558	Salida Planta Potabilizadora Quintero1. RCI 2.0
5559	Salida Planta Potabilizadora Quintero2 RCI 2.0

MÉTODOS DE ENSAYO

Ensayo	Documentación que ampara el ensayo	Método
*pH	PA01 Determinación del pH	Método electrométrico
CO ₃ ²⁻	PA03 Determinación de carbonatos, bicarbonatos y alcalinidad total	Método de valoración
HCO ₃ ¹⁻	PA03 Determinación de carbonatos, bicarbonatos y alcalinidad total	Método de valoración
Cl ¹⁻	PA04 Determinación de cloruro	Método de argentométrico
Ca ²⁺	PA06 Determinación de calcio, magnesio y dureza total	Método tritométrico con EDTA
Mg ²⁺	PA06 Determinación de calcio, magnesio y dureza total	Método de cálculo
Na ¹⁺	PA07 Determinación de sodio por fotometría de llama	Método fotométrico por emisión con llama
K ¹⁺	PA08 Determinación de potasio por fotometría de llama	Método fotométrico por emisión con llama
DT	PA06 Determinación de calcio, magnesio y dureza total	Método de cálculo
NO ₃ ¹⁻	PA09 Determinación de nitrato	Método colorimétrico
CT	PA21 Determinación del número más probable de coliforme totales, coliformes termotolerantes y <i>Escherichia coli</i>	Técnica de tubos múltiples de fermentación para miembros del grupo coliformes
CTT	PA21 Determinación del número más probable de coliforme totales, coliformes termotolerantes y <i>Escherichia coli</i>	Técnica de tubos múltiples de fermentación para miembros del grupo coliformes
Tu	PA24 Determinación de Turbiedad	Método Turbidimétrico

Nota: * Ensayos que cumplen los requisitos de la Norma Cubana NC-ISO/IEC 17025:2006 y están acreditados por el Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba (ONARC).



Empresa Nacional de Análisis
y Servicios Técnicos

Ave. Las Américas Micro 7 Distrito Martí, Santiago de Cuba, Cuba Teléf.: 022-633210 E-mail: enast@stg.hidro.cu



INFORME FINAL DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código: RT0507

RESULTADOS

nº	TU NTU	pH (u); T (°C)	Ca ²⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L	Na ¹⁺ mg/L	K ¹⁺ mg/L	CO ₃ ²⁻ mg/L	HCO ₃ ¹⁻ mg/L
5558	11.4	6.65 27.5	40.00	12.00	24.2	2.1	0	103.7
5559	5.82	6.96 27.5	40.00	2.40	28.3	2.1	0	109.8
Valor de incertidumbre (U)	-	±0.5%	±1.4%	±1.4%	±2.6%	±3.1%	±0.9%	±0.9%

nº	Cl ¹⁻ mg/L	NO ₃ ¹⁻ mg/L	DT mg CaCO ₃ /L	CT NMP/100 mL	CTT NMP/100 mL
5558	28.3	<2.5	150.00	<2.2	<2.2
5559	21.2	<2.5	119.00	<2.2	<2.2
Valor de incertidumbre (U)	±1.2%	-	±1.4%	-	-

Nota: Los resultados que contiene este informe sólo están relacionados con los ítems ensayados.

BIBLIOGRAFÍA

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, SMWW 1998, 20th Edition.
- NC 1095:2015 Norma Cubana: Microbiología del agua. Detección y enumeración de coliformes. Técnica del número más probable (NMP).

Elaborado por: Lic. Josefa E. Llago García _____
Esp. Des. Man. Rec. Hídricos

Aprobado por: Lic. Juan Caballero Benítez _____
Director UEB

Fin del Informe Final de Resultados de Ensayos



Empresa Nacional de Análisis
y Servicios Técnicos

Ave. Las Américas Micro 7 Distrito Martí, Santiago de Cuba, Cuba Teléf.: 022-633210 E-mail: enast@etg.hidro.cu



INFORME FINAL DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código: RT0507

Número de trabajo: 823

Contrato: 03-13-14

Cliente: Empresa Aprovechamiento Hidráulico.

Dirección: Ave. Las Américas s/n frente micro 7

Distrito José Martí

Fecha de recepción: 11/10/2016

Fecha de elaboración: 27/10/2016

Cantidad de muestras: 9

IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

M	Identificación
5549	BATERIA SAN JUAN LINEA A SC-431
5550	BATERIA SAN JUAN BATERIA B SC-32
5551	BATERIA HUERTO ESCOLAR SC-435
5552	POZO SAN VICENTE SC-430
5553	POZO 220 HUERTO ESCOLAR SC-434
5554	TRABAJADORES SOCIALES SC-105
5555	E. TANQUE CAMPO TIRO SC-433
5556	BATERIA SANTA ROSA SC-108
5557	POZO 249 HURTO ESCOLAR SC-009

MÉTODOS DE ENSAYO

Ensayo	Documentación que ampara el ensayo	Método
*pH	PA01 Determinación del pH	Método electrométrico
CO ₃ ²⁻	PA03 Determinación de carbonatos, bicarbonatos y alcalinidad total	Método de valoración
HCO ₃ ¹⁻	PA03 Determinación de carbonatos, bicarbonatos y alcalinidad total	Método de valoración
Cl ¹⁻	PA04 Determinación de cloruro	Método de argentométrico
SO ₄ ²⁻	PA05 Determinación de sulfato	Método Turbidimétrico
Ca ²⁺	PA06 Determinación de calcio, magnesio y dureza total	Método tritimétrico con EDTA
Mg ²⁺	PA06 Determinación de calcio, magnesio y dureza total	Método de cálculo
K ¹⁺	PA08 Determinación de potasio por fotometría de llama	Método fotométrico por emisión con llama
NO ₃ ¹⁻	PA09 Determinación de nitrato	Método colorimétrico
CT	PA21 Determinación del número más probable de coliforme totales, coliformes termotolerantes y <i>Escherichia coli</i>	Técnica de tubos múltiples de fermentación para miembros del grupo coliformes
CTT	PA21 Determinación del número más probable de coliforme totales, coliformes termotolerantes y <i>Escherichia coli</i>	Técnica de tubos múltiples de fermentación para miembros del grupo coliformes
Tub	PA24	Método Turbidimétrico

Este Informe Final de Resultados es un documento generado por el SGC de ENAST que está certificado NC- ISO 9001:2008 por ONN mediante el certificado No. 088-2009.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del informe, sin la aprobación escrita del Director de la UEB Santiago de Cuba que lo emite.



Empresa Nacional de Análisis
y Servicios Técnicos

Ave. Las Américas Micro 7 Distrito Martí, Santiago de Cuba, Cuba Teléf.: 022-633210 E-mail: enast@stg.hidro.cu



INFORME FINAL DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código: RT0507

DT

PA06 Determinación de calcio, magnesio y
dureza total

Método de cálculo

Nota: * Ensayos que cumplen los requisitos de la Norma Cubana NC-ISO/IEC 17025:2006 y están acreditados por el Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba (ONARC).

RESULTADOS

n°	Tub NTU	pH (u); T (°C)	Ca ²⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L	Na ⁺ mg/L	K ⁺ mg/L	CO ₃ ²⁻ mg/L	HCO ₃ ¹⁻ mg/L	Cl ¹⁻ mg/L	NO ₃ ¹⁻ mg/L
5549	3.64	8.24, 27.7	96.00	38.40	65.3	0.8	0	439.2	88.6	10.5
5550	0.76	8.40, 27.7	108.00	55.20	67.1	1.4	12	494.1	88.6	13.6
5551	0.53	8.14, 27.7	76.00	43.20	93.2	1.7	0	390.4	85.0	12.4
5552	0.47	7.89, 27.8	60.00	19.20	50.1	1.2	0	335.5	46.0	4.3
5553	0.45	8.37, 27.8	60.00	28.80	52.3	1.3	30	195.2	74.4	10.5
5554	0.23	7.84, 27.6	45.00	43.20	65.3	2.1	0	390.4	60.2	15.5
5555	0.20	7.47, 27.5	108.00	14.40	69.0	1.6	0	475.8	124.0	12.4
5556	0.51	7.79, 27.4	96.00	67.2	69.0	2.4	0	396.5	212.7	4.9
5557	0.55	7.90, 27.5	68.00	45.6	81.8	2.4	0	359.9	95.7	6.8
Valor de incertidumbre (U)	-	±0.50%	±1.38%	1.38%			±0.90%	±0.90%	±1.23%	-

n°	DT mg CaCO ₃ /L	CT NMP/100 mL	CTT NMP/100 mL
5549	400.00	≤1.8	≤1.8
5550	500.00	≤1.8	≤1.8
5551	379.00	≤1.8	≤1.8
5552	230.00	≤1.8	≤1.8
5553	270.00	≤1.8	≤1.8
5554	300.00	4.0	≤1.8
5555	330.00	≤1.8	≤1.8
5556	520.00	6.1	2.0
5557	360.00	9.2	≤1.8
Valor de incertidumbre (U)	±0.90%	-	-

Nota: Los resultados que contiene este informe sólo están relacionados con los ítems ensayados.

Este Informe Final de Resultados es un documento generado por el SGC de ENAST que está certificado NC-ISO 9001: 2008 por ONN mediante el certificado No. 088-2009.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del informe, sin la aprobación escrita del Director de la UEB de Santiago de Cuba que lo emite.



Empresa Nacional de Análisis
y Servicios Técnicos

Ave. Las Américas Micro 7 Distrito Martí, Santiago de Cuba, Cuba Teléf.: 022-633210 E-mail: enast@atg.hidro.cu



INFORME FINAL DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código: RT0507

BIBLIOGRAFÍA

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, SMWW 1998, 20th Ed.
- NC 1095:2015 Norma Cubana: Microbiología del agua. Detección y enumeración de coliformes. Técnica del número más probable (NMP).

Elaborado por: Ing. Soraya de la Pera Socarrás.

Cargo: Especialista en Desarrollo y Manejo de Recursos Hídricos.

Aprobado por: Lic. Juan Francisco Caballero Benítez.

Director UEB SC

Fin del Informe Final de Resultados de Ensayos



Empresa Nacional de Análisis
y Servicios Técnicos

Ave. Las Américas Micro 7 (Distrito Martí, Santiago de Cuba, Cuba) Teléf.: 022-633210 E-mail: enast@wtp.hidro.cu



INFORME FINAL DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código: RT0507

Número de trabajo: 840

Contrato: 03-13-14

Cliente: Empresa Aprovechamiento Hidráulico.

Dirección: Ave. Las Américas s/n frente micro 7

Distrito José Martí

Fecha de recepción: 13/10/2016

Fecha de elaboración: 02/11 /2016

Cantidad de muestras: 7

IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

M	Identificación
* 5678	PLANTA POTABILIZADORA QUINTERO SC-001
• 5679	EMBALSE CHALONS SC-006
5680	EFLUENTE QUINTERO CARRETERA CENTRAL SC-188
5681	FILTRACIÓN CHALONS 1 SC-453
5682	FILTRACIÓN CHALONS 2 SC-545
5683	ENTRADA POTABILIZADORA COBRE SC-244
• 5684	EMBALSE PARADA SC-265

MÉTODOS DE ENSAYO

Ensayo	Documentación que ampara el ensayo	Método
*pH	PA01 Determinación del pH	Método electrométrico
CO ₃ ²⁻	PA03 Determinación de carbonatos, bicarbonatos y alcalinidad total	Método de valoración
HCO ₃ ¹⁻	PA03 Determinación de carbonatos, bicarbonatos y alcalinidad total	Método de valoración
Cl ¹⁻	PA04 Determinación de cloruro	Método de argentométrico
SO ₄ ²⁻	PA05 Determinación de sulfato	Método Turbidimétrico
Ca ²⁺	PA06 Determinación de calcio, magnesio y dureza total	Método titrimétrico con EDTA
Mg ²⁺	PA06 Determinación de calcio, magnesio y dureza total	Método de cálculo
K ¹⁺	PA08 Determinación de potasio por fotometría de llama	Método fotométrico por emisión con llama
NO ₃ ¹⁻	PA09 Determinación de nitrato	Método colorimétrico
CT	PA21 Determinación del número más probable de coliforme totales, coliformes termotolerantes y <i>Escherichia coli</i>	Técnica de tubos múltiples de fermentación para miembros del grupo coliformes
CTT	PA21 Determinación del número más probable de coliforme totales, coliformes termotolerantes y <i>Escherichia coli</i>	Técnica de tubos múltiples de fermentación para miembros del grupo coliformes
Tub	PA24	Método Turbidimétrico
DQO	PA11 Determinación de la demanda	Determinación rápida de la DQO.

Este Informe Final de Resultados es un documento generado por el SGC de ENAST que está certificado NC-ISO 9001:2008 por ONN mediante el certificado No. 088-2009.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del informe, sin la aprobación escrita del Director de la UEB Santiago de Cuba que lo emite.

INFORME FINAL DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código: RT0507

química de oxígeno
DBO₅^{20°C} PA12 Determinación de la demanda
bioquímica de oxígeno

Determinación de DBO (5 días a 20 °C)

DT PA06 Determinación de calcio, magnesio y
dureza total

Método de cálculo

Nota: * Ensayos que cumplen los requisitos de la Norma Cubana NC-ISO/IEC 17025:2006 y están acreditados por el Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba (ONARC).

RESULTADOS

nº	Tub NTU	pH (u); T (°C)	Ca ²⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L	Na ⁺ mg/L	K ⁺ mg/L	CO ₃ ²⁻ mg/L	HCO ₃ ¹⁻ mg/L	Cl ¹⁻ mg/L	NO ₃ ¹⁻ mg/L
5678	45.0	7.26, 27.0	28.00	14.00	11.2	2.1	0	134	14	-
5679	7.34	7.82, 26.9	48.00	19.00	37.1	6.2	0	256	35	3.7
5680	-	7.78, 26.9	-	-	-	-	-	-	-	-
5681	-	7.81, 26.9	80.00	24.00	43.9	1.1	0	390	43	≤2.5
5682	-	7.48, 26.5	92.00	26.00	43.9	1.3	0	403	39	3.7
5683	-	7.31, 26.0	40.00	7.00	10.5	2.1	0	128	43	4.3
5684	-	7.90, 27.0	84.00	46.00	52.3	6.6	0	171	50	≤2.5
Valor de incertidumbre (U)	-	±0.50%	±1.38%	1.38%			±0.90%	±0.90%	±1.23%	-

nº	DT mg CaCO ₃ /L	DBO ₅ ^{20°C} mg/L	DQO mg/L	CT NMP/100 mL	CTT NMP/100 mL
5678	130.00	18	60	350	39
5679	200.00	19	62	24	14
5680	-	25	75	11	4.5
5681	300.00	-	-	-	-
5682	340.00	-	-	-	-
5683	130.00	20	65	350	350
5684	400.00	18	58	≤1.8	≤1.8
Valor de incertidumbre (U)	±0.90%	-	±5.4%	-	-

Nota: Los resultados que contiene este informe sólo están relacionados con los ítems ensayados.



Empresa Nacional de Análisis
y Servicios Técnicos

Ava. Las Américas Micro 7 Distrito Martí, Santiago de Cuba, Cuba Telef.: 022-633210 E-mail: enast@sig.hidro.cu



INFORME FINAL DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código: RT0507

BIBLIOGRAFÍA

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, SMWW 1998, 20th Ed.
- Conde, J.; Bartós, J.; Reyes, A.: Determinación Rápida de la Demanda Química de Oxígeno. ICIDCA No 3 Volumen XII -1978 p.21.
- NC 1095:2015 Norma Cubana: Microbiología del agua. Detección y enumeración de coliformes. Técnica del número más probable (NMP).

Elaborado por: Ing. Soraya de la Pera Socarrás.

Cargo: Especialista en Desarrollo y Manejo de Recursos Hídricos.

Aprobado por: Lic. Juan Francisco Caballero Benítez.

Director UEB SC

Fin del Informe Final de Resultados de Ensayos

INFORME FINAL DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código: RT0507

Número de trabajo: 848

Contrato: 03-17-16

Cliente: Emp. Investigación y Proyectos Habana

Dirección: Virtudes 680 esq. a Belascoain,

Centro Habana.

Fecha de recepción: 18/10/2016

Fecha de elaboración: 08/11/2016

Cantidad de muestras: 4

IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

M	Identificación
5761	BOMBEO CHARCO MONO SC-260
5762	BOMBEO GILBERT SC-265
5763	BOMBEO BAYATE SC-276
5764	TUNEL SIERRA MAESTRA SC-277

MÉTODOS DE ENSAYO

Ensayo	Documentación que ampara el ensayo	Método
*pH	PA01 Determinación del pH	Método electrométrico
CO ₃ ²⁻	PA03 Determinación de carbonatos, bicarbonatos y alcalinidad total	Método de valoración
HCO ₃ ¹⁻	PA03 Determinación de carbonatos, bicarbonatos y alcalinidad total	Método de valoración
Cl ¹⁻	PA04 Determinación de cloruro	Método de argentométrico
SO ₄ ²⁻	PA05 Determinación de sulfato	Método Turbidimétrico
Ca ²⁺	PA06 Determinación de calcio, magnesio y dureza total	Método tritimétrico con EDTA
Mg ²⁺	PA06 Determinación de calcio, magnesio y dureza total	Método de cálculo
K ¹⁺	PA08 Determinación de potasio por fotometría de llama	Método fotométrico por emisión con llama
NO ₃ ¹⁻	PA09 Determinación de nitrato	Método colorimétrico
CT	PA21 Determinación del número más probable de coliforme totales, coliformes termotolerantes y <i>Escherichia coli</i>	Técnica de tubos múltiples de fermentación para miembros del grupo coliformes
CTT	PA21 Determinación del número más probable de coliforme totales, coliformes termotolerantes y <i>Escherichia coli</i>	Técnica de tubos múltiples de fermentación para miembros del grupo coliformes
Tub	PA24	Método Turbidimétrico
DT	PA06 Determinación de calcio, magnesio y dureza total	Método de cálculo
Na ¹⁺	PA07 Determinación de sodio por fotometría de llama	Método fotométrico por emisión con llama

Este Informe Final de Resultados es un documento generado por el SGC de ENAST que está certificado NC- ISO 9001:2008 por ONN mediante el certificado No. 088-2009.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del informe, sin la aprobación escrita del Director de la UEB Santiago de Cuba que lo emite.



Empresa Nacional de Análisis
y Servicios Técnicos

Ave. Las Américas Micro 7 Distrito Martí, Santiago de Cuba, Cuba Teléf.: 022-633210 E-mail: enast@eq.hidro.cu



INFORME FINAL DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código: RT0507

DQO

PA11 Determinación de la demanda química de
oxígeno

Determinación rápida de la
DQO.

Nota:

Ensayos que cumplen los requisitos de la Norma Cubana NC-ISO/IEC 17025:2006 y están acreditados por el Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba (ONARC).

RESULTADOS

n°	Tub NTU	pH (u); T (°C)	Ca ²⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L	Na ⁺ mg/L	K ⁺ mg/L	CO ₃ ²⁻ mg/L	HCO ₃ ¹⁻ mg/L	Cl ¹⁻ mg/L	NO ₃ ¹⁻ mg/L
5761	31.0	7.93, 27.2	60.00	7.20	11.2	2.1	0	152.5	14.1	5.5
5762	6.21	8.46, 27.2	100.00	38.40	50.1	5.3	30	134.2	56.7	3.1
5763	51.7	8.09, 27.2	52.00	24.00	11.2	2.2	0	140.3	17.7	5.5
5764	74.9	8.15, 27.2	52.00	12.00	11.9	2.2	0	134.2	21.2	5.5
Valor de incertidumbre (U)	-	±0.50%	±1.38%	1.38%			±0.90%	±0.90%	±1.23%	-

n°	DT mg CaCO ₃ /L	DQO mg/L	CT NMP/100 mL	CTT NMP/100 mL
5761	180.00	67	33	26
5762	410.00	58	39	17
5763	230.00	56	47	47
5764	180.00	59	1600	540
Valor de incertidumbre (U)	±0.90%	±5.4%	-	-

Nota: Los resultados que contiene este informe sólo están relacionados con los ítems ensayados.

*Este Informe Final de Resultados es un documento generado por el SGC de ENAST que está certificado NC-ISO 9001:2008 por ONN mediante el certificado No. 088-2009.
Se prohíbe la reproducción total o parcial del informe, sin la aprobación escrita del Director de la UEB de Santiago de Cuba que lo emite.*



Empresa Nacional de Análisis
y Servicios Técnicos

Ave. Las Américas Micro 7 Dikuito Martí, Santiago de Cuba, Cuba. Teléf.: 022-633210 E-mail: enast@stg.hidro.cu



INFORME FINAL DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código: RT0507

BIBLIOGRAFÍA

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, SMWW 1998, 20th Ed.
- NC 1095:2015 Norma Cubana: Microbiología del agua. Detección y enumeración de coliformes. Técnica del número más probable (NMP).
- Conde J.; Bartós, J.; Reyes, A.: Determinación Rápida de la Demanda Química de Oxígeno. ICIDCA No 3 Volumen XII -1978 p.21

Elaborado por: Ing. Soraya de la Pera Socarrás.

Cargo: Especialista en Desarrollo y Manejo de Recursos Hídricos.

Aprobado por: Lic. Juan Francisco Caballero Benítez.

Director UEB SC

Fin del Informe Final de Resultados de Ensayos

この印刷物は、「環境物品等の調達の推進に関する基本方針」に基づき、本文に古紙パルプ配合率 70%以上、白色度 70%±3%の用紙を使用しています。