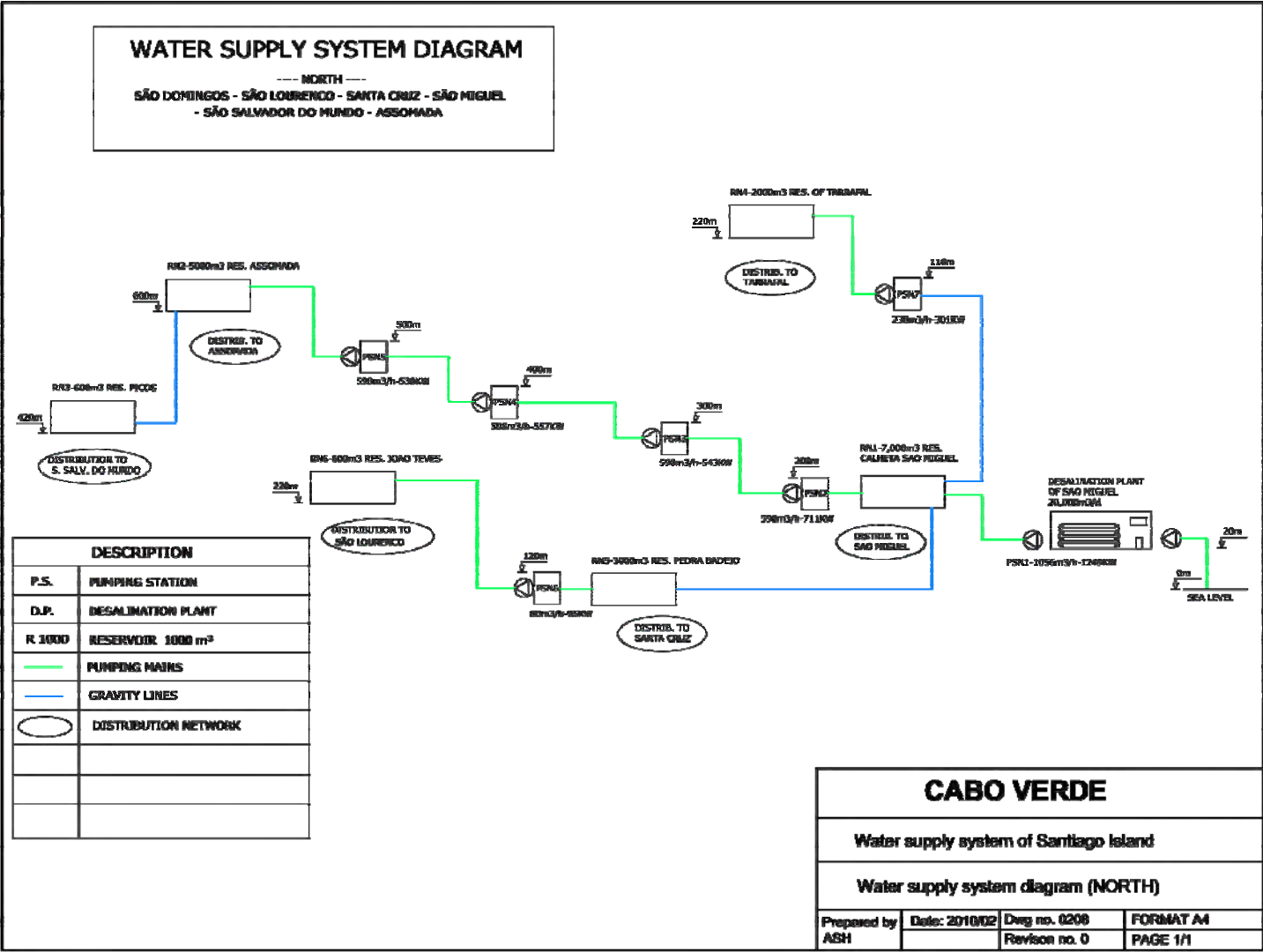


4-8



出所：JICA 調査団

図 4.1-4：給水システム図（北部）

4.1.3 海水淡水化施設の概要

本海水淡水化施設は 20,000 m³/日の飲料水生産能力があり、以下の設備から構成される。

- ・海水取水設備
- ・前処理設備
- ・逆浸透膜設備
- ・後処理設備
- ・逆浸透膜洗浄設備
- ・薬品注入設備

(1) 海水取水設備

本海水淡水化施設にて 20,000 m³/日の飲料水を生産するために、50,000 m³/日の海水を取水する。

海水取水設備は主に以下の3つの方式に分けられる。

- 表層取水方式
- 深層取水方式
- 浸透取水方式

各取水方式にはそれぞれに長所・短所があり、取水量や耐久性、施工性、コストなどについての特徴を表 4.1-2 に示す。

表 4.1-2 : 海水取水方式の比較

| 分類 取水方式 | 直接取水 | | 間接取水 |
|------------|--|--|---------------------------|
| | 表層取水方式 | 深層取水方式 | 浸透取水方式 |
| 概要 | - 簡易で一般的 - 温度やSSなどの表層水質は変動しやすく、その影響を受けやすい | - 沖合の深層水を取水する - 取水深さを選択できる - 原水水質が安定している | - 簡易で一般的 - 原水水質が安定している |
| 事例 | 表層取水 | カーテンウォール方式 沖合取水方式 | 海岸井戸方式 浸透取水方式 |
| 取水量 | 小規模 | 大規模 | 小規模 |
| 取水深さ | 海面から水深5mにかけて | 制限なし(海底地形による) | 井戸深度30-100m |
| 波の影響 | 大きい | 小さい | 影響なし(干満の影響は受ける) |
| 海水中SSの影響 | 大きい | 小さい | 極めて小さい |
| 耐久性 | 維持管理は容易 | 維持管理は容易 | 取水井の目詰まりの恐れあり |
| 施工性 | 大規模設備では設置面積が大きくなる | 海底取水管の施工性について現場の検討が必要 | 建設は容易 |
| コスト | 標準 | 高い | 安い |

出所：JICA 調査団

取水量やサンチャゴ島での既設の方式、建設場所の制限を考慮すると、本件では浸透取水方式が最適であると考えられた。浸透取水方式の長所は以下の通りである。

- 浸透取水方式では地中での自然濾過作用により、前処理設備が簡素化できる。すなわち、浸透取水方式では前処理は砂濾過設備のみでよく、表層取水方式や深層取水方式のように、砂濾過設備の前段としてクラリファイヤを通す必要がない。
- 建設時に海洋汚染を引き起こす心配がない。
- 建設が容易なため、現地の建設業者でも安心して起用でき、リスクが少ない
- 放流されたブライン（濃縮海水）が取水設備に取り込まれて再循環してしまうことがない。

本設備の取水井の特徴を以下に記す。

- 9つの取水井で構成され(1つの予備井を含む)、総量 50,000 m³/日の海水を取水する。取水井の数は既設のパルマレージョ海水淡水化施設を参考とした。既設のパルマレージョ海水淡水化施設では、取水井と本設備の取水井の位置は近く、同じ海岸沿いに連なることになる。
- 取水井は、直径 350 mm、深さおよそ 40m である。それぞれの取水井の間隔は、既設を参考に 20 m と設定した。
- 1つの取水井ごとに 1基の取水用水中ポンプを設置する。さらに 1基を倉庫予備とする。

(2) 前処理設備

逆浸透膜の汚れを防ぐために、微生物・微粒子・コロイド状粒子を制御する目的で、前処理設備を設置する。前処理設備は、次亜塩素酸ソーダ酸注入設備、砂濾過器、濾過水貯水池にて構成される。

次亜塩素酸ソーダは、微生物制御のため、砂濾過設備に海水を供給する導水管に注入する。

砂濾過設備は圧力式水平型二層濾過器 270 m³/時を 9 基設置する。濾過器本体はカーボンスチールにゴムライニングを施し、濾材はアンスラサイトと砂を用いる。通常は 8 基運転で、1 基は予備とする。逆洗は水と空気を用いて 1 日に 1 回行うが、その際 1 基が逆洗工程に入ると、予備の 1 基の濾過器に通水を始めることでトータルの処理流量を確保する。1 回の逆洗時間は 1 基あたり約 30 分である。逆洗用に逆洗ポンプと空気逆洗ブローアを設置する。

砂濾過水は砂濾過水池に貯水される。砂濾過水池は15分の滞留時間を設定し、520m³の容量がある。

(3) 逆浸透膜設備

逆浸透膜設備は海水を脱塩する設備であり、本件では海水中の塩分は約37,800 mg/l TDSである。なお2段目逆浸透膜設備はボロン濃度基準を0.5 mg/l以下にするために設置される。この基準は2008年発行のWHOのガイドライン（3版）に記載されている。

砂濾過水は砂濾過池から、安全フィルターを通した上で、1段目逆浸透膜設備に入る。安全フィルターの直前には塩酸と重亜硫酸ソーダ（SBS）を注入する。塩酸は、供給水をpH 7.3に調製することで、炭酸カルシウムによる逆浸透膜面へのスケーリングを防止するために注入する。重亜硫酸ソーダは、膜に悪影響を与える遊離塩素を検出限界以下まで除去するために注入する。

砂濾過水は、ポリッシングと砂濾過器の緊急時のバックアップとして、安全フィルターを通す。安全フィルターは5台（うち1台予備）を設置する。膜モジュールへの供給水はSDI（Silt Density Index）3.5以下が逆浸透膜メーカーより推奨されている。安全フィルターはカートリッジ式で膜面の公称口径は5ミクロンである。

安全フィルターを経た水は高圧ポンプにて70kg/cm² Gまで加圧され、1段目逆浸透膜設備に入る。

1段目逆浸透膜設備は4系列からなり、1系列あたり5,625 m³/日の能力を持つ。1系列に8インチの逆浸透膜を504エレメント持つ。7エレメント1組として縦列に圧力容器に入れ1モジュールとする。1系列あたり72モジュールを並列に配置する。以下にまとめる。

- 5,625 m³/日 x 4 系列
- 1 系列あたり、72 モジュール
- 1 膜モジュールあたり、7 個の逆浸透膜 エレメント
- 合計 504 エレメント x 4 系列

1段目逆浸透膜設備の透過水は、中間タンクに一旦貯水される。一方で、ブライン（濃縮水）は高圧を維持しているため、エネルギー回収装置を経て海に排水される。回収率は45%とする。塩分濃度（TDS）は透過水で260 mg/l、濃縮水で68,500 mg/lと設計した。

1段目逆浸透膜設備の透過水は中間タンクを経て、飲料水としての水質を満たすようボロンを除去するため2段目逆浸透膜設備に供給される。2段目逆浸透膜設備にて効果的にボロンを除去するために、苛性ソーダにて1段目透過水をpH 9.0に調整する。2段目逆浸透膜

設備は、さらに1列目と2列目の膜モジュール群によって構成される。2段目逆浸透膜設備供給水は、まず1列目の膜モジュール群に供給され、1列目濃縮水がさらに2列目のユニットに供給される。このため、2段目逆浸透膜設備全体での透過水回収率は高くなっており、89%の回収率を見込んでいる。2段目逆浸透膜設備の構成は以下の通りである。

- 飲料水生産量 5,000 m³/日 x 4 系列
- 1 列目の膜モジュール 22 個、2 列目の膜モジュール 8 個
- 1 膜モジュールあたり、7 個の逆浸透膜エレメンツ
- 1 系列あたり、1 列目 154 エレメンツ、2 列目 56 エレメンツ

2 段目逆浸透膜設備の透過水は製品タンクに貯えられる。2 段目濃縮水は流量 2,500 m³/日で、圧力も1段目ほど高くないためエネルギー回収せずに海に排水される。

エネルギー回収装置 (ERD)

逆浸透膜設備から排出されるブラインは高圧のエネルギーをもっており、これを利用するエネルギー回収装置には以下の4種類が挙げられる。これらは初期コスト、エネルギー回収効率、実績、運転やメンテナンスの容易さを考慮して判断される。エネルギー回収装置の特徴の比較を表 4.1-3 に記す。

表 4.1-3 : 主なエネルギー回収装置の特徴の比較

| タイプ | タービン型 エネルギー回収装置 | | 容積型エネルギー回収装置 | |
|-----------|--------------------|----------|-----------------------------|-----------------------------|
| | ターボチャージャー | ペルトンタービン | PX (*1) | DWEER (*2) |
| エネルギー回収効率 | 50-65% | 40-60% | 約. 95% | 約 95% |
| 適用範囲 | 小規模プラント | 大規模プラント | 複数系列で 大規模プラントも可 | 大規模プラントも可 |
| 実績 | 多数 | 多数 | 近年開発された が、適用例は増加 している | 近年開発された が、適用例は増加 している |

(*1) PX: Pressure Exchange

(*2) DWEER: Dual Work Energy Exchanger

出所 : JICA 調査団

これらのタイプのうち、ペルトンタービン (タービン型エネルギー回収装置) と DWEER (容積型エネルギー回収装置) をさらに表 4.1-4 にて比較した。

表 4.1-4 : エネルギー回収装置の定量的な比較一覧

| | ペルトンタービン | DWEER |
|-------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 段目逆浸透装置からの透過水流量 | 22,500 m ³ /day | 22,500 m ³ /day |
| 逆浸透膜への高圧ポンプ | | |
| 基数 | 4 | 4 |
| 容量 | 521 m ³ /hour | 235 m ³ /hour |
| 圧力 | 69 bar | 69 bar |
| ブースターポンプ | NA | |
| 基数 | | 4 |
| 容量 | | 286 m ³ /hour |
| 圧力 | | 1.8 bar |
| エネルギー回収装置 (ERD) | Pelton turbine | DWEER |
| 基数 | 4 | 4 |
| エネルギー消費量 | | |
| 高圧ポンプ(1 基あたり) | 1,361 kW | 632 kW |
| ブースターポンプ(1 基あたり) | NA | 12 kW |
| エネルギー回収量(1 基あたり) | - 424 kW | Incorporated in above |
| エネルギー消費量 (1 系あたり) | 937 kW | 644 kW |
| 総エネルギー消費量 | 3,748 kW | 2, 576 kW |
| 電気代単価 | 0.265 US\$/kWh | 0.265 US\$/kWh |
| 年間の電気代 | 8,700,607 US\$/year | 5,979,926 US\$/year |
| 年間の電気代差 | Base | - 2,720,681 US\$/year |
| 初期コスト差 | Base | + 427, 000 US\$ |
| おおよその初期コスト回収期間 | Base | 0.16 year |

出所：JICA 調査団

上記の比較は 20,000 m³/日の飲料水を生産するため、1 段目逆浸透膜設備からの透過水が 22,500 m³/日という前提で行った。電気代単価を 0.265 US\$/kWh とすると、電気代は DWEER 型で 5,979,926 US\$/年、ペルトンタービン型で 8,700,607 US\$/年となり DWEER 型の方が 1 年で 2,720,681 US\$/年安いと推算された。一方で初期コストについては DWEER 型がペルトンタービン型より 427,000 US\$高いと推算された。これらの推算結果から、DWEER 型の方が初期コストは高いが、エネルギー回収率がよいため電気代を考慮すると 0.16 年で初期コスト差額は回収されてしまうことが分かった。このため、本案件については容積型エネルギー回収装置を選定した。これらを総合すると、20,000 m³/日の飲料水を生産する海水淡水化施設の生産水量あたりのエネルギー消費量は DWEER 型で 4.7 kWh/m³、ペルトンタービン型で 6.1 kWh/m³であった。

(4) 後処理設備

2 段目逆浸透膜設備を透過した処理水は TDS が 12 mg/l と極めて低く、硬度もほぼゼロである。そのため極めて腐食性が高く、飲用にも不適である。よってミネラル添加が必須であり、塩化カルシウムと炭酸ナトリウムを注入する。注入率は、硬度が 15 mg/l as CaCO₃、ランゲリア指数が -0.5 to 0.0 となるように調整する。

また、飲料水の消毒のため次亜塩素酸ソーダを注入し、塩素を残留させる。

後処理設備を経た後は処理水移送ポンプにより貯水槽に送られる。

(5) 逆浸透膜洗浄設備

供給水中に含まれるファウリング物質が膜面に付着し閉塞を起こすため、薬品を用いた膜洗浄設備にて膜面の付着物を取り除く。膜洗浄設備は1段目逆浸透膜設備、2段目逆浸透膜設備それぞれに独立して設置され、膜洗浄設備は洗浄タンク、洗浄水ポンプ、洗浄フィルターにて構成される。

膜洗浄の頻度は膜への供給水の水質と、逆浸透膜設備の効率による。膜洗浄頻度はおよそ3-4ヶ月毎であるが、運転中以下のような状況が見られたら膜洗浄が必要である。

- 膜差圧が上昇した場合（供給水と濃縮水の差圧）
- 透過水量が減少した場合
- 透過水の水質が悪化した場合（電気伝導率が上昇した場合）

洗浄用薬品は膜面付着物の性質によって選択される。無機物によるスケーリングの場合、一般的には酸による洗浄が有効で、塩酸やクエン酸などが用いられる。有機性の付着物の場合には、陰イオン界面活性剤であるドデシル硫酸ナトリウム溶液を、苛性ソーダや、トリポリリン酸、リン酸三ナトリウムなどで高pHに調整したものなどが用いられる。

(6) 薬品注入設備

本施設の薬品注入設備の一覧を表4.1-5に示す。

表 4.1-5：薬品注入設備

| 薬品 | 目的 | 荷姿 |
|----------|---------------------------|--|
| 次亜塩素酸ソーダ | 海水及び処理水の消毒 | NaClO (10%) 溶液 ドラム缶 |
| 塩酸 | 1段目逆浸透膜設備への 供給水の pH 調整 | HCl (35%) 溶液 ドラム缶 |
| 重亜硫酸ソーダ | 残留塩素除去 | NaHSO ₃ (100%) 固体 袋 |
| 苛性ソーダ | 2段目逆浸透膜設備への 供給水の pH 調整 | NaOH (20%) 溶液 ドラム缶 |
| 塩化カルシウム | ミネラル添加 | CaCl ₂ (100%) 固体 袋 |
| 炭酸ナトリウム | ミネラル添加 | Na ₂ CO ₃ (100%) 固体 袋 |

出所：JICA 調査団

それぞれの注入設備はタンクと注入ポンプからなる。薬品が固体である場合には溶解槽とミキサーを設置する。溶解装置の設置については詳細設計にて検討することとする。膜洗浄用薬品については、洗浄タンクにて調製することとする。

(7) 排水放流設備

本設備からの排水は、砂濾過器からの逆洗排水、1 段目と 2 段目逆浸透膜設備からのブラインがある。砂濾過器からの逆洗排水は間欠的である。1 段目逆浸透膜設備からのブラインは、流量 27,500 m³/日、TDS 68,500 mg/l であるが、この数値はそれぞれ取水海水の約 55%、1.8 倍にあたり、海洋生物を始めとする周辺環境へ影響を及ぼす可能性がある。そのため排水は一旦排水ピットに貯留し、そこから海水と混合し希釈する方式で海の中に放流する。

(8) 電力消費量

電力消費量は、容積型エネルギー回収装置を 20,000 m³/日の処理水生産能力の設備に設置したとして、海水温 20℃の条件下で処理水 1m³あたり 4.7 kWh/m³と計算された。

この値は詳細設計時点で改良される可能性があり、またボロンの許容濃度の緩和によっても改良される可能性がある。

(9) 薬品消費量

飲料水の生産量 20,000 m³/日として見込まれる薬品消費量を表 4.1-6 に示す。

表 4.1-6 : 薬品消費量

| 薬品 | | 注入率 (mg/l) | 消費量 (kg/day) |
|----------|--|---------------|-----------------|
| 次亜塩素酸ソーダ | NaClO (10%) | 5 (取水海水用) | 250 |
| 次亜塩素酸ソーダ | NaClO (10%) | 10 (処理水用) | 200 |
| 塩酸 | HCl (35%) | 13.8 | 690 |
| 重亜硫酸ソーダ | NaHSO ₃ (100%) | 1.5 | 36 |
| 苛性ソーダ | NaOH (20%) | 33.0 | 740 |
| 塩化カルシウム | CaCl ₂ (100%) | 17.0 | 333 |
| 炭酸ナトリウム | Na ₂ CO ₃ (100%) | 16.0 | 318 |

(注) : 洗浄用薬品は除外している。

出所 : JICA 調査団

(10) その他の消耗材

飲料水の生産量 20,000 m³/日として想定される消耗材を表 4.1-7 に示す。

表 4.1-7：フィルター消費量

| 品目 | 設置個数. (エレメント数) | 交換割合 (%/年) | 消費量 (エレメント数/年) |
|------------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| カートリッジ エレメント(安全フィルター用) | 800 | 400 | 3,200 |
| カートリッジ エレメント(洗浄装置用) | 204 | 400 | 816 |
| 1 段目逆浸透膜 | 2,016 | 20 | 403 |
| 2 段目逆浸透膜 | 840 | 15 | 126 |

出所：JICA 調査団

以下の図面類を添付する。

図 4.1-5 パルマレージョ海水淡水化施設 フローシート (物質収支つき)

図 4.1-6 カルヘタ海水淡水化施設 フローシート (物質収支つき)

図 4.1-7 パルマレージョ海水淡水化施設概要配置図

図 4.1-8 カルヘタ海水淡水化施設概要配置図

図 4.1-9 カルヘタ海水淡水化施設概要配置図 (代替案)

図 4.1-10 パルマレージョ海水淡水化施設詳細配置図(1/2)

図 4.1-11 パルマレージョ海水淡水化施設詳細配置図(2/2)

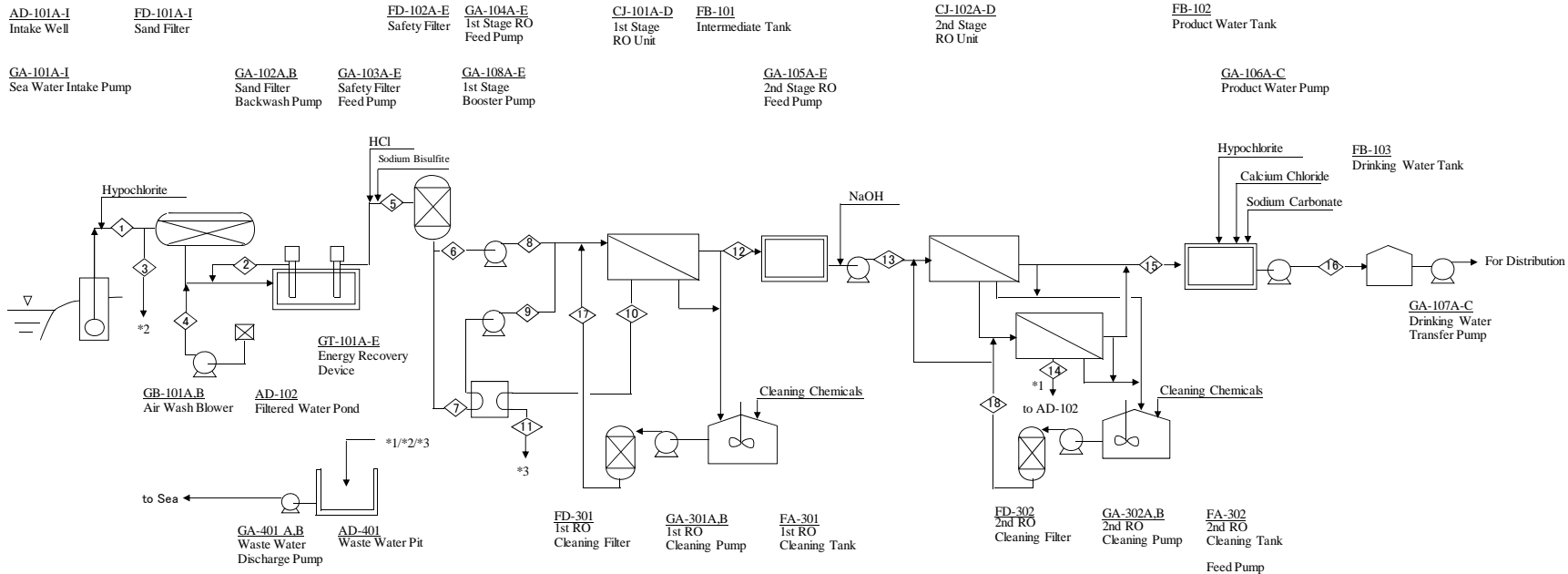
図 4.1-12 カルヘタ海水淡水化施設詳細配置図

図 4.1-13 海水淡水化施設の単線結線図

表 4.1-8 パルマレージョ海水淡水化施設機器リスト (概略仕様つき)

表 4.1-9 カルヘタ海水淡水化施設機器リスト (概略仕様つき)

4-17

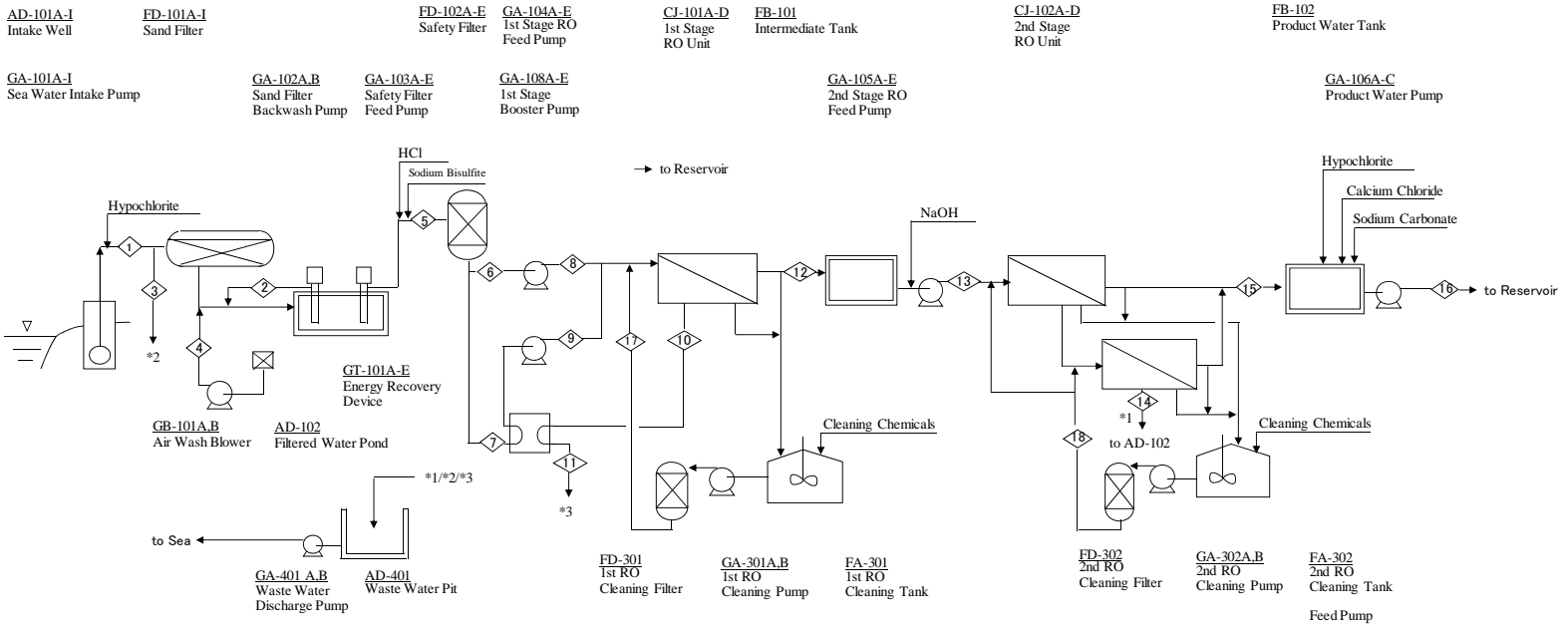


| Stream No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|------------------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|--------------|----------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------|-----------------|---------------|-----------------------|-----------------------|
| Description | Feed Sea Water | Filter Backwash Water | Backwash Waste to Sea | Filter Backwash Air | Safety Filter Feed | HP Pump Feed | ERD Feed | 1st RO HP Feed | 1st RO HP Feed | 1st RO HP Brine | 1st RO HP Brine | 1st RO Permeate | 2nd RO Feed Water | 2nd RO Brine to Sea | 2nd RO Permeate | Product Water | 1st RO Cleaning Water | 2nd RO Cleaning Water |
| Flow m³/d | 50,000 | - | - | - | 50,000 | 22,584 | 27,416 | 22,584 | 27,416 | 27,500 | 27,500 | 22,500 | 22,500 | 2,500 | 20,000 | 20,000 | - | - |
| Flow m³/h | 2,083 | 580 | 580 | 1,160 | 2,083 | 941 | 1,142 | 941 | 1,142 | 1,146 | 1,146 | 937 | 937 | 104 | 833 | 833 | 430 | 180 |
| Operation time | 24 h/d | 10min x 8 times/d | 10min x 8 times/d | 3min x 8 times/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | - | - |
| Temp °C | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Pressure kg/cm²G | 3.0 | 2.0 | 1.0 | 0.5 | 2.0 | 1.8 | 1.8 | 61.4 | 61.4 | 60.8 | 0.3 | 1.0 | 11.0 | 1.0 | 1.0 | 5.0 | 5.5 | 5.5 |
| TDS mg/l | 37,800 | 37,800 | 37,800 | - | 37,800 | 37,800 | 37,800 | 37,800 | 38,550 | 69,260 | 68,500 | 260 | 260 | 2,360 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Total Hardness mg/l as CaCO3 | 6,368 | 6,368 | 6,368 | - | 6,368 | 6,368 | 6,368 | 6,368 | 6,495 | 11,694 | 11,567 | 13 | 13 | 113 | 0 | 15 | 0 | 0 |
| pH | 7.8 | 7.8 | 7.8 | - | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.5 | 7.5 | 5.4 | 8.7 | 8.9 | 7.7 | 7.7 | - | - |
| Boron mg/l | 5.0 | 5.0 | 5.0 | - | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.1 | 8.5 | 8.5 | 0.9 | 0.9 | 4.0 | 0.5 | 0.5 | - | - |

PROCESS FLOW DIAGRAM
20,000m³day/day Desalination Facility in Palmaréjo
DWG.NO.

出所：JICA 調査団

図 4.1-5：パルマレージョ海水淡水化施設 フローシート (物質収支つき)



| Stream No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|--|----------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|--------------|----------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------|-----------------|---------------|-----------------------|-----------------------|
| Description | Feed Sea Water | Filter Backwash Water | Backwash Waste to Sea | Filter Backwash Air | Safety Filter Feed | HP Pump Feed | ERD Feed | 1st RO HP Feed | 1st RO HP Feed | 1st RO HP Brine | 1st RO HP Brine | 1st RO Permeate | 2nd RO Feed Water | 2nd RO Brine to Sea | 2nd RO Permeate | Product Water | 1st RO Cleaning Water | 2nd RO Cleaning Water |
| Flow m ³ /d | 50,000 | - | - | - | 50,000 | 22,584 | 27,416 | 22,584 | 27,416 | 27,500 | 27,500 | 22,500 | 22,500 | 2,500 | 20,000 | 20,000 | - | - |
| Flow m ³ /h | 2,083 | 580 | 580 | 1,160 | 2,083 | 941 | 1,142 | 941 | 1,142 | 1,146 | 1,146 | 937 | 937 | 104 | 833 | 833 | 430 | 180 |
| Operation time | 24 h/d | 10min x 8 times/d | 10min x 8 times/d | 3min x 8 times/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | 24 h/d | - | - |
| Temp °C | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Pressure kg/cm ² G | 3.0 | 2.0 | 1.0 | 0.5 | 2.0 | 1.8 | 1.8 | 61.4 | 61.4 | 60.8 | 0.3 | 1.0 | 11.0 | 1.0 | 1.0 | 5.0 | 5.5 | 5.5 |
| TDS mg/l | 37,800 | 37,800 | 37,800 | - | 37,800 | 37,800 | 37,800 | 37,800 | 38,550 | 69,260 | 68,500 | 260 | 260 | 2,360 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Total Hardness mg/l as CaCO ₃ | 6,368 | 6,368 | 6,368 | - | 6,368 | 6,368 | 6,368 | 6,368 | 6,495 | 11,694 | 11,567 | 13 | 13 | 113 | 0 | 15 | 0 | 0 |
| pH | 7.8 | 7.8 | 7.8 | - | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.5 | 7.5 | 5.4 | 8.7 | 8.9 | 7.7 | 7.7 | - | - |
| Boron mg/l | 5.0 | 5.0 | 5.0 | - | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.1 | 8.5 | 8.5 | 0.9 | 0.9 | 4.0 | 0.5 | 0.5 | - | - |

PROCESS FLOW DIAGRAM
20,000m³/day Desalination Facility in Calheta
DWG.NO.

出所：JICA 調査団

図 4.1-6：カルヘタ海水淡水化施設 フローシート (物質収支つき)



出所：JICA 調査団

図 4.1-7：パルマレージョ海水淡水化施設概要配置図



出所：JICA 調査団

図 4.1-8：カルヘタ海水淡水化施設概要配置図



出所：JICA 調査団

図 4.1-9：カルヘタ海水淡水化施設概要配置図（代替案）

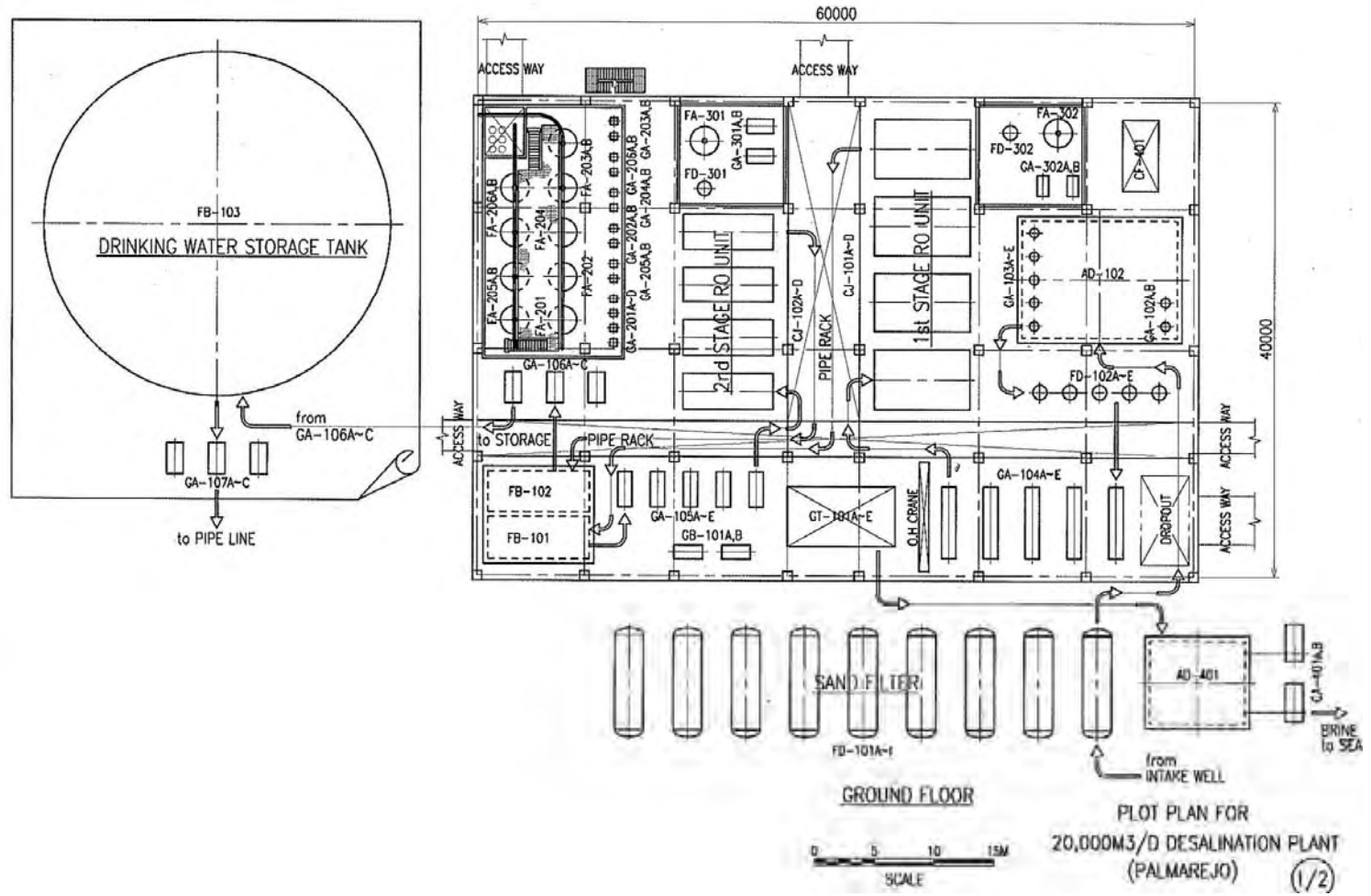
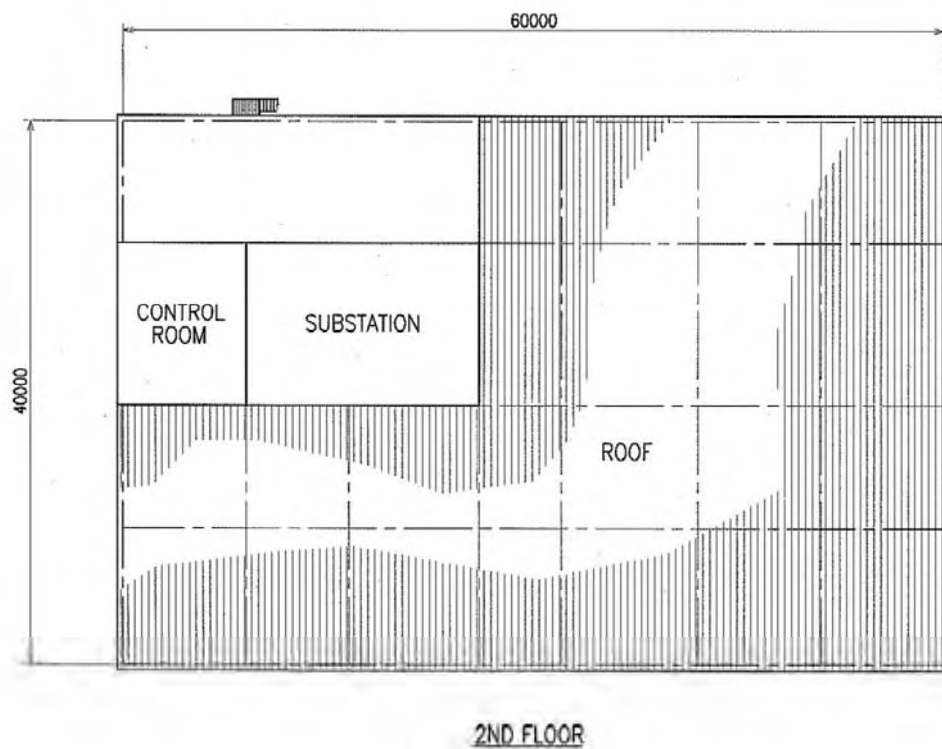


図 4.1-10 : パルマレージョ海水淡水化施設詳細配置図(1/2)

出所 : JICA 調査団



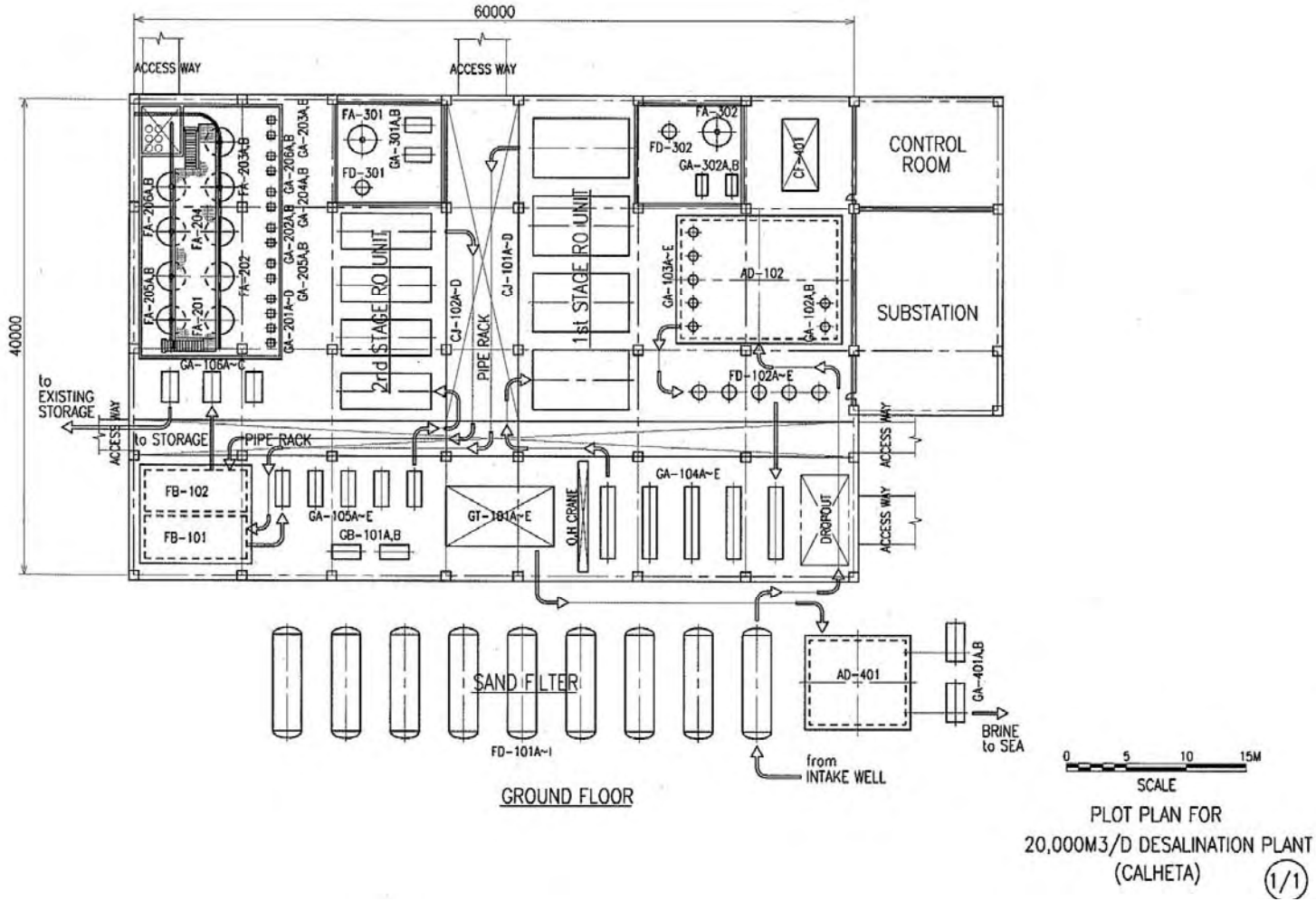
PLOT PLAN FOR
20,000M³/D DESALINATION PLANT
(PALMAREJO)

(2/2)

4-23

出所：JICA 調査団

図 4.1-11：パルマレージョ海水淡水化施設詳細配置図(2/2)



4-24

出所：JICA 調査団

図 4.1-12：カルヘタ海水淡水化施設詳細配置図

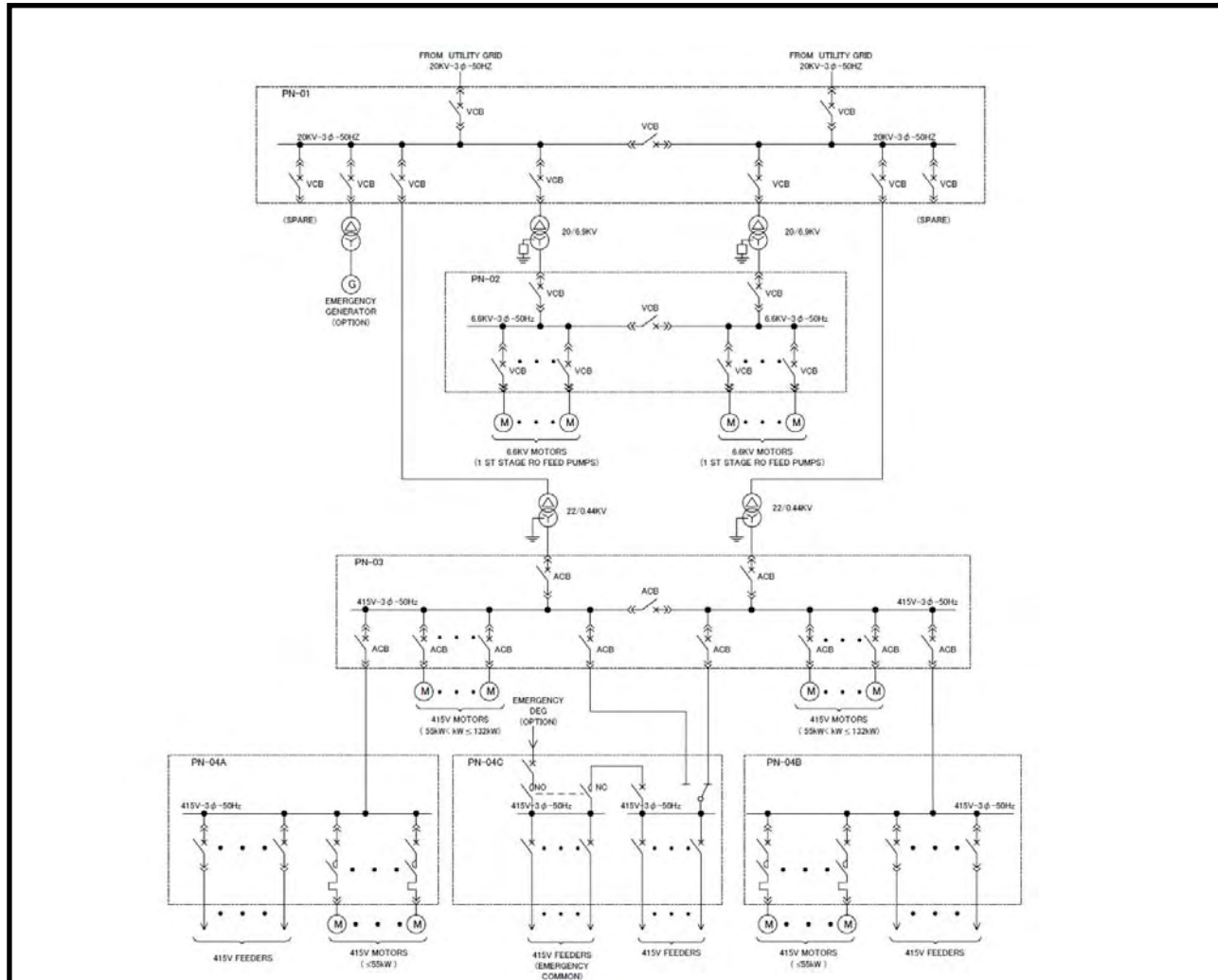


図 4.1-13 : 海水淡水化施設の単線結線図

表 4.1-8 : パルマレージョ海水淡水化施設機器リスト (概略仕様つき)

| Item No. | Service | No. | Type | Short Specification | Motor kW | Material |
|-----------|---------------------------------|----------|-------------|--|----------|--------------------|
| AD-101A-I | Intake Well | 8+1 | | 14" x 5000mmDepth | | |
| AD-102 | Filtered Water Pond | 1 | Semi-UG | 520m3, 1000mmW x 13000mmL x 4500mmH | | Concrete |
| AD-401 | Waste Water Pit | 1 | AG | 240m3, 8000mmW x 7500mmL x 4500mmH | | Concrete |
| CJ-101A-D | 1st Stage RO Unit | 4 blocks | | 72 Pressure Vessels, 7 elements/PV, 8"element 5000mmW x 6000mmH x 8000mmL | | |
| CJ-102A-D | 2nd Stage RO Unit | 4 blocks | | 30 Pressure Vessels, 7 elements/PV, 8"element 3000mmW x 6000mmH x 7500mmL | | |
| FA-201 | Hypochlorite Tank | 1 | Cone Roof | 10m3, 2400mmID x 2600mmH, by Drum | | FRP |
| FA-202 | HCl Tank | 1 | Cone Roof | 10m3, 2400mmID x 2600mmH, by Lorry | | FRP |
| FA-203A,B | SBS Tank | 2 | Cone Roof | 10m3, 2400mmID x 2600mmH, by Bag & Dissolving | | FRP |
| FA-204 | NaOH Tank | 1 | Cone Roof | 10m3, 2400mmID x 2600mmH, by Lorry | | FRP |
| FA-205A,B | Calcium Chloride Tank | 2 | Cone Roof | 10m3, 2400mmID x 2600mmH, by Bag & Dissolving | | FRP |
| FA-206A,B | Sodium Carbonate Tank | 2 | Cone Roof | 10m3, 2400mmID x 2600mmH, by Bag & Dissolving | | FRP |
| FA-301 | 1st RO Cleaning Tank | 1 | Cone Roof | 20m3, 2400mmID x 6000mmH | | FRP |
| FA-302 | 2nd RO Cleaning Tank | 1 | Cone Roof | 10m3, 2000mmID x 4000mmH | | FRP |
| FB-101 | Intermediate Tank | 1 | Semi-UG | 200m3, 4000mmW x 9000mmL x 6000mmH | | Concrete |
| FB-102 | Product Water Tank | 1 | Semi-UG | 200m3, 4000mmW x 9000mmL x 6000mmH | | Concrete |
| FB-103 | Drinking Water Storage Tank | 1 | Cone Roof | 7000m3 @Palmarejo, 29000mmID x 12000mmH | | CS/Epoxy |
| FD-101A-H | Sand Filter | 8+1 | Horizontal | 2400mmID x 8000mmL, Sand and Anthracite | | CS/Rubber |
| FD-102A-E | Safety Filter | 4+1 | Vertical | 1200mmID x 3000mmH, 5 micron Cartridge | | CS/Rubber |
| FD-301 | 1st RO Cleaning Filter | 1 | Vertical | 1200mmID x 3000mmH, Cartridge | | CS/Rubber |
| FD-302 | 2nd RO Cleaning Filter | 1 | Vertical | 800mmID x 3000mmH, Cartridge | | CS/Rubber |
| GA-101A-I | Sea Water Intake Pump | 8+1 | Submerged | 270m3/h x 50mH | 55kW | Duplex SS or 316SS |
| GA-102A,B | Sand Filter Backwash Pump | 1+1 | Centrifugal | 580m3/h x 20mH | 55kW | Duplex SS or 316SS |
| GA-103A-E | Safety Filter Feed Pump | 4+1 | Centrifugal | 530m3/h x 20mH | 45kW | Duplex SS or 316SS |
| GA-104A-E | 1st Stage RO Feed Pump | 4+1 | Centrifugal | 243m3/h x 687mH | 700kW | Duplex SS or 316SS |
| GA-105A-E | 2nd Stage RO Feed Pump | 4+1 | Centrifugal | 240m3/h x 110mH | 110kW | 316SS |
| GA-106A-C | Product Water Pump | 2+1 | Centrifugal | 420m3/h x 50mH | 90kW | 304SS |
| GA-107A-C | Drinking Water Transfer Pump | 2+1 | Centrifugal | 420m3/h x 50mH @Palmarejo | 90kW | 304SS |
| GA-108A-E | 1st Stage Booster Pump | 4+1 | Centrifugal | 278m3/h x 20mH | 37kW | Duplex SS or 316SS |
| GA-201A-D | Hypochlorite Injection Pump | 2+2 | Diaphragm | 40L/h x 20mH | 0.4 kW | SS/PTFE |
| GA-202A,B | HCl Injection Pump | 1+1 | Diaphragm | 40L/h x 20mH | 0.4 kW | SS/PTFE |
| GA-203A,B | SBS Injection Pump | 1+1 | Diaphragm | 60L/h x 20mH | 0.4 kW | SS/PTFE |
| GA-204A,B | NaOH Injection Pump | 1+1 | Diaphragm | 60L/h x 20mH | 0.4 kW | SS/PTFE |
| GA-205A,B | Calcium Chloride Injection Pump | 1+1 | Diaphragm | 250L/h x 20mH | 1.1 kW | SS/PTFE |
| GA-206A,B | Sodium Carbonate Injection Pump | 1+1 | Diaphragm | 500L/h x 20mH | 2.2 kW | SS/PTFE |
| GA-301A,B | 1st RO Cleaning Pump | 1+1 | Centrifugal | 430m3/h x 55mH | 110kW | 316SS |
| GA-302A,B | 2nd RO Cleaning Pump | 1+1 | Centrifugal | 180m3/h x 55mH | 45kW | 316SS |
| GA-401A,B | Waste Water Discharge Pump | 1+1 | Centrifugal | 1400m3/h x 20mH | 110kW | Duplex SS or 316SS |
| GB-101A,B | Air Wash Blower | 1+1 | Roots | 1160m3/h x 4.5mH | 30kW | CI |
| GD-203A,B | SBS Tank Mixer | 2 | Vertical | | 1.1 kW | CS/Rubber |
| GD-205A,B | Calcium Chloride Tank Mixer | 2 | Vertical | | 1.1 kW | CS/Rubber |
| GD-206A,B | Sodium Carbonate Tank Mixer | 2 | Vertical | | 1.1 kW | CS/Rubber |
| GD-301 | 1st RO Cleaning Tank Mixer | 1 | Vertical | | 1.1 kW | CS/Rubber |
| GD-302 | 2nd RO Cleaning Tank Mixer | 1 | Vertical | | 1.1 kW | CS/Rubber |
| GT-101A-E | Energy Recovery Device | 4+1 | Isobaric | | | FRP/Duplex |
| CF-401 | Air Supply Package | 1 | | 300Nm3/h, with Air Compressor and Dryer | 30kW | |

出所 : JICA 調査団

表 4.1-9 : カルヘタ海水淡水化施設機器リスト (概略仕様つき)

| Item No. | Service | No. | Type | Short Specification | Motor kW | Material |
|-----------|---------------------------------|----------|-------------|--|----------|-----------------------|
| AD-101A-I | Intake Well | 8+1 | | 14' x 5000mmDepth | | |
| AD-102 | Filtered Water Pond | 1 | Semi-UG | 520m3, 10000mmW x 13000mmL x 4500mmH | | Concrete |
| AD-401 | Waste Water Pit | 1 | AG | 240m3, 8000mmW x 7500mmL x 4500mmH | | Concrete |
| CJ-101A-D | 1st Stage RO Unit | 4 blocks | | 72 Pressure Vessels, 7 elements/PV, 8"element 5000mmW x 6000mmH x 8000mmL | | |
| CJ-102A-D | 2nd Stage RO Unit | 4 blocks | | 30 Pressure Vessels, 7 elements/PV, 8"element 3000mmW x 6000mmH x 7500mmL | | |
| FA-201 | Hypochlorite Tank | 1 | Cone Roof | 10m3, 2400mmID x 2600mmH, by Drum | | FRP |
| FA-202 | HCl Tank | 1 | Cone Roof | 10m3, 2400mmID x 2600mmH, by Lorry | | FRP |
| FA-203A,B | SBS Tank | 2 | Cone Roof | 10m3, 2400mmID x 2600mmH, by Bag & Dissolving | | FRP |
| FA-204 | NaOH Tank | 1 | Cone Roof | 10m3, 2400mmID x 2600mmH, by Lorry | | FRP |
| FA-205A,B | Calcium Chloride Tank | 2 | Cone Roof | 10m3, 2400mmID x 2600mmH, by Bag & Dissolving | | FRP |
| FA-206A,B | Sodim Carbonate Tank | 2 | Cone Roof | 10m3, 2400mmID x 2600mmH, by Bag & Dissolving | | FRP |
| FA-301 | 1st RO Cleaning Tank | 1 | Cone Roof | 20m3, 2400mmID x 6000mmH | | FRP |
| FA-302 | 2nd RO Cleaning Tank | 1 | Cone Roof | 10m3, 2000mmID x 4000mmH | | FRP |
| FB-101 | Intermediate Tank | 1 | Semi-UG | 200m3, 4000mmW x 9000mmL x 6000mmH | | Concrete |
| FB-102 | Product Water Tank | 1 | Semi-UG | 200m3, 4000mmW x 9000mmL x 6000mmH | | Concrete |
| FD-101A-H | Sand Filter | 8+1 | Horizontal | 2400mmID x 8000mmL, Sand and Anthracite | | CS/Rubber |
| FD-102A-E | Safety Filter | 4+1 | Vertical | 1200mmID x 3000mmH, 5 micron Cartridge | | CS/Rubber |
| FD-301 | 1st RO Cleaning Filter | 1 | Vertical | 1200mmID x 3000mmH, Cartridge | | CS/Rubber |
| FD-302 | 2nd RO Cleaning Filter | 1 | Vertical | 800mmID x 3000mmH, Cartridge | | CS/Rubber |
| GA-101A-I | Sea Water Intake Pump | 8+1 | Submerged | 270m3/h x 50mH | 55kW | Duplex SS or 316SS |
| GA-102A,B | Sand Filter Backwash Pump | 1+1 | Centrifugal | 580m3/h x 20mH | 55kW | Duplex SS or 316SS |
| GA-103A-E | Safety Filter Feed Pump | 4+1 | Centrifugal | 530m3/h x 20mH | 45kW | Duplex SS or 316SS |
| GA-104A-E | 1st Stage RO Feed Pump | 4+1 | Centrifugal | 243m3/h x 687mH | 700kW | Duplex SS or 316SS |
| GA-105A-E | 2nd Stage RO Feed Pump | 4+1 | Centrifugal | 240m3/h x 110mH | 110kW | 316SS |
| GA-106A-C | Product Water Pump | 2+1 | Centrifugal | 420m3/h x 50mH | 90kW | 304SS |
| GA-108A-E | 1st Stage Booster Pump | 4+1 | Centrifugal | 278m3/h x 20mH | 37kW | Duplex SS or 316SS |
| GA-201A-D | Hypochlorite Injection Pump | 2+2 | Diaphragm | 40L/h x 20mH | 0.4 kW | SS/PTFE |
| GA-202A,B | HCl Injection Pump | 1+1 | Diaphragm | 40L/h x 20mH | 0.4 kW | SS/PTFE |
| GA-203A,B | SBS Injection Pump | 1+1 | Diaphragm | 60L/h x 20mH | 0.4 kW | SS/PTFE |
| GA-204A,B | NaOH Injection Pump | 1+1 | Diaphragm | 60L/h x 20mH | 0.4 kW | SS/PTFE |
| GA-205A,B | Calcium Chloride Injection Pump | 1+1 | Diaphragm | 250L/h x 20mH | 1.1 kW | SS/PTFE |
| GA-206A,B | Sodium Carbonate Injection Pump | 1+1 | Diaphragm | 500L/h x 20mH | 2.2 kW | SS/PTFE |
| GA-301A,B | 1st RO Cleaning Pump | 1+1 | Centrifugal | 430m3/h x 55mH | 110kW | 316SS |
| GA-302A,B | 2nd RO Cleaning Pump | 1+1 | Centrifugal | 180m3/h x 55mH | 45kW | 316SS |
| GA-401A,B | Waste Water Discharge Pump | 1+1 | Centrifugal | 1400m3/h x 20mH | 110kW | Duplex SS or 316SS |
| GB-101A,B | Air Wash Blower | 1+1 | Roots | 1160m3/h x 4.5mH | 30kW | Cl |
| GD-203A,B | SBS Tank Mixer | 2 | Vertical | | 1.1 kW | CS/Rubber |
| GD-205A,B | Calcium Chloride Tank Mixer | 2 | Vertical | | 1.1 kW | CS/Rubber |
| GD-206A,B | Sodium Carbonate Tank Mixer | 2 | Vertical | | 1.1 kW | CS/Rubber |
| GD-301 | 1st RO Cleaning Tank Mixer | 1 | Vertical | | 1.1 kW | CS/Rubber |
| GD-302 | 2nd RO Cleaning Tank Mixer | 1 | Vertical | | 1.1 kW | CS/Rubber |
| GT-101A-E | Energy Recovery Device | 4+1 | Isobaric | | | FRP/Duplex |
| CF-401 | Air Supply Package | 1 | | 300Nm3/h, with Air Compressor and Dryer | 30kW | |

出所 : JICA 調査団

4.1.4 給水ネットワークシステム

(1) 設計基準とシステムの考え方

送水管網については、2つの海水淡水化プラントからの生産された脱塩水を、高地に設置する主要な貯水池に送水し、各郡の2020年の人口に従った水消費需要を満たすことを目的とする。主要な貯水池については、現地の既存及び計画された将来の配水網への給水を可能とし、12時間相当の水需要を満たす貯水容量を確保するものとする。給電については、全てのポンプ場に十分な給電を安定して行えるよう計画する。

a. 飲料水生産容量

計画する海水淡水化プラントからの飲料水の生産量は、2020年の水需要を満たすため、暫定的に1日当たり40,000 m³とし、また1日当たりの最大需要を56,229 m³とする。不足分の需要については、既存の海水淡水化プラントと実施予定の新規海水淡水化プラントによって供給が行われる。

b. 飲料水送水ネットワーク

飲料水の送水容量は、2020年の水需要を満たすため、暫定的に1日当たり40,000 m³に設定する。

c. 年間運転日

システムは1年365日を通して連続運転を行う。

維持管理上の補修及び予防措置を考慮に入れる。

ポンプ設備については、海水淡水化プラントでは1日当たり20時間の運転とし、それ以外のポンプ場については、1日当たり15時間の運転とする。

d. システム構成

システムは下記から構成する：

- － 送水管
- － ポンプ場
- － 貯水池
- － 照明、柵、建屋、ゲート
- － 必要最小限の自動運転レベルに制御するため、各ポンプ場は光ファイバー接続により下流の情報を受信できるようにする。

e. 原動機

全ての揚水ポンプは、電動モータを原動機とする。

f. 予備の考え方

海水淡水化プラントの最大能力を維持するため、定期的に保守交換が必要な機器については、予備を確保しておく。

特にポンプに関しては、各ポンプ場につき1台のポンプを予備しておく。

薬品注入ポンプについては、予備の必要はない。

g. 貯水容量

貯水池：12時間相当の水消費需要

h. 土質状況

土質とデータについては、土質調査報告書に示す。

i. 地震状況

施設建設予定地は、ユニフォームビルディングコード（UBC）上の、（加速度：20から40ガル）の地域に位置する。

j. 飲料水仕様

飲料水の仕様については、世界保健機関(WHO)の飲料水水質基準ガイドライン第3版（2008）を、適用する。

送水管延長が長く、その結果として送水に時間を要する点から、最低限のWHOの飲料水水質基準を満たすため、送水経路上に補助的な塩素処理設備を設置することを考慮に入れるものとする。正規の認定を受けた外部の認証試験所が継続的に水質を管理するものとし、日常的な水質管理のための簡易水質検査機器セットの費用を事業費の積算時に考慮に入れるものとする。

k. 緊急時

想定される自然災害（地震、洪水、落雷等による電気装置の損傷、地すべり等）、事故（防水層からの漏水）、海水淡水化プラントや配水システムの損傷、及び人為的問題（ストライキ、生産妨害など）が発生した場合、以下の対策が提言されるが、これらは、本調査の対象には含まない。

- モニタリングシステムの強化
- 給水車による給水
- 通報手段を含む連絡体制及び方針の構築（内部統制、公共メディア等）

(2) 単位系

単位系は、国際メートル法によるものとする。基本的に以下の国際単位と記号を用いる

ものとする。

| 用途 | 単位 | 記号 |
|---------|-------------------------|---|
| 長さ | メートルまたはミリメートル | mまたはmm |
| 面積 | 平方メートル | m ² |
| 時間 | 秒、分、時間、日 | s、min、h、d |
| 容積 | 立法メートル | m ³ |
| 重量 (質量) | キログラムまたはメートルトン | Kgまたはton |
| 流量 | | |
| 質量 | キログラム/時 | kg/h |
| | メートルトン/日 | t/d |
| 液体 | 立法メートル/時 | m ³ /h |
| | リットル/時 | l/h |
| 密度 | キログラム/立法メートル | kg/m ³ |
| 圧力 | | |
| 大気圧以上 | バール | bar (g) または bar (a) |
| 大気圧以下 | 水銀柱ミリメートル、トール またはバール | mmHg または Torr (at 0°C) または bar (a) |
| 温度 | 摂氏温度 | °C |
| エネルギー、熱 | ジュール、キロジュール | J、kJ |
| 電力 | ワット、キロワット、メガワット | W、kW、MW |
| 回転速度 | 毎分回転数または毎秒回転数 | rpm、min-1 または s-1 |
| 電流 | アンペアまたはキロアンペア | A または kA |
| 電圧 | ボルトまたはキロボルト | V または kV |
| 濃度 | | mol.%、Vol% または wt.% mol.ppm、vol.ppm、wt.ppm |

(3) 規格と基準

ISO、EN、DIN、BS、JIS その他の国際規格を適用する。ISO と同等またはそれ以上であれば選択可能とする。

(4) 送水管の概要

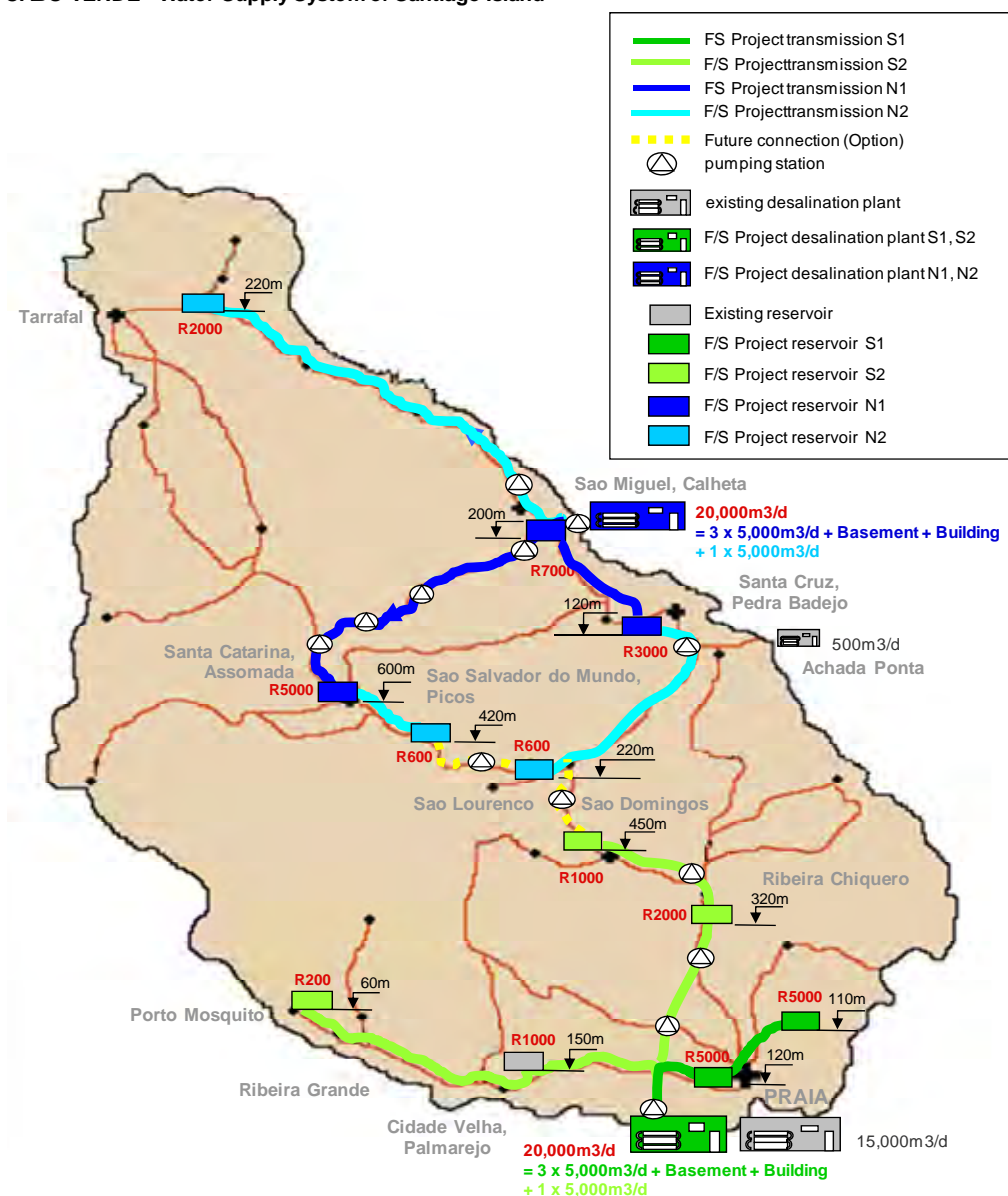
システムの具体的な説明と運用に係る分析を行う上で、送水管システム全体を、以下の4つの主なサブプロジェクトに分ける。

表 4.1-10 : サブプロジェクト名称

| 名称 | 内容 | 関連する郡 |
|----|------|---------------------------|
| S1 | 南部 1 | プライア |
| S2 | 南部 2 | リベイラグランデ、サオドミンゴス |
| N1 | 北部 1 | サオミゲル、サンタカタリーナ、サンタクルス |
| N2 | 北部 2 | タラファル、サンサルバドールドムンド、サオロレンソ |

出所：JICA 調査団

CABO VERDE - Water Supply System of Santiago Island



Altitude levels are indicative
Pumps location and reservoirs locations are indicative

出所：JICA 調査団

図 4.1-14 : 送水管ルート

コード名：

全ての配管網を構成する要素について、下記の要領に従ってコード名を付ける：

TLNa：送水ライン北 N°a

TLSb：送水ライン南 N°b

PSNc：ポンプ場北 N°c

PSSd：ポンプ場南 N°d

RNa-x000：貯水池北 N°a-x000 m³

RSb-y000：貯水池南 N°b-y000 m³

各セクションの説明は、下表に従う。

表 4.1-11：配管工区リスト (南部)

| No. | 起点 | 終点 | 形状 | 延長(m) | 材料 |
|------------------|---------------------|---------------------|------|--------|----------------|
| S1：プライア市中心部の配管網 | | | | | |
| TLS1 | PSS1 Praia WTP* | RS1-5000/RS2-5000 | ポンプ | 8,000 | 500 DICL |
| S2a：リベイラグランデの配管網 | | | | | |
| TLS2 | PSS2 Praia WTP* | 既存 Cidade Velha タンク | ポンプ | 8,000 | 250 HDPE PN 16 |
| TLS3 | 既存 Cidade Velha タンク | RS3-200 | 自然流下 | 13,200 | 160 HDPE PN 16 |
| S2b：サオドミンゴスの配管網 | | | | | |
| TLS4 | PSS4 Praia WTP* | PSS4 | ポンプ | 5,000 | 225 HDPE PN 16 |
| TLS5 | PSS4 | PSS5 | ポンプ | 6,500 | 225 HDPE PN 16 |
| TLS6 | PSS5 | RS4-2000 | ポンプ | 4,700 | 225 HDPE PN 16 |
| TLS7 | PSS6 | RS5-1000 | ポンプ | 5,700 | 200 HDPE PN 16 |

*Praia WTP：Palmarejo の海水淡水化プラント

出所：JICA 調査団

TLS1: プライア市への PSS1

パルマレージョの海水淡水化プラント (Praia WTP) のポンプ場 PSS1 を起点とする送水管は、プライアに通じる道路に沿って Monte Babosa 貯水池 (5,000 m³) 及び Vila Nova 貯水池 (5,000 m³) まで敷設する。

管径：500 mm、ダクタイル鋳鉄管、延長：8,000 m

TLS2、TLS3、Ribeira Grande への PSS2、Cidade Velha から Porto Mosquito

パルマレージョの海水淡水化プラント (Praia WTP) のポンプ場 PSS2 を起点とする送水管 TLS2 は、Cidade Velha に通じる道路に沿って西に伸び、既存の 1,000 m³ の貯水池まで敷設する。

管径：250 mm、高密度ポリエチレン管 PN16、延長：8.0 km

その後、水は自然流下により、海岸地域沿いに敷設された管径 160 mm の高密度ポリエチレン管 TLS3 を経由して、ポートモスキート (RS3-200) の貯水池に至る。河川を横断する箇所では、蛇籠などの保護が必要である。

管径：160 mm、高密度ポリエチレン管 PN16、延長：13,200 m

TLS4、TLS5、TLS6、及び TLS7、サオドミンゴスへの PSS3

同様にパルマレージョの海水淡水化プラント（Peraia WTP）のポンプ場を起点とする送水管 TLS4 は、北部に向かう新規道路に沿って 5.0 km 進み、ポンプ場 PSS4 に至る。その後、他のポンプアップされる工区 TLS5 から PSS5 に沿い、最終的に TLS6 を経由して Ribeirao 貯水池 RS4-2000 に至る。

配管経路及び RS4-2000 については、将来、当該配管ルートに沿ってその先の谷地へ給水を行うための支線の接続が可能な理想的な位置にある。

PSS6（RS4-2000 沿い）を起点とする最後のポンプアップされる工区 TLS7 は、サオドミンゴス市の北の入り口に位置する貯水池 RS5-1000 に続く道路沿いに敷設される。

TLS4 管径：225 mm、高密度ポリエチレン管 PN16、延長：5,000 m

TLS5 管径：225 mm、高密度ポリエチレン管 PN16、延長：6,500 m

TLS6 管径：225 mm、高密度ポリエチレン管 PN16、延長：4,700 m

TLS7 管径：200 mm、高密度ポリエチレン管 PN16、延長：5,700 m

表 4.1-12：配管工区リスト（北部）

| No. | 起点 | 終点 | 形状 | 延長(m) | 材料 |
|---------------------------|------------------|------------------------|------|--------|----------------|
| N0：全北部用ネットワーク | | | | | |
| TLN1 | PSN1 Calheta WTP | RN1-7000 (Calheta タンク) | ポンプ | 1,300 | 500 DICL |
| N1a：サンタカタリーナ- アソマダのネットワーク | | | | | |
| TLN2 | PSN2 | PSN3 | ポンプ | 9,700 | 400 DICL |
| TLN3 | PSN3 | PSN4 | ポンプ | 1,600 | 400 DICL |
| TLN4 | PSN4 | PSN5 | ポンプ | 2,300 | 400 DICL |
| TLN5 | PSN5 | RN2-5000 Assomada | ポンプ | 1,000 | 400 DICL |
| N1b：サンタクルスネットワーク | | | | | |
| TLN7 | RN1-7000 | RN5-3000 Pedra Badejo | 自然流下 | 11,200 | 300 DICL |
| N2a：タラファルのネットワーク | | | | | |
| TLN9 | RN1-7000 | PSN7 | 自然流下 | 20,000 | 400 DICL |
| TLN10 | PSN7 | RN4-2000 Tras Os Monte | ポンプ | 6,000 | 315 HDPE PN 16 |
| N2b：サオサルバドールドムンドのネットワーク | | | | | |
| TLN6 | RN2-5000 | RN3-600 Picos | 自然流下 | 9,800 | 200 HDPE PN 16 |
| N2c：サオロレンソのネットワーク | | | | | |
| TLN8 | PSN6 | RN3-600 Joao Teves | ポンプ | 16,400 | 250 HDPE PN 16 |

** Calheta WTP：サオミゲルの海水淡水化プラント

DICL：ダクタイル鑄鉄管、HDPE：高密度ポリエチレン管

出所：JICA 調査団

TN1 : PSN1 から RN1-7000

サオミゲル市へ自然流下による給水が可能となるよう、基本的に海水淡水化プラントの敷地内に計画する8時間分の供給量に対応する貯水池を、標高約200mの地点に設置する。本貯水池については、島北部のタラファルや、サオミゲルの南にあるサンタクルスに対しても、自然流下による給水が可能である。

TLN1 : 管径 : 500 mm、ダクタイル鋳鉄管、延長 : 1,300 m

TLN2、TLN3、TLN4 及び TLN5、PSN2 から RN2-5000 Assomada

貯水池 RN1-7000 を起点とし、アソマダ市に至るためには、4段階のポンプ場が必要である。配管経路は、新設のアスファルト道路の範囲内とする。

TLN2 : 管径 : 400 mm、ダクタイル鋳鉄管、延長 : 9,700 m

TLN3 : 管径 : 400 mm、ダクタイル鋳鉄管、延長 : 1,600 m

TLN4 : 管径 : 400 mm、ダクタイル鋳鉄管、延長 : 2,300 m

TLN5 : 管径 : 400 mm、ダクタイル鋳鉄管、延長 : 1,000 m

TLN7 : RN1-7000 から RN5-3000 - サンタクルス

貯水池 RN1-7000 を起点として、配管経路は自然流下に海岸地域へ下り、RN5-3000 に至る。配管経路はサンタクルスに向かう海岸沿いの道路に沿う。

TLN7 : 管径 : 300 mm、ダクタイル鋳鉄管、延長 : 11,200 m

TLN9 と TLN10 : タラファル用配管

貯水池 RN1-7000 を起点として、水は自然流下により海岸沿いに位置する PSN7 に至ることが可能である。その後、タラファル市の上方の丘に位置する貯水池 RN4-2000 に至るためには、小さなポンプにより揚水を行う必要がある。

TLN9 : 管径 : 400 mm、ダクタイル鋳鉄管、延長 : 20,000 m

TLN10 : 管径 : 315 mm、高密度ポリエチレン管 PN 16、延長 : 6,000 m

TLN6 : サオサルバドールドムンド用配管

アソマダ市に位置する貯水池 RN2-5000 を起点として、配管経路は既存の自然流下に沿ってピコス貯水池 RN3-600 に至る。

TLN6 : 管径 : 200 mm、高密度ポリエチレン管 PN 16、延長 : 9,800 m

TLN8 : サオロレンソ用配管

貯水池 RN5-3000 に隣接する PSN6 を起点として、貯水池 RN6-600 までポンプアップされる。

TLN8 パイプ : 管径 : 250 mm、高密度ポリエチレン管 PN 16、延長 : 16,400 m

ループ区間（オプション区間）

配管網を完全で安全性の高いものとするため、配管のループの構築を提案する。

これらの区間はオプションとし、事業費の積算には含めない。しかしながら、配水網の安全性を確立するためには、全ての給水システムをループさせるための配管網の延長を行うことを強く推奨する。

ループ No.1

本ループは、北部の配管網と南部の配管網を連結する：TLN8 の接続ポイントを起点とし、DN200 の配管はサオドミンゴスの RS5-1000 まで。経路上にいくつかのポンプ場の設置が必要。

これにより、（北部から南部へ）、容易にプライア市へ給水することができる。

逆方向の給水について、この安全策は、サオサルバドールドムンドとサオロレンソに対して有効である。

ループ No.1：管径：200 mm、高密度ポリエチレン管 PN 16、延長：5,800 m

ループ No.2

本ループは、Picos の RN3-600 と Joao Teves の RN6-600 を連結する：配管経路上にいくつかのポンプ場を設置が必要。

本送水管 DN 200 は、南部からサオサルバドールドムンドへの給水と、北部からサオロレンソへの給水を保証する。

将来的には、サオサルバドールドムンドとアソマダの間にいくつかのポンプ場を建設することにより、南部からアソマダへの給水を保証すると共に、配管網を完全なものにすることができる。

ループ No.2：管径：200 mm、高密度ポリエチレン管 PN 16、延長：6,300 m

ポンプ場

特にポンプ場については、水量調節用の緩衝タンクと、ポンプ及び電気設備を収容するための部屋を建設する。それらの内、貯水池を緩衝タンクとすることもできる。ポンプは非水中ポンプで、マルチセルラーと共に水平に設置する。

全てのポンプ場には、少なくとも1台のポンプが必要であり（大きなポンプ場では2機のポンプ）、1台を予備とする。電力は3相交流電流とする。

次表 4.1-13 は CAPEX 計算（ポンプ数）用の設置電源であり、OPEX 計算用の実際の消費電力とは異なる。

表 4.1-13：ポンプ場リスト

| No. | 流量 (m ³ /時) | 圧力 (バール) | CAPEX 用消費電力 (kW) | OPEX 用消費電力 (kW) |
|------|------------------------|----------|------------------|-----------------|
| PSS1 | 1599 | 16.0 | 1,661 | 1,110 |
| PSS2 | 98 | 15.7 | 134 | 70 |
| PSS3 | 126 | 14.1 | 154 | 80 |
| PSS4 | 126 | 17.6 | 193 | 100 |
| PSS5 | 126 | 14.7 | 161 | 85 |
| PSS6 | 42 | 14.0 | 51 | 30 |
| PSN1 | 1056 | 18.2 | 1,249 | 840 |
| PSN2 | 598 | 13.3 | 711 | 350 |
| PSN3 | 598 | 10.4 | 543 | 275 |
| PSN4 | 598 | 10.6 | 557 | 280 |
| PSN5 | 598 | 10.2 | 530 | 270 |
| PSN6 | 80 | 13.7 | 95 | 50 |
| PSN7 | 238 | 14.6 | 301 | 160 |

出所：JICA 調査団

貯水池

貯水池は、方形、鉄筋コンクリート造、屋根付きとする。

標準的な水槽 1 槽のサイズ：1,000 m³

運転用に最低限、下記の水準計を設置するものとする。

レベル 1：オーバーフロー

レベル 2：ポンピング停止

レベル 3：ポンピング開始

レベル 4：最低レベル

表 4.1-14：貯水池リスト

| 名称 | 説明 | 容量 (m ³) | 高度 (m) |
|----------|--------------------|----------------------|--------|
| RS1-5000 | Praia—Tira Chapeu | 5 x 1000 = 5,000 | 120 |
| RS2-5000 | Praia—Vila Nova | 5 x 1000 = 5,000 | 110 |
| 既存 | 既存貯水池 Cidade Velha | 1 x 1000 = 1,000 | 150 |
| RS3-200 | Port Mosquito | 1 x 200 = 200 | 60 |
| RS4-2000 | Ribeiro Chiquero | 2 x 1000 = 2,000 | 320 |
| RS5-1000 | Sao Domingos | 1 x 1000 = 1,000 | 450 |
| RN6-600 | Joao Teves | 1 x 600 = 600 | 220 |
| RN5-3000 | Pedra Badejo | 3 x 1000 = 3,000 | 120 |
| RN3-600 | Picos | 1 x 600 = 600 | 420 |
| RN1-7000 | Calheta Sao Miguel | 7 x 1000 = 7,000 | 200 |
| RN2-5000 | Assomada | 5 x 1000 = 5,000 | 600 |
| RN4-2000 | Tras Os Montes | 2 x 1000 = 2,000 | 220 |

出所：JICA 調査団

RS1-5000 Praia – Tira Chapeu 及び RS2-5000 Praia – Vila Nova

発展しつつあるプライア市の貯水容量を増すために、これらの貯水池はプライア周辺の全ての既存の貯水池に対し、補助的な役割を果たす。両方の貯水池共、市の西部に位置し、現在は市の外縁にあるものの、将来的にも拡張が続き、これらの貯水池は市の給水網に組み込まれるべきものである。

既存の貯水池 Cidade Velha

完全に地下に埋設したこの貯水池は、以前、谷の北部にある”Agua Verdes”と呼ばれる水源から Praia に給水を行っていた既存の配管経路上に位置する。市では各戸接続を急速に整備しており、下水道や下水処理場の整備も行っている。

RS3-200 Porto Mosquito

市は既に、接続された各戸ごと水道メーターを備えた配水網を整備しており、既存の小型貯水池（50m³）から自然流下により地域の配水網に給水している。しかし、給水車による給水が限定的であるため、継続的な給水サービスを行うことができない。この新規の補助的な貯水池により、接続する全てのユーザーに対し、継続的な給水を行うことができる。

RS4-2000 Ribeira Chiquero

本貯水池はプライア市の北部、サオドミンゴスに続く道路上に位置する。当該敷地の選定については、北と西方向に伸びると予想される将来的な市域の発展軸に基づいたものである。

RS5-1000 サオドミンゴス

既存の井戸からの給水は、将来の市の開発計画に対し不十分であると考えられる。かかる水不足を解消するため、サンフランシスコにおいては、独自の海水淡水化プラント事業も検討されている。本事業で計画する貯水池については、既存の施設を考慮に入れ、自然流下により既存の配水網に接続できる標高レベルに設置する。

RN6-600 Joao Teves

サオロレンソの近郊、北部の配水網と南部の配水網の間の接合部に位置、貯水池 RN6 はまた、RN6 と RN3 Picos を連結させるオプションのループ No.2 の始点でもある。

RN5-3000 ペドラバデジョ

東部海岸地域には、ペドラバデジョ市周辺の中でも人口が集中している。発展を続ける地域を支えるために、十分な容量を持った貯水池の設置が必要であることは明らかである。RN5 はまたサンタクルスに対しても給水を行うことができる。

RN3-600 Picos

山岳地帯の起伏の為に人口が分散しているこのような高度の地域では、継続的な飲料水を供給することは簡単ではない。他同様、海水淡水化プラントからの給水を受ける貯水池を設置することにより、給水に係る利便性を改善し、長期に亘り、水源確保の心配を取り除くことができる。

RN1-7000 Calheta Sao Miguel

本貯水池は3つの送水ライン、TLN2、TLN7、TLN9の始点である。標高200mの地点の大型の貯水池は、施設を集中させることにより運転を最適化している。本貯水池にかかる消費電力は、海水淡水化プラントからポンプアップが必要な距離が短いことから、最小化できる。

RN2-5000 Assomada

アソマダ市を囲む最も高い丘の一つに位置する本貯水池は、多くの学校や大学を擁する市の発展にとって戦略的なものとなる。本貯水池により、補助的な貯水容量が与えられるでなく、飲料水の定期的な供給が可能になる。さらに、既存の大型の貯水池が非常に老朽化しており、漏水が発生していることから、本事業による更新が不可欠である。

RN4-2000 Tras Os Montes

本貯水池は、この島の北部の最高地点に位置している。その位置にあるため、東部海岸地域とトラファルを含む西部海岸地域の両方に、自然流下による給水を行うことができる。

(5) 技術仕様及び基本図**配管材料**

ダクタイル鋳鉄セメントライニング管 (DICTL) と高密度ポリエチレン管 (HDPE) の敷設を提案している。

これらの配管は、世界各国及びカーボヴェルデ共和国でも汎用されている。

これらの配管は、特にこれらの国において給水網を管理する機関にとって常に問題となる陰極防食を施さなくてもよい。

実施した簡易土質調査により、いくつかの地域において土質に問題がある可能性が明らかとなった。しかしながら、状況を特定し、正確な定量化を行うためにはには、調査地点の数が不十分であるため、詳細設計段階において、適切なデータと補足的調査により、必要な検討に係る調査を行うものとする。同様に、本 F/S 調査は、特定の工区において想定される配管敷設費用の変動に対し、一定の許容範囲を考慮に入れるものとする。

ダクタイル鋳鉄管：

ダクタイル鋳鉄管は、国際規格 ISO 2531、ISO 4179、ISO 8179 及び EN 545 に準拠して製造する。

それらは、孔シーラーであるビチューメン塗量（最低厚み 100 ミクロン）で覆った、少なくとも 1 層の噴霧金属亜鉛層（最低 130 g/m²）からなる外部塗装を行う。

腐食性土壌に対しては、パイプにポリエチレンスリーブを取り付ける、またはポリエチレン接着塗装などを施して補強保護を行う。

内部には、遠心プロセスによりセメントモルタルライニングを施してモルタルを圧密化し、荒さを低減させる。このライニングについては、供給水の水質を保ち、パイプ壁を攻撃水から効率的に保護する。

パイプ間の接続は、エチレン-プロピレン三量体（EPDM）を備えたゴム弾性差込ソケットにより行う。

導管系に自己固定し、スラスト軸受けを建設しなくても済むよう、製造業者は特殊ジョイントを提案する。

高密度ポリエチレン管（HDPE）：

HDPE 管はあらゆる国際規格に準拠して製造する。最高品質の未使用樹脂 PE 100 を使用し、設計圧力は 16 バールとし、機械的な影響に対する高い安全性を確保し、ポンプ場の数を低減させる。

この配管材料は溶接（突合せ溶接）可能なため、自己固定配管である。

この配管材料の化学的および物理的特性により、特別な仕様を必要とせずに腐食性の高い土壌に敷設できるという、利点がある。

図面

以下の図面は基本図であり、参考図としてのみ使用するものとする。それらは事業費積算の元となる施設の種類を表している。

- 配管経路及びポンプ場の基本配置図
- 貯水池の基本図
- ポンプ場の基本図

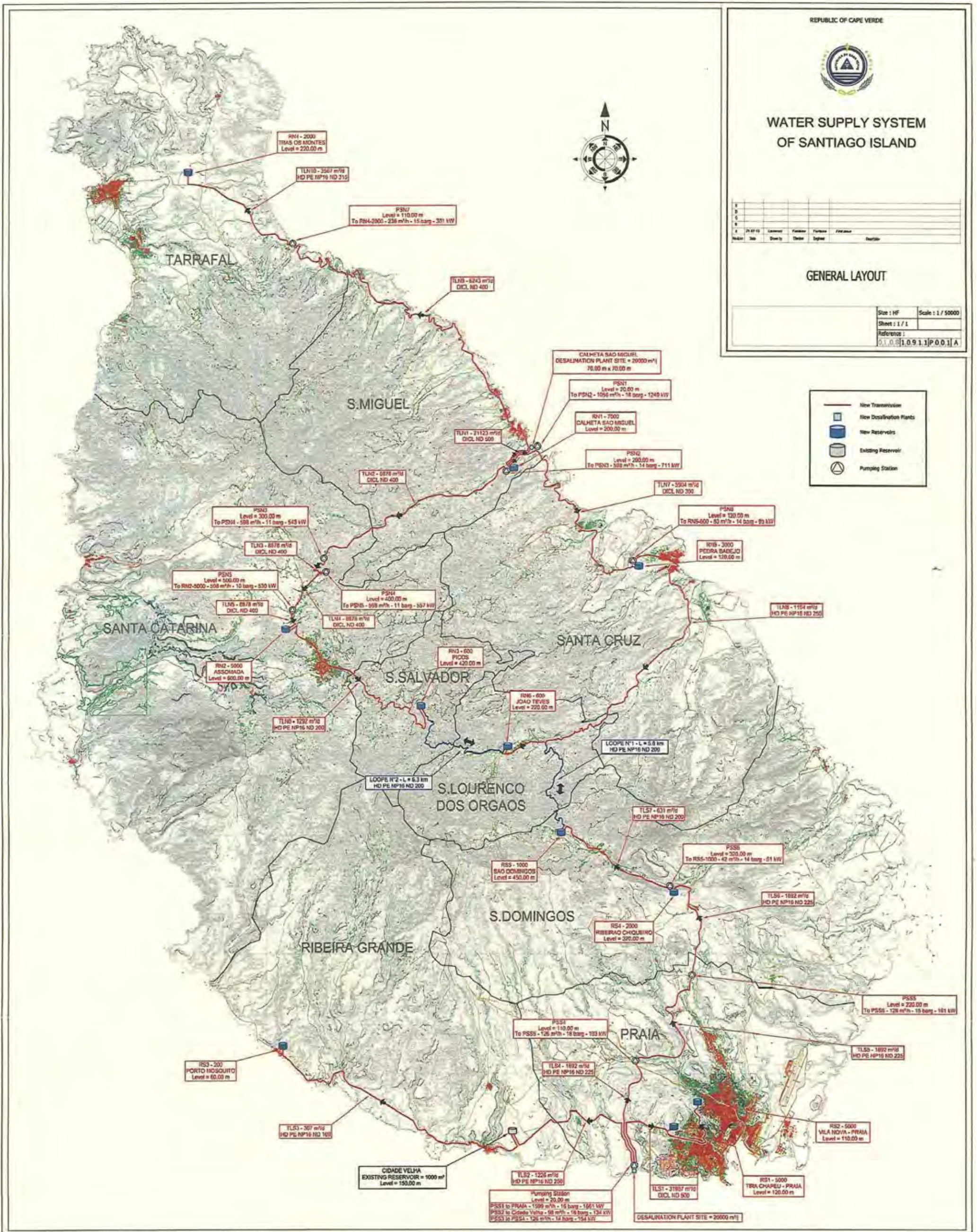
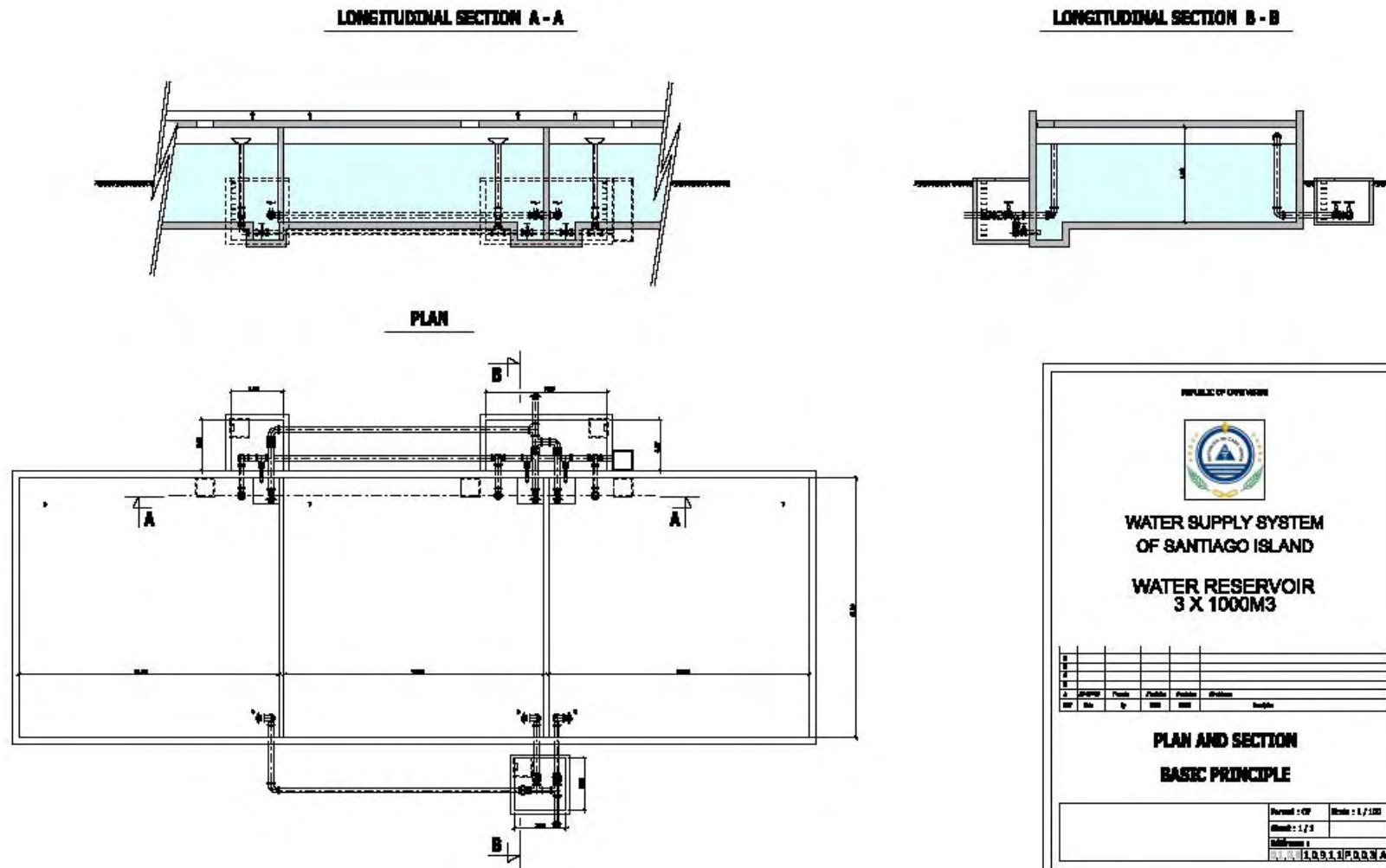
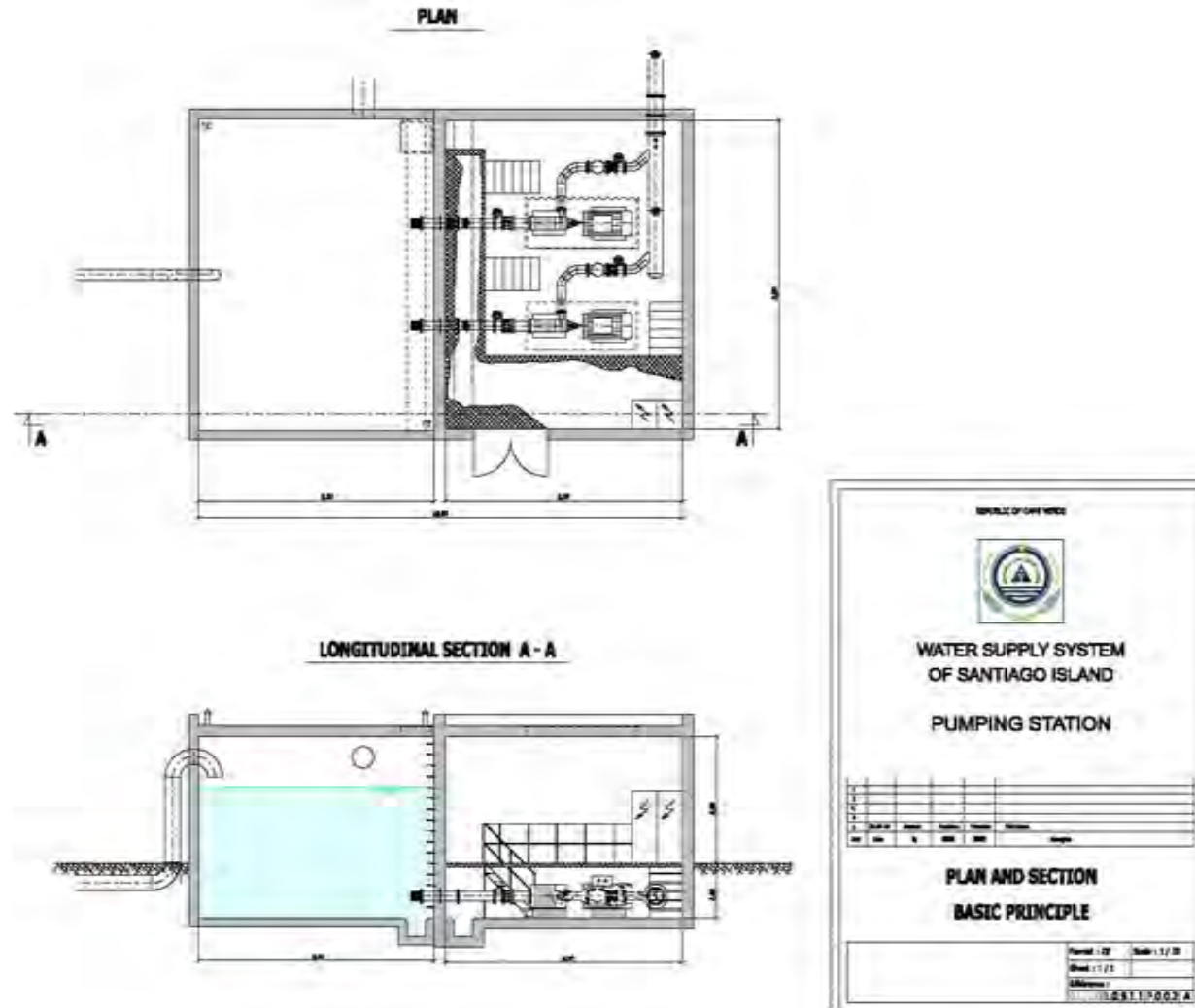


図 4.1-15 : 配管経路及びポンプ場の基本配



出所：JICA 調査団

図 4.1-16：貯水池の基本図



出所：JICA 調査団

図 4.1-17：ポンプ場の基本図

4.1.5 コスト積算

(1) ベースコストの積算基準

ベースコストの積算は本調査で実施した設計を基準とする。

コスト積算の情報は、コンサルタントの社内データに基くが、一部はメーカーヒアリング情報に基づいている。

コスト積算時は2010年8月である。

積算対象の上水道システムは2基の海水淡水化施設と配水・給水施設から構成される。

システムの基本仕様は、4.1節に述べられている。

海水淡水化施設はそれぞれ、1日20,000 m³の飲料水を作り出すことが可能である。

1基はカルヘタに、もう1基はパルマレージョに建設することとしている。

配水・給水施設は下記の通り、サンチアゴ島全域をカバーする4地域に建設される。

| 略称 | 名称 | 関係郡 |
|----|--------|---------------------------|
| S1 | 南部エリア1 | プライア |
| S2 | 南部エリア2 | リベイラグランデ、サオドミンゴス |
| N1 | 北部エリア1 | サオミゲル、サンタカタリーナ、サンタクルス |
| N2 | 北部エリア2 | タラファル、サンサルバドールドムンド、サオロレンソ |

出所：JICA調査団

(2) コスト積算方法の概要

コスト積算方法の概要は、2005年2月版の *the Association for the Advancement of Cost Engineering International* の参考例 No.18R-97『プロセス産業における設計、調達、建設のためのコスト積算分類』に準ずる。

コスト積算の目的を考慮し、積算方法は上記例の分類4に則る。

プロセス産業のコスト積算分類一覧は、表4.1-15に示す通りである。

表 4.1-15 : プロセス産業コスト積算分類一覧

| ESTIMATE CLASS | Primary Characteristic | Secondary Characteristic | | | |
|----------------|--|--|--|---|---|
| | LEVEL OF PROJECT DEFINITION Expressed as % of complete definition | END USAGE Typical purpose of estimate | METHODOLOGY Typical estimating method | EXPECTED ACCURACY RANGE Typical variation In low and high ranges (a) | PREPARATION EFFORT Typical degree of effort relative to least cost index of 1(b) |
| Class 5 | 0% to 2% | Concept Screening | Capacity Factored, Parametric Models, Judgment, or Analogy | L: -20% to -50% H: +30% to +100% | 1 |
| Class 4 | 1 % to 15% | Study or Feasibility | Equipment Factored or Parametric Models | L: -15% to -30% H: +20% to +50% | 2 to 4 |
| Class 3 | 10% to 40% | Budget, Authorization, or Control | Semi-Detailed Unit Costs with Assembly Level Line Items | L: -10% to -20% H: +10% to +30% | 3 to 10 |
| Class 2 | 30% to 70% | Control or Bid/Tender | Detailed Unit Cost with Forced Detailed Take-Off | L: -5% to -15% H: +5% to +20% | 4 to 20 |
| Class 1 | 50% to 100% | Check Estimate or Bid/Tender | Detailed Unit Cost with Detailed Take-off | L: -3% to -10% H: +3% to +15% | 5 to 100 |

Notes:

- (a) The state of process technology and availability of applicable reference cost data affect the range markedly. The +/- value represents typical percentage variation of actual costs from the cost estimate after application of contingency (typically at a 50% level of confidence) for given scope.
- (b) If the range index value of "1" represents 0.005% of project costs, then an index value of 100 represents 0.5%. Estimate preparation effort is highly dependent upon the size of the project and the quality of estimating data and tools.

出所：JICA 調査団

Class 4 の見積もりは概して、限られた情報に基づいているため、その正確さにはかなりの幅が生じる。Class 4 の見積もりは主に、プロジェクトの選定、実行可能性の判断、概念評価、そして初期の予算承認に使用される。典型として、エンジニアリングの進捗は 1% から 15% であり、生産能力、ブロックフロー図、レイアウト図、プロセスフロー図、機器リストが含まれる。

Class 4 の見積りは、以下の複数の目的のために見積もられているが、それに限られるわけではない。詳細な戦略的計画、ビジネス開発、発展段階におけるプロジェクト選定、代替案分析、プロジェクト実行可能性の経済的且つ（もしくは）技術的な立証、そして初期予算承認もしくは次段階へ進むための承認である。

プラントコストの積算は、生産能力、コスト係数、量率、パラメトリックモデルとそれらの組み合わせといった、所謂「推計的積算方法」を適用している。

生産能力の見積もりとは、ある生産能力を持つ類似設備のコストから新設備のコストを算出する方法である。

コスト係数による見積もりとは、機器に対し特定の係数を用いて、バルク材料や間接費を算出する方法である。

量率による見積もりとは、機器重量に対する構造鉄骨の重量比、コンクリートの容量比、配管溶接量比などを用いて工事量を算出する方法である。

パラメトリックモデルによる見積もりとは、設計圧力、流量などをパラメータとするコスト積算式を使用して、機器コストなどを算出する方法である。

(3) 本調査におけるコスト積算方法

本調査では、コスト積算は以下の方法を適用する。

海水淡水化施設のコスト積算は、概ね下記項目を使用する。

- | | |
|-------------|--|
| 1) 主要機器コスト： | 概略仕様による |
| 2) バルク品コスト： | 類似設備の比率による（フローシートと設計図を使って） |
| 3) 土建工事コスト： | 現地ベンダー情報 類似設備の比率による（機器リスト、フローシート、設計図 を使って） |
| 4) 計装コスト： | 類似設備の比率による（I/O点数を使って） |
| 5) 電気コスト： | 類似設備の比率による（単線結線図、モータリスト、レイア ウト図を使って） |

配水・給水施設のコスト積算は、概ね下記項目を使用する。

- | | |
|---------------|-----------------|
| 1) 配水管： | 口径、長さ、材料の仕様書ベース |
| 2) ポンプステーション： | 流量と揚程の仕様書ベース |
| 3) 貯水槽： | 寸法と材料の仕様書ベース |

(4) ベースコストに含まれる費目

ベースコストに含まれる項目は、当初充填の吸着剤、薬品、及び2年間予備品を含む、海水淡水化施設と配水・給水施設の設計、調達、工事費である。

- 1) 海水淡水化施設のベースコストに含まれる費目：
- 機器番号を付与されている機器
 - 海水取水の導管から飲料水送水までの配管、ならびにとブライン排出配管
 - 計装と制御システム
 - 受電設備を含む電気設備

- 土木工事と建設
 - 鉄骨構造
 - 建物
 - 保温材と塗装
 - 埋設管
- 2) 配水・給水施設のベースコストに含まれる費目：
- 送水管
 - ポンプステーション（スペアパイプとレベル計用の光ファイバー出力端子を含む）
 - 貯水槽
 - 照明、塀、建屋、水門
- 3) その他：
- 下記費目も基本コストを含む。
- 既存もしくは計画中の系統電源からの引込線
 - 幹線道路からのアクセス道路（但しカルヘタの海水淡水化施設のみ）
 - 既存もしくは計画中の系統通信との接続線

(5) ベースコストに含まれない費目：

- 購入もしくは賃貸する建設予定地の土地代金
- 法定手数料
- 環境影響評価（EIA）に係る費用
- 住民の移転費用
- 借款手数料、ボンド手数料、建中金利
- 訓練費用
- 現地の税金類
- プロジェクト開発にかかる実施主体負担費用
- 詳細設計のための費用

4.2 資金計画

本 F/S 調査はカーボヴェルデ共和国の社会経済開発を支援する目的で、かつ日本国政府の ODA 中長期政策にのっとり、本邦からの ODA 資金援助の適用を前提として実施されている。プロジェクト・サイクル、案件発掘形成、案件準備、借款のための審査等については、JICA 発行（2004 年 6 月旧国際協力銀行発行）の「円借款要請準備のためのオペレーション・ガイドンス」の解説より、下記 4.5 項に記述している。

本報告書では、JICA コンサルタントが F/S のプロジェクトコスト計算を行っているが、

その金額が借款にふさわしいかという確認は、審査の最も重要な要素の一つである。本報告書の F/S プロジェクトの費用計算はプロジェクトの資金計画と財務的経済的評価のベースとなっている。

4.2.1 事業費の構成

一般に全体事業費は内貨部分と外貨部分に分けられた様々なアイテムにより構成されている。内貨部分は下記の項目のローカル製品と労務費であり、一方、外貨部分はプロジェクトに必要な輸入コンポーネントである。

事業費は下記のアイテムに分割される。

- (1) 資機材・役務プラントの構造物、機器、建設資材、建設機械、労務、燃料、輸送費などが含まれ、コンサルティング・サービスは含まない。
- (2) コンサルティング・サービス 専門家の人員配置計画をベースに見積もられる。費用は、報酬と直接経費（機材やトレーニングなど）に分割される。
- (3) 用地取得・用地補償 とりわけ非自発的住民移転、住民移転先インフラ整備、EIA が要求するその他の環境対策費を含む。
- (4) その他の費用 税金、関税、プロジェクト完成後の初期運転およびメンテナンスの費用、事業実施機関の管理費と建中金利を含む。
- (5) 予備費（コンテインジェンシー） 予備費には、2種類ある。
 - (ア) 物価上昇に対する予備費で物価指数をもとに決定される。
 - (イ) プロジェクトの性質に応じ、かつ予測不可能である物理的工事における事業費上昇に備える予備費である。

4.2.2 円借款

本報告書において、プロジェクトの実施のための F/S 投資コストの積算および必要な財務分析が行われている。途上国政府の事業目的の達成のために、日本政府は円借款という手段を有している。1966 年以來、日本政府は社会経済開発を支援するため途上国政府と政府機関に対して譲許性の高い借款を供与してきた。日本政府は、民間セクターによる資金調達が困難なプロジェクトや計画に対して長期かつ低利の借款を提供し、電力、農業、運輸、教育など幅広い分野での開発のための自助努力を支援してきている。

4.2.3 適用される借款形態

本事業には「プロジェクト借款」が適用される。この借款では、プロジェクトに必要な設備、資機材、土木工事、コンサルティング・サービスを対象に融資が行われる。

4.2.4 借款条件

(1) 貸付金利と償還期間

貸付金利と償還期間は日本政府の決定による。日本政府は、環境関連や人材育成、およびコンサルティング・サービスなど特定な部分において優遇条件を適用している。「本邦技術活用条件(STEP:Special Terms for Economic Partnership)」は、日本企業の優れた技術とノウハウの活用を通して、被援助国市民と日本国民に向けた「顔の見える援助」の促進のために導入されている。

(2) 調達条件

日本政府の円借款調達条件はケースバイケースで決定される。

カーボヴェルデ共和国に適用される円借款については、下記インターネットサイトにSTEPを含む標準的条件が掲載されている。

http://www.jica.go.jp/activities/schemes/finance_co/about/standard/index.html

金利返済と償還期間の桎梏を軽減するために、日本政府の円借款の利用を推薦する。STEPの条件は、日本政府が資機材と役務においてタイド条件を課しているが、通常借款と比較して大変有利な条件である。RO膜を製造する日本企業は良く知られており、世界市場においても高い競争力を有している。

4.2.5 資金計画の審査

日本政府はF/Sの事業費と実施計画に照らしてF/Sプロジェクトの資金計画が適切であるかを審査する。下記の項目は、日本政府によってチェックされる項目である。

(1) 年間資金需要スケジュール

年間資金需要スケジュールの見直しのために、実施計画に沿ったものであるかに注意を払い、各年度に外貨、内貨の需要予測が適切であるか、適切な予備費が配分されているかというチェックを行う。

(2) 予算手当

円借款でカバー出来ない費用を担保するために計画される資金計画について国家予算あるいは地方財政、実施機関の内部資金、商業的融資からの借り入れあるいは将来の協調融資を行う機関からのローンあるいは無償援助などにより他の資金源などから適切に手当てさ

れることをチェックする。

財政的健全性とこれら財源の融資手続きによって必要資金が F/S プロジェクトのために使用できることを確認、検討する。

(3) 転貸融資

カーボヴェルデ共和国政府において、中央政府から政府機関、金融機関、公社などへ独自の国内的融資に係る政策と融資メカニズムがある場合、その政策及び転貸融資メカニズムと同時に実施機関が負う外国為替リスクとサブ・ローンの融資条件を確認する。

4.3 経済性分析

本節では F/S プロジェクトとその関連でカーボヴェルデ所掌となる項目についての経済分析を述べる。既存海水淡水化施設及び実施が確実視される2件の案件（5,000 m³/日 + 2 x 5,000 m³/日）については、それぞれのプロジェクトで評価がなされているはずゆえ、対象から除外した。

4.3.1 前提条件

(1) 検討対象となる事業運営体

本検討では、政府系機関、郡当局、SAAS または ELECTRA 等の民間企業により設立される事業体が、海水淡水化事業ならびに送水・配水・給水事業を運営する場合の経済性を検討対象とした。

(2) プロジェクトスケジュール

プロジェクトスケジュールは図 4.3-1 のように実施されると仮定した。

| 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|------|-------|---------------|---------------|--------|------|------|-----------|
| F/S | | コンサルタント 選定 | 詳細設計 (D/D) | 建設業者選定 | 建設 | | 運転開始 → |
| | 円借E/N | | | | | | |

出所：JICA 調査団

図 4.3-1：プロジェクトスケジュール

(3) プロジェクトライフ

プロジェクトライフは20年として検討した。

(4) 物価上昇

本検討に使用するコスト等は2010年8月時点のものである。今後プロジェクト実施までの5年分のインフレーションとして平均年率3%の5年分として15%の上昇を考慮した。後述4.3.2(3)参照。

(5) 通貨

本検討は物資の調達が世界各国から行われる可能性があることを念頭において世界通貨である米国ドルベース（以下“ドル”）で行った。現地通貨であるカーボヴェルデエスクード(CVE)と米国ドルの換算レートは2010年4月時点の状況を考慮して以下のようにした。

1 米国ドル = 79.1 CVE

4.3.2 各戸給水に必要なコスト**(1) F/S プロジェクト**

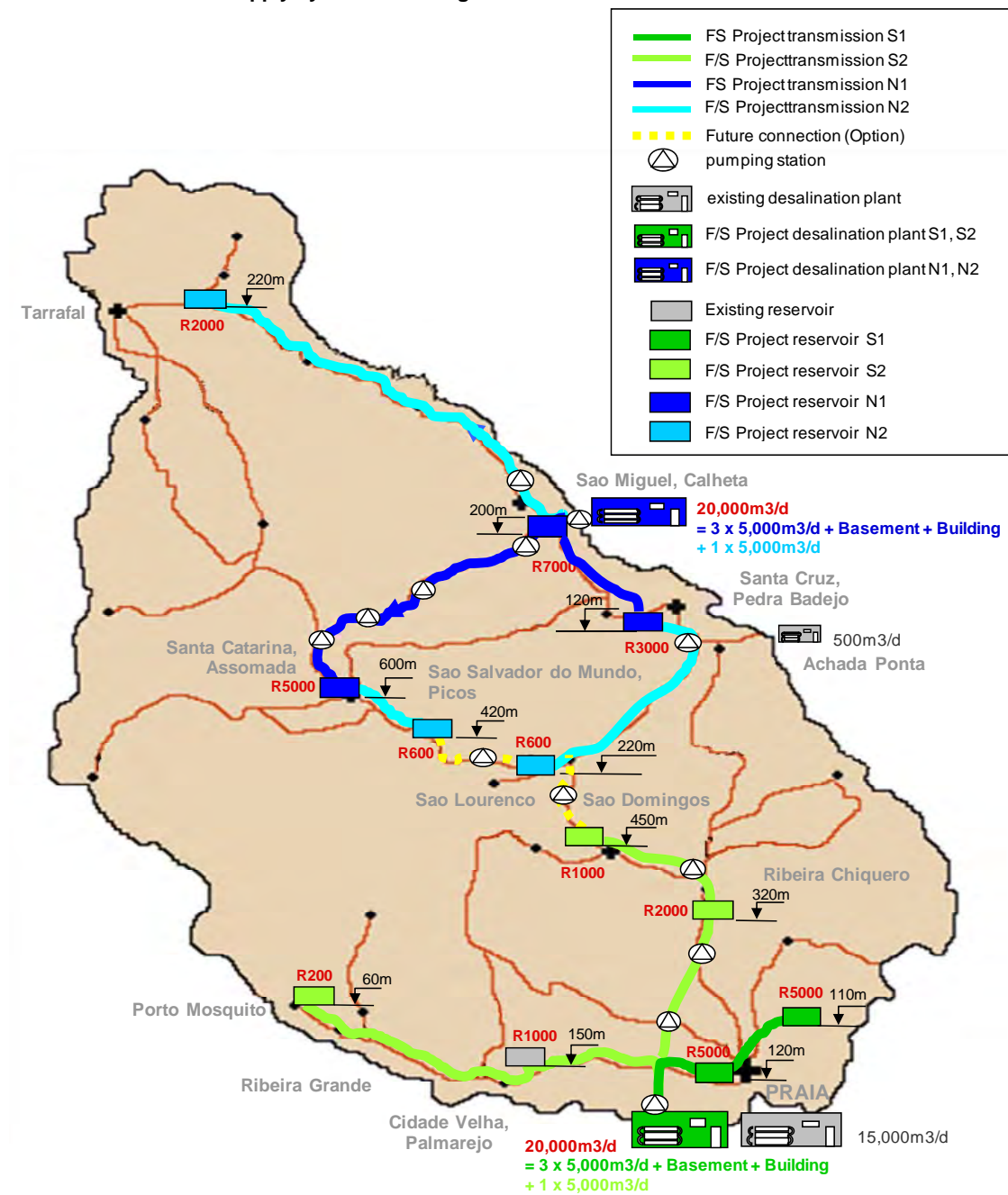
F/S プロジェクトを表4.3-1に記載の“S1”、“S2”、“N1”、“N2”の4ケースに分けて検討した。各ケースに包含される海水淡水化施設や送水管、貯水槽の位置や規模は同表および図4.3-2に記載のとおりである。

表4.3-1：F/Sプロジェクト分類

| Project Name | SWRO | | | | | Transmission and reservoir | | |
|--------------|-----------|------------------------------------|---------------|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--|-------------------|
| | Location | Train capacity (m ³ /d) | trains (unit) | Total quantity (m ³ /d) | Civil work | | Services Area | m ³ /d |
| | | | | | Civil work, including equipment base | Building | | |
| S1 | Palmarejo | 5,000 | 3 | 15,000 | for all (4 trains) | for all (4 trains) | Praia | 15,000 |
| S2 | Palmarejo | 5,000 | 1 | 5,000 | -- | -- | Ribeira Grande Sao Domingo | 5,000 |
| N1 | Caliheta | 5,000 | 3 | 15,000 | for all (4 trains) | for all (4 trains) | Sao Miguel Santa Catarina Santa Cruz | 15,000 |
| N2 | Caliheta | 5,000 | 1 | 5,000 | -- | -- | Tarrafal SS.Mundo Sao Laurence | 5,000 |
| Total | | | | 40,000 | | | | 40,000 |

出所：JICA 調査団

CABO VERDE - Water Supply System of Santiago Island



Altitude levels are indicative
Pumps location and reservoirs locations are indicative

出所：JICA 調査団

図 4.3-2 : F/S プロジェクト概念図

(2) 設備建設費

各ケースの海水淡水化施設及び送水管（含む貯水槽）の建設費（PC コスト）を表 4.3-2 に示す。合計で 134.5 百万ドルが予想建設費である。

表 4.3-2 : 設備建設費

| Project Name | Service area | Project cost | | | | | | | | |
|--------------|--|------------------------|--------------|-----------------|-------------|-------------------|--------------------------|-----------------|----|---------------|
| | | Description | Desalination | | | Description | Transmission & Reservoir | | | (E) PC, Total |
| | | | (E) PC | | | | (E) PC, | | | |
| | | | million \$ | FC/LC ratio (%) | | | million \$ | FC/LC ratio (%) | | |
| FC | LC | FC | | LC | | | | | | |
| S1 | Praia | itemized equipment | 10.4 | 100 | 0 | pipe section | 2.7 | 70 | 30 | 44.8 |
| | | bulk material | 9.8 | 100 | 0 | pump stations | 1.7 | 60 | 40 | |
| | | civil and architecture | 5.3 | 30 | 70 | reservoirs | 2.5 | 60 | 40 | |
| | | erection | 4.3 | 30 | 70 | data transmission | 0.3 | 100 | 0 | |
| | | others | 4.8 | 70 | 30 | others | 0.4 | 70 | 30 | |
| | | contingency | 1.7 | | | contingency | 0.9 | | | |
| | | Total | 36.3 | | | Total | 8.5 | | | |
| S2 | Ribeira Grande Sao Domingos | itemized equipment | 2.2 | 100 | 0 | pipe section | 6.9 | 70 | 30 | 16.1 |
| | | bulk material | 1.4 | 100 | 0 | pump stations | 0.7 | 60 | 40 | |
| | | civil and architecture | 0.1 | 30 | 70 | reservoirs | 0.8 | 60 | 40 | |
| | | erection | 0.6 | 0 | 70 | data transmission | 0.6 | 100 | 0 | |
| | | others | 1.0 | 70 | 30 | others | 0.5 | 70 | 30 | |
| | | contingency | 0.2 | | | contingency | 1.1 | | | |
| | | Total | 5.5 | | | Total | 10.6 | | | |
| S1+S2 | | 41.8 | | | 19.1 | | | 60.9 | | |
| N1 | Sao Miguel Santa Catarina Santa Cruz | itemized equipment | 9.2 | 100 | 0 | pipe section | 7.9 | 70 | 30 | 52.1 |
| | | bulk material | 8.5 | 100 | 0 | pump stations | 5.2 | 60 | 40 | |
| | | civil and architecture | 4.8 | 30 | 70 | reservoirs | 3.8 | 60 | 40 | |
| | | erection | 3.3 | 30 | 70 | data transmission | 0.8 | 100 | 0 | |
| | | others | 4.0 | 70 | 30 | others | 1.0 | 70 | 30 | |
| | | contingency | 1.5 | | | contingency | 2.1 | | | |
| | | Total | 31.3 | | | Total | 20.8 | | | |
| N2 | Tarrafal SS Mundo Sao Laurengo | itemized equipment | 2.2 | 100 | 0 | pipe section | 11.8 | 70 | 30 | 21.5 |
| | | bulk material | 1.4 | 100 | 0 | pump stations | 0.5 | 60 | 40 | |
| | | civil and architecture | 0.1 | 30 | 70 | reservoirs | 0.8 | 60 | 40 | |
| | | erection | 0.6 | 30 | 70 | data transmission | 0.6 | 100 | 0 | |
| | | others | 1.0 | 70 | 30 | others | 0.7 | 70 | 30 | |
| | | contingency | 0.2 | | | contingency | 1.6 | | | |
| | | Total | 5.5 | | | Total | 16.0 | | | |
| N1+N2 | | 36.8 | | | 36.8 | | | 73.6 | | |
| Total | | 78.6 | | | 55.9 | | | 134.5 | | |

note: "(E)PC" stands for "(Engineering), Procurement, Construction"

FC: Foreign Currency (other than Cape Verde)

LC: Local Currency (Cape Verde currency)

出所：JICA 調査団

(3) F/S プロジェクトコスト

前記(2)項に記載の設備費に、今後発生すると推定されるコンサルタント費用、環境評価費用、土地取得費や整備費、物価上昇、運転要員教育費、その他不確定事項引当金（コンテンツンジェンシー）等として設備費の30%を追加計上した。これらの合計額が本プロジェクトのコストになる。合計で174.8百万ドルと予想される。表4.3-3参照。

なお、表4.3-3中のコンサルタントフィー（D/D等）は、海水淡水化施設に関しては、本F/S調査で実施した設計および類似プラントの経験から必要な工数を推算し、国連データ等から得られた単価700ドル/人・日に乗じて求めた。また送水管施設については、調査団保有のデータから設備建設費の4%を計上した。

表 4.3-3 : F/S プロジェクトコスト

| Project Name | Service area | Project cost | | | Other Project cost : 30% of (E)PC cost | | | | | | | | Total Project Cost |
|--------------|--|----------------------|----------------------------------|---------------|--|--------------------------|------------------------|------------|------------|---------------|------------|-------------|--------------------|
| | | (E) PC, Desalination | (E) PC, Transmission & Reservoir | (E) PC, Total | Consultant fee, D/D, etc | | Inflation, Contingency | Land | EIA | Training, etc | others | Total | |
| | | (mio \$) | (mio \$) | (mio \$) | Desalination | Transmission & Reservoir | (mio \$) | (mio \$) | (mio \$) | (mio \$) | (mio \$) | (mio \$) | |
| S1 | Praia | 36.3 | 8.5 | 44.8 | 3.5 | 0.3 | 6.7 | 1.0 | 0.1 | 0.3 | 1.5 | 13.4 | 58 |
| S2 | Ribeira Grande Sao Domingos | 5.5 | 10.6 | 16.1 | 0.7 | 0.4 | 2.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.3 | 4.8 | 21 |
| <i>S1+S2</i> | | <i>41.8</i> | <i>19.1</i> | <i>60.9</i> | <i>4.2</i> | <i>0.7</i> | <i>9.1</i> | <i>1.0</i> | <i>0.1</i> | <i>0.3</i> | <i>2.8</i> | <i>18.2</i> | <i>79</i> |
| N1 | Sao Miguel Santa Catarina Santa Cruz | 31.3 | 20.8 | 52.1 | 2.8 | 0.8 | 7.8 | 1.0 | 0.1 | 0.3 | 2.8 | 15.6 | 68 |
| N2 | Tarrafal SS Mundo Sao Laurengo | 5.5 | 16.0 | 21.5 | 0.7 | 0.7 | 3.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.9 | 6.5 | 28 |
| <i>N1+N2</i> | | <i>36.8</i> | <i>36.8</i> | <i>73.6</i> | <i>3.5</i> | <i>1.5</i> | <i>11.0</i> | <i>1.0</i> | <i>0.1</i> | <i>0.3</i> | <i>4.7</i> | <i>22.1</i> | <i>96</i> |
| Total | | 78.6 | 55.9 | 134.5 | 7.7 | 2.2 | 20.1 | 2.0 | 0.2 | 0.6 | 7.5 | 40.3 | 175 |

note: (E)PC: (Engineering), Procurement, Construction, D/D: Detail Design, EIA: Environment Impact Assessment

注：コンサルタントフィー（D/D 業務等）は、全島一式を実施する場合の総額を便宜的に各サブプロジェクト（S1,S2,N1,N2）に配賦した。もし、このサブプロジェクトを単独で実施する場合は、この金額より多くなると予想される

出所：JICA 調査団

(4) 各戸給水に必要な合計コスト

上記表 4.3-3 の F/S プロジェクトコスト以外に、貯水槽から各戸まで給水するためのカーボヴェルデ国が別途建設する費用を加算したものが合計送水コストになる。

なお、既存の海水淡水化設備や送水・給水設備は、それぞれのプロジェクトで個別に評価されていると考えられるし、既に償却がすすんでいるとみた。そこで、本検討では、今後本 F/S プロジェクトにより建設される設備からの水を各戸に給水するために、カーボヴェルデ国により新設される給水管関連のコストとして、関係者からのヒアリングや調査団保有のデータをもとに表 4.3-4 のように計 23 百万ドルを追加計上した。

結果として、“S1”は 68 百万ドル、“S2”は 25 百万ドル、“N1”は 74 百万ドル、“N2”は 31 百万ドルになる。本検討にあたり、水供給のための設備建設コストとしてこれらの金額を各ケースに採用した。

表 4.3-4：カーボヴェルデ国負担費用を含めた総プロジェクトコスト

| Project name | | Project Cost | | | | | | Production capacity | | |
|-------------------|--|---|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------|------------|---------------------|--------------------------|---------------------|
| | | F/S Project =SWRO+Trans mission+Other cost | by GoCV (Other than F/S project) | | | | Total cost | F/S Project | by other fund (*note) | Total Production |
| | | | SWRO (*note) | Transmission pipe (in the past) | Distribution pipe (in future) | Sub Total | | | | |
| Name | Service Area | million \$ | million \$ | million \$ | million \$ | million \$ | million \$ | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d |
| by Others | Praia | - | 23 | 5 | - | 28 | 28 | - | 15,000 | 15,000 |
| S1 | Praia | 58 | - | - | 10 | 10 | 68 | 15,000 | - | 15,000 |
| S2 | Ribeira Grande Sao Domingo | 21 | - | - | 4 | 4 | 25 | 5,000 | - | 5,000 |
| N1 | Sao Miguel Santa Catarina Santa Cruz | 68 | - | - | 6 | 6 | 74 | 15,000 | - | 15,000 |
| N2 | Tarrafal SS.Mundo Sao Laurengo | 28 | - | - | 3 | 3 | 31 | 5,000 | - | 5,000 |
| F/S Project total | | 175 | - | - | 23 | 23 | 198 | 40,000 | - | 40,000 |
| Total | | 175 | 23 | 5 | 23 | 51 | 226 | 40,000 | 15,000 | 55,000 |

(*注) 追加海水淡水化装置 (SWRO) は既存の 5,000m³/日と追加予定の 5,000m³/日を 2 系列見込んだ。

データ情報：関係者へのインタビューベース等。

出所：JICA 調査団

4.3.3 必要資金

(1) 必要総事業金額

必要総事業金額は表 4.3-5 のような項目の費用を加算して算出する。

表 4.3-5：必要総事業金額構成項目

| item | Reference |
|-------------|----------------|
| プロジェクトコスト | Refer to 4.3.2 |
| 操業前費用 | Refer to (2) |
| 建設中金利 (IDC) | Refer to (3) |
| 初期運転資金 | Refer to (6) |

出所：JICA 調査団

(2) 操業前費用

プロジェクト実施段階で以下の費用が事業主負担分として発生するのでそれを考慮する。なお、これらは将来的に一定期間で償却される。本検討では、10年間で償却とした。

- 1) 新規運営事業体設立に係る費用（登録費、関連租税公課等）
- 2) 財務関連費
- 3) スタートアップに係る費用

- a. 新規従業員採用費用ならびに教育費用
- b. 試運転費用
- c. 試運転時の消費薬品、電力費用等

本検討では、類似設備の実績をもとに前項(4)合計コストの約1%を計上した。

(3) 建設中金利 (IDC)

必要資金は、表 4.3-6 のように1年次に60%、2年次に40%投入すると仮定した。

表 4.3-6 : 資金投入計画

| 時期 | 1年次(2015) | 2年次(2016) |
|----------|-----------|-----------|
| 投入割合 (%) | 60% | 40% |

出所：JICA 調査団

IDC は以下の算式で計算した。

$$IDC = (PC + IDC) \times L \times \{ d_1(1+i)^{1.5} + d_2(1+i)^{0.5} - 1 \}$$

PC: F/S プロジェクトコスト

L: 借入金割合 (85%)

i: 借入金金利(1.4%/年)

dn: 資金投入割合 (d1=60%, d2=40%)

(4) 不確定事項引当金 (コンテンジェンシー)

本引当金は、前項(3)記載のようにF/Sプロジェクトコストに計上した。

(5) 輸入税

本プロジェクトに必要な輸入原材料、機器類の輸入関税は免除されるものとした。

(6) 初期運転資金

初期の運転資金として、表 4.3-7 の費用を計上した。本プラントの操業時間は365日(8,760時間)/年とした。

表 4.3-7：初期運転資金

(単位: 百万ドル)

| 項目 | S1 | S2 | N1 | N2 | 備考 |
|-------|------|------|------|------|-------------------------------------|
| 生産品在庫 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 生産水は連続して送水管で貯水槽に供給されるので、“在庫”は発生しない。 |
| 原料在庫量 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 原料は海水ゆえ、“在庫”は不要 |
| 受取手形 | 4.1 | 0.9 | 3.9 | 1.5 | 60日決済 |
| 支払手形 | ▲1.7 | ▲0.5 | ▲2.0 | ▲0.5 | 60日決済 |
| 計 | 2.4 | 0.4 | 1.9 | 1.0 | |

出所：JICA 調査団

4.3.4 生産・販売計画

(1) 生産・販売計画

第3章に記載のように必要水量は 47,492 m³/日（表 3.1-10 “C”項）で、季節変動としての 356 m³/日（同表 “j”項）を考慮すると合計は 47,848 m³/日（概数 48,000 m³/日）である。

さらに送水・給水時の漏えい率等を考慮すると必要な生産水量は 56,229 m³/日（同表 “E”項）になり、これから既設ならびに将来増設計画分としての 15,000 m³/日を控除すると必要生産水量は 41,470 m³/日になる。この生産水量を各ケースごとに概数としてまとめると表 4.3-8（同表 “D”項）のようになる。結論として、本 F/S で必要な生産水量は合計 40,000 m³/日とする。

表 4.3-8：生産・販売水量（単位：m³/日）

| Project name | | | F/S Project | | | | by Other fund (rounded number) | | |
|----------------------------|--|-------------------------------|--|---|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| Name | Service Area | Population, in 2020 (persons) | Delivery (Sales) = Production - Leakage A | Leakage = Production x 15% B = C x 15% | Production | | Delivery E | Leakage = Production x 15% F | Production G |
| | | | | | Delivery + Leakage C = A + B | Round figure D = rounded "C" | | | |
| by other fund | Praia | 157,978 | | | | | 13,500 | 1,500 | 15,000 |
| S1 | | | 13,500 | 2,382 | 15,882 | 15,000 | - | - | - |
| S2 | Ribeira Grande Sao Domingo | 28,893 | 3,000 | 529 | 3,529 | 5,000 | - | - | - |
| N1 | Sao Miguel Santa Catarina Santa Cruz | 115,560 | 13,000 | 2,294 | 15,294 | 15,000 | - | - | - |
| N2 | Tarrafal SS.Mundo Sao Laureenco | 52,888 | 5,000 | 882 | 5,882 | 5,000 | - | - | - |
| Total (S1+S2 +N1+N2) | | 355,319 | 34,500 | 6,088 | 40,588 | 40,000 | - | - | - |

出所：JICA 調査団

(2) 販売価格

第2章の表2.6-1に ELECTRA のプライア市民向けの2008年における水販売価格が示されており、また表2.6-3には各 SAAS の価格が示されている。また、2.7.1～2.7.2 節に記載されているように、各世帯の平均消費水量は月当たり 6 m^3 となっているので、この消費量ベースの価格を各郡ごとにまとめたものが表4.3-9である。

表4.3-9：飲料水販売価格

| Area | South | | | | | North | | | | | | | | Total | | |
|---|---------------------|----------------|--------------|---------|-------------|------------|----------------|------------|---------|----------|-------------|--------------|---------|-------|-------------|--------|
| | S1 | S2 | | | South total | N1 | | | | N2 | | | | | North total | |
| Municipality | Praia | Ribeira Grande | Sao Domingos | Average | | Sao Miguel | Santa Catarina | Santa Cruz | Average | Tarrafal | SS do Mundo | Sao Lourenco | Average | | | |
| Tariff in 2008, consumption range of $6\text{m}^3/\text{month}$ | CVE/m ³ | 333 | 354 | 280 | 309 | 331 | 280 | 120 | 280 | 198 | 134 | 310 | 150 | 175 | 192 | 279 |
| | US\$/m ³ | 4.2 | 4.5 | 3.5 | 3.9 | 4.2 | 3.5 | 1.5 | 3.5 | 2.5 | 1.7 | 3.9 | 1.9 | 2.2 | 2.4 | 3.5 |
| Sales quantity in 2020 (m ³ /d) | Normal | 26,987 | 1,033 | 1,600 | | 29,620 | 2,266 | 6,490 | 3,987 | | 3,015 | 1,098 | 1,015 | | 17,871 | 47,491 |
| | Peak | 237 | 10 | 10 | | 257 | 10 | 49 | 20 | | 20 | 0 | 0 | | 99 | 356 |
| | Total | 27,224 | 1,043 | 1,610 | | 29,877 | 2,276 | 6,539 | 4,007 | | 3,035 | 1,098 | 1,015 | | 17,970 | 47,847 |
| | | | 2,653 | | | | 12,822 | | | | 5,148 | | | | | |
| | Round Figure | 13,500 | 3,000 | | | (30,000) | 13,000 | | | | 5,000 | | | | (18,000) | 34,500 |
| by Others | 13,500 | | | | | | | | | | | | | | | |

USD 1 = 79.1 CVE
 Praia area 333 CVE/m³= 4.2 USD/m³
 Other Praia 207 CVE/m³= 2.6 USD/m³

出所：JICA 調査団

また、調査団が別途行った社会調査の一環で、もし水供給状況が改善された場合の水料金値上げの可能性についてアンケートをとったところ、2.7 節に記載のようにプライア市以外の住民は現在荷重平均値で $207 \text{ CVE}/\text{m}^3$ 支払っているがこれを $200\text{--}350 \text{ CVE}/\text{m}^3$ まで許容できるという回答が 76% に上っている。これは 2008 年比 0.97-1.69 倍の価格である。

2008 年の全島平均 $279 \text{ CVE}/\text{m}^3$ (= $3.5 \text{ ドル}/\text{m}^3$ であるのでこの割合を乗じると $3.4\text{--}5.9 \text{ US}\$/\text{m}^3$ になる。そこで本検討では $5 \text{ ドル}/\text{m}^3$ を基準販売価格とする。

4.3.5 操業費関連

4.3.5.1 変動費関連費用

変動費を構成する主要な費目は、電力費、カートリッジフィルター交換費、RO 膜の交換費、水処理薬品、洗浄用化学薬品等である。

(1) 電力費

海水淡水化施設は RO 膜プロセスを採用していることから、主要な必要ユーティリティとは電力だけと言える。

ELECTRA の 2009 年度の電力料金表によると、中圧電力の料金は表 4.3-10 のように固定料金と従量料金の合計額になると規定されている。この規準と本プロジェクトの使用電力量から電力コストを試算すると、21 CVE/kWh (=0.265 ドル/kWh)になるので、この価格を経済性の試算に適用する。

表 4.3-10 : 2009 年度中圧電力料金

| 料金 | 固定料金(CVE/kW/month) | 従量料金 (CVE/kWh) |
|----|--------------------|----------------|
| | 279.96 | 20.48 |

出所：ELECTRA

各ケースの使用電力を表 4.3-11 に示す。なお、各郡に設置される貯水槽から既存貯水槽および各家庭への配水・給水については、基本的には重力利用のため、本経済性検討ではポンプ用の電力は無視している。

表 4.3-11 : 電力使用量

| プロジェクト | 生産水量 m ³ /day (m ³ /h) | 消費電力 (kWh/hr) | | |
|--------|---|-------------------------------------|-------|--------|
| | | 海水淡水化施設 (4.7kWh/m ³) | 送水施設 | 計 |
| S1 | 15,000 (625) | 3,104 | 1,110 | 4,214 |
| S2 | 5,000 (208) | 979 | 365 | 1,344 |
| N1 | 15,000 (625) | 2,938 | 2,015 | 4,953 |
| N2 | 5,000 (208) | 979 | 210 | 1,189 |
| 計 | 40,000 (1,666) | 8,000 | 3,700 | 11,700 |

出所：JICA 調査団

(2) RO 膜

本検討では 1 段目の海水淡水化膜は年率 20% 交換、2 段目の低圧膜は汚れが 1 段目に比較して少ないことから 15% の交換として、また価格は国際的な市場価格を参考にして試算した。結果を表 4.3-12 に示す。

表 4.3-12 : RO 膜コスト

| プロジェクト | 系列数 | 年間必要交換本数 (本) | ドル/m ³ (注) |
|--------|-----|---|-----------------------|
| S1 | 3 | 303(1 st) + 96(2 nd) | 0.058 |
| S2 | 1 | 101(1 st) + 32(2 nd) | |
| N1 | 3 | 303(1 st) + 96(2 nd) | |
| N2 | 1 | 101(1 st) + 32(2 nd) | |
| 計 | 8 | 808(1 st) + 256(2 nd) | 0.058 |

出所：JICA 調査団

(注) 初期充填 RO 膜および交換膜費用は以下の区分で計上した。

初期充填分：表 4.3-2 の設備建設費に計上

交換分：上記表 4.3-12 に計上

(3) カートリッジフィルター

市場データから 0.011 ドル/m³を計上した。

(4) 化学薬品

必要薬品種類および消費量は 4.1 節に記載されているとおりである。これらと市場データから 0.027 ドル/m³を計上した。

4.3.5.2 固定費関連費用**(1) 人件費**

各ケースごとの必要従業員数を表 4.3-13 に示す。平均人件費として 10,000 ドルを計上した。

表 4.3-13：人件費

| プロジェクト | 生産水量 (m ³ /日) | 海水淡水化施設 | 送水管関連 | 計 | 平均給与 (ドル/人/年) |
|--------|--------------------------|---------|-------|----|------------------|
| S1 | 15,000 | 13 | 15 | 28 | 10,000 |
| S2 | 5,000 | 0 | 2 | 2 | |
| N1 | 15,000 | 11 | 15 | 26 | |
| N2 | 5,000 | 0 | 2 | 2 | |
| 計 | 40,000 | 24 | 34 | 58 | 10,000 |

出所：JICA 調査団

(2) 保守費

類似設備の実績により、海水淡水化施設は建設費の 0.5%を、送水管設備は同様に 3%を計上した。保守に係る人件費は(1)項の人件費に計上済み。

(3) 営業費用および管理費用

本プロジェクトは生産した水は基本的にすべて住民に引き取られることになるので、一般工場のように生産物を販売するための費用はほとんど発生しないと言える。ただし、代金回収業務や一般的な管理費は発生するとみられるので、類似設備の実績から売上高の 2%計上した。

4.3.6 税制**(1) 税制一般**

事業体である以上、事業から生じる利益について発生する法人税のような税についてはこの経済性検討で考慮した。

(2) 法人税等

本検討では、詳細事業範囲等が流動的ゆえ、現時点では課税所得に対して全体で20%の税額を考慮した。

(3) 償却

設備の建設費用は下記の内容で償却されるとした。

- 1) 償却方法 : 定額法
- 2) 残存価額 : 零
- 3) 償却期間 : 20年

操業開始前に発生した建設中金利等は取得価額に含まれているので、上記期間で償却した。

4.3.7 運転資金

(1) 生産品在庫

本施設での生産品（水道水）は連続的に貯水槽に送られるので、製品在庫の思想は適用しない。

(2) 手形決済

実際の水道水販売は住民からの現金収入が主体になるが、法人向けの供給も含まれる。水道代金の支払いは、引き渡し時に現金決済とはならないので、経済性検討上は、手形決済されると仮定した。また、設備運転上必要な消耗品等の購入時には支払が発生するが、これも支払手形決済と仮定し、上述の受取手形との差を運転資金の計算上考慮した。両者とも決済期日は60日とした。

4.3.8 資金計画

本検討では、以下の条件を仮定した。

(1) 借入金／自己資金

F/S プロジェクト必要金額の85%は借入金（日本からの一般円借款）とし、残りを自己資金で準備するとした。

(2) 資金準備スケジュール

工事着工初年度に60%を、翌年度に40%とした。本検討では、借入金利も安いので、そ

の充当順位は自己資金優先ということは考慮せずに、両年度とも上記(1)の割合で準備することにした。

(3) 長期借入金条件

- a) 金利 : 1.4%/年 (日本からの円借款)
- b) 返済期間 : 25年 (7年間の返済猶予つき)

4.3.9 財務分析

4.3.9.1 手法

前述の前提条件下、DCF (Discounted Cash Flow)法を用いて財務的内部収益率(FIRR)を試算した。

4.3.9.2 検討結果

(1) 基準ケースの FIRR

基準ケースの場合の FIRR を表 4.3-14 に示す。

本表は、水の販売価格が5ドル/m³とした場合である。しかし将来関係機関で協議し、この金額が変更されることもありうる。その場合は改めて試算をし直す必要がある。

この価格が変更された場合の FIRR に対する影響度は(3)項に記載した。

表 4.3-14 : 基準ケースにおける FIRR

| プロジェクト | S1 | S2 | N1 | N2 |
|--------------------------|--------|-------|--------|-------|
| 生産水量 (m ³ /日) | 15,000 | 5,000 | 15,000 | 5,000 |
| 販売水量 (m ³ /日) | 13,500 | 3,000 | 13,000 | 5,000 |
| 必要総事業金額 (百万ドル) | 72.0 | 26.0 | 77.6 | 32.7 |
| 設備建設費 (百万ドル) | 68.0 | 25.0 | 74.0 | 31.0 |
| その他 (百万ドル) | 4.0 | 1.0 | 2.6 | 1.7 |
| 売上高 (百万ドル/年) | 24.6 | 5.5 | 23.7 | 9.1 |
| 売上原価 (百万ドル/年) | 11.5 | 3.7 | 13.6 | 3.6 |
| 売上総利益 (百万ドル/年) | 13.1 | 1.8 | 10.1 | 5.5 |
| 税引き前 FIRR (%) | 16.2 | 2.9 | 10.9 | 14.7 |
| 税引き後 FIRR (%) | 13.6 | 2.5 | 9.2 | 12.4 |
| 裨益人口 (万人) | 6.7 | 2.9 | 11.6 | 5.3 |

裨益人口計 : 26.5万人

出所 : JICA 調査団

(2) キャッシュフロー分析

長期借入金の返済可能性を確認するために、下記計算式で得られる DSCR (Debt Service Coverage Ratio)を試算した。

$$DSCR = \frac{\text{税引き後利益} + \text{減価償却費} + \text{長期借入金支払い金利}}{\text{長期借入金当期返済額} + \text{長期借入金支払い金利}}$$

販売価格が5ドル/m³で借入金割合が F/S プロジェクトの 85%の場合の DSCR は、表 4.3-15 のようになる。

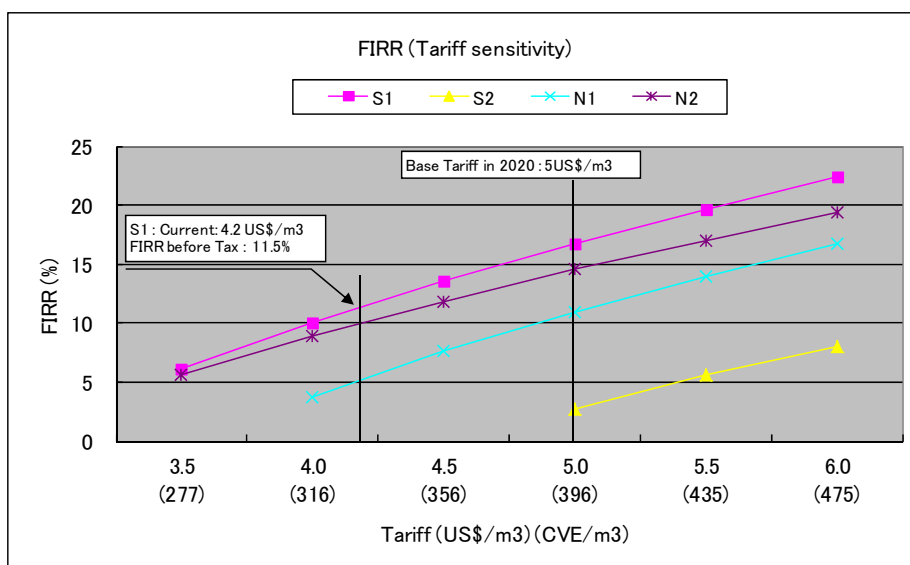
表 4.3-15 : DSCR (単位: 倍)

| year | S1 | S2 | N1 | N2 |
|---------------------------|------|------|------|------|
| 1年次 (2017) ~7年次 (2023) | - | - | - | - |
| 8年次 (2024) | 2.68 | 1.11 | 2.25 | 2.48 |

出所: JICA 調査団

(3) 感度分析

税引前 FIRR の販売価格に対する感度を図 4.3-3 に示す。現在に近い 2008 年の料金は表 4.3-9 に示したとおりである。



出所: JICA 調査団

図 4.3-3 : 販売価格と税引前 FIRR の関係

(4) 日常操業費関連のコスト

表 4.3-16 に海水淡水化施設および送水管施設関連で日常的に発生するコストを列挙した。これには、設備の償却費や借入金の返済金や金利等は含まれていない。もし仮に設備を国が建設するような場合、事業体としては建設コストの負担が不要になる。そのようなケースの水料金を検討するに場合に同表を参考にできる。ただし本表の金額はコストのみゆえ、事業体としていくらの利益を計上するかは今後の議論になる。

表 4.3-16：日常操業費用（概数）

| Project Name | Production capacity | Average Tariff, in 2008 | Electricity | RO membrane | Cartridge filter | Chemical | Manpower | Maintenance material etc | Total | |
|--------------|---------------------|---|-------------|-------------|------------------|-----------|-----------|--------------------------|------------|--------------------|
| | m ³ /day | CVE/m ³ (US\$/m ³) | US\$/year | US\$/year | US\$/year | US\$/year | US\$/year | US\$/year | US\$/year | USD/m ³ |
| S1 | 15,000 | 333 (4.2) | 9,400,000 | 320,000 | 60,000 | 150,000 | 280,000 | 400,000 | 10,610,000 | 1.9 |
| S2 | 5,000 | 309 (3.9) | 3,100,000 | 110,000 | 20,000 | 50,000 | 20,000 | 350,000 | 3,650,000 | 2.0 |
| S1+S2 | 20,000 | 331 (4.2) | 12,500,000 | 430,000 | 80,000 | 200,000 | 300,000 | 750,000 | 14,260,000 | 2.0 |
| N1 | 15,000 | 198 (2.5) | 11,500,000 | 320,000 | 60,000 | 150,000 | 260,000 | 800,000 | 13,090,000 | 2.4 |
| N2 | 5,000 | 175 (2.2) | 2,800,000 | 110,000 | 20,000 | 50,000 | 20,000 | 500,000 | 3,500,000 | 1.9 |
| N1+N2 | 20,000 | 192 (2.4) | 14,300,000 | 430,000 | 80,000 | 200,000 | 280,000 | 1,300,000 | 16,590,000 | 2.3 |
| Total | 40,000 | 279 (3.5) | 26,800,000 | 860,000 | 160,000 | 400,000 | 580,000 | 2,050,000 | 30,850,000 | 2.1 |

(注) 海水淡水化および送水管等の設備建設費は含まれていない。また本表数値は日常発生コストであり、事業体の適正利潤は計上されていない。

出所：JICA 調査団

4.3.10 経済分析

ここでは、カーボヴェルデ国の社会開発・社会基盤整備の面からみた経済的インパクトを検討する。

前項までに記載のプロジェクト投資金額及び維持運営管理費を事業費とした場合に、水供給量、水質の向上による期待される波及効果・便益性としては以下のような項目があげられる。

(1) 従来の水汲み作業からの解放による社会的労働力への貢献

現在、近隣貯水槽から自宅までの水汲みならびに運搬は、特に女性や子供の仕事になっている。これが将来自宅まで水道管で水が供給されるようになるとこれらの業務から解放されることになる。

その効果は、一所帯あたりの平均消費量 20~30 リットル/日/人、平均人数 5 人として 1 日あたり 100~150 リットルを 20 リットル容器で 5~8 往復するとして 1 日 2~3 時間の時間がかかっていることになる。

一方、ILOによると、2009年のカーボヴェルデ国における女性の推定生産金額は、15～64歳までの平均で90,451 CVEとみられている。

また、表3.1-1のように2012年で306千人、2020年で355千人、平均で約330千人(ILOによると2009年の15～64歳の女性158,000人の労働人口としては、その57%と報告されている)、水道官未接続率が現行約48%の女性がこの業務から解放される他の生産性のあがる業務に就業できるとすると、

$$158,000 \text{ 人} \times 57\% \times 90,451 \text{ CVE} \times (2 \text{ 時間} / 8 \text{ 時間}) = \underline{2 \text{ 百万 CVE/年}} \quad (=0.025 \text{ 百万ドル/年})$$

(2) 地下水の農業転用による農業の活性化

カーボヴェルデ国での農業生産は耕地面積は十分ではあるが(全国で8,600ha)水不足のためその使用部分は3,000haに過ぎない。そのためGDP(2009年時点で1,600百万ドル)約9%の144百万ドルは輸入に頼っている状況にある。

出所：www.nationsencyclopedia.com/economies/Africa/Cape-Verde-Agriculture
http://en.wikipedia.org/wiki/Economy_of_Cape_Verde,

144百万ドルのうち人口比からサンチャゴ島関連ではその約50%の72百万ドルが輸入されているとみる。

一方、表2.5-1のように、2007年の水資源の活用先の概数は以下のように推定されている。

| | |
|------|--|
| 生活用水 | : 11,300,000 m ³ /年 (サンチャゴ島分: 5,700,000 m ³ /年) |
| 観光用他 | : 300,000 m ³ /年 |
| 産業用等 | : 2,900,000 m ³ /年 |
| 仮計 | : 14,500,000 m ³ /年 (サンチャゴ島分: 7,300,000 m ³ /年) |
| 農業用 | : 32,700,000 m ³ /年 (サンチャゴ島分: 16,400,000 m ³ /年) |

現在、生活用水としてプライアおよびサンタクルズでの海水淡水化施設にて生産されている水の総合計は5,000+2x1,200+500=7,900m³/日(=2,900,000 m³/年)であるので、4,400,000 m³/年(=7,300,000 - 2,900,000)は地下水が利用されていることになる。

もし、本プロジェクトが実施されると、この4,400,000 m³/年を農業用に利用することができる。これは、現在使用量16,400,000 m³/年の約25%(=4,400,000÷16,400,000)に相当し、現行農産物輸入量72百万ドルの25%相当の約18百万ドル/年(1,400百万CVE/年)が経済的増収になる。

(3) 水質改善による衛生状態の改善

水道管によって生活用水が供給されるようになると、末端の水質改善だけでなく、入浴機会の増加等による衛生状態の改善が期待できる。これにより、従来の飲料水起因の病気等が減少すれば医療費の削減につながる。健康保健省発行の2008年度報告書によると、サンチャゴ島での入院者数は15,863人で、そのうち消化器系統に起因する入院患者数は11,954人（約75%）となっている。

一方、WHO統計によると、2006年の総医療費はGDPの5.6%と報告されているので、この傾向は2008年度も続いていると仮定すると、約90百万ドル(=GDP1,600百万ドルx5.6%)の医療費が発生していることになる。なお、サンチャゴ島関連では人口比からその50%の約45百万ドルが使用されていると推定される、

総医療費に占める病院関連費用のデータは示されていないが、仮にその過半が病院患者関連とすると、約17百万ドル(=45百万ドルx50%x75%)となり、前記(2)項に記載のように、生活用水5,700,000 m³/年のうち井戸水2,800,000 m³/年(=5,700,000 - 2,900,000)の占める割合が概ね50%とみると、本プロジェクトによる経済効果は

約8百万ドル/年(=17百万ドルx50%)(=600百万CVE/年)となる。

(4) 本F/Sプロジェクトによる収益

ベースケースの場合、運営事業体には表4.3-14のように、合計約63百万ドル/年(5,000百万CVE/年)の収益が発生する。

(5) 海水淡水化施設や送水管設備の建設による就業機会の増加

北部にも海水淡水化施設ができれば、北部地域での就業機会が増える。その装置の維持のために、仮に部品調達網整備、いわゆる物流インフラの整備が進む可能性もある。また海水淡水化施設の運転経験が深まれば、小型RO装置の利用機会が増し、これが飲料水製造用のみならず一般産業用やスペイン・カナリア諸島のような農業用への利用機会も増え、上記4項と合わせて農業等の拡大にもつながるともいえる。

この他、第3章で検討したように水の供給量が増加すればホテルの給水状況が改善され、観光産業の増加にも寄与することになる。

上記1項に関連する水汲み業務が軽減されれば余暇が増加する。その時間を利用して自己学習やレジャー等がすすめば教育産業やレジャー産業等のへの波及効果も期待できる。

しかしながら本節では、これらの間接的な寄与に関する便益は計上しないことにした。

(6) EIRR

上記1～4項を本プロジェクトの便益として合計すると1年間あたり約 89百万ドル(7,000百万CVE)になる。

一方、費用としては維持運営管理費（税金を除く）をおよび2項農業関係の推定コストを計上し、プロジェクトライフを20年として試算すると、EIRRは19.2%となる。

4.3.11 運用効果指標等**(1) 定量的効果**

本F/Sプロジェクトの運用効果指標等は表4.3-17のとおりである。

表4.3-17：運用効果指標

| 項目 | F/S実施時直近(2007~2010) | 完成時直後(2020年想定) |
|---------------|---|--|
| 給水人口 | 29.5万人 (2010予測データ) | 35.5万人 |
| 裨益人口 | 0人 | 26.5万人 |
| 需要量 | 31,000 m ³ /日 (うち海水淡水化生産水 5,000 m ³ /日) | 55,000 m ³ /日 (すべて海水淡水化生産水。うち既設ならびに他資金での建設予定分計 15,000 m ³ /日) |
| 無収水率 | 24% (2007年実績) | 15% |
| 上水道接続率 | 48% (2007年実績) | 95% |
| 給水量(リットル/日/人) | 都市部水道管接続家庭： 100 都市部水道管未接続家庭： 25 地方部水道管接続家庭： 50 地方部水道管未接続家庭： 25 | 都市部水道管接続家庭： 150 都市部水道管未接続家庭： 50 地方部水道管接続家庭： 80 地方部水道管未接続家庭： 50 |

(2) 定性的効果

4.3.10に記載のように、本プロジェクトの実施により、

- 1) 水汲み作業からの解放による、社会生産性の向上 (EIRR算出では 2百万CVE/年の便益を想定した)
- 2) 地下水の農業用への転用による農業生産性の向上 (EIRR算出では 1,400百万CVE/年の便益を想定した)
- 3) 給水水質向上による衛生状態の改善。またこれによる医療費関連支出の低減化等が期待される。(EIRR算出では 600百万CVE/年の便益を想定した)

4.3.12 経済分析まとめ

(1) 事業利益の可能性

上記検討結果から、S1が総事業金額72百万ドルで販売価格5ドル/m³のケースで税引き前FIRR16.7%であり、他のケースに比較して最も高い利益体質を持つ事業であることがわかる。このケースでは現行価格の4.2ドル/m³でも11.5%の税引き前FIRRが出ている。

さらにDSCRでも返済開始初年度（事業開始8年目）でも2.75で1.0を超えており健全と言える。なお、DSCRについては、他のケースS2, N1, N2も1を超えているので特に返済上の問題はない。

(2) 水道料金

本検討では、現行の飲料水料金を基礎に将来の料金を推定して試算した。結果は、もし仮に基本ケースの5ドル/m³が適用されるとするならば、事業そのものは健全な利潤が期待できる。しかし、もし、住民がこの料金を負担できない場合は、設備建設や料金の国庫補助を検討する必要があるだろう。表4.3-16はそのような議論のために準備したものでもある。

(3) 経済効果

本プロジェクトが実施される場合は、EIRRは19.2%と推定され経済効果は十分といえる。

4.4 実施計画策定

4.4.1 調達・現地工事計画

(1) 建設場所と現場の現状

4.1.2章に従って、海水淡水化施設は、島の南部地域向けはパルマレージョに、北部地域向けはカルヘタにそれぞれ建設されることとする。配水・給水施設はサンチャゴ島内を網羅するように建設される。建設場所の現状は下記の通り。

1) パルマレージョ

新しい海水淡水化施設の建設予定地を図4.4-1の赤枠とする。ELECTRA社の発電施設および海水淡水化施設の敷地内で、既設の海水淡水化施設の北東に隣接する。



出所：JICA 調査団

図 4.4-1：パルマレージョでの海水淡水化施設建設予定地

建設場所の現状；

必要な建物面積は 60 m × 40 m 四方となり、そこは火成岩と部分的に玄武岩を含む安定地盤となっている。敷地の半分が火成岩の坂に覆われているので、建機にて地ならしすることが求められる。

配置計画；

- a. 海水導水管は提案された敷地の北東に延び、それぞれ 20 m 間隔で 9 つの取水井戸を設ける。
- b. ブライン（淡水化処理後の濃縮海排水）排出管は提案された敷地のさらに北東に延びる。排出管と導水管の干渉を避けるため、排出口は岩礁の反対側に設置される。

2) カルヘタ

新しい海水淡水化施設の建設予定地を図 4.4-2 に示す。アソマダ行きバイパス道の交差点に近く、カルヘタサンミゲルの市街地からおよそ 1.0 km 道に沿った南側に位置する。



出所：JICA 調査団

図 4.4-2：カルヘタでの海水淡水化施設建設予定地

建設場所の現状；

必要な建物面積は 60 m × 40 m 四方となり、そこは、茂みが散在し、火成岩の安定地盤とわずかにサラサラした土に覆われている。建機にて地ならしすることが求められる。

配置計画；

- a. 海水導水管は提案された敷地の南東を通り、それぞれ 20 m 間隔で 9 つの取水井戸を設ける。
- b. ブライン（淡水化処理後の濃縮海排水）排出管は海岸に沿って敷地の北東を通り、排出口は水中に設置される。

(2) 機器と材料の運搬

パルマレージョとカルヘタの両建設予定地は、比較的良好な道路アクセスである。本計画では、海外調達される機器はいったんプライア港に荷揚げされ、それぞれの建設予定地に陸送される。

プライア港はサンチャゴ島で唯一の商業港で、倉庫・保冷倉庫・積荷場所・他の従属施設を備えている。150トンクラスと思える可動式クローラ・クレーンとフォークリフトは貨物を扱うことが可能だが、重量物用の移動式ガントリークレーンは港に備えられていない。

プライア港からパルマレージョ、カルヘタまでのもっとも現実的な道程での距離はそれぞれ、およそ10 km、45 kmである。パルマレージョへの道路は平坦な舗装路であり、カルヘタへの道路は石畳の簡易舗装路である。留意するような渋滞や障害は道沿いに確認されなかった。



図 4.4-3 : プライア港の鳥瞰図

(3) 工事計画全般

1) 現場での建設準備

a) パルマレージョ

十分な地ならしが必要である。場所によって火成岩か玄武岩の発破が必要になる。この地域は厚い岩盤に覆われており、支持杭は必要ないと思われる。

b) カルヘタ

小規模の地ならしが必要である。この地域は岩に覆われており、支持杭は必要ないと思われる。

2) 取水井戸掘削工事

取水井戸の掘削作業は専門の掘削業者によって行われる。それは、現地のゼネコンの間で有名なカーボヴェルデの現地請負業者の一つであることが確認されている。

3) 送水管建設工事

送水管は、石畳道路かアスファルト舗装道路に沿って設置される。管の設置に技術的困難は見当たらない。交通規制や予期せぬ道路地下埋設物が、設置工事の進捗を妨げることもあるので、詳細設計段階で見直しが必要であろう。

4) 貯水槽建設工事

貯水槽の建設は既設道路の近くとする。大型貯水槽の場合、アクセス用の専用道路の建設が必要なケースもある。また建設現場の地ならしが工事開始時に必要となることもある。

5) 建屋建設工事

海水淡水化施設の建屋建設工事に技術的困難は伴わない。海水淡水化施設資材の輸送・搬入時期は工事スケジュールに合うように管理されること。

6) 水タンク建設工事

生産される淡水のための鋼構造の水タンクは、施工性検討と運転性検討が薦められる。現場の制約によっては、コンクリートタンクでも構わない。技術的困難は無い。

7) 導水管/ブライン排出管建設

a) パルマレージョ

導水管は吊り下げられた状態で設置される。経路は綿密に検査され、効率的なものとする。

b) カルヘタ

導水管と排出管は地面の上に配置されている。経路は綿密に検査され、効率的なものとする。

(4) 地元請負業者

本調査において、建設プロジェクトを行う能力があるかどうか調べるために、サンチャゴ島内の7つの地元請負業者と面談した。その結果、技術的には充分であり海外の請負業者を雇う必要はないが、安全、スケジュール、品質管理のために海外のコンサルタントまたは請負業者に管理、監督してもらう必要がある。地元請負業者の情報を表4.4-1にまとめる。

表 4.4-1：地元請負業者情報

| ID | Name | Address | Tel | Fax | Foundation | Paid up capital (€) | Net Sales (€) | Permanent Staff | Split of scope |
|----|-----------------------------|---|------------------|------------------|-------------------------------------|---------------------|--|------------------------------|-------------------------|
| 1 | SGL | Rua Cidade Funchal, n.º. 16 R/C-1º andar Achada de Sto Antonio C.P. n.º452/C Praia City, Republic of Cape Verde | +238-262 6383 | +238-262 4828 | January 2002 | 9,069,008 | 13.150M(2009) 17.438M(2008) 19.951M(2007) | N/A | To be split with others |
| 2 | Sogei | Caixa Postal 426/A, Edificio Aguia, R/C Cha de Areia, Praia, Cape Verde | +238-260 2200 | +238-262 7490 | May 2007 | 907,000 | 6.230M(2009) 0.480M(2008) 0.172M(2007) | 29 | To be split with others |
| 3 | CVC | Achada Grande, Apartado 242 Praia República de Cabo Verde | +238-263 3879 | +238-263 3221 | July 1990 | 2,633,655 | 21.033M(2009) 23.893M(2008) 21.084M(2007) | 110 | not necessary to split |
| 4 | MonteAdriano | Rua Ilha de Maio, 1-2ºEsq. C.P.859 Palmarejo, Cidade da praia - Cabo Verde | +238261 1173 | +238261 1122 | November 2003 1940(Pt HQ) | 453,453 | 19.419M(2009) 14.882M(2008) 9.896M(2007) (CV only) | 293 (incl. 25 Portuguese) | not necessary to split |
| 5 | Engeobra | Zona Industrial Tira-Chapéu -C.P.Nº 902 Praia, Cabo Verde | +238-262 6030 | +238-262 3775 | June 1993 | 453,453 | 4.453M(2009) 8.298M(2008) 7.708M(2007) | N/A | not necessary to split |
| 6 | Empreitel Figueiredo | Achada Grande, C.P.70, Praia | +238-263 3954 | +238-263 3660 | November 1983 | 453,453 | 4.818M(2008) 3.904M(2007) 3.796M(2006) 2.712M(2005) | 76 | To be split with others |
| 7 | MSF | Rua Frederico George N° 37 Alto da Faia 1600-468 Lisboa Portugal | +351-217 213 500 | +351-217 213 599 | N/A | N/A | N/A | N/A | To be split with others |

出所：JICA 調査団

(5) 工事材料

多くの工事原材料は、海外から輸入されている。そこで、材料供給は地元請負業者の範囲とした方が良い。

1) 砂／砂利／岩石

サンチャゴ島のサンタクルス郡に、モンテアドリアノ(Monte Adriano)という地元のインフラ建設会社が運営している唯一の採石場がある。よって砂、砂利などの原材料はサンチャゴ島内から調達できる。

2) セメント

セメント材料はサンチャゴ島内で購入するのではなく、海外から輸入していることを確認した。

3) 鉄骨

鉄骨はサンチャゴ島内で購入するのではなく、海外から輸入していることを確認した。

4) 送水管

送水管に用いるダクタイル管と高密度ポリエチレン管は、海外（特にヨーロッパ）から輸入していることを確認した。

(6) 工事作業従事者

地元請負業者との面談により、通常はカーボヴェルデ国内の労働者を動員できることが確認された。労働者が不足した場合は、セネガルから動員される。工事作業従事者に関する問題ないと思われる。

(7) 建設機械

地元請負業者との面談により、海外からカーボヴェルデに建設機械を投入する必要はないことが確認された。これらの建設機械の投入は地元工事請負業者の所掌とする。

4.4.2 実施スケジュール

(1) 工事計画

本調査における工事数量は表 4.4-2 のように推算された。

表 4.4-2：工事数量サマリ

| 工事番号 | 工事概要 | 北部 (カルヘタ) | 南部 (ハ°ルマレジ°ヨ) | 合計 |
|------|----------------------------|--------------|------------------|-------|
| 1 | 送水管建設 (インチ-キロメートル) | 1,215 | 498 | 1,713 |
| 2 | 海水取水井戸掘削 | 9 | 9 | 18 |
| 3 | ブライン排出管建設 | 1 | 1 | 2 |
| 4 | 建設用地地ならし (m ³) | 1,200 | 6,000 | 7,200 |
| 5 | ポンプステーション (点数) | 7 | 6 | 13 |
| 6 | 貯水槽 (number / volume) | 6 / 18,200 | 5 / 13,200 | 11 |
| 7 | 建物 (m ²) | 2,712 | 2,400 | 5,112 |

出所：JICA 調査団

工事期間中のクリティカルポイントは送水管の据付作業である。この作業は、公共交通、工事現場への移動、的確な輸送の調整が関わってくる。いくつかの据付チームが同時に異なる地点で作業を行い、据付作業を促進する必要がある。

スケジュールと工事量を考慮に入れると、配水・給水施設の建設工事チームは表 4.4-3 に示すように複数のチームとする。

建設スケジュールは表 4.4-4 のようになる。

表 4.4-3：配水・給水施設建設のチーム構成

| 作業 | 地域 | 対象郡 | チーム数 | 工事期間、月 |
|----|------|---|------|--------|
| N1 | 北部 1 | Sao Miguel Santa Catarina Santa Cruz | 2 | 9 |
| N2 | 北部 2 | Tarafal San Salvador Do Mundo Sao Lorenzo | 3 | 9 |
| S1 | 南部 1 | Praia | 1 | 6 |
| S2 | 南部 2 | Sao Domingo Ribeira Grande Port Mosquito | 1 | 12 |

出所：JICA 調査団

表 4.4-4：建設スケジュール

| DESCRIPTION | YEAR | Year 1 | | | | | | | | | | | | Year 2 | | | | | | | | | | | | Year 3 | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--------------|---|-----|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | | Calendar Mth | | | | | | | | | | | | Calendar Mth | | | | | | | | | | | | Calendar Mth | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| GENERAL SCHEDULE | Construction TeamNo. | Contractor Procurement | | | | | | | | | | | | Construction | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| North Area | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N1 | Desalination Facility Construction and Installation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Water Transition Facility Construction | 2 teams | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N2 | Desalination Facility Installation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Water Transition Facility Construction | 3 teams | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Commissioning | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | N1◆ | | N2◆ | | | | | | | | | |
| South Area | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S1 | Desalination Facility Construction and Installation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Water Transition Facility Construction | 1 team | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S2 | Desalination Facility Installation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Water Transition Facility Construction | 1 team | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Commissioning | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | S1◆ | | S2◆ | | | | | | | | | |

出所：JICA 調査団

4.4.3 プロジェクトリスク

プロジェクトリスクとその対応を表 4.4-5 にまとめる。

表 4.4-5：プロジェクトリスクとその対応表

| | Risk Occurrence Possibility | | | Risk Description | Countermeasure |
|-----------------------------|-----------------------------|--------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | low | medium | high | | |
| Technical | | | | | |
| Capacity | ✓ | | | | |
| Sea Water Specification | ✓ | | | | |
| Potable Water Specification | ✓ | | | | |
| Water Transmission | | ✓ | | unforeseen obstacle or soil condition | route change will be discussed |
| Power Supply | | ✓ | | emergency failure | emergency generator will be installed |
| Beach Well Water | | ✓ | | water volume decreasing | another well will be newly digged |
| Regulation | ✓ | | | | |
| Commercial | | | | | |
| Funding | ✓ | | | | |
| Yen Loan | ✓ | | | | |
| Market | ✓ | | | | |
| Inflation | ✓ | | | | |
| Concession | ✓ | | | | |
| Environment | | | | | |
| Regulation | ✓ | | | | |
| Permission | ✓ | | | | |
| Natural Conditions | ✓ | | | | |
| Social Consideration | ✓ | | | | |
| others | | | | | |
| Policy | ✓ | | | | |
| Human Resources | ✓ | | | | |
| Construction Site | ✓ | | | | |
| Operation | | ✓ | | operation material shortage | material will be purchased |
| Maintenance | | ✓ | | maintenance material shortage | material will be purchased |
| other projects impact | ✓ | | | | |

出所：JICA 調査団

また上水道システム稼働後は、人的資源、運営資金、水道料金変動、無収水率の変動などを含む維持管理そのものがリスクとなるが、適正な対応で回避可能であろう。

4.5 F/S プロジェクトに必要な実施手続き

日本国の円借款のプロジェクトサイクルに従って、F/S プロジェクトの実施手続きを本項に記述する。カーボヴェルデ共和国政府が円借款の申請を行う場合のプロジェクトサイクルについては、いくつかの例外があるにせよ他ドナーのものと類似しており、次に記述する標準的手続きの流れとなっている。1) プロジェクトのアイデンティフィケーション、2) 準備、3) 審査と事業事前評価、4) 事前通報と交換公文、借款契約、5) プロジェクト実施と監視、6) プロジェクト完成後の事後評価とモニタリングである。プロジェクトサイクルの各段階は下記に要約を記述するが、詳細情報については JICA 発行の「円借款要請準備のためのオペレーショナル・ガイダンス」に書かれており、同書には借入国が各段階の流れを容易に理解できるようフローチャートが含まれている。

(1) プロジェクトのアイデンティフィケーション

F/S プロジェクトの確認は本 JICA 調査において行われ本最終報告書においてプロジェクトとそのスコープの推薦されている。また、F/S プロジェクトは、開発の目的、戦略および国家的、地方的ニーズに合致したものでなければならない。調査の結果はプロジェクトのいくつかの可能性ある要素により構成されている。カーボヴェルデ共和国政府は国内法規則に準拠し、確認されたプロジェクトが案件形成へと進めるべきかを判断し、政府として正式手続きにより決定を行わなければならない。必要であれば、JICA は初期的分析と将来の可能な借款準備のために調査を行うためのファクトファインディングミッション (F/F) を派遣する。

(2) 準備

準備段階では、通常はアイデンティフィケーション段階で選択されたプロジェクトに対しては、JICA 審査を行うに十分な熟度レベルとするために事業化可能性調査 (F/S) など投資前検討が行われる。しかしながら、本 JICA 調査報告書は、JICA の技術支援 (贈与) の形で行われた F/S 調査となっている。カーボヴェルデ共和国政府が F/S 調査の承認を行った後に、在セネガル日本大使館経由にて日本政府に宛ててプロジェクトのアウトラインとともに円借款適用の要請が出されこととなる。プロジェクトのアウトラインには下記の情報が含まれる。

- 1) プロジェクトの優先度と必要性
- 2) 投融資計画
- 3) 円借款適用の対象となるプロジェクトの項目とコンポーネント
- 4) カーボヴェルデ共和国政府がプロジェクトを実行するという明確な意思の宣言書
- 5) (その他として、もしある場合には) カーボヴェルデ共和国政府の規則に従ったプロジェクト実行に必要な諸手続き

プロジェクトアウトラインには、JICA 調査の F/S 報告書と異なる場合にはプロジェクト計画の変更も含め政府の意思を正確にかつ適切に記述しなければならない。

また同時に、カーボヴェルデ共和国政府は JICA 審査に先立ち、JICA に対して F/S プロジェクトに係わる環境影響評価 (EIA) 報告書を提出しなければならない。(JICA 環境社会配慮ガイドライン (環境ガイドライン) 参照のこと) EIA とは、F/S プロジェクトの提案者がプロジェクト準備段階で環境影響を調査し緩和施策を考慮するという一つの手続きである。

(3) 審査と事業事前評価

JICA は円借款要請が行われた十分に準備の整っているプロジェクトに対する審査を実施する。審査には下記のステップがある。

- 1) JICA は、プロジェクト F/S とセクター調査および F/F ミッションにより得られた関連情報のレビューを行う。
- 2) JICA は、審査の対象としてふさわしいプロジェクトを日本政府、すなわち外務省、財務省、経済産業省に推薦する。
- 3) 日本政府は提案されたプロジェクトとして審査の正式承認を行い、JICA はカーボヴェルデ共和国政府に審査ミッションの派遣を通告する。
- 4) JICA は、「環境ガイドライン」に従ってインターネット上にプロジェクトの環境カテゴリーを公表する。
- 5) JICA は、プロジェクトの実現可能性の確認のために審査ミッションを派遣し、提案されたプロジェクトの経済、社会、財務、技術および環境面を検討するとともに実施機関の運営、維持管理およびモニタリングシステムの確認を行う。審査ミッションはプロジェクトサイトの現地調査を行いつつ、カーボヴェルデ共和国政府と詳細協議を行う。
- 6) JICA による審査結果に基づいて、日本政府は円借款のためにふさわしいプロジェクトであるかという決定を行い、借款金額及びその条件を決定する。

(4) 事前通報、交換公文、借款契約

日本政府はカーボヴェルデ共和国政府に対して円借款供与の決定の事前通報を行う。その後、両国は、正式合意へ向けた協議に入る。合意に至ったときに両国は借款の金額と条件及び税金と海上保険の取り扱いなど合意事項を確認する交換公文を交わす。

その後、両国は借入人として正式に指定された代表機関を交えて、借款契約（L/A）協議を開始する。JICA が融資の約束を行う借款契約は、借款に関する法的権利と義務を定め、借款の詳細、すなわち借款金額、条件、目的、範囲、プロジェクトの内容、実施機関名、調達条件、償還手続き及び円借款のための一般条件書（GTC）を含むものである。借款契約調印後、JICA は、（環境ガイドラインに従った行われた）環境レビューを、事業事前評価報告書とともに速やかにインターネット上で公表する。

(5) プロジェクト実施と監理

L/A 調印後、プロジェクトは実施段階に入ることになり、最初にエンジニアリング設計、施工監理、プロジェクト関係機関のキャパシティビルディングを担当するコンサルタントを

雇用する。コンサルタントは JICA の「円借款のためのコンサルタント雇用ガイドライン」に従って、「ショートリスト方式」により国際的実行方法に基づいて選別し、雇用するものとする。そして、雇用されたコンサルタントは、契約で定められたコンサルティング業務を引き受ける。STEP ローンのような条件においては、詳細設計 (D/D) は JICA の技術支援 (贈与) により行われることもある。

プロジェクト実施のための資機材と役務の調達、JICA の円借款調達ガイドラインに沿って国際競争入札 (ICB) によるか、または日本タイトの条件での制限入札により行われる。

JICA は、プロジェクトが十分な資格を持った能力のあるコントラクターによって実施されることを確認するために L/A の条件に従って調達手続きをレビューする。JICA は、業者の資格審査及び入札手続きに関して JICA 調達ガイドラインの活用を推薦する。

実施の進捗については、必要であれば発生した問題を解決し、あるいはタイムリーでかつ実効性のある方法により必要な手段を取ることに、JICA 監理ミッションは実施機関及び関連官庁と協議し、プロジェクトがよりスムーズで効果的に行われるという視点でモニターとレビューを行う。監理は、プロジェクトの実施と借款の全体的プロセスの両方をカバーするものとする。

実施機関の実施に関する定期的な進捗レポートは L/A 条件において要求されており、プロジェクト実施期間中に発生する問題の早期発見を目的としている。

(6) 事後評価とプロジェクト完了後のモニタリング

プロジェクトの完成後に JICA により事後評価が行われ、カーボヴェルデ共和国政府が提出する L/A の要求事項である「プロジェクト完成報告書」(PCR) をもとに審査、実施、運営維持管理の全体的プロセスについてのレビューが行われる。JICA は、有効的な運営維持管理を保証し、中長期にわたってプロジェクトの利益を維持するために一定期間のあいだプロジェクトの運営維持管理をモニターする。