

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの概要

3.1.1 上位目標とプロジェクト目標

本プロジェクトの上位計画として以下の計画が挙げられる。

- 国家基礎衛生計画 (Plan Nacional de Saneamiento Básico 2001-2010)、基礎衛生管理局、2001 年
- コチャバンバ市上下水道公社事業開発戦略プラン (PEDS)、SEMAPA、2002 年
- コチャバンバ市上下水道マスタープラン (PLAN MAESTRO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA CIUDAD DE COCHABAMBA)、SEMAPA、2002 年

国家基礎衛生計画は 2010 年を目標として、都市部、村落部別に上下水道の整備目標を示している。コチャバンバ市は都市部であり、国家基礎衛生計画では都市部の給水普及率を 2000 年に 90%、2010 年には 96%とすることを目標としているが、コチャバンバ市の場合は 2005 年の給水普及率は 48%に過ぎず、著しく整備が遅れている。

これに対して SEMAPA は SISAB の事業認可の条件を満たすため 2002 年に 40 年間の上下水道整備の事業計画 (PEDS) を策定している。PEDS では 2040 年に給水普及率をほぼ 100%にすることを目標とし、そのための水源開発目標、無収水管理目標等を定めている。ちなみに本プロジェクトの目標年となる 2015 年時点での PEDS の目標給水普及率は 86%である。

コチャバンバ市上下水道マスタープランは PEDS の目標を達成するための施設整備計画で、給水区域全体を 4 つの送配水系統に分けた整備計画を提案している。本プロジェクトは 4 つの系統の一つである南部系統の水道施設を整備することを目標としており、これらの上位計画に合致する。南部系統は本プロジェクトと BID の融資による南部水道整備プロジェクトにより整備される。

3.1.2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは現在 SEMAPA の給水サービスが実施されていない第 1 配水区 (SEMAPA 配水区 D6、D8、D14 の一部、D7 全部)²への給水サービスの提供を目的として、浄水場の拡張、送水管及び配水管の敷設、送水ポンプの設置、二次配管及び給水装置の調達、水質検査機材の調達を行うものである。

² 要請では第 2 配水区 (SEMAPA 配水区 D8、D14 の一部) を含んでいたが、後述のとおり、第 2 配水区は技術的な問題点から除外された。

本プロジェクトを実施することにより、目標年 2015 年において対象区域内の約 5 万人(2015 年推定人口、58,435 人の 86%³が給水サービスを受けると仮定) が以下の便益を受けることが期待できる。

- 対象区域内全員が水質の保障された SEMAPA からの給水を受けることが出来る。
- その結果、水系疾病の罹患のリスクを削減することができる。
- 給水車から給水を受けていた人たちが各戸給水を受けられるようになる。
- OTB (Organización Territorial de Base 町内会的住民組織) 等が運営する既存の給水サービスに比べ廉価な給水を受けられる。

本プロジェクトの概要は表 3.1 にまとめたとおりである。

表 3.1 プロジェクトの概要

プロジェクトの要約	指 標	指標データ入手手段	外部条件
<u>上位目標</u> ✓ 給水サービスの質が向上し、プロジェクト対象地域の住民の生活環境が改善される	✓ 住民満足度	✓ アンケート調査等	
<u>プロジェクト目標</u> ✓ プロジェクト対象地域の住民に安全で十分な水が連続して供給される	✓ 大腸菌群数 ✓ 給水車給水の減少 ✓ 給水時間	✓ 水質調査結果 ✓ 浄水場運転記録 ✓ 料金徴収記録	
<u>成 果</u> ✓ 浄水能力の質的、量的改善 ✓ 第 1 配水区への送配水施設の完備	✓ 浄水能力	✓ 工事記録 ✓ 管路維持管理記録	
<u>活 動</u> ✓ 浄水場の改修拡張 ✓ 送水管、配水池建設 ✓ ポンプ設置 ✓ 一次配水管の敷設 ✓ 二次配水管、給水装置の調達	<u>投 入</u> <日本側> <「ボ」国側> ✓ 浄水場の改修拡張工事資金 ✓ 建設費・運営費策 ✓ 送水管、配水管、ポンプの敷設の建設資金 ✓ 設計・建設技術者 ✓ 二次配管、給水装置調達資金 ✓ 設計・建設技術者		

³ PEDS では 2015 年の給水普及目標を 86%としている。これは SEMAPA 給水区域内人口のうち、実際に給水を受ける人口を示している。すなわち、SEMAPA の給水施設が整備されても 100%の人口が給水を受けないことを前提としている。この比率は地域によりバラつきがあるものと想定されるが、PEDS ではコチャバンバ市全体の平均値を与えている。したがって、本プロジェクトの給水対象区域でも全員が給水を受けるようにはならず、平均値の 86%の人口が給水を受けるものと想定した。

3.2 協力対象事業の基本設計

3.2.1 設計方針

(1) 要請内容

2006年9月の予備調査で確認され、さらに基本設計調査時の協議によって最終的に確認された要請内容は表3.2のとおりである。

表 3.2 要請内容

項目	要請内容	備考
(1) アランフェス浄水場の改修または拡張	<ul style="list-style-type: none"> 浄水能力の120 l/秒への拡張。 着水井、フロック形成池を新設。薬注（凝集材、pH調整剤）ポンプの新設。 沈澱池の新設。 ろ過池の不足分の増設。逆洗水量調整弁の設置。 浄水池は改修せず。 次亜塩素酸カルシウム注入装置の新設 洗浄排水池、返送ポンプの新設 pH計、電気伝導度計、濁度計の調達 	なし
(2) 送水設備及び配水池建設	<ul style="list-style-type: none"> カラカラアルト配水池、シグロヴェインテポンプ場間送水管： DIP φ350 mm×8.1 km シグロヴェインテポンプ場、ディエスデフェブレ間： DIP φ300 mm×0.7 km シグロヴェインテポンプ場、タコロマバホ配水池間： DIP φ250 mm×6.7 km タコロマバホ配水池、タコロマ配水池間： DIP φ200 mm×0.8 km タコロマバホ配水池 タコロマバホ配水池、タコロマ配水池間送水ポンプ： 0.2 m³/分 (3 l/秒) 95 mH×2台 (うち1台予備) 	タコロマバホ配水池及びタコロマ配水池への送水管及び送水ポンプはミニッツ協議後、テクニカルノートにおいて要請された。
(3) 一次配水管敷設	<ul style="list-style-type: none"> 第1配水区：PVC φ150～500 mm×18.7km 第2配水区（低区配水区）：PVC φ150～300 mm×8.7 km <p>注：タコロマ高区配水区（タコロマ配水池）からの配水管は全て二次配管として扱う。</p>	なし
(4) 二次配水管資材調達	<ul style="list-style-type: none"> 既存道路及び計画道路、民家の分布、水組合等による給水区域を考慮して二次配管計画を行う。 水組合等の給水区域は二次配管計画対象外とする。 	
(5) シグロヴェインテポンプ場ポンプ調達及び設置	<ul style="list-style-type: none"> 4.9 m³/分 (85 l/秒) 80 mH×2台 (うち1台予備) 2.0 m³/分 (35 l/秒) 155 mH×2台 (うち1台予備) 	なし
(6) 給水装置資材調達	<ul style="list-style-type: none"> 二次配管資材調達に準ずる。 	なし

注：第2配水区が事業対象から除外された結果、グレーの網掛けの施設は事業内容から除外された。

(2) 基本方針

上記要請に対して以下の方針で基本計画を行うものとする。

1) 設計基準

「ボ」国の水質基準及び供給基準を満足する水質を確保するために、「ボ」国及び必要に応じて日本水道施設設計指針値に準拠した。管理目標とした水質基準は、以下のとおりである。

- 濁度：5NTU 以下
- pH：6.5～9.0
- 色度：15 度以下
- 大腸菌群：0-CFU/100ml
- 残留塩素：0.2～0.5mg/l

また、供給基準としては給水末端における最小動水圧を 1.0 kgf/cm² とした。なお、「ボ」国には耐震基準は無いものの、地震の発生は観測されており、日本の耐震基準に準拠した施設とすることとする。

2) プロジェクト対象給水区域

シグロヴェインテポンプ場からタコロマ配水池への送水、第 2 配水区内の配水には、以下の技術的な問題点が明らかになった。

- シグロヴェインテポンプ場からタコロマ配水池への送水には 250m 以上の揚程が必要となり安全上の問題、管材の入手困難の問題がある。
- 送水途中に大規模な溪谷を横断し、斜面が不安定であるため、大幅な迂回が必要となる。
- 第 2 配水区内には約 170m の圧力差があり、一つの配水区として扱うには高压管の敷設あるいは多数の減圧弁の設置等の無理があり、低区用に配水池を設置し、配水区を最低でも高区、低区に分ける必要がある。

これらの技術的な問題を克服するためには、送水ルートを大幅に迂回し、低区配水池、低区配水池からタコロマ配水池（高区配水池）への送水ポンプが必要になる。必要施設の概略検討結果を添付資料-7 に示すが、基本設計を行うためには現地調査に基づく基本計画が本来必要であるが十分な計画は行われていない。さらに、第 2 配水区は道路が未整備な地域が多く、現時点では一次配管、二次配管の敷設計画を策定することは困難で、プロジェクト完成後直ちに二次配水管を設置して第 2 配水区全体に配水するのは難しいと判断できる。

したがって、第 2 配水区整備を本プロジェクトで実施するのは時期尚早と判断され、事業内容から除外するものとする。

3) アランフェス浄水場計画浄水量

第 1 配水区の水需要は 81 l/秒、第 2 配水区の水需要は 32 l/秒であることが確認された。（詳細は参考資料-8 参照）①で述べたように第 2 配水区がプロジェクトから除外されたこ

とから、プロジェクト対象地区の水需要は 81 l/秒となるが、以下の理由からアランフェス浄水場は要請どおり 120 l/秒の処理能力まで拡張するものとする。

現在のアランフェス浄水場の浄水はすべて D1 及び D2 配水区内に配水されている。D1、D2 配水区内の水需要は約 100 l/秒で、本プロジェクト完成後は現在建設中のタキーニャ浄水場の浄水を配水することとなっている。タキーニャ浄水場はエスカラニ水源を原水とするが、エスカラニ水源は現在はカラカラ浄水場の原水として使用されているものの、ミシクニ水源からの導水増量及びエスカラニ水源からカラカラ浄水場への導水量の減量によりタキーニャ浄水場の原水を確保する計画となっている。

しかし、タキーニャ浄水場は 400 l/秒の能力で建設されているものの、エスカラニ水源からの導水量は水力発電の運転により左右されるため、通年 400 l/秒の導水は困難と考えられる（2006 年の実績で 320 l/秒）。将来的にはミシクニからの導水が増加すればこの不足は解消できるが、ミシクニからの用水受け入れの長期的ビジョンを決定していない状況では、タキーニャ浄水場原水の不足、すなわち D1、D2 配水区内を含むタキーニャ浄水場配水予定区での給水量不足は当面は続くものと考えられる。したがって、アランフェス浄水場はできるだけ能力を拡張して、第 2 配水区内配水分 81 l/秒の余剰分を D1、D2 配水区内に配水することが必要である。

一方、第 2 配水区内の整備にあたっては、水源はアランフェス浄水場の浄水とせざるを得ない。したがって、アランフェスを浄水場を 120 l/秒に拡張しておけば、当面はタキーニャ浄水場の不足を補い、将来は第 2 配水区内整備の水源を確保することが可能になる。

4) アランフェス浄水場原水

アランフェス浄水場の水源であるワラワラダムの取水可能量は 90 l/秒である。SEMAPA は 2007 年 3 月よりホンコ水源開発プロジェクトを実施し、新たに 30.6 l/秒の水源開発を行う。その結果、アランフェス浄水場の原水量は 120.6 l/秒が確保される。しかしながら、SEMAPA の表流水の開発水量の考え方は渇水年を考慮しない。平均降雨量に対する取水可能量であるため、計算上は 2 年に一度 120.6 l/秒の水源量が確保されない期間が生じることになる⁴。したがって、本プロジェクト完成後もプロジェクト対象地域に常時 24 時間給水で十分な水量を給水することを保障することはできない。以上より水源量減少時には現在実施されているように時間給水等で給水量を制限することを前提とする。

5) アランフェス浄水場の浄水方法

アランフェス浄水場の原水であるワラワラダム表流水において、除去対象となるのは濁度及び色度である。また、pH も低い傾向にあり調整を行う必要もある。しかし、その他の物質についてはボリビア国水質基準（NB512）を満足している。

⁴ 河川水量は降雨量に支配されるが、降雨量は年ごとに大きく変動する。河川からの取水可能量、ダムの開発水量を決定する場合は、年降雨量を統計的に処理して、何年かに一度起こる渇水年に取水できる水量を開発水量とする。日本の場合は通常は 10 年に一度の渇水年（10 年確率渇水）に確保できる水量を開発水量としているが、ホンコ水源開発プロジェクトでは各年の平均水量によっているため、2 年確率渇水に相当し、単純には 2 年に一度の確率で開発水量が確保できない期間が生じることになる。

これらのうち、濁度は現在の浄水施設で除去できているものの、色度及び pH については浄水においても水質基準を満足していない。(表 2.7 参照) これらの原因は、凝集剤を適切に注入していないことに加え、急速攪拌による凝集剤の攪拌、フロック形成、凝集沈澱の設備の容量が何れも過小で十分な凝集沈澱による色度の吸着が出来ないためである。したがって、これらの凝集設備を改善することにより十分な色度除去機能を得ることが可能となる。また、これらの凝集沈澱ろ過(急速ろ過方式)は SEMAPA が現在運転している浄水場でも採用されており、維持管理上の経験も豊富である。なお、pH 調整については、既設の調整設備を改良することにより対応可能である。

なお、プロジェクト対象地域では現在は SEMAPA の水は給水されておらず、地下水、無処理の表流水等が給水されているため、色度、濁度、大腸菌群数等、水質基準が満足されない例が多いことから、プロジェクトの水質改善効果は大きい。

6) カラカラアルト～シグロヴェインテポンプ場送水管

カラカラアルト配水池からシグロヴェインテポンプ場への送水は要請では既存配水池への送水管を使用する計画であったが、現地調査の結果、既存管では管径が不足することが明らかになり、既存管部分も新たな管を使用する必要があることが判明した。しかし、この場合、必ずしも要請のルートが最短とはならない。したがって、当該送水管ルートについては要請ルートに加え2つの代替ルート設定し、比較・検討することとする。

7) 二次配管・給水装置の調達対象

第1配水区には OTB 等が運営する給水サービスが存在する。SEMAPA は本プロジェクト完成後はこうした給水サービス運営主体に浄水を販売し、配水、課金、料金徴収は給水サービス主体の管理に任せることを基本方針としている。将来的には漸次こうした給水サービスを廃止していく方針であるが、プロジェクト実施直後は OTB 等による給水サービスを存続させる方針である。なお、SEMAPA はこれらの給水サービス(水量、給水時間、料金等)のモニタリングを行い、必要に応じて適正サービスが行われるように指導する。したがって、こうした地域には二次配管の敷設、給水装置(水道メーター)の設置の必要はないため、二次配管、給水装置の調達対象から除外する。

(3) 設計方針

上記をもとに、プロジェクトの基本設計を以下に示す設計方針に基づいて実施することとする。

1) 自然条件に係る方針

- ① コチャバンバでは1月～3月が雨期とされているが、降水量自体はそれ程多くない(最大月降雨量 120mm 程度)。したがって、工法の選定、工期の設定には降雨の影響を考慮する必要はない。

- ② コチャバンバは地震多発地帯ではなく、市内のほとんどの建造物では耐震設計は採用されていない。しかし、過去には地震が観測されている⁵ことから、耐震設計を採用するものとし、その基準としては日本の耐震基準を適用するものとする。

2) 社会経済条件に係る方針

- ① 本プロジェクトではアランフェス浄水場の拡張が必要である。浄水場拡張は現敷地内に拡張用地を確保することが不可能であったため、隣接地に拡張せざるを得ない。拡張用地は所有者が特定されておらず、所有者を確定したうえで、その使用权を取得する必要がある。SEMAPA は土地所有権を取得するための一連の手続きを行い、2008年1月に使用权を取得した。
- ② 送水管の一部は市街地を通過する。埋設は全区間公道沿いで2車線ないしは1車線で、1車線部分も十分な路肩を有するため、埋設工事に際して通行に及ぼす影響はきわめて小さく、工事に際して支障はない。

3) 建設事情/調達事情に係る方針

- ① 本プロジェクトでは SEMAPA が建設中のディエスデフェブレロ配水池、シグロヴェインテポンプ場がプロジェクト施設の一部となる。現地調査ではこれらの施設を視察する機会があったが、型枠、コンクリート打設の品質は十分なものとはいえなかった。したがって、施工計画にあたっては型枠・支保の設置、コンクリート打設に関して、十分な工事監理、技術指導を行う。
- ② 本プロジェクトではダクタイトルの敷設が大きな部分を占める。したがって、ダクタイトルの品質、納期がプロジェクトの品質、工期に影響する。最近他の無償プロジェクトにおいてダクタイトル鋳鉄管の納入が遅延して工期に影響を及ぼす例もあり、品質は勿論、工期に関しても十分に配慮して調達先を検討する。

4) 実施機関の運営・維持管理能力に係る方針

- ① SEMAPA は本プロジェクトで建設される急速ろ過方式の浄水場をすでに運転しているため、特に新たな技術が導入されることはなく、既存の技術力で維持管理が可能である。アランフェス浄水場の浄水水質において色度及び pH が水質基準を満足していないのは、維持管理上の問題というよりは薬注設備及びフロック形成・沈澱設備の容量等の施設上の欠陥であることが明らかになったので、本プロジェクトにより施設が改善されることにより問題が解決されると予想される。
- ② 浄水処理に関しては適切な薬剤の注入が必要である。SEMAPA の財務状況は建設費、維持管理費を含めた収支で減価償却前では黒字を計上しているため、維持管理に関して資金不足が薬品注入の制約条件になるとは予想されず、適切な運転が可能と考えられる。

⁵ 例えば、1998年5月にコチャバンバ県アイキレ市付近を震源とするマグニチュード6.8の地震が発生した。

5) 施設、機材等のグレード設定に係る方針

- ① 施設の仕様は原則として既存施設と同等のものとする。
- ② 運転、制御システムは建設費、故障時の修理の困難さを考慮し、安全性を損なわない限り自動式は避け、手動方式を採用する。
- ③ すべての配水は数時間分程度の貯水容量を持つ配水池経由となること、数時間にわたる停電がほとんどないことから、浄水場、ポンプ場には非常用電源を設置しない。

6) 工法/調達方法、工期に係る方針

- ① 複数班による施工等によりできるだけ工期を短くする工夫をする。
- ② 浄水場拡張工事にあたっては既存施設との接続等での断水をできるだけ短くする。
(つなぎ込み工事のための断水時間は数時間であるので、工事断水による影響はほとんど考えられない。)
- ③ 本プロジェクトは、A型国債で実施する。

7) 環境社会配慮に係る方針

ボリビア国の環境法では事業実施にあたり、予備調査、基本設計、詳細設計段階で環境調書 (Ficha Ambiental) を作成し、工事着工前までに環境許可 (Licencia Ambiental) を取得することが必要である。

本プロジェクトでは BID 融資による「南部水道整備計画」実施のために 2003 年 11 月に取得された環境許可が 2013 年 11 月まで有効である。ただし、「南部水道整備計画」では本プロジェクトの浄水場拡張を含まないため、浄水場建設の環境許可をプロジェクト開始までに取得することをプロジェクト実施の前提条件とした。

SEMAPA は平成 19 年 10 月に国家環境保護地区局 (SERNAP : National Service of Protected Areas) より環境許可を取得した。

3.2.2 基本計画

(1) 全体計画

1) 目標年・給水量

2015 年を目標年次として、PEDS の人口予測及び給水普及率、本調査で見直した日最大水需要量 (2015 年の想定無収水率 25% を含む) 140 l/日人からプロジェクト対象区域の水需要量を表 3.3 のように決めた。(詳細については本報告書、添付資料-5 参照。)

表 3.3 本プロジェクト対象区域水需要量計算結果

配水区	推定人口 2015年	推定給水普及率 (2015年：%)	水需要原単位 (1/人日)	需 要 量	
				(m ³ /日)	(l/秒)
第1配水区	58,435	86	140	7,036	81
合 計	58,435	-	-	7,036	81

時間係数を 2.0 (ボリビア基準 NB689 による。) とし、時間最大需要量を以下のとおりとする。

日最大需要量： 7,036 m³/日

時間最大需要量： 14,072 m³/日

2) 給水レベル

給水圧は給水装置末端における最小動水圧を 1.0kgf/cm² とする⁶。給水時間は 24 時間連続給水を原則とするが、水源量減少時には時間給水も容認する。

3) 給水水質

ボリビア基準 (NB512) に準ずるが、アランフェス浄水場浄水でこれまで問題となっている⁷のは色度と pH であること、浄水場運転指標として濁度と残留塩素は重要であること、細菌学的な指標として大腸菌群は必須であることから、以下の項目を管理指標とする。

- 濁度 < 5NTU
- pH - 6.5 to 9.0
- 色度 15 度
- 大腸菌群数 0-CFU/100 ml
- 残留塩素 0.2 to 0.5 mg/l

(2) 施設計画

プロジェクト対象の施設配置を図 3.5 の全体平面図に示す。

1) アランフェス浄水場拡張

現地調査の結果から以下の施設計画方針を決めた。

- 現状の運転では高濁度時のみに凝集剤を加えているために、平常時の色度除去ができない。また、原水の pH が低いにもかかわらず pH 調整剤を加えないため、濁度除去、色度除去が充分でない⁸。したがって、既設薬品注入施設 (現在は使われていない。) を活用し、薬注ポンプを新たに設置して、pH 調整剤、凝集剤を常時添加す

⁶ ボリビア基準 (NB689) では 1 万人以上の町では 13 m としているが、これはサービス管の接続点での水圧であり、給水装置末端では 10 m (1.0 kgf/cm²) 程度となる。

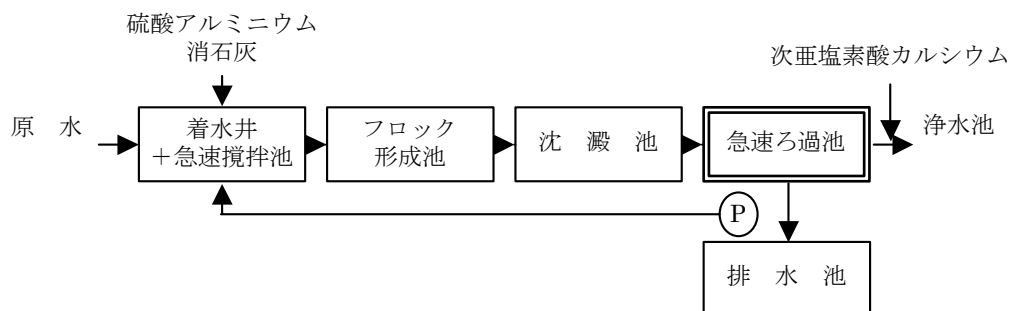
⁷ 本調査ではアランフェス浄水場流入水、ワラワラダム水の水質検査を行ったが、重金属等問題となる項目はなかった。

⁸ 通常の浄水工程に使用される凝集剤 (硫酸アルミニウム、ポリ塩化鉄アルミニウムなど) は pH6 から 8.5 の範囲で効果的な凝集作用を発揮する。この範囲外では凝集剤の効果が低く、濁質を完全に除去できなくなる。アランフェス浄水場では原水の pH が 5.5 から 6.5 程度でアルカリ剤 (消石灰) を加え、pH を上昇させることが望ましい。

るようにする。

- 凝集工程では原水に凝集剤を加えた後、一定の時間を確保して凝集剤によるフロックを形成させることが（この工程をフロック形成池という）必要であるが、現施設にはフロック形成池がない。また、フロック形成した濁質を沈澱で除去するには、一定時間沈澱池に滞留させることが必要であるが、現施設は沈澱池の容量が小さく必要な滞留時間が確保されていない。このため、形成されたフロック及びその沈澱による除去が十分でなく、ろ過池に大きな負荷がかかり、逆洗間隔が短くなり処理能力が低下している。したがって、フロック形成池、沈澱池を新設し、沈澱工程での濁質除去を確実にする。
- ろ過池は補足された濁質が溜まるとともに目詰まりが起こり、ろ過速度が落ちる。これを一定時間毎にろ材を洗浄する（逆洗という）ことにより、ろ材中の濁質を除去してろ過速度を回復させる。現施設では逆洗水の速度が大きすぎるためろ材が流亡している。これは逆洗水の水圧調整を高所にある逆洗水タンクの近くに設置されている流出弁で行わざるを得ず、調整効果が発揮されていないためであり、水圧調整弁をろ過池近くに新設し、適正な逆洗水速度を確保することとする。
- 通常の浄水場では逆洗後の濁質を含んだ逆洗水は逆洗水槽に貯留後、一定の速度で着水井に返送し、原水と混合して浄水処理を行う。すなわち、逆洗水を回収することにより水量の損失を防いでいるが、現施設では逆洗水槽がなく、逆洗水は回収されることなく捨てられている。したがって、逆洗水槽を新設し、逆洗水を着水井に戻すポンプを設置し、逆洗による水量損失を防ぐ。
- ろ過池の大きさは公称能力の 100 l/秒の処理にはほぼ適切であるが、120 l/秒の処理には能力が不足する。したがって、既存のろ過池は残し、不足分を増設する。

以上より、下記フローに示す必要十分な容量を持つ凝集沈澱池ろ過システムを採用する。



注：急速ろ過池は現施設に隣接して増設、その他は現敷地外に新設

各施設の主要な仕様を表 3.4 に整理し、容量計算書を表 3.5 に示す。

表 3.4 アランフェス浄水場拡張の主要施設の仕様

施 設	方 式 等
着水井・急速攪拌池	堰による自由落下攪拌方式とする。
フロック形成池	水平迂流方式とする。
沈澱池	敷地の制限が少なく、傾斜管方式の場合藻類の発生を助長する懸念もあることから、横流式を採用する。 また、藻類発生を抑制するために、沈澱池流入前に次亜塩素酸カルシウムが注入できる施設とする。
急速ろ過池	既存施設は逆洗水の水量及び水圧コントロールが困難なシステムとなっており、ろ過池管廊配管を含めた改善が必要であるが、構造クラックは観察されず、既設の利用を前提に増設により対応できると判断される。ただし、砂層が 1.2 m と厚く洗浄に支障をきたしており、下部集水装置の更新を含めて改良を行う。 既存施設の計画値にあわせ、ろ過速度が 150 m/日以下となるように計画する。既存施設は 4 池であるが、同一形状の 2 池を増設することにより対応する。 また、老朽化している逆洗揚水ポンプについても更新する。
排水池	ろ過池 1 池分の洗浄水量を貯留できる容量とする。返送ポンプは、洗浄間隔及び浄水場内での給水を勘案し、1 池分の洗浄水量を 1 時間で返送できる能力とする。
薬品注入設備	既設の硫酸アルミニウム注入設備、消石灰注入設備の問題はない。ただし、現在は自然流下で注入しているが、新設着水井の水位が高くなるため、注入ポンプで対応する。 なお現在次亜塩素酸カルシウムは既設システムが故障により撤去されており、仮設の滴下方式で対応している。したがって注入設備を新設する。

表 3.5 アランフェス浄水場容量計算書

施設名	容量計算
計画浄水量	計画水量：120 l/秒に対して、5%の浄水ロスを見込む $10,890\text{m}^3/\text{日} = 453.6\text{m}^3/\text{時}$ $7.56\text{m}^3/\text{分}$ $0.126\text{m}^3/\text{秒}$
着水井（新設）	1.5分の滞留時間とする。（指針 ⁹ ：1.5分以上） 必要容量 $=7.56\text{m}^3/\text{分} \times 1.5\text{分} = 11.34\text{m}^3$ $W4.4\text{m} \times L2.0\text{m} \times H2.0\text{m}$ （有効水深1.5m） $\times 2$ 池 有効容量 13.2m^3 実滞留時間1.75分
混和池（新設）	堰式とする 1.5分程度の滞留時間とする（指針：1～5分） 必要容量 $=7.56\text{m}^3/\text{分} \times 1.5\text{分} = 11.34\text{m}^3$ $W2.0\text{m} \times L2.0\text{m} \times H2.0\text{m}$ （有効水深1.5m） $\times 2$ 池 有効容量 $6.0\text{m}^3 \times 2$ 池 実滞留時間1.59分
フロック形成池（新設）	水平迂流式とする 20分程度の滞留時間とする（指針：20～40分） 必要容量 $=7.56\text{m}^3/\text{分} \times 20\text{分} = 151.20\text{m}^3$ $W6.1\text{m} \times L6.15\text{m} \times H3.2\text{m}$ （有効水深2.6m） $\times 2$ 池 有効容量 $85.68\text{m}^3 \times 2$ 池 実滞留時間22.66分
沈澱池（新設）	横流式薬品沈澱池 22.5mm分程度の表面負荷率（指針15～30m ³ /分）とし、平均流速を約0.4m/分以下（指針値）とする 必要面積 $=7.56\text{m}^3/\text{分} \div 0.025\text{m}^3/\text{分} = 302.4\text{m}^2$ $W6.0\text{m} \times L28.0\text{m} \times H3.5\text{m}$ （有効水深3.0m） $\times 2$ 池 有効容量 $504.00\text{m}^3 \times 2$ 池 実表面負荷率22.5mm/分 実平均流速0.21m/分 実滞留時間2.2時間
急速ろ過池（増設）	急速ろ過方式 1池洗浄時に150m ³ /日以下とする。（指針120～150m ³ /日） 必要面積 $=10,890\text{m}^3/\text{日} \div 150\text{m}^3 \div 5\text{池} = 14.52\text{m}^2$ $W2.5\text{m} \times L6.0\text{m} \times 6$ 池（4池既設） 実ろ過面積 $15.0\text{m}^2 \times 6$ 池 実ろ過速度145.2m ³ /日 逆洗水揚水ポンプ ろ過池逆洗浄1回分（90m ³ ）を1時間で揚水する容量とする $1.5\text{m}^3/\text{分} \times H28.0\text{m} \times 2$ 台（内1台予備）
洗浄排水池（新設）	ろ過池逆洗浄1回分（90m ³ ）の貯留量とする $W6.0\text{m} \times L6.0\text{m} \times H4.0\text{m} \times 1$ 池 有効容量 $144\text{m}^3 \times 1$ 池 洗浄排水返送ポンプ ろ過池逆洗浄1回分（90m ³ ）を1時間で返送する容量とする $1.5\text{m}^3/\text{分} \times H12.0\text{m} \times 2$ 台（内1台予備）
硫酸アルミニウム注入設備（改修）	注入率10～50mg/l 注入ポンプ $0.72 \sim 7.2\text{ l}/\text{分} \times 2$ 台（内1台予備）
消石灰注入設備（改修）	注入率4～21mg/l 注入ポンプ $0.3 \sim 3.0\text{ l}/\text{分} \times 2$ 台（内1台予備）
次亜塩素酸カルシウム注入設備（改修）	注入率0.5～2mg/l 溶解タンク 2.0m^3 、貯留タンク 2.0m^3 注入ポンプ $0.27 \sim 32.7\text{ l}/\text{分} \times 2$ 台（内1台予備）

⁹ 日本水道施設設計指針値

2) 送水管

ア) カラカラアルト配水池～シグロヴェインテポンプ場送水管

下記の3ケースについて比較検討を行った。各ケースのルートを図 3.1 に示す。

CASE-1：要請のセロベルデ配水池経由の既設石綿管ルート

CASE-2：サンペドロ配水池経由アラレイ湖西岸ルート

CASE-3：サンペドロ配水池経由アラレイ湖東岸ルート

各ケースの比較を表 3.6 に整理する。

表 3.6 カラカラアルト～シグロヴェインテポンプ場送水管ルートの比較

検討項目	CASE-1	CASE-2	CASE-3
送水能力上の問題	既設石綿管の能力不足は増径による布設替えて対応できるが、結果として全面的な布設替えとなる。	当初利用可能と考えていたφ600mmの配管については送・配水兼用で多くの分岐があり水量のコントロールが困難で、代替案であるφ350mmの未使用の管路を利用することとなる。	
水運用上の問題	セロベルデ配水池への送水も兼ねており、送水量のコントロールを行う必要がある。	専用送水管となるため、コントロールを行う必要はない。	
施工性	既設石綿管の布設替えを行うオケンド通りの交通量が多く制約となるが、施工は可能である。	河川を横断する必要がある。	
管路延長	φ400mm L≒7.5km φ350mm L≒1.9km 計 9.4km	φ350mm L≒8.8km	φ350mm L≒8.1km

以上より、河川横断は必要なものの、送水量の制御が不要で管路延長が短いCASE-3を採用する。

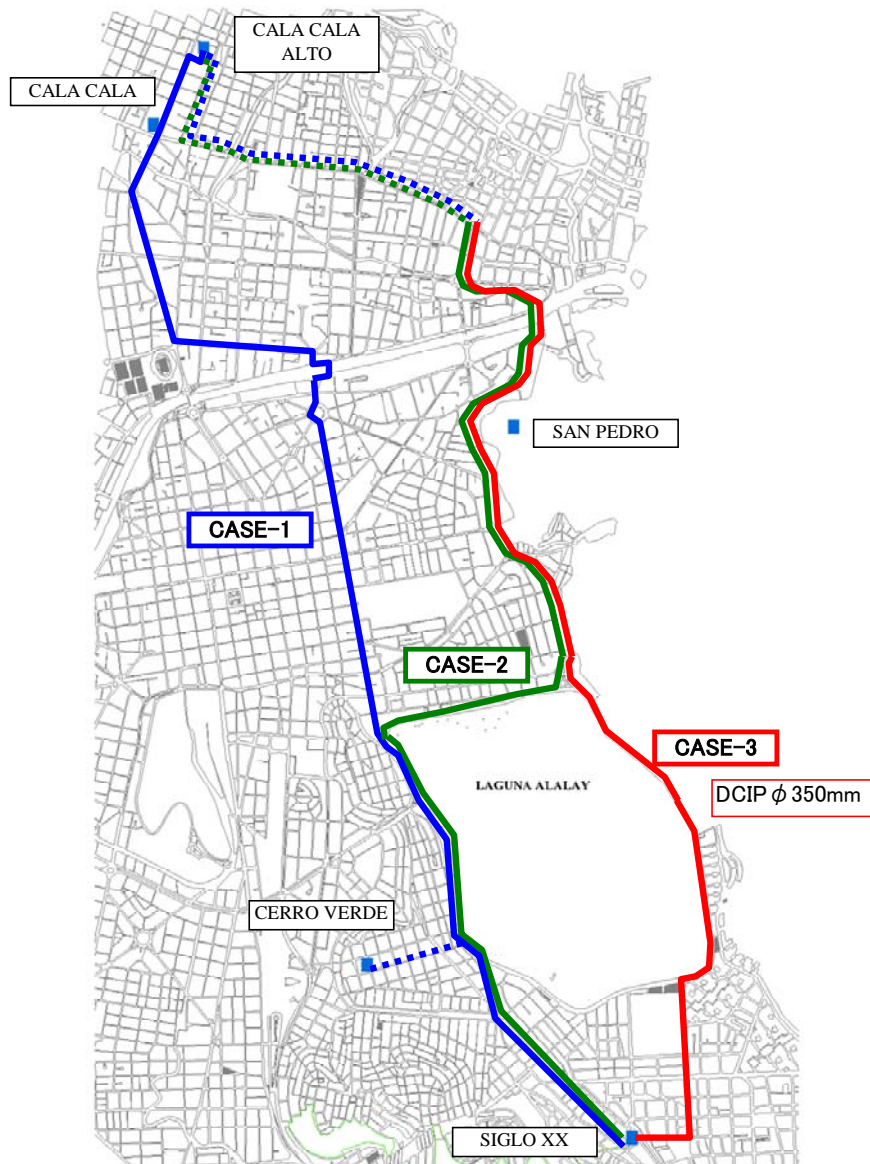


図 3.1 カラカラアルト～シグロヴェインテポンプ場送水管ルート比較

1) シグロヴェインテポンプ場～ディエステフェブレロ配水池送水管

図 3.2 に示すように、当初予定されていたルートは道路が整備されておらず、急勾配で現状では谷筋となっており、迂回ルートを選定した。



図 3.2 シグロヴェインテポンプ場～ディエスデフェブレロ配水池送水管

ウ) 送水管の諸元

送水管の口径については、経済性等を考慮して流速 1.0m/秒程度となるように管径を選定した。なお、カラカラアルト～シグロヴェインテポンプ場間の送水管に関しては、上流側で利用する既設管の管径を考慮し、将来の第 2 配水区への給水量（32 l/秒）にも対応出来ることを確認した。

表 3.7 にルート別の送水管の諸元を整理する。

表 3.7 送水管の諸元

送水ルート	材質	管径 (mm)	延長 (m)
カラカラアルト～シグロヴェインテポンプ場	ダクタイル鋳鉄管	350	8,156
シグロヴェインテポンプ場 ～ディエスデフェブレロ配水池	ダクタイル鋳鉄管	300	667
計			8,823

3) ポンプ設置

シグロヴェインテポンプ場に送水ポンプを設置して、ディエスデフェブレロ配水池へ送水する。

水量： 2 台（内 1 台予備）とすると、81 l/秒（第 1 配水区給水量）＝4.9m³/分

揚程： ● 実揚程 +2,645.6m（ディエスデフェブレロ配水池 H.W.L.）
 － +2,568.0m（シグロヴェインテポンプ場 L.W.L.）＝ 77.6m
 ● 管路損失水頭 φ 300mm L=0.7km C=110 I=0.7 パーミリ 4.2m
 ● ポンプ廻り損失水頭 3.2m

85.0m

以上より、送水ポンプの仕様は以下のとおりとなる。

4.9m³/分×H85.0m×2台（内1台予備）

4) 第1配水区一次配水管

要請案を基に現場を踏査し、数カ所の道路未整備箇所等でルートの見直しを行い、ルートを図 3.3 のように決定した。



図 3.3 第1配水区一次配水管

上記のルートに、地盤高、配水圧力、需要分布等を考慮して管網計算を行い、口径を決定した。なお、時間係数はボリビア国の指針より 2.0 とし、一次配水管における最小動水圧が 15.0m (1.5kgf/cm²) となるように管径を設定した。

なお、配水管は原則塩化ビニール管とするが、300mm 以上の管路に関してはダクタイル鋳鉄管となる。

表 3.8 に一次配水管の諸元を整理する。

表 3.8 一次配水管の諸元

管 径 (mm)	管 種	延 長 (m)
500	ダクタイル鑄鉄管	155
400	ダクタイル鑄鉄管	442
300	ダクタイル鑄鉄管	962
250	塩化ビニール管	3,390
200	塩化ビニール管	6,985
150	塩化ビニール管	6,918
計		18,852

(3) 機材計画

本プロジェクトでは二次配管、給水装置（水道メータ及びその付属品）、水質測定機器（pH計、電気伝導度計、濁度計）の機材供与が要請されている。

1) 二次配管、給水装置

自助努力を促す、調達した資機材が確実に敷設、施工されるという観点から、二次配水管及び給水装置の調達の対象範囲を以下のとおり限定する。（図 3.4 参照）

- 水組合等の配水施設が存在する地域については、その配水施設の水源もしくは接続地点まで二次配管で一次配管と接続して、水組合等にバルクで水を販売し、原則として配水管、給水装置の調達対象からはずす。
- 水組合等の配水施設がない地域については、二次配管を整備して給水装置を整備する。



図 3.4 二次配水管及び給水装置の調達の対象範囲

以上より、図 3.4 に示す一次配水管網から水組合給水拠点への連絡管と、水組合の配水施設が存在しない地域における二次配水管及び給水装置を見込む。

計画した二次配水管及び給水施設及び水質測定機器の諸元を表 3.9 に示す。

表 3.9 二次配水管及び給水施設の諸元

二次配管及び 給水施設	管 径 (mm)	管 種	数 量
	100	塩化ビニール管	5,342m
80	塩化ビニール管	2,601m	
給水装置			500 組

2) 水質測定機器

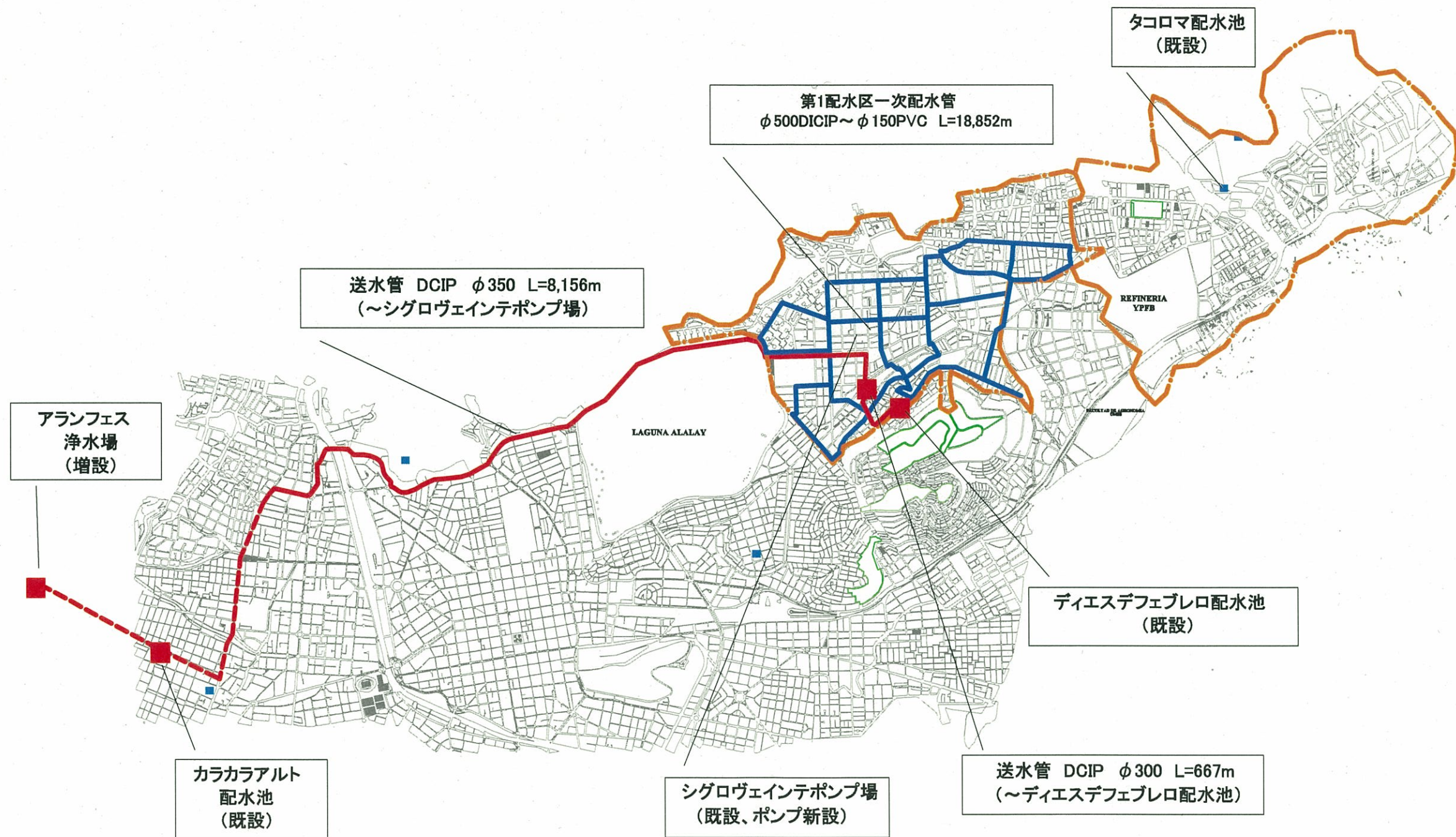
アランフェス浄水場の水質を管理するにあたり、薬品注入量を設定するため最低限必要な水質検査を行うための下記の下記の可搬式の水質測定機器を見込む。

- pH計 1式
- 電気伝導度計 1式
- 濁度計 1式

3.2.3 基本設計図

本プロジェクトの施設建設に係る基本設計図面を下記に整理する。

図表番号	図面名称
図 3.5	全体平面図
図 3.6	アランフェス浄水場 一般平面図
図 3.7	アランフェス浄水場 水位高低図
図 3.8	アランフェス浄水場 フロー図
図 3.9	アランフェス浄水場 沈澱池平面図
図 3.10	アランフェス浄水場 沈澱池断面図
図 3.11	アランフェス浄水場 ろ過池構造図
図 3.12	アランフェス浄水場 洗浄排水池構造図
図 3.13	シグロヴェインテポンプ場 施設図
図 3.14	送水管ルート図
図 3.15	配水管ルート図



NO.	FECHA	APP'D	REVISION

NOTA:

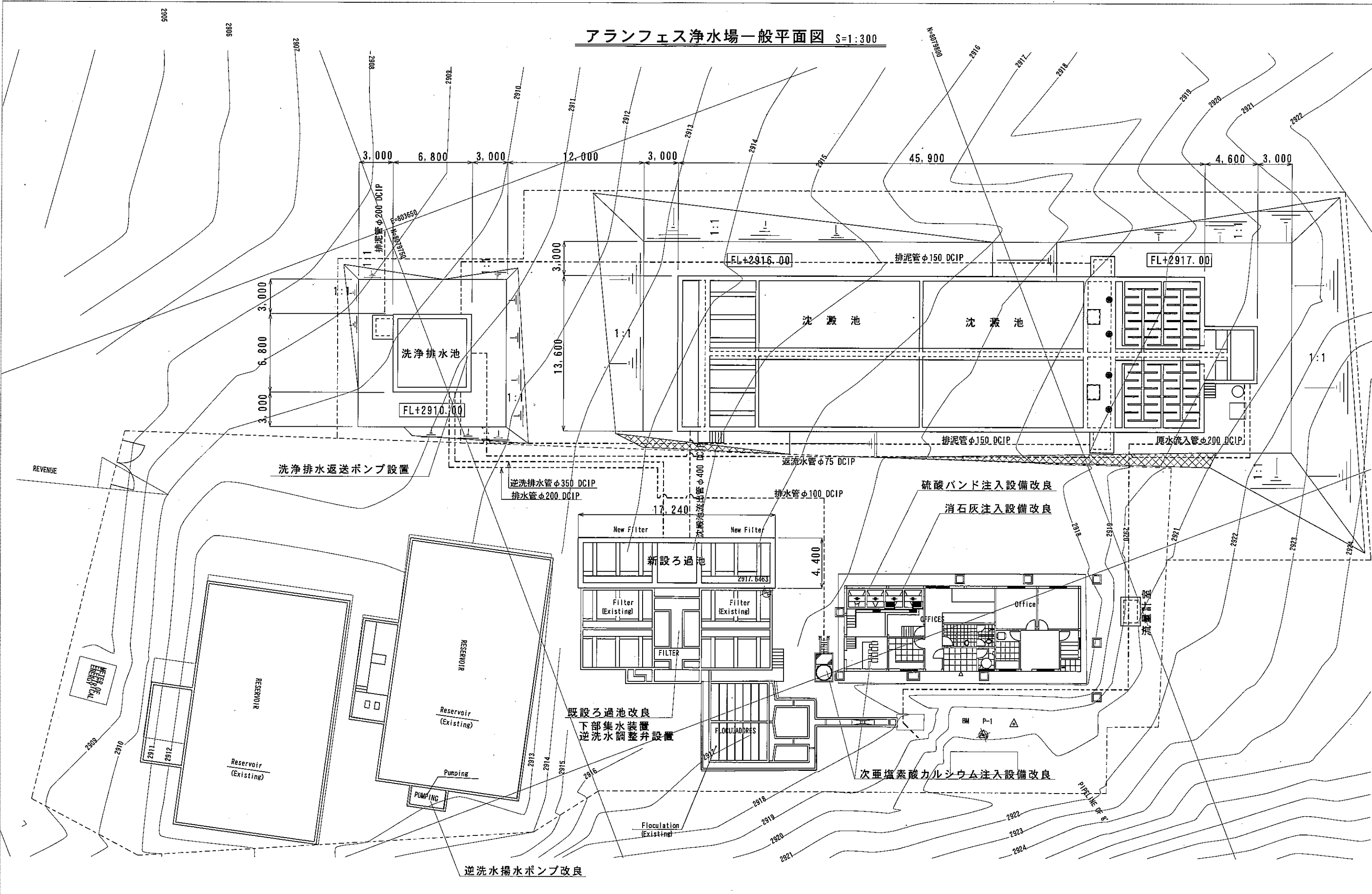
JICA
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPÚBLICA DE BOLIVIA

FECHA	APROVADO
	COMPROBADO
	DIBUJADO
ESCALA	DWG. NO.
1:50000	()

図 3.5 全体平面図

アランフェス浄水場一般平面図 S=1:300



NO.	FECHA	APP'D	REVISION

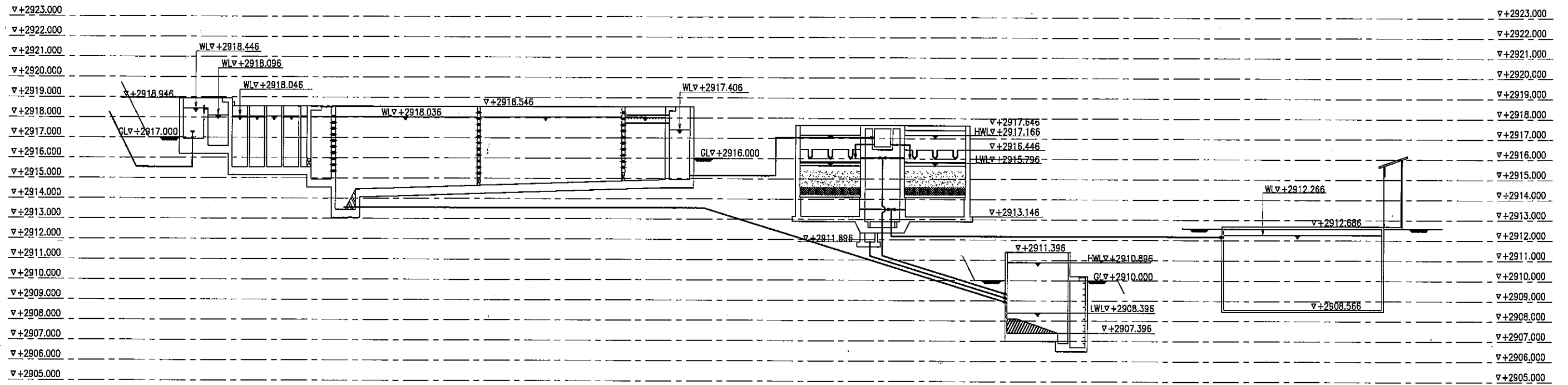
NOTA:

JICA
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA SURESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA

図 3.6 アランフェス浄水場 一般平面図

FECHA	APROBADO
	COMPROBADO
	DIBUJADO
ESCALA	DWG. NO.
1:300	()



混和池

沈殿池

急速ろ過池

清水池

貯留槽

NO.	FECHA	APPD.	REVISION

NOTA:

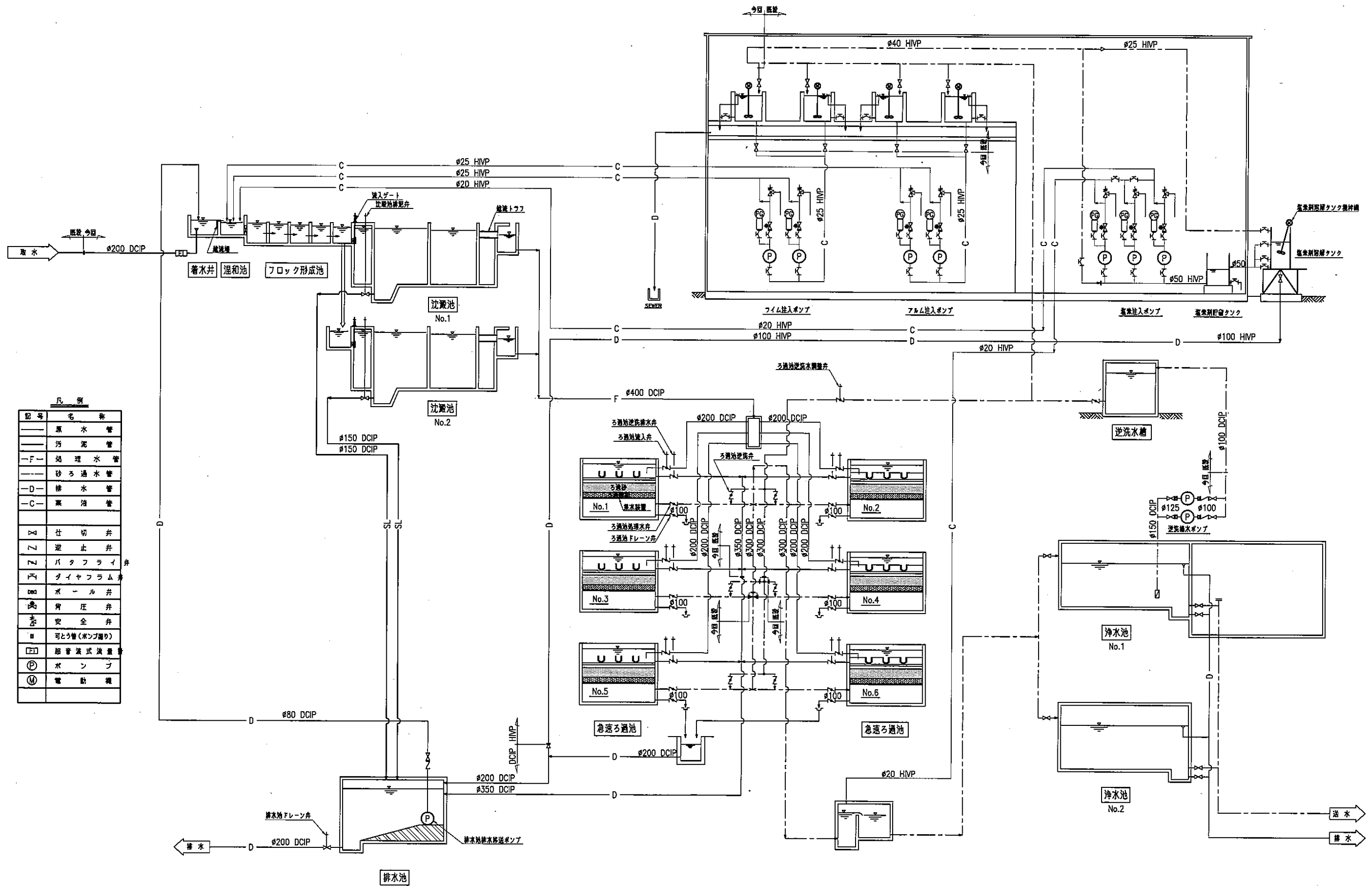


EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPÚBLICA DE BOLIVIA

FECHA
APROBADO
COMPROBADO
DIBUJADO

図 3.7 アランフェス浄水場 水位高低図

ESCALA
縦
1:100
DWG. NO.
()



凡 例	
記号	名 称
—	原水管
—	汚泥管
-F-	処理水管
-	砂ろ過水管
-D-	排水管
-C-	薬液管
▽	仕切井
Z	逆止井
Z	バタフライ
Z	ダイヤフラム
⊗	ボール井
⊙	弁圧井
⊕	安全井
□	可とう管(ポンプ廻り)
⊞	超音波式流量計
⊙	ポンプ
⊕	電動機

NO.	FECHA	APPD	REVISION

NOTA:

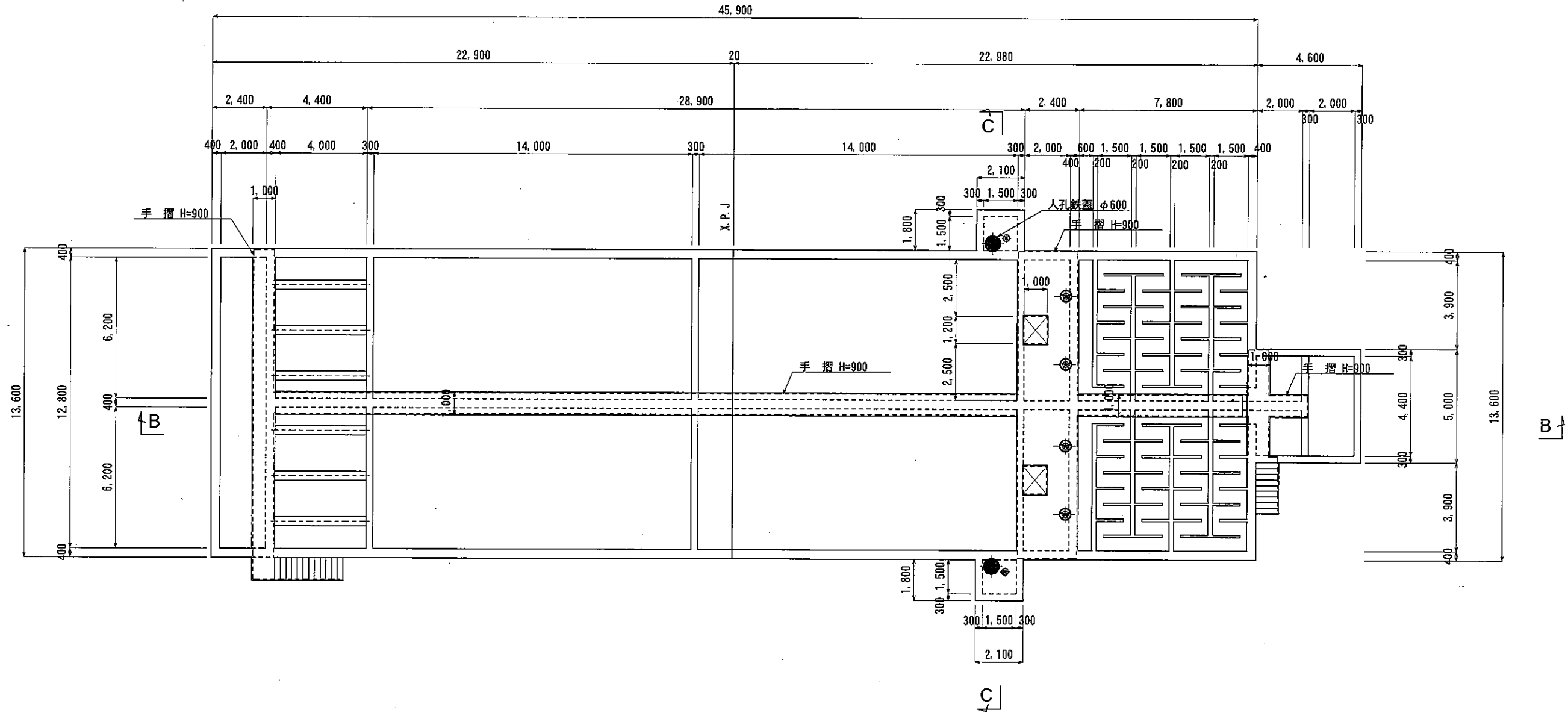


EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA

図 3.8 アランフェス浄水場 フロー図

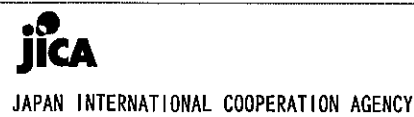
FECHA	APROVADO
	COMPROBADO
	DIBUJADO
ESCALA	DWG. NO.
NOT	()

沈澱池平面図 S=1:200



NO.	FECHA	APP'D	REVISION

NOTA:

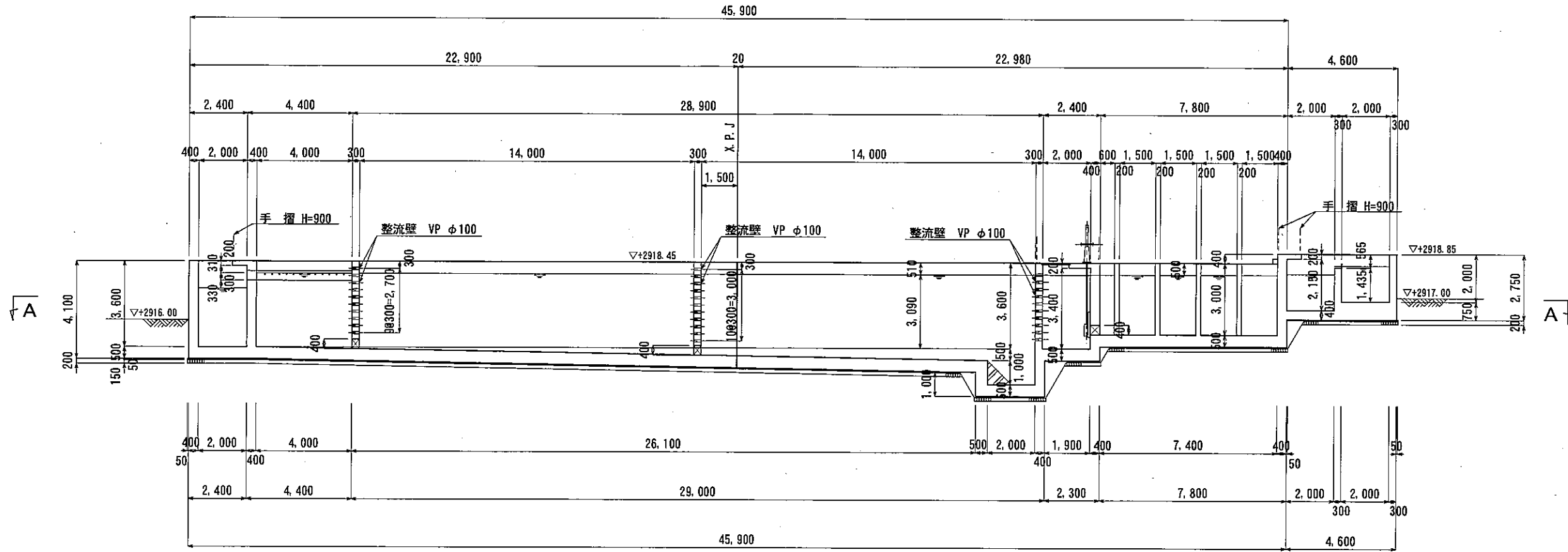


EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA

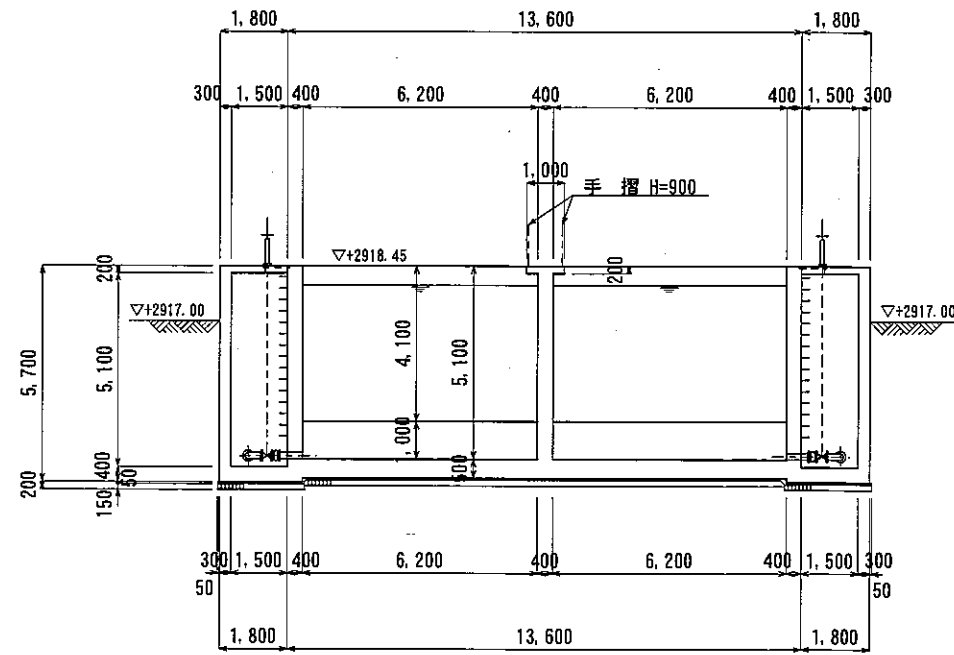
図 3.9 アランフェス浄水場 沈澱池平面図

FECHA	APROVADO
	COMPROBADO
	DIBUJADO
ESCALA 1:200	DWG. NO. ()

B-B 断面図 S=1:200



C-C 断面図 S=1:200



NO.	FECHA	APP'D	REVISION

NOTA:



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

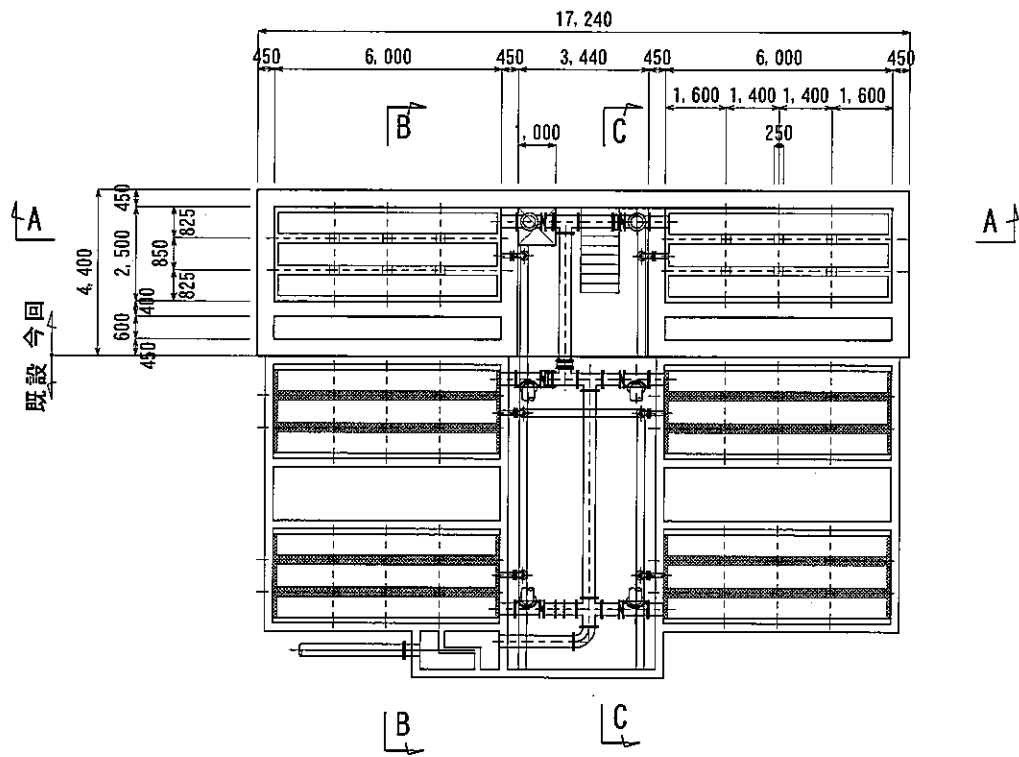
EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA SURESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA

図 3.10 アランフェス浄水場 沈澱池断面図

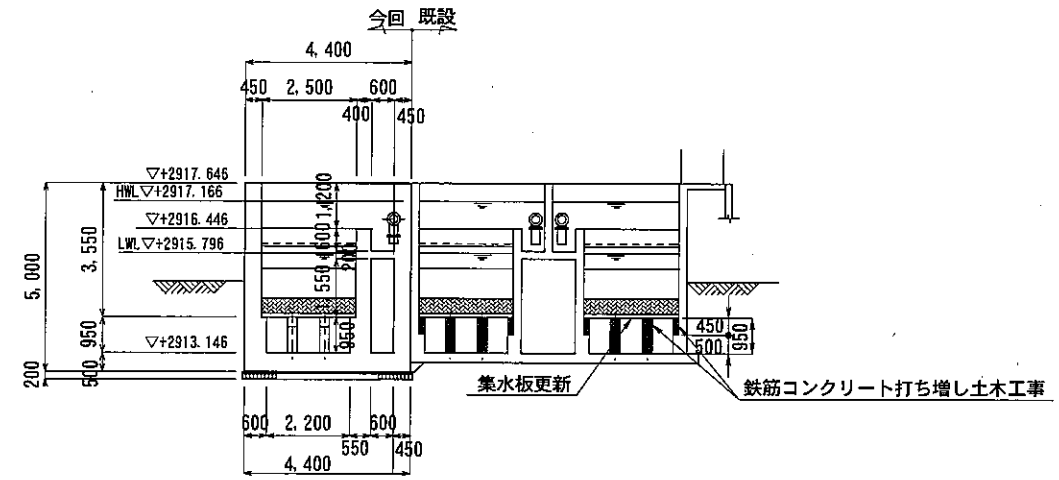
FECHA
ESCALA
1:200

APROVADO
COMPROBADO
DIBUJADO
DWG. NO.
()

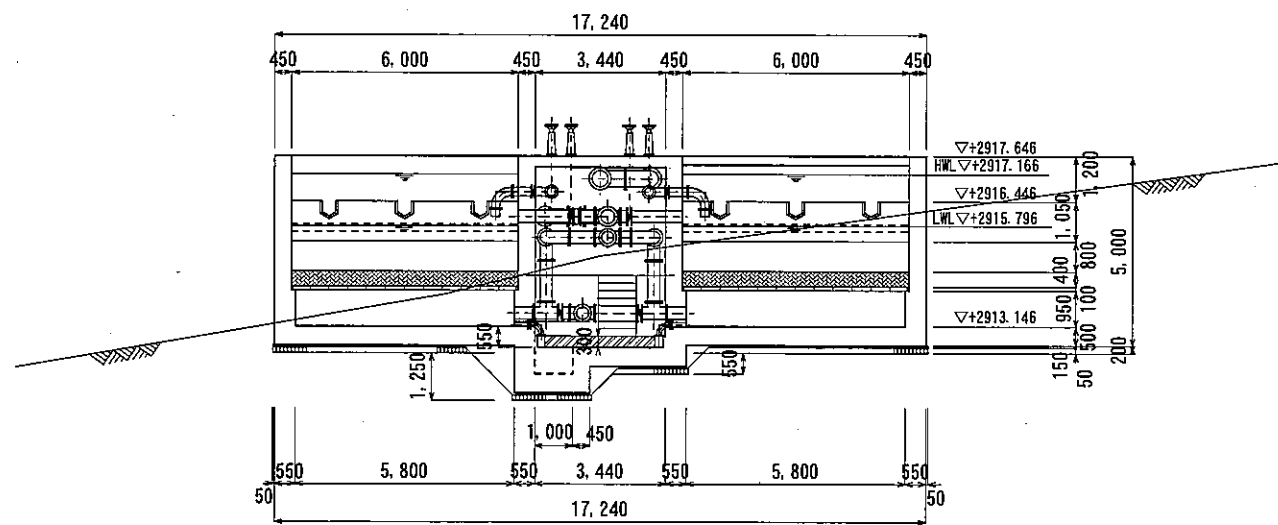
ろ過池平面図 S=1:200



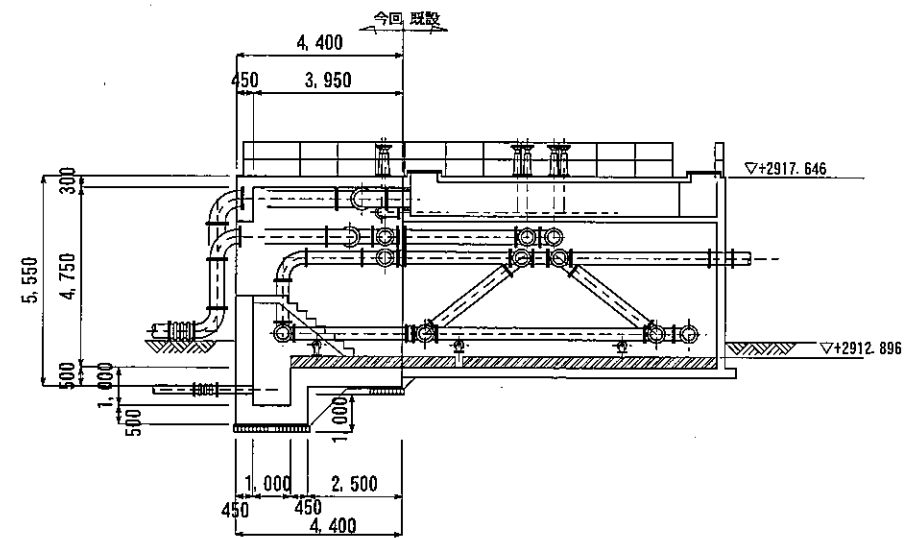
B-B 断面図 S=1:200



A-A 断面図 S=1:200



C-C 断面図 S=1:200



NO.	FECHA	APP'D	REVISION

NOTA:

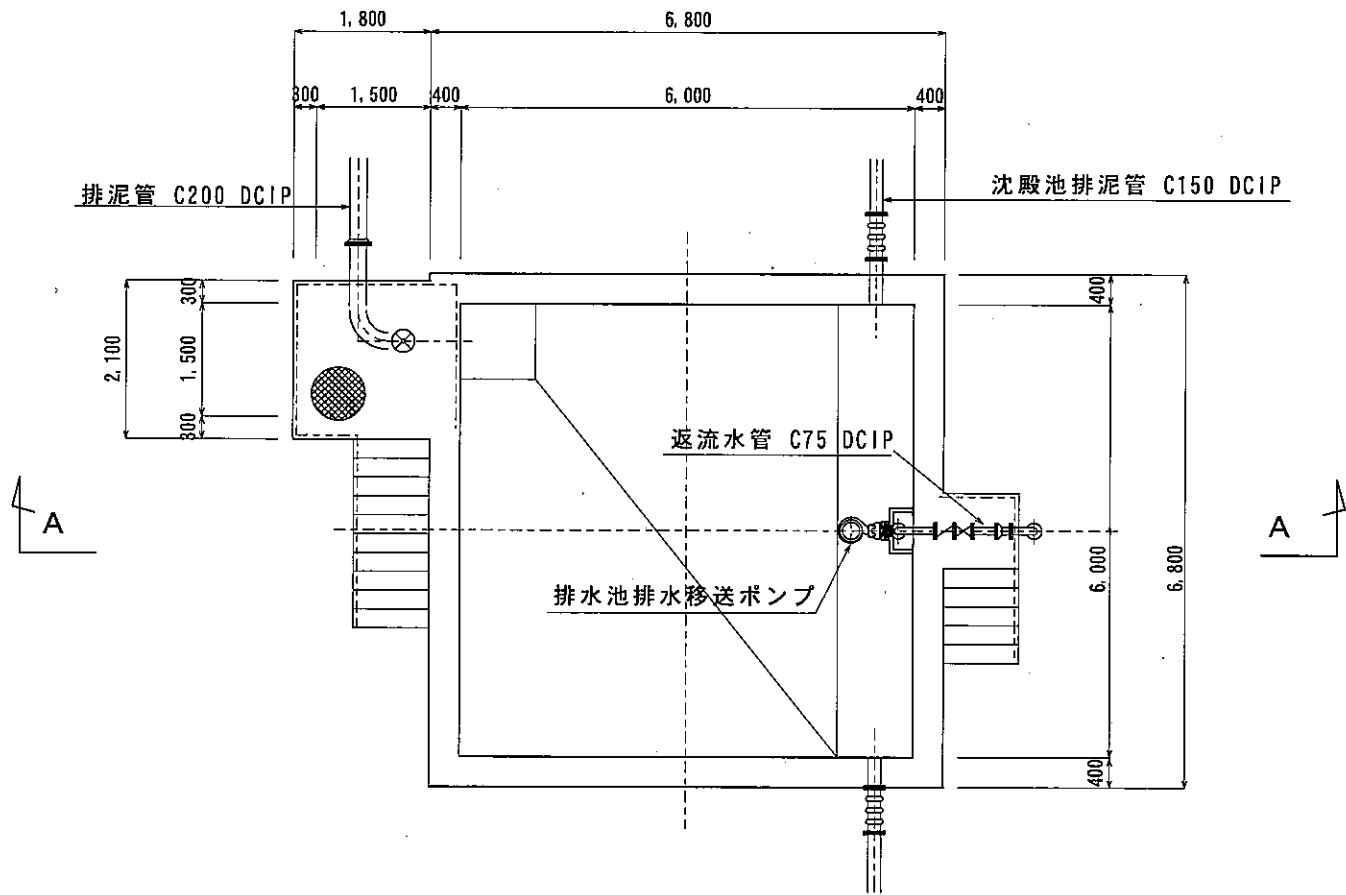
JICA
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA SURESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA

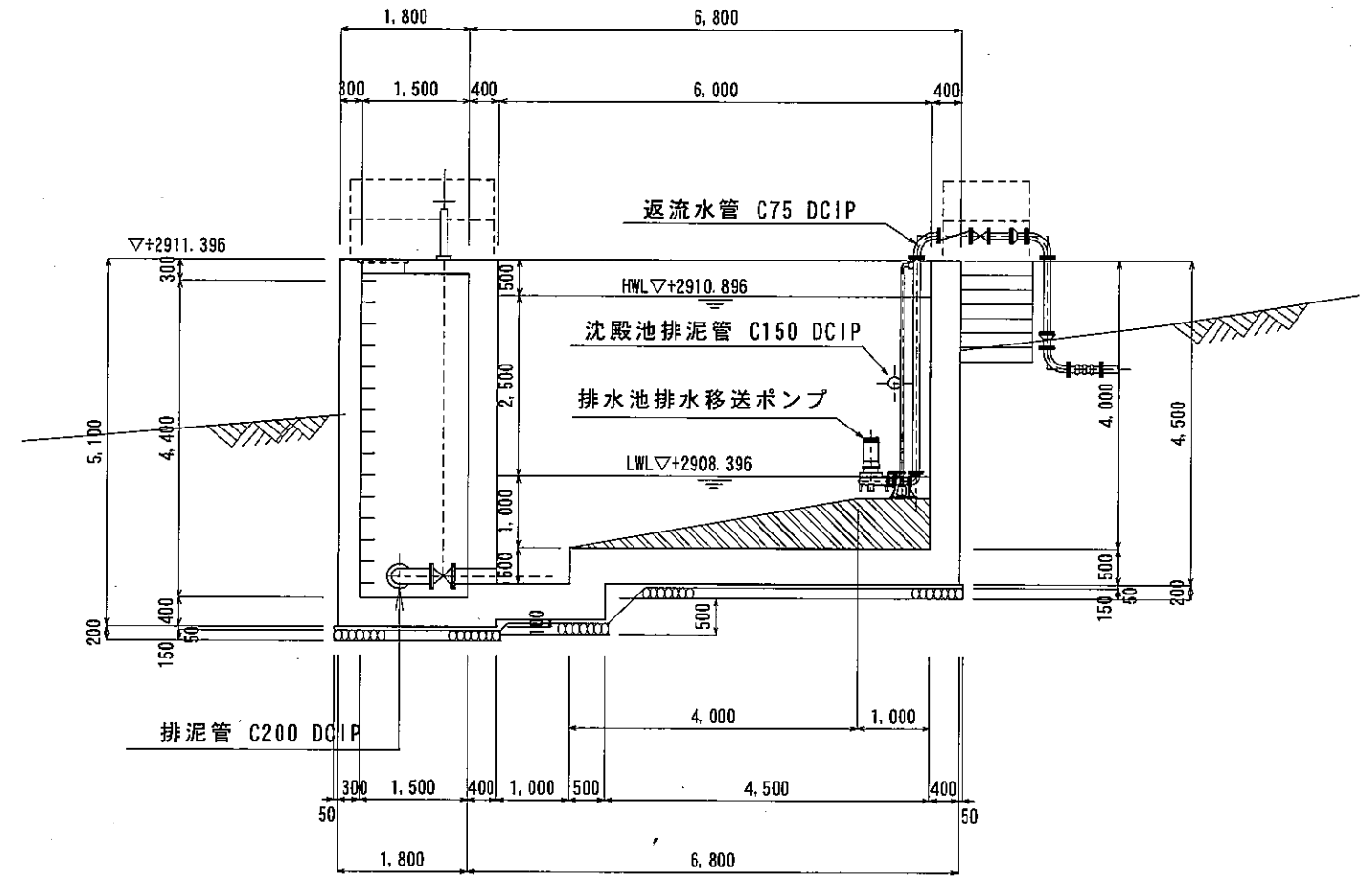
図 3.11 アランフェス浄水場 ろ過池構造図

FECHA	APROBADO
	COMPROBADO
	DIBUJADO
ESCALA	DWG. NO.
1:200	()

洗淨排水池平面図 S=1:200



A-A 断面図 S=1:200



NO.	FECHA	APP'D	REVISION

NOTA:

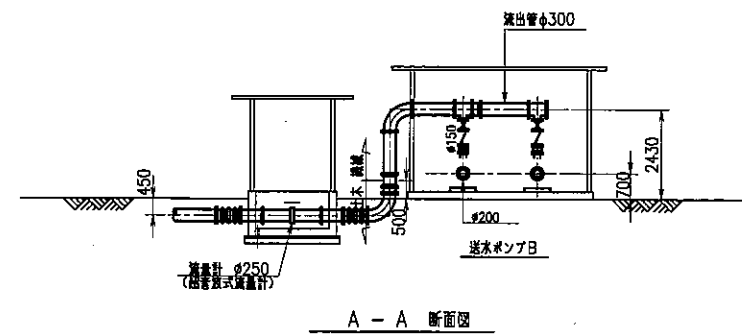
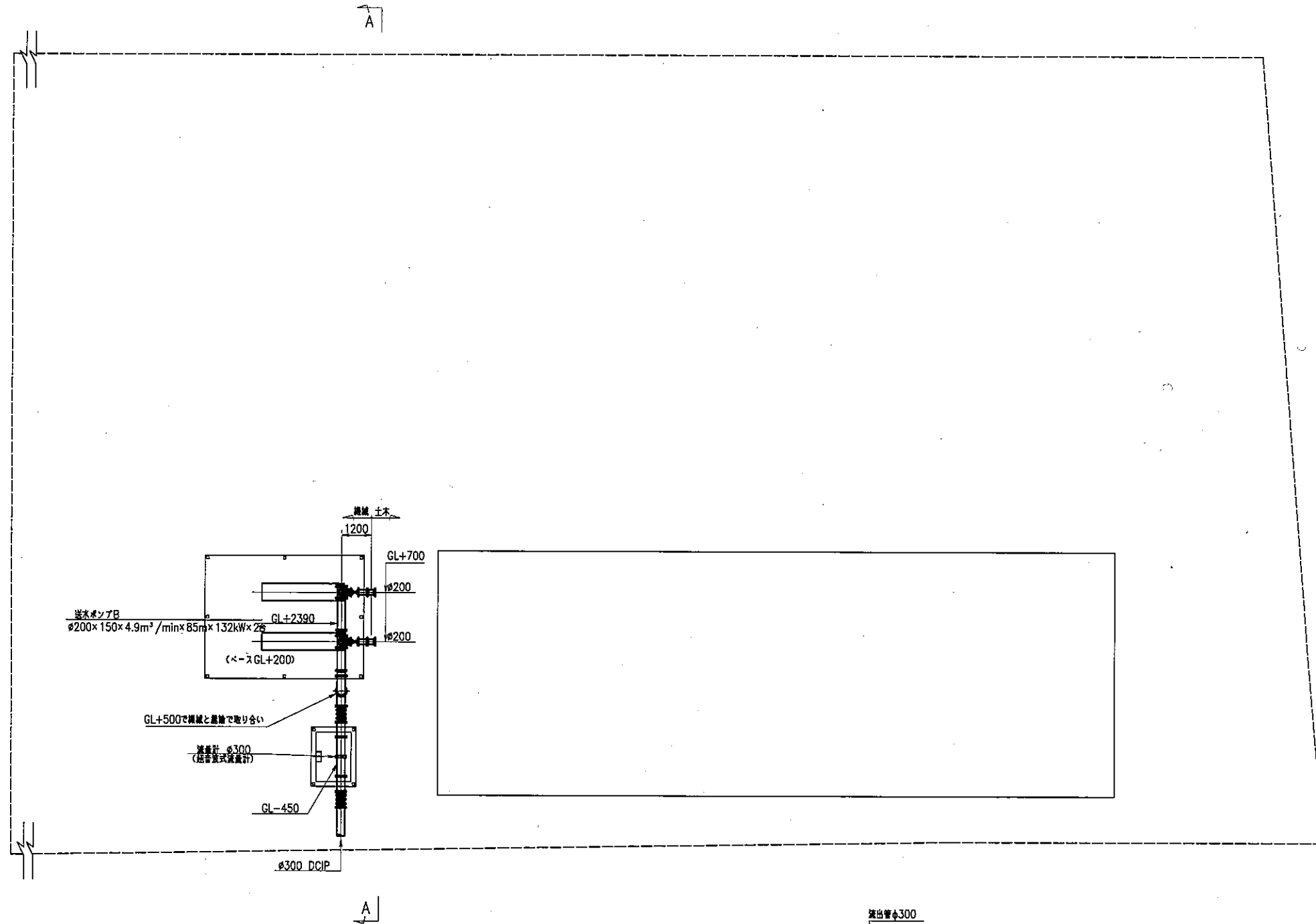
jica
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA

図 3.12 アランフェス浄水場 洗淨排水池構造図

FECHA	APROVADO
	COMPROBADO
	DIBUJADO
ESCALA	DWG. NO.
1:200	()

Ubicación Carcamo de Bombeo



NO.	FECHA	APPD	REVISIÓN

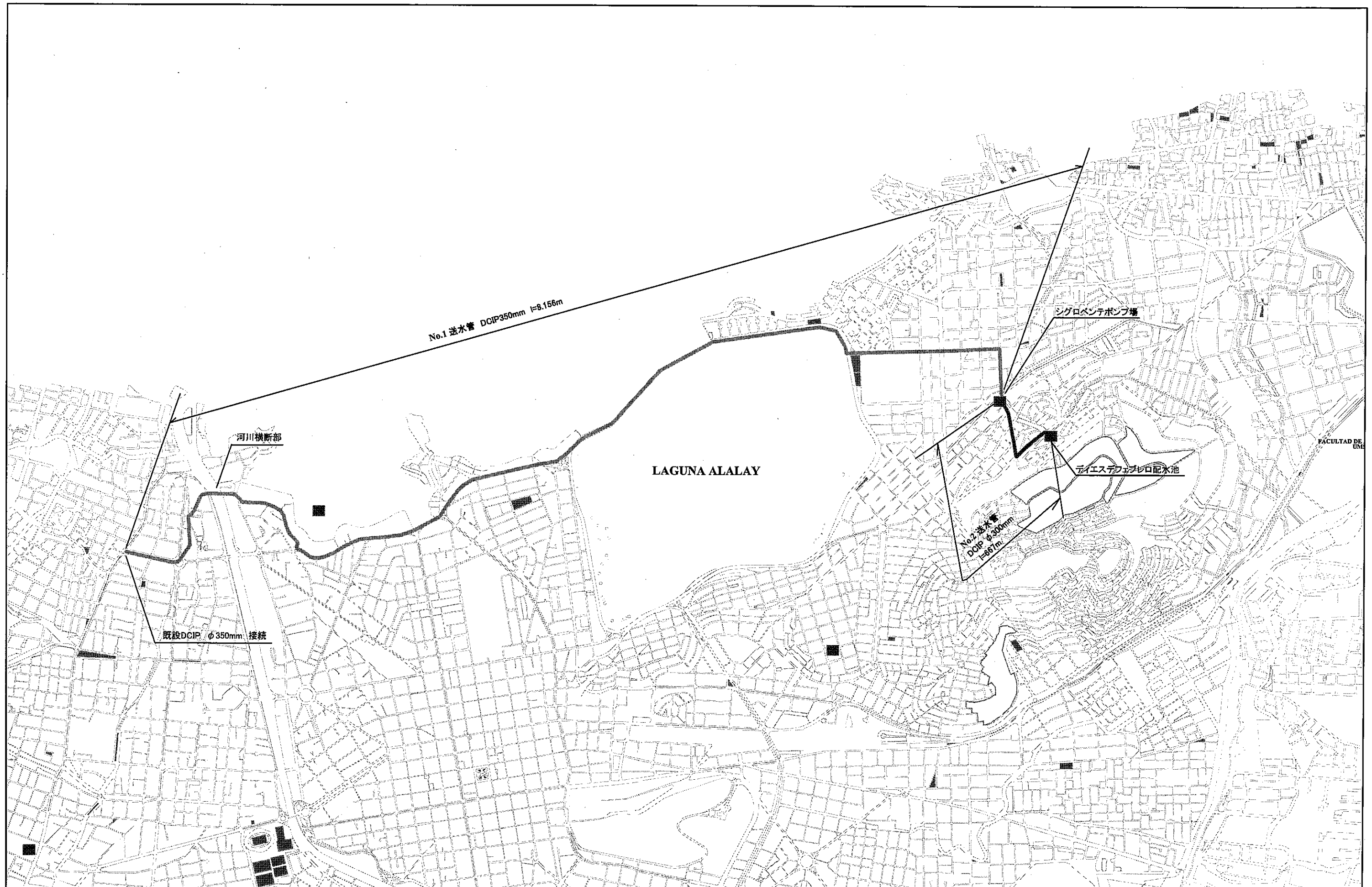
NOTA:


 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPÚBLICA DE BOLIVIA


図 3.13 シグロヴェインテポンプ場 施設図

FECHA	APROVADO
	COMPROBADO
	DIBUJADO
ESCALA	DWG. NO.
1:100	()



NO.	FECHA	APP'D	REVISION

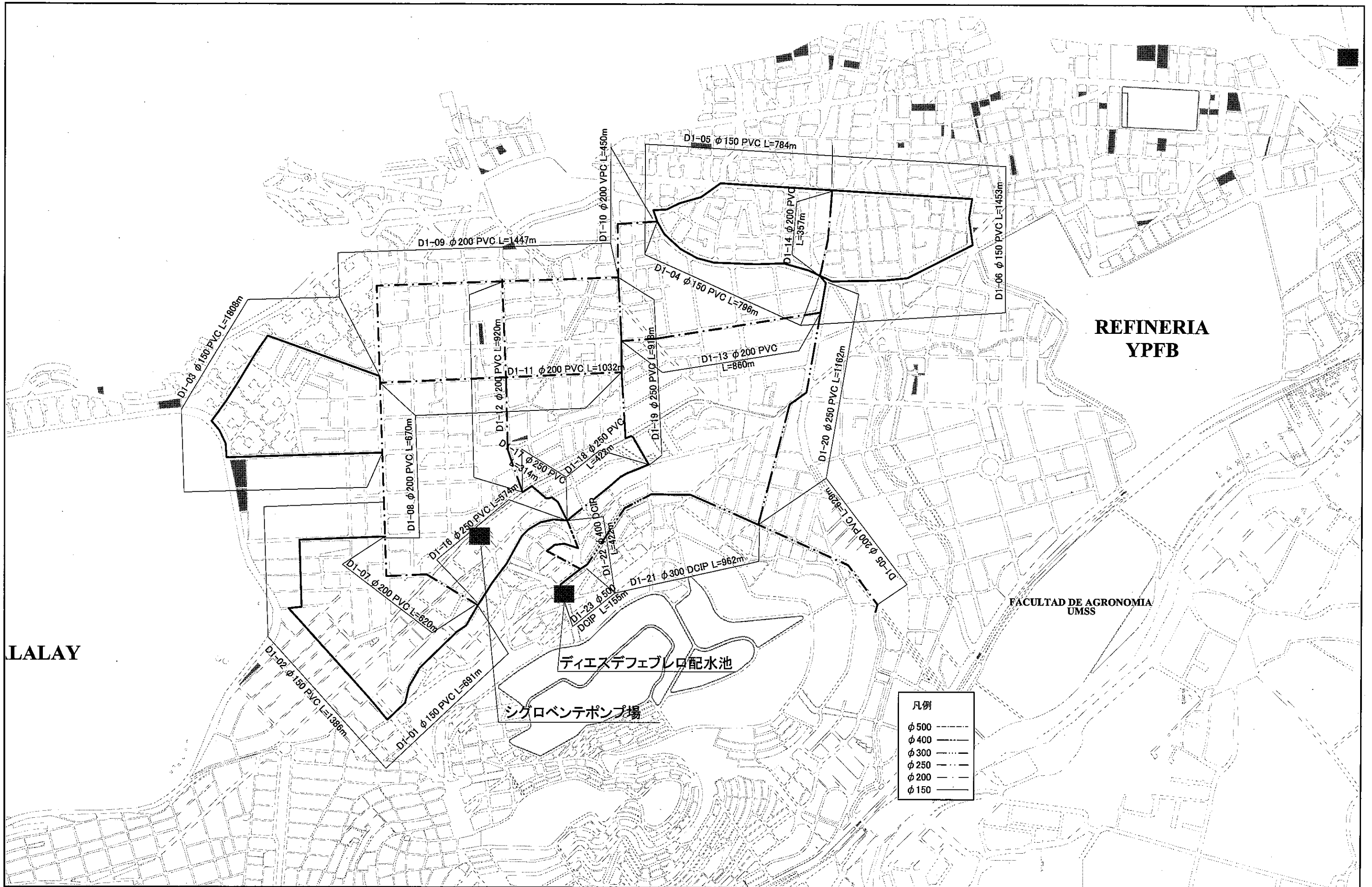
NOTA:


 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY 4-1

EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPÚBLICA DE BOLIVIA
 図 3.14 送水管ルート図

FECHA	APROBADO
	COMPROBADO
	DIBUJADO
	DWG. NO.
	()

ESCALA 1:25000



LALAY

REFINERIA
YPFB

FACULTAD DE AGRONOMIA
UMSS

ディエステフェブレロ配水池

シグロベンテポンプ場

凡例	
φ 500	-----
φ 400	-----
φ 300	-----
φ 250	-----
φ 200	-----
φ 150	-----

NO.	FECHA	APPD	REVISION

NOTA:

JICA
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA SUDESTE DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA

図 3.15 配水管ルート図

FECHA	APROBADO
	COMPROBADO
	DIBUJADO
ESCALA	DWG. NO.
1:15000	()

3.2.4 施工計画／調達計画

(1) 施工方針

本プロジェクトはボリビア国政府と日本政府との間で交換される交換公文(E/N)に記載された条件によって実施される。本プロジェクトのボリビア国側実施機関はコチャバンバ市に所属する SEMAPA である。事業実施後の施設及び機材の維持管理・運営は SEMAPA が引続き実施する。SEMAPA は実施に際して詳細設計、入札図書の作成、入札にかかる補佐、建設工事、資機材調達の管理といったサービスを受けるためにコンサルタントを雇用する。建設工事の実施においては本計画の施設建設工事を担当できる現地下請業者の活用を図る。本計画に関連する諸機関とその関係は図 3.16 に示すとおりである。

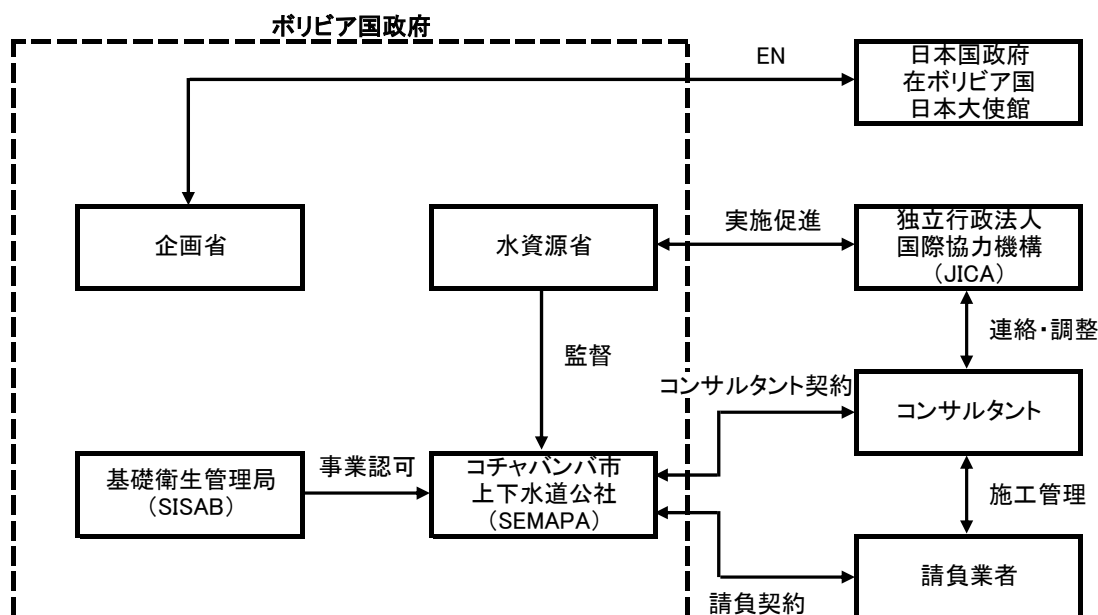


図 3.16 事業実施体制

(2) 施工上の留意事項

1) アクセス道路

アランフェス浄水場へのアクセス道路は住宅地を経由するルートが最短であるが、工事用車両の通行は出来ない。そのため、迂回ルートを利用することとなるが、ダンプトラック等が煩雑に通行した場合、道路補修を行う必要がある。これらの道路補修はボリビア側で行うこととする。

2) 用地取得

送水管・一次配水管は全て公道下への敷設、シグロヴェインテポンプ場についても SEMAPA が取得済であることから、本計画に際して用地取得が必要なのはアランフェス浄水場の増

設用地のみである。本用地は現在所有者が確定しておらず、今後 SEMAPA は農業改革院に申請して所有者を特定し、そこから使用権を取得する必要がある。しかし、現時点で土地所有者は現地アンドラーダ地区もしくはコチャバンバ市のいずれかの所有であると想定され、土地使用権の取得に支障はないと考えられる。

3) 環境影響評価

アランフェス浄水場の増設に関する環境影響評価の取得が必要で、EIA 詳細報告書が免除されるカテゴリ-3 の許可の申請準備中である。必要な申請書の準備は既に開始しており特に問題はないが、申請に際して上記の土地使用権の確定が必要となる。

4) 住民移転

用地取得に必要なアランフェス浄水場拡張用地は現在荒地であり、アンドラーダ地区もしくは市の所有地と想定される。また、送・配水管も基本的には公道下へ敷設するため、住民移転の必要はない。

5) 交通・商業活動等への影響

管路敷設予定ルートについては、市街であり交通整理員の配置等の安全対策は必要であるが、いずれのルートも比較的幅員は広く、片側通行程度の制限で施工できる。また、商業密集地等特に工事の影響を考慮する地区はない。

6) 断水

アランフェス浄水場においては、ろ過池の増設の管廊内管路接続時に数回断水する必要がある。しかし、その作業は夜間の数時間程度で可能であり、配水池へ十分に浄水を貯留した後であれば断水を行う必要はない。

7) 河川横断

送水管の河川横断部に関しては、河川を半分ずつ締め切り、河道を確保しつつ、水替えポンプによる排水を行いながら掘削・敷設を行う計画としているが、これらの工事は河川流量の少ない乾季に実施することが望ましい。

(3) 施工工区分

本プロジェクトが実施された場合の我が国とボリビア国政府側との負担区分を表 3.10 に整理する。

表 3.10 日本国側、ボリビア国側の施工区分

項 目	日本国側	ボリビア国側
(1) 仮設・作業ヤード用地の確保		○
(2) 浄水場増設用地の確保		○
(3) 浄水場への工事中道路の整備		○
(4) 地下埋設物の情報提供及び掘削時の立ち会い		○
(5) 交通規制時の警察等関係機関との協議		○
(6) 既設管との接合時の協力 (工事立ち会い、断水の連絡等)		○
(7) フラッシングと水圧試験用水の提供		○
(8) 塩素消毒時の作業協力		○
(9) 必要施設までの電力引き込み工事		○
(10) 試掘（地下水位、地下埋設物の確認）	○	
(11) 本体工事（計画、資機材準備、施工）	○	
(12) フラッシングと水圧試験	○	
(13) 浄水施設の水密試験	○	
(14) 二次配管、給水施設、水質検査機器の調達	○	
(15) 二次配管、給水施設の設置		○

(4) 施工監理計画

本計画は日本国の無償資金協力制度により実施され、コンサルタントは実施のための実施設計及び施工監理を行う。

1) 実施設計

- 現地調査として、設計路線の踏査、業務上必要な地下埋設物及び地上支障構築物（電柱、架空線等）の調査、既存管の調査、測量、試掘の調査を行う。
- 現地調査を基に基本設計の見直しを行う。
- 設計路線の工法比較、構造計画、仮設比較を行い、その施工計画の見直しを行う。
- 構造計算、仮設計算等を行う。
- 位置図、平面図、縦断面図、詳細図（平面、縦断、横断図等）、構造図を作成する。
- 工事に必要な数量すべてを計算し数量計算書を作成する。
- 基本条件の確認、比較検討の確認、設計計画の妥当性、計算書と図面の整合性、計算書の精査等を行い設計の内容を審査する。
- 実施設計にて確定した施設規模、数量等を基に基本設計概算事業費の見直しを行う。
- 無償資金協力事業のガイドラインに沿った入札書類を準備する。
- 請負業者選定に際し、上記ガイドラインに沿った入札が実行されるよう、ボリビア国側実施機関（SEMAPA）を補佐する。

2) 施工監理

- 両国の関係機関及び担当者との密接な連絡を行い、建設工事工程に基づく施設完成を目指す。
- 設計図書に合致した施設を建設するため、施工関係者に対して迅速かつ適切な指導助言を行う。
- 施設完成引渡し後の施設の運転、維持管理に対し、適切な助言と指導を行い、施設の正常な運転を促す。
- 本計画は既存の給水地区を対象としているので配管工事を行うにあたっては、SEMAPA、必要に応じて水組合と十分な調整を図り、断水等、住民生活への影響を最小限にするよう努める。

施工監理業務の主な内容は、以下のとおりである。

- ① 工程及び品質管理（使用材料、資材等の承認、入荷資材の検査、工事段階毎の検査及び立会い）
- ② 設計変更の検討・実施
- ③ 進捗報告（月報、支払証明書、完了届など）
- ④ 安全管理の徹底
- ⑤ 施工業者の環境管理計画実行の監督補佐
- ⑥ 竣工検査

上記業務は、工事着工から完成引渡しまで連続して必要な業務である。したがって、施工監理は現地常駐監理体制とする。常駐監理者は、全体の監理に卓越した専門家を配置する。この他、浄水場建設及びポンプ施設設置については浄水施設技術者、機械設備技術者をスポット派遣し、施工状況、出来形を確認するのみならず技術的な問題が発生した場合に迅速な対応をとれるよう計画する。

(5) 品質管理計画

機材については工場立会い検査により品質確保を図る。現場工事については以下の検査により品質を管理する。

- 基礎工事： 載荷試験による。
- 閉め固め： 材料試験、密度試験による。
- コンクリート打設： 試験配合、強度試験、打継目、脱型等確認による。
- 鉄筋： 引っ張り・曲げ強度、工場出荷証明による。
- 管路： 水圧テストによる。
- その他構造物： 出来型確認、水密試験による。

また、コミッショニング時に処理水量、処理水質の測定を行い浄水場の機能の確認後に引渡しが行えるようにする。

(6) 資機材等調達計画

1) 被援助国における建設用資・機材の調達事情

建設資材・機材は、ほとんどがコチャバンバ市内の一般市場にて調達可能である。現地の施工業者も独自の調達網を持っており商社などに頼らずプロジェクト毎に単独で輸入して工事を進めている。工事用資材の調達はこれらの建設資材及び現地で製造されている建設資材を優先することが経済的であると判断する。

本計画の主要工事用資材の調達計画は表 3.11 に示すとおりとする。

表 3.11 主要工事用資材の調達区分

区 分	品 目	ポリビア国内	第三国	日本	備考
		調達	調達	調達	
骨材・セメント等	普通ポルトランドセメント	○			
	鉄筋	○			
	粗骨材	○			
	細骨材	○			
燃料油脂類	ガソリン	○			
	軽油	○			
	潤滑油	○			
鉄鋼製品	鋼材・H形鋼	○			
	鋼材・L形鋼	○			
	手摺金物	○			
上水道配管材	水道用塩化ビニル管	○			
	ダクタイル鋳鉄管		○		
	同上バルブ類	○			
	同上エアークラス	○			
	特殊継輪（カップリング）	○			
仮設材	型枠用木材	○			
	型枠用合板	○			
	足場材料	○			
	支保工材	○			
	木材	○			
	止水板	○			
浄水場等設備機材	ポンプ機材			○	
	ポンプ電気機材			○	
	ろ過層用砂利	○			
	ろ過層用砂	○			
	超音波流量計			○	
	水位計（フロート式）			○	
	機械配管材（塩ビ管）	○			
	機械配管材（鋳鉄管）			○	
	薬品注入設備			○	
	足掛金物			○	
供与機材	二次配水管資材	○			
	水道メーター	○			
	同上ボックス	○			
	接続金物（ソケット、バルブ等）	○			
	水質検査機器			○	

2) 工事中機械

「ボ」国には建設機械のリース会社は存在しないが、バックホウ、ダンプトラックなどの一般建設機械は現地の建設会社からの調達が可能である。輸送費などを考慮すると現地リースが経済的となるため、建設機械の調達は現地調達を原則とする。

(7) 初期操作指導・運用指導等計画

現在 SEMAPA は、本計画対象のアランフェス浄水場以外にカラカラ浄水場の維持管理を行っている。カラカラ浄水場の施設は改良後のアランフェス浄水場とほぼ同等であり、これらの施設を維持管理する能力を SEMAPA は有している。

しかし、浄水施設等は一部日本製品を使用することもあり、施工業者側で施設の O&M マニュアルを作成すると同時に、浄水場施設完成後約 2 ヶ月間行う予定である試運転・調整を OJT により実施し、初期操作・運用指導とする計画である。

(8) ソフトコンポーネント計画

実施の計画はない。

(9) 実施工程

本プロジェクトは、2 期分けにて実施する。事業実施工程を図 3.17 に示す。

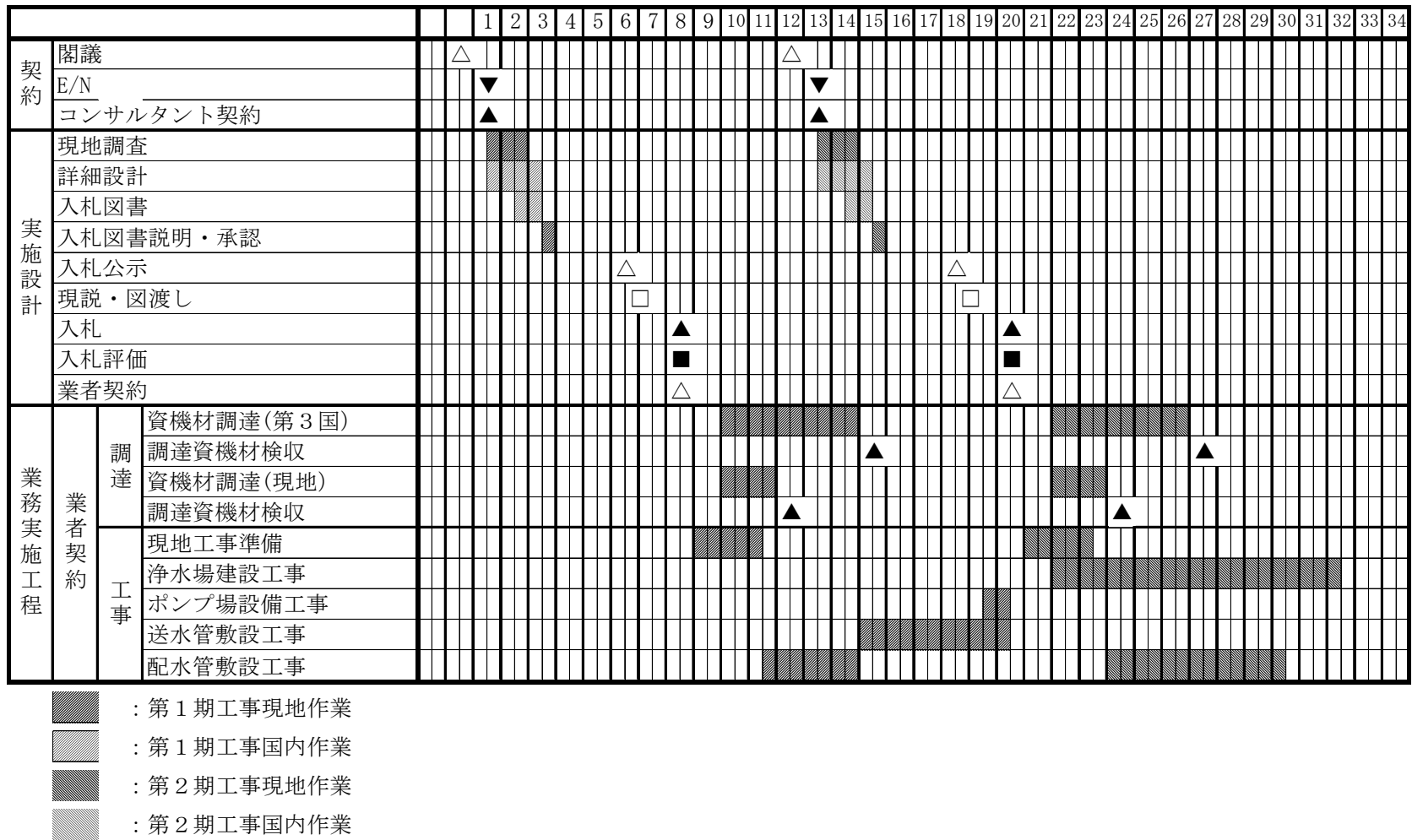


図 3.17 事業実施工程

3.3 相手国側分担事業の概要

3.3.1 一般的な負担事項

本基本設計調査開始時のミニッツに規定されたボリビア国側の負担事項は以下のとおりである。

- ① プロジェクトに必要なデータ・資料類の提供
- ② プロジェクトサイトの安全確保
- ③ 銀行取極め (B/A) 及び支払授權書 (A/P) に伴う手数料の支払い
- ④ 本計画によって調達された資機材のボリビア国入国時における速やかな積み下ろし、通関手続き
- ⑤ 承認された契約に基づく資機材の調達及びサービスの実施にかかる日本人関係者がボリビア国に持ち込む物品及び下請契約に対する租税公課の免税措置
- ⑥ 本計画によって調達された機材及び建設された施設の適切な使用と維持管理
- ⑦ その他、SEMAPA の技術者等で本プロジェクト実施に必要な要員の日本側への無償貸与等、本無償資金協力により負担し得ない費用の負担

3.3.2 プロジェクトに固有の負担事項

基本設計調査の結果明らかになったボリビア国側の負担事項は以下のとおりである。

- ① 建設工事開始までに、アランフェス浄水場建設用地の使用許可を得る。なお、本建設用地使用許可取得には環境許可取得が前提条件となる。これらを合わせた負担事項が実行されたときのみ、本プロジェクトは実施される。
- ② アランフェス浄水場に隣接して作業ヤード用地を確保する。
- ③ アランフェス浄水場へのアクセス道路の整備、維持を行う。
- ④ シグロヴェインテポンプ場の電力線の引き込みを着工時までに行う。
- ⑤ 調達される二次配管資材及び給水装置資材をプロジェクト完了までに設置する。
- ⑥ 送・配水管敷設工事前に沿線住民に対して工事内容の説明を行い、工事の了承を得る。
- ⑦ 送・配水管敷設工事に伴い道路使用、交通規制を行う必要がある場合、警察等の関係機関の許可を得る。
- ⑧ アランフェス浄水場における断水工事、既設管接続工事等に断水が伴う場合、住民に公報を行う。
- ⑨ 管洗浄、水圧、水密試験用用水を提供する。
- ⑩ 浄水場、ポンプ場、配水池のオペレーターを通水試験・調整時の OJT 開始時まで増員する。

3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3.4.1 プロジェクト施設の維持管理

プロジェクト完成後の施設の維持管理は SEMAPA のオペレーション局 (Gerencia Operaciones) の運転部 (Departamento de Operaciones) が担当する。本プロジェクトでは、アランフェス浄水場が拡張され、新たにカラカラアルト配水池からシグロヴェインテポンプ場までの送水管 (一部は既設管を使用)、シグロヴェインテポンプ場のポンプ、シグロヴェインテポンプ場からディエスデフェブレロ配水池までの送水管、第 1 配水区内の一次配水管が建設される。SEMAPA はすでにこうした施設を維持管理しているので、本プロジェクトで建設される施設に関して新たな維持管理作業は発生しないが、施設の増加に伴い維持管理要員の増員が必要となる。予想される作業量の変化を表 3.12 にまとめる。

3.4.2 プロジェクト施設の維持管理体制

プロジェクト施設は浄水場と送配水系に大別される。

プロジェクトの完成によりアランフェス浄水場は浄水量が増加するとともに、維持管理上は薬品注入、沈澱操作の徹底が必要となる。現在のアランフェス浄水場では、こうした操作は必ずしも十分に行われていないが、これは主として施設に問題があり、維持管理上の問題点とはいえない。一方、現在 SEMAPA はアランフェス浄水場に加え、カラカラ浄水場で高速ろ過方式の運転を行っている。カラカラ浄水場は約 35,000m³/日、8,600 m³/日の新旧 2 系列が計 6 名の運転員により運転されているが、いずれの系列とも正常に維持管理され、原水供給量に応じて生産が行われている。表 4.1 に記載したとおり、プロジェクト完成後のアランフェス浄水場は欠員 1 名を補充して 3 名体制で運転されるが、カラカラ浄水場の運転要員との交代も可能で、維持管理体制に特に問題点は予想されない。

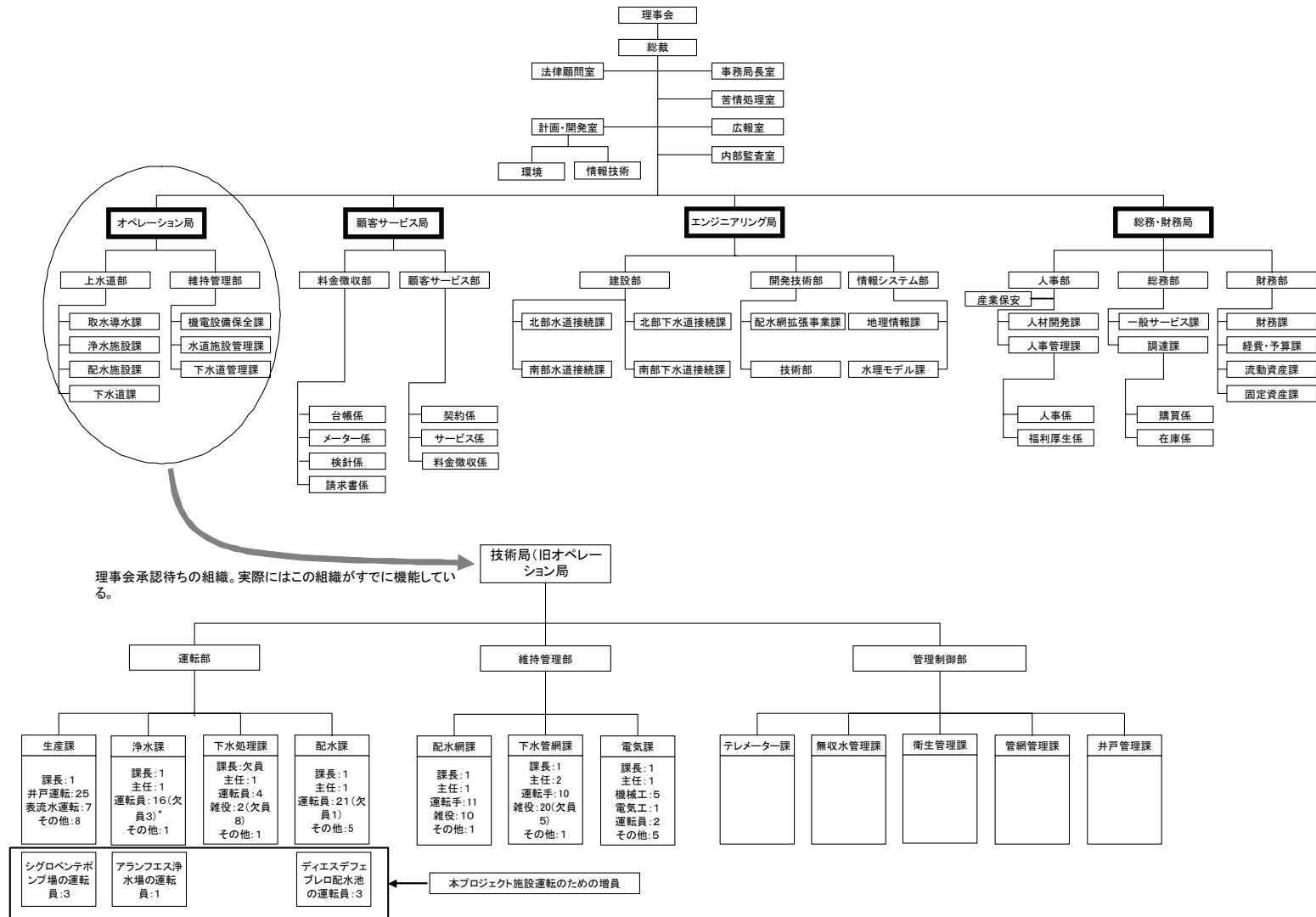
送配水施設はいずれも新設であるが、送水管、ポンプ場、配水池は既存配水区内で維持管理されているものであり、特に新しいシステムはなく、必要な要員数を確保することで維持管理は可能と考えられる。

現状の SEMAPA 組織図と本プロジェクトの維持管理のための要員増加の関係を図 3.18 に示す。

表 3.12 プロジェクト完成後の維持管理作業

施設	現在の運転維持管理体制	プロジェクト後の予想される変化
アランフェス浄水場 (拡張)	<ul style="list-style-type: none"> 浄水課 (División de Tratamiento de Agua Potable) が担当。 浄水課長 (SEMAPA 本部に勤務) を長として 3 名の運転員が運転。ただし、1 名は欠員。 浄水課付きの 4 名のスタンバイ要員が必要に応じて応援。¹⁰ 	<ul style="list-style-type: none"> 現在欠員の 1 名を補充して 3 名体制で運転する。
送水管 カラカラアルト→シグロヴェインテポンプ場 (新設)	<ul style="list-style-type: none"> 現在施設なし 	配水網管理課 (División de Mantenimiento de Redes Agua Potable) が維持管理を担当。配水網管理課は定員 44 名に対して現在 35 名で増員中であるが、プロジェクト関連での増員は予定していない。
シグロヴェインテポンプ場 (送水ポンプのみ新設)	<ul style="list-style-type: none"> 現在施設なし 	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ場の運転は生産課 (División de Producción) が担当する。 3 名増員して運転する予定。
送水管 シグロヴェインテポンプ場 → ディエスデフェブレロ配水池 (新設)	<ul style="list-style-type: none"> 現在施設なし 	<ul style="list-style-type: none"> 配水網管理課 (División de Mantenimiento de Redes Agua Potable) が維持管理を担当。配水網管理課は定員 44 名に対して現在 35 名で増員中であるが、プロジェクト関連での増員は予定していない。
ディエスデフェブレロ配水池	<ul style="list-style-type: none"> すでに SEMAPA により建設済みで、プロジェクト完成後運転が開始される。 	<ul style="list-style-type: none"> 配水課 (División de Distribución) が担当する。 3 名増員の予定。

¹⁰ 浄水課には 4 名のスタンバイ要員がいて、浄水場 (アランフェス浄水場、カラカラ浄水場、コニャコニャ浄水場など) での臨時の業務を担当している。



(上段が現在の正式の組織。現在組織改編を申請中。オペレーション局はすでに新組織で機能している。)

図 3.18 SEMAPA の組織図と本プロジェクト維持管理のための要員増加の関係

3.4.3 プロジェクト地域の水道事業維持管理について

本プロジェクトはアランフェス浄水場で生産された浄水を第 1 配水区に送り、一部は既存の OTB の配水網を通じ、一部は SEMAPA が本プロジェクトで調達した二次配水管を敷設して利用者に配水することにより事業効果を発現する。この効果の発現が担保されるには維持管理上、以下の条件が満たされなければならない。

(1) アランフェス浄水場浄水を優先的に第 1 配水区に送水する。

アランフェス浄水場及びカラカラアルト配水池の関連する送配水系を図 3.19 に示す。

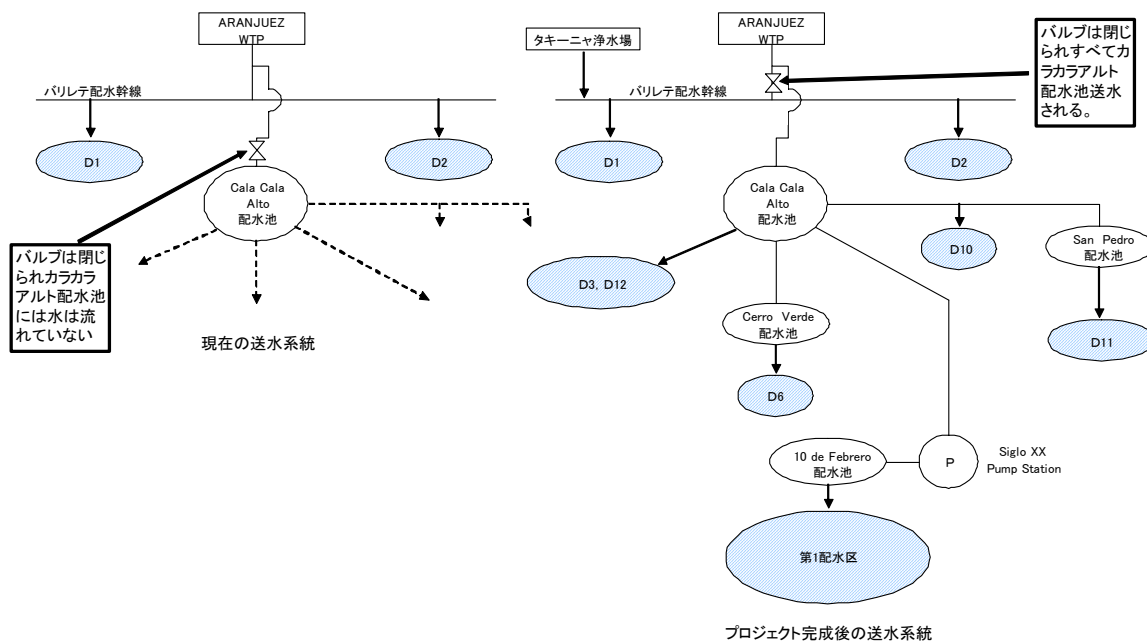


図 3.19 アランフェス浄水場、カラカラアルト配水池関連の送配水系統

現在はアランフェス浄水場の浄水はすべてバリレテ配水幹線から D1、D2 地区に配水され、カラカラアルト配水池には送水されていない（バルブが閉じられている）。ただし、シネルヒア・バリレテプロジェクトの完成により、バリレテ配水幹線へは同プロジェクトにより建設されるタキーニャ浄水場浄水からが供給されることから、アランフェス浄水場浄水をカラカラアルト配水池に送水することが可能となる。したがって、まず第 1 にタキーニャ浄水場が完成し、バリレテ幹線を経由して D1、D2 地区に配水され、アランフェス浄水場から本プロジェクトエリアに必要な水量をカラカラアルト配水池に送水する必要がある。これはプロジェクト実施の前提条件である。

さらに、カラカラアルト配水池からは現在多くの地区に配水されているため、シグロヴェインテポンプ場への優先的な送水が確保される必要がある。現在、カラカラアルト配水池にはカラカラ浄水場浄水の一部、井戸水の一部が送られ、配水されているため、計算上はカラカラアルト配水池に送水されたアランフェス浄水場浄水は全量シグロヴェインテポンプ場に送水することが可能であるが、実際には一部が他の地区に送水される可能性は否めない。

しかしながら、シグロヴェインテポンプ場への送水量はポンプ場出口の流量計により計測可能であるので、その水量を監視し、原則として第 1 配水区の計画給水量、81 l/秒 (7,036 m³/日) が確保されるよう、他の配水池、配水水地区への送水をバルブの開閉により調整することが必要である。この調整は運転経験を積むことが必要であるが、プロジェクト完成直後は第 1 配水区の需要は計画水量に比べて小さいので、需要が計画値に近づく間に運転方法を確立できるはずである。

(2) 水組合の配水網を通じた配水を確保する。

第 1 配水区では表 3.13 に示すように、配水区内の総戸数約 8,400 戸のうち約 95%は水組合の配水網を通じて給水される。SEMAPA から水組合 (OTB) 配水網への配水は、SEMAPA と OTB の水道組織との契約で、SEMAPA は OTB に用水供給を行い、OTB は利用者への配水と料金徴収を行い SEMAPA に用水料金を支払う。SEMAPA は OTB に対する運営・維持管理について適切な研修や、配水システム、料金徴収等に関する定期的なモニタリングを行う。

これまでの SEMAPA の給水域拡大に際しても同様の方法がとられたこと、本プロジェクトの要請に際しては第 1 配水区の多くの OTB が関与していることから、OTB を通じての配水には問題がないと考えられる。

表 3.13 第 1 配水区内の水組合 (OTB) と推定給水戸数

地区番号	水組合名称	推定人口 (人)	給水人口 (人)	給水戸数*** (戸)	備考
DISTRICT 7	Villa Brasilia	734	631	105	配水網あり
	La Aguada	1,367	1,176	196	配水網あり
	Barrio Luz	327	281	47	配水網あり
	Eucaliptus Sud	3,789	3,258	543	配水網あり
	Valle Hermoso Norte	6,228	5,356	893	配水網あり
	Villa Venezuela	6,549	5,629	938	配水網あり
	Eucaliptus Norte	3,811	3,278	546	配水網あり
	Campo Ferial	3,957	3,403	567	配水網あり
	Barrio Magisterio (La Rinconada)	1,883	1,620	270	配水網あり
	Villa Exaltación	3,400	2,924	487	配水網あり
	La Rinconada	1,691	1,455	242	配水網あり
DISTRICT 8	Nuevo Amanecer	3,912	3,365	576	配水網あり
	Villa San José	2,025	1,741	278	配水網なし
	Rumi Cerco	1,551	1,334	222	配水網なし
	Villa San Miguel A.T.	3,568	3,069	511	配水網あり
	El Salvador	3,679	3,164	527	配水網あり
DISTRICT 14	SPR Nor Este	2,474	2,128	355	配水網あり
	Alto de la Alianza	2,567	2,208	368	配水網あり
	Tercer Grupo	2,058	1,770	295	配水網あり
	2 -do Grupo	2,082	1,790	298	配水網あり
	12 de Octubre	783	674	112	配水網あり
水組合の既存配水網で給水される区域		54,859	47,179	7,876	
SEMAPA が本プロジェクトの調達機材で配水網を整備する区域		3,576	3,075	500	
合計		58,435	50,254	8,376	

* : PEDS に基づく本調査での推定人口。

** : PEDS の 2015 年の給水普及率 86% から計算。

*** : 1 戸 6 人として計算。

3.5 プロジェクトの概算事業費

3.5.1 協力対象事業の概算事業費

(1) 日本側負担経費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な概算事業費は 11.63 億円(日本側負担事業費:10.98 億円、「ボ」国側負担事業費:0.65 億円)と見積もられ、日本側負担事業費の内訳は表 3.14 に示すとおりである。

表 3.14 日本側負担費用総括表

			概算総事業費		約 1,098 百万円
費 目			概算事業費(百万円)		
施設	アランフェス浄水場改修工事	沈澱池、ろ過池、洗浄排水池等	215	942	958
	送水設備工事	送水管、送水ポンプ等	344		
	配水設備工事	一次配水管	383		
機材	二次配水管、給水装置、水質計測機器	二次配水管管材、水道メーター、付属品、メーターボックス、水質計測機器	16	16	
実施設計・施工/調達監視・技術指導			140		
			概算事業費(合計)		約 1,098 百万円

なお、上記概算事業費は即交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(2) ボリビア国側負担経費

ボリビア国側負担経費は表 3.15 に示すとおりで、負担事項は SEMAPA の所有地や職員の参加により実施されるものがほとんどである。しかし、電力の引き込みは電力会社への発注が必要であり、二次配管敷設及び給水装置の設置は業者に発注する必要がある。

ボリビア国税制によると、無償資金協力で調達される資機材に係る付加価値税(VAT)及び輸入関税等については免税措置される。

表 3.15 ボリビア国側の負担経費総括表

項 目	経費(千BOB)	ボリビア国側
シグロヴェインテ仮設ヤード用地の確保	-	SEMAPA 所有地のため無償
アランフェス作業ヤード用地の確保		市所有地のため無償
アランフェス浄水場増設用地の確保	-	市所有地のため無償
地下埋設物の情報提供及び掘削時の立会い	-	配水管維持管理担当者が立ち会う
既設管と新設管との接合時の協力 (工事立会いと断水の連絡)	-	配水管維持管理担当者が立ち会う
フラッシングと水圧試験用水の提供	-	SEMAPA の給水を使う
塩素消毒時の作業協力	-	SEMAPA で作業
AP 発行手数料、支払手数料	75	
必要施設までの電力の引き込み工事	67	電力会社に発注。
二次配水管の敷設	4,181	地元建設会社に発注
調達機材(水道メーター)の設置	101	地元建設会社に発注
合 計	4,424	

ボリビア国側負担経費を以下のように算出した。

1) 電力の引き込み工事

電力会社の見積もりによる。

2) 二次配管敷設費

二次配管布設費については、塩化ビニール管敷設工（φ100mm、φ80mm）及び管敷設土工の1m当りの工事費を概算事業費積算資料で算出した工事費を基に設定して算出する。表 3.16 に二次配管布設費を算出する。

表 3.16 二次配管敷設費

項目	数量	単位	単価(BOB)	金額 (BOB)
塩化ビニール管敷設工 φ100mm	5,342	m	400	144,234
塩化ビニール管敷設工 φ80mm	2,601	m	380	65,025
管敷設土工	7,943	m	7,500	3,971,500
計				4,180,759

3) 給水装置設置費

給水装置に関しては、算出条件を下記のように仮定して算出する。

設置個数： 500 戸

設置グループの構成： ボックス設置班（コンクリート削り、アンカーボルト埋め込み等）2名、メーター設置班（配管工事等）2名、運転手1名、計5名。

作業方法： 資材置き場となるシグロヴェインテポンプ場から資材をトラックに載せグループで移動。メーター設置班がメーター取り付け後、ボックス班がボックスを固定。

1日あたりの設置個数： 上記作業で1グループ1日あたり10個設置する。

上記の算出条件より、

人件費

$$500 \div 10 = 50 \text{ グループ} \cdot \text{日}$$

$$50 \times 5 \text{ 人/グループ} = 250 \text{ 人} \cdot \text{日}$$

$$250 \times 103 \text{ BOB/人日} = 25,750 \text{ BOB}$$

車両費

$$50 \text{ 日} \times 1,000 \text{ BOB/日} = 50,000 \text{ BOB}$$

ガソリン代

$$20 \text{ km/日} \div 10 \text{ km/l} = 2 \text{ l/日}$$

$3.74 \text{ BOB}/1 \times 21/\text{日} = 7.48 \text{ BOB}/\text{日}$

$7.48 \text{ BOB}/\text{日} \times 50 \text{ 日} = 374 \text{ BOB}$

材料費（コンクリート、アンカーボルト、のり）

$50 \text{ BOB}/\text{個} \times 500 \text{ 個} = 25,000 \text{ BOB}$

合計：101,124 BOB=1,516,860 円

3.5.2 運営・維持管理費

(1) 生産費

生産費は、以下の費目を計上した。

- 人件費
- 電力費
- 薬品費
- 修繕費
- 減価償却費

1) 人件費

プロジェクト完成後の施設維持管理には以下の要員が必要となる。

- アランフェス場の運転要員 3 名
- シグロヴェインテポンプ場の運転要員 3 名
- ディエスデフェブレロ配水池の運転要員 3 名

人件費単価は SEMAPA の俸給表（Resolución de Directorio, No.13-2004）より運転員（レベル 17：2,319 BOB/月）と運転助手（レベル 20：2,195 BOB/月）の平均値 2,257 BOB/月に 22.5%の社会保険料を加え、2,765 BOB/月を適用する。

$2,257 \text{ BOB}/\text{人}/\text{月} \times 9 \text{ 人} \times 12 \text{ ヶ月} = 243,756 \text{ BOB}$

2) 電力費

電力費は各ポンプの運転時間から計算した。

対象としては、浄水場の逆洗揚水ポンプ、洗浄排水返送ポンプ、各薬注ポンプ及びシグロヴェインテポンプ場の送水ポンプとする。

表 3.17 に電力費の算出結果を示す。

表 3.17 電力費

施設	負荷対象	運転時間 (hr/日)	出力 (kw)	実働 台数 (台)	電力費 単価 (BOB/kWh)	年間 電力費 (BOB/年)
アランフェス 浄水場	逆洗水揚水ポンプ	1	18.5	1	0.62	4,187
	逆洗水返送ポンプ	1	7.5	1	0.62	1,697
	消石灰攪拌機	24	0.4	2	0.62	4,345
	硫酸アルミニウム攪拌機	24	0.4	2	0.62	4,345
	次亜塩素酸カルシウム攪拌機	24	0.4	1	0.62	2,172
	消石灰注入ポンプ	24	0.4	1	0.62	2,172
	硫酸アルミニウム注入ポンプ	24	0.4	1	0.62	2,172
	消石灰注入ポンプ	24	0.4	1	0.62	2,172
	小計					23,262
シグロヴェイ ンテポンプ場	送水ポンプ	24	132	1	0.62	716,918
	小計					716,918
計						740,180

3) 薬品費

アランフェス浄水場の平均薬品注入率より、表 3.18 に薬品費を算出する。

表 3.18 薬品費

薬品名	平均注入率 (mg/l)	計画浄水量 (m ³ /日)	年間薬品量 (t/年)	薬品単価 (BOB/t)	年間薬品費 (BOB/年)
消石灰	11.6	10,890	46	800	36,800
硫酸アルミニウム	30.0	10,890	119	441	52,479
次亜塩素酸カルシウム	2.0	10,890	8	188	1,504
計					90,783

4) 修繕費

修繕費は機械電気設備の機材費の合計（約 0.64 億円）の 1%を年間の修繕費とした。

$$\text{建設費 (4,282 千 BOB)} \times 1\% = 43 \text{ 千 BOB/年}$$

5) 減価償却費

原価償却費は資産評価額 76,285 千 BOB（事業費から設計監理費を除いた金額を評価額とした。）、償却年数 40 年、残存価値 10%として定額法で算出した。

$$76,285 \text{ 千 BOB} \times 0.9 \div 40 = 1,716 \text{ 千 BOB/年}$$

ただし、無償資金協力の事業費を資産の評価額にするのは必ずしも適切ではないし、償却年数についても施設別に異なるので、本計算値はあくまでも参考値である。

6) 生産費合計

以上より生産費合計は表 3.19 のとおりである。

表 3.19 生産費

(単位：千 BOB/年)

人件費	電力費	薬品費	修理費	減価償却費	合計 () は減価償却費 含まず
243	740	91	43	1,716	2,833 (1,117)

7) 料金収入

SEMAPA 顧客サービス局によれば、給水区内では契約の 82% にメーターが接続され、表 3.20 の料金表が適用されている。

表 3.20 SEMAPA の料金表

住宅用							
分類	12m ³ /月 以下	25m ³ /月 以下	50m ³ /月 以下	75m ³ /月 以下	100m ³ /月 以下	150m ³ /月 以下	150m ³ /月 以上
R1	9.69	0.64	0.73	1.09	1.38	1.65	1.93
R2	19.32	1.03	1.15	1.72	2.08	2.41	2.75
R3	36.22	1.26	1.38	2.18	2.52	2.87	3.21
R4	60.33	1.5	1.62	2.54	2.89	3.24	3.59
住宅以外用							
分類	12m ³ /月 以下	50m ³ /月 以下	100m ³ /月 以下	150m ³ /月 以下	250m ³ /月 以下	400m ³ /月 以下	400m ³ /月 以上
商業 (C)	72.47	3.11	3.32	3.56	3.78	4.01	4.25
特殊商業 (CE)	84.53	4.81	5.05	5.28	5.5	5.73	5.96
工業 (I)	65.22	2.87	3.28	3.44	3.67	3.9	4.12
特殊 (P)	31.82	1.26	1.38	1.72	1.94	2.18	2.41
公共 (S)	53.11	2.07	2.18	2.29	2.52	2.75	2.98

注) 2006 年 6 月改訂。毎年物価上昇率で補正。2007 年 3 月に 5.42% 引き上げの予定

しかしながら、プロジェクト対象区域（第 1 配水区）では給水対象の約 95% を水組合を通じて配水し、この区域内の水道料金は各水組合が設定する（ただし、本プロジェクト実施は適正な水道料金が適用されるよう SEMAPA が指導することを前提とする予定である。）ため、SEMAPA への収入はこの料金体系よりも SEMAPA から水組合への用水売り渡し価格に左右される。

現時点では SEMAPA の売り渡し価格が不明なため、以下の 3 つのケースについて料金収入を推定する。

ケース 1： 第 1 配水区内の全戸数に表 3.20 の料金表を適用する。

ケース 2： 第 1 配水区内で SEMAPA の配水網から配水を受ける 500 戸に同料金表を適用し、その他は現在の水組合の料金を適用する。

ケース 3： 第 1 配水区内で SEMAPA の配水網から配水を受ける 500 戸に同料金表を適用し、その他は SEMAPA の現在の給水車への売り渡し価格を適用する。

<ケース 1>

第 1 配水区内には大きな商店地区、工場がないことからすべて住宅と仮定する。住宅用料金表の分類 R1 から R2 は SEMAPA による生活レベルによる顧客の分類であるが、SEMAPA は第 1 配水区では R2 が多くを占めると予想している（添付資料 2、2.3 参照）。水使用原単位を 100l/人/日（添付資料 2 参照）、1 戸あたりの人数を 6 人とすると、1 戸あたりの月使用量は、

$$100 \text{ l/人/日} \times 6 \text{ 人} \times 30 \text{ 日} = 18 \text{ m}^3/\text{月}。$$

表 3.20 から R2 の基本料金の上限は 12 m³/月であるので、料金は、

$$19.32 + (19 - 12) \times 1.03 = 26.53 \text{ となる。}$$

第 1 配水区の総戸数を 8,376 戸（表 3.13 参照）として、料金収入の合計は

$$26.53 \times 8,376 = 222,215 \text{ BOB/月、} 2,666,580 \text{ BOB/年。}$$

<ケース 2>

表 3.21 に本調査で実施した第 1 配水区内の水組合からの聞き取り調査による水組合の水道料金の例を示す。

表 3.21 水組合の水道料金の例

水組合名	構成	料金
Barrio Magisterio (La Rinconada)	基本料金	7.00 BOB
	1 - 15 m ³ /月	2 BOB/m ³
	16 - 20 m ³ /月	4 BOB/m ³
	21 m ³ /月 以上	給水停止
Campo Ferial	基本料金	10.00 BOB
	1 - 15 m ³ /月	2.5 BOB/m ³
	16 - 20 m ³ /月	10 BOB/m ³
Valle Hermoso Norte	基本料金	10.00 BOB
	1 - 5 m ³ /月	2 BOB/m ³
	6 - 10 m ³ /月	2.5 BOB/m ³
	10 - 15 m ³ /月	3.0 BOB/m ³

表 3.21 から水道料金を基本料金、10 BOB、従量料金は 3 BOB/m³10 とし、1 戸あたりの水使用量を 18 m³/月（ケース 1 参照）とすると、水組合から給水を受ける利用者の水道料金は、

$$10 \text{ BOB} + 3 \times 18 = 64 \text{ BOB。}$$

水組合から給水を受ける戸数は7,876戸（表3.13参照）であるので、

$$64 \times 7,876 = 504,064 \text{ BOB/月。}$$

これに SEMAPA から給水を受ける500戸分を加えると、

$$504,064 \text{ BOB/月} + (26.53 \times 500) \text{ BOB/月} = 517,329 \text{ BOB/月} = 6,207,948 \text{ BOB/年}$$

<ケース3>

本調査で実施した第1配水区内の水組合からの聞き取り調査によれば、SEMAPAの指定給水車への売り渡し価格は2 BOB/m³であった。

水組合の給水量は、

$$18 \text{ m}^3/\text{月} \times 7,876 \text{ 戸} = 141,768 \text{ m}^3/\text{月}$$

水道料金は、

$$141,768 \text{ m}^3/\text{月} \times 2 \text{ BOB/m}^3 = 283,536 \text{ BOB/月}$$

これに SEMAPA から給水戸数分、13,265 BOB/月を加え、

$$296,801 \text{ BOB /月} = 3,561,612 \text{ BOB/年。}$$

8) 収支バランス

上記の検討による生産費と料金収入の比較を表3.22に示す。

収入は水組合への売り渡し価格を SEMAPA の料金表よりも高めに設定したケース（ケース2とケース3）と、すべてに SEMAPA の料金体系を適用するケース（ケース1）を設定したが、将来的にはケース1に移行していくと考えるべきである。

その場合には、収入は原価償却を含む生産費を約5%下回るが、2007年には物価変動調整¹¹で料金体系が約5%上昇すると考えられるので、収支はほぼ見合っていると考えられる。さらに、減価償却費が過大に見積もられている可能性が高く¹²、実際には収入は生産費を大きく上回ると判断できる。

¹¹ SEMAPA の水道料金は原則として毎年、前年の物価変動にあわせて変動させることができる。

¹² 無償資金協力事業の事業費から資産評価額を算定しているため、ボリビアの資産評価額より割高になっている可能性が高い。

表 3.22 料金収入と生産費の比較

収入 (1,000 BOB/年)		生産費 (1,000 BOB/年)	
ケース 1	2,666	減価償却あり	2,833
ケース 2	6,208		
ケース 3	3,562	減価償却なし	1,117

3.6 協力対象事業実施にあたっての留意事項

(1) アランフェス浄水場用地の確保

アランフェス浄水場の拡張に必要な土地は市有地であって SEMAPA が確保済みであると予備調査時に説明されていたが、市有地ではなく、土地の所有者が特定されていない状況であることが判明した。その後、農業改革院 (INRA) に所有者を特定するように申請し、農業改革院 (INRA) はアンドラーダ地区の所有であることを確定した。SEMAPA は本報告書作成時点 (2007 年 7 月)、アンドラーダ地区の住民代表と土地使用権に関する交渉を行い、浄水場拡張用地としての使用について内諾を得ているが、本プロジェクト開始前に正式な承認が得られることが必要である。以上が基本設計時点の状況であったが、その後 IGM (軍測量局) の測量図面の市当局による承認、アンドラーダ地区の SEMAPA が当該土地を浄水場拡張に使うことを承認する議事録の法的公認を経て、最終的に政府不動産局 (Oficina de Derechos Reales) に登記されて、SEMAPA の土地使用権取得の手続きは完了した。(添付資料-2 参照)

(2) ワラワラダム水源工事の完成

アランフェス浄水場の水源であるワラワラダムの現在の取水可能量は 90 l/秒である。SEMAPA はチョナコタ、ホンコ水源開発プロジェクトを実施し、新たに 35 l/秒の水源開発を行いアランフェス浄水場の拡張に対応する予定である。2007 年 7 月現在、詳細設計のコンサルタントを選定中で、2007 年中に工事を完成させる予定であるが、本工事が完成しない場合にはアランフェス浄水場拡張の効果は発現しないので、本プロジェクトの施設の供用開始までには確実に工事が完成することが必要である。

その後、2008 年 1 月に SEMAPA が詳細設計を行うコンサルタントを選定し、2009 年 9 月完了の工事予定を提示したため、本プロジェクト完成までには水源は確保できると判断した。2008 年 3 月現在、詳細設計を実施中である。(添付資料-2 参照)

(3) バリレテ幹線の完成

現在、アランフェス浄水場の浄水は D1, D2 地区に配水されているが、建設中のタキーニャ浄水場 (2007 年中には完成予定) の浄水をバリレテ幹線 (工事中) を通じて D1, D2 配水区に配水し、アランフェス浄水場の浄水を本プロジェクトエリアに配水することとなっている。

タキーニャ浄水場は 2007 年 2 月時点で土木構造物の 80% 程度が完成しており、本計画によるアランフェス浄水場拡張工事の完成までには工事が完了する見込みであるが、バリレテ

幹線については、90%程度の工事が完了しているものの、導水管部分の110mと送水管部分600mは住民の反対により工事が遅れている。2007年7月現在、これらの問題はほぼ解決して2007年中に完成の予定であるが、これらの工事が確実に完成し、タキーニャ浄水場の浄水がD1、D2地区に配水されることが必要である。

その後、導水管、送水管の敷設に反対する住民及びテキパヤ市との和解が成立し（添付資料-2参照）工事が再開された。2008年2月現在洪水のため工事が中断し、コラ川渡川部分約100mとタキーニャ十字路の接続が未完であるが、洪水が収まり次第完成する予定である。

(4) 二次配水管の敷設

本プロジェクトでは一次配水管までを日本側負担工事で完成させ、利用者と一次配水管を結ぶ二次配水管はプロジェクトで調達し、SEMAPAにより敷設される。二次配水管が敷設されない限りプロジェクト効果、すなわち、第配水区の住民がSEMAPAの給水を受けるという効果は発現されないので、SEMAPAは日本側の負担工事と並行して二次配水管敷設工事を行い、プロジェクト完了時第1配水区住民に配水可能とすることが必要である。

(5) 水組合の給水施設への接続

計画対象地域には水組合が保有する井戸・配水網があり、現在水組合が保有する配水網が存在する地域では、本計画の実施後も水組合が現在管理している既存配水網は利用し、更に本計画に合わせてSEMAPAまたは水組合が整備を進めてゆく予定である。したがって、本プロジェクト完成までにSEMAPAは水組合と接続方法、接続場所、接続に必要な資材の調達方法について合意を結んでおくことが必要である。

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4.1 プロジェクトの効果

本プロジェクトの現状と問題点、及び本プロジェクトの実施により期待される直接及び間接効果は表 4.1 のように整理される。

表 4.1 プロジェクト実施による効果と現状改善の程度

現状と問題点	本プロジェクトでの対策 (協力対象事業)	プロジェクトの効果・改善程度	
直接効果			
1.	<ul style="list-style-type: none"> コチャバンバの南東部では SEMAPA の給水サービスが行われていない。 このため、住民は水組合の運営する給水サービスまたは民間業者のタンク車による水の販売に依存している。 水組合による給水サービスは水量、水質的に不十分である。すなわち、住民に必要な水量が給水されているとは言えず、また、浄水、消毒を処理が行われておらず、水質の監視も行われていないため、水質の安全性が確保されていない。 一般に水組合の水道料金は SEMAPA のそれに比較して 2~3 倍で住民は高い水道料金を負担している。 タンク車による給水サービスはその原水の出所も明らかでなく、水質的な安全性は確保されていない。 タンク車給水は道路上に置かれたドラム缶等に給水され、住民はバケツ等で屋内に運び込むため、水の使用可能量には限度があり、利便性に著しく欠けている。 また、タンク車給水は水組合の給水サービスよりさらに高価である。 	<ul style="list-style-type: none"> アランフェス浄水場の処理能力を増加させる。 アランフェス浄水場からシグロヴェインテポンプ場への送水管を敷設する。 シグロヴェインテポンプ場からディエスデフェブレロ配水池への送水ポンプを設置し、送水管を敷設する。 ディエスデフェブレロ配水池からの一次配管を敷設する。 二次配水管を調達する。 水道メーターを調達する。 	<ul style="list-style-type: none"> 浄水場を拡張することにより第1配水区給水に安全で、必要な浄水量が確保される。 送水管、送水ポンプを設置することにより配水区域に浄水を送水することが可能となる。 一次配管を敷設し、二次配管を調達して SEMAPA が敷設することにより、第1配水区内に浄水を各戸給水することが可能となる。 全利用者に水道メーターが設置され、水使用量に応じた料金が徴収され SEMAPA の収入が増加する。
間接効果			
1.	<ul style="list-style-type: none"> 細菌汚染による消化器系疾病のリスクが高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 安全な水が安定して給水される。 	<ul style="list-style-type: none"> 疾病リスクが低下する。
2.	<ul style="list-style-type: none"> 給水量が充分でない。 	<ul style="list-style-type: none"> 十分な水量が供給される。 	<ul style="list-style-type: none"> 水利用に関する利便性が向上する。
3.	<ul style="list-style-type: none"> 水道料金が低い。 	<ul style="list-style-type: none"> 現在の水道料金より安くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 住民の経済的負担が軽減する。

4.2 課題・提言

本プロジェクトにおいて建設される水道施設が所定の効果をあげ、施設がプロジェクト完了後も持続的かつ円滑に維持管理され、SEMAPA の給水事業が持続的に継続されるためには、以下に示す事項について主体的な取り組みが求められる。

(1) アランフェス浄水場の浄水の第 1 配水区への給水

本プロジェクトでは、①チョナコタ・ホンコダムプロジェクトによりアランフェス浄水場の原水量 120 l/秒確保されること、②シネルヒア・バリレテプロジェクトの完成により、現在アランフェス浄水場の浄水が給水されている D1、D2 地区にシネルヒア・バリレテプロジェクトにより建設されるタキーニャ浄水場の浄水が給水されることを前提としている。しかしながら、両プロジェクト完成後でも水源開発量が 2 年渴水量を基に計画されていることから比較的頻繁に水量不足が起こることが予想される。こうした場合、給水区域全般に給水制限をすることになるが、給水水区域の最下流で地形的に不利な第 1 配水区にも所定の水量が行き渡ることに配慮した配水施設の運転が望まれる。

(2) 二次配水管の敷設

本プロジェクトでは水組合の給水区域ではその給水施設へのつなぎ込み、水組合の給水区域外では各戸までの配水は、本プロジェクトで調達される二次配水管により行われる。二次配水管の敷設は SEMAPA により実施されるが、二次配水管が敷設されない限り利用者に水道水は届かず、プロジェクトの効果はまったく発現されないので、日本側の施工と並行して二次配水管の敷設を行い、プロジェクト完成時に利用者に配水できるようにすることが必要である。

(3) 水組合の監督

SEMAPA は水組合の給水区域では水組合に水を販売し、各戸への給水、料金徴収は水組合に任せる予定である。各戸給水にあたり既存の施設、組織を活用する観点から合理的と考えられる。しかしながら、安全な水が、十分に、かつ廉価で利用者に行き渡らないかぎりプロジェクトの効果は発現しないので、水組合給水サービスの水質、給水状況、水道料金を把握し、必要に応じて指導を行い、プロジェクトの効果が発現されるようにすることが必要である。

(4) 調達給水装置（水道メーター）の設置

SEMAPA の現行の料金体系は原則的に従量制で、水道メーターの普及率も高い。したがって、本プロジェクトで調達される水道メーターも速やかに設置し、従量制により料金徴収を行うことが必要である。

(5) 第 2 配水区への給水

第 2 配水区整備を本プロジェクトで実施するのは時期尚早と判断し、事業内容から除外した。しかし、将来的に第 2 配水区への送水は本プロジェクトで整備するシグロヴェインテ

ポンプ場までの送水管経由となることから、第 2 配水区への送水も可能であることを確認した。

SEMAPA は今後第 2 配水区への合理的な送・配水方法を計画し、自己資金あるいは他援助資金により第 2 配水区への給水を行うことを期待する。

4.3 プロジェクトの妥当性

本プロジェクトは以下の点から、我が国の無償資金協力として妥当性を有する。

- 本プロジェクトは「ボ」国のコチャバンバ市南東部の第 2 配水区の住民を裨益対象とするもので、裨益人口は 2015 年において約 5 万人で、水道水の安全性を確保し、日常生活に必要な水圧を保ち 24 時間連続各戸給水を可能にして、住民の利便性、生活環境の向上に寄与する。
- 本プロジェクトにおいて建設される水道施設は、SEMAPA により維持管理されるが、SEMAPA はすでに同種の施設の維持管理を行っているので維持管理上の問題は予想されない。
- 調達する給水装置について SEMAPA ではすでに同種の機器を多量に使用し、検針、検定、更正の実績があるので、予定とおり設置され、維持管理されるものと考えられる。
- 環境面での悪影響はない。

4.4 結 論

本プロジェクトは、前述のような効果が期待されると同時に、本プロジェクトが「ボ」国、特にコチャバンバ市南東部の住民の利便性の向上・生活環境の改善に寄与するものであることから、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性が確認された。さらに、建設する水道施設は SEMAPA の既存の技術、経験で運転することが可能であり、維持管理上の問題もない。しかしながら、第 1 配水区にアランフェス浄水場の浄水が給水されるには、現在実施中のワラワラダム水系の水源拡張（チョナコタ・ホンコダムプロジェクト）によりアランフェス浄水場の原水量が確保され、さらに、現在アランフェス浄水場の浄水を給水している D1、D2 地区にタキーニャ浄水場の浄水が給水されるようになること（シネルヒア・バリレテプロジェクト）が必要である。両プロジェクトは現在建設中であるが、本プロジェクトの実施は両プロジェクトの完成が前提条件となる。

