

0. 要旨

「リマ首都圏周辺居住域衛生改善事業・リマ首都圏周辺居住域衛生改善事業(II)」(以下、「本事業」という)は、ペルーのリマ首都圏北部地域において、新規浄水場の建設及び上下水道網の整備を行うことにより周辺居住域における上下水道サービスの拡大及び改善を図り、もって同地域の生活環境改善に貢献することを目的に実施された。上下水道分野は審査時から事後評価時まで一貫してペルー政府の重要課題である。審査時、リマ首都圏における上下水道整備の必要性は大きく、本事業の施設は事後評価時にも重要な役割を果たしている。また、本事業は審査時の日本の援助政策とも整合する。以上により、本事業の妥当性は高い。本事業のうち、ワチパ浄水場と北部送水管は首都圏における水需要の見直しの結果6年間先送りされたが実施された。他方、北部送水管を既存上水道網に接続するための工事はコントラクターとの契約が解除され事後評価時点で未完成である。そのため実施期間は計画の3倍以上である。また、物価上昇と工事量の増加により事業費は2倍近くに増大した。よって本事業の効率性は低い。本事業による上下水道網整備によるサービス拡大は計画の9割近くに達し、新規接続世帯・既接続世帯において上下水道サービスの拡大と改善、生活環境改善などの効果が概ね計画通り発現した。しかし、ワチパ浄水場の生産量は、既存上水道網との接続が進まないため、計画の4分の1にとどまる。よって本事業の有効性・インパクトは中程度である。本事業の運営・維持管理について体制面・技術面・財務面に問題は見られず、持続性は高い。

以上より、本事業は一部課題があると評価される。

1. 事業の概要



プロジェクト位置図



ワチパ浄水場

1.1 事業の背景

1990年代後半、ペルー最大の人口を抱えるリマ首都圏（1998年人口約750万人）では渇水期における水不足が深刻であった。首都圏の上下水道サービスを担うリマ市上下水道公社（以下「SEDAPAL¹」という）は、水源地であるアンデス山脈で新規水源の開発に取り組んでいたが、合わせて浄水能力の増強が必要とされていた。

他方、リマ首都圏では地方からの低所得者層の人口流入により、周辺部の市街化が急速に進んでいた。リマ北部では、流入した低所得者層の多くは既存市街地周辺の公有地を占拠して新興住宅地を形成していた。その多くは傾斜地であり、上下水道等の公共サービスが提供されないまま劣悪な生活環境に置かれていたことから、これらの新興住宅地への上下水道サービスの拡大が必要であった。

本事業は、以上を背景に、新規浄水場を建設するとともに、リマ首都圏北部を対象に上下水道網を整備するものである。1999年にペルー政府による支援の要請を受けてファクトファイディング・ミッションが派遣され、2000年に審査および「リマ首都圏周辺居住域衛生改善事業」の借款契約が行われた。さらに、事業費の増大を補うために、2010年に本事業第2期として追加借款「リマ首都圏周辺居住域衛生改善事業(II)」が供与された。

1.2 事業概要

ペルーのリマ首都圏北部地域において、新規浄水場の建設（取水施設、浄水場、基幹送水管）及び上下水道網の整備を行うことにより周辺居住域における上下水道サービスの拡大及び改善を図り、もって同地域の生活環境改善に貢献する。

円借款承諾額 / 実行額	(I) 24,854 百万円 / 24,818 百万円 (II) 9,301 百万円 / 9,301 百万円
借款契約調印	(I) 2000年9月4日、(II) 2010年3月15日
借款契約条件	金利 (I) 本体部分 1.7%、コンサルティング・サービス 0.75% (II) 本体部分 1.4%、コンサルティング・サービス 0.01% 返済 (I) 本体部分 25年(7年)、コンサルティング・サービス 40年(10年) (うち据置) (II) 本体部分 25年(7年)、コンサルティング・サービス 25年(7年) 調達 (I) 本体部分：一般アンタイト [°] 、コンサルティング・サービス：二国間アンタイト [°] 条件 (II) 本体部分：アンタイト [°] 、コンサルティング・サービス：アンタイト [°]
借入人 / 実施機関	ペルー共和国 / リマ市上下水道公社 (SEDAPAL)
貸付完了	(I) 2011年8月25日、(II) 2010年12月20日
本体契約	CONALVIAS LTDA. (コロンビア)、GYM S.A. (ペルー)、T & D SIGMA ASOCIADOS (ペルー)、COBRA INSTALACIONES Y SERVICIOS S.A. (スペイン)、CAMARGO CORREA (ブラジル) / OTV SA (フランス)、GALVAO ENGENHARIA S.A. (ブラジル)

¹ Empresa Prestador de Servicio SEDAPAL Sociedad Anónima

コンサルタント契約	日本工営(日本)/CESEL S.A.(ペルー)/OIST(ペルー)
関連調査	「リマ上水供給強化事業（ワチパ浄水場）にかかる案件形成促進調査」（2009年）
関連事業	「リマ首都圏北部上下水道最適化事業」（(1)、2009～、(2)2013～）、 「首都圏上水供給強化導水事業（マルカⅡ）」（詳細設計まで実施されて中止）

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

藺田元（株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2016年3月～2017年3月

現地調査：2016年7月30日～8月16日、2016年10月29日～11月3日

3. 評価結果（レーティング：C²）

3.1 妥当性（レーティング：③³）

3.1.1 開発政策との整合性

審査時（2000年）、ペルーの人口の半分に達する貧困の多くは同国の山岳地域及び首都圏に集中していた。貧困の解消を最大の課題とする同国政府は、所得向上のための生産活動支援の他、衛生・教育・保健医療等の社会インフラ整備により、貧困層が国家経済に参加するための生活基盤を広く提供することを目指していた。なかでも衛生インフラは生活に最も必要な基礎インフラとして重点が置かれ、全国規模の上下水道整備事業が展開されていた。

その後、2006年に誕生した第二次ガルシア政権（2006～2011年）は『全ての人に水を』の標語のもとで上下水道分野の公共投資額を大幅に増大した⁴。住宅建設衛生省が2015年に作成した中期戦略（計画期間2016～2021年）では「都市および農村における質が高く持続可能な給水衛生サービスへのアクセスの増加」が戦略目標に挙げられ、地方都市の上下水道整備については上下水道公社等の運営能力強化、民間セクターの参加、持続性の確保などに取り組む計画が示されている。また、2016年に誕生したクチンスキー新政権は水衛生分野を優先分野の一つに位置づけている⁵。

このように、本事業は審査時、事後評価時共にペルー政府の開発政策との整合性が高い。

² A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁴ 住宅建設衛生省のデータによると、上下水道分野の公共投資額は、2005年まではGNP比0.1%以下であったが、2009年～2016年は0.6～0.8%で推移している。

⁵ 政権与党であるPPK（Peruanos Por el Kambio）は選挙公約（Plan de Gobierno）において、社会開発政策の一環として『全ての人に飲料水を（Agua Potable para Todos）』を掲げ、2021年までに全国民に上水道・衛生サービスを提供することを目指している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

「1. 1 事業の背景」で述べたように、審査時、リマ首都圏では水資源の確保と浄水能力の増強が必要であった。審査時の SEDAPAL の予測では、リマ首都圏では 2015 年に 33.1 m³/秒の水需要があり、同年までに 8 m³/秒以上の水源開発・浄水能力増強が必要とされていた。また、当時のリマ首都圏の上下水道普及率は 85%前後にとどまり、人口増加が激しい周辺部の新興住宅地への上下水道サービスの拡大が課題であった。

「3. 3 有効性」の項で述べるように、事後評価時においても、本事業により改善・建設された施設は人口増加の激しい首都圏北部で給水衛生サービスを提供するための重要な役割を果たしている。また、SEDAPAL の最新の上下水道マスタープラン（2014～2029）によると、2014～2030 年の 15 年間にリマ首都圏の人口は 22%、水需要は 18%、下水量は 19%、それぞれ増加すると予想され、今後も水源開発、浄水施設・送配水施設の建設、下水道施設の継続的な整備が必要とされている。よって、事後評価時においても本事業の重要性は維持されている。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時、日本政府の「対ペルー国別援助計画」（2000 年）の重点分野は貧困対策、社会セクター支援、経済基盤整備、環境保全であった。貧困対策については「基礎的生活基盤では、今後も上下水道整備を中心とした協力を推進する」とされ、環境保全では水質汚染対策が挙げられていたことから、本事業との整合性が確認できる。

以上より、本事業の実施はペルーの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：①）

3.2.1 アウトプット

本事業は以下の 2 つのコンポーネントで構成される計画であった。なお、両コンポーネントはペルー政府から 2 つの事業として円借款への申請がなされたが、審査時の協議により、1 つの事業として円借款が供与されることになったものである。

＜コンポーネント①＞ リマック川から取水する「ワチパ浄水場（取水施設を含む）第 1 期」及び同浄水場の水をリマ首都圏北部に送水するための「北部送水管」の建設。ワチパ浄水場は第 1 期（浄水能力 5 m³/秒）と第 2 期（同 5 m³/秒）が計画されたが、本事業はその第 1 期にあたる。なお、本事業が建設する取水施設は第 2 期の実施を前提として 10 m³/秒が計画された。2017 年以降に着工予定の第 2 期では浄水施設拡張と共にリマ首都圏南部に送水する「南部送水管」が建設される計画である⁶。

⁶ リマ首都圏の水需要増加に対応するために SEDAPAL は民間投資促進機構（PROINVERSION）とともに、アンデス山脈の水源開発、ワチパ浄水場第二期（浄水施設の拡張）、首都圏南部に送水する南部送水管を事業範囲に含むプロジェクトの実施を、民間参入によるコンセッション方式で準備している。同事業

<コンポーネント②> リマ首都圏北部の 18 地区における「主要上下水道網」および「末端上下水道網」の建設⁷。18 地区の水源には井戸、既存浄水場及び本事業が建設するワチパ浄水場が予定されていた。主要上下水道網には井戸の建設・改善、配水池の建設・改善、主要管路の建設・更新等の他、一部の地区では北部送水管との接続が含まれていた。末端上下水道網には、主に新興住宅地の低所得者層約 5 万世帯を対象とした上下水道の新規接続工事が含まれていた⁸。



ワチパ浄水場の取水口



北部送水管（トンネル出口）



上下水道網が建設された新興住宅地



本事業で建設された貯水池

の契約期間は 30 年間、契約額は 600 百万ドルと計画されており、完成すれば、本事業で建設された取水口を活用しつつ、ワチパ浄水場で 10 m³/秒の水生産能力が実現する。SEDAPAL によると、2014 年 2 月に調達手続きが始まり契約先の選定が進んでおり、新政権が同事業を承認すれば 2017 年中にも着工される見込みである。

⁷ 本事業の対象地域における「地区」とは施設整備の対象となる地理的範囲を、整備する上下水道施設の構成に沿って本事業計画時に便宜的に定めたものであり、SEDAPAL の配水区画、顧客管理上の地域区分や行政上の地域割り等ではない。

⁸ 上水道接続、下水道接続の対象世帯は概ね同一であるが、上水道あるいは下水道のみ既存の接続がある世帯もあり、全て同一ではない。

表1 アウトプットの計画と実績の比較

	計画	実績
<u><コンポーネント①></u>		
<u>ワチパ浄水場</u>		
取水施設	10 m ³ /秒	計画通り
取水堰	5 m ³ /秒	計画通り
導水管	5 m ³ /秒	計画通り
浄水場	5 m ³ /秒	計画通り
浄水能力		
<u>北部送水管</u>		
送水管 (延長)	26.4km	計画通り
配水池 (分水槽)	5カ所	4カ所
<u><コンポーネント②></u>		
<u>主要上下水道網</u>		
上水道	6カ所	0カ所*
井戸建設	42カ所	61カ所
井戸改善	75カ所	64カ所
配水池建設	38カ所	91カ所
配水池改善	174.0km	134.9km
配水管敷設	19.9km	51.7km
下水道	計画なし	実施
下水管		
SCADA の導入・配水区画化**		
<u>末端上下水道網</u>		
上水道新規接続数	52,000	43,836
下水道新規接続数	47,000	43,760
(上下水道新規接続数合計)	(99,000)	(87,596)

出典：JICA 提供資料、SEDAPAL 提供資料

注：* 改善対象の井戸 1 カ所では、井戸の損傷が激しかったため同一敷地内に新たに井戸を掘削する必要があったが、これは改善に含めている。

** SCADA (SCADA System : Supervisory Control and Data Acquisition System) とはテレメーターを用いた遠隔監視システムを指す。配水区画化は、配水圧の適正化・均等化、水運用の高度化、工事・事故被害等の局所化を主な目的に実施される。セクター化 (Sectorization) とも呼ばれる。配水区画によりバルブとメーターで水の出入りをコントロールできる多数の小さな配水区画を形成し、これに合わせて SCADA を導入する。これにより送水管の水圧・水消費量に応じた水圧調整が可能となり、漏水を削減できるほか、漏水・水道工事の際の区画閉鎖を遠隔で行うため断水地域と時間を限定できる。

これらの2つのコンポーネントの関係については、コンポーネント②の対象である18地区のうち5地区がコンポーネント①のワチパ浄水場を水源とすることが計画されていた⁹。他方、ワチパ浄水場から北部送水管を経由して送水される水は、これら5地区を含むリマ首都圏北部のより広い範囲で配水される計画であった。

本事業の借款契約は2000年9月に締結された。しかし、その直後に起きた二度の政権交代に伴う政治経済の混乱を背景に、2001年7月に成立したトレド政権は財政規律の厳格化ならびに公的セクターの財政支出の大幅な抑制を図った¹⁰結果、首都圏の水需要予測が見直され、水道メーター普及によるユーザーの節水効果等によりワチパ浄水場の建設を急ぐ必要がなくなると判断された¹¹。これを受けて SEDAPAL は JICA に同浄水場と北部送水管

⁹ 他の13地区では既存のアタルヘア浄水場、別事業として計画されていたチジョン浄水場、地下水が水源となる計画であった。

¹⁰ 2000年9月にLA締結の直後、2000年11月にフジモリ大統領が辞職し、暫定政権を経て2001年7月にトレド政権が成立した。2002年には公共部門の財政支出を抑制する「財政責任法」が成立した。

¹¹ 審査時の予測では、リマ首都圏では2015年に33.1 m³/秒の水需要があると考えられていたが、見直しの結果、同年の水需要は23.5 m³/秒にとどまると予測された。ただし、SEDAPALによる最新の予測値(26.9 m³/秒、2014年作成のマスタープランによる)は上記の見直し結果を上回っており、実際の水需要は審

の実施を先送りすることを申請し、2002年7月、JICAはこれに同意した。

その後、2003年にコンサルティング・サービスの契約が行われ、2004年～2009年にかけて18地区の主要・末端上下水道網の整備（コンポーネント②）が11の工事契約により実施された。その後、SEDAPALは2007年にワチパ浄水場と北部送水管の建設（コンポーネント①）を決定した。同浄水場・北部送水管は設計・建設及び完成後4年間の運営をまとめてコントラクターに委託する1つの契約により2008年10月に着工し、2014年に完成した。

引き続き、同送水管と既存上水道網を接続する主要上水道網の建設（コンポーネント②）は2010年に開始され、2014年までにほぼ完了し、該当する工事契約を構成する全13工区のうち7工区は完工・引き渡しとなった。しかし、6工区ではSCADAシステムが完成していないこと等から、完工・引き渡しには至らなかった¹²。コントラクターはその後、これを完成できなかったため、SEDAPALはJICAの同意のもと2015年9月にコントラクターとの契約を解除した。今後は完成に必要な作業を精査したうえで新たな自己資金による工事契約を結び、2017年中に完成させる予定である。

本事業のアウトプットの計画と実績を表1に、対象地域と施設の位置関係（実績）を図1に示す。

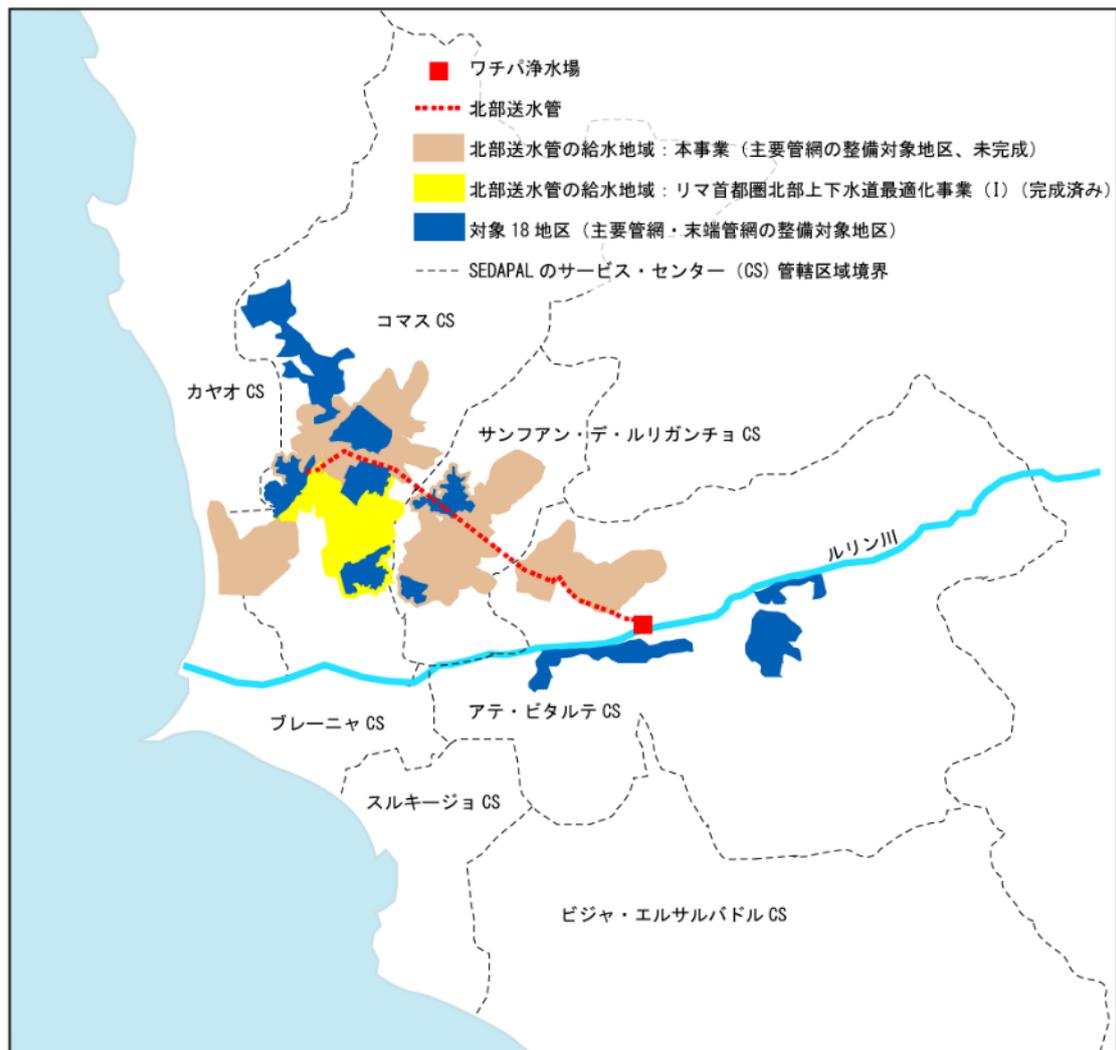
ワチパ浄水場では計画通りの取水能力・浄水能力が実現したが、10haを予定していた敷地が登記上の問題により5haしか得られなかったために、少ない敷地で建設可能な省スペース型浄水技術を採用した浄水施設が建設された。これは凝固・凝集・沈殿を連続して一度に実施する技術であり、下流にある既存浄水場（アタルヘア浄水場）に比べて操作性が高い。敷地条件の制約に応じた妥当な変更であったと考えられる。

北部送水管には5カ所の配水池が計画されていたが、1カ所は用地取得が難しく、他の1カ所では遺跡があることが判明したために、別の場所に2カ所分の容量を持つ配水池1つを建設した。この結果、配水池は4カ所となった。また、施工の迅速化と維持管理スペース確保のため、トンネルのサイズが拡張された。以上は建設時の状況及び施工・維持管理上の必要性に応じた適切な変更であったと考えられる。

主要・末端上下水道網については、対象18地区の上下水道施設整備の内容には様々な変更があった。審査時の計画図面を参照できなかったため、計画と実績の詳細な比較分析は難しかった。SEDAPALの説明によると、主な変更は以下のとおりである。いずれも、建設時の状況に応じた適切な変更であったと考えられる。

査時の予測値より少ないものの、見直しされた予測値より多いと考えられる。

¹² SEDAPALの説明によると、SEDAPALがこれらの6工区の完工・引き渡しを受け入れなかった理由には、管路の接合部に漏水が数多く見つかったことも挙げられる。ただし、その原因についてはSEDAPALとコントラクターが係争中であり、事後評価の時点では結論は得られていない。



出典：SEDAPAL 資料により作成

図1 本事業の対象地域・ワチパ浄水場の給水対象地域

水源

- ・ ワチパ浄水場の建設が先送りされたことにより、同浄水場を水源に想定していた5の地区で水源を井戸や他浄水場に変更する必要が生じた。
- ・ 2002年に完成したチジョン浄水場を活用するとともに¹³、既存井戸の生産量の再評価に基づき、利用されていない既存井戸を活用し、新規建設は行われなかった。

主要上下水道網

- ・ ワチパ浄水場と北部送水管の建設が先送りされたため、18地区中で北部送水管から

¹³ JICA 提供資料には複数地区の水源としてチジョン浄水場（2002年完成）が示されているが、F/Sの見直しを行った詳細設計報告書には、同F/Sの計画は井戸のみを想定したものであったとの記載がある。F/S時には同浄水場の建設は未確定であったものと想像される。

の給水が計画されていた 5 地区の上水道網への接続のための施設はいったん見送られた。その後、同浄水場・北部送水管の建設が再開された際、これらの施設は再び事業範囲に含まれた。その際、同送水管からの水を利用する他の地区（18 地区以外の地区）の一部において、同送水管に接続するにあたり必要とされる主要上水道網施設が新たに本事業の円借款対象範囲に加えられ、主要管網の事業対象地域は拡大した。

- ・ 配水区画化と SCADA が新たに導入された¹⁴。
- ・ 新興住宅地の拡大と人口増加等により下水量が増えたため、小口径の既存下水管の大口径管への付け替えが多く発生し、下水管網の敷設量が増えた。
- ・ 舗装道路の拡大及び地盤条件等による管路の変更、住民の要請に応じた新設配水池等の位置変更などが行われた。
- ・ 配水池改善は、計画時に想定されていなかった比較的軽微な改善（例えば塀の設置など）が含まれたため、対象数が増加した。

上下水道への新規接続

- ・ 接続数の計画値は 2000 年当時に行った推計であり、実際は必要に応じた整備が行われた。居住地の拡大により、地域内の下水接続対象世帯数は増加したとみられる。
- ・ 他方、本事業では特に低所得層を対象に優遇料金で接続を提供するため、接続対象世帯の基準（敷地面積、所得水準等）が決められていた。対象世帯の中には基準を満たさない世帯（低所得層でない世帯）、基準を満たしても土地所有権・利用権を確認できる文書がなく接続できない世帯があった。
- ・ 以上の結果、最終的な接続世帯数は計画をやや下回った。なお、本事業の範囲内で接続されなかった（低所得層でない）世帯は、その後 SEDAPAL の通常の手続きで接続された。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の計画および実績は表 2 のとおりである。総事業費は計画を 251 億円超過し 582 億円となり、計画比 176%であった。円借款額は計画 249 億円に対し 341 億円（計画比 137%）であった。事業費の増加を補うため、2010 年に 93 億円の追加借款が供与された。

¹⁴ SEDAPAL は 1997 年頃よりリマ中心部から始めて配水区画化の導入を進めてきた。リマ首都圏北部地域では、本事業詳細設計時に初めて導入された。

表 2 事業費の計画と実績

(単位：百万円)

	計画（審査時）			実績			
	円借款	ペルー側	合計	円借款	ペルー側	合計	計画比
ワパ 浄水場・北部送水管	12,007	0	12,007	14,865	9,699	24,564	204.6%
主要上下水道網	4,578	0	4,578	7,067	5,138	12,205	266.6%
末端上下水道網	4,850	0	4,850	8,611	266	8,877	183.0%
土地	0	775	775	0	36	36	4.7%
管理費	0	642	642	0	1,369	1,369	213.3%
予備費	594	1,692	2,286	-	-	-	-
コンサルティング・サービス	2,825	0	2,825	3,551	648	4,199	148.6%
税金	0	5,175	5,175	0	6,975	6,975	134.8%
合計	24,854	8,284	33,138	34,094	24,132	58,227	175.7%

出典：計画は JICA 提供資料、実績は SEDAPAL 提供資料による。

注：主要上下水道網の事業費は北部送水管に関連する未完成の工事を含む、事後評価時までの実績額。

為替レート：（計画）1 ドル=113.5 円、1 ヌエボソル=34.0 円

（実績）1 ドル=101.0 円（実際の適応レート）

事業費が増大した主な理由は以下のとおりであると考えられる。

- ・ 工事の開始が計画より 3～8 年遅れたことを背景とする物価上昇¹⁵。
- ・ 北部送水管トンネルの拡張、省スペース型浄水技術の採用、地質の違いによる管路敷設費の増大等による工事費増加。
- ・ 工期延長によるコンサルティング・サービス費用の増加。
- ・ 北部送水管に接続される主要上水網の対象地域の拡大。

なお、公有地が無償で提供されるケースが多かったため、土地の費用は計画を大幅に下回った。

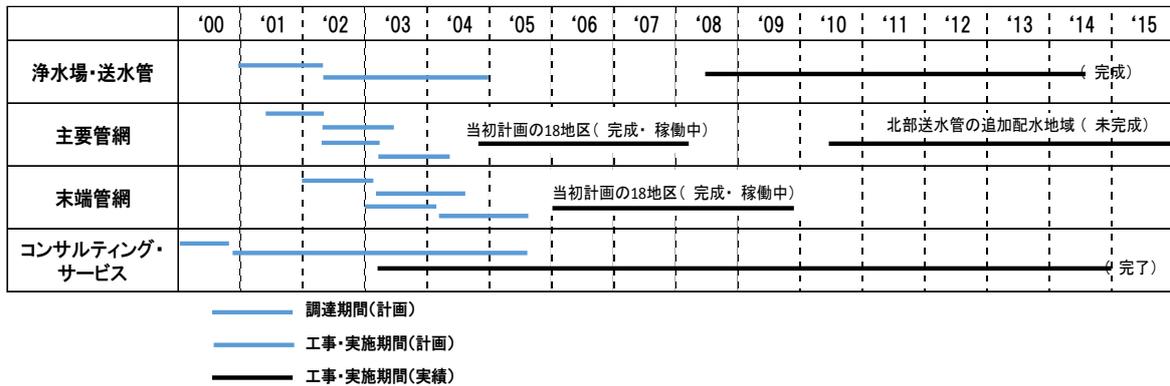
3.2.2.2 事業期間

本事業は 2000 年 3 月に借款契約が調印され、2005 年 9 月（67 か月間）に完成する予定であった。実際は、本事業は一部未完成で、事業期間は大幅に増加した。事後評価の第二次現地調査時までの事業期間は 201 カ月（2000 年 3 月～2016 年 11 月）、計画比 300%である¹⁶。本事業の事業期間の計画と実績を図 2 に示す。

¹⁵ ペルーの消費者物価指数は、事業費が積算された 1999 年から 2015 年の期間に 50%以上上昇した。また、2008 年は、国際金融危機の影響により輸送価格・技術者報酬・ダクタイル铸铁管等の資材価格が大きく増加した。

¹⁶ SEDAPAL は全ての施設を 2017 年末までに完成させる計画である。

図2 事業期間の計画と実績



出典：計画は JICA 提供資料、実績は SEDAPAL 提供資料。

前述のように、本事業におけるコンサルティング・サービスは計画より2年半遅れて2003年に開始された。引き続き、北部送水管に関連する主要上水道網以外の主要・末端上下水道網の詳細設計・調達及び工事が、12の工事契約により順次、2009年までかけて実施された。主要・末端上下水道網の工事はペルー政府の財務上の制約、入札不調等の理由により段階的に着工された。一部の地域では、着工後の一部施設の計画変更、建設に同意しない住民への対応、雇用を求めて暴力行為を起こした住民への対応等などにより工期が伸びた。

いったん先送りされていたワチパ浄水場と北部送水管は、2007年2月に SEDAPAL が建設開始を決定し、設計・建設・運営(完成後4年間)をまとめて委託する DBO (Design, Build, Operation) 方式の契約により、2008年10月に着工した¹⁷。契約時の完工予定は2011年5月であったが、配水池を5カ所から4カ所に変更したこと、北部送水管のトンネルの地質に岩が多かったことなどにより北部送水管の一部区間で工事が遅れた。このため、工期を3期に分けたうえで、2011年7月にワチパ浄水場及び北部送水管の浄水場寄りの一部区間を第1期として完工・引き渡しした。その後、2012年2月に引き渡し済み区間の北部送水管で破損事故が発生したため、その対応に1年以上の期間を要し、全体の完成・引き渡しは2014年7月となった¹⁸。

北部送水管から給水を受ける地域の主要管網の工事は、詳細設計・調達手続きを経て2010年8月に着工した。1年間の予定であった工期は一部施設の計画変更、追加的な遺跡調査な

¹⁷ ワチパ浄水場に原水を供給する計画であった水源事業(「首都圏上水供給強化導水事業(マルカII)」円借款)は、同浄水場の建設が先送りされたのと同様の理由で詳細設計までで中止されたが、ワチパ浄水場への原水は別の水源開発事業(マルカIII事業、2012年稼働)により確保されている。

¹⁸ 2011年7月から運用が開始された北部送水管の一部区間で、2012年2月に管路が破損し漏水する事故が発生した。その後、1年以上にわたり運用を中断したうえで SEDAPAL により事故の原因及び防止策の調査が行われた。同調査は、破損した部分の鋼管の品質及び輸送時の損傷、空気弁からの漏水を原因とする鋼管基台の浸食による鋼管接続部のずれを背景に、急激なバルブ操作が管内圧力を高めて鋼管が破損したものであると結論付け、緊急措置として空気弁周りの排水、バルブ操作の緩速化が必要との提言を行った。これらの提言は直ちに実施に移され、北部送水管は2014年8月に全区間で運用を再開し、接続された地域の需要に応じた送水が開始された。

どによる遅れがあったものの、2011年には概ね完成していた。その後、北部送水管の破損事故への対応を待って2014年に通水試験が行われたが、前述の経緯により一部工区が完工・引き渡しに至らないまま、2015年9月にコントラクターとの契約が解除された。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

本事業のうちワチパ浄水場・北部送水管についてプロジェクトライフを30年、建設費、運営維持管理費を費用、水道料金収入、地下水汲み上げ費用の削減を便益として財務的内部収益率（FIRR）を再計算したところ8.5%と、計画時の15.9%に比べて低くなった。また、費用から税金を除外して試算した経済的内部収益率（EIRR）は10.8%であった（計画値なし）。FIRRが計画を下回った主な理由は事業費が2倍以上に増大したことであったと考えられる。

以上より、本事業は事業費、事業期間ともに計画を大幅に上回ったため効率性は低い。

3.3 有効性¹⁹（レーティング：②）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業の目的は「リマ首都圏北部地域において新規浄水場の建設（取水施設、浄水場、基幹送水管）及び上下水道網の整備を行うことにより周辺居住域における上下水道サービスの拡大及び改善を図る」ことであった。以下、本事業の2つのコンポーネントのそれぞれについて、計画された目的の達成状況を分析する。

（1）ワチパ浄水場・北部送水管の建設（コンポーネント①）

ワチパ浄水場では2014年8月に水生産が開始され、2015年6月以降はほぼ1.0～1.2 m³/秒を維持している（図3）。これは約11～13万世帯の消費水量に相当する。2016年6月までの最大生産量は2016年3月の1.23 m³/秒で、これは計画5 m³/秒の25%に相当する²⁰。同浄水場の水生産が目標を下回るの、以下に説明するように、北部送水管に接続する主要上水道網の建設が進んでいないためである。

ワチパ浄水場の水は全て北部送水管に送られるが、北部送水管は、表3に示す事業により建設される主要上水道網を通して各地の末端上水道網に接続される計画である²¹。従って、接続部分の施設が完成するまでは配水ができないため、各地の需要に応じた水を生産することができない。事後評価時には、北部送水管に接続する主要管網のうち稼働しているの

¹⁹ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

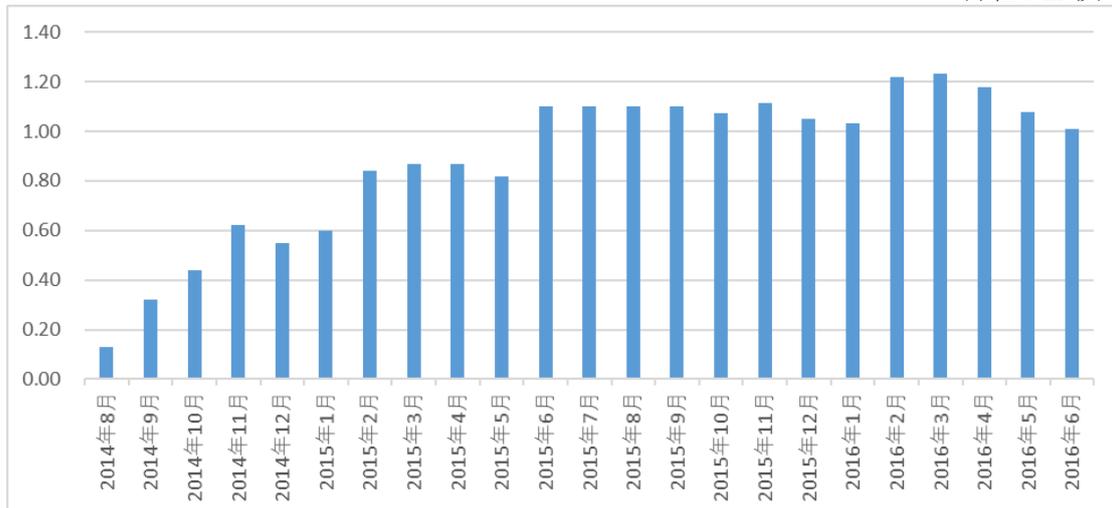
²⁰ 審査時の計画ではワチパ浄水場は2005年には5 m³/秒の生産を実現している計画であった。

²¹ 本事業では、主要・末端上水道網整備の対象であった18地区のうちワチパ浄水場を水源とする計画であった5地区について、北部送水管からの給水を前提とした接続に必要な施設の建設が主要上水道網の一部として計画されていた。他方、上記5地区以外にどの地域がワチパ浄水場の給水対象なのか、また上記5地区以外の給水対象地域への接続工事をどのように実施するのかが明示されていなかった。その後、ワチパ浄水場と北部給水管の実施先送りと再開を経て、その給水対象地域のうち上記5地区を含むより広い地域（図1に示す「北部送水管：本事業の給水予定地域」）について、接続に必要な施設が主要上水道網整備の一環として事業範囲に含まれることとなった。

は「リマ首都圏北部上下水道最適化事業（Ⅰ）」（別事業）で建設された施設、及び、本事業で建設された13工区中1工区の施設のみであった。今後、各事業が完成するに従ってワチパ浄水場の水生産量は増加する見込みである。

図3 ワチパ浄水場の水生産量

(単位：m³/秒)



出典：SEDAPAL

表3 ワチパ浄水場の配水計画

事業名	計画配水量	実施状況・備考
リマ首都圏周辺居住域衛生改善事業（本事業）	2.3～2.4 m ³ /秒	13工区中1工区のみ稼働（配水量は不明）、全体は2017年末頃に完成見込み。
リマ首都圏北部上下水道最適化事業（Ⅰ）	1.1～1.2 m ³ /秒	稼働中（円借款、世銀、KfWの協調融資事業）。
リマ首都圏北部上下水道最適化事業（Ⅱ）	1.1～1.3 m ³ /秒	2018年末完成見込み（円借款、世銀、KfWの協調融資事業）。
カハマルキージャ・ニエベリア・セロ・カモテ事業	0.3 m ³ /秒	2018年8月完成見込み（米州開発銀行の融資事業）。
ベントアンージャ区パチャクテ上下水道拡張・改善事業	1.2～1.4 m ³ /秒	2016年末完成見込み。2～3年後のチジョン浄水場第二期完成までの暫定措置（SEDAPAL資金による事業）。

出典：SEDAPAL

ワチパ浄水後の浄水場における水質は運用開始以来、残留塩素、濁度ともに基準を100%満たしている。大腸菌の検出もなく、水質に問題はない。

(2) リマ首都圏北部の18地区における主要・末端上下水道網整備（コンポーネント②）

対象18地区において、本事業は上下水道網の整備を行うことにより周辺居住域における上下水道サービスの拡大及び改善を図ることを目指していた。SEDAPALのリマ首都圏における上下水道サービス対象地域は7つのサービスセンターに分かれており、本事業が対象

とした 18 地区はコマス、サンフアン・デ・ルリガンチョ、アテ・ビタルテの 3 つのサービスセンターの管轄地域に含まれる。これら 3 つのサービスセンター、本事業対象 18 地区の上下水道接続数は表 4 のとおりである。

表 4 対象サービスセンター、対象 18 地区の上下水道接続数

	上水道	下水道
3 サービスセンターの合計接続数 (2015 年)	74.2 万	70.7 万
対象 18 地区の接続総数 (2016 年 1 月)	14.6 万	不明
本事業による新規接続数	43,836	43,760

出典：SEDAPAL により作成

本事業の対象 18 地区のほぼ 4 分の 3 で 24 時間給水が実現している。ただし、低所得層の多い周辺地区など、水道メーターの設置への同意が得られず定額料金が徴収される地区では水の浪費を抑えるために 24 時間給水は行われていない。対象 18 地区における事後評価時のサービスセンター別接続数、給水時間、水圧は表 5 のとおりである。事業実施前については同様の情報は得られなかったため、事業前後の比較は困難である²²。

表 5 事業対象地区 (18 地区) のサービスセンター別給水サービスの現状

	2016 年 1 月 (渇水期)			2016 年 6 月 (豊水期)		
	接続数	平均給水時間(hr)	平均水圧(mca)	接続数	平均給水時間(hr)	平均水圧(mca)
コマス (9 地区)	77,240	15.1	24.8	79,008	20.1	25.6
サンフアン・デ・ルリガンチョ (2 地区)	23,951	15.0	32.4	24,038	23.2	33.4
アテ・ビタルテ (7 地区)	44,332	22.6	22.1	45,145	22.8	23.0
合計/平均	145,523	17.4	25.3	148,191	21.4	26.0

出典：SEDAPAL 提供資料により作成

注：平均水圧の単位 (mca) は「水柱メートル」。「水柱メートル」は 1 メートルの水柱を支えることのできる圧力の単位。ペルーの基準は 15~50 水柱メートル。

新規接続世帯への上下水道サービス拡大

対象 18 地区における上下水道サービスの拡大は、本事業により新規接続を得た上水道 43,836 世帯、下水道 43,760 世帯において実現した。合計で 87,596 の新規接続が実現したが、これは計画 99,000 (上水道 52,000、下水道 47,000) の 88%である。また、本事業による新規接続数はリマ首都圏の全接続数の約 3%に相当する。リマ首都圏の上下水道普及率は 1999 年から 2015 年の 16 年間に、上水道は 8 ポイント (1999 年：85%、2015 年 93%)、下水道は 12 ポイント (1999 年：81%、2015 年 93%) 改善したが、上水道・下水道それぞれ 3 ポ

²² 追加借款審査時には 3 つのサービスセンターそれぞれの管轄地域における無収水率、接続世帯数、接続人口率、平均水圧、平均給水時間等の目標値が設定されていた。しかし、本事業の対象 18 地区の接続数は各サービスセンター管轄地域の接続数の 2 割程度に過ぎない。さらに、接続世帯数以外の指標については、本事業による改善の目標値が不明であり、本事業の貢献を定量的に検証することも難しい。以上から、本事後評価においてはこれらの指標についての分析は割愛する。

イントは本事業の貢献であった。

本事業による新規接続世帯の多くは傾斜地に広がった新しい住宅地であり、そのほとんどは地方から首都圏に移ってきた低所得層世帯とその家族である。受益者調査及び住民へのグループインタビューによると²³、これらの地域では事業前、住民の多くは共同水栓や民間・SEDAPALの給水車から水を得ていたものの、下水道への接続はなかった。

既接続世帯の上下水道サービス改善

対象 18 地区で本事業実施前から上下水道接続を得ていた既接続世帯の一部においては、本事業による主要上下水道網の整備を通じてサービスが改善したと考えられる。対象地区では複数の水源を前提とした段階的な施設整備が行われてきたため、その構成は複雑で、本事業による施設整備が部分的・断片的であったこともあり、各地区で本事業がどのようなサービス改善を実現したかを具体的に分析することは難しかった。しかし、SEDAPALの各サービスセンターにおけるヒアリングによると、井戸の活用や既存水源との接続による給水量の増加、配水池やポンプ施設の改善、既存上水道網の改善、配水区画化と SCADA の導入による配水の適正化等により、対象 18 地区の一部では、本事業により上水道サービスが改善したと考えられる。受益者調査でも、既存接続世帯の半数近くが事業実施後に給水時間、水圧、水質等が改善したと回答している（表 6）。

下水道サービスについては、受益者調査によると、既存接続世帯の 3 分の 1 は近隣での汚水の溢れや悪臭が減ったと回答している（表 7：後掲）。汚水既存下水管の更新・大口径化により既接続世帯へのサービスが改善した可能性があるが、本事業の貢献を具体的に検証することはできなかった。

表 6 既接続世帯における上水道サービス改善状況

	改善度*
水質	31 ポイント
水圧	26 ポイント
給水時間	22 ポイント
断水頻度	2 ポイント
顧客対応	-6 ポイント
維持管理	-9 ポイント
料金	-34 ポイント

出典：受益者調査

注：改善度は改善した比率（パーセント）から悪化した比率を差し引いたもの。

²³ 受益者調査として対象 18 地区の 206 世帯を対象に質問票調査を実施した。対象世帯は、18 地区を構成する 45 の配水区画から地理的に偏らないように 13 配水区画を選び、各配水区画でランダム・エリア・サンプリングにより 15～16 世帯を抽出した。対象世帯の構成は、新規接続世帯が 86 世帯、既接続世帯が 120 世帯、男性 29%、女性 71%、年齢構成は 20 代 12%、30 代 17%、40 代 25%、50 台以上 46%であった。また、質問票調査と並行して近辺にいた住民に個別（8 名）あるいはグループ（各 5～7 名程度、7 グループ）でヒアリングを行った。

(3) まとめ

以上から、事後評価時点で、ワチパ浄水場・北部送水管の目標達成度は 25%（水生産量による）と「低く」、リマ首都圏北部の 18 地区における主要末端上下水道の目標達成度は 88%（新規接続数による）と「高い」。両コンポーネントの目的は独立しており、いずれも重要性が高く、事業費実績がほぼ同じであることから、両コンポーネントの目標達成度の平均をとると 57%となる。これに加えて対象 18 地区の既接続世帯へのサービス改善効果があったことを考慮しても、本事業の目標達成度は高い（80%以上）とまでは言えないことから、本事業の目標達成度は「中程度」と判断される。

3.3.2 その他の事業効果

ワチパ浄水場は標高が高く（390m）、自然流下による配水が可能であるため、より標高の低いアタルヘア浄水場や地下水を利用する場合に比べて電力費用を削減できる²⁴。他方、リマ首都圏では地下水の利用が 1990 年代後半に増大し、持続可能な水準を超えたため、1997 年をピークにその生産量は抑制されてきた。ワチパ浄水場の水生産が計画通り増加すれば地下水の利用抑制と電力費用の削減をさらに進めることが可能となる。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

本事業では上下水道施設整備により対象地区の環境・衛生状況改善に貢献することが期待されていた。受益者調査によると（表 7）、全世帯の 8 割が家庭における衛生環境が改善したと回答した。改善した理由として「水が多く利用できるようになった」「水質が改善した」「下水やゴミが適切に処理されるようになった」ことが挙げられており、これには本事業等を通じた上下水道サービスの拡大・改善が貢献していると考えられる。なお、「衛生習慣が改善された（手洗い・入浴・洗濯・清掃頻度の増加等）」ことも多く理由に挙げられたが、十分な量の安全な水が利用しやすくなったことを通じて、本事業がこれに貢献していると考えられる。他方、近隣の衛生環境については、全世帯の 7 割が改善したと回答した。「汚水が溢れなくなった」「悪臭がなくなった」「非衛生的なトイレ（地面に穴を掘っただけの簡易トイレ）がなくなった」ことがその主な理由に挙げられており、これにも本事業が貢献していると考えられる。

以上から、対象 18 地区において、環境・衛生状況改善に関する本事業のインパクトは概ね計画通り発生したと考えられる²⁵。他方、ワチパ浄水場・北部送水管の水を受ける（対象 18 地区以外の）地域においては上水道整備による同様のインパクトが期待されるが、事後評価時点では同浄水場の水は計画の 4 分の 1 程度しか供給されていないため、インパクト

²⁴ 「3.2.3 内部収益率」の試算によると、ワチパ浄水場・北部送水管の財務便益の 85%は地下水汲み上げ費用の削減である。

²⁵ 受益者調査では過去 3 年間に下痢の発生頻度が減少したとの回答が増加したとの回答を上回ったが、本事業による上下水道施設整備は 7～9 年前であり、これを本事業と関連付けることはできない。事業実施前との比較は信頼できる回答を得ることが難しいため行わなかった。なお、保健省のデータによると、リマ首都圏の下痢の発生頻度は 2008 年～2014 年に約 3 割減少した。

の発現程度は低いと考えられる。

表 7 既接続世帯における環境・衛生状況改善状況

家庭の衛生環境の変化	改善した	84%
	同じ	12%
	悪化した	4%
改善理由*	水が多く使える	71%
	衛生習慣の改善	64%
	水質の改善	28%
	下水やゴミの適切な処理	10%
近隣の衛生環境の変化	改善した	72%
	同じ	17%
	悪化した	9%
改善理由*	汚水が溢れない	38%
	悪臭がない	34%
	非衛生的なトイレがない	20%

出所：受益者調査

注： 「改善理由」は家庭・近隣の衛生環境の変化が「改善した」と答えた者のうち、それぞれ理由を複数回答で挙げた者の比率。主要な理由を示した。

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 環境・社会面のインパクト

取水口・浄水場・北部送水管について SEDAPAL は 2009 年に環境影響評価（EIA）を実施し、国家自然資源管理庁の承認を得た。EIA により作成された環境管理計画に沿って工事中の水質・大気・騒音のモニタリングとともに 40 項目以上の環境影響緩和策が実施され、環境への悪影響はなかった。また、SEDAPAL によると、主要・末端上下水道網の建設についても EIA が実施され（実施時期は不明）、全体として環境への悪影響はなかった。事後評価時には本事業による影響は確認されていない。なお、本事業では政府が定めた制度に沿って工事に先立ち遺跡についての調査が行われたが、北部送水管の貯水池建設予定地 1 カ所で遺跡が確認されたため、予定地が変更された。

取水口・ワチパ浄水場・北部送水管のトンネル出入り口・配水池では用地取得が行われた。SEDAPAL によると合計 57 件約 12ha の用地取得があり、保証金額の合計は 37.4 万ドル（約 4000 万円）であった。ほとんどの所有者は金銭で補償を受けたが、希望する住民に対しては移転先住宅（既築）が提供された。この他に、トンネルの出入り口付近では工事による振動を避けるための一時移転が約 80 世帯あった。用地取得は SEDAPAL の社会支援チームの監督のもとで、コントラクターが事業により影響を受けるコミュニティーへの説明・対話・社会支援（職業訓練等）を行いつつ進められた。SEDAPAL によると、所有権の法的根拠を確認するのに時間がかかったほかは、特に問題は生じなかった。

(2) その他のインパクト

受益者調査によると、事業実施前に共同水栓・民間や SEDAPAL の給水車から水を得てい

た新規接続世帯の 4 割近くが、水を得るための費用・労力・時間が節約されたと回答した（表 8）。また、新規接続世帯・既接続世帯へのグループインタビューでは、安全な水と衛生施設が住宅内で利用できるようになったことにより生活の利便性と質が高まった、住宅内や近隣の衛生環境が改善されたことにより自宅に人を招待しやすくなったなどの意見が聞かれた。

表 8 新規に上水道の接続を得ることで解決された問題

（新規接続世帯のみ、複数回答）

水に関する費用が余計にかかった	37%	水質が悪かった	16%
労力が必要で大変疲れた	22%	水が少ししか得られなかった	14%
沸騰など追加の処理をしていた	21%	水による病気が多かった	7%
水を得る時間が余計にかかった	16%	（特に問題なかった	20%）

出所：受益者調査

以上より、本事業の目標達成度は中程度であり（有効性）、それに応じたインパクトが発現していると推測されることから、本事業の有効性・インパクトは中程度である。

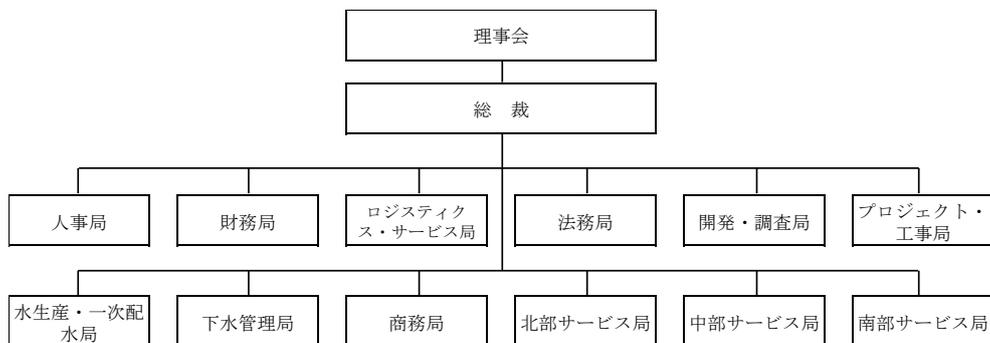
3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

SEDAPAL は職員数 2,515 名を擁し、ペルーの上下水道公社の中でも随一の組織能力を備えている。SEDAPAL の組織図を図 4 に示す。本事業についての運営維持管理の分担は以下の通りである。

- ・ 水生産・一次配水局：取水口・ワチパ浄水場・北部送水管（浄水場統合チーム）、主要上水道網（一次配水チーム）、ポンプ施設（ポンプ運営・維持管理チーム）
- ・ 下水管理局：主要下水道網（一次収集チーム）
- ・ 北部・中部サービス局の下にある 3 サービスセンター（コマス、サンファンデルリガンチョ、アテ・ビタルテ）：末端上下水道網

図 4 SEDAPAL の組織図



ワチパ浄水場と北部送水管では、工事契約にコントラクターによる 4 年間の運営期間が含まれていた。2011 年 7 月に同浄水場が完成した後、浄水場と北部送水管はコントラクターにより運営されていたが、その後は SEDAPAL の水生産・一次配水局が 23 名の職員を配置して直営で運営している。警備・清掃、電気機械設備の大きな修理などは外部委託されている。SEDAPAL によると、職員配置数は十分だが、今後、予定通り 2018 年までかけて生産量が増えるとさらに 5-7 名の運営・保守要員の増員が必要になる。なお、同浄水場では 30 年間のコンセッションによる第二期事業が予定されているが、その契約範囲には浄水場の拡張、Marca II 水源の建設と南部送水管建設に加え、本事業で建設された同浄水場第一期と北部送水管の運営・維持管理が含まれている。このコンセッションの契約時期は決まっていない。

SEDAPAL の水生産・一次配水局は主要上水道網の SCADA を運用するとともに、緊急対応のためにバルブ交換 2 組、SCADA 2 組、管路修理 2 組、各組 5~6 名の運営・維持管理チームを運用している。重機も備えている。管路破損・漏水等が発生すると、まず SCADA で当該配水区画を閉鎖し、管轄するサービスセンターと連携して修理にあたる。工事にあたり、緊急を要する場合などは各センターに配置された外部委託業者が手伝うこともある。同局担当者によると、リマ首都圏全域を担当するにはチーム数は十分とは言えない。

末端上下水道網の運営維持管理を担当する各サービスセンターには漏水・下水詰まり等のための緊急対応チームがあり、給水については 24 時間 3 交代、下水については日中 2 交代で対応する。下水管のための高圧洗浄車等も備えている。各センターには外部委託業者の人員が配置され、管路の予防保守（老朽管路の更新、清掃・殺菌・洗浄など）と緊急修理工事を行う。漏水・下水詰まり等の連絡があるとまず緊急対応チームが出動し、修理工事が必要な場合は外部委託業者が実施する。各センターによると、現在の人員体制でも概ね対応可能であるが、より迅速に質の高い修理工事を行うためには緊急対応チームの増強及び外部委託業者の作業を監督する職員の増員が必要である。



ワチパ浄水場の SCADA 表示画面



ポンプ施設の中央ワークショップ

SEDAPAL には約 1500 のポンプ施設があり、その運営・維持管理は水生産・一次配水局ポンプ施設運営チームが実施する。ポンプ施設の 8 割は外部委託のオペレーターが手動で、2 割は SCADA で自動運転されている。SCADA とポンプ施設については予防保守が行われている。首都圏 3 カ所に電気機械・塩素注入設備の補修チームが配置され、中央ワークショップではポンプ・モーター・配電盤・塩素注入ポンプ等の修理が行われる。一部の修理は外注される。

以上のように、緊急対応チーム等の人員が不足する面があるものの、本事業の運営・維持管理体制は明確であり、大きな課題は見られない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

SEDAPAL は多数の技術者を抱えており、人材能力強化計画があり、職員への各種研修が実施されている²⁶。また、配水区画化、SCADA、活性汚泥法による下水処理など、ペルーの上下水道分野で先進技術を率先して導入してきた。さらに、品質管理、環境管理、労働安全衛生、情報セキュリティ、試験所及び校正機関の能力についての国際規格について認証を受けている。以上を総合し、SEDAPAL は全般的に高い技術能力を持つと考えられる。

SEDAPAL によると、ワチパ浄水場の処理プロセスは既存アタルヘア浄水場と同様であり技術上の問題はない。北部送水管についても技術上の課題は特になく、狭い敷地に対応して導入された新技術により 3 つの処理プロセスを同時に操作できるのでアタルヘアよりはるかに操作性が良いとのことである。第二次現地調査時、浄水場運営・維持管理マニュアルは 1 年間の運用結果を踏まえて見直し中であった。他方、SEDAPAL へのコントラクターからの引継ぎは急いで行ったので研修や情報の引継ぎが十分でなく、現場に図面がないなどの不便が見られた²⁷。

SEDAPAL には本事業に関連して①ワチパ浄水場、②主要上水道網、③ポンプ施設の 3 つの SCADA があるが、別々に設計・設置されてきたため、システム間に互換性はなく、相互に接続されていない。ただし、それぞれのコントロール・ルームで他 SCADA の情報の一部を見ることはできるため、電話等を通じてある程度の連携を図ることができる。各 SCADA ではシステム改善・拡張の設計や機材修理に外部委託を利用することがある。各 SCADA についての SEDAPAL の説明を総合すると、SEDAPAL は SCADA について 20 年近く経験を蓄積しており、外部委託を活用して各 SCADA の運営・維持管理を行う技術能力は備えていると考えられている。

主要・末端上下水道の運営・維持管理に特別な技術は必要とされず、技術上の課題は特に見られない。配水池・ポンプ施設にはマニュアル類が備えられ、毎日の運営・維持管理記録が残され、緊急時等の通信連絡体制も確立している。

²⁶ 上下水道事業運営に関連して JICA が実施する課題別研修に、SEDAPAL から毎年 1 名以上が参加している。

²⁷ SEDAPAL によると、コントラクターによる運営・維持管理の期間を延長することが検討されていたが、方針変更によりこれを取りやめ直営になることが急遽、決定された。

3.5.3 運営・維持管理の財務

SEDAPAL の 2012 年～2015 年の営業利益は黒字で、2015 年は 20%と高い営業利益率を上げている（表 6）。この期間、流動比率は 200%以上と高い。負債比率は 2012 年～2014 年は 100%以下であったが、2015 年に 140%となった。これは国際会計基準に合わせるための会計基準の変更に伴い帳簿上の自己資本額が減少したためで、企業としての安全性が低下したわけではない。他方、SEDAPAL の無収水率は 29.8%（2015 年）、水道メーター設置率は 88.5%（2015 年）で、いずれも改善傾向にある²⁸。

表 6 SEDAPAL の財務状況

（単位：千ソル）

	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
営業収入(i)	1,385	1,472	1,513	1,624
上下水道料金収入	1,331	1,419	1,409	1,508
その他の収入	54	52	104	115
営業費用(ii)	1,318	1,224	1,385	1,300
営業原価(a)	1,028	904	941	949
販売費	155	180	194	181
管理費他	135	140	250	169
営業利益(iii)=(i)-(ii)	67	248	128	323
営業外収入(iv)	301	154	288	177
営業外費用(v)	118	85	115	293
税金(iv)	67	90	42	56
経常利益 (v)=(iii)+(iv)-(v)-(vi)	182	227	259	151
Working Ratio(b)	67%	65%	76%	59%
営業利益率	5%	17%	8%	20%
流動比率(c)	212%	272%	355%	418%
負債比率(d)	77%	80%	82%	140%

出典：SEDAPAL

注：(a) 運営維持管理費及び原価償却費を含む

(b) 運営維持管理費／営業収入

(c) 流動資産／流動負債

(d) 負債／資本

以上により、SEDAPAL の財務は健全で、安定していると判断される。なお、施設が分散しているため本事業の施設のみの運営・維持管理費用の情報は得られなかったが、その運営・維持管理について財務面の制約を背景とした深刻な課題は特に見られなかった。

3.5.4 運営・維持管理の状況

ワチバ浄水場の取水口では、2015 年 9 月に、越流堰の下流部分が水流によりえぐられ損傷していることが確認され、2015 年 11 月に応急補修が行われた。SEDAPAL によると、土砂を多く含む水流が設計で想定された以上の衝撃を与えた可能性があると考えられる。

²⁸ 2005 年には無収水率は 41.1%、水道メーター普及率は 65.8%であった。

SEDAPAL は、今後、詳しい調査を実施し、それを踏まえて恒久的な措置を行う予定である。

ワチパ浄水場の沈砂池に設置された土砂除去ポンプは、水を含んだ砂の粒子が細かいために土砂を十分に除去できないため、必要に応じて人力による除去作業が行われている。SEDAPAL によると、砂の除去には人力で多くの労力を要するため、今後、生産量が増加すると人材の増強が必要になる。

北部送水管では 2012 年に破損事故（前述）があったが、事故直後の調査に基づき応急対応策が講じられており、その後問題は生じていない。同調査では長期的な改善策が提案されたが、SEDAPAL は今後さらに調査をして具体的な対応を決める予定である。

現地視察及び SEDPAL へのヒアリングの結果から、本事業で建設された主要上下水道網・末端上下水道網・ポンプ施設等には特に問題は見られず、適切に運営・維持管理されていると考えられる。

ワチパ浄水場の SCADA、主要配水網の SCADA は適切に稼働している。ただし、SEDAPAL によるとワチパ浄水場の SCADA はコントラクターによる計測器の保守・校正が不十分だった。直営になってからは逐次、保守・校正を行っている。ポンプ施設の SCADA は設置から 10 年近くを経て既に耐用年数が終わるが、コントロール・ルームとの無線通信に多くの不具合が発生し、遠隔操作できない施設が多い。遠隔操作できなくても自動運転は機能するが、現場でオペレーターがモニタリングする必要がある。不具合が多く、それがそのままにされている背景には、導入された SCADA 技術が旧式でシステム構成が複雑であるという技術的理由が挙げられる。本事業以降に設置された SCADA で一部に別メーカーのシステム・機器が使われていることもあり、本事業の SCADA で用いられている技術が陳腐化したことから、ポンプ運営・維持管理チームは SCADA の簡素化・標準化のための調査・検討を始めている。

以上より、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに大きな問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業はペルーのリマ首都圏北部地域において新規浄水場の建設及び上下水道網の整備を行うことにより周辺居住域における上下水道サービスの拡大及び改善を図り、もって同地域の生活環境改善に貢献することを目的に実施された。上下水道分野は審査時から事後評価時まで一貫してペルー政府の重要課題である。審査時、リマ首都圏における上下水道整備の必要性は大きく、本事業の施設は事後評価時にも重要な役割を果たしている。また、本事業は審査時の日本の援助政策とも整合する。以上により、本事業の妥当性は高い。本事業のうち、ワチパ浄水場と北部送水管は首都圏における水需要の見直し結果に沿って実施が 6 年間先送りされた。他方、北部送水管を既存上水道網に接続するための工事はコントラクターとの契約が解除され未完成である。そのため実施期間は計画の 3 倍以上である。

また、物価上昇と工事量の増加により事業費は2倍近くに増大した。よって本事業の効率性は低い。本事業による上下水道網整備によるサービス拡大は計画の9割近くに達し、新規接続世帯・既接続世帯において上下水道サービスの拡大と改善、生活環境改善などの効果が概ね計画通り発現した。しかし、ワチパ浄水場の生産量は、既存上水道網との接続が進まないため、計画の4分の1にとどまる。よって本事業の有効性・インパクトは中程度である。本事業の運営・維持管理について体制面・技術面・財務面に問題は見られず、持続性は高い。

以上より、本事業は一部課題があると評価される。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

SEDAPAL は、ワチパ浄水場と北部送水管の早期活用のため、これに関連する本事業の主要上水道網工事を早急に完了し、施設を稼働させる必要がある。また、ワチパ浄水場の取水口の損傷についての調査を行い、適切な恒久的対策を講じる必要がある。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

上水道施設の建設事業実施についての全体計画の整合性

大都市の上水道施設の整備において、水源・水生産施設・送配水施設の複数の建設事業の実施についての全体計画（プログラム）に整合性がない場合は、事業効果の低減を招く可能性がある。従って、水源・水生産施設・送配水施設を含む全体計画には十分な整合性を確保するとともに、その実施においても整合性を保つための的確な進捗管理が重要である。そのような全体計画にドナーが関与する事業が含まれる場合は、当該都市の上水道整備に責任を負う組織はドナーと密接に連携しつつ、事業間の整合性に十分留意した進捗管理を行うことが必要である。本事業に関しては、事業範囲内でそのような整合性を確保する計画が立てられていたが、ワチパ浄水場と北部送水管の完成に比べて本事業及びその他の関連事業による送配水施設との接続が遅れたため、水生産量が計画の4分の1にとどまり、十分な有効性・インパクトが得られなかった。

主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
① アウトプット <u>ワチパ浄水場</u> 取水施設 取水堰 導水管 浄水場 浄水能力 <u>北部送水管</u> 送水管（延長） 配水池（分水槽） <u>主要上下水道網</u> 上水道 井戸建設 井戸改善 配水池建設 配水池改善 配水管敷設 下水道 下水管 <u>末端上下水道網</u> 上水道新規接続数 下水道新規接続数	10 m ³ /秒 5 m ³ /秒 5 m ³ /秒 26.4km 5 カ所 6 カ所 42 カ所 75 カ所 38 カ所 174.0km 19.9km 52,000 47,000	計画通り 計画通り 計画通り 計画通り 4 カ所 0 カ所 61 カ所 64 カ所 91 カ所 134.9km 51.7km 43,836 43,760
② 期間	2000年3月～2005年9月 (67ヵ月)	2000年3月～2016年11月 (未完成、201ヵ月)
③ 事業費 円借款 ペルー側資金 合計 換算レート	24,854 百万円 8,284 百万円 33,138 百万円 1 ドル=113.5 円	34,094 百万円 24,132 百万円 58,227 百万円 1 ドル=101.0 円