

平成 21 年度円借款事業 事後評価報告書（ペルー）

平成 22 年 7 月
(2010 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

委託先
株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン

序文

政府開発援助においては、1975 年以来個別プロジェクトの事後評価を実施しており、その対象を拡大させてきました。また、2003 年に改訂された「ODA 大綱」においても「評価の充実」と題して「ODA の成果を測定・分析し、客観的に判断すべく、専門的知識を有する第三者による評価を充実させる」と明記されています。

こうした背景の中、より客観的な立場から事業の成果を分析し、今後の類似事業等に活用できる教訓・提言の抽出を目的として、主に 2007 年度に完成した円借款事業の事後評価を外部評価者に委託しました。本報告書にはその評価結果が記載されています。

本評価から導き出された教訓・提言は、国際協力機構内外の関係者と共有し、事業の改善に向けて活用していく所存です。

終わりに、本評価にご協力とご支援を頂いた多数の関係者の皆様に対し、心より感謝申し上げます。

2010 年 7 月
独立行政法人 国際協力機構
理事 黒田 篤郎

本評価結果の位置づけ

本報告書は、より客観性のある立場で評価を実施するために、外部評価者に委託した結果を取り纏めたものです。本報告書に示されているさまざまな見解・提言等は必ずしも国際協力機構の統一的な公式見解ではありません。

また、本報告書を国際協力機構のウェブサイトに掲載するにあたり、体裁面の微修正等を行うことがあります。

なお、外部評価者とJICA事業担当部の見解が異なる部分に関しては、JICAコメントとして評価結果の最後に記載することがあります。

本報告書に記載されている内容は、国際協力機構の許可なく、転載できません。

目 次

ユンカン（パウカルタンボ II）水力発電所建設事業

1. 案件の概要	1-1
2. 調査の概要	1-2
3. 評価結果	1-4
4. 結論及び教訓・提言	1-16

リマ南部下水道整備事業

1. 案件の概要	2-1
2. 調査の概要	2-2
3. 評価結果	2-4
4. 結論及び教訓・提言	2-18

山岳地域社会開発事業

1. 案件の概要	3-1
2. 調査の概要	3-2
3. 評価結果	3-3
4. 結論及び教訓・提言	3-15

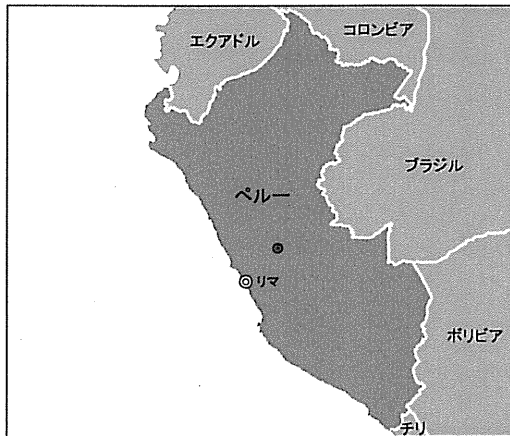
ペルー共和国

ユンカン (パウカルタンボ II) 水力発電所建設事業

外部評価者：グローバル・グループ 21 ジャパン

藺田 元

1. 案件の概要



プロジェクト位置図



ユンカン水力発電所 (地下発電施設)

1.1 事業の背景

1990年代、フジモリ政権が実施した経済安定化政策と構造調整政策により経済混乱期を脱しつつあったペルーでは、1993年に政府公共投資計画が策定され、経済社会インフラのリハビリ・整備に重点を置いた公共投資が推進されていた。

ペルーの電力セクターでは1995年当時、発電設備能力の56%、発電電力量の77%を水力に依存していたが、電化普及率は62%にとどまり、一人当たり電力消費量は689kWhと中南米諸国平均の半分に過ぎなかった。こうした状況のもと、政府は電力セクターを経済開発の重点分野と位置づけ、エネルギー鉱山省は2005年までの電力整備計画を作成した。同計画では1995～2008年に電力消費量が年率5.0～5.5%で増加すると予測し、これを供給するための発電能力拡張プログラムを策定し、2000～2008年の期間に建設すべきとされる10か所の水力発電所のひとつに本事業を挙げた。

本事業の調査は1960年代より開始されており、エネルギー鉱山省は1976～1978年のフィージビリティ調査見直しを経て1981～1982年には詳細設計を実施した。その後、上記プログラムに基づき1995年にペルー政府より円借款要請がなされ、1996年にL/A調印、1996～2005年にかけて実施されたものである。

なお、本事業予定地の約10km下流には1956年より運用されているヤウピ (パウカルタンボ I) 発電所 (108MW) がある。

1.2 事業の概要

リマ北東 200km のパスコ州パウカルタンボ川沿いの既存発電所（パウカルタンボ I）の上流に設備容量 126MW（42MW×3 基）の地下水力発電所を建設し、あわせて取水施設および導水トンネル、変電所、送電線を建設することにより、ペルー全土の電力需要増に対応し、もって同地域の生産基盤の整備による経済活性化および地域振興に寄与する。

円借款承諾額／実行額	33,000 百万円 / 30,669 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1996 年 8 月 / 1996 年 9 月
借款契約条件	金利 2.7%（コンサルティングサービスは 2.3%）、 返済 25 年（うち据置 7 年）、一般アンタイド
借入人／実施機関	ペルー共和国政府／エネルギー鉱山省・中央発電公社（以下 EGECEM、現 ACTIVOS MINEROS） ¹
貸付完了	2008 年 3 月
本体契約	ALSTOM BRASIL LTDA.(ブラジル)・ALSTOM POWER HYDRO(フランス)（JV）、ALSTOM HOLDINGS(フランス)・東芝(日本)・ALSTOM POWER HYDRAULIQUE SUCURSAL DEL PERU(フランス)(JV)、VA TECH HYDRO S.A.(スイス)、地崎工業(日本)・COSAPI S.A.(ペルー)・SKANSKA AB(スウェーデン)(JV)
コンサルタント契約	電源開発（株）（日本）
関連調査等	エネルギー鉱山省が 1970～80 年代にフィージビリティースタディーおよび詳細設計を実施
関連事業	なし

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

藪田 元（グローバル・グループ 21 ジャパン）

¹ 本事業はエネルギー鉱山省の内部に実施部局を設置して実施するとされていたが、実際は 1996 年 11 月に中央発電公社（以下、EGECEM）がその実施を担当した。本事業の設備は EGECEM を通じて国が所有している。EGECEM は発電と電力販売を専門とする国営企業であるが、2009 年 12 月より ACTIVOS MINEROS に吸収された。ACTIVOS MINEROS は、炭鉱などの国有地における環境保全・修復事業を行う FONAFE（Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado：国営企業活動基金）傘下の国営企業であり、現在はユンカン水力発電所の用益権契約の監督を行っている。

3. 評価結果（レーティング：A）

3.1 妥当性（レーティング：a）

3.1.1 開発政策との整合性

背景で述べたように、本事業はペルー政府の公共投資政策に基づく電力整備計画の中に位置づけられており、開発政策との整合性が高かった。

現政権のエネルギー政策は資源の合理的活用、外部依存の軽減、産業競争力強化に貢献するエネルギー価格の実現、環境保全を目的に掲げている。電力需要の継続的な増加が予想されることから、経済開発における電力セクターの重要性に変化はないと思われるが、民営化政策の推進に伴い、1996年以降、発電・送電・配電（都市部）では民間投資の役割が増大し政府投資の役割は農村電化に重点を移した。現政権は農村電化の推進を社会政策のひとつとして掲げ、2011年までに世帯電化率を90%以上にすることを目標としている。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

背景で述べたとおり、1995年当時のペルーの電化率、一人あたり電力消費量は低く、継続的な電力需要増が見込まれるなか、電力供給能力の強化が急務であった。

現在、ペルーの電化率は80%（2007）、一人あたり電力消費量は1010kWh（2008）に達したが、一人あたり電力消費量は今も中南米平均の半分程度である。電化率、一人あたり電力消費量ともに改善の余地が大きく、電力セクターの開発ニーズは高い。ペルー全国の電力需要は2000～2007年の8年間には年間8.6%の高率で増加したが、その後2017年までは年率7.3%の増加が見込まれている。今後も電力需要が増加するなかで、発電能力を増強・維持する必要性は高い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

日本は、旧ODA大綱（1992年）において、経済社会開発の重要な基礎条件であるインフラストラクチャーの整備を支援するとしていた。また、日本はフジモリ政権下における90年以降の経済の持続的成長・貧困撲滅への改革努力を評価し、積極的な協力を実施していた。同国における多様な開発ニーズに合わせ協力内容の質・量の強化を念頭に、96年以降、原則として毎年円借款を供与することを決定していた。その後99年度の同国向け援助の重点分野のひとつに経済インフラ整備を挙げ、電力分野等において地方ニーズへの対応も念頭に置き積極的に協力するとした。したがって、本事業は、審査当時の日本の援助政策と整合している。

以上より、本事業の実施はペルー共和国の開発政策、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：b）

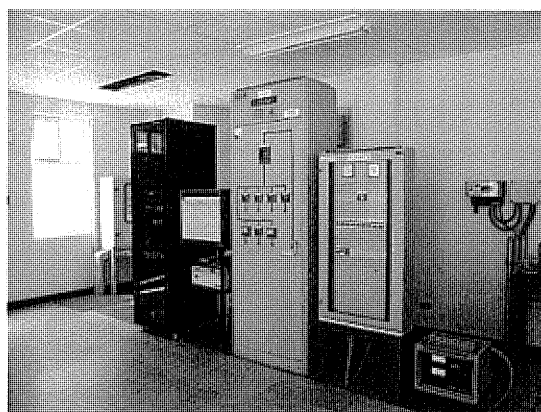
3.2.1 アウトプット

審査の計画では、本事業は以下の3つのコンポーネントで構成された。

- ① 発電所コンポーネント：パウカルタンボ川沿いの地下発電所（126MW）、パウカルタンボ川のウジャマヨ取水施設、ウアチョン川のウチュウェルタ取水施設および両取水施設と地下発電所を結ぶ導水トンネルを建設する。両取水施設には日間調整用の貯水池を設ける。
- ② 送電コンポーネント：発電所に隣接するサントイザベル変電所およびオロヤヌエヴァ、カルアマヨの2変電所、約130kmの送電線を建設する。
- ③ その他：上流部氷河湖2ヶ所の整備を行う²。用排水路・道路維持管理機材を調達する。詳細設計見直しと施工管理のためのコンサルティング・サービスを実施する。



ウチュウェルタ取水施設



ウジャマヨ取水施設

² 氷河湖整備は本事業の発電量を約4%増加させる効果が見込まれていた。

発電所コンポーネントはほぼ計画通り実施された。トンネル延長および工法は地質条件等を考慮して詳細設計見直しに基づき修正された。

送電コンポーネントは、ペルー政府の財政難により政府資金が制約されたため、サンタイザベル変電所において高額なガス絶縁開閉器（GIS）の導入を中止し、在来技術を採用した。さらに、他の2ヶ所の変電所および送電線の一部は本事業の範囲から外され、別途、民営送電会社（ISA PERU）により実施された。

氷河湖は FONAFE のもとにある国営鉱山会社（CENTROMIN）の所有であったが³、同社が分割民営化される過程で、本事業実施機関（EGECEN）とは別組織がこれを運用することになったため、本事業における整備はキャンセルされた⁴。

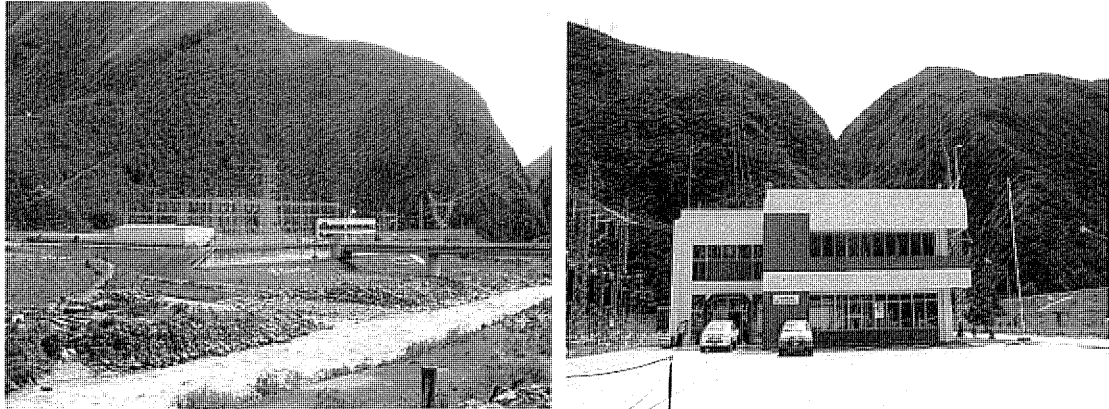
維持管理機材の調達は、民営化促進のため本事業の30年間の用益権を授与された民間企業 ENERSUR 社が必要な機材を既に所有していたため不要となった。

表-1 事業アウトプットの計画および実績

<p><発電所コンポーネント></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ウチュウエルタ（Uchuhuerta）取水施設 <ul style="list-style-type: none"> ウチュウエルタ取水ダム ウチュウエルタ取水施設（最大取水量 20 m³/秒） 沈砂池 第1トンネル（無圧式、12.3km） 第2トンネル（導水トンネル、569.5m） ・ウジャマヨ（Huallamayo）取水施設 <ul style="list-style-type: none"> ウジャマヨダム（ダム高 50m、総貯水量 180 万 m³） 取水施設（最大取水量 30 m³/秒） 第3トンネル（導水トンネル、283.8m） 第4トンネル（導水トンネル）（7,036m） サージタンク ペンストックトンネル（709m） ・地下発電所 <ul style="list-style-type: none"> 放水路トンネル（Tail Race Tunnel）（976m） 放水路（Outlet） タービン（Turbine）（43.3MW×3基） 発電機（Generator）（47MW×3基） 変圧室、変圧器（15.7MW×10基） <p><送電コンポーネント></p> <ul style="list-style-type: none"> ・送電線（130km） ・変電所 <ul style="list-style-type: none"> サンタイザベル（Santa Isabel）変電所建設 オロヤヌエヴァ（Oroya Nueva）変電所拡張 カルアマヨ（Carhuamayo）変電所拡張 <p><その他></p> <ul style="list-style-type: none"> ・上流貯水湖（氷河湖）：2か所整備 ・用排水路・道路施設の維持管理機材の調達 ・コンサルティングサービス 	<p><発電所コンポーネント></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ウチュウエルタ（Uchuhuerta）取水施設：計画通り <ul style="list-style-type: none"> 取水ダム：計画通り 取水施設：計画通り 沈砂池：計画通り 第1トンネル：11.2km（若干短縮） 第2トンネル：1.6km（延長） ・ウジャマヨ（Huallamayo）取水施設：計画通り <ul style="list-style-type: none"> ウジャマヨダム（ダム高 60m、総貯水量 160 万 m³）（縮小） 取水施設：計画通り 第3トンネル 247.0m（若干短縮） 第4トンネル 7,010m（若干短縮） サージタンク：計画通り ペンストックトンネル：計画通り ・地下発電所：計画通り <ul style="list-style-type: none"> 放水路トンネル 869m 放水路：計画通り タービン 44.5MW×3基（若干拡大） 発電機 48.2MW×3基（若干拡大） 変圧器 48.2MW×3基（若干縮小） <p><送電コンポーネント></p> <p>資金制約により事業範囲が縮小。残りは他資金で実施。送電線は 50km。残り 80km は民間企業が実施。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サンタイザベル変電所：設計変更（GIS→在来型） ・オロヤヌエヴァ変電所：事業外（民間企業が実施） ・カルアマヨ変電所：事業外（民間企業が実施） <p><その他></p> <ul style="list-style-type: none"> ・氷河湖整備：未実施 ・維持管理機材の調達：未実施 ・コンサルティングサービス：計画通り
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

³ FONAFE については脚注 1 を参照。

⁴ 氷河湖を運用することになったのは中部鉱山地域の発電所運営維持売電を担当する専門会社（ELETROANDES）である。



サントイザベル変電所と事務棟

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業期間

本事業は 1996 年 2 月～2002 年 11 月の 82 ヶ月間で実施される計画であったが、実際は 1996 年 9 月～2005 年 8 月の 108 ヶ月間で実施された。事業期間は計画比 132%、完成は当初計画より 2 年 2 ヶ月遅れとなった。

実施が遅れた主な理由は以下のとおりである。

- ・ 経済財政省およびエネルギー鉱山省による EGECCEN へのコンセッション承認手続き、資金移転手続きに時間を要し、準備工事の開始が 1 年半遅れ、土木工事開始が 1 年遅れた。
- ・ 浸水・崩落などトンネルの難工事による遅延。
- ・ 2000～2003 年の政府財政逼迫による内貨資金不足および借款資金利用額への制約により土木工事の開始が遅れたほか、その後の支払い遅れにより工事が中断し、工事期間が大幅に伸びた⁵。最終的に、用益権契約により本事業の運用を民間に委託することにより内貨資金が確保され、工事を完成させることができた⁶。

⁵ 送電線工事は、最初のコントラクターが財務上の問題などにより契約を履行できなかったため、再調達となり完成は発電所運転開始後の 2006 年 2 月になった。なお、送電線完成までの期間は、臨時に ELECTRO ANDES の別の送電線を利用したので発電に支障はなかった。

⁶ 政府資金難により、2000 年には事業中止の可能性が検討されたこともあった。その後、ペルー政府の提案により、民営化促進の一環として本事業の運用を民間に委託することにより当該民間企業から前払い金を受けて事業を継続する方法が検討された。事業が未完成であったこと、本事業に適用された社会貢献制度がペルーで初めて適応される事業であったこと、地元住民や地方政府が当初民営化に反対していたことなどから、その実現には数年を要し、本事業の運用は 2004 年 2 月に民間発電会社である ENERSUR にコンセッション委託された。ENERSUR はペルーで 1030MW の発電能力を有する民間企業である（全国シェア 20%）。ENERSUR は 30 年間の用益権への対価として EGECCEN に 17 年かけて 205 百万ドルを支払い、発電電力を販売する権限を有するが、施設の所有権は EGECCEN（現 ACTIVOS MINEROS）を通じて国に残る。前述の各種リスクがあったことから、応札は一家のみだった。なお、205 百万ドルは総投資額の約半額にとどまるが、これは政府の予定価格を超えていた。発電所は追加投資により少なくとも 50 年間は稼働できるため、契約終了後もさらなる資金回収が可能である。

- ・ 工事終了に伴う短期雇用が終了する地域住民による社会インフラ支援を求めるストによる中断⁷。

3.2.2.2 事業費

事業費の審査時計画は約 440 億円（うち円借款 330 億円）であったのに対し、実績は約 428 億円（うち円借款 307 億円）であり、計画内に収まった。土木工事は、トンネル工事の費用増大および中断や遅れによる工事期間延長などにより計画を 31% 上回った。他方、電気資機材については競争により予定価格の 6 割で調達できたほか、送変電設備については一部事業範囲の縮小及び仕様の変更により計画の 49% に圧縮された。コンサルティング・サービスは期間延長により費用が増加した。

表-2 事業費の計画および実績

	審査時計画			実績		
	外貨 (百万円)	内貨 (百万円)	合計 (百万円)	外貨 (百万円)	内貨 (百万円)	合計 (百万円)
土木工事	3,871	11,090	14,961	0	19,530	19,530
電気資機材	9,135	2,643	11,778	3,824	1,904	5,728
一般管理費	0	565	565	0	3,098	3,098
用地取得	0	785	785	0	135	135
関税・税金	0	6,646	6,646	0	8,909	8,909
コンサルサービス	1,897	709	2,606	3,443	0	3,443
物的予備費	1,490	2,244	3,734	32	0	32
建中金利	2,922	0	2,922	1,936	0	1,936
合計	19,315	24,682	43,997	9,234	33,577	42,811

為替レート：（審査時）1 ドル=2.25 ソル=100.00 円

（評価時）1 ドル=2.85 ソル=116.46 円

以上より、本事業は事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性（レーティング：a）

3.3.1 定量的効果

3.3.1.1 運用・効果指標

ユンカン水力発電所はリマにあるシステム経済運用委員会（COES）⁸の指令により発電量を調節し、ペルー全土に広がる基幹送電網に電力を供給している⁹。

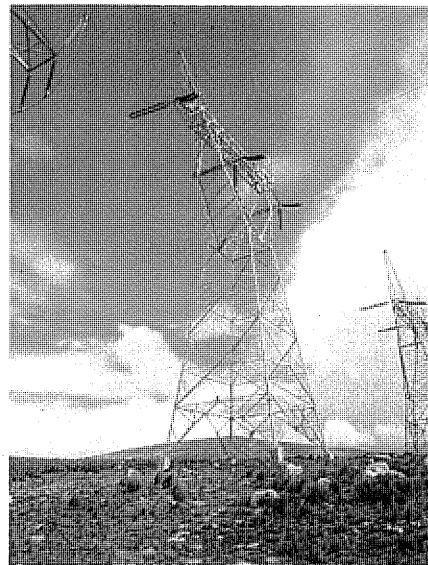
⁷ EGECEEN はこれに応じて周辺地域で学校、診療所、上水道施設などを整備した。

⁸ COES（Comité de Operación Económica del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional）は、基幹送電網および接続される発電所に対し、経済性を考慮しつつ安定した電力供給を実現するために発電量などの指示を出す民間組織。

⁹ 基幹送電網（SEIN：Sistema Eléctrico Interconectado Nacional）はペルー電力市場の 98%を

本発電所の運用は順調で、計画外停止は少ない。2006～2009年の稼働率（発電可能な状態にある比率）は97.5%と高い。2005年の発電試験による有効出力は136.7MWと計画を上回り、これまでの最大出力は137.8MW（2009年）に達する。

2006-2009年の平均年間発電電力量は800.3GWhであり、審査時計画（910.1GWh）の88.0%、詳細設計時計画（901.2GWh）の88.9%であった。計画に達しなかった主な原因は、近隣にある火力発電所がリハビリ事業により発電能力を增強したことから、既存送電網の一部で送電能力の限界に達する状況が生じ、COESの指示により本発電所の発電量が制約されたためである。この問題は民間会社がエネルギー



本事業による送電線

鉾山省の調整のもとで実施する送電線の增強事業により2010年中に解決される予定である。また、2008年11月～2009年1月に2ヶ所ある取水施設のうち1ヶ所が住民に占拠され稼働できなかったことも発電量の減少に一部影響している¹⁰。以上に伴い、河川流量の利用率は計画約70%に比べ実績約50%と小さくなっている¹¹。

表-3 ユンカン水力発電所の運用効果指標の計画と実績

	審査時目標 詳細設計時目標	2005 Aug 23-	2006	2007	2008	2009
稼働率	-	-	96.9%	98.6%	97.6%	96.7%
最大出力	126 MW 130.6MW	132.3MW	136.9MW	136.6MW	137.2MW	137.8MW
発電電力量	910.1GWh 901.2 GWh	222.9GWh	837.4GWh	764.0Wh	782.1GWh	821.7GWh

（出典）EGECEN

3.3.1.2 内部収益率の分析結果

審査時には、本事業の財務的内部収益率（FIRR）は9.1%と算出された。計算の前提・手順などは不明である。事後評価にあたり以下の前提でFIRRを再計算したところ、9.3%との結果を得た。計算方法が同じでない可能性があるため、審査時計算結果

カバーする送電網で、2001年に中央北部送電網（市場シェア80%）と南部送電網（市場シェア17%）が連結されることにより誕生した。審査時には本事業は中央北部送電網に電力を供給するとされていた。

¹⁰ この事件についてはインパクトの項で詳述。

¹¹ 本発電所付近の観測結果によると、2006-2009年の年間降雨量はほぼ平年並みであった。

との比較は行わない。

- ・ プロジェクトライフ 50 年
- ・ 便益：売電収入。発電量は、2010 年は 2006-2009 年の平均、2011 年以降は計画通り。売電価格は 2006-2009 年の平均値。
- ・ 費用：発電所建設費用、維持管理費用

審査時には経済的内部収益率（EIRR）は算出されていなかったが、本事業と同時期に建設された類似規模の火力発電所による代替発電能力建設費用および代替発電費用を便益としてこれを計算したところ、18.4%との結果を得た。

3.3.1.3 定性的効果

本発電所の電力は主にベースロードへの対応に使われている¹²。大消費地である鉛・亜鉛鉱山およびリマ首都圏に近く、送電ロスの少ない効率的な電力供給が可能である。

本発電所が発電に利用した水量は、利用されなかった水量とともに、下流にあるヤウピ水力発電所の発電に利用される。本事業はヤウピ水力発電所の発電量増加には直接貢献しないが、本事業の貯水機能により下流の河川流量が制御されることを通じて、ヤウピ発電所は発電指令へのよりの確な対応が可能となった。

以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

本事業は、ペルー全土に電力を供給する基幹送電網に接続されることで、全国の安定した電力供給に貢献し、同国の生産基盤の整備による経済活性化および地域振興に寄与することが想定されていた。

ペルーでは 1995～2008 年に発電分野に約 2,900 百万ドルが投資され、基幹送電網に接続する発電能力は 1,962MW 増加した。本事業（投資額 380 百万ドル、発電能力 137MW）がこれに貢献している。2008 年現在、本事業は基幹送電網に接続される総発電能力の 2.3%、供給される総電力供給量の 2.6%を占める。この期間のペルーの電力供給状況の変化を表-4 に示す。

¹² 1 日の電力需要は時刻により変動し、深夜に最も低くなるが、ベースロードとは 1 日を通じて常に存在する電力需要を指す。

表-4 ペルーの電力供給状況の変化

	1995	2008
基幹送電網への電力供給量	12,426GWh	30,830GWh
基幹送電網に接続する有効発電能力（注1）	2,861MW	5,371MW
基幹送電網に接続する余剰発電能力（注2）	809MW	1,172MW
全国世帯電化率	64.9%	79.5%
一人当たり電力消費量	584kWh	1,010kWh

（出典）Evolución de Indicadores del Mercado Eléctrico 1995-2008（エネルギー鉱山省）

（注1）1995～2008年の期間の増加は民間投資以外による増加を含む。

（注2）余剰発電能力は、有効発電能力と最大需要電力の差。

1995年以來、基幹送電網の有効発電能力は常に最大需要電力を上回り、十分な余剰発電能力が確保されてきた結果、計画停電は行われなかった。鉱山エネルギー省およびシステム経済運用委員会（以下、COES）によると、現在計画中・進行中の発電事業が予定通り進めば、今後も安定した電力供給が可能である。さらに、COESによると、本事業を含む新たな発電能力が追加されたこと、頻繁に稼働停止する老朽化した発電所が更新されたこと、送電網の整備が進んだことなどにより、周波数変動、電圧変動などは改善された¹³。

ペルー経済は2000年代後半から成長が加速し、2008年の経済成長率は9.8%に達した。世界銀行の資料によると¹⁴、ペルーの投資環境は中南米地域の32カ国中第7位に位置づけられている。投資家にとって主な制約は労働者の雇用と建設許認可の取得である一方、電力供給については平均的な停電回数が月に0.9回と、中南米地域平均（月2.68回）の3分の1にとどまっている。したがって、ペルーの安定した電力供給は投資促進を通じた経済成長に貢献する要因であり、本事業もこれに寄与していると考えられる。

3.4.2 その他、正負のインパクト

3.4.2.1 住民移転および補償

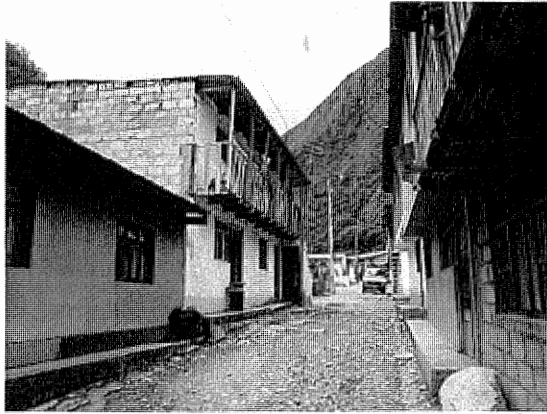
本事業ではサンタイザベル変電所、貯水池の予定地（EGECEN所有地）に民家および農地があり、約70世帯については事業開始前の1996年1月に移転と用地取得への同意が得られていた。変電所用地では53世帯が補償対象となり、その内25世帯が近隣集落に移転したほか、移転先集落では用地整備に伴いこれとは別に11世帯が移転対象となった。移転先集落では教会、学校、診療所のほか上下水道などのインフラが整備され、120名に職業訓練が提供された。さらに、パウカルタンボ郡を通じて移転住

¹³ 1995～2008年に送配電網整備に対して約3900百万ドルの投資が行われ、送配電ロスの削減（23.4%:1995→10.1%:2008）および電化率・電力消費水準の向上に寄与している。

¹⁴ Doing Business in Peru, 2010

民に宅地所有権を与える手続きが進められている。

移転住民への質問票調査によると、移転住民の多くは手続きの迅速さ、宅地所有権の授与と移転先のインフラ整備には満足しているが、補償額および生活環境の変化には必ずしも満足していない¹⁵。



移転先集落（サンタアニタ）

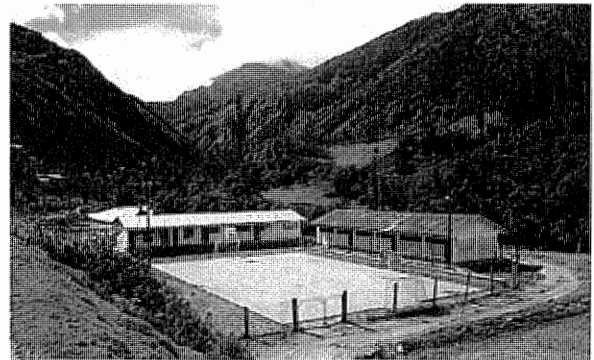


移転先に建設された診療所

3.4.2.2 事業周辺地域の社会経済開発へのインパクト

発電所周辺地域（ウアチョン郡、パウカルタンボ郡）で実施した社会調査の結果によると¹⁶、本事業に関連した以下の活動が好ましい社会経済インパクトをもたらしている。

- ・ 建設工事による短期雇用(約 1500 名)、発電所運営の長期雇用 (約 70 名)
- ・ 事業により建設されたアクセス道路 (約 30km)、建設キャンプの民生利用
- ・ 本事業の工事用送電線を活用して実施された農村電化
- ・ 本事業の一部として地域社会を支援するために実施された社会インフラ整備 (公民館・学校・診療所・水道など)



本事業により建設された学校

¹⁵ 全 36 世帯の移転住民中 25 世帯を対象に質問票調査およびグループ・インタビューを実施した。サンタイザベラ変電所用地は EGECEEN の所有地であり、そこに居住する住民は土地所有権を持たなかった。補償額は世帯ごとに住宅および所有する林木数に応じて算定された。なお、サンタイザベラから移転した住民は、広い敷地で家庭菜園や果樹に囲まれた住居から狭い敷地の住宅が密集する集落へと生活環境が変わったことに不満を感じるものがある。

¹⁶ 事業周辺地域であるウアチョン郡において、移転住民 25 世帯およびその他の住民 75 世帯を対象に質問票調査を行ったほか、6ヶ所で地域住民を対象にしたワークショップを実施した。なお、住民が ENERSUR と緊張関係にあるパウカルタンボ郡においては、住民を刺激することを避けるため、数名の住民にインタビューを行うのみにとどめた。

- ・ 事業完成後の発電所による社会貢献として実施された社会インフラ整備（公民館・診療所・通信など）、農業生産支援事業など¹⁷。

移転集落をはじめ周辺集落では、補償金や事業に関連した雇用などによる収入を使った住宅の建て替えが進んだ結果、耐久性の高い建材を使った住宅が増加して景観に大きな変化が見られる。事業実施に伴い周辺集落には人口が流入し、商店や飲食店が数多く立地したが、商店などは事業完成後多くが閉店し、持続的な経済インパクトとはならなかった。

周辺村落での上下水道普及率、電化率は事業後に大きく改善されたが、本事業によるインフラ整備もこれに一部貢献している。一部の集落では本発電所による社会貢献を利用して携帯電話施設が整備され、携帯電話の利用が可能となった。

全体として、周辺地域の農業を中心とした経済構造に大きな変化は見られない。一方、本事業で整備された二つの取水口を結ぶアクセス道路により山腹に新たな農地の開墾が進み、生産物の運搬が容易になった。本発電所の社会貢献として2008年、2009年に大量の化学肥料が配布され、2009年より農業生産を支援する事業が複数開始されたが、農業分野のはっきりした成果はまだ現れていない。

3.4.2.3 本発電所と地域住民の関係

本発電所による社会貢献事業の進捗が遅いことなどに不満を募らせたパウカルタンボ郡の住民は、法令で禁じられた物質的で直接的な支援（肥料の購入と配布）を強く求め、2009年8月に発電所取水施設を占拠した¹⁸。政府は発電継続のため特例としてこれに応じたが、その後 ENERSUR は同郡における一切の社会貢献事業を停止した。2010年3月時点では、未だに地域住民との緊張関係が続いている。

その後 ENERSUR 社は、住民と対立するなかでも地域代表との接触を保ちながら、住民の要望を考慮して社会貢献活動を検討しつつある。今後は、2010年4月に開始予定の学校教育啓蒙活動をきっかけに、要望が強い携帯電話施設・診療所の整備に加え、

¹⁷ 本事業の社会貢献には ENERSUR 社との用益権契約に基づくものと同社が独自に実施するものがある。用益権契約に基づくものとして、2004～2008年には二次の信託基金（合計1,150万ドル相当）による活動に続き、2008年3月には法令に基づきユンカン社会基金協会と称する非営利団体が設立された。この団体は2009年に第二次信託基金の清算金100万ドルを引き継ぎ、さらに用益権契約に基づき2022年までに1080万ドルが拠出される。ENERSUR社はこれ以外に、独自の社会貢献事業として2005年より2010年までに約400万ドルを支出した。

¹⁸ 発電所周辺地域で実施した社会調査および ENERSUR 社、EGECEN、エネルギー鉱山省の見解によると、二つの郡で実施された第二次信託基金による社会貢献事業は、意思決定過程への参加者が多く、また、通常の政府予算と同様の厳格な事業監理手続きが求められた。このため、進捗が遅く、十分な効果が見られない事業、計画・調査のみで実施に至らなかった事業が数多くあった。これが住民の不満・不信につながり、パウカルタンボ郡では地元政治家による影響、当時の全国的な社会・政治情勢を背景に、2009年8月には暴力を伴う施設占拠事件が発生した。ただし、今後 ENERSUR 社と住民との本格的な対話が再開されれば同様の事件が発生する可能性は低いと考えられる。なお、ウアチョン郡では2008年10月に暴力を伴わない施設占拠事件が発生したが、その後、ENERSUR 社が提案する社会貢献活動の内容に合意し、良好な関係が維持されている。

農業などより広い分野での社会貢献事業について、地域住民との本格的な対話を再開する予定である。

他方、本発電所との関係が良好なウアチョン郡では、住民の8割以上が発電所建設を肯定的に評価している。本事業の社会貢献として実施されてきた学校・診療所・水道・通信施設などのインフラ整備、雇用や商業活動の増加、農業への支援などが肯定的な評価に結び付いたと考えられる。

3.4.2.4 事業周辺地域の自然環境へのインパクト

本事業は1982年に実施された環境影響評価により生活用水、住民環境、生態に影響を与えないことが確認され、1995年に環境局の承認を得た。その後、EGECENは1998年に新たな環境保護規定に沿った補足調査を実施し、本事業の推進に問題がないという結論を得た。EGECENは同調査の提言に沿って事業実施に伴う環境保全対策を実施し、事業完成後はENERSURが環境モニタリングを続けている。

環境モニタリングは主に河川流量と水質、貯水池やアクセス道路の傾斜面の安定性が監視されている。アクセス道路の一部で土壌流出による崩落を防止する措置が必要との指摘があった。現地視察ではアクセス道路に沿って土壌流出・植生喪失が見られたが、これは通常起きる程度の規模であり、特に深刻な問題ではないと考えられる。なお、同道路に沿って、ある時期、仕事のない若者による木の違法伐採が行われたとの情報もある。その他には環境に対する重大な影響は報告されていない。

事業周辺地域での社会調査によると、住民の過半数は事業実施後に河川で獲れる魚の種類・量が減少したと感じている。EGECENは環境保全対策の一環として2度にわたり合計10.5万匹の稚魚を放流したが、住民が漁業規制の指導に従わず、十分な効果がなかったものと考えられる。

なお、ENERSUR社の試算によると、水力発電を行うことにより火力発電の場合に比べて年間約40万トンの二酸化炭素排出を避けることができる。

3.5 持続性（レーティング：a）

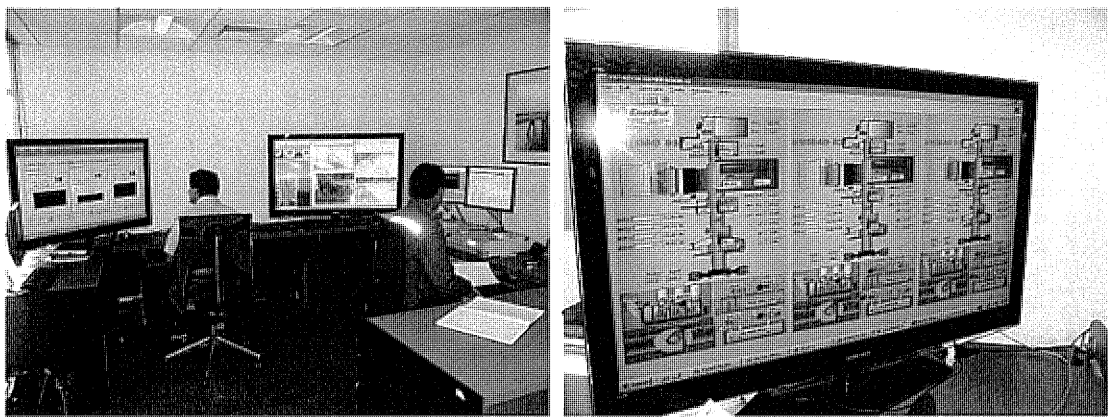
3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業の運営は、2005年9月より30年間、用益権契約により運営維持管理は全てENERSUR社に委託された。ENERSUR社は首都リマに設置したコントロール・ルームでシステム経済運用委員会の指令により発電所を運用している。一部住民との緊張関係のもと、現地には最小限の維持管理人員が配置されているが、リマからの遠隔操作に特に問題はない。また、ENERSUR社には農村開発の専門家（社会学者・農業専門家）がおり、地域住民・行政と調整しつつ、社会貢献活動を企画・運営している。

本事業の施設を所有するEGECENは、用益権契約に基づいてENERSUR社の発電所運用を監督する。EGECENはオンラインで稼働状況を監視するとともに、ENERSUR社から定期的な報告を受け、年に一度、外部委託により技術監査を行っている。

EGECEN は 2009 年 12 月に ACTIVOS MINEROS に吸収されたが¹⁹、本事業の運営維持管理は ENERSUR 社にコンセッションされており、これによる影響は特にはない。

発電所の運用開始当初、ENERSUR 社はサンタイザベル変電所敷地内の事務棟から地下発電所および二ヶ所の取水施設の運用をコントロールしていたが、2008 年 11 月にウアチョン郡の住民が取水施設を占拠する事件が起きた後に、同様の事態に備えて遠隔操作を行うためコントロール・ルームを首都リマに設置した。2009 年 8 月のパウカルタンボ郡住民による暴力を伴う占拠の後、ENERSUR 社は直ちにリマでの遠隔操作を開始するとともに、維持管理技術者 4 名を除く従業員 17 名をリマに引き上げた。ENERSUR 社は、今後住民との関係が改善すれば維持管理スタッフを増強するが、リマでの遠隔操作はそのまま継続する予定である。



リマにあるコントロール・ルームとパネル表示の一例

3.5.2 運営・維持管理の技術

ENERSUR 社は発電所の運営維持管理を効率化するために、遠方監理システムによるリマからの遠隔操作、施設の安全と治安を監理するための遠隔ビデオ監視システム、運営維持管理を効率化するための計画支援ソフトウェアの導入など、各種改善事業を実施した。EGECEN が 2006 年～2009 年に実施した技術監査によると、施設稼働率は十分に高く、運営維持管理に大きな問題はない。各種改善事業の内容や稼働率の高さなどから、ENERSUR 社の技術水準は十分高いと判断される。



変電所敷地内の予備部品倉庫

¹⁹ 脚注 1 を参照。

3.5.3 運営・維持管理の財務

本事業の用益権契約によると、ENERSUR 社は発電した電力を販売して収入を得るが、運営維持管理を行うとともに、用益権料として 2022 年まで合計 2 億 5 百万ドルを EGECECEN に支払う。ENERSUR 社は自ら投資して発電所施設改善のための改善事業を実施でき、改善事業により追加された施設は契約終了時に EGECECEN（現 ACTIVOS MINEROS）の所有となる。

表-5 に示すように ENERSUR 社は本発電所の運用により十分な収益を上げており、運営維持管理予算の確保に問題はない。また ENERSUR 全体としても十分な営業収益があり、財務面の持続性に問題はない。

表-5 ENERSUR 社のユンカン発電所運営収益および全社営業収益
(千ドル)

	2007	2008	2009
コンセッション料支出	9,506	9,335	9,146
運用維持管理支出	926	1,531	1,108
改善事業への投資支出	697	733	349
売電収入（注）	26,555	54,631	25,173
発電所運用収益	15,426	43,032	14,570
ENERSUR 社総営業収益	107,893	159,326	NA

(出所) EGECECEN、ENERSUR 社

(注) 売電価格は市場価格により変動するため、売電収入は発電量と直接連動しない。

3.5.4 運営・維持管理の状況

現地視察および ENERSUR 社の説明によると、本発電所の施設は良好な状態にあり、特に問題は見られない。ENERSUR 社は 2008 年に運営維持管理を効率化するためのソフトウェアを導入し、最適化された維持管理計画に沿って現場の維持管理技術者が施設の保守・点検、予防保守、修理、予備部品の備蓄と管理を行っている。

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. 結論及び教訓・提言

4.1 結論

本事業は審査当時、ペルー政府が経済開発の重点分野に位置づける電力セクターにおいて、電力整備計画の中に位置づけられていた。電力需要が継続的に増加するなか、発電能力増強の必要性は今でも大きい。日本の援助政策とも合致しており、本事業の

妥当性は高い。本事業により概ね計画通りの発電能力を持つ水力発電所が建設され、事業費はほぼ計画通りであったが、政府財政の逼迫による工事開始の遅れ、工事中断などにより完成が当初計画より2年2ヶ月遅れた。したがって本事業の効率性は中程度と判断される。発電所の稼働率は高く、発電電力量は計画の9割に達するため本事業の有効性は高いと判断されるが、他発電所のリハビリ事業により生じた送電網の容量不足が解消されれば発電電力量はさらに増大する余地がある。本事業に関連して実施された社会貢献活動は発電所周辺地域の社会経済開発に望ましいインパクトを与えているが、一部地域では住民との緊張関係が生じ、ENERSUR社は対話による解決を目指して努力を続けている。本事業の施設は良好な状態にあり、その運営を委託されたENERSUR社は適切な運営維持管理体制、技術、財務能力を持つと考えられることから、本事業の持続性は高いと判断される。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 ペルー国政府および実施機関への提言

- ・ 本事業の有効性を高めるために、エネルギー鉱山省は発電上の制約となっている送電区間（Nueva Carhuamayo- Paragshaha II）の送電線増強事業を計画通り完成させる必要がある。
- ・ 本発電所の今後の円滑な運用を確実なものとするために、ENERSUR社はパウカルタンボ郡の住民との緊張関係を緩和するための現在の努力を継続すべきである。

4.2.2 JICA への提言：なし

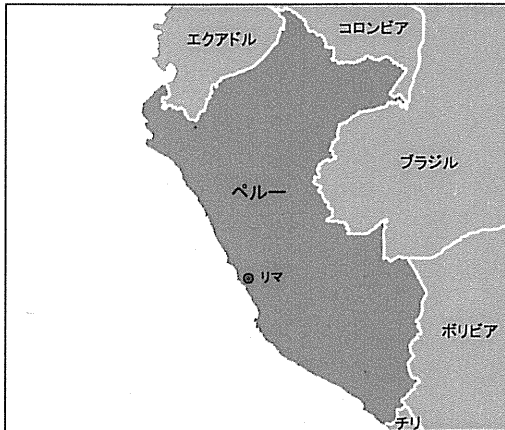
4.3 教訓

水力発電所のように周辺地域に直接裨益しない事業においては、周辺地域の社会経済開発への直接的な支援が事業と地域住民との信頼関係構築に貢献する。しかし、そのような社会的支援が適切に実施されない場合は、逆に地域住民の不満をもたらす事業と地域住民の間の紛争につながる危険性もある。したがって、周辺地域に直接裨益しない事業がその円滑な運営のために周辺地域への社会貢献を行う場合は、必要性の高い活動を迅速に実施できるように適切な運営体制を整えることが重要である。

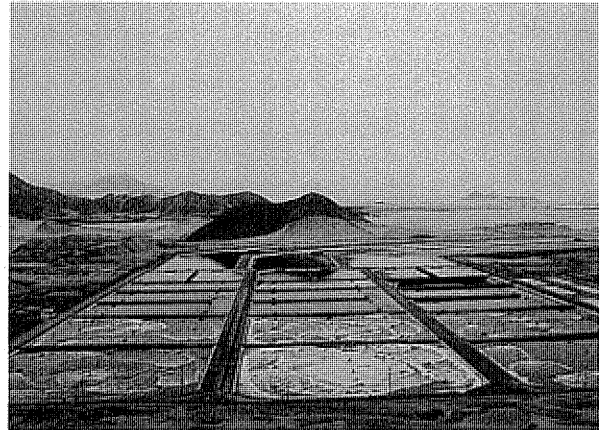
主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	<p><発電所コンポーネント></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ウチュエルク取水施設 ・ウジヤマヨ取水施設 ・地下水力発電所 126MW <p><送電コンポーネント></p> <ul style="list-style-type: none"> ・送電線：130km ・変電所：3ヶ所建設・拡張 <p><その他></p> <ul style="list-style-type: none"> ・上流貯水湖整備：2か所 ・維持管理機材の調達 ・コンサルティングサービス 	<p><発電所コンポーネント></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ウチュエルク取水施設：計画通り ・ウジヤマヨ取水施設：計画通り ・地下水力発電所：計画通り <p><送電コンポーネント></p> <ul style="list-style-type: none"> ・送電線：50km ・変電所：1ヶ所建設 <p><その他></p> <ul style="list-style-type: none"> ・上流貯水湖整備：未実施 ・維持管理機材の調達：未実施 ・コンサルティングサービス：計画通り
②期間	1996年2月～2002年11月 (80ヶ月)	1996年9月～2005年8月 (108ヶ月)
③事業費		
外貨	19,315百万円	9,234百万円
内貨	24,682百万円	33,577百万円
	(現地通貨555百万ソル)	(現地通貨957百万ソル)
合計	43,997百万円	42,811百万円
うち円借款分	33,000百万円	30,669百万円
換算レート	1ドル=2.25ソル=100円 (1996年9月)	1ドル=2.85ソル=116.5円 (1996年～2005年平均)

1. 案件の概要



プロジェクト位置図



サンバルトロ下水道処理場

1.1 事業の背景

1980年代半ば、リマ首都圏ではほとんどの下水が未処理のまま海へ放流されていた。発生する下水の3分の1はリマ南部のラ・チラ放流口から未処理のまま海に放流され、付近の遊泳海岸における水質悪化など、近海の深刻な海洋汚染の原因の一つとなっていた。またリマ南部の都市近郊農地では下水を未処理のまま灌漑に利用している地域があり、農民や農作物消費者への健康被害を招く可能性が指摘されていた。このような事態に対し、ペルー国政府はリマ首都圏の下水道処理場整備を緊急に取り組むべき問題であるとする閣議決定をした¹。

1985年に米州開発銀行の支援によりペルー政府が実施した調査は、ラ・チラ放流口から放流されてきた下水を海に放流することなく都市郊外まで送水して下水処理場で処理し、それをリマ南部の乾燥地帯であるサンバルトロ平原 5000ha の灌漑に再利用する計画を提案した。1988年にペルー国政府は日本国政府に対してリマ市南部下水道整備計画に関する要請を行い、それに応じて JICA は 1988～1990 年に開発調査「リマ市南部下水道整備計画調査」を実施した。同調査が提案した下水道整備事業は 2000 年までに 4.0 m³/秒の下水を処理するもので、二つのフェーズで構成され、遊泳禁止海域の約 3.0km 後退と処理水再利用による 4,800ha の緑農地化などの事業効果が見込まれた。1995年には世界銀行の支援によりペルー政府大統領府に設置された汚水・沿岸汚染管

¹ 審査時資料および「リマ市南部下水道整備計画調査 最終報告書」(JICA、1990)による。

理事業が「リマ市下水処理計画」を策定するとともに²、上記開発調査が提案した事業のフェーズ1に相当する本事業について事業提案書を作成した³。

本事業は、以上を背景に1995年にペルー政府より円借款要請がなされ、1996年にL/A調印、1996～2006年にかけて実施されたものである⁴。

1.2 事業の概要

リマ首都圏南部地域における下水処理場の建設・拡張（建設2ヶ所、拡張1ヶ所）および下水管渠の建設により新たに3.0 m³/秒の下水処理能力を提供することにより、同地域の海洋汚染軽減および未処理下水を使用している灌漑用水の水質を改善し、もって同地域の衛生環境改善に寄与する。

1.3 借款概要

円借款承諾額／実行額	12,660 百万円 / 12,076 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1996 年 8 月 / 1996 年 9 月
借款契約条件	金利 2.5%（コンサルタント部分は 2.1%）、返済 25 年（うち据置 7 年）、一般アンタイド
借入人／実施機関	ペルー共和国政府／大統領府、その後住宅建設衛生省リマ上下水道公社（SEDAPAL）に変更
貸付完了	2006 年 1 月
本体契約	SADE(フランス)・COSAPI S.A.(ペルー) (JV) / Companhia Brasileira de Projetos e Obras(ブラジル)・Consortio Odebrecht- CBPO(ペルー)(JV) / Companhia Brasileira de Projetos e Obras(ブラジル)・Construtora Norberto Odebrecht(ブラジル) (JV) / Consortio Odebrecht - CBPO(ペルー)
コンサルタント契約	日本上下水道設計（株）
関連調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等	JICA 開発調査「リマ南部下水道整備計画調査」（1990）、ペルー政府・世銀資金による F/S(1995 年)
関連事業	なし

² 汚水・沿岸汚染管理事業（Peru-Lima Wastewater Management and Coastal Pollution Control Project）：スペイン語略称は PROMAR が作成した「リマ市下水処理計画」には本事業の他に 2 か所の処理場、海中放流管 2 か所の延長が含まれ、世界銀行と旧 OECF による投資が予定されていたが、世界銀行による投資は実現しなかった。

³ Project Proposal for “improvement of the Sewerage in the southern Part of Lima” Immediate Action Plan (PROMAR, 1995)

⁴ 本事業の貸付完了は 2006 年 1 月であったが、最後に完成したサンバルトロ下水処理場は 2007 年 12 月に稼働開始した。効率性の分析においてはサンバルトロ処理場の稼働開始までを事業期間として評価を行った。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

菌田 元 (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。

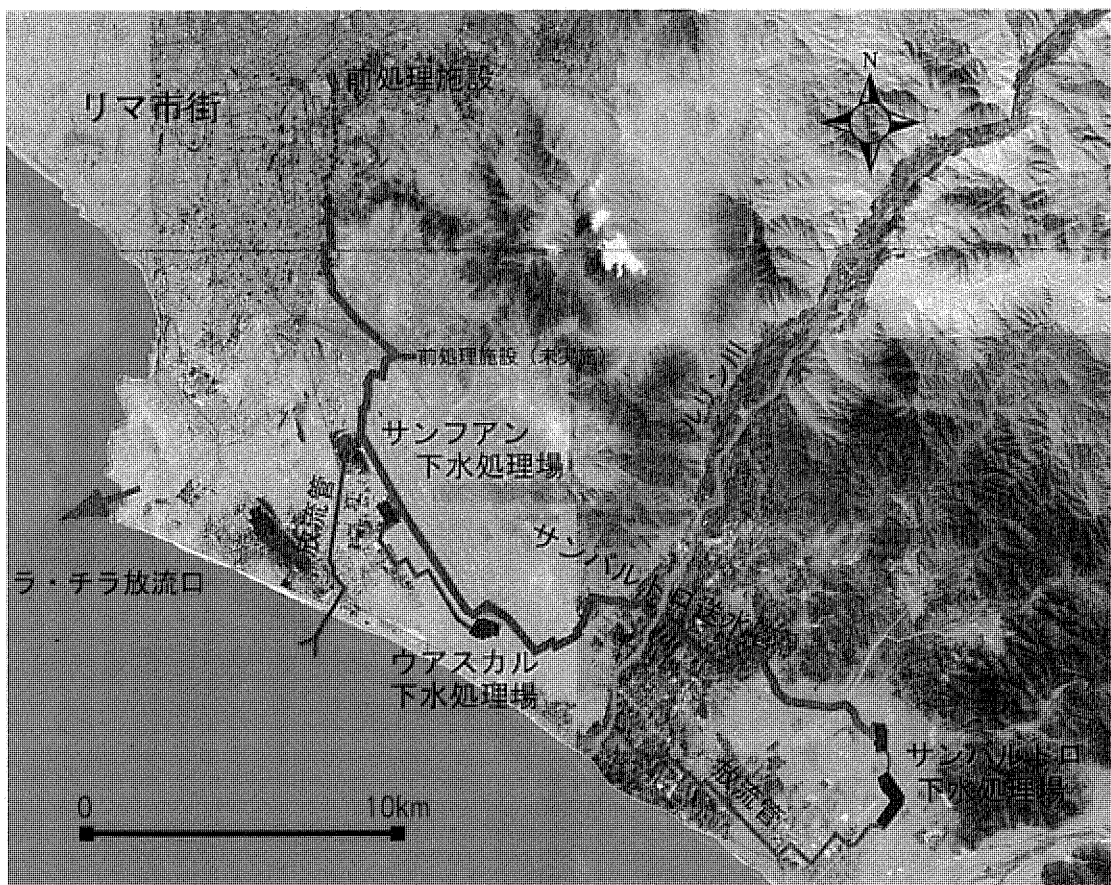
調査期間：2009年9月～2010年7月

現地調査：2009年11月14日～12月24日、2010年2月21日～3月16日

2.3 評価の制約

本評価においては実施機関、関連機関へのヒアリング、関連文書の収集、対象事業施設、処理水再利用状況の視察、処理水を再利用する灌漑農家を対象としたインタビューおよびワークショップ、遊泳海岸における遊泳者への質問票調査などにより情報収集を行ったが、特に大きな制約はなかった。

図-1 リマ南部下水道整備事業配置図



3. 評価結果（レーティング：C）

3.1 妥当性（レーティング：a）

3.1.1 開発政策との整合性

ペルー政府は 1980 年半ばからリマ首都圏における下水処理施設の整備は緊急課題であると認識していた。現政権は 2011 年の任期終了までに全人口に安全な水へのアクセスを確保するという「Agua para todos（万人に水を）」政策を掲げ、上下水道セクターを優先分野としている。本事業は政府が首都圏で実施する「きれいな水総合計画（Plan General de Aguas Limpias）」を構成する 3 つの巨大プロジェクトのひとつに位置づけられている⁵。以上より、本事業はリマ首都圏の下水道整備事業として審査時、事後評価ともに開発政策との整合性を持つと判断される。なお、リマ南部の灌漑への処理水再利用については現在、これを推進する明確な政策は存在しない。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査当時、リマ首都圏の下水はほとんどが未処理のまま海へ放流されており、下水処理施設を整備する必要性は高かった。本事業完成後の 2008 年現在、リマ首都圏の下水処理率は 14.6%にとどまり、衛生環境の悪化、海洋汚染が続いている。このためリマ上下水道公社(以下、SEDAPAL)は 2010 年中に新たにタボアダ下水処理場（処理能力 14 m³/秒）の建設を開始したほか、ラ・チラ放流口の近くに新たな下水処理場の建設を計画している。このように、リマ首都圏では下水処理施設の必要性は高い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

日本は、旧 ODA 大綱（1992 年）において、経済社会開発の重要な基礎条件であるインフラストラクチャーの整備を支援するとしていた。また、日本はフジモリ政権下における 90 年以降の経済の持続的成長・貧困撲滅への改革努力を評価し、積極的な協力を実施していた。同国における多様な開発ニーズに合わせ協力内容の質・量の強化を念頭に、96 年以降、原則として毎年円借款を供与することを決定していた。その後 99 年度の同国向け援助の重点分野に貧困対策と環境保全を挙げ、上下水道整備、水質汚染対策に積極的に協力するとした。したがって、本事業は、審査当時の日本の援助政策と整合している。

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。

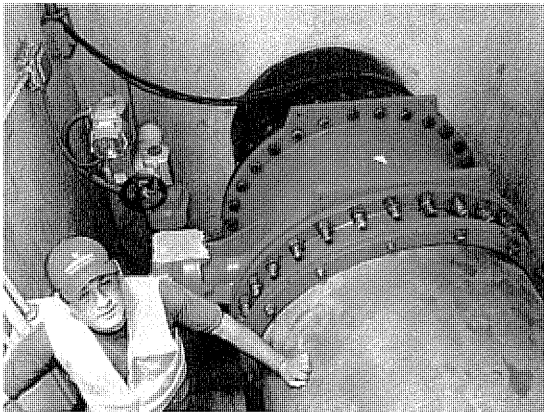
⁵ 同計画では 2011 年までにリマ首都圏の下水処理率を 100%とすることを目指して 500 百万ドルを投資する予定。

3.2 効率性（レーティング：b）

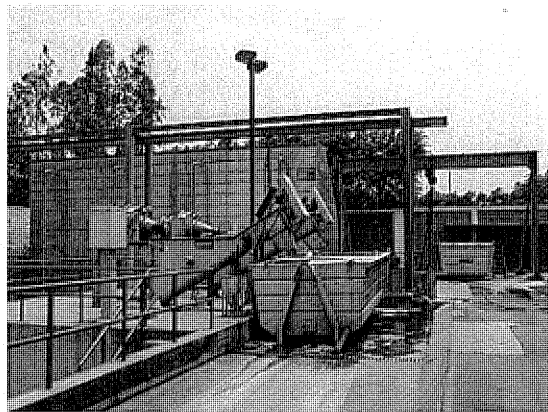
3.2.1 アウトプット

審査時の計画では、本事業は2つの独立した下水処理システムで構成されていた。

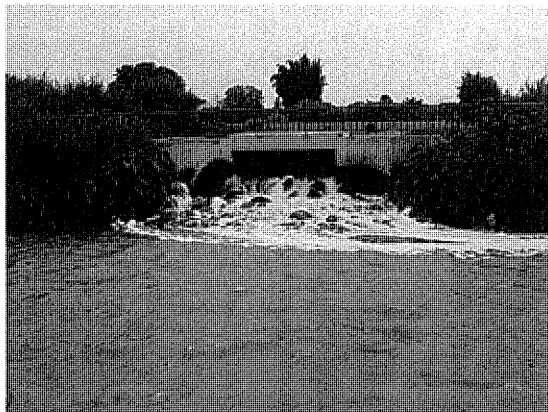
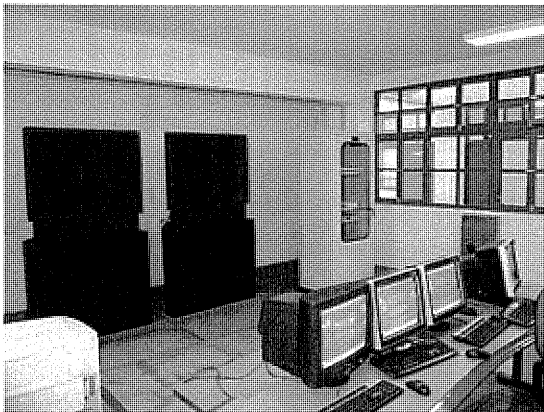
- ① ラ・チラ放流口から放流されるスルコ排水区のうち標高 130～150m に位置する区域の下水を2ヶ所で受け入れ、ゴミを取り除く前処理施設2ヶ所および延長 32km の送水管を経てサンバルトロ下水処理場（処理能力 2.2 m³/秒）で処理を行い、処理水をルリン川に放流するとともにサンバルトロ平原の農業などに再利用する⁶。送水管の途中、ウアスカル処理場（処理能力 0.05 m³/秒）で下水の一部を処理し、近隣の灌漑に利用する。以上の施設は全て新設、下水処理方法はエアレーテッド・ラグーン方式を採用。
- ② 既存のサンファン処理場の処理能力を 0.25 m³/秒から 1.0 m³/秒に拡大するとともに、エアレーテッド・ラグーン方式を採用してより高度な処理を行ったうえで、処理水を近隣の灌漑に利用する。



送水管と既存下水管の接続部



前処理施設（Punto A）



サンバルトロ処理場：（左）コントロール・ルーム、（右）ルリン川放流口

⁶ 本事業では処理前の下水を送水管により 32km も運搬するという、世界でも他に類を見ない計画であった。

1996年9月のL/A調印後、1998年にかけて詳細設計が行われた結果、サンバルトロ処理場からの放流管の延長、サンバルトロ処理場への安定化池の追加などのスコープ追加、および円安の影響による事業費増大、エルニーニョ被害により予想された政府財政逼迫を考慮して、サンバルトロ処理場およびサンファン処理場の規模が審査時計画よりも縮小された。他方、ウアスカル処理場では近隣の処理水再利用の需要の大きさを考慮して審査時より規模が拡大された。その結果、本事業により増加する下水処理能力は審査時計画の3.25 m³/秒から2.67 m³/秒へと、約82%に減少した。

さらに、工事開始後は以下の計画変更が行われた。

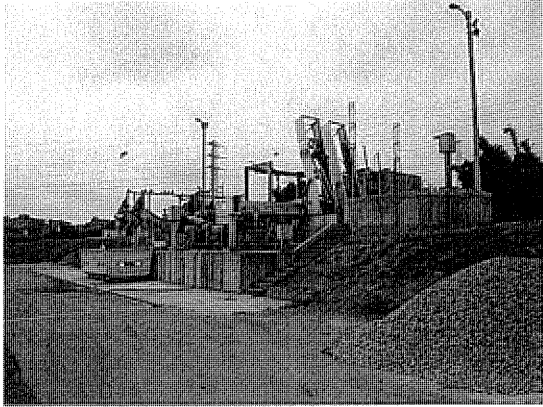
- ・ 送水管は2ヶ所で既存下水管から下水を受け入れ、それぞれに前処理施設を作る予定であったが、うち1ヶ所では周辺住民・区長の反対により前処理施設が建設できず、既存下水管との接続は取りやめた⁷。
- ・ サンバルトロ処理場では詳細設計で一時海中放流を計画したが沿岸住民の反対に遭い、ルリン川への放流に計画を変更したが、放流口付近の住民の反対により放流地点は水源井戸の下流に移動した。
- ・ サンファン処理場の放流管は住民の意見に配慮して海浜放流から海中放流に変更した。
- ・ ウアスカル処理場は、送水管によりサンバルトロ処理場に送られる下水の一部を受け入れて処理する計画であったが、同送水管・処理場の稼働が大幅に遅れたため、送水管からの下水受け入れを取りやめ、周辺の既存下水管からの下水を受け入れる独立した下水処理システムとなった。

表-1 事業アウトプットの計画および実績

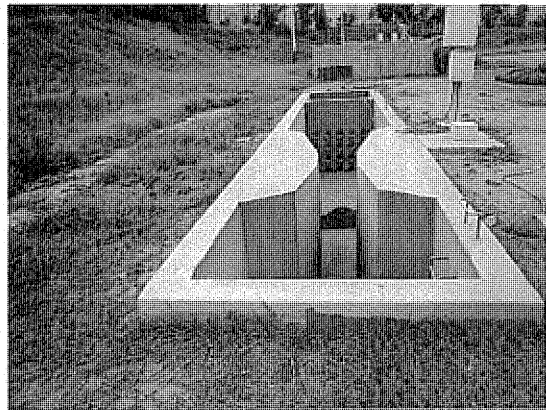
(a)管渠敷設 (総延長 49.95km) サンバルトロ送水管敷設: 31.55km サンバルトロ処理場放流管敷設: 5.5km サンファン処理場放流管敷設: 5.4km ウアスカル処理場放流管敷設: 5.0km	(a)管渠敷設 53.1km サンバルトロ送水管敷設: 32.5km サンバルトロ処理場放流管敷設: 9.5km サンファン処理場放流管敷設: 5.6km ウアスカル処理場放流管敷設: 5.5km
(b)下水処理場の拡張 (1箇所) サンファン処理場拡張: 処理能力 0.25→1.0 m ³ /秒 サンファン集水管敷設: 0.2km	(b)下水処理場の拡張 (サンファン) サンファン処理場: 処理能力 0.25→0.8 m ³ /秒 サンファン集水管敷設: 0.2km
(c)下水処理場の建設 (2箇所) サンバルトロ処理場建設: 処理能力 2.20 m ³ /秒 ウアスカル 処理場建設: 処理能力 0.05 m ³ /秒	(c)下水処理場の建設 (サンバルトロ) サンバルトロ処理場建設: 処理能力 1.7 m ³ /秒 ウアスカル 処理場建設: 処理能力 0.17 m ³ /秒
(d)コンサルティングサービス: 詳細設計・施工管理	(d)コンサルティングサービス: 補足的な環境影響評価、送水管運用のマニュアル作成と研修を追加

出典: 審査時資料および SEDAPAL

⁷ 下水のBOD濃度の増大によりサンバルトロ処理場はこれ以上の下水を受け入れることは難しく、現在は新たな下水管との接続は計画されていない。



サンファン処理場：(左) 前処理施設、(右) 安定化池



(左) サンファン処理場の水質検査室

(右) ウアスカル処理場：送水管からの下水受入施設（計画変更により不使用）

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業期間

本事業は1996年7月～2001年2月の56ヶ月間で実施される計画であったが、実際は1996年9月～2007年12月の136ヶ月間で実施された。事業期間は計画比243%となり、最後に完成したサンバルトロ処理場の運用開始は当初計画より6年10ヶ月遅れとなった。貸付実行期限は2回延長された。事業期間の遅れの原因として次のことが挙げられる。

借款契約調印後、省庁再編により実施機関が大統領府から SEDAPAL に変わったが、実施機関の変更に伴う影響は小さく、着工までに大きな遅れはない。着工後は、住民の反対によりサンバルトロ処理場からの放流管の完成が3年以上遅れ、その後、送水管およびサンバルトロ処理場の稼働試験中の事故により運用開始がさらに3年遅れた。

サンバルトロ処理場からルリン川への放流管は住民の反対により2001年8月に工事が中断し、その後は住民および区長との交渉が難航し、2004年6月に完成した。住民による反対の発端は事業内容が正しく理解されなかったことであったが、地元政治家

が反対住民の立場から関与し、政治問題化したことで解決が遅れた⁸。送水管とサンバルトロ下水処理場は2002年2月には工事がほぼ完了し既に稼働試験が可能な状態であったが、稼働試験は放流管が完成した2004年6月まで開始することができなかった。

サンバルトロ下水処理場では注水試験中の2004年9月に処理池の一部が陥没し水漏れが発生する事故があった。この事故は一部処理池の目地からの下水浸出により土壌が侵食されて空洞化し、処理池底面のコンクリート板の一部が陥没したものである。その要因として以下の可能性が指摘されているが、責任の所在および修理費用の負担をめぐってはSEDAPAL、施工業者、コンサルタントが係争中で、2010年3月現在、結論は出ていない。

- ・ 完工後注水試験が行われるまでの期間に目地が劣化したが、そのまま注水試験を行った⁹。
- ・ 局所的に高浸食性の地質が存在し、事前の地質調査でそれを確認できなかった。
- ・ 目地の設計・施工上の不備。

2005年10月には稼働試験中に送水管の逆サイホン最下部2ヶ所で下水管が爆発する事故が相次いで発生した。SEDAPALによると、この事故は下水管に堆積した汚泥から可燃性・腐食性のガスが発生し、ガス発生を防ぐために注入されたものの十分に溶解しなかった酸素と混合し、ガス排出口で発生した火花により引火したものと考えられる。その要因として、酸素溶解設備の性能が低かったこと、当時の下水流量が設計流量を大幅に下回っていたため汚泥が流れず堆積し、ガスが多量に発生したことが指摘されている。

これらの事故の修復工事は2006年6月に完了した。コンサルタントによる送水管運用のためのマニュアル作成と研修が行われたのち、送水管およびサンバルトロ下水処理場は2007年12月に稼働が開始された。なお、サンフアン処理場はほぼ計画通り2002年に、ウアスカル処理場は独立したシステムへの変更後、2004年に稼働が開始された。

3.2.2.2 事業費

事業費の審査時計画は約169億円であったのに対し、実績は約150億円（計画比89%）であった¹⁰。処理場規模の縮小、一部前処理施設の除外などによるスコープ変

⁸ 住民の反対は、放流されるのは処理前の下水であるという誤まった情報が流されたことが発端であった。放流管の建設についてリマ上下水道公社は法令上必要な許認可を全て得ていたが、反対する住民は2001年に実力で工事を中断させた。その後、住民の反対が政治問題化され、裁判所が住民保護を理由に工事の一時中断を命令した。

⁹ 用いられた目地は完工後すぐに注水が始まることを前提とした設計であったが、実際は4年以上天日にさらされ、維持管理も行われなかった。

¹⁰ 試運転中に起きた陥没事故後の修復工事はリマ上下水道公社(住宅建設衛生省)の自己資金およびコントラクターとコンサルタントによる負担であり、事故は工事完成後に発生していることから、事業費の範囲に含めない。

更および競争による事業費の圧縮が為替レートの変動損を上回ったため、事業費は計画を下回った。

表-2 事業費の計画および実績

	計画			実績		
	外貨 (百万円)	内貨 (千ドル)	合計 (百万円)	外貨 (百万円)	内貨 (百万円)	合計 (百万円)
土木工事	6,660	43,154	11,061	7,161	4,248	11,408
コンサルティングサービス	624	3,364	967	519	648	1,167
物価上昇	430	4,712	911	-	-	-
予備費	709	4,937	1,213	12	0	12
土地収容	-	1,500	153	0	142	142
税金	-	25,243	2,575	0	2,302	2,302
合計	8,423	82,910	16,880	9,062	5,957	15,032

出典：審査時資料および SEDAPAL のデータに基づき評価者が作成

為替レート (審査時) 1 ドル=2.31 ソル=102.00 円

(評価時) 1 ドル=3.28 ソル=112.4 円 (1997～2005 年の加重平均)

以上より、本事業は事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性 (レーティング: b)

3.3.1 定量的効果

3.3.1.1 運用・効果指標

審査時計画では各処理場に流入する下水の BOD 濃度は 250mg/L と想定されていたが、実際は 400～500mg/L で、月によっては 600mg/L を超えることもある。これは、水道料金メーターの設置などにより一人当たり水使用量が減ったことで下水が濃くなったこと、商店・食堂や工場などからの高濃度の産業排水が増加したことなどによる¹¹。

SEDAPAL は、流入する下水の濃度が計画を大きく超えることを受け、各処理場に流入する下水の量を抑えて処理の効率 (BOD 除去率) を高めることで処理水の水質を計画値 30mg/L に近づけようと努力している¹²。処理水の BOD 濃度は流入下水の濃度

¹¹ リマ首都圏では近年の急速な経済成長により産業排水の排出量が大きく増加したが、産業排水の水質規制が有効に機能していない。産業排出基準は 1960 年、2002 年の法令により定められ、悪質な違反者には接続停止できることになっているが、その適応条件が明確でなく、またリマ上下水道公社排水の水質監視体制・権限が不十分であったため実効性がなかった。2010 年 11 月には新たな法令が発効し、一部指標について基準を超える場合は罰金が科せられる予定である。下水道に受け入れる汚水の水質を監視する立場にあるリマ上下水道公社はこれに備えて水質監視体制の強化を計画しているが、BOD 濃度が 1000mg/L を超える排水について強制的に接続停止などの措置をとることは今も難しい。

¹² 下水受け入れ量が多くなればなるほど、処理効率は低下し、排出する処理水の BOD 濃度は高くなる。SEDAPAL は処理水の水質を基準 (30mg/L) に近づける努力義務があり、これ以上の下水を受け入れることは難しい。

や水温などの条件により変動するが、サンファン処理場、サンバルトロ処理場の BOD 除去率は比較的良好で計画値を超え、2008 年度の処理水の年間平均 BOD 濃度は 40mg/L 前後である。ウアスカル処理場は他の処理場に比べて気温がやや高く、処理の最終段階で藻が多く発生しやすいため処理水の見かけの BOD 除去率・BOD 濃度は高い。3 処理場合計の 2008 年の BOD 除去率は 89.5%で、計画値 88%を達成している。

表-3 各処理場の運用・効果指標（計画・実績）

			サンファン 処理場	ウアスカル 処理場	サンバルトロ 処理場	合計
流入下水の BOD 濃度	mg/L	計画	250	250	250	—
		実績(2008 年平均)	458	483	395	—
処理水の BOD 濃度	mg/L	計画	30	30	30	—
		実績(2008 年平均)	40	82	43	—
汚水処理能力 ・処理量	m ³ /秒	計画	1.00	0.05	2.20	3.25
		処理能力実績	0.80	0.17	1.70	2.67
		処理量実績(2008)	0.43	0.07	0.73	1.23
BOD 除去率	%	計画	88.0	88.0	88.0	88.0
		実績(2008 年平均)	91.3	83.0	89.1	89.5
BOD 除去量	g/秒	計画	220	11	484	715
		実績(2008)	179	30	256	465

出所：審査時資料および SEDAPAL 提供のデータにより評価者が作成

注：BOD 除去率 = {(流入下水 BOD 濃度) - (処理水 BOD 濃度)} ÷ (流入下水 BOD 濃度)

(BOD 除去率の合計値は各処理場の BOD 除去率の処理量による加重平均値)

BOD 除去量 = {(流入下水 BOD 濃度) - (処理水 BOD 濃度)} × (下水処理量)

= (流入下水 BOD 濃度) × (下水処理量) × BOD 除去率

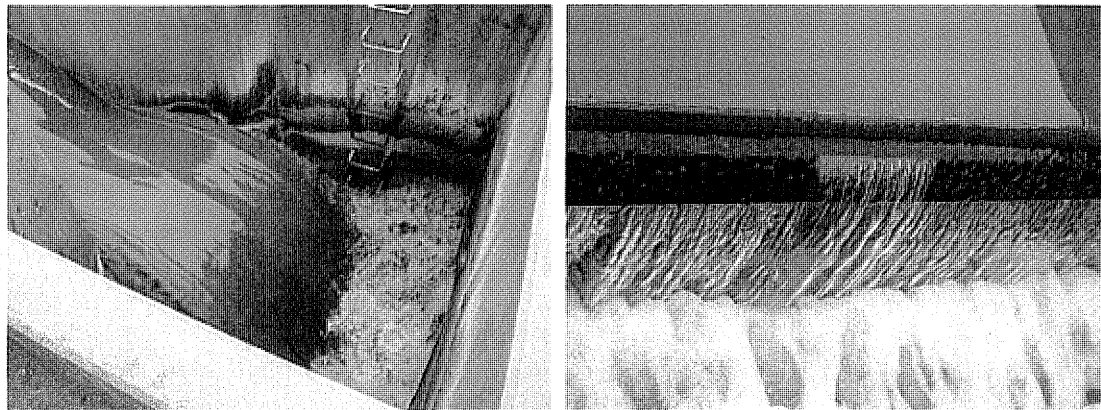
各処理場は合わせて 2.67 m³/秒の処理設備能力を持つが、上述の理由により下水処理量は半分程度に抑制されているため、実際の下水処理量は 1.23 m³/秒（2008 年）にとどまる。これは審査時計画の 38%である。

各処理場に流入する下水の BOD 濃度と処理水の BOD 濃度の差および下水処理量から 3 処理場が除去する BOD 負荷の総量を試算すると、465g/秒（2008 年）となる。これは審査時計画の 65%に相当する¹³。

審査時計画では、ラ・チラ放流口から海域に排出される BOD 負荷量の約 31%が本事業により削減されるとされていたが、実際の削減率は約 14%と推測される。未処理

¹³ 本事業の主目的のひとつが下水による海洋汚染の軽減にあることを考えると、その有効性を判断するための指標としては、下水処理量や BOD 除去率よりも汚染物質の削減量の方がふさわしい。なお、BOD 除去量は BOD 除去率、流入下水の BOD 濃度、処理量に左右される。サンファン、サンバルトロ両処理場で BOD 除去率が計画を達成したにもかかわらず BOD 除去量が低いのは、処理量が計画を下回った効果が流入下水の BOD 濃度が計画を上回った効果よりも大きかったためである。

下水の BOD 濃度が高まったため、実際にラ・チラ放流口から排出されている BOD 負荷は 2003～2008 年の 5 年間に約 2 倍に増加し、2008 年には審査時計画の 1.8 倍に達している。



サンバルトロ処理場：(左) 処理前の下水、(右) 処理後の下水

3.3.1.2 内部収益率の分析結果

審査時に内部収益率は計算されていない。貨幣価値による便益の計測が難しいため、再計算は行わなかった。

以上より、本事業の実施により一定の効果発現が見られ、有効性は中程度である。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

本事業のインパクトとして、①海洋汚染の軽減、②処理水再利用による灌漑用水の水質改善ならびに乾燥地帯の灌漑・緑化、③リマ南部地域の衛生環境改善が期待されていた。以下、それぞれに関連するインパクトの発現状況を述べる。

(1) 海洋汚染の軽減

表-4 に示すように、保健省のデータによると、ラ・チラ放流口の影響を受ける遊泳海岸では、放流口の南側でサンバルトロ処理場稼働直後の 2008 年夏（3 月）に大腸菌数がやや減少したものの、2009 年には稼働前と同じ水準に戻った。ラ・チラ放流口からの放流量（ $4.69 \text{ m}^3/\text{秒}$ 、2008 年）に比べて処理量（ $1.23 \text{ m}^3/\text{秒}$ 、2008



リマ南部の遊泳海岸（Agua Dulce）

年) が少ないため、顕著な効果が出ていないと考えられる。

遊泳海岸で遊泳者を対象に実施した調査によると¹⁴、約 4 割の遊泳者は海水・砂浜が汚染されていると答えた。ただし、そのように判断した主な理由は遊泳者が捨てるゴミの存在であり、未処理下水による汚染を理由に挙げたものは 17%にとどまった。また、遊泳者の意見によると海岸の水質・砂の汚染は 5 年前よりわずかに改善されている可能性があるが、本事業との因果関係は不明である。

表-4 ラ・チラ放流口付近の遊泳海岸の水質の変化 (3 月第 1~4 週)

	2007 年 3 月				2008 年 3 月				2009 年 3 月			
	普通	適	適	適	適	適	普通	普通	適	適	適	普通
Agua Dulce Norte	普通	適	適	適	適	適	普通	普通	適	適	適	普通
Agua Dulce Sur	適	適	適	適	普通	普通	普通	普通	適	適	適	適
Pescadores	不適	適	普通	普通	不適	適	不適	不適	適	普通	普通	普通
Club Regatas 1	最適	最適	最適	最適	最適	最適	最適	最適	最適	最適	最適	不適
Club Regatas 2	適	適	適	適	最適	最適	最適	最適	最適	最適	最適	最適
Club Regatas 3	最適	最適	最適	適	最適	最適	最適	最適	最適	普通	普通	普通
La Caplina	普通	普通	適	普通	普通	普通	不適	不適	不適	不適	不適	普通
La Herradura	不適	不適	不適	不適	不適	普通	普通	普通	適	不適	不適	普通
ラ・チラ放流口												
Playa Villa	適	普通	不適	不適	不適	最適	不適	不適	不適	不適	不適	不適
La Encantada	普通	不適	不適	不適	不適	普通	不適	不適	不適	不適	不適	不適
Cocoteros	普通	不適	不適	不適	普通	普通	普通	普通	不適	普通	普通	不適
Contry Club de Villa	普通	不適	不適	不適	普通	普通	普通	不適	不適	不適	不適	不適
Venecia	普通	不適	不適	不適	普通	普通	普通	普通	普通	適	適	不適

出典：保健省データより評価者作成

凡例：(大腸菌数) 最適 (250MPN/100mL 以下)、適 (250~500MPN/100mL)

普通 (500~1000MPN/100mL)、不適 (1000~4000MPN/100mL)

(注) MPN : Most Probable Number (最確数)

(2) 処理水再利用

本事業で建設・拡張された 3 ヶ所の下水処理場の処理水はルリン川北部のビジャ・エルサルバドル区、サン・ファン・デ・ミラフローレス区、南部のルリン区において主に農業灌漑、公園や街路の緑化、処理場敷地内の緑化などに再利用されている。2010 年 3 月現在、



サンファン処理場で給水する散水車

3 処理場が排出する処理水のほぼ半分が再利用されており、処理水を再利用した農業灌漑面積は 500~600ha 程度と推測される。処理水の再利用にあたり、SEDAPAL は各

¹⁴ ラ・チラ放流口の南側、北側に位置する 4 ヶ所の遊泳海岸で 40 名の遊泳者を対象に質問票調査を実施。

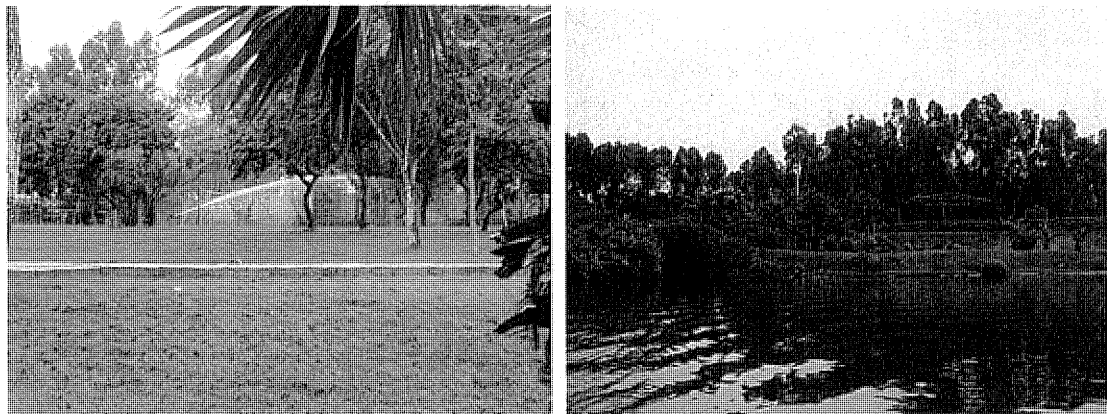
利用者（灌漑組合、区役所等）と利用量などについて取り決めを行っている。再利用を実現するために必要な受送水施設は各利用者が設置している¹⁵。

処理水の利用者を対象に実施した調査の結果によると¹⁶、各処理場の処理水再利用状況は以下のとおりである。

- ① サンファン処理場：処理水約 0.4 m³/秒のうち 0.2～0.3 m³/秒が近隣農地の灌漑、公園・街路の緑化に再利用されている。周辺では生下水を使った農業灌漑が行われていたが、2001 年からは 2 灌漑組合 62 農家が旧サンファン処理場の処理水を灌漑に利用しはじめた。本事業により同処理場が拡張された 2002 年以降は処理の高度化により水質が改善された。



サンバルトロ処理場の処理水を利用した灌漑農業
(左) ルリン区の既存農地、(右) 新規農地におけるイチジクの点滴灌漑



ウアスカル処理場の処理水を再利用する公園

¹⁵ 現行制度では SEDAPAL が利用料金を徴収することはできない。ペルーでは処理水の再利用に関する監督体制や料金、水質基準などが環境省・住宅建設衛生省・保健省・農業省などにより検討されている。

¹⁶ 処理水を再利用する灌漑農家の組合とのワークショップを 7 回、個別農家へのインタビューを 6 回実施したほか、灌漑農地、公園などの視察を行った。

- ② ウアスカル処理場：処理水 0.07 m³/秒の全量が隣接する公園の緑化と池、住宅建設衛生省が実施する養魚事業、その他の街路・公園の緑化に再利用されている。ウアスカル処理場周辺の農家はかつて生下水で灌漑を行っていたが、同処理場の運用開始により、1 灌漑組合 36 世帯が処理水を灌漑に利用するようになった。しかし、同処理場に隣接する公園が池を造成してからは水量が不足したため、再び生下水を利用するようになっている。
- ③ サンバルトロ処理場：処理水約 0.7 m³/秒のうち 0.2～0.3 m³/秒が農業灌漑、街路・公園の緑化に再利用されている。ルリン区では河川水および地下水を利用した灌漑農業が行われてきたが、3 灌漑組合 68 農家が約 180ha で 2008 年末より河川水・地下水とともに処理水を利用するようになった¹⁷。また、事業前は灌漑用水が利用できなかった地域で、処理水をさらに高度処理したうえで点滴灌漑をおこなう個人農家の果樹園が 50ha 存在する。果樹は 2011 年から輸出し、同農家は今後も灌漑農地を拡大する予定である。この他、複数の不動産開発会社が緑化のためにさらに最大 0.35 m³/秒を利用する予定がある。

なお、サンファン処理場、ウアスカル処理場があるルリン川北部では灌漑用水の不足と都市化の圧力により農地は減少しつつある。サンファン処理場の処理水を利用する農地では灌漑用水の水質が改善されたが、今も生下水が灌漑につかわれる農地が残されている。

また、サンバルトロ処理場があるルリン川南部では 1970 年代から河川水と地下水が灌漑に使われてきたが、同地域で処理水を利用する農民は、処理水の水質は家庭ゴミなどで汚染された河川水より優れていると考えている。同地域では処理水の利用により耕作面積・生産量のわずかな増加が見られるほか、処理水の利用により地下水くみ上げの費用が節約されて生産コストが下がった。サンバルトロ処理場の処理水を使って新たに点滴灌漑による果樹栽培を始めた農家は、処理水の栄養分（窒素等）の高さが作物の生育に効果的と感じている。

生下水あるいは処理水を灌漑に用いる場合、食用部分に灌漑水が直接接触する短茎作物の栽培は農業省により禁じられている。10 年以上前から旧サンファン処理場の処理水を利用してきた農地では本事業による同処理場の拡張と前後して観葉植物・花・果樹などへの転換が行われたが、2008 年末よりサンバルトロ処理場の処理水を使い始めた地域では新たな作物への転換は始まっておらず、食品衛生上の問題が残る。なお、本事業あるいは SEDAPAL と農業省の間で処理水の灌漑利用に関する具体的な協議・調整はほとんど行われていない。

¹⁷ 住民の反対により放流管ルートが変わったことにより上記以外の 30 世帯では予定されていた処理水の利用ができなくなった。

(3) リマ南部地域の衛生環境改善

リマ首都圏の下水道普及率は 1995 年の 75% から 2008 年の 90.4% に増加した。本事業は下水道普及率増加に直接寄与するコンポーネントを含まないが、送水管により運搬された推定 32 万人分の下水がサンバルトロ処理場により処理されたことにより、ラ・チラ放流口への下水集水管への追加投資を行うことなく下水道普及を進めることができた。本事業は下水道普及率の増加に間接的に貢献していると言える。

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然環境へのインパクト

SEDAPAL は本事業のコンサルティング・サービスにより 2000 年に補足的な環境影響評価を実施し、河川に放流される処理水の影響などについて評価を行い、重大な問題がないことを確認した。

サンバルトロ処理場では処理水の水質に加えて臭気・騒音・振動を含む環境モニタリングを実施している。処理水の BOD 濃度は下水処理場の排出基準 (30mg/L) を上回ることがあるが、排出先のルリン川では希釈されることにより河川水の水質基準を下回ることが確認されている。臭気・騒音・振動については同処理場の周辺に民家はなく苦情はない。他の 2 処理場では水質モニタリングのみ実施されているが、脱臭装置の設置、敷地内の緑化などにより周辺民家への影響軽減を図っており、特に苦情は発生していない。

(2) 住民移転・用地取得

本事業による住民移転はない。サンバルトロ処理場では用地取得手続きが完了しておらず、SEDAPAL は手続きを進めている。

3.5 持続性 (レーティング : b)

3.5.1 運営・維持管理の体制

(1) 運営維持管理の体制

SEDAPAL は運営体制の大幅な改革を行ってきた¹⁸。本事業の運営維持管理は SEDAPAL の下水道部門が行うが、各処理場および送水管の運営維持管理作業の一部は民間委託されている。サンバルトロ処理場では SEDAPAL の技術者 1 名が常駐するが、運営・維持管理作業のほとんどは民間委託される。3 処理場と送水管の運営維持管理は 1 つの業者が行い、契約期間は 2 年である。SEDAPAL は現在の契約業者のパフォーマンスを「良い」と評価している。これとは別に、3 処理場内の清掃と緑化に

¹⁸ SEDAPAL は、人事政策の改善、業務管理・財務管理情報システムの導入、短期計画・長期戦略の立案、一部の維持管理業務と検針業務の民間委託など、大幅な改革を行ってきた。政府住宅建設衛生省と毎年マネジメント契約を結び、品質・運営・財務などについて年次業績目標を合意し、その達成を目指している。

ついでに委託契約がある。以上から、SEDAPAL の組織体制は整備されており、問題はないと考えられる。

SEDAPAL は施設の改善と効果的な運用を適切かつ迅速に実現するため、建設中のダボアダ処理場、計画中のラ・チラ処理場など3処理場を除く、本事業を含む16の処理場について、その運用を一括して民間に委託することを検討し、2011年中に企業の選定を行うべく準備が進められている¹⁹。

3.5.2 運営・維持管理の技術

SEDAPAL は、大規模な下水処理施設の運用経験は本事業が初めてであるものの、研修制度が整備されていること、ISO 認証の取得や他の受賞歴などから、基本的に下水処理場の運営に関する技術能力を有していると考えられる²⁰。

本事業で採用された送水管は複数の逆サイホン区間を含む延長 35km の世界でも類を見ない施設であり、事故が起きた後もその運用技術は確立しているとは言い難い。SEDAPAL によると、本事業のコンサルタントが事故の後でサンバルトロ送水管の運用について提供したマニュアルには詳細な技術情報が含まれておらず、十分とは言えない。SEDAPAL は同様の事故のリスクを低減させるために前処理の高度化、ガス発生を抑制する酸素注入のより効果的な手法などを検討しているが、リスクの程度・その要因（堆積汚泥量やガス発生量など）を正確に評価できないこともあり、適切な対策は見つかっていない。

3.5.3 運営・維持管理の財務

料金値上げ、無収水減少、運営効率化などが功を奏し、SEDAPAL は 2004 年以降順調に売上および営業利益を伸ばしている²¹。また、施設の維持管理・修理のための支出額は売上高に応じて増加し、予算は確保されている。以上より、財務面の持続性に特に問題はないと判断される。

本事業の下水処理場は電力を用いたエアレーションを行うため、その運営には多額の電気代が必要とされる。本事業の運営維持管理費用の支出実績は表-5の通りである。

¹⁹ 検討されている契約条件では、施設の所有権は SEDAPAL に残し、受託企業は各処理場の設備能力を最大限に発揮するための計画を作成し、必要な追加投資を行い、30 年間にわたり施設を運用する。民間企業は処理下水量に応じた料金を SEDAPAL から受け取るが、処理水準（処理前後の水質改善の程度）が一定の基準に満たない場合はペナルティーを科せられる。

²⁰ SEDAPAL に勤務する 2200 名近くの職員のほぼ全員が毎年研修を受け、一人当たり年間研修時間は管理職員が 66 時間、全体では 32 時間に達する。SEDAPAL は 2002、2003 年に品質管理、環境管理について ISO を取得しているほか、Peruvian Company of the Year 1999、Best Water and Sewerage Management 1998 などの受賞歴がある。

²¹ 監督機関（SUNASS）の承認のもと、SEDAPAL の水生産コストと財務業績に応じて料金を値上げする体制がとられている。Working Ratio（年間費用／売上）は年々改善傾向にあり営業の効率が改善し、流動比率（流動資産／流動負債）、負債比率（負債／資本）など負債に関する指標も許容範囲にある。

表-5 SEDAPAL の財務実績

	(百万ソル)				
	2004	2005	2006	2007	2008
売上高	624.0	660.8	748.1	827.4	959.1
営業利益	53.7	56.0	110.0	177.7	204.5
純利益	96.9	9.0	93.2	125.8	4.1
維持管理・修理支出		52.6	54.0	66.5	82.0

出所：SEDAPAL

表-6 本事業（3 処理場＋送水管）の運用維持管理支出

	(千ソル)							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
運用	1,212	1,739	2,778	3,829	3,976	4,181	4,358	5,230
維持管理	674	1,929	1,978	2,544	2,582	3,232	3,680	2,484

出所：SEDAPAL

3.5.4 運営・維持管理の状況

本事業の送水管は管内に堆積した汚泥から出るガスによる爆発事故を経験していることから、9ヶ所の汚泥抜取口やガス排出口で問題がないか、契約業者が毎日、目視により監視しながら運用している。下水の BOD 濃度が計画を大幅に超えており、受け入れる下水の量が制限されているため、下水の流速は設計を大きく下回り、汚泥が堆積しやすい状況にある。さらに、汚泥抜取口の数に限られるため、サイホン下部に堆積する汚泥の抜き取りに時間がかかり、また一部区間は完全に抜き取ることが困難である。汚泥の抜き取りのため年間 10 日間程度運用を停止する必要がある。

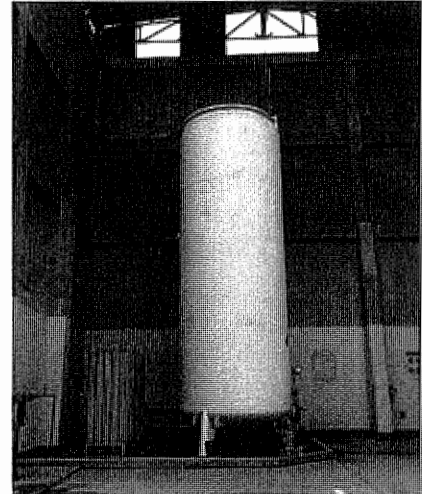
サンバルトロ処理場において、SEDAPAL は観測井戸（監視穴）を設置して陥没につながる下水の地下への浸出を監視してきたところ、2009 年には以前事故を起こした同じ区画で下水の浸出を確認し、同区画の運用を停止した。陥没には至らなかったものの施設の一部に亀裂が見られたため、SEDAPAL は土質工学的な調査を行い施設の改善方法を検討した。陥没事故の再発の恐れがあることから、当面は今後も同区画の運用を見合わせる予定であるが、同処理場の下水処理量に大きな影響は生じていない。その他の部分は問題なく運用されている。

サンファン処理場、ウアスカル処理場の運用に特に問題はない。

以上より、本事業の運用維持管理は技術面にやや問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。



送水管のガス排出口



送水管用の酸素貯蔵タンク

4. 結論及び教訓・提言

4.1 結論

本事業は審査当時、ほとんどの下水が未処理のまま放流されていたリマ首都圏における緊急事業とされていた。下水道処理能力を維持・増強する必要性は今でも大きい。日本の援助政策とも合致しており、本事業の妥当性は高い。事業費はほぼ計画通りであったが、住民の反対による工事の遅れ、稼働試験中に相次いだ事故などよりサンバルトロ処理場の運用開始は当初計画より6年10カ月遅れた。したがって本事業の効率性は中程度と判断される。下水のBOD濃度が想定を大幅に上回るため各処理場は処理する下水の量を計画のほぼ半分に抑えて処理水の水質を保っている。3ヶ所の処理場により除去されるBOD負荷の総量は計画の約65%であり、本事業は一定の効果を発現していることから、有効性は中程度であると判断される。ラ・チラ放流口から海中に排出される汚染物質(BOD負荷)は本事業により14%削減されたと考えられるが、付近の遊泳海岸における水質改善への明確なインパクトは認められない。処理水のほぼ半分が再利用され、農業灌漑や緑化の促進に貢献しているが、一部農地では食品衛生上の問題が残されている。運営維持管理を行うSEDAPALは適切な運営維持管理体制、技術、財務能力を持つと考えられるが、サンバルトロ処理場の一部区画で浸出が確認され運用が停止されていること、送水管の運用維持管理について十分な技術が確立していないことなどから、本事業の持続性は中程度であると判断される。

以上より、本事業の評価は概ね高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 ペルー国政府・実施機関への提言

- ・ SEDAPALは、送水管およびサンバルトロ処理場の安全で効率的な運用のための技

術的検討を早急に行い、施設を改善する必要がある。準備中の民間委託契約の実現を待って民間の幅広い経験と技術を導入することも良いが、前処理施設の改善（下水中のゴミを取り除くスクリーンの目を細かくして処理を高度化する）など、早期に可能なものから開始して段階的に施設の改善を進めるべきである。

- ・ 新たに基準が定められた産業排水規制に実効性を持たせるため、SEDAPAL は産業排水の水質監視能力を増強する必要がある。
- ・ ペルー政府は、安全で効率的な処理下水の再利用を推進するため、関連機関（住宅建設衛生省、環境省、農業省など）による協議を促進し、責任の所在と管理体制、再利用目的別の水質基準・利用方法（散水・灌漑の方法）、費用負担体制などを取り決める必要がある。
- ・ SEDAPAL と農業省は、処理水の供給・配分計画、処理水を利用する作物の転換などについてサンバルトロ処理場の処理水を利用するルリン地区の各灌漑組合と協議し、安全で効率的な処理水再利用を実現するために協力・調整する必要がある。

4.2.2 JICA への提言：なし

4.3 教訓

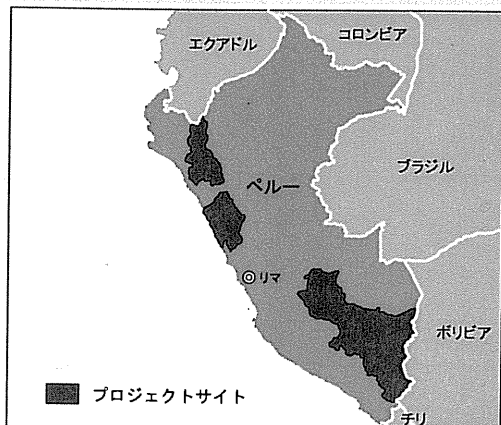
- ・ 下水処理場事業においては、影響を受ける地域住民の不安や誤解を解消し、不必要な実施の遅れを防ぐために、地域に対する情報普及・啓蒙活動を遅くとも建設開始までに実施し、事業の目的、便益、環境への影響などについて正確な情報を伝達することが非常に重要である。本事業では地域住民の反対は誤った情報が流されたことに端を発し、それが政治的問題に発展したことで、最終的にはサンバルトロ処理場の完成が大幅に遅れた。さらに、そのことがウアスカル処理場の計画変更につながり、同時に、サンバルトロ処理場の陥没事故の遠因になった可能性もある。
- ・ 下水処理場計画のための下水水質の将来予測においては、下水発生源別の検討、経済成長に伴う汚染物質排出量変化の検討、上水消費量の検討等を踏まえ、その精度を高めることが重要である。本事業においては一般下水について世界銀行および日本の基準を参考に将来予測を行ったが、家庭・産業など発生源別の排出量、経済成長に伴う汚染物質排出量の変化、上水道における節水による下水圧縮の可能性が検討されなかった。その結果、下水水質の予測が大きく外れ、受け入れる下水の量を半分程度に抑制せざるを得なくなり、送水管の運用が難しくなった。
- ・ 本事業は、市中心街で発生した下水をサンバルトロ平原の灌漑緑化に再利用するため、処理前の下水を送水管により 32km も運搬するという他に類を見ない計画で

あった。ガス発生を抑えるための酸素注入、逆サイホンを用いた長距離送水管からの汚泥排除など、世界的にも経験の蓄積が乏しい技術が採用されたが、この計画は下水濃度の変化や一部施設の完成遅れなど、想定されていなかった事態に対して非常に脆弱であった。したがって、類例の少ない事業計画（技術）を採用する場合は、十分な技術的検討を行うだけでなく、需要の変化や一部工事の遅延などのリスクを十分に想定したうえで事業計画を策定すべきである。

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	<p>(a)管渠敷設 (総延長 49.95km) サンバルト送水管：31.55km サンバルト処理場放流管：5.5km カンファン処理場放流管：5.4km ウアスカル処理場放流管：5.0km</p> <p>(b)下水処理場の拡張 カンファン処理場拡張： 処理能力 0.25→1.0 m³/秒 カンファン水管敷設：0.2km</p> <p>(c)下水処理場の建設 サンバルト処理場建設： 処理能力 2.20 m³/秒 ウアスカル処理場建設： 処理能力 0.05 m³/秒</p> <p>(d)コンサルティングサービス： 詳細設計・施工管理</p>	<p>(a)管渠敷設 53.1km サンバルト送水管：32.5km サンバルト処理場放流管：9.5km カンファン処理場放流管：5.6km ウアスカル処理場放流管：5.5km</p> <p>(b)下水処理場の拡張 カンファン処理場： 処理能力 0.25→0.8 m³/秒 カンファン水管敷設：0.2km</p> <p>(c)下水処理場の建設 サンバルト処理場建設： 処理能力 1.7 m³/秒 ウアスカル処理場建設： 処理能力 0.17 m³/秒</p> <p>(d) コンサルティングサービス： 補足的な環境影響評価、送水管運用のマニュアル作成と研修を追加</p>
②期間	1996年7月～2001年2月 (56ヶ月)	1996年9月～2007年12月 (136ヶ月)
③事業費		
外貨	8,423百万円	9,062百万円
内貨	8,457百万円	5,957百万円
	(現地通貨192百万ソル)	(現地通貨174百万ソル)
合計	16,880百万円	15,032百万円
うち円借款分	12,660百万円	12,076百万円
換算レート	1ドル=2.31ソル=102円 (1996年9月)	1ドル=3.28ソル=112.4円 (1997年～2005年の加重平均)

1. 案件の概要



事業対象地域（審査時）



小学校校舎新築（アンカシュ県）

1.1 事業の背景

ペルーは海岸地域（コスタ）、山岳地域（シエラ）、アマゾン地域（セルバ）と3つの地域に大別される。山岳地域およびアマゾン地域は、リマを始めとする産業集積がある豊かな海岸地域に比べ、経済・産業の発展が立ち遅れ、貧困層が多い地域でもある。第一次フジモリ政権（1991～95年）発足時には、ペルー経済は対外累積債務、財政赤字、インフレーションに苦しんでいた。そのため、同政権は緊縮財政・市場原理の導入を図り、ペルー経済の再建を図る一方で、貧困対策にも配慮し、1991年にフジモリ大統領の直轄下に国家補償社会開発基金（FONCODES）を設立した。同基金は、貧困削減を目的とした貧困地域の経済インフラ、社会インフラの整備を最優先課題としており、住民組織からの要請に基づいて経済・社会インフラの整備を実施してきた。

第二次フジモリ政権（1996～2000年）においても、当時（1995年）のペルー人口の2割を占める約450万人が極貧層と位置付けられていたことから、貧困削減は引き続き重要な政策課題となっていた。特に、ペルー国土の約30%を占める山岳地域（シエラ）では、全世帯の約3分の2が貧困層で、うち約半数が極貧層であった（1995年当時）。特にカハマルカ、アンカシュ、プーノ、クスコの4県は、その中でも最も貧しく、農村住民の生活・生産活動改善のためには、基礎的インフラ整備が急務の課題であった。

以上を背景に、ペルー政府の要請に基づいて、1997年に「アマゾン地域社会インフラ整備事業」、1999年に「山岳地域社会インフラ整備事業」、さらに2000年には本事業「山岳地域社会開発事業」の円借款契約が調印された。

1.2 事業の概要

カハマルカ、アンカシュ、クスコ、プーノの4県の山岳地域において、小規模の経済・社会インフラ整備事業を住民参加の下に実施することにより、対象地域住民の基本的ニーズ (Basic Human Needs) の充足を図り、もって山岳地域の生活水準改善に資する。

表-1 借款契約概要

円借款承諾額／実行額	6,794 百万円／6,758 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2000 年 9 月／2000 年 9 月
借款契約条件	本体：金利 2.2%、返済 25 年（うち据置 7 年）、 一般アンタイド コンサルティング・サービス：金利 0.75%、 返済 40 年（うち据置 10 年）、二国間タイド
借入人／実施機関	ペルー共和国／国家補償社会開発基金 (FONCODES)
貸付完了	2007 年 7 月
本体契約	なし
コンサルタント契約	なし
関連調査 (フィジビリティ・スタディ：F/S) 等	なし
関連事業	アマゾン地域社会インフラ整備事業 (PE-P19) 山岳地域社会インフラ整備事業 (PE-P24)

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

吉田 健 (有限会社トレア)

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：2009 年 9 月～2010 年 7 月

現地調査：2009 年 11 月 17 日～2009 年 12 月 19 日、2010 年 3 月 3 日～3 月 17 日

2.3 評価の制約

本事業では 9 種類のサブプロジェクトが合計 1,726 件、対象地域 9 県¹で実施されたが、

¹ 3.2.1 アウトプットに述べるように、事業実施中に起きた南部の地震災害のため、当初対象であった 4 県に加え、南部 5 県も事業の対象となった。

実施機関は事業効果の発現状況に関するデータ（運用・効果指標等）を収集していない。このため、本事後評価ではアンカシュ県、プーノ県、アレキパ県において、7種類のサブプロジェクト 36 件を対象に現地踏査を行い、さらにアンカシュ県とプーノ県の 14 件のサブプロジェクトを対象にワークショップと質問票調査による受益者調査を行った。本事業の有効性・インパクト・持続性は以上の限られた情報に基づいて分析せざるを得なかった。

3. 評価結果（レーティング：A）

3.1 妥当性（レーティング：a）

3.1.1 開発政策との整合性

第二次フジモリ政権（1996～2000）は貧困対策を最優先課題とし、2000年までに極貧困層人口を半減させるという目標を掲げた。FONCODESはこの政策実現の主要機関であった²。

現ガルシア政権の政府政策は³、その目標の一つとして、2005年の貧困率50%を2011年には30%へ削減するという目標を掲げ、貧困緩和のための社会プログラムを展開している。その中ではFONCODESの実績が肯定的に評価されている。また、同政権は山岳地域輸出振興法を成立させ、山岳地域の農産物生産、手工業生産の振興などにより、山岳地域の農村の貧困解消に力を入れている。これは本事業の目的とも相通じるものである。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時において、基本的ニーズ確保のための基礎的インフラ整備は貧困対策の第一歩であるとされ、FONCODESの実施する事業はペルーの貧困改善のために不可欠であり、かつ緊急性が高かった。

2007年の人口統計によると、ペルー農村部における戸別水道の供給は未だ22%であり、配電は30%にとどまっていることから、基礎的インフラ整備のニーズは依然として高いと言える。また、基礎的インフラの整備が進められる一方、農村部貧困層の所得がそれに合わせて向上しないという状況があるため、FONCODESはコーヒー栽培、魚の養殖、酪農、フルーツ栽培、民芸品製作など生産を直接支援するプロジェクト（Proyecto Productivo）を実験的に試みている。さらに、山岳地域の貧困問題は依然深刻であり、現政権においても山岳地域の開発の優先度は高い。2007年の全国の貧困率は39%（極貧率は14%）で、山岳地域においては、貧困率60%（極貧率は29%）に達する。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

日本は、旧ODA大綱（1992年）において、経済社会開発の重要な基礎条件であるインフ

² FONCODESは、1991年 Fondo Nacional de Compensacion y Desarrollo Social(国家補償社会開発基金)として設立され、既存の行政機関では対応が遅れていた地方農村の貧困問題への対処に特化した組織で、住民参加の手法を用いることにより、住民ニーズの反映、資金移転の迅速性、資金使途の透明性の強化を図ることを特徴とする。その後、FONCODESは2002年に女性・社会開発省(MIMDES)の所属となり、更に2005年に名称が Fondo de Cooperacion para el Desarrollo Social (国家社会開発基金)となった。

³ Politicas Gubernamentales 2006-2011

ラの整備を支援するとしていた。また、ペルーにおける90年以降のフジモリ政権の持続的成長・貧困撲滅への改革努力を評価し、積極的な協力を実施しており、同国の多様な開発ニーズに合わせた協力内容の質・量の強化を念頭に、96年以降、原則として毎年円借款を供与することを決定していた。さらに、対ペルー国別援助計画(2000年)の中で、援助重点分野として1) 貧困対策、2) 社会セクター支援、3) 経済基盤整備、4) 環境保全を挙げており、本事業は、1) から3) までの分野に係る事業として、日本の援助政策に合致するものであった。

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、事業実施の妥当性は高い。

3.2 効率性 (レーティング: b)

3.2.1 アウトプット

本事業では4県を対象に6セクター、2,047件のサブプロジェクトが計画されていたが、実際は9県を対象に9セクター、1,726件のサブプロジェクトが実施された(表-2)。

本事業の対象地域はカハマルカ、アンカシュ、クスコ、プーノの4県が予定されていたが、2001年6月に発生した地震災害の復興のため、アレキパ、モケグア、タクナ、アヤクチョ、アプリマクの5県が追加され、それらの県で151件のサブプロジェクトが実施された。これらサブプロジェクトは、地震による被害を受けた校舎の修復と診療所の修復が大部分であり、少数の灌漑水路の修復も含まれている。地震直後にすばやく対応したFONCODESと日本の資金に対して受益者からは大きな謝意が寄せられており、本事業の迅速な対応は肯定的に評価できる。

またFONCODES向け第2次円借款「山岳地域社会インフラ整備事業」の借款額減額に伴い衛生関連サブプロジェクトの実施がキャンセルされたため⁴、2004年9月に本事業における衛生関連サブプロジェクトの追加実施が決まった。このため本事業における他セクターのサブプロジェクト数が削減されたが、後述するように受益者の満足度は非常に高いことから衛生関連インフラへのニーズが高かったことが伺われ、この変更は妥当であったと判断される。

当初、本事業のコンサルティング・サービスにおいて予定されていた社会インフラのインパクトに関する調査については、同時期にJICAにより実施されることとなった2005年度テーマ別評価「貧困地域における生活環境改善・生計向上」と内容が重複するとして、中止となった。コンサルティング・サービスの中で実施された、対象集落及びFONCODESに対する組織強化支援、特に完成後のインフラ維持管理研修に関する調査結果は良好であったが、調査の実施時期がプロジェクトの完了間際であったため、結果の事業への反映は

⁴ 2000年の財政責任法施行以降、経済財務省は年間対外借入れ上限を国会の承認のもとに施行している。トレド政権は緊縮型の財政政策を導入したため、歳出の削減を図った。この影響で山岳地域社会インフラ整備事業は予算の3割までしか実施できなかった。

見られなかった。また、この時期、FONCODES の所轄官庁変更について政府内で議論されていたことも事業への反映に至らなかった原因であったが、本事業以外のプロジェクトにおいてその成果を活かそうとしている。

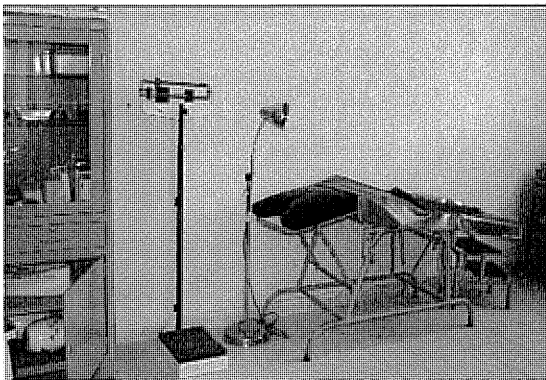
モニタリング制度の構築については、FONCODES の予算不足により実施に至っていない。

また、サブプロジェクトの形成促進については、地方分権化により区役所がイニシアティブをとるようになって以降も、住民が自らのニーズによりサブプロジェクトの提案を行うという住民参加重視の形成促進は遂行された。

表-2 サブプロジェクトの計画と実績

サブプロジェクト	計画	実績
社会インフラ		
学校舎（新築・改築）	470	532
診療所（新築・改築）	116	90
公民館（新築）	13	6
経済インフラ		
灌漑水路整備	387	193
道路・橋梁整備	621	385
電化	440	226
衛生インフラ（2004年に追加）		
給水	0	199
簡易トイレ整備	0	94
下水整備	0	1
合計	2,047	1,726

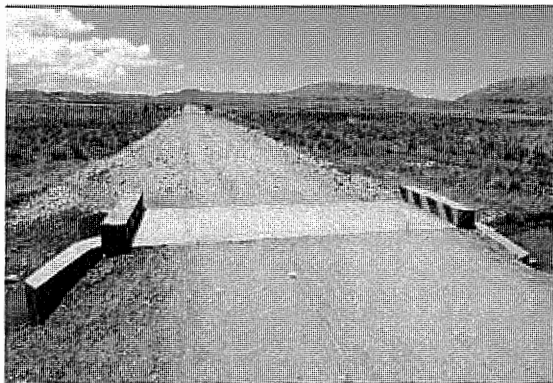
出典：審査時資料、FONCODES（PCR）



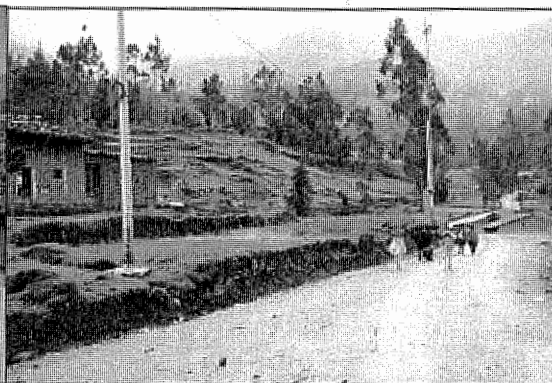
診療所（プーノ県）



灌漑水路整備（アンカシュ県）



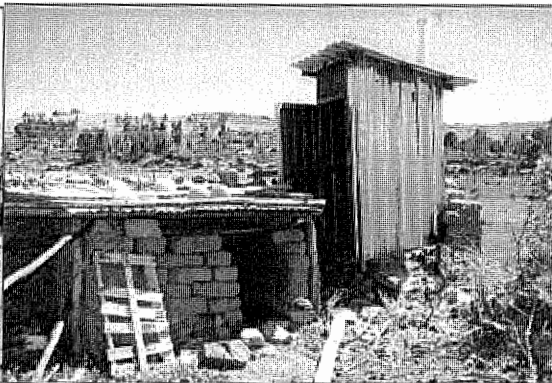
道路・橋梁整備（プーノ県）



電化(アンカシュ県)



給水(プーノ県)



簡易トイレ整備（プーノ県）

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業期間

計画された事業期間は、2000年9月（L/A）～2005年9月（61ヶ月）であったが、実際の事業期間は、2000年9月（L/A）～2007年7月（83ヶ月、計画比136%）であった。貸付実行期限の延長は1回（2006年1月から2007年7月）に行われた。事業期間が伸びた主な原因は、ペルー国政府の対外債務削減方針による内貨手当の不足である⁵。

3.2.2.2 事業費

計画された事業費9,059百万円に対し、実績は8,962百万円であり、計画の99%となった。事業費が計画内に収まるようにサブプロジェクトを選定した結果である。実施されたサブプロジェクト数は1,726件で、計画比84%であったが、これは FONCODES によると、工事単価が上昇する一方で事業費を予算内に収まるようにサブプロジェクトを実施したためである。

⁵ 脚注4を参照。

表-3 事業費の計画と実績

(百万円)

項目	計画			実績		
	円借款 対象	ペルー 政府	合計	円借款 対象*	ペルー 政府	合計
サブプロジェクト	6,703	1,691	8,394	6,696	1,674	8,370
コンサルティング・サービス	91	0	91	56	13	69
管理費	0	362	362	0	341	341
プロモーション・評価	0	212	212	0	182	182
合計	6,794	2,265	9,059	6,752	2,210	8,962
項目	計画			実績		
	外貨	内貨	合計	外貨	内貨	合計
サブプロジェクト	0	8,394	8,394	0	8,370	8,370
コンサルティング・サービス	91	0	91	56	13	69
管理費	0	362	362	0	341	341
プロモーション・評価	0	212	212	0	182	182
合計	91	8,968	9,059	56	8,906	8,962

出典：審査時資料、FONCODES 資料

為替レート: US\$1=Nuevo Sol 3.291=¥118.45(2001年12月17日~2007年7月3日加重平均)

*チャージ金額を含まない。

以上より、本事業は事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性 (レーティング: a)

FONCODES のデータによると、本事業で実施された 1,726 プロジェクトを通じて合計 1,634 千人が受益したと推計される。

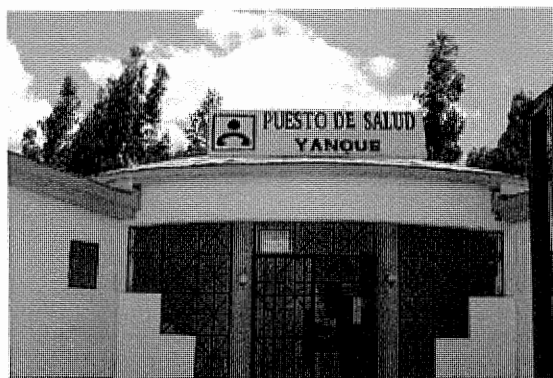
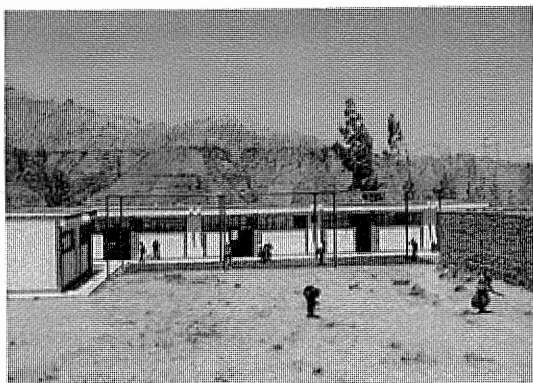
本事業の目的は、サブプロジェクトによるインフラ整備を通じて、基本的なインフラ・サービスの拡大と質の向上を図ることであったと言える。FONCODES は各サブプロジェクトの具体的な事業効果に関する情報を収集していないため、本事後評価においてはアンカシュ県およびプーノ県において 29 件、アレキパ県において 7 件のサブプロジェクトを視察し、施設の現況、利用状況、事業効果の把握を試みた。さらにアンカシュ県、プーノ県の 14 サブプロジェクトについて、受益者へのインタビュー、ワークショップ、質問票調査(合計 280 世帯)を実施して事業前後の比較に基づく事業効果と、サブプロジェクトに関する受益者の意見を調査した。

その結果、視察した36件のサブプロジェクトの9割以上が活用されていることが確認された。詳細な調査を行った14サブプロジェクトについては、表-4に示すように、全て受益者により有効に活用されており、山岳部における社会・経済・衛生に関する基本的なインフラ・サービスの拡大と質の向上に関する一定の事業効果がもたらされていることが確認された。

さらに、表-4以外の、地震の被害を受けたアレキパ県の校舎と診療所の改築について現地踏査したところ、次のような意見が聞かれ、その事業効果が確認された。

地震によりコンクリート造りの校舎のほとんどは使えなくなり、簡易なプレハブ校舎が用意されたが、風により屋根が飛んだり、ほこりが入ってくるなど勉学にはそぐわない条件であった（パンパヌエバ小学校）。日干しれんが造りの校舎は崩壊し、崩壊しなかった校舎で授業を続けたため、教室が足りず、授業に支障を来たした。新築された校舎は、安全で明るく、快適に勉強に励むことが出来る（ワンボ小学校）。地震により梁が落ちるなど一部の教室は使えなくなり、一部の校舎で授業を行ったが、狭くて勉学の条件は悪かった。新築の教室は広く、明るく、安全で勉学にはげむことが出来、住民も感謝している（ワンカ小学校）。

地震により建物にひび割れができるなど一部は危険で使用できず、残った所で診療せざるを得なかった。新築の診療所は、広く、衛生的な状態で、機能的な診療が可能になった。また、家族計画、栄養指導など予防的な指導も充実して出来るようになった（ジャンケ診療所）。地震により建物の壁が倒壊し、一時的に閉鎖せざるを得なかった。再建後は、診療科目ごとの部屋が確保されるなど診療の条件は格段に改良され、住民から大いに感謝されている（マカ診療所）。



震災後新築された小学校校舎（アレキパ県） 震災後新築された診療所（アレキパ県）

また、表-5に示すように、サブプロジェクトへの満足度は非常に高く、「非常に満足」と「満足」を加えた割合は77%~99%に達する。一方、不満足割合は最大でも6%と少ない。この中で、満足度の高いサブプロジェクトは、給水、簡易トイレなどの衛生インフラであり、事業実施中に対象セクターを拡大したことは妥当であったと考えられる。他方、

道路、橋などの交通インフラは他のセクターに比べて相対的に満足度が低いですが、これは、車両などの交通手段を持つ者と持たない者で受ける便益の程度が異なるためであると考えられる。

表-4- サブプロジェクトの効果（回答例）

サブプロジェクト	集落名	受益者数	事業効果（サービスの拡大・質の向上）
校舎	ウアタ (アソカシユ)	202	4教室の増築により複式学級がなくなり、生徒数は定員通りに収まった。コンピューター学習室ができた。広く、明るく、騒音のない快適な環境で授業ができるようになった。
	フンカル (プー)	240	古い教室はいつ倒壊してもおかしくない状態であったが、6教室の増築により明るく、風通しが良く、雨漏りのない快適な環境で授業ができるようになった。他の村からも生徒が来るようになり、生徒数が増えた。古い教室は職員室、倉庫などとして活用されている。
診療所	チュコス (アソカシユ)	2,100	診療所の増築により診察の環境が大きく改善された。診療ベッド数が増え、新たに待合室ができた。雨漏りがなくなり医薬品を保管できるようになった。女性と子供を中心に、毎月の診療者数が約2倍に増えた。
	ピナヤ (プー)	1,400	診療所の増築により、雨漏りせず医療器具や医薬品を置くことができる十分なスペースが確保された。寒さと湿気に煩わされずに、またプライバシーを保ちながら診察できるようになった。古い診療所は遠隔地から訪れる妊婦の宿泊施設に利用。
灌漑水路整備	サントサ (アソカシユ)	700	コンクリート水路への改善により水漏れがなくなり、利用できる水量が増えた。継続的に、水路の最後まで水が通るようになった。灌漑面積が約3割増加した。維持管理の労力が減った。
	ミラマル (アソカシユ)	300	コンクリート水路への改善により水漏れがなくなり、早く水が届くようになった。利用できる水量が増えた。維持管理の労力が減った。
道路・橋梁整備	コンピナ (アソカシユ)	2,500	以前は橋がなく、一部の村では雨季の渡河は不可能だった。川に流される事故も起きていた。歩行者用のつり橋の建設により、一年のほとんどを通じて安全な渡河が可能となった。町への移動時間が短縮された。
	ワイバタ (プー)	500	以前は雨季には徒歩でも通行が困難だったが、農村道路（未舗装）および小橋梁の建設により、年間を通じて町への移動が便利となり、移動距離と所要時間が短縮した。さらに、車両の通行が可能となった。
電化	プログレイ (アソカシユ)	400	村落の全世帯の約8割が電化されたほか、学校、診療所、教会が電化され、多くの家庭に電灯(75%)、ラジオ(85%)などが導入された。
	カンツタニ (プー)	490	村落のほぼ全ての世帯が電化され、多くの家庭に電灯(84%)、ラジオ(90%)などが導入された。
給水	カリリ (プー)	275	以前は主に井戸水を、乾期には河川水を利用した。事業により年間を通じて水が利用できるようになったが、乾期は水量が不足する。ほとんどの世帯は屋外の共同水栓を利用している。水質が大幅に改善された。
簡易トイレ整備	カジュバンパ (アソカシユ)	325	以前は屋外や穴を掘っただけのトイレで排泄していたが、今はほぼ全世帯が衛生便器を利用できる。
	ヤフスカチ (プー)	1,038	

出典：受益者調査結果に基づき評価者作成

表-5 サブプロジェクトへの満足度

(%)

サブプロジェクト	非常に満足	満足	普通	不満足	無回答	合計
校舎	22	84 62	6	6	4	100
診療所	17	90 63	17	0	3	100
灌漑水路整備	17	88 71	12	0	0	100
道路・橋梁整備	22	72 50	27	2	0	100
電化	24	96 72	2	0	2	100
給水	38	95 57	4	1	0	100
簡易トイレ整備	31	99 68	2	0	0	100

出典：受益者調査結果に基づき評価者作成

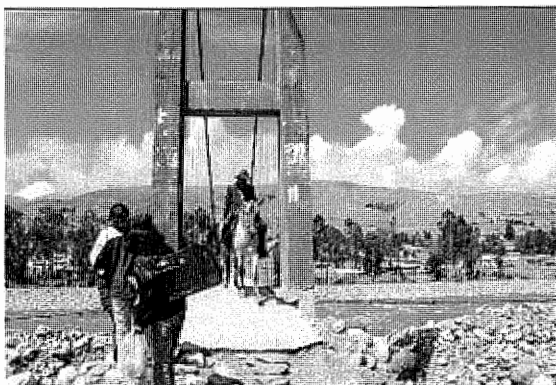
以上より、本事業の実施により十分な効果発現が見られ、有効性は高い。

3.4 インパクト

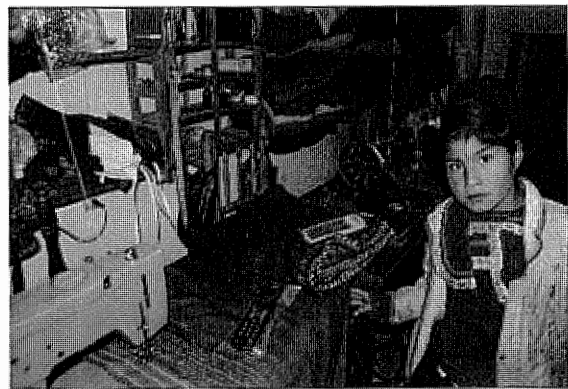
3.4.1 インパクトの発現状況

本事業は各種サブプロジェクトにより受益者の基本的ニーズ（BHN）の充足を図り、生活水準の改善に寄与することが期待されていた。

アンカシュ県、プーノ県の14のサブプロジェクトを対象に実施した受益者調査（ワークショップおよび質問票調査）の結果に基づき各サブプロジェクトのインパクトを挙げると、表-6のとおりである。各サブプロジェクトが十分活用されていることを反映して、生活水準の改善につながる一定のインパクトが発現していることが分かる。



河川に架かる歩道橋（アンカシュ県）



電化を通じた起業（縫製）（アンカシュ県）

表-6 サブプロジェクトのインパクト（回答例）

サブプロジェクト	集落名	インパクト（生活水準の改善）
教室・校舎 (新築)	ウアタ (アンカシュ)	学習環境の改善は、生徒の学習意欲を高めた。コンピューター学習室ができたことにより授業内容が近代化した。
	フンカル (プー)	壁に隙間があったり、雨漏りがあったりした劣悪な環境の時は生徒が風邪をひくなど病気をすることもあったが、校舎の整備後病気の数は減った。受益者（両親）の9割以上は、新しい教室により、学習の成果がより多く上がるようになったと考えている。
診療所	チュコス (アンカシュ)	妊産婦・母子保健を中心に医療サービスが大きく改善された。一般に医療サービスが改善された理由として、病気が少なくなった（58%）、診療対応が改善された（22%）の回答が多かった。
	ピナヤ (プー)	診療所が広くなり母子教育など予防医学が可能になった。受益者の4割は事業により医療サービスが改善されたと回答したが、医師が常駐していないことに不満を表明する者もいる。
灌漑水路	サタラ (アンカシュ)	灌漑水路の改善により生産性が向上した。灌漑の改善と市場の需要増加などにより換金作物の耕作が増加し、受益者の約7割は所得が増加した。
	ミラマル (アンカシュ)	灌漑水路の改善により農作物の収量が増加した。受益者の約4割は所得が増加したが、市場へのアクセスの悪さ、地の制約などから換金作物への移行はあまり進んでいない。
道路・橋梁整備	コンピナ (アンカシュ)	新たな橋は市場での物品の購入と農産物の販売、通学、診療所訪問、農地への移動時などに活用されている。市場への農産物出荷量が増加した。受益者の90%は家庭生活の快適さ増加につながった、25%は市場での売買などにより経済的便益があったと回答。
	ワラハタ (プー)	村人の町への訪問頻度が大幅に増加した。市場での物品売買や家畜の移動などの利便性が高まった。車を使った商売ができるようになった。受益者の93%は家庭生活の快適さ増加につながった、27%は市場での売買などにより経済的便益があったと回答した。
電化	プロガレ (アンカシュ)	受益者は主に子女の学習(41%)、娯楽(33%)に電気が役立っていると回答。受益者の90%は家庭生活に役立っていると回答した。少数であるが商店、縫製工房、製粉などの起業例がある。
	カツタニ (プー)	子供が宿題できるようになった、ロウソク等による火災がなくなった、最新ニュースに接することができるようになった、街灯などで村が明るくなり犯罪が減った等の回答があった。受益者の97%は家庭生活に役立っていると回答したが、電気を利用した起業はほとんど見られない。
給水	カジエパンパ (アンカシュ)	受益者の75%は水汲み労働が軽減され、時間を有効に使えるようになったと回答した。受益者の半数は、洗面、掃除など衛生管理により多くの水を使うようになり、感染症が少なくなった、95%は家庭生活の改善に役立ったと回答。
	カリリ (プー)	受益者の92%は水汲み労働が大幅に軽減されたことに満足している。掃除、洗濯、洗面などの頻度がやや増加した。受益者は、子供の消化器系疾患や皮膚病にかかる頻度が少なくなったと感じている。
簡易トイレ整備	カジエパンパ (アンカシュ)	トイレが清潔になり、住居から近くなった。人糞による農地や水の汚染が少なくなった。受益者の9割が排泄に何の問題もない、8割が生活環境の改善に役立ったと回答した。
	ヤブスチ (プー)	トイレが清潔になり、悪臭が減った。受益者の35%は衛生トイレにより下痢が減ったと考え、全員が家庭生活の改善に役立ったと回答した。

出典：受益者調査結果に基づき評価者作成

アンカシュ県における二つの灌漑サブプロジェクトでは、受益者の農業収入はプロジェクト前に比べ、プロジェクト後の方が明らかに増加しており、肥料など他の要素も影響したと考えられるものの、作物の種類が多様化するなど灌漑整備が受益者の所得水準向上に貢献したことが伺える。

表-7 灌漑水路による農業収入の増加

単位：ソル/年

集落	プロジェクト前	プロジェクト後 (2009年)
サンタ・ロサ	1,068(2006年)	2,237
ミラマール	307(2004年)	446

出典：受益者調査結果に基づき評価者作成

灌漑サブプロジェクト以外にも、受益者の所得水準の向上に貢献したサブプロジェクトがある。例えば、アンカシュ県における河川横断の歩道橋整備では市場に出荷する生産物の量が増加した。農村電化の例では、電気ミシンを導入して、縫製事業を拡大している例、電気製材機の導入による材木の生産増加などの例が、少数ながら挙げられる。

しかしながら、電化のインパクトは、電灯による夜間の読書、ラジオなどによる情報取得、街灯による防犯など社会的な効果が主である。受益者調査によれば、ミシン、木工器具、ポンプなど電動機械を持たない人が88%に上ることから無理もないが、商売や雇用の創出を便益として挙げる人はごく少なく（多回答式でも11%）、本事業によるインフラ整備を機会に起業しようという意識は未だ芽生えていないと言える。受益者の所得向上に繋げるためには起業マインドの醸成やノウハウの移転等に関する訓練を行い、受益者の所得向上に繋げることが期待される。

3.4.2 その他、正負のインパクト

環境破壊、住民移転の問題など負のインパクトについては、受益者調査、ワークショップを通じて、問題が指摘されることは無かった。元来個々のサブプロジェクトの規模は小さく、環境への影響が微小であることに加え、審査時に環境への悪影響がないことが条件の一つとなっている。用地の問題なども、参加型開発のためか、自分たちで解決しようという姿勢で事業を実施している。

なお、サブプロジェクト建設の際に、未熟練労働部分については集落の住民が雇用され、1日10ソルの支払いを受けたことは本事業の経済インパクトといえる。

3.5 持続性（レーティング：a）

FONCODES は、受益者に対して維持管理の講習を行うが、サブプロジェクトの完成後は、文部省（Ministerio de Educacion）、厚生省（Ministerio de Salud）、区役所などの運営維持管理主体へサブプロジェクトを引き渡している。各運営維持管理主体が運営維持管理に責任を持つ一方、診療所および農村電化を除くサブプロジェクトについては、受益者が運営維持管理に係る作業の一部を担っている。

現地視察および受益者調査の結果によると、給水セクターの一部を除いて全般的に各サブプロジェクトは良く維持管理されている。

サブプロジェクトの種類毎に、運営維持管理の体制、技術、財務、維持管理状況について述べると以下のとおりである。

（1）校舎

サブプロジェクト完成後は、文部省が県庁内の教育部を通して運営維持管理を行っている。ただし、清掃、塗装などの簡易なものに関しては、父兄会や地域住民により行われている。FONCODES はサブプロジェクト完成までに、受益者である地域住民に対しての講習を行った。震災復興のアレキパ県の校舎には壁に伸縮目地が入れられるなど、地震対策が講じられている。

維持管理の費用は、文部省からの予算配賦で賄われている。2009 年度は文部省から直接各学校へ維持管理予算が配賦され、校舎の塗装などに使用された。現地視察を通じ、学校の維持管理面で問題は見られなかった。

（2）診療所

サブプロジェクト完成後は、厚生省が運営維持管理を行っており、受益者である地域住民が、清掃や簡単な修理などを行っている。校舎の例と同様、アレキパ県において震災復旧の一環として新規建設された診療所では耐震配慮がなされている。

運営維持管理の費用は、厚生省の予算配賦で賄われている。2009 年度は厚生省から直接各診療所へ維持管理予算が配賦され、建物の塗装などに使用された。

（3）灌漑水路整備

サブプロジェクト完成後、施設は区役所へ移管され、運営維持管理も区役所の責任となるが、一般には受益者が農民組合を作り、自ら運営維持管理を行っている。

FONCODES はサブプロジェクト完成前に、受益者に対して清掃、ゲートの油脂補給、簡単な水路修理などの維持管理の講習を行った。

農民組合が通常の維持管理に必要な資金を受益者から徴収し、清掃などの単純労働は受益者により行われ、維持管理されている。土砂崩れなど災害によって施設が損壊された時

には、区役所の予算から材料、機械などの提供を得て、受益者が労働を提供して復旧する。現地調査を通じて確認した灌漑施設は、良好な状態で運営維持管理がなされていた。

(4) 道路・橋梁整備

サブプロジェクト完成後の運営維持管理は、区役所が行っている。材料・機械を区役所が提供し、土木工事の単純作業は、プロジェクト完成前に FONCODES から適正な通行方法や簡易な補修方法の講習を受けた住民らによって提供されている。

運営維持管理の費用は区役所の予算から支出される。ただし、区役所の予算が限られているため必ずしも十分ではないが、道路・橋梁の機能が維持できる最低限の予算はある。

(5) 電化

サブプロジェクト完成後は、地域電力会社が運営維持管理を行っている。地域電力会社はエネルギー鉱山省（Ministerio de Energia y Minas 現地名称入力）が定めた基準に沿って運営維持管理のためのサービスセンターを設置している。

FONCODES はサブプロジェクト完成までに、受益者である地域住民に対して、事故防止のための適正な使用に関する講習を行った。現地調査を通じて確認した電化サブプロジェクトは、良好な状態で運営維持管理されており、問題は見られなかった。

地域電力会社は、集落のメーターに従って、集落の受益者組合から支払いを受ける。当初は集落に一個のメーターがあり、その使用料を受益者で分割して支払っていたが、この二、三年は、戸別のメーターを設置し、戸別の消費量に応じて支払いするように変化しつつある。受益者調査によると、アンカシュ県の一戸当たり月平均電気代は9ソルで、5ソル以下の支払い層は26%であったが、プーノ県の平均は4ソルで、5ソル以下の支払い層が93%であった。プーノ県はアンカシュ県と比較して所得レベルは低く、プーノ県の貧しさが電力消費にも反映している状況が伺える。

(6) 給水

サブプロジェクト完成後の運営維持管理の責任主体は区役所であるが、一般に受益者が組合を作り、受益者からの料金徴収で通常の維持管理費用を賄い、修理等も受益者自らが行っている。

FONCODES はサブプロジェクト完成までに、受益者である地域住民に対して、取水口・貯水槽の清掃、管路の維持管理、消毒液の投入などに関する講習を行った。一般に維持管理状況は良好であるが、視察した中には、渇水期の水配分が悪く、水が末端まで来ないことがあるという不満が一例、寒冷期に蛇口の保護が不足して、凍結破損していた例が一例あった。また、管理組合を結成していないサブプロジェクトが一例あり、現地調査に同行した FONCODES 職員が住民代表に結成を促す場面があった。

受益者調査によれば、アンカシュ県対象地の水道料金は1戸あたり1.5ソル/月～5ソル

／月であり、プーノ県対象地の水道料金は 0.25 ソル／月～0.50 ソル／月であった。修理が必要な場合は区役所が予備費などから負担している。給水は重要なサービスと認識され、優先して手当てされているとのことであった。

(7) 簡易トイレ整備

サブプロジェクト完成後の所有権は受益者である地域住民へ引き渡され、維持管理は個々の住民が行っている。汚物槽が一杯になった時に、別の汚物槽を設置したり、簡易トイレを移転したりする際には、住民が協力しあっている。

FONCODES はサブプロジェクト完成までに、受益者である地域住民に対して、定期的な石灰をまくなど衛生的に維持管理するよう講習を行った。視察した簡易トイレは全般に清掃も行き届き、良好な状態で使用されていた。

維持管理に係る費用は住民自らが賄っており、その費用は大きな負担とはなっていない。

以上より、本事業の維持管理はサブプロジェクトの管理主体と受益者住民の関与の仕方によって、違いがあるものの、全体としては体制、技術、財務ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び教訓・提言

4.1 結論

本事業は、アンデス山岳地域の貧困層の農民のための基礎的インフラ整備を目的に、1,726 件ものサブプロジェクトを 9 県に亘って実施し、住民の生活水準の向上に資し、ひいては歴代政権の政策である貧困削減の一助となった。事業実施においては、事業費は計画内に収まったが、実施期間は計画以上の期間を要したため、効率性は中程度である。サブプロジェクトを視察し、受益者調査を行った結果では、ほぼ全てのサブプロジェクトは有効に使われており、受益者の満足度も高い。また、完成したサブプロジェクトの運営維持管理はそれぞれ管轄の官庁などが住民の協力を得て行っており、持続性も高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

山岳地域、アマゾン地域の農村における基礎的インフラ整備に対するニーズは、今後も多いと考えられ、このニーズに FONCODES も対応していくことが望ましい。更に FONCODES により整備されたインフラを利用して住民が現金収入を増やし、貧困削減に繋げることが望ましく、受益者に対するソフト面での支援が必要と考えられる。例えば、灌

溉施設の受益者に対する営農指導や電化の受益者に対する起業サポート、技術指導・経営指導などが挙げられるが、これらの活動を実現するためには FONCODES の能力強化、所掌拡大も必要である。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

本事業は、実施途中の 2001 年に発生した地震による被害に対し、当初の対象地域を拡大し、学校や診療所の復旧等を通じて被災者の基礎的ニーズを充足することにより、災害復旧において一定の効果を挙げたといえる。本事業のように、緊急時には、事業計画時のスコープ変更が別の効果発現に繋がることも踏まえ、迅速かつ柔軟な対応が望ましい。

本事業は、他の FONCODES 事業と同様に、集落住民自身による事務局 (Nucleo Ejector) が主体となって、サブプロジェクトの企画から実施、完成まで住民参加による手法で行われてきた。事務局は建設費の支払いなども任されるため、オーナーシップの意識も高く、透明性も確保される。ただ、事務局はサブプロジェクトが完成すれば、解散してしまう一過性のものである。一方、近年の地方分権政策により、区役所の予算も増大し、FONCODES 事業にも案件選定から事業実施まで関与してきている。従って、事務局の経験を区役所が恒常的に受け継ぎ、FONCODES とともに貧困地域の社会・経済・衛生小規模インフラ開発手法として、今後も発展させていくことが望ましい。

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット	(a)サブプロジェクト 社会インフラ 校舎 : 470 診療所 : 116 公民館 : 13 経済インフラ 灌漑水路 : 387 道路・橋梁 : 621 電化 : 440 衛生インフラ (計画なし) 合計 : 2,047 (b)コンサルティング・サービス (c)プロモーション・評価	(a)サブプロジェクト 社会インフラ 校舎 : 532 診療所 : 90 公民館 : 6 経済インフラ 灌漑水路 : 193 道路・橋梁 : 385 電化 : 226 衛生インフラ 給水 : 199 簡易トイレ : 94 下水 : 1 合計 : 1,726 (b)コンサルティング・サービス 実施時期が4年ほど遅れた。 (c)プロモーション・評価 実施時期が4年ほど遅れた。
②期間	2000年9月(L/A)～2005年9月 (61ヶ月)	2000年9月(L/A)～2007年7月 (83ヶ月、計画比136%)
③事業費	百万円	百万円
外貨	91	56
内貨	8,962	8,906
合計	9,059	8,962
うち円借款分	6,794	6,758
換算レート	1US\$=¥113.5=N.Sol3.340 (1999年10月)	US\$=¥118.45=N.Sol3.291 (2001年12月17日～2007年7月3日)