2-3-2 コチャバンバ市の水道施設整備計画

(1) ミシクニ・プロジェクト

ミシクニ・プロジェクトの概要は、以下のとおりである。

- ミシクニ・プロジェクトの目的は、灌漑用水及び水道用水の確保と発電である。
- 同プロジェクトは緊急計画、第1段階、第2段階、第3段階及び第4段階まであり、緊急計画で建設された施設は2005年3月から稼動している。
- 緊急計画で建設された導水管路によって、原水（平均170L/s）がCala Cala浄水場に送水されている。
- 第1～第4段階で、融資が決まっているのは第1段階のみで、2009年完成を目指している。第2段階の施設建設は、2020年頃を目標とし、第3、第4段階は構想程度である。
- 第1段階は、イタリア、アンデス開発基金（CAF）及び自国資金で、総額4,600万ドルである。イタリアからの融資（2,500万ユーロ）の決定は、今年8月～9月の予定である。
- 浄水量1,000L/sの送水先は、SEMAPA及びコチャバンバ渓谷地域の5市町村であるが、配分量は決まっていない。

ミシクニ・プロジェクトの緊急計画、第1段階及び第2段階の概要は、表2.3.2のとおりである。

表2.3.2 ミシクニ・プロジェクトの概要

No.	コンポーネント	内容	備考
緊急計画（1998年開始。2005年3月稼動開始）			
1	導水トンネル	H3.8 x W3.0、総延長20km	完成済み。稼動中
2	導水管	口径400mm、鉄管 MisicuniからSaloneo Chamberまでの導水管	完成済み。稼動中 SEMAPAに200～400L/sの原水を供給
第1段階（2,110L/sの水源開発。2009年までに完了予定）			
1	ダム	ロックフィルダム、H=85m	2007年4月工事開始予定
2	導水管	口径1,600mm x 3,736m	同　上
3	水力発電所	80MW、210GWh/年	同　上
4	浄水場	1,000L/s	同　上
第2段階（3,100L/sの水源開発。2020年頃までに完了予定）			
1	ダムの拡張	H=120mに拡張	資金調達先は未定
2	水力発電所の拡張	120MW、270GWh/年	同　上
3	浄水場の拡張	計画浄水量2,000L/sに拡張	同　上
4	導水管の拡張	4.5kmから18.5kmに拡張	同　上

出典：ミシクニ公社

上記のように、Misicuniプロジェクトで建設される浄水場の浄水は、SEMAPA及び5市町村に送水されるが、SEMAPAとしてはMisicuni浄水場の浄水単価が高いため、極力、SEMAPA施設を活用し、不足分をMisicuni浄水場から購入する方針である。浄水単価については、Misicuni公社とSEMAPAが、現在交渉中とのことである。

(2) BID プロジェクト

1) ミニ・プロジェクト

SEMAPA の機構改革のためのミニ・プロジェクト（表 2.3.3）が、BID の融資を受けて 2002 年から実施されている。この中で、維持管理費の削減及び料金徴収改善によるコスト・リカバリーの向上と、無収水削減に力点が置かれている。

また、本計画に関連する、Aranjues 浄水場の水源である Wara Wara 水源の拡張が実施される予定である。この水源拡張により、計画目標年次の水需要量の確保が可能となる。

表 2.3.3 BID 融資によるミニ・プロジェクトの内容

目標		詳細	活動／プロジェクト	
			コード	詳細
一般的活動	0	一般的活動	001	技術、経済監査契約
			002	拡張計画最終設計の更新
費用回収率 1.2 の達成	1	インデックス付け	101	水道料金見直し 2005 – 2010 年
	2	維持管理費の削減	201	電気使用量管理計画
			202	Synergia - Barrilete 計画
			203	Synergia - Barrilete 契約見直し
			204	車両用燃料を天然ガスへ変換計画
			205	塩素ガスによる消毒設備の変換計画
			206	人材合理化、適応計画
			207	駐車場、重機、機材一部刷新計画
	3	料金徴収の遅れと徴収改善	301	顧客第一プログラム
			302	商業的遅れ回復
	4	債務再編成	401	TGN 債務の再返還プログラム
			402	ミシクニ債務の再返還プログラム
			403	HAM コチャバンバとの財政調整
無収水削減	5	営業ロス（有効無収水）削減	501	基本活動
			502	水道メータ較正活動
			503	水道メータ設置増加活動
			504	不法接続減少
	6	無効水（漏水）削減	601	配水管網管理部の設立
			602	インフラ維持管理部の設立
			603	インフラ維持機材の整備
			604	圧力調整と漏水削減
			605	漏水探知と修理
			606	引込管の交換と 40km の配水管敷設替え
			607	配水管網のセクター区分
			608	マクロメータ（地区流量計）の設置
			609	Casco Viejo 配水管網改善計画
機構強化	7	企業再編プログラム	701	新機構組織
			702	技術、管理研修
水源水量の増加	8	水源の拡張	801	Escalerani 水源拡張
			802	Wara Wara 水源拡張

出典：SEMAPA

2) コチャバンバ市南部地域飲料水供給計画

本計画対象地域の西側の地域を対象とする「コチャバンバ市南部地域飲料水供給計画」が BID の融資により実施される予定である。現在、SEMAPA は同計画の実施計画書を BID 側に提出し、融資の決定をまっているところである。融資が決まれば、2007 年 4 月上旬ま

でに工事が着工する見込みである。

(3) CAF プロジェクト

1) Taquiña 浄水場建設計画

CAF の融資により Taquiña 浄水場が建設中である。途中、融資が中断したこともあり、工事は大幅に遅れている。2005 年には稼動予定であったが、現在の進捗状況では、2007 年にずれ込むと予想される。

計画浄水量は 400L/s であるが、水源となる Escalerani ダムの水源量は季節によって変動があり、平均で 280L/s であることから、平均浄水量は 280L/s となる。本浄水場の配水区域は、北部地域（D1 地区と D2 地区）であり、現在 Cala Cala 浄水場からポンプ場を経由して送水されているが、本浄水場の稼動後は、同ポンプ場は休止される予定である。

2) コチャバンバ市旧市街地上下水道管網更新プロジェクト

CAF の融資プロジェクトのリストに掲載されている（表 2.2.4 参照）。旧市街地の Casco Viejo 地区の配水管及び下水管更新、接続管設置等がプロジェクトのコンポーネントである。融資時期、建設時期等は不明である。

2-3-3 Aranjues 浄水場の現況

Aranjues 浄水場（UTM：19803695E、8079733N、標高：2,827m）は、コチャバンバ市の北部区域に位置しており、Wara Wara ダム（UTM：19805672E、8085206N、標高：約 4,100m）や San Juan ダムを水源としている。Aranjeus 浄水場は、着水路、導水路、ろ過池のみからなる地域住民所有の簡易浄水施設として 1992 年に建設された。1997 年に SEMAPA は同施設を住民から買収し、沈殿池、ろ過池などの施設の拡張を図った。Aranjues 浄水場の既存施設配置図は図 2.4.1 のとおりである。

同施設は 100L/s の浄水能力として拡張計画されたものであるが、実際の浄水量は 60～70L/s である。これ以上の浄水量を得ようとすると、浄水水質が悪化するとのことであった。これは、沈殿池のサイズが小さいなど、構造的な設計上の問題を抱えているからである。

SEMAPA からの情報によると、同施設の拡張に係る設計・監理は民間のコンサルタント会社（ブラジル法人）が実施したが、当時 SEMAPA に設計の監理能力が不足しており、設計や施工について検査ができなかったのではないかとのことであった。

Aranjues 浄水場の現状と問題点は以下のとおりである。

- 季節によって浄水の色度がボリビア国飲料水水質基準に適合しない。色度は原水に含まれている藻類の影響と考えられている。
- フロック形成池がないため、濁度などの水質変化への対応が困難である。
- 計画浄水量に対して沈殿池（拡張前のろ過池を改良したもの）が小さい（日本の施設設計基準に基づく沈殿池面積の 5 分の 1 程度）。

- 逆流洗浄のほかに表面洗浄を併用させた方がよいが、表面洗浄装置がないため、逆流洗浄時の外観から判断し、ろ材表層部に濁質が抑留されているものと考えられる。
- 逆流洗浄に利用された排水がそのまま浄水場外へ排水されており、浄水量の約 10%が無駄になっている。
- ろ過池下部のろ水及び逆流洗浄用水の管路に不平均力を吸収する防護コンクリートブロックが設置されていないため、水圧による管路の抜け出しなどの危険性が高い。
- 逆流洗浄用水の揚水ポンプの機能が低下しており、既存の逆流洗浄用水タンクへの貯水に長時間（約 6 時間）を要しているため、毎日 1 回の洗浄が定期的に行なわれていない。
- ろ過池はコンクリート躯体に亀裂が生じ、その都度補修され利用されている。

2-3-4　市南東部の給水現況及び整備計画

(1)　給水現況

市南東部の住民は SEMAPA による給水を一切受けておらず、OTB（町内会のような性質をもつ）という住民組織の中で形成された水組合が運営管理する井戸、高架水槽、配水管などの給水施設や主に民間業者が運営する給水車によって給水を受けている。図 2.3.4 に水組合所有の給水施設配置図を示す。同施設の井戸能力は明らかではないが、毎日 3 時間程度の運転状況や 1 箇所の施設で給水を受ける住民数（300 人程度）から判断し、井戸能力はそれほど大きくないものと考えられる。

また、SEMAPA 保有の水質データによると、同施設より給水を受けている一部の地区では、鉄、マンガン、電気伝導度などの数値がやや高い傾向にある。「塩分味がある」との同施設の一部の管理人の情報からも、電気伝導度が基準値を上回っているであろうと推測される。水料金は SEMAPA の水道料金（$2Bs/m^3$）よりも割高で約 7 倍（$15Bs/m^3$）となっている。

一方、水組合の給水施設が存在しない地区の住民は、給水車によって平均的に週 2～3 回の給水を受けている。しかしながら、給水車所有の業者が独自に井戸を所有しているとの情報もあるが、給水車の水源地点は明確ではなく、給水業者による水質検査の実施も不明である。また給水車より購入した水は玄関前に設置された 200L 相当のドラム缶に貯水されており、ホコリ混入防止にシートがかけてあるものの、衛生状態に不安がある。このように給水車による給水は水質に対する信頼性が非常に低い。

さらに水料金は SEMAPA の水道料金の 20 倍程度（$20～25Bs/m^3$）と非常に高く、貧困層が多い市南東部の住民にとって大きな負担（収入の約 10%と推定される）となっている（表 2.3.1 参照）。

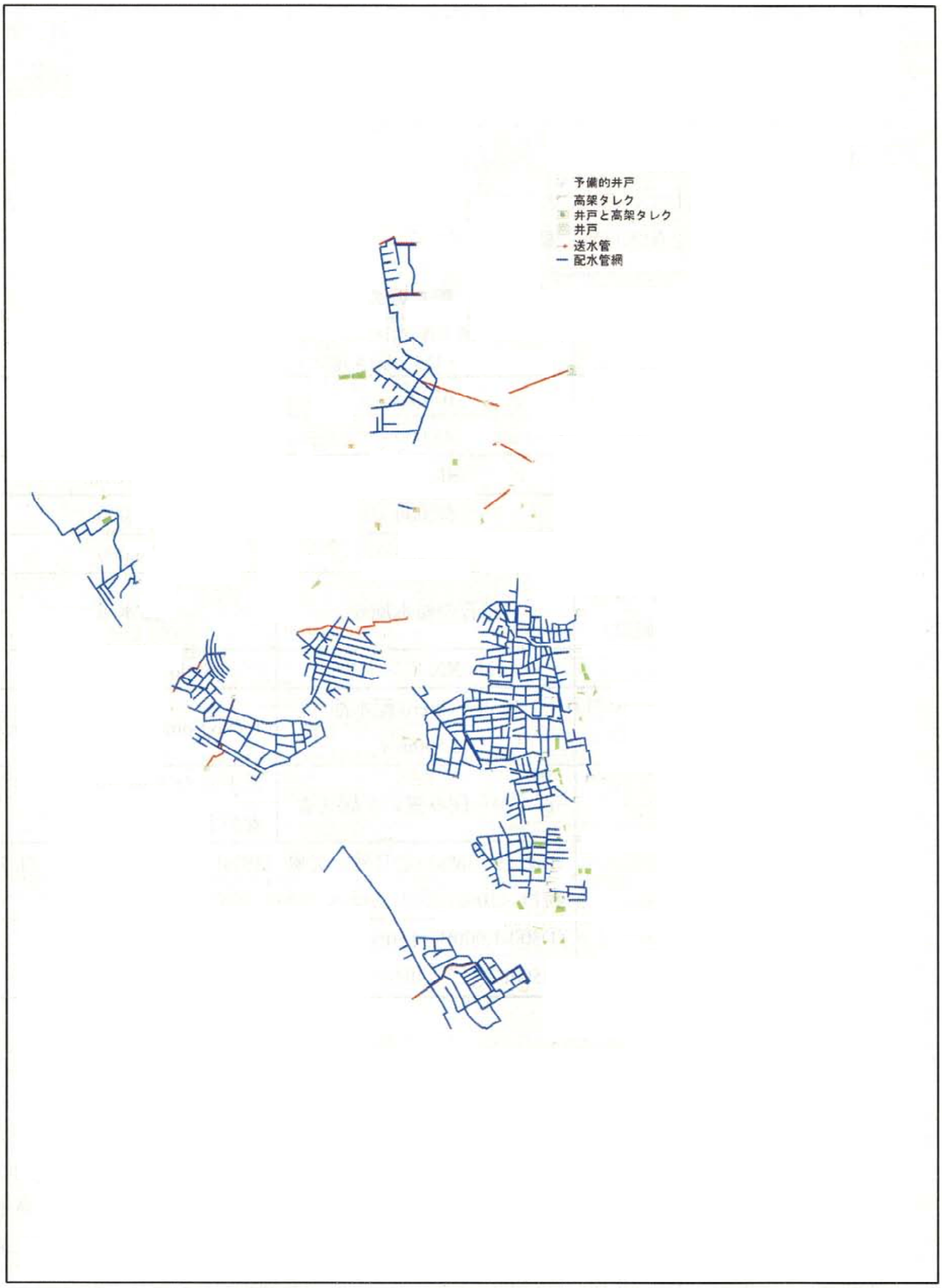

図 2.3.5　水組合の給水施設配置図

出典：SEMAPA

(2) 整備計画

本要請の対象地域は市南東部の 2 つの配水区（第 1 配水区と第 2 配水区）に分かれ、第 1 配水区は D6、D7、D8、D14 地区から成り、第 2 配水区には D8、D14 地区が属している。計画目標年次の 2015 年にはそれぞれ約 50,000 人、約 20,000 人の給水人口が推定される。

現在 SEMAPA は自己資金によって本要請計画の関連施設として、ポンプ場及び 2 つの配水池を市南東部に建設している。これらの建設中の施設は今年中に完工の予定である。表 2.3.4 に第 1 配水区及び第 2 配水区別に概況を示す。

表 2.3.4　配水区の概況

項目	第 1 配水区 （D6、D7、D8、D14 地区）	第 2 配水区 （D8、D14 地区）
配水区域面積	674 ha	829 ha
行政区域内人口（2005 年）	45,000	18,000
人口密度（2005 年）	70 人/ha	20 人/ha
行政区域内人口（2015 年）	58,000	23,000
給水人口（2015 年）	50,000	20,000
現況の主要な給水形態（給水車あるいは組合の給水施設）	組合の給水施設	給水車
建設中のポンプ場	Siglo XX ポンプ場	Siglo XX ポンプ場
各配水区を受けもつ建設中の配水池	10 de Febrero 配水池（2,500m^3）	Tacko Loma 配水池（1,250m^3）
居住者	古くから住み着いた居住者	ポトシなど地方からの移民者が多い
主な経済活動	①商業（38%）②日雇い労働（19%）③運送業（12%）④公務員（10%）⑤工芸職人（7%）⑥その他（14%）	
一家族における平均月収	①500-1,000Bs（50%）②1,000-1,500Bs（26%） ③500Bs 以下（8%）④1,500Bs 以上（16%）	

出典：SEMAPA

2-3-5 水質分析の現況

SEMAPA は上水道及び下水道用の 2 ヵ所の水質分析所（下水道用：Alba Rancho 分析所）を所有している。コチャバンバ市上水道の中央水質分析所として、Cala Cala 浄水場敷地内にある水質分析所が当初使用されていたが、地盤沈下によって近年建造物に大きな亀裂が発生し危険なため使用が停止された。現在は、Cala Cala 浄水場の水質分析所の分析機材一式が Aranjues 浄水場敷地内の分析所へ臨時的に移され、そこで水質検査が行なわれている。

水質分析項目は、色度、濁度、浮遊物質量、pH、電気伝導度、アルカリ度、硬度、大腸菌群、糞便性大腸菌などでボリビア国の飲料水水質基準（NB512）に準じている。現在 SEMAPA は水質基準で求められている水質項目を検査するために必要な機材を概ね保有しており、機

材の状況も全体的に良好である。表 2.3.5 に SEMAPA が保有している主要な水質分析機材を示す。SEMAPA は浄水について毎日の分析を目標にしているが、実際には２日に１回程度の頻度で分析を行なっている。本予備調査で入手した主要な水道施設における水質データ（2005 年～2006 年）を表 2.3.6～表 2.3.9 に示す。

これらのデータから、特に深刻な問題はないと判断できるが、Aranjues 浄水場の原水は、色度、濁度、大腸菌類について水質基準を上回っている。色度は年間を通じ高く、濁度と大腸菌類は特に雨期において高い傾向にある。浄水処理後、濁度は水質基準に適合しているが、色度と大腸菌類は浄水前に比べ低減しているものの、雨期においては依然高い。

一方、Cala Cala Alto 配水池の水質は、やはり雨期において色度と大腸菌類が高い傾向にあるが、Aranjues 浄水場の浄水に比べ低い。これは、Cala Cala Alto 配水池で地下水や Cala Cala 浄水場からの水が流入し、混合希釈されているためと考えられる。

表 2.3.5　分析機材一覧

分析機材	機材状況	購入年度
物理・化学分析用		
pH 計	普通	1997
濁度計	測定精度低下	1976
電気伝導度計	普通	1997
ガラスデシケーター	－	1976
蒸留器	普通	1997
分光光度計	普通	2000
細菌試験用		
インキュベーター	過去２度修理	1986
オートクレーブ	普通	2000

出典：SEMAPA

表 2.3.6　Aranjues 浄水場における原水及び浄水水質データ（2005 年）

項目 / 水質基準 / 月	原水								浄水							
	色度	濁度	SS	pH	電気伝導度	硬度	大腸菌群	糞便性大腸菌	色度	濁度	SS	pH	電気伝導度	硬度	大腸菌群	糞便性大腸菌
	15	5		6.5-8.5	1000	500	0.0	0.0	15	5		6.5-8.5	1000	500	0.0	0.0
	UC	NTU	mg/L		µS/cm	mgCO_3Ca/l	UFC/100	UFC/100	UC	NTU	mg/L		µS/cm	mgCO3Ca/l	UFC/100	UFC/100
1月		9.06	66.56	7.01	21.88	21.54	176.69	163.81		0.62	30.88	7.08	23.00	20.54	36.00	32.00
2月		7.16	35.40	7.36	21.25	24.73	49.00	74.55		0.53	38.80	7.37	21.92	21.19	14.00	7.00
3月		4.91	26.38	7.37	26.88	22.50	12.88	11.69		0.41	20.63	7.38	24.31	23.63	1.00	1.00
4月		2.42	23.86	7.50	22.43	20.82	2.37	1.86		0.30	22.79	7.37	22.29	20.53	1.00	0.00
5月		1.11	20.29	7.59	24.50	21.36	0.14	0.07		0.35	17.14	7.46	25.71	19.66	1.00	0.00
6月	24.69	0.81	17.92	7.60	21.08	26.69	0.08	0.00	11.00	0.35	19.15	7.50	21.15	24.24	0.00	0.00
7月	24.55	0.82	24.36	7.50	21.55	30.00	0.00	0.00	12.27	0.45	24.91	7.39	21.45	27.83	0.00	0.00
8月	19.50	0.80	24.00	7.57	22.50	24.37	0.00	0.00	14.00	0.45	22.50	7.37	23.25	24.37	0.00	0.00
9月	28.18	0.72	21.27	7.60	23.33	24.48	0.00	0.00	10.64	0.38	22.55	7.50	22.50	22.33	0.00	0.00
10月	18.33	0.95	24.00	7.42	23.56	21.98	0.00	0.00	12.53	0.50	23.81	7.28	23.75	21.98	0.00	0.00
11月	21.25	0.86	31.00	6.85	24.88	23.22	1.63	1.50	12.75	0.82	22.13	6.80	28.13	23.71	0.00	0.00
12月	24.00	1.16	25.70	7.03	30.33	25.69	5.00	4.58	14.00	0.57	20.30	6.91	28.78	24.12	1.00	1.00

注：数値は各月の平均値
出典：SEMAPA

表 2.3.7　Aranjues 浄水場における原水及び浄水水質データ（2006 年）

項目 / 水質基準 / 月	原水								浄水							
	色度	濁度	SS	pH	電気伝導度	硬度	大腸菌群	糞便性大腸菌	色度	濁度	SS	pH	電気伝導度	硬度	大腸菌群	糞便性大腸菌
	15	5		6.5-8.5	1000	500	0.0	0.0	15	5		6.5-8.5	1000	500	0.0	0.0
	UC	NTU	mg/L		µS/cm	mgCO_3Ca/l	UFC/100	UFC/100	UC	NTU	mg/L		µS/cm	mgCO_3Ca/l	UFC/100	UFC/100
1月	33.00	6.52	29.77	6.67	31.00	24.82	14.80	14.00	18.85	0.73	23.77	6.53	31.69	28.98	3.00	2.00
2月	40.00	12.48	26.44	6.65	30.78	27.34	24.88	22.38	19.67	0.77	24.00	6.69	30.89	26.54	5.00	4.00
3月	26.25	0.99	37.71	6.44	36.00	30.17	3.17	2.00	12.50	0.54	39.00	6.35	36.38	26.88	1.00	1.00
4月																
5月	21.40	0.84	56.00	6.58	31.33	34.30	0.00	0.00	11.40	0.42	48.80	6.77	28.67	33.43	0.00	0.00
6月	28.40	0.86	47.22	7.61	24.00	27.14	0.36	0.00	13.00	0.39	47.33	7.58	24.70	28.92	1.00	0.00
7月	26.33	0.70	59.89	7.35	25.78	35.75	0.00	0.00	16.56	0.46	47.11	7.21	25.67	30.40	0.00	0.00

注：数値は各月の平均値
出典：SEMAPA

表 2.3.8　Cala Cala Alto 配水池における水質データ（2005 年）

項目 / 水質基準 / 月	色度	濁度	SS	pH	電気伝導度	硬度	鉄	マンガン	硫化物	残留塩素	大腸菌群	糞便性大腸菌
	15	5		6.5-8.5	1000	500	0.3	0.3	300	0.3-1	0.0	0.0
	UC	NTU	mg/L		µS/cm	$mgCO_3Ca/L$	mg/L Fe	mg/L Mn	mg/L SO_4	mg/L	UFC/100	UFC/100
1月	20.66	1.66	91.33	7.39	123.66	53.11	0.11	0.04	16.20	0.76	19.00	0.00
2月	18.00	1.40	74.00	7.12	118.00	47.81	0.11	0.04	15.80	0.70	0.00	0.00
3月	7.00	0.74	95.33	7.14	121.60	58.66	0.07	0.02	16.33	0.80	0.00	0.00
4月	5.30	0.30	82.00	7.04	128.00	61.20	0.05	0.05	18.83	0.76	0.00	0.00
5月	5.00	0.32	50.66	7.14	129.00	62.46	0.04	0.02	16.93	0.83	0.00	0.00
6月	2.50	0.34	52.00	7.24	115.50	140.82	0.03	0.01	16.70	0.85	0.00	0.00
7月	4.50	0.41	86.00	7.35	125.00	96.30	0.06	0.02	17.10	0.80	0.00	0.00
9月	3.66	0.30	118.00	7.30	170.60	72.64	0.07	0.02	18.40	0.50	0.00	0.00
10月	4.50	0.31	90.00	7.20	133.00	56.31	0.04	0.01	18.40	0.60	0.00	0.00
11月	4.00	0.40	106.00	6.79	170.00	67.18	0.07	0.02	20.10	0.80	0.00	0.00
12月	4.00	0.35	115.00	6.79	217.00	80.02	0.07	0.01	17.95	0.80	0.00	0.00

注：数値は各月の平均値
出典：SEMAPA

表 2.3.9　Cala Cala Alto 配水池における水質データ（2006 年）

項目 / 水質基準 / 月	色度	濁度	SS	pH	電気伝導度	硬度	鉄	マンガン	硫化物	残留塩素	大腸菌群	糞便性大腸菌
	15	5		6.5-8.5	1000	500	0.3	0.3	300	0.3-1	0.0	0.0
	UC	NTU	mg/L		µS/cm	$mgCO_3Ca/L$	mg/LFe	mg/L Mn	mg/L SO_4	mg/L	UFC/100	UFC/100
1月	8.33	0.90	99.33	6.66	170.33	61.42	0.19	0.01	17.96	0.83	0.00	0.00
2月	5.00	0.75	105.00	6.58	163.50	56.97	0.08	0.02	16.05	0.80	0.00	0.00
3月	8.50	1.20	86.50	7.16	144.50	59.64	0.06	0.00	16.10	0.80	0.00	0.00
5月	4.00	0.60	151.50	13.48	179.00	83.81	0.03	0.01	18.25	0.75	0.00	0.00
7月	7.00	1.00	109.00	7.33	119.00	84.78	0.06	0.01	16.60	0.85	0.00	0.00

注：数値は各月の平均値
出典：SEMAPA

2-3-6　維持管理状況

(1)　維持管理体制

1)　維持管理組織

SEMAPA における維持管理は、施設運営局(オペレーション局)が担当している。同局は、上下水道部と維持管理部の 2 部体制で、SEMAPA 職員数の過半数（188 人／350 人中）を占めている。その組織図は、図 2.3.5 のとおりである。

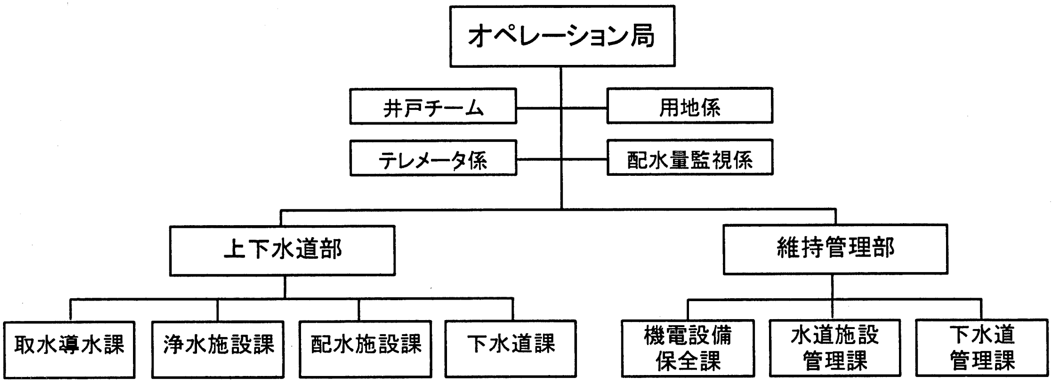

図 2.3.5　SEMAPA 維持管理体制図

出典：SEMAPA

上記の各部課のそれぞれの職員数は、表 2.3.10 のとおりである。

表 2.3.10　施設運営局(オペレーション局)の職員数

部・課	職員数
[上下水道部]	
取水導水課	46
浄水施設課	16
配水施設課	25
下水道課	16
小　計	103
[維持管理部]	
機電設備保全課	15
水道施設管理課	39
下水道管理課	30
小　計	84
合　計	188

出典：SEMAPA

上記の各部課の要員内訳を以下に示す。

2)　上下水道部

上下水道部の取水導水課、浄水施設課、配水施設課及び下水道課の要員数は、表 2.3.11 のとおりである。

表 2.3.11　上下水道部の要員数

施設名・担当名	要員数	備考
[取水導水課]		
Vinto 井戸	2	
El Paso I 井戸	2	
El Paso II 井戸	2	1 名欠員
El Paso III 井戸	2	
中央ゾーン	3	
Coña Coña 配水池	2	
Santa Barbara 配水池	2	1 名欠員
Cala Cala Alto 配水池	2	
Juan XXII 配水池	2	1 名欠員
V. Busch 配水池	2	
Campo Ferial 配水池	2	
Barrio Minero 配水池	2	
Escalerani 水源	2	内、1 名臨時
Titiri ポンプ場	1	
La Cumbre 水源	2	
Wara Wara 水源	2	1 名欠員
維持管理グループ	14	
小　計	**46**	**内、5 名欠員**
[浄水施設課]		
Cala Cala 浄水場	8	運転員 5、助手 3、運転手 1
Aranjues 浄水場	5	運転員
Chungara	3	運転員
Taquiña 浄水場	--	今後、任命される。
小　計	**16**	
[配水施設課]		
維持管理グループ	8	運転員 4、助手 4
San Pedro 配水池	2	運転員
Coronilla 配水池	3	運転員
Prefectural 配水池	2	
Cerro Verde 配水池	2	
Alto CBBA 配水池	2	
バルブ維持管理	5	配管工、レンガ工、助手 2
小　計	**25**	
[下水道課]		
主任技師	1	
運転員	--	'07 年度に 5 名配置予定
作業員	13	
夜警	2	
小　計	**16**	
上下水道部　合計	**103**	

出典：SEMAPA

Taquiña 浄水場については、運転開始が 2007 年になる見込みで、現在のところ、運転員は任命されていない。

3) 維持管理部

維持管理部の機電設備保全課、水道施設管理課及び下水道管理課の要員数は、表 2.3.12 のとおりである。

表 2.3.12 維持管理部の要員数

担当名	要員数	備考
[機電設備保全課]		
主任技師	1	
機械工	5	
電気工	2	
助手	2	機械工 1、電気工 1
溶接工	2	
倉庫担当	1	
運転手	2	
小　計	**15**	
[水道施設管理課]		
監督員	2	主任監督者 1 を含む
運転員	3	
配管工	11	
作業員	17	
運転手	5	
夜警	1	
小　計	**39**	
[水道管理課]		
監督員	3	主任監督者 1 を含む
運転員	3	
作業員	19	
運転手	5	
夜警	1	
小　計	**30**	
維持管理部 合計	**84**	

出典：SEMAPA

(2) 維持管理機材

SEMAPA が現在保有している運営・維持管理用機材は、表 2.3.13 に示すとおりである。これによれば、車両・建設機械類は、購入してから 10～25 年が経過し、既に更新時期にあるものが多いと思われる。このため、維持管理費にも負担がかかっていると想定される。

漏水調査機材については、24 時間給水地域が少なく、ほとんど活用されていない状況である。本計画実施後は、アランフェス浄水場、ミシクニ・プロジェクト等からの浄水量の増加が見込まれ、24 時間給水地域が拡大することから、正確な漏水調査が可能となると判断される（現在は給水制限が行われ、夜間最小流量が測定できない状況である）。その時期に合わせて、漏水調査機材の更新・拡充が必要である。

表 2.3.13　SEMAPA 所有の維持管理機材

No.	機材名	メーカー名	購入年	登録番号	状態
[車両・重機]					
1	バックホー	JOHN DEERE	1988	02	不良
2	ダンプカー	DODGE	1981	16	不良
3	軽トラック	TOYOTA	1986	26	不良
4	バックホー（ショベル付）	MERCEDES	1996	51	不良
5	ワゴン車	HYUNDAI	1996	52	不良
6	ワゴン車	HYUNDAI	1996	53	不良
7	ワゴン車	HYUNDAI	1996	54	不良
8	ワゴン車	HYUNDAI	1996	55	不良
9	ジープ	SUZUKI	1996	61	不良
10	軽トラック	TOYOTA	1989	31	不良
11	ジープ	SUZUKI	1996	49	不良
12	バックホー（ショベル付）	MERCEDEZ	1996	50	不良
13	ワゴン車	HYUNDAI	1996	56	不良
14	ワゴン車	HYUNDAI	1996	57	不良
15	ワゴン車	HYUNDAI	1996	58	不良
16	ワゴン車	HYUNDAI	1996	59	不良
17	クレーン車	FORD	1986	28	不良
18	軽トラック	TOYOTA	1989	33	不良
19	ジープ	SUZUKI	1996	63	不良
20	軽トラック	TOYOTA	1993	42	不良
21	軽トラック	TOYOTA	1993	43	不良
22	軽トラック	TOYOTA	1993	27	不良

No.	機材名	数量	詳細	状態
[漏水調査機材]				
1	相関式漏水探知器	1	配水管網における漏水探知	不良
2	電子音聴棒	1	配水管・接続管の管上部での漏水探知	良好
3	ジオフォーン	2	配水管・接続管の管上部以外での漏水探知	不良
4	金属管探知器	1	地中の金属管、バルブ、給水栓等の探知	良好
5	非金属管探知器	1	地中の非金属管の探知	良好
6	距離計	1	長さの測定	良好

出典：SEMAPA

(3)　無収水対策

1)　配水量分析

SEMAPA は 2003 年にパイロット地域の無収水調査を実施し、表 2.3.14 の配水量分析結果を得たとのことである。

表 2.3.14　パイロット地域における配水量分析（2003 年）

No.	項　目	割合 (%)	有効・無効の分類		有収・無収の分類		備　考
			有効水	無効水	有収水	無収水	
1	料金徴収	46.0	○		○		
2	支払い遅延	8.0	○		○		
3	メータ不良	10.3	○			○	
4	見積り誤差	10.4	○			○	メータなし/故障の場合の見積使用量
5	公共施設	3.2	○			○	病院、軍隊などの公的機関
6	不法接続	0.9	○			○	
7	漏水	21.2		○		○	地上あるいは地下漏水
	合　計 (%)	100.0	78.8	21.2	54.0	46.0	

出典：SEMAPA

上表のように、コチャバンバ市配水システムにおける無収水率は 46%、漏水率は 21%という結果である。しかし、この結果は、パイロット地域 1 箇所のデータである。漏水調査は広範囲にわたって、標準的な地区を選定し（都市の規模によっても異なるが、200 戸程度の地区を 10 箇所程度選定し、漏水調査を行うことが一般的)、平均的な値を算出する必要がある。

SEMAPA が策定した「事業開発戦略プラン（2001 年～2042 年)」(PEDS）では、水需要量の算定において上記のデータを用いておらず、表 2.3.15 の推定値を用いている。

表 2.3.15　SEMAPA 事業開発戦略プランでの採用漏水率

年	2005 年	2010 年	2012 年～2042 年
漏水率（推定値)	35%	28%	25%

出典：SEMAPA

上記の PEDS の漏水目標値は、他の開発途上国と比較しても大きな違いはなく、現実的な値と判断される。

2)　今後の対応策

現在、BID 融資によるミニ・プロジェクトの一つとして、SEMAPA は配水管敷設替えによる漏水削減プロジェクトを遂行中である。したがって、ある程度の漏水率削減が期待される。

一方、効果的な敷設替えを行うための漏水調査については、他ドナーによる上水道整備計画（ミシクニ・プロジェクト、Taquiña 浄水場建設プロジェクト等）により、24 時間給水エリアが拡大された際に実施し、効率的な漏水削減のためのアクション・プランを策定すべきである。

2-3-7　コチャバンバ市上下水道公社の経営状況及び課題

(1)　水道事業の現状

SEMAPA の過去 3 年間（2003 年～2005 年）の契約者数及び使用水量の移行は、表 2.3.16 に示すとおりである。実績によれば、過去 3 年間の契約者数の伸び率は 2.8%、使用水量の伸び率は約 6%であった。したがって、一契約者当りの使用水量が増加する傾向にある。

また、SEMAPA による給水を受けていない地域では、主に民間業者が運営する給水車による給水が行われているが、その消費量は SEMAPA による給水量の 4%程度にすぎない。

表 2.3.16　SEMAPA 契約者別の接続数と使用水量（2003 年～2005 年）

接続形態	2003年		2004年		2005年	
	契約者数	使用水量 (m^3/年)	契約者数	使用水量 (m^3/年)	契約者数	使用水量 (m^3/年)
一般家庭	50,112	11,079,647	51,263	11,366,197	52,462	12,137,798
産業	668	161,566	780	183,024	809	191,341
商業	4,130	1,343,454	4,621	1,597,942	4,852	1,751,254
公共施設	917	727,622	751	721,140	760	787,852
その他	321	217,518	426	251,140	395	263,870
SEMAPA給水源	56,148	13,529,807	57,841	14,119,443	59,278	15,132,115
[参考]						
給水車（民間）		583,142		598,642		614,083

出典：SEMAPA

次に、SEMAPA の水道事業の概況を表 2.3.17 に示す。これによれば、過去 3 年間、給水原価（コスト）が供給単価を上回っているもののその差は小さく、年々改善されている。

一方、有収水率が 46%と低いにもかかわらず給水原価と供給単価の差が小さいのは、データに不備がある可能性がある。したがって、本格調査では、最新のデータを入手し精査する必要がある。

表 2.3.17　SEMAPA の水道事業の概況（2003 年～2005 年）

項目 ＼ 年度	2003 年	2004 年	2005 年
コンセッション区域内人口	561,500	577,400	593,700
給水人口	253,200	264,900	275,600
水道普及率（%）	45.0	45.8	46.4
水道メータ数	41,965	47,812	48,158
生産水量（m^3）	---	---	32,951,392
有収水量（検針＋見積）（m^3）	13,529,812	14,119,443	15,132,115
有収水率（%）	---	---	45.9
総販売コスト（Bs）*注	63,806,185	62,916,776	65,505,156
給水原価（Bs/m^3）	4.72	4.46	4.33
水道料金収入（Bs）	56,363,884	59,191,605	63,861,846
供給単価（Bs/m^3）	4.17	4.19	4.22

注：総販売コストは、データに疑問があるので、基本設計調査で精査する必要がある。
出典：SEMAPA

(2) 水道料金体系

SEMAPA の現行の水道料金体系では、契約者は以下の２グループに分類される。

- 非住宅グループ
- 住宅グループ

これらのグループは、さらに、土地の利用目的およびその場所での飲料水の利用目的により、以下のように分類される。

住宅（R）：

このカテゴリーに該当するのは、住宅用として地所を使っている契約者である。このカテゴリーはまた、4 つのサブカテゴリーに分けられ、それらは利用される水の量に応じて点数が付けられ、以下のように分類される：

住宅 1（R1）　：利用者の地所が不毛の敷地、廃虚、訴訟中の家、崩壊された家。

住宅 2（R2）　：利用者の地所が、点数表で 0〜6 点と分類された場合。水栓が一つのみで、1〜2 室からなる簡単な住宅。

住宅 3（R3）　：利用者の地所が、点数表で 7〜9 点と分類された場合。1 階か 2 階建て、あるいは建設中の住宅。

住宅 4（R4）　：利用者の地所が、点数で 10 以上と分類された場合。2 階建て以上で、全ての付属施設が付いている住宅。

表 2.3.18　住宅グループの点数表

詳細	0 点	1 点	2 点	3 点	点数
地所の面積（m^2）		0〜400	401〜800	801 以上	
階数		1 階	2 階	3 階以上	
水使用量（m^3/月）	1	2〜5	6〜8	9 以上	
建物の状態		古い	普通	新しい	
建物の質		質素	普通	豪華	
				合計点数	

商業用（C）：

このカテゴリーに該当するのは、自身の地所で商業活動を行い、水をその商業活動において使用する契約者である。小売業、専門家の事務所、銀行、劇場、映画館、商業センターなどが含まれる。

特別商業用（CE）：

このカテゴリーに該当するのは、自身の地所で商業活動を行い、あるいは自身が生産する商品の製造過程あるいはその商品化の過程で、水を投入物として使用する契約者である。ホテル、民間クリニック、サービスステーション、レストラン、アイスクリーム屋、民間教育機関、スーパーマーケット、クラブなどが含まれる。

産業（I）：

このカテゴリーに該当するのは、自身の地所で産業を行い、水を産業活動に使う契約者である。機械工場、民芸品製作所、工場、皮なめし工場、パン屋が含まれる。

特殊（P）：

このカテゴリーに該当するのは、自身の地所を社会のために使用する契約者である。（公的教育施設、病院、養老院、国の保護施設、墓地、教会、修道院、福祉センター）

社会（S）：

このカテゴリーに該当するのは、自身の地所を公的に使用する契約者である。（国の建物、公園、広場、公民館、消火栓、福祉センター、教会）

現在の SEMAPA が適用している水道料金表は、表 2.3.19 に示すとおりである。これらの水道料金は、2005 年に 7%、2006 年に 5.4%値上げされている。SEMAPA は、現在、BID 融資のミニ・プロジェクトにおいて、さらに水道料金の見直しを実施しようとしている。

表 2.3.19　SEMAPA の水道料金表（2006 年 8 月現在：月消費量による従量制）

（単位：Bs）

一般家庭あるいは住宅カテゴリー							
カテゴリー	基本料金 $12m^3$ まで	$13m^3$ ～$25m^3$	$26m^3$ ～$50m^3$	$51m^3$ ～$75m^3$	$76m^3$ ～$100m^3$	$101m^3$ ～$150m^3$	$151m^3$ 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	1.50	1.62	2.54	2.89	3.24	3.59
住宅以外のカテゴリー							
カテゴリー	基本料金 $12m^3$ まで	$13m^3$ ～$50m^3$	$51m^3$ ～$100m^3$	$101m^3$ ～$150m^3$	$151m^3$ ～$250m^3$	$250m^3$ ～$400m^3$	$401m^3$ 以上
商業（C）	72.47	3.11	3.32	3.56	3.78	4.01	4.25
特別商業(CE)	84.53	4.81	5.05	5.28	5.50	5.73	5.96
工業（I）	65.22	2.87	3.28	3.44	3.67	3.90	4.12
特殊（P）	31.82	1.26	1.38	1.72	1.94	2.18	2.41
社会（S）	53.11	2.07	2.18	2.29	2.52	2.75	2.98

出典：SEMAPA

(3) 財務状況

SEMAPA の過去 3 年間の損益計算書は、表 2.3.20 に示すとおりである。これによれば、過去 3 年間、収支が赤字となっているが、これは過去に水道料金が低すぎたことにより生じた負債が原因である（民営化時に発生した負債も含む）。収支は過去 3 年間赤字であるが、損失額は年々減少しており、経営改善への努力が伺える。設備投資額にもよるが、現在の水道料金で施設の運営・維持管理費は回収できるものと思われる。

表 2.3.20　SEMAPA の損益計算書（2003 年～2005 年）

項目 ＼ 年度			2003年	2004年	2005年
収益	料金収入		52,175,107	55,206,059	58,481,193
	その他収入		4,188,777	3,985,547	5,380,653
	収益　計		**56,363,884**	**59,191,606**	**63,861,846**
支出	営業費用	人件費	14,009,741	18,635,839	16,325,887
		薬品費（凝集剤及び塩素）	1,184,597	1,058,933	1,461,899
		動力費（電気代等）	9,614,584	9,051,245	8,700,950
		修繕費	1,111,276	1,024,182	765,076
		投資費用[*1]	N.A.	N.A.	N.A.
		減価償却費	19,356,052	19,507,607	41,639,483
		その他	1,669,678	2,149,382	1,799,271
		小　計	---	---	---
	営業外費用[*2]	支払利息	N.A.	N.A.	N.A.
		その他	N.A.	N.A.	N.A.
		小　計	---	---	---
	支出　計		---	---	---
純利益または損失[*3]			**△ 26,709,760**	**△ 5,440,809**	**△ 3,062,586**

注：1. 投資費用データは未入手。
2. 営業外費用データは未入手。
3. 貸借対照表からのデータ。△はマイナス（損失）を示す。

出典：SEMAPA