

サンパウロ州上下水道公社（SABESP）

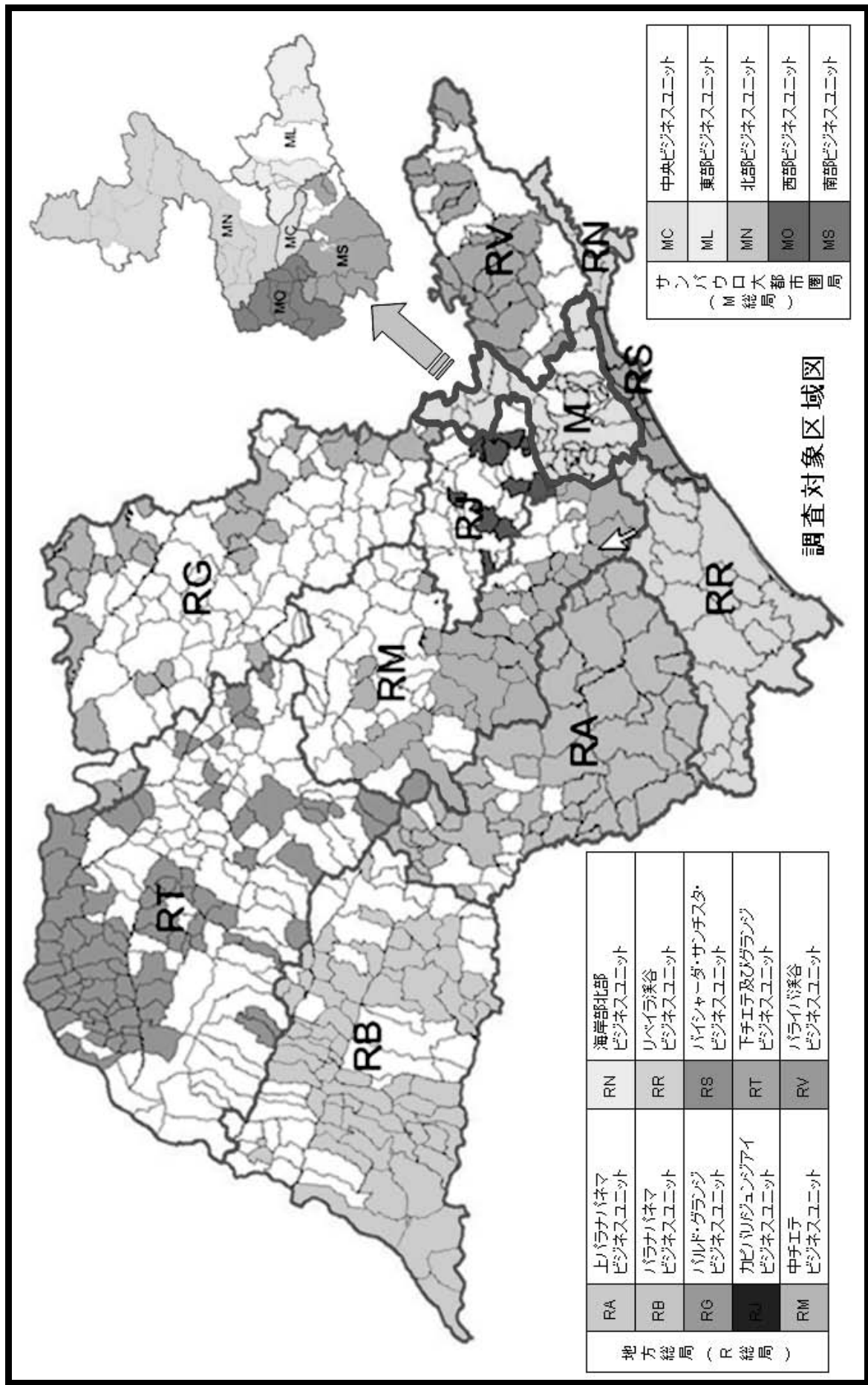
ブラジル国
サンパウロ州無収水対策事業準備調査
ファイナル・レポート
和文要約

平成22年2月
(2010年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

中央開発株式会社

環境
JR
09-134



サンパウロ大都市圏局 (M総局)	MC	中央ビジネスユニット
	ML	東部ビジネスユニット
	MIN	北部ビジネスユニット
	MO	西部ビジネスユニット
	MS	南部ビジネスユニット

地方総局 (R総局)	RA	UPANA Business Unit	RN	North Coast Business Unit
	RB	PARANA Business Unit	RR	Ribeira Valley Business Unit
	RG	PALDO-GARANG Business Unit	RS	Paincha-da-Sanchista Business Unit
	RJ	CAHARIJUNJAI Business Unit	RT	Lower Ete and Garang Business Unit
	RM	CHETE Business Unit	RV	Parai Business Unit

調査対象区域図

事業コンポーネント関連写真

A-1-1 給水管の更新



A-1-2 配水管の更新（給水管を含む）



A-1-3 地下漏水探知による修理（給水管の更新）



A-2 地下漏水探知



A-3-1 配水管の地上漏水修理



A-3-2 地下漏水探知及び修理（配水管）



A-4-1 セクター化



A-4-2 減圧弁の設置



A-4-3 DMC

		
<p>DMC 設定のためのバルブの設置</p>	<p>DMC 流入点のバイパス管による 水圧、流量の計測</p>	<p>DMC のための計測設備、 両側の設備は流出と流入</p>

A-4-4 ブースターポンプの設置

		
<p>ブースターポンプの維持管理</p>	<p>ブースターポンプの維持管理</p>	<p>ブースターポンプ 2 基</p>

A-4-5 ファバーラ地域の囲い込み

		
<p>山側に位置するファバーラ地区</p>	<p>ファバーラ地区の入口</p>	<p>ファバーラ地区への流入水量計測</p>

A-5 無収水対策関連機材の調達

		
<p>RG 局の維持管理用機器</p>	<p>DMC 水量計測用超音波流量計</p>	<p>挿入式電磁流量計</p>

B-1-1 大型水道メーターの更新



水道メーター試験所

検定済み大型水道メーター

水道メーターの器差検定

B-2-2 小型水道メーターの更新



SABESP の一般的水道メーター

一般的水道メーター廻りの配管状況

一般的水道メーター廻りの配管状況

B-2-1 休止中の給水管調査



SABESP 職員による給水管の調査

SABESP 職員による給水管の調査、データシート作成

SABESP 職員による給水管の調査、データシート作成

B-2-2(1) 違法接続(盗水)調査



違法接続による盗水、メーター手前でバイパス管路で盗水

違法接続による盗水、メーター手前でバイパス管路で盗水

違法接続による盗水、メーター計測回避のため、羽根車に細工

B-2-2) UMA の設置



UMA(壁埋め込み式メーター)
の設置工事



UMA(壁埋め込み式メーター)
の表扉



UMA(壁埋め込み式メーター)
の内部

B-2-3 ファベラ地域の合法化



サンパウロ州の市内



山麓から中腹まで存在している
ファベラ

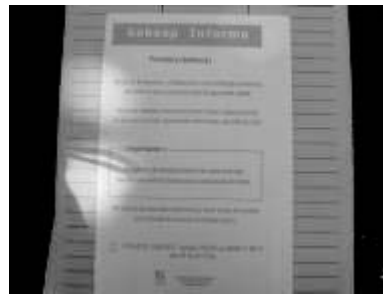


ファベラへの給水管の不法接続

B-3 顧客台帳の更新



SABESP 職員による顧客台帳の
整備のための聞き取り

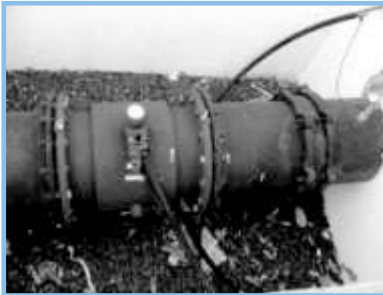


顧客台帳の整備のための聞き取り
データシート



顧客台帳の整備のための聞き取り
データシート作成

C-1 流量計の設置



800mm 送水管に取り付けた
電磁流量計



400mm 配水管に取り付けた
電磁流量計



250mm の DMC 流入点の
電磁流量計

C-2 流量計の精度検定



計装設備の点検



計装設備の内部



DMC 伝送設備の点検

C-3 研修



SABESP 主催の国際セミナー(中南米)



EFICAZ 主催によるワークショップ
セミナー



EFICAZ 主催によるワークショップ
セミナー

通貨換算率

事業コスト積算時の通貨単位はレアル、2007年10月時点での為替レートは、以下のとおり。

1 US\$= 1.801 レアル (ブラジル中央銀行 2007年10月 TTB 平均レート)

1 US\$= 116.81 円 (東京三菱 UFJ 銀行 2007年10月 TTS 平均レート)

COFIEX 申請時の通貨単位はレアル、2008年10月時点での為替レート

1US\$= 1.85 (COFIEX, CARTA CONSULTA)

1 US\$= 100 円

ブラジル国
サンパウロ州無収水対策事業準備調査
ファイナル・レポート
和文要約

目 次

調査対象区域図

事業コンポーネント関連写真

1. 背景-----	ES-1
2. 無収水関連指標の推移-----	ES-1
3. 無収水削減活動(2004—2008)の実績と課題-----	ES-2
4. 無収水削減及びエネルギー効率化プログラム (PROGRAMA) の意義 -----	ES-3
5. 無収水削減及びエネルギー効率化プログラム (PROGRAMA) の計画方針 -----	ES-4
6. 無収水削減及びエネルギー効率化プログラム (PROGRAMA) の事業コンポーネント内容 -----	ES-4
7. 無収水削減及びエネルギー効率化プログラム (PROGRAMA) の計画変更 -----	ES-7
8. PROGRAMA の事業評価-----	ES-8
9. 「移行期間」2009年—2010年の活動-----	ES-10
10. 円借款対象事業計画(Periodo JICA)フィージビリティ調査の実施方法 -----	ES-10
11. 概略設計の設計基準 -----	ES-10
12. 概略設計 -----	ES-11
13. 事業費積算 -----	ES-12
14. エネルギー効率化プログラム -----	ES-14
15. 資機材調達方法 -----	ES-14
16. 施工計画 -----	ES-15
17. 事業実施体制 -----	ES-15
18. 施工監理 -----	ES-16
19. 運転・維持管理体制 -----	ES-16
20. 初期環境調査 -----	ES-17
21. 事業実施スケジュール -----	ES-17
22. 資金調達計画 -----	ES-17
23. 財務評価 -----	ES-18
24. 経済評価 -----	ES-18
25. 社会的評価 -----	ES-18
26. 技術的評価 -----	ES-18
27. 総合評価 -----	ES-19

要 約

フェーズ I 「無収水削減及びエネルギー効率化プログラム」の妥当性検討

1. 背景

サンパウロ州は、ブラジル国人口の 20%を占める同国最大の州であるが、水資源量は国全体の 1.6%と限られており、水資源の効率的な活用と保全は喫緊の課題である。また、同州上下水道公社 SABESP は、366 市、約 2,600 万人（州全体の 60%）に飲料水を供給し、職員数約 17,000 人（うち上水道事業担当は約 10,000 人）・収入 32 億 US ドルを誇る世界有数の上下水道事業体である（以上の数値は 2008 年実績）。

しかしながら、配水量のなかで収入を得られない水量の比率を示す無収水率は 40%以上あり、経営上の大きな課題とされてきた。このため SABESP は、2004 年から本格的に無収水削減活動を開始し、給水システム運営の効率化、特に配水網における漏水の最小化に取り組んできた。また、JICA 技術協力プロジェクト「無収水管理プロジェクト」(EFICAZ プロジェクト) が実施中である（2007 年 7 月～2010 年 7 月）。

SABESP は、これまでの無収水削減活動の結果と EFICAZ プロジェクトから得られた知見とを反映させ、2008 年 9 月に、2009 年から 2019 年の 11 年間にわたる「無収水削減及びエネルギー効率化プログラム」(O PROGRAMA Corporativo : 以降 PROGRAMA と略称) を策定した。その中で 2011 年から 2013 年までの 3 年間は円借款対象プログラム（これ以降 Período JICA と略称）である。円借款のアプライザルに先立ち、「サンパウロ州無収水対策事業準備調査」団（以降 JICA F/S 調査団と略称）を派遣した。

2. 無収水関連指標の推移

無収水指数の推移を以下に示す。2004 年から無収水削減活動を実施しているが 2007 年 12 月時点での無収水率（IPM：水量ベース）は、依然として 42%であり改善の余地がある。

SABESP 無収水の実績(1999-2008)

単位	生産水量	検針水量	請求水量	事業所内・消防・社会的目的 使用水量	給水管数	無収水率	無効水率	給水管当り無効水量
	Vp	Vm	Vf	U	N	IPM	IPF	IPDt ^{*1}
						(Vp-Vm)/Vp	(Vp-Vf-U)/Vp	(Vp-Vm-U)/(N x 365)
	百万 m ³	百万 m ³	百万 m ³	百万 m ³	千栓	%	%	リットル/栓/日
1999	2,664.9	1,628.5	1,782.1	66.1	4,715	38.9%	30.6%	564
2000	2,679.1	1,562.7	1,729.7	109.1	4,977	41.7%	31.4%	554
2001	2,650.1	1,532.2	1,697.6	119.9	5,085	42.2%	31.4%	538
2002	2,778.3	1,609.3	1,770.0	127.4	5,228	42.1%	31.7%	546
2003	2,819.6	1,592.5	1,764.8	125.2	5,364	43.5%	33.0%	563
2004	2,770.5	1,499.8	1,692.4	135.8	5,667	45.9%	34.0%	549
2005	2,830.0	1,571.8	1,755.1	157.2	5,798	44.5%	32.4%	520
2006	2,886.8	1,625.1	1,806.4	160.0	5,908	43.7%	31.9%	511
2007	2,873.7	1,666.6	1,846.5	178.7	6,028	42.0%	29.5%	467
2008	2,852.6	1,693.2	1,877.7	183.4	6,168	40.6%	27.7%	434

出所： SABESP 資料をもとに調査団作成

*1 IPDt：総無収水指数と呼ばれているが、社会目的使用非請求水量を差し引いたものなので無効

水量指数といえる。

$$\text{日・給水管当り無効水量(IPDt)} = \frac{V_p(\text{配水量}) - V_m(\text{検針水量}) - U(\text{社会目的使用非請求水量})}{\text{給水管数(N)}}$$

3. 無収水削減活動(2004～2008)の実績と課題

SABESP の M 総局¹、R 総局²が 2004 年から 2008 年まで、無収水削減を目的として、漏水及び漏水以外の無効水対策からなる無収水削減活動計画を策定、実施している。同計画では「漏水」「漏水以外の無効水」「無収水管理」の 3 課題について対策をリストアップしている。考えられるあらゆる対策を同時に行う方針で、「トロール作戦」と呼ばれる。

M 総局は、「2004～2008 年無収水削減計画」の実施結果分析の結論として、次のような課題をあげている。

(1) 十分な資金の投入

無収水削減活動に投資された資金は無効水量の自然増加を防いだということが出来る。しかし、無効水量の実質的な削減を得るためには十分ではなかった。

(2) 継続的取組の必要性

無収水削減の戦いで成功した地区（給水システム）で気づかされることは、活動を継続的に行うことの重要性と成果が出るまでには時間がかかるということである。無効水が減少しつつある地区の無効水量の診断ならびに管理の構造改善を継続することも重要である。

(3) 効果的無収水削減計画とモニタリング

①最大成果の獲得と原価を最小化するよう、活動の範囲や重要さを考え、基準に基づいた計画を立てること、②無効水量削減を目的としての予算の確保、③プログラムに充当された予算の進捗や原価と利益の評価等を明確にすること、④PDCA³サイクルの中で、計画を、毎年見直しする必要がある。

(4) 新しい技術導入

新しい技術を取り入れ、活動や管理を改善する。PDCA の計画段階に技術的進展を組み込むとすれば、より良い成果が出る（たとえば、溶接された接続部分を持つポリエチレン製の管網の使用）。

(5) 無効水量の原因分析

漏水と漏水以外の無効水量の原因を突き止め、それを取り除く。たとえば、M 総局の多くのシステムの給水インフラ（配水管ネットワーク）は、老朽化及び劣化しているため、管の緊急の更新が必要である。

¹ M 総局：サンパウロ大都市圏総局

² R 総局：地域総局

³ PDCA：Plan-Do-Check-Act（計画・実行・評価・改善）

(6) 指標と数字の定量化基準の標準化

M 総局、R 総局、各ビジネスユニットにおける無収水に関する指標、諸元・単位を標準化することが必要である。

(7) キャパシティの強化

資材の質、職員の能力向上、施工方法の適切化が課題である。民間と SABESP 職員の活動に対しての技術力強化研修が重要。とくに配水管・給水管更新工事にあたり、この点を十分考慮すべきである。

(8) DMC の設置

的確な配水分析があつて初めて、無収水削減に向けた活動に適用される資金のよりよい方向づけが行うことができる。計測・管理ブロック(Distrito de Medicao e Controle :DMC)と名づけられた、より小さいエリアへの配水管網の細分化は緊急の課題である。

配水管網における損失管理のより良い形は、データバンクや地理参照位置確認 (Signos など) の管理手段の使用に補助された、より小さいゾーン (水圧ゾーン分区、または、計測・コントロール地区) への給水セクターの細分化により得られる。地区の大きさは、最小 500 の接続から最大 3,000 の接続まで様々である。3,000 の接続は、漏水量発生のための流量変化を認識するための限界である。特にインフラの質が低い場合、この地区が小さければ小さいほど、漏水予防管理の可能性は大きい。

(9) 無収水情報管理システム(Sistema de Gestao de Perdas:SGP)の構築

SIGAO (メトロポリタン地区のシステム管理に用いられるデータバンク) などのツールに集積された無収水対策活動の実績データの活用が無収水管理には、不可欠である (基礎的対策)。現状の情報管理は不完全であり、次ステップに向けての課題は次のとおりである。

- 給水システムにかかる給・配水設備の資材及び布設経年などをデータベースに登録する。
- 2002年～2006年に発生した漏水事故、水質汚染、減圧等のデータの調査・登録。
- 登録データの分析、問題発生数の整理。
- 問題発生が多く集中しているエリアを「標的エリア」として選定。
- 各ビジネスユニットの技術部で、標的エリア周辺地域の調査・評価を行う。
- 標的エリアの配水管などの問題を各ビジネスユニットの地図に表示する。
- M総局が地図に表示されたデータを用いて、給水システムの問題点を把握し、さらにその問題点を解決するプログラムを作成し、実施する。
- プログラムが進行するに伴い新たな診断情報を定期的に更新、標的エリア選定。

4. 無収水削減及びエネルギー効率化プログラム (PROGRAMA) の意義

「統合プログラム (PROGRAMA)」とも呼ばれる本プログラムは、これまで各ビジネスユニットで実施中あるいは計画している無収水削減活動を 1つのプログラムとして統合したものである。

PROGRAMA は、無収水率を改善すること等を通じ、限られた水資源を有効に活用することで、水源確保など自然環境への負荷を緩和するとともに、将来の水需要に対応するための設備投資の軽減や、SABESP の収益性改善、都市部における水供給の安定化に資するとされている。

PROGRAMA は、2009 年 4 月 24 日 COFIEX（連邦企画・予算・運営省、国際借款認定委員会）の承認を得た。COFIEX は、財務省、企画・予算・運営省等の代表者によって構成され、プログラムの技術的な評価を行い、妥当性を審査する機関である。併行して 2009 年 4 月 30 日、本プログラムは、サンパウロ州政府議会において JICA に対し融資資金を申請する承認が認下された。

5. 無収水削減及びエネルギー効率化プログラム（PROGRAMA）の計画方針

SABESP は無収水削減対策として「6. 事業コンポーネント内容」に示すとおり、22 の事業コンポーネント¹を計画した。全 502 ある給・配水システムに対して、すべての事業コンポーネントを実施したいところ、予算制約から選択的に事業コンポーネントを適用することとした。すなわち「A1-2 配水管の更新」および「A4 セクター化関連：A4-1 セクター化、A4-2 減圧弁の設置、A4-3 ブースターポンプの設置」の 4 コンポーネントの実施には多額の資金がかかることから、選択されたシステムのみに対して実施することとした。

SABESP は、IPDt の多い上位 158 システムを選択し（これをプライオリティグループと呼ぶ）、このプライオリティグループに対しては、22 の事業コンポーネントすべてを適用する。159 位以下の 344 システムを非プライオリティグループと呼び、上記、配水管更新・セクター化関連の 4 コンポーネントを除いた 18 事業コンポーネントを適用する。

なお、ここで用いられている「プライオリティ」という用語は「優先的」に実施するという意味ではない。SABESP は未だ無収水削減活動の経験が浅く各事業コンポーネントの効果の程度が明確になっていないことおよび各ビジネスユニットの状況がことなり優先度はそれぞれ異なるとの理由から、事業コンポーネントの優先順位付けは行っていない。F/S 調査団は、事業コンポーネントの優先度は今後 PROGRAMA の実施により明確になっていくとの SABESP の方針を妥当と評価した。

6. 無収水削減及びエネルギー効率化プログラム（PROGRAMA）の事業コンポーネント内容

PROGRAMA の 22 の事業コンポーネントは、4 つのカテゴリーに分かれる。(A) 純損失水量対策、(B) 見かけ上損失水量対策、(C) 無収水・漏水管理・運営、(D) エネルギー効率化プログラム

番号	事業コンポーネント番号	事業コンポーネント
A. 純損失水量対策		
	A1	給・配水管更新
1	A1-1	給水管の更新
2	A1-2	配水管の更新（給水管を含む）
3	A1-3	地下漏水探知及び修理（給水管更新）
4	A2	地下漏水探知
	A3	漏水修理
5	A3-1	配水管の地上漏水修理
6	A3-2	地下漏水探知及び修理（配水管）
	A4	セクター化等
7	A4-1	セクター化
8	A4-2	減圧弁の設置
9	A4-3	DMC
10	A4-4	ブースターポンプの設置

¹ 22 の事業コンポーネントには、コンサルタント費用及びエネルギー効率化プログラムを除いている。

11	A4-5	ファベラ地域の囲い込み
12	A5	機材の調達
B. 漏水以外の無効水量対策		
	B1	水道メーターの更新
13	B1-1	大型水道メーターの更新
14	B1-2	小型水道メーターの更新
	B2	休止中の給水管調査
15	B2-1	休止中の給水管調査
16	B2-2	違法接続調査、UMA の設置
17	B2-3	合法化されたファベラの給水管調査
18	B3	顧客台帳の更新
C 無収水・漏水管理・運営		
19	C1	流量計の設置
20	C2	流量計の精度検査
21	C3	研修
22	C4	住民の啓蒙活動
	C5	コンサルティング費用
D エネルギー効率化プログラム		

A 純損失水量対策

A-1 配水管および給水管の更新：

配水管と給水管の耐用年数は特に資材の質、施工の質に左右される。現在布設されている給水管の大半は品質が悪いので、本プログラムでは給水管から漏水が発生した場合は修理ではなく、すべて更新するものとする。また配水管の耐用年数は50年と設定するが、本プログラムでは、資金的な制約から、計画クライテリアを、最も状態の悪い地域を優先とし、配水管延長の年1.0%の更新を目途としている。配水管更新にはその配水管に連なる給水管の更新を含む。

A-2 地下漏水探知：

配水管延長の75%について調査を実施する。この場合の地下漏水探知の計画延長は、配水管を循環的に調査する合計延長となる。より大きな効果を得るために、漏水探知機器の導入（ヘッドホン式漏水探知器、相関式漏水探知器、その他）し、探知業務委託業者には ABENDI¹の認証を取得した技能者を有することを義務づける、調査現場の作業クライテリア、マニュアルを策定し調査の標準化を図り、研修による実施訓練を予め行う。地下漏水探知は修理、更新を実施した箇所についても繰り返し行い効果と漏水復元を確認する。

A-3 配水管の修理

地上漏水および地下漏水が生じている配水管の修理を行う。これは各ビジネスユニットが実施してきた活動であるが、時間の短縮を目指すのみでなく、修理の標準化を行い、施工の品質と材質及び給水管装置の構造改善を目指す。配水管の修理においては給水管も同時に交換する。

A-4 セクター化、減圧弁の設置、DMC、ファベラの囲い込み

セクター化は、水圧管理の向上とそれによって可能となる給水サービスに支障を与えない水圧レベルの調整管理によって無収水削減を目指すものである。減圧弁（VRP）およびブースターポ

¹ ブラジル非破壊的実験・探知協会

ンプの設置とオペレーションの最適化を行う。セクター化の統一クライテリアは各ビジネスユニットから提出された特性、数量を勘案して設定した。DMC とは、給水システムの管理運営に直接効果を及ぼす計測をベースとした管理ブロック(Distrito de Medição e Controle) の導入である。給水管数 2,000 以下にする DMC を設定する。またファベラ地域の囲い込みは、ファベラへの配水量を把握することを目的とする。本プログラムにおいては 5 箇所において、試験的に行うものである。

A-5 無収水対策関連機材の調達

配水システムにおける計測機器および漏水探知機器を主とする。調達する機材は、音聴棒、ヘッドホン式漏水探知機、移動式流量計測器、圧力計、データロガー、金属探知機、非金属探知機、制水弁制御装置、減圧弁等である。

B 見かけ上損失水量対策

B-1 水道メーターの更新：

水道メーターは、その老朽化により誤差が増大する。水道メーターの更新は 3 つのケースに分かれる。故障した水道メーターの交換、予防交換、適正化である。小型水道メーターについては、予防交換では、更新期間を 8 年とし、各年 1/8 を更新、10%を故障した水道メーターの交換と計画する。大型水道メーターの場合は、更新期間を 3 年とし、各年 1/3 を更新、10%を故障した水道メーターの交換と計画とする。

B-2 非正規接続対策（盗水調査、休止中の給水管調査、合法化されたファベラへの給水管設置、壁埋め込み式メーター(UMA)の設置）

利用者の不法接続（盗水）を見逃すことは更なる不法行為を促進すると考えられる。不法接続（盗水）に対しては断固たる処置と継続的な活動が必要である。本活動には不法接続（盗水）対策と休止中の給水管調査がある。これまでの活動により、全給水管の 0.5%~3.5%の調査が実施され、そのうち 20%でなにかしらの不正が発見されたという報告がある。このようなケースには新たに UMA と称する水量計測装置の設置が計画されている。また新しく申請される給水管については UMA 水道計測装置が設置される。

休止中の給水管調査とは、引っ越しなどによる顧客登録上は停止状態になっている給水管を調査することである。休止中の全給水管を対象に行う計画である。

ファベラの合法化は市の業務である。SABESP の業務は、合法化されたファベラに給水管を接続することである。

B-3 顧客台帳の更新：

顧客登録台帳の更新は基本的活動である。これは住宅地の登録が商業施設に変わっていたり、集合住宅になっていたりを確認するものである。本プログラム期間中に全数調査を行う。

C 無収水・漏水管理・運営

C-1 流量計の設置および適正化：

適切な位置及び適正な精度を有した流量計の交換あるいは新たな設置を行う。

C-2 流量計の精度検定

流量計の精度の検定を、州技術調査研究所（IPT）と協働で行う。フィールドにおける精度検定の標準化、適切な検定機器の導入、IPT による検定訓練を計画している。

C-3 研修

給水管の更新における施工の質の向上を目的とする。施工手順の標準化、研修システムを構築し、SABESP 職員の技術向上を目指す。さらに委託業者も対象とし、研修を受講することに加えて、地下漏水探知調査については認証を取得することを義務づける。

C-4 住民の啓蒙活動

無収水削減にかかる住民の理解を向上させる活動。

C-5 コンサルティング費用

本プログラム実施におけるマネージメントコンサルの雇用。

D. エネルギー効率化プログラム

エネルギー効率化において予定されている主な活動：システムの最適化（適切な配水管網の見直し、減圧弁を設置し給水ゾーンのセクター化）、施設オペレーションの最適化（効率の良いモーターとポンプのオペレーション）、業務システムの最適化（自動化、需要性が少ない時間帯におけるオペレーションの最適化）、これらの活動を通じて 水供給システムの省エネ化を目指す。

7. 無収水削減及びエネルギー効率化プログラム（PROGRAMA）の計画変更

当初計画においては、本プログラムを四段階に分け、その内の第一段階計画（2009 年～2010 年の 2 年間）についてはブラジル国連邦経済社会開発銀行（Banco Nacional de Desenvolvimento Economico Social – BNDES）の融資、第二段階計画（2011 年～2013 年の 3 年間）については円借款要請することを想定していた。しかしながら、景気悪化の影響で第 1 段階計画の融資金調達先として期待されていた BNDES からの国内資金調達が難航したため、2009 年から 2010 年に予定されていた無収水削減活動は規模を縮小して SABESP の自己資金で実施することに変更された。

なお、円借款対象プログラムの期間（2011 年～2013 年）及び融資金額は変更していない。ただし各ビジネスユニットにおいてもっとも効果のある活動（コンポーネント）から実施するという観点から 2009 年～2010 年の活動の一部を Período JICA に組み入れることとなった。また要請金額を変更しないということから当初 JICA 事業コンポーネントの一部がそれ以降に延期されるといった調整が必要となった。この調整は 2009 年 5 月に各ビジネスユニットが行った。また 2009 年 5 月に、当初エネルギー効率化コンポーネントとして予定されていたカンタレイラ・システムの 2 小規模水力発電所及びバルエリ下水処理場のバイオガス発電は、SABESP の自己資金にて繰上げ実施することになり当初要請コンポーネントから除外する要請がなされた。また既存ポンプ施設の省エネ化については調査・設計は SABESP の自己資金により行うものの、その実施については当初要請どおり円借款事業コンポーネントとする。

以上の変更については、2009 年 5 月 13 日～28 日まで派遣された JICA モニタリング・ミッショ

ンにて合意された。

8. PROGRAMA の事業評価

PROGRAMA（11年計画）を5項目（妥当性、有効性、効率性、インパクト、自立発展性）で評価した。総合的に Feasible であると評価した。

(1) 妥当性：

- PROGRAMA のプロジェクト目標は、無収水率（IPF）を 13.1%まで低減することであり、これはブラジル国、サンパウロ州の開発政策に合致している。
サンパウロ州の全人口 4,000 万人で、ブラジル国人口の 20%を占める。人口増加に伴う水需給不足が深刻な問題となっている。しかしながら、新規の水源地開発は環境への負荷およびサンパウロ大都市圏近郊に良好な水源が無いことから困難である。したがって、本プログラム実施によって、サンパウロ州内で 2,600 万人へ給水している SABESP の配水網における漏水が最小化され、水供給施設の運営維持管理能力が向上することにより、サンパウロ州の限られた水資源の効率的な活用と保全が期待できる。
- 日本の援助重点課題・JICA 国別援助実施計画と整合している
日本の ODA 中期政策では、人材育成・知的支援、地球環境規模の取組（環境保全）などが重点課題として位置付けられている。環境分野は、我が国の外交最重要課題の 1 つでもある。ブラジル国に対する JICA 国別事業実施計画（2002）においても、環境保全および是正格差のための地域振興、社会開発は重点分野として位置付けられている。さらに JICA 課題別指針（自然環境保全）では、地域住民による自然資源の管理能力向上、生物多様性の高い地域・生態系の保全は重点項目として挙げられている。本プログラムの目標である水資源の効率的な活用と保全は、これらの重点分野・重点項目の一環をなすものである。
- 他のプロジェクト（他ドナーや日本の援助）と整合している
日本の援助では、EFICAZ プロジェクトが、本プログラムの目的と整合している。EFICAZ プロジェクトの成果を継承発展する形でシナジー効果が期待される。有償協力と技術協力の連携を図ることは日本の ODA 政策とも合致する。
他ドナーも、サンパウロ州においては世銀、米州開発銀行などがプロジェクトを展開している。本プログラムは他ドナーのプロジェクトと整合している。
- SABESP の抱える経営施策のなかで優先順位が高い
SABESP 長期計画の中で、本プログラムは重要な位置づけがなされている。
- 日本の技術の優位性
EFICAZ プロジェクトを通じて示した日本の技術力は評価されており、本プログラムの策定過程で技術移転された知識が随所に生かされている。優位性ある無収水管理分野の案件への円借款の妥当性は高いと判断される。

(2) 有効性：

- PROGRAMA の目標の 1 つは、「SABESP の無収水管理能力が向上する」であり、目標達成度を測る指標は下記の通りであり、プログラムの目標・指標共に明確かつ適切である。

- ① 2019 年の無収水率
- ② 2019 年の給水管当たり無収水量

- 財務的内部収益率は 5.33%である。

(3) 効率性：

本プログラムは、以下の理由から効率的な実施が見込める。

- PROGRAMA 目標を達成するための個別計画は、各ビジネスユニットにて現場の事情に即した形で立案されている。
- 2009 年、2010 年の準備期間に、無収水に関する情報管理システムが整備され、SABESP 本部でプログラムの実施運営管理が容易に行える体制が整う。
- 管理職員および技術職員の能力向上のために、EFICAZ プロジェクトの成果が期待されるほか、コンサルティングサービスが準備されている。本プログラムの実施により、SABESP が無収水の原因を突き止め、効果的な対応策を検討・実施する能力を身に付けることにより、持続可能な水道事業運営が可能となると考えられることから、本プログラムのアプローチは妥当かつ効率的と評価できる。

(4) インパクト：

本プログラムのインパクトは以下のように考えられる。

- 無収水問題は重要経営課題であり、PROGRAMA は 11 年をかけてこの課題解決に取り組むものである。投資計画のなかでの本プログラムのシェアの大きさから、その経営全体に与える影響の大きさを読み取れる。PROGRAMA は経営効率化の一環とも位置づけられる。本プログラムが SABESP の経営の持続性に与える影響は小さくない。
- 無収水に係る EFICAZ プロジェクトの成果をもとに発展させるシナジー効果が期待される。
- 違法接続対策、ファベラ対策は社会的な影響を与える。

(5) 自立発展性：

本プログラムの自立発展性については大きな問題はない。

- SABESP は従業員約 17,000 人抱える大規模な事業体である。本プログラムの実施体制は、有能なスタッフにより組織されている。
- SABESP は、サンパウロおよびニューヨークの株式市場に上場している株式会社であり、経営は安定しており、外国からの資金調達も安定的財源としている。SABESP の財政によりおよび新規事業に対する投資費用をまかなっている。プログラム終了後も、運営維持管理費が確保され、継続して無収水対策にかかる活動が実施されることが見込まれる。
- 無収水対策は水道事業の総合マネジメントであり、本プログラムが終了した段階で完了するものではない。維持管理業務は永続的に続くものである。漏水探知のための定期的なパトロール体制の構築と実施、配水管の耐用年数を勘案した、計画的管路更新計画、8 年ごとの水道メーターの交換計画も含まなければならない。さらに本プログラムの実施中にも、SABESP の基準、使用に対応した材質の採用、地域特性に即した適性技術の採用、更新した配水管及び給水管のデータ化、地下漏水探知技術の習熟、施工方法の改善、委託業者の施工技術の研修、SABESP 職員の施工監理研修等、多くの課題を、本プログラム実施中に

習得し、実施後の持続的効果の向上を目指している。

9. 「移行期間」2009年～2010年の活動

(1) 無収水管理システム(SGP)の構築

SABESPは、コンサルタントを自己資金により契約し、無収水管理システム（Sistema de Gestão de Perdas – SGP）を構築する。SGPは、PROGRAMAの効果的な事業推進と今後の維持管理計画のために活用される。

SABESPの無収水削減活動における課題の1つは、「基礎的対策」が十分でないことである。SABESPはデータバンクをベースとした大規模なITシステムを保持しているが、無収水対策に活用する場合、使い勝手が悪いといった実情がある。すなわち、マッピング（管路図）、配水量及び使用水量が配水セクター単位で整備されていないこと、漏水事故発生データ及び顧客クレーム（データは整備されてきた）が無収水対策と結びついていないこと、管の経年状況（管種、口径、布設年度、延長）がデータバンクから容易に取り出せないこと、SIGNOS（管路情報管理システム）により無収水対策に必要な図面を作成するのは容易ではないことなどである。

(2) 施工監理能力向上のための研修

施工業者の施工方法及びSABESP職員の施工監理技術の向上をEFICAZプロジェクトとの連携により行う。そもそもEFICAZプロジェクトの目標は、研修及びOJTを通じた無収水管理の人材育成、技術移転であり連携により施工監理能力の向上を図る。またEFICAZプロジェクトは、単に施工方法や、施工監理の研修を行うだけでなく、無収水対策は水道事業の総合マネジメントであるとの理念に基づき、無収水対策の手法・考え方を全ビジネスユニットに普及させることを目指している。PROGRAMAは各ビジネスユニットからの計画が提出されて、その計画を統合することで、本プログラムが形成されている。移行期間のうちに、EFICAZプロジェクトで得た知見を、各ビジネスユニットに対し、優先プログラムの順位付けのクライテリア、配水管更新地点の選定方法、地域条件を勘案した計画の策定、維持管理にかかる継続的活動の重要性、削減活動の成果に合わせた次のステップの活動計画などに活用していく。

フェーズII フィージビリティ調査（F/S調査）

10. 円借款対象事業計画(Período JICA)フィージビリティ調査の実施方法

F/S調査は、SABESPが策定した「無収水削減及びエネルギー効率化プログラム(PROGRAMA)」のうちPeríodo JICA（2011年-2013年）を対象とする。SABESPは2004年から無収水削減活動を本格的に実施している。PROGRAMAはSABESPのこれまでの実績とEFICAZプロジェクトで得た知見を反映させて計画されている。本F/S調査ではPROGRAMAの計画のコンセプトをレビューしながらPeríodo JICAの実施可能性を調査した。F/S調査団は15ビジネスユニットすべてを訪問調査し、各ビジネスユニットにおける規模、実施エリア等の精査を行い、実施の必要性、有効性ならびに優先度に対して妥当性の検討を行った。

11. 概略設計の設計基準

PROGRAMAの概略設計は、SABESPが既に規定化しているSABESP技術基準（Norma Técnica

de Sabesp - NTS)、工事標準指針 (Procedimento de Execução de Serviços e Obras) 及び技術マニュアル (Manual Técnico) に従って策定されている。

本 F/S 調査では、NTS、工事標準指針、技術マニュアルを検証しながら概略設計の技術的妥当性を確認するものとする。妥当性の検討は、「設計基準」の厳密な運用を目的としたものではなく、「水道施設の経年・劣化等に対して恒常的に施さなければならない管網の改善及び最適化」、「継続的な水管理・維持管理システムの確立」といった範囲でのガイドライン的なものを中心に、概略設計を、検討・認識・理解・共有するものとした。

12. 概略設計

(1) ビジネスユニット別無収水状況

ビジネスユニットの IPDt 推移 (単位: ℓ/栓/日)

UN.	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年
MC	618	558	548	498	430	402
ML	580	540	555	464	393	372
MN	527	498	508	461	441	406
MO	576	489	453	454	459	434
MS	699	634	634	582	529	484
M 総局全体	601	546	543	493	451	420
RA	280	270	275	258	251	239
RB	236	234	221	210	182	174
RG	202	204	199	186	176	172
RJ	444	450	462	424	398	385
RM	411	413	406	416	394	384
RN	481	483	449	393	375	376
RR	218	219	221	199	174	175
RS	621	629	566	566	517	509
RT	127	135	129	124	119	118
RV	420	389	390	373	345	325
R 総局全体	369	366	351	338	314	305
SABESP 全体	547	523	511	468	433	417

(2) M 総局のビジネスユニットの特徴と課題

M 総局のビジネスユニットは、サンパウロ大都市圏 (RMSP) 内にあり、水供給システムが老朽化してきていること、また交通量が多く工事が容易でないこと、ファベラも多くあり、急速に増加する人口を抱えている。さらに M 総局は以下の共通した課題を抱えている。

- 主に給水管からの漏水
- 耐用年数を過ぎた配水管
- 水需要は増える一方であり、慢性的な水不足となっている。
- 給水管に使用されている資材の品質の悪さ (黒色高密度ポリエチレン管と亜鉛メッキ鉄管)
- 高水圧、不安定水圧
- 無計画な配水管の拡張
- 数多くの違法集団住宅の存在

(3) R 総局のビジネスユニットの特徴と課題

サンパウロ州内の内陸部に位置し、大部分のシステム規模は小さい。市が給・配水システムのユニットとなっていることが多い。しかしながら海岸部 (RS ビジネスユニット) は人口も多くサンパウロ大都市圏と同様な問題を抱えている。

(4) 各ビジネスユニットにおける無収水削減計画 (Período JICA)

SABESP の 15 ビジネスユニットおよび水生産ユニット(MA)は、無収水の現状と課題をふまえ、「概略設計基準・優先順位の考え方」に基づき、Período JICA の事業コンポーネントの事業数量を策定した。FS 調査団は、各ビジネスユニットへの訪問調査により、計画策定のステップをレビューし、Período JICA が各ビジネスユニットの無収水状況に応じた適切な計画であると評価した。

主要な事業コンポーネント別の数量算出根拠

事業コンポーネント	単位	数量算出根拠
A1.1 給水管の更新		
対症的更新	栓	MC~RV の 15 ビジネスユニットに適用。漏水発生件数の 35%~95%を計上。
予防的更新	栓	MC 及び RN のみ対症的数量に加え、予防的更新として別途計上。給水管接続数の 1.7% (RN)、4.3% (MC)を計上。
A1.2 配水管の更新	km	配水管延長あるいは優先配水管延長の 0.55~1.33%を計上。
給水管の更新	栓	給水管接続数/配水管延長 x 配水管更新延長
A1.3 地下漏水探知による修理 (給水管の更新)	栓	漏水探知数 x 0.7~1.1 ケ所/km x 80%~95%。 MC のみ 35%
A2 漏水探知	km	配水管延長の 75%、RT のみ 65%を計上。
A3.2 地下漏水修理による修理 (配水管)	件	漏水探知数 x 0.7~1.1 ケ所/km x 5~20%
B1.1 大型水道メーターの更新	個	メーター数 x 1/3 x 1.1
B1.2 小型水道メーターの更新	個	メーター数 x 1/8 x 1.1
B2.2 違法接続調査	件	接続数 x 0.35%~3.5%
UMA の設置	個	違法接続調査数 x 4%~30%
B.3 顧客台帳の更新	件	使用中の給水管数 x 5%~20%

そのほかの事業コンポーネントの数量は各ビジネスユニットにより地域的特性及び優先度を考慮して決定されている。

(5) 概略設計図面

F/S 調査団は、各ビジネスユニットから提供された情報を基に、CAD ソフトを用いて図面を作成した。縮尺は、原則として 1 万分の 1 とした。図面には、更新する配水管の位置、VRP、ブラスターポンプ、流量計の設置場所、「セクター化」区分図を含む。本図面は、入札図書の一部として使用される。

13. 事業費積算

2008 年 9 月 PROGRAMA (2009-2019)策定時に事業費が算出され、更に 2009 年 5 月に一部数量の変更に伴い、事業費が見直された。この事業費は、2007 年 10 月の SABESP 標準単価をベース

に算出されている。SABESP には、計画総局（T 総局）内に工事費並びに材料費を毎月アップデートする積算部署（TEV 課 25 名）があり、十数年に亘る入札を経て信頼し得る SABESP 標準単価を設定している。

F/S 調査団は、本年 5 月に見直された事業費を SABESP 標準単価に準拠した工事単価方式により、MA と MC から RV までの 15 ビジネスユニットについて検討した。

Período JICA ビジネスユニット別事業費（千 R\$）

ビジネスユニット	2011年	2012年	2013年	Total	比率 (%)
MA	3,507	3,518	4,685	11,710	1.1
MC	41,223	41,862	40,274	123,358	11.9
ML	51,164	41,526	49,629	142,319	13.7
MN	40,196	42,794	40,699	123,689	11.9
MO	37,024	37,388	37,755	112,167	10.8
MS	59,523	56,523	42,540	158,586	15.3
M総局計	232,637	223,611	215,581	671,829	64.7
RA	11,866	11,111	10,376	33,353	3.2
RB	10,252	9,413	8,790	28,455	2.7
RG	7,371	7,762	7,794	22,927	2.2
RJ	11,118	8,331	7,770	27,220	2.6
RM	12,215	12,079	12,342	36,635	3.5
RN	4,799	4,526	4,870	14,195	1.4
RR	3,675	3,650	3,498	10,823	1.0
RS	37,402	41,336	17,722	96,461	9.3
RT	4,884	4,996	4,753	14,633	1.4
RV	16,636	17,300	17,258	51,193	4.9
R総局計	120,217	120,505	95,172	335,894	32.4
T総局計	10,000	10,000	10,000	30,000	2.9
無収水対策合計	362,853	354,116	320,753	1,037,722	100.0
エネルギー効率化	15,000	14,000	-	29,000	
Período JICA 計	377,853	368,116	320,753	1,066,722	

F/S 調査団は、検討の結果、各ビジネスユニットの積み上げ事業費は妥当であることを確認した。

(2) 事業コンポーネント別事業費

事業コンポーネント別には、下表に示すように、A 純損失水量対策が 70%、B 見かけ上の損失水量対策が 22%、C 無収水・漏水管理・運営 6%となっている。

事業コンポーネント別事業費（単位：千 R\$）

番号	事業項目	2011	2012	2013	合計	%
A1-1	給水管の更新	78,020	77,197	76,320	231,538	22.3
A1-2	配水管の更新（給水管含む）	54,797	58,832	62,244	175,873	16.9
A1-3	地下漏水探知による修理（給水管更新）	7,134	7,134	7,134	21,401	2.1
A 1	給配水管更新小計	139,951	143,163	145,697	428,812	41.3
A-2	地下漏水探知	9,580	9,580	9,580	28,740	2.8
A-3-1	配水管の地上漏水修理	23,319	23,086	22,855	69,260	6.7
A-3-2	地下漏水探知による修理（配水管）	2,298	2,298	2,298	6,893	0.7
A3	修理小計	25,617	25,384	25,153	76,153	7.3
A-4-1	セクター化	60,861	59,302	26,726	146,889	14.2
A-4-2	減圧弁の設置	7,846	4,765	4,620	17,231	1.7

A-4-3	DMC	8,407	7,546	7,085	23,039	2.2
A-4-4	ブースターポンプの設置	5,193	2,048	869	8,109	0.8
A-4-5	ファベアラ地域の囲い込み	770	720	0	1,490	0.1
A 4	セクター化小計	83,077	74,380	39,300	196,758	19.0
A 5	無収水対策関連機材の調達	5,583	4,285	3,426	13,294	1.3
A	純損失水量対策	263,808	256,792	223,157	743,757	71.7
B 1.1	大型水道メーターの更新	3,168	3,076	3,076	9,320	0.9
B 1.2	小型水道メーターの更新	45,053	45,053	45,053	135,160	13.0
B 1	水道メーターの更新	48,222	48,129	48,129	144,480	13.9
B 2.1	休止中の給水管調査	6,622	6,622	6,622	19,865	1.9
B 2.2	違法接続（盗水）調査	4,857	4,841	4,857	14,555	1.4
B 2.2	UMA の設置	8,198	8,198	8,199	24,595	1.1
B 2.3	合法化されたファベアラへの給水管設置	7,027	7,027	7,118	21,172	2.4
B 2	漏水以外の無効水量対策小計	18,506	18,489	18,596	55,591	2.0
B 3	顧客台帳の更新	3,634	3,634	3,634	10,903	7.7
B	見かけ上損失水量対策小計	78,560	78,451	78,558	235,569	22.7
C1	流量計の設置	5,990	4,547	4,608	15,145	1.5
C2	流量計の精度検定	2,550	2,554	2,558	7,661	0.7
C3	研修	718	545	645	1,909	0.2
C4	住民の啓蒙活動	1,227	1,227	1,227	3,682	0.4
C5	コンサルティング費用	10,000	10,000	10,000	30,000	2.9
C	無収水・漏水管理・運営	20,485	18,873	19,038	58,397	5.6
	無収水対策合計	362,853	354,116	320,753	1,037,722	100.0
D	エネルギー効率化	15,000	14,000	0	29,000	
	無収水・エネルギー効率化合計	377,853	368,116	320,753	1,066,722	

F/S 調査団は、検討の結果、事業コンポーネント別の積み上げ事業費は妥当であることを確認した。

14. エネルギー効率化プログラム

F/S 調査団は、SABESP より提案された7ヵ所につきエネルギー効率化を検討した結果、資材管理倉庫および Rio Grande 原水ポンプ場を除いて、いずれも効率化案は有効であり、実施すべきという結論に達した。本検討は、対象箇所が限られたものであるが、SABESP には膨大なポンプ場等の電気使用箇所(全体で約5千箇所、その内88 kVの High Tension で受電するのが11ヵ所、13.8kVの Medium Tension が約1,000ヵ所、その他が220Vで受電)があり、Vila Medeiros 上水ポンプ場やサンジョゼ・ブースターポンプ場(いずれも Medium Tension)に類似した効率化が可能な箇所は数多くあると思われる。したがって本プログラムのエネルギー効率化プログラムの実施の成果は、これ以降の多くの施設の計画に有効に役立つであろう。

15. 資機材調達方法

SABESP での資機材調達方法は二通りある。

(1) レジストロ・デ・プレッソ (単価契約)

ポリエチレンパイプ、ダクタイルパイプ、水道メーター等発注数量が多い資機材については、短期間での納入が1社では難しいこと、又購入単価を1年間固定する必要があることを考慮し、入札後1社ではなく数社と納入契約を締結する。レジストロ・デ・プレッソ契約では、通常1番札(最低価格)の業者が予定発注数量の60%、2番札の業者が40%、予定数量を超えた数量分を次の業者というように数量が割り当てられる。発注単価については、入札後のネゴを通して入札時での最低価格あるいは、それ以下での価格に各社統一される。

レジストロ・デ・プレッソ方式は、総務総局 (C 総局) 内の調達部 (Superintendencia De Contratacoes Estragicas - CS) が担当している。CS 部は資機材の発注業務のみならず、入札図書の作成、入札の実施、業者の選定、契約および品質の検査まで管理している。

(2) 単品契約

減圧弁、ブースターポンプ等発注数量が比較的少ない資機材については、通常の入札を経て最低価格を提示した業者に発注される。減圧弁等単品にて発注可能な資機材については、各ビジネスユニット内にある調達部から発注される。

SABESP では、発注金額の上限に合わせ、入札方法を 4 つに分けている。

入札方法	建設工事	資機材、サービス	備考
A. 随意調達 Dispensa	R\$ 30,000 未満	R\$16,000 未満	通常は、入札不要
B. 指名入札 Convite	R\$ 150,000 未満	R\$ 80,000 未満	
C. 一般入札 (価格プロポーザルのみ) Tomada de Precos	R\$ 1,500,000 未満	R\$ 650,000 未満	
D. 一般競争入札 Concorrencia	R\$ 1,500,000 以上	R\$ 650,000 以上	一部国際入札

入札に際しては、連邦法令 8666/93 号¹に従い、3 社以上の入札を原則としている。

各ビジネスユニットは、上記 A、B、C の入札を実施できるが、クラス D については、CS 部を通しての入札となる。

以上の検討の結果、F/S 調査団は、Periodo JICA における資機材調達は SABESP の現行の調達方法に準拠することが妥当であると評価した。

16. 施工計画

PROGRAMA には、数多くのコンポーネントがあるが、本 F/S 調査では、施工計画が妥当なものであるかを判断するために、事業コンポーネントの中で施工量が多い、①配水管更新工事 ②給水管更新工事 ③配水調整コンポーネント (セクター化、ブースターポンプの設置、減圧弁の設置、DMC) 及び④メーター交換業務の、労働力、資材、機材、施工方法に関して検討した。

施工技術に関しては基本的に問題はないと評価するが、現場における施工方法及び施工監理については、事業開始までに能力強化の必要があると判断した。これらは SABESP も強く認識しており、現在、EFICAZ プロジェクトと連携し、組織横断的に「施工方法の標準化」及び「施工監理」の手順書を作成し研修に盛り込む計画である。

17. 事業実施体制

多数のビジネスユニットが存在する為、プロジェクト・マネージメント・ユニット (Unidade de Gerenciamento do Projeto : UGP、英語で Project Management Unit: PMU) の設置が望ましい。UGP

¹ 1993 年 6 月 21 日に公布された連邦法。「入札および契約法」(通称 8666 号)は全ての公共事業の工事、サービス、購買に係る入札及び契約の規約を定めている。

は、借款事業管理、JICA への調達同意申請、貸付窓口として JICA に対して唯一の窓口として機能する。SABESP は、この UGP を T 総局オペレーション開発部 (Superintendencia de Desenvolvimento Operacional – TO) の組織内におくことを考えている。

UGP の管轄として:

- 契約の為の標準入札図書の作成;
- 資金管理 (予算管理及び支払い管理)
- 工事進捗管理及び工程管理;
- 全ての書類の JICA への同意申請。

マネジメント・コンサルタントは、各ビジネスユニットの工事進捗状況管理、資金管理において UGP を支援する。

各ビジネスユニットにおける事業実施 (契約管理及び工程の履行、無収水削減効果管理) については各ビジネスユニットが管轄する。

このプログラムで実施される契約が多数であることから、SABESP 円借款の支払い方式は、Special Account 方式 (Conta Especial) であることが望ましい。

SABESP は、効率的事業実施のために、SGP – Sistema de Gestão de Perdas の構築を進めつつ、サービス・工事手順の見直し及び標準化を進め、施工監理の徹底を行う。これらの施策により、きめ細かな事業全体の管理が可能となる。

18. 施工監理

Período JICA において最も懸念される課題は、いかに施工の質を低下させずに実施できるかという点と、SABESP 職員による十分な施工監理ができるかという点に集約できる。SABESP は EFICAZ プロジェクトとの連携により、施工監理にかかる研修体制を構築中である。

19. 運転・維持管理体制

M 総局と R 総局の事業規模の差および地域の特殊性による管理の難易性について差異はあるが、各ビジネスユニットの無収水管理体制は整っている。しかしながら、どのビジネスユニットも基本的な維持管理の要件を満足した技術力は確保しなくてはならない。また実施後の運転・維持管理のための継続的な維持管理体制について、施設の大きさから比べるとスタッフの数は絶対数に不足しているといえる。SABESP は、維持管理業務も外部委託することを考えているようであるが、SABESP 職員・民間業者を問わない技術者の管理能力のレベルの保持・向上のための投資をおこなうことが重要である。

F/S 調査団は維持管理体制の強化のためにつぎの 4 点を提案する。

- (1) 管路の基礎的対策の充実 (水圧、水質、水量情報、管路情報の整備・充実)
- (2) 技術者の監理力の向上
- (3) 無収水管理システム (SGP) の活用
- (4) 事業、業務評価の実施 (営業所単位でも評価できる手法の確立)

20. 初期環境調査

サンパウロ州の場合、上水道分野で EIA 実施や環境認可が求められるのは、貯水(ダム)、導水、浄水場、送水及び配水池までであり、本事業の主要コンポーネントである配水ネットワーク（配水管と給水管）に係る工事・事業については、サンパウロ州環境局決議書で、環境認可を必要としない種類の工事・事業の一つとして規定されている。すなわち **Periodo JICA** の事業コンポーネントについては、EIA 実施ならびに環境認可取得は必要とされていない。

旧 **JBIC** 環境社会配慮ガイドラインに沿ったスクリーニング結果と環境チェック結果ならびに、ブラジル国の環境関連制度・法令を考慮した結果、**Periodo JICA** の事業は、環境ガイドラインに掲げる影響を及ぼしやすいセクター・特性及び影響を受けやすい地域に該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断されるため、**カテゴリーB** と想定される。

21. 事業実施スケジュール

2011 年期首（初め）の工事实施に向けたスケジュールはかなり厳しいものがある。

2010 年初頭に **JICA** アプレ-ザルミッションを迎え、出来る限り早い時期に **Pledge** されることを **SABESP** は要望している。早い時期に **Pledge** が出されれば、その後続く、**E/N** 手続き、**L/A** の国会承認（上院）（この決議をもって **E/N** 締結の効力を有することになる）、次いで **L/A** 締結という手順の迅速化に寄与することができる。さらに事業実施開始に先立つコンサルタント選定、工事業者の選定の促進にもつながる。

選挙年という特別な要因を配慮して 2011 年実施のための実施スケジュールを予め十分に **SABESP** と **JICA** は検討・確認しておく必要がある。

22. 資金調達計画

多額の施設投資資金を必要とする **SABESP** は、様々なプロジェクト実施において、国内公共投資資金及び外国からの融資を利用してきた。「無収水削減及びエネルギー効率化プログラム（**PROGRAMA**）」では、**SABESP** 発足以来初めてとなる長期プロジェクト（11 年計画）であることより、長期的でより有利な利子を示す国際機関である **JICA**（円借款）の融資を求めた。

事業コストの調達において、**SABESP** は、**SABESP** 負担 15%、**JICA** 資金費 85%を要請している。要請金額は、円換算で **JICA** 資金は約 480 億円（換算レート $US\$1 = R\$ 1.85 = ¥100$ 、2008 年 10 月、**Carta Consulta**, **COFIEX**¹より）になる。

事業コスト （単位：1,000 R\$）

事業項目	事業コスト総額
事業コンポーネント建設費用	1,007,722
コンサルタント費用	30,000
エネルギー効率化プログラム	29,000
合計	1,066,722

¹ 外資調達審査委員会：ブラジル国予算企画管理省の中の委員会で、融資が技術的・財務的に適切であるか審査する。

円借款の適用条件を前提に、各事業の費用項目別に資金調達源に関して検討した。従来は内貨部分、外貨部分に区分して費用見積もりを出す。しかしながら本 PROGRAMA が 100%国内で調達可能であること、また SABESP の場合は、サンパウロ州政府が 50.28% (2009 年 6 月現在) の株式を有する官民合同会社 (Economia Mista) であるが、サンパウロ州株式会社法に従って運営されている。そのため日本国の ODA であっても SABESP の入金勘定となり融資資金はすべて内貨部分として取り扱われることになる。

23. 財務評価

無収水削減活動の成果として、損失水量が削減される。削減される損失水量を回復水量と呼ぶ。JICA F/S 調査団は、回復水量を便益として、事業費をコストとしてそれぞれのキャッシュフローを計算し、Período JICA の純現在価値 (Net Present Value: NPV) および財務的内部収益率 (Financial Internal Rate of Return: FIRR) を算出した。回復水量を販売する可能性 60%のケースを標準ケースとすると、M 総局で 7.89%、R 総局で 13.46%、SABESP 全体で 10.58%となる。SABESP の FIRR は、SABESP の長期計画で設定されたプロジェクト内部収益率¹よりも高く、Período JICA が財務的に妥当であると評価する。

24. 経済評価

SABESP のサービス地域からの水需要は年々増加している。現在の生産水量では増加する水需要への対応ができなくなるため、現在新たな水源地開発が計画されている。無収水削減プロジェクトを導入することにより、回復水量が実現でき、新しい水需要への対応および生産水量の削減を期待できる。このことから、新たな水資源開発への投資を先延ばしすることができる。この投資繰り延べ効果を経済的便益とみて、Período JICA の経済的内部収益率 (EIRR) を計算した。したがって、経済費用は財務分析の費用、経済便益は財務分析の便益および投資繰延べ効果の便益である。投資繰延べ効果の便益の現在価値は、71,564 百万 R\$である。財務的便益にこの便益を加えたものをもとに経済的内部収益率 (EIRR) を計算する。EIRR は (60%販売のケース)で 17.87%である。この EIRR は、ブラジル国の機会費用コスト²より高いので Período JICA は経済的にも妥当であると評価できる。

25. 社会的評価

Período JICA がブラジルの社会に与えるインパクト(社会的便益)として、次の 4 点を挙げる。①水道サービス水準が向上し、顧客満足度が向上する、②ユニバーサルサービスの実現へ貢献、③省資源・省エネルギー社会実現へ貢献、④ブラジル国内外の他水道事業者への波及。

26. 技術的評価

Período JICA をつぎの 4 つの技術的視点から、事業実施が妥当であると評価する。

¹ Plano de Metas – SABESP 2009/2018, P21 Total Business Return (IRR) 目標 3.3%

² 2008 年秋の世界金融危機の影響から、2008 年に 13%台で推移していたブラジル長期金利は 2009 年 1 月以来急激な低下傾向にある。本経済評価の基準としての長期金利は 2008 年の 13%をとる。ブラジル中央銀行は 2009 年 7 月 23 日開催の金融政策委員会 (COPOM) において、政策金利 (SELIC レート) を 0.5%さげて 8.75%とした。2009 年に入って 5 回の引き下げで下げ幅の合計は 5%になった。金利引き下げの背景には、国内景気が低迷していること、インフレ率が低下傾向にあることが上げられる。

(1) 設計力、計画力

- 配水調整・圧力制御で無収水削減をはかる方法に重点を置いている。
- プライオリティグループの設定で選択と集中を図っていることは技術的にも妥当である。
- 全社に共通（オールグループ）の事業コンポーネントを設定して総合的に無収水削減をはかることは技術的に妥当である。
- ビジネスユニットの設計能力、計画能力にばらつきはあるが、どこも妥当な水準以上と評価する。

(2) 施工力

- 施工技術は基本的に問題ない。
- 施工監理については事業開始までに能力強化できる。
- 「施工方法の標準化」及び「施工管理」を工事開始前までに、施工業者及び施工管理技術者に徹底させるため、EFICAZ プロジェクトですべてのビジネスユニットを対象とした研修体制を構築中である。
- 施工品質管理についても事業開始までに能力強化できる

(3) 運転維持能力

- 各ビジネスユニットの無収水管理課の体制はほぼ妥当である
- 管路情報基本システム（SGP）を基に効率的な維持管理体制が構築される

(4) エネルギー効率化技術

エネルギー効率化プログラムは技術的に妥当なプロジェクトを含んでいる

- ポンプ回転数制御は有効な省電力法である
- 全社的に省エネルギー活動を広げる可能性がある

27. 総合評価

Período JICA の実施の可能性について調査してきたが、総合的に本事業は Feasible であると結論する。留意点を3つあげる。

(1) 持続的効果の発現のために

現在、SABESP は 2009 年から 2019 年の 11 年間にわたる無収水削減及びエネルギー効率化プログラム（PROGRAMA）を実施している。従来、SABESP においては 5 年計画が最大の計画であり、11 年にわたる長期計画は本事業が初めての試みである。SABESP は 15 ビジネスユニットおよび 1 水生産ユニット（MA）が上下水道の運営をそれぞれ管轄しており、ビジネスユニットはそれぞれ独立性が高い組織であり、無収水削減活動においてもそれぞれの方法によって実施されてきた。その SABESP が PROGRAMA においては無収水削減を目的として組織横断的な事業を計画、協議、実施している。Corporate Governance の観点から今後の SABESP の長期計画策定においても有益な事業となることは間違いない。

Período JICA は PROGRAMA 11 年間のなかの 3 年間の融資事業であるが、JICA は持続的な効果の発現のために、事業実施中及び事業実施後においても持続的な運営・維持管理に係る技術・ノウハウ等のフォローアップ支援を継続していく必要があると考える。

また本事業における成果は未知の領域が数多く存在する。各年度における実施と成果、無収水率の低下などを実測・モニタリングし、評価、対策の見直しというサイクルプロセスの実施が重要となる。

(2) EFICAZ プロジェクトとの連携

SABESP は独立性の高い縦割り事業部制であり、組織横断的な活動は少なかったが、PROGRAMA では、EFICAZ プロジェクトを中心として情報の共有化及び無収水削減は水運用の総合マネジメントであるという EFICAZ プロジェクトの理念が普及してきている。

2009年8月に実施された EFICAZ プロジェクトのワークショップでは、多くのビジネスユニットの参加を得て、EFICAZ プロジェクトの活動のみならず、各ビジネスユニットの無収水削減活動の報告、質疑応答がなされた。その成果は PROGRAMA の計画に反映されている。このことは SABESP 上層部でも高い評価を得ている。SABESP は EFICAZ プロジェクト及び F/S 調査団と「施工の質の向上」及び「SABESP 職員による施工監理」の必要性を確認している。

(3) 南米地域のリーディング・カンパニーとしての役割と期待

中南米・カリブ地域において、上下水分野は近年最も注目を集めている分野であり、また円借款事業の実績の多い分野でもある。しかしながら施設建設後の運営・維持管理を確保することは、より大きな開発効果の発現に不可欠なものである。しかしながら各国の運営・維持管理に係る能力・体制は必ずしも十分とは言えない。無収水削減活動は南米諸国ではまだ経験が浅く、確率されたものはない。SABESP は PROGRAMA の実施により南米のリーディング・カンパニーとして無収水削減活動の先駆けとなるであろう。SABESP は定款の改定によりサンパウロ州以外でも業務が可能となった。SABESP の知見と経験による無収水削減活動の理念と技術の普及を大いに期待するものである。