

ペルー国

リマ上下水道公社(SEDAPAL)

ペルー国
リマ上下水道公社無収水管理能力強化
プロジェクト

プロジェクト業務完了報告書

2015年6月

独立行政法人

国際協力機構(JICA)

株式会社協和コンサルタンツ

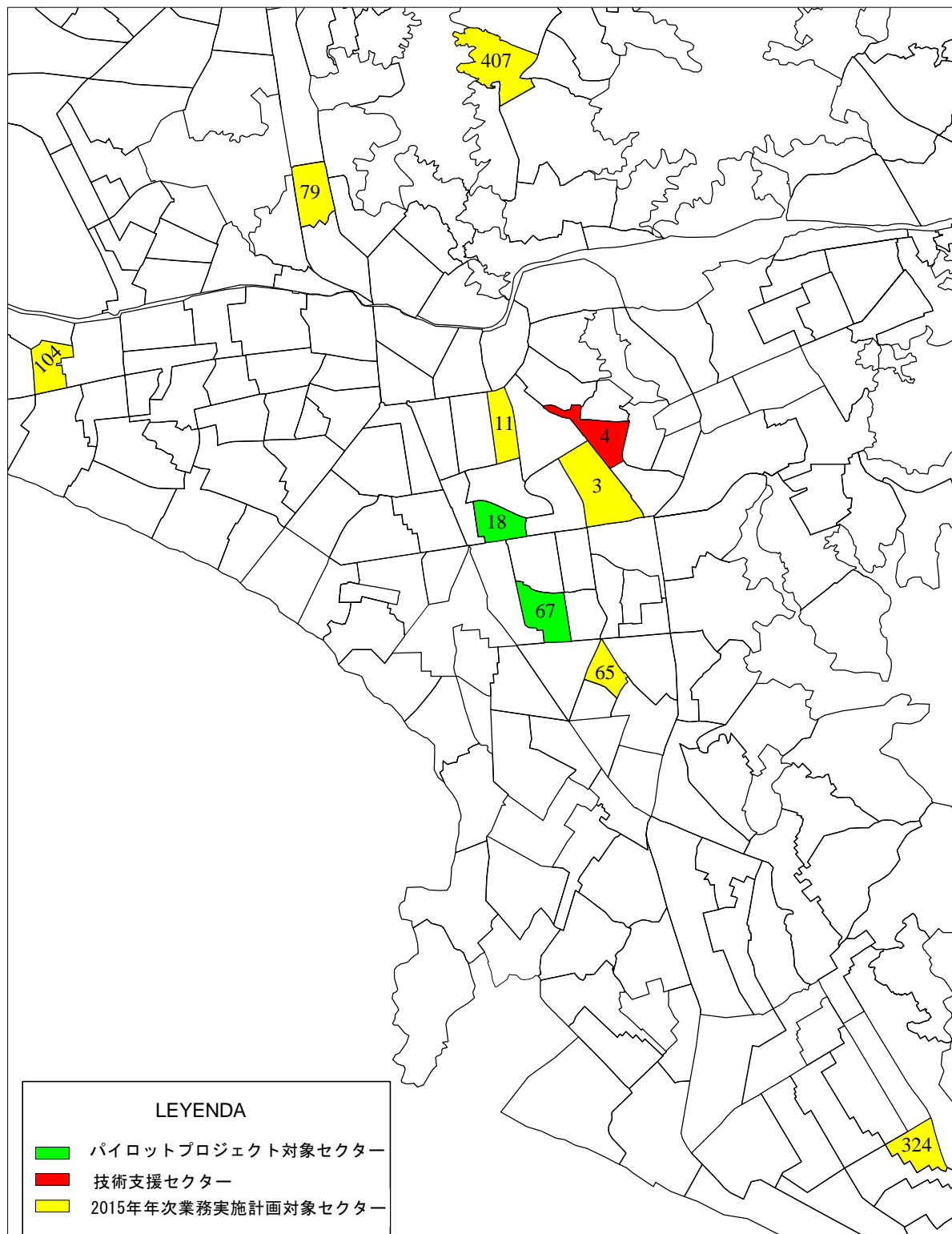
東京水道サービス株式会社

環境
JR
15-085



FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES EN LA GESTIÓN
DEL AGUA NO FACTURADA DE SEDAPAL

無収水削減活動対象セクター位置図

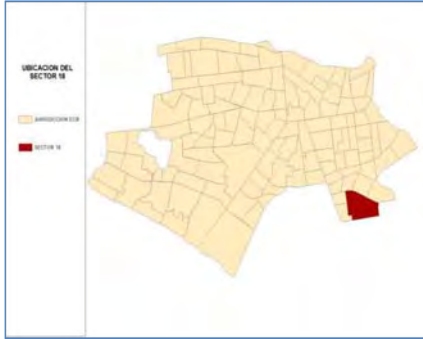


LEYENDA

- パイロットプロジェクト対象セクター
- 技術支援セクター
- 2015年年次業務実施計画対象セクター

SECTOR 18: ESTRUCTURA POR TARIFAS

パイロット第1エリア(ブルーニャサービスセンター：セクター18)



TARIFAS	CATASTRO 3111	
	SIMBOLO	CONEXIONES
貧困住宅	T01	22
一般住宅	T02	1276
商業施設	T03	607
工業施設	T04	40
国営施設	T05	28
集合住宅1	T06	414
集合住宅2	T07	22
TOTAL		2409



SECTOR 67 : ESTRUCTURA POR TARIFAS



UBICACION DEL SECTOR 67



JURIDICCION CCS
SECTOR 67

TARIFAS

CATASTRO 4111

	CATASTRO 4111	
	SIMBOLO	CONEXIONES
貧困住宅	T01	9
一般住宅	T02	3611
商業施設	T03	453
工業施設	T04	44
国営施設	T05	1
集合住宅1	T06	481
集合住宅2	T07	24
登録なし	ND	0
TOTAL		4623

ACTUALIZACION CARTOGRAFICA A JUNIO 2011
ACTUALIZACION CATASTRAL A AGOSTO 2013



DISEÑADO POR:
WILLIAM MARTINEZ PILLIHUAMAN



Sector 04 Localidades San Luis \ Ate

技術支援エリア(アテ・ピタルテサービスセンター：セクター4)



- Conexiones
- Berma
- Parque
- 地区
- A.H BENITO SANTOS, VICTORIA
- A.H MAYO, 1 DE
- C.H MANZANILLA
- P.J SAN JACINTO
- U,IND VALDIVIEZO
- URB ASUNCION, LA
- URB CHAVEZ, JORGE
- URB MERCURIO, EL
- URB PINO, EL
- URB RESID. SALAMANCA DE MONTERRIC
- URB SAN LUIS
- URB SAN PABLO
- URB VALDIVIEZO
- URB YERBATEROS



巻頭写真



給水メーター調査



漏水探知作業(夜間)



第1回 本邦研修



供与機材引渡し式



第2回 合同調整委員会JCC及び中間評価の結果



移動ラボ納入検査

巻頭写真



第2回 本邦研修



第3回 合同調整委員会JCCの開催



第1回ワークショップ



終了時評価調査 評価報告書協議
SEDAPAL理事会議室にて



第2回ワークショップ



スルキージョ・サービスセンター
無収水対策技術講習会

巻頭写真



アテビタルテ・サービスセンター セクター4
盗水調査



無収水削減管理委員会



財務分析チーム
無収水の経営への評価検討会議



4サービスセンターセクター分離化作業計画
4センター会議



第3回ワークショップ



第5回合同調整委員会JCC
議事録サイン

目 次

プロジェクト対象地域位置図

パイロットエリア図

巻頭写真 現地活動状況

第 1 章 プロジェクトの概要	1-1
1.1 プロジェクトの背景	1-1
1.2 プロジェクトの概要	1-2
1.2.1 プロジェクト・デザイン・マトリックス(PDM)	1-2
1.2.2 プロジェクトの実施体制	1-4
(1) プロジェクトの実施体制	1-4
(2) SEDAPAL の組織体制	1-6
(3) ペルー国の関連機関	1-7
1.2.3 プロジェクトのワークプラン(WP)	1-7
(1) WP におけるスケジュール調整	1-7
(2) パイロットエリアの概要	1-8
(3) ワークプランの概要	1-9
1.2.4 プロジェクトの活動実績	1-12
(1) 投入実績	1-12
(2) 活動実績	1-13
1.2.5 プロジェクトの活動概要	1-17
(1) パイロットプロジェクトの無収水削減に係る活動(活動1、活動2)	1-17
(2) 給水装置設置の品質管理能力向上に係る活動(活動3)	1-18
(3) パイロットエリア以外における活動	1-18
(4) 国別研修の実施	1-19
(5) 供与機材及び携行機材	1-20
(6) 合同調整委員会(JCC)	1-21

第 2 章 プロジェクト活動の内容	2-1
2.1 無収水削減のマネージメント能力向上に係る活動(活動1)	2-1
2.1.1 無収水削減マネージメントチームの組織化(活動 1-1)	2-1
2.1.2 現状の無収水削減対策の課題レビュー(活動 1-2)	2-1
2.1.3 無収水削減マネージメントチームに対する研修(活動 1-3)	2-2
2.1.4 パイロットプロジェクト無収水削減対策の費用対便益の分析(活動 1-4)	2-5
2.1.5 無収水削減対策実施の経営への効果分析(活動 1-5)	2-26
2.1.6 無収水削減対策の年次業務実施計画の作成(活動 1-6)	2-29
2.1.7 年次業務実施計画を周知するためのワークショップの開催(活動 1-7)	2-37
2.2 無収水削減作業の実施能力向上に係る活動(活動 2)	2-38
2.2.1 無収水削減アクションチームの組織化(活動 2-1)	2-38
2.2.2 パイロットエリアの分離状況の確認とパイロットのエリア確定(活動 2-2)	2-39
2.2.3 無収水削減アクションチームに対する研修(活動 2-3)	2-49
2.2.4 パイロットプロジェクトの調査計画策定に係る OJT(活動 2-4)	2-58
2.2.5 プロジェクト実施前の無収水率の算定(活動 2-5)	2-78
2.2.6 無収水の特定と無収水削減作業計画の策定に係る OJT(活動 2-6)	2-78
2.2.7 無収水削減作業の実施に係る OJT(活動 2-7)	2-119
2.2.8 プロジェクト実施後の無収水率の算定(活動 2-8)	2-126
2.2.9 無収水削減作業の完了報告書の作成(活動 2-9)	2-126
2.2.10 パイロットプロジェクトのワークショップの開催(活動 2-10)	2-126
2.2.11 パイロットエリア以外における無収水削減に係る調査計画の作成(活動 2-11)	2-131
2.2.12 パイロットエリア以外における無収水削減対策の技術支援(活動 2-12)	2-133
2.2.13 無収水削減対策実施マニュアルの作成(活動 2-13)	2-155
2.2.14 無収水削減対策実施マニュアルのセミナーの開催(活動 2-14)	2-156
2.3 給水装置設置の品質管理能力の向上に係る活動に係る活動(活動 3)	2-157
2.3.1 給水装置設置に係る民間業者の施工能力の調査・分析(活動 3-1)	2-157
2.3.2 SEDAPAL の既存の技術仕様書等のレビュー(活動 3-2)	2-158
2.3.3 給水装置設置に係る室内研修及び実地研修の教材の準備(活動 3-3)	2-160

2.3.4	給水装置設置に係る室内研修及び実地研修の実施(活動 3-4)	2-161
2.3.5	給水装置設置の技術仕様書ガイドラインの作成(活動 3-5)	2-164
2.3.6	ガイドラインの普及のためのワークショップの開催(活動 3-6)	2-164
2.3.7	その他の活動	2-165
2.4	地方水道公社への支援	2-165
2.5	広報活動	2-166
2.6	SEDAPAL との定例会議	2-167
2.7	成果品一覧	2-171
2.8	中間評価実施概要	2-171
2.9	終了時評価実施概要	2-176
第 3 章	プロジェクト実施運営上の課題	3-1
3.1	組織上の課題	3-1
3.2	運営上の課題	3-2
3.2.1	基礎的対策に対する活動	3-2
3.2.2	物理的損失対策に係る活動	3-5
3.2.3	商務的損失対策に係る活動	3-7
第 4 章	プロジェクト目標の達成度	4-1
4.1	プロジェクト成果の達成状況	4-1
4.2	プロジェクト目標の達成状況	4-4
4.3	プロジェクト上位目標の達成状況	4-5
第 5 章	上位目標達成に向けての提言と教訓	5-1
5.1	提言	5-1
5.2	教訓	5-1

【添付資料】

- 添付資料 1 : RD 変更の協議議事録(MM)
- 添付資料 2 : PDM Ver2、Ver3
- 添付資料 3 : 日本側の投入実績
- 添付資料 4 : ペルー側の投入実績
- 添付資料 5 : 研修員受入れ実績
- 添付資料 6 : 供与機材・携行機材リスト、引渡し書
- 添付資料 7 : 合同調査委員会
 - 第 1 回 JCC 議事録(2012 年 8 月 16 日付)
 - 第 2 回 JCC 議事録(2013 年 9 月 18 日付 プロジェクト中間評価)
 - 第 3 回 JCC 議事録(2014 年 9 月 10 日付)
 - 第 4 回 JCC 議事録(2015 年 1 月 27 日付 プロジェクト終了時評価)
 - 第 5 回 JCC 議事録(2015 年 5 月 22 日付 プロジェクト終了時)
- 添付資料 8 : 年次事業計画総局長通達、第1レベル目標
- 添付資料 9 : 年次事業計画無収水削減委員会委員長通達、第 2 レベル目標
- 添付資料 10: 7 サービスセンター・セクタープロジェクト作業計画書
- 添付資料 11: 無収水削減優先計画(年次業務実施計画)
- 添付資料 12: 無収水削減対策実施マニュアル
- 添付資料 13: 給水装置設置の技術仕様書ガイドライン

第 1 章 プロジェクトの概要

第1章 プロジェクトの概要

1.1 プロジェクトの背景

リマ首都圏は砂漠気候に属しており、元々水資源に乏しい地域である。リマ市内の上水道システムは老朽化が著しく、また配水ブロック化(ペルーにおいては「セクター化」と呼称)による配水管網の最適化が進んでいないほか、配水池を活用した適切な水圧制御も行われていない。漏水の頻発や盗水、低い水道メータ設置率や水道メータの劣化等により、リマ首都圏の無収水率は2014年12月時点で高いところで50%近くに達しており、リマ全体でも29.1%と高い状況にある。

このような状況に対し、我が国はリマ首都圏における上水道整備に資するべく円借款による協力を行ってきた。これら円借款と他ドナーの資金協力により、リマ首都圏の一部の地域においては送・配水管網の整備が進められているが、多くの地域では対症療法的な無収水対策が必要であり、また配水管網の整備が行われた地域においても今後発生する「漏水の復元」に対応する予防的対策が必要となっている。

リマ首都圏の上下水道サービスを担うリマ上下水道公社(SEDAPAL)は、本部及び北部・中部・南部支局からなり、支局の中に合計7つの地域に区分けされたサービスセンターが設けられている。

SEDAPAL は、国家衛生事業監督庁(SUNASS)の監督の下、毎年の無収水率の削減目標を設定しており、2018年の無収水率の目標値を27.5%としている。無収水を削減するためには、無収水の原因を特定し計画的に対策を進めて行く必要があるが、現在の SEDAPAL には、無収水管理について一元的に統括する部署が無く、年度毎の無収水対策計画の立案、対策事業の実施、事業の評価等が行われていない。また、技術面でも漏水箇所の修繕や不法接続への対応も不十分であるほか、SEDAPAL が民間企業に委託して実施する各種作業(漏水探知、漏水箇所補修、給水装置設置工事等)に対する品質管理能力も不足している。SEDAPAL によると、漏水発生件数及び発生漏水量のおよそ9割が給水装置部分で発生しているため、業者が行う給水装置設置工事の品質管理能力の向上は特に重要な課題となっている。

現状の高い無収水率を低減し、SEDAPAL の財務・経営的持続性を向上させ、給水サービスの向上及びサービス地域の拡大を進めるためには、上記の課題に取り組む必要があり、このような状況を踏まえ、JICA は2011年10～11月に詳細計画策定調査を行い、2012年3月9日にR/Dに署名した。本プロジェクトはこれに基づき、同年6月より2015年6月までの3年間の計画でプロジェクトを実施した。

本完了報告書は2015年5月までに亘って行われたプロジェクトの活動内容について取りまとめたものである。

1.2 プロジェクトの概要

1.2.1 プロジェクト・デザイン・マトリックス(PDM)

プロジェクトの概要は下表の PDM に示されるとおりである。

表 1.2.1 プロジェクト・デザイン・マトリックス(2015 年 1 月改定 PDM Ver3 による)

(1) 上位目標 : SEDAPAL の無収水が減少する。

(2) プロジェクト目標 : SEDAPAL の無収水削減に係る能力が向上する。

(3) 期待される成果

成果 1 : 無収水削減に係る計画立案・対策実施監理・事業評価などを継続的に実施するための能力が向上する。

成果 2 : 無収水削減作業に係る実施能力が向上する。

成果 3 : 給水装置設置に係る品質管理能力が向上する。

(4) 活動の概要

【活動 1】無収水削減のマネージメント能力向上に係る活動

- 1-1 無収水削減マネージメントチームの組織化
- 1-2 現状の無収水削減対策の課題レビュー
- 1-3 無収水削減マネージメントチームに対する研修
- 1-4 無収水削減対策の費用対便益の分析
- 1-5 無収水削減の経営への効果分析
- 1-6 無収水削減対策の年次業務実施計画の作成
- 1-7 年次業務実施計画を周知するためのワークショップの開催

【活動 2】無収水削減作業の実施能力向上に係る活動

- 2-1 無収水削減アクションチームの組織化
- 2-2 パイロットエリアの分離状況の確認とパイロットのエリア確定
- 2-3 無収水削減アクションチームに対する研修
- 2-4 パイロットエリアにおける調査計画策定に係る OJT
- 2-5 パイロットエリアにおけるプロジェクト実施前の無収水率の算定
- 2-6 パイロットエリアにおける無収水の特定と無収水削減作業計画の策定に係る OJT
- 2-7 パイロットエリアにおける無収水削減作業の実施に係る OJT
- 2-8 パイロットエリアにおけるプロジェクト実施後の無収水率の算定
- 2-9 無収水削減作業の完了報告書の作成
- 2-10 パイロットプロジェクトのワークショップの開催
- 2-11 パイロットエリア以外における無収水削減に係る調査計画の作成
- 2-12 パイロットエリア以外における無収水削減対策の技術支援
- 2-13 無収水削減対策実施マニュアルの作成
- 2-14 無収水削減対策実施マニュアルセミナーの開催

【活動 3】給水装置設置の品質管理能力の向上に係る活動

- 3-1 給水装置設置に係る民間業者の施工能力の調査・分析
- 3-2 SEDAPAL の既存の技術仕様書のレビュー
- 3-3 給水装置設置に係る室内研修及び実地研修用の教材の準備
- 3-4 給水装置設置に係る室内研修及び実地研修の実施
- 3-5 給水装置設置の技術仕様書ガイドラインの作成
- 3-6 ガイドラインの普及のためのワークショップの開催

表 1.2.2 プロジェクト・デザイン・マトリックス(PDM)の指標

目標と成果	指 標
【上位目標】 SEDAPAL の無収水率が減少する。	SEDAPAL の最適マスタープラン(2015-2019)で定める 2018 年の無収水率 27.5%を達成する。
【プロジェクト目標】 SEDAPAL の無収水削減に係る能力が向上する。	1: 無収水削減対策に係る各サービスセンターの年次業務実施計画書が SEDAPAL の年次事業計画に反映される。 2: 無収水削減の経営への効果が SEDAPAL の経営陣に認められ、各サービスセンターの年次業務実施計画実施のための予算が承認される。
【期待される成果】 成果 1. 無収水削減に係る計画立案・対策実施監理・事業評価などを継続的に実施するための能力が向上する。 成果 2. 無収水削減作業に係る実施能力が向上する。 成果 3. 給水装置設置に係る品質管理能力が向上する。	1-1: 無収水削減作業を実施するアクションチームが作成した、パイロットプロジェクトの完了報告書に対して、マネージメントチームによる評価報告書が作成される。 1-2: 無収水削減の費用対便益分析及び経営への効果に係る報告書が SEDAPAL の経営陣に承認される。 1-3: 年次業務実施計画を周知するためのワークショップでマネージメントチームが講師を務める。 2-1: 各パイロットエリアにて無収水率が以下の通り削減される。 第 1 エリア 30%、第 2 エリア 20% 2-2: パイロットプロジェクトの調査計画、作業計画、実施過程、成果について、SEDAPAL の組織内に広く周知するための SEDAPAL 内ワークショップにおいて、アクションチームのメンバーが講師を務める。 2-3: パイロットエリア以外の少なくとも 1 箇所において、無収水削減に係る調査計画が作成される。 3-1: 給水装置設置に係る研修参加者全員が実習後の水圧試験に合格する。 3-2: 給水装置設置の工事発注に係る技術仕様書ガイドラインが SEDAPAL 経営陣に承認される。

注:2015 年 1 月変更の PDM Ver3 による。

2012 年 3 月 9 日に署名された技術協力合意文書(R/D)では PDM(Ver.0)の指標の数値が未定であったが、プロジェクトの進捗に応じて、次表に示すように指標数値の具体化が行われた。PDM Ver.2 ではパイロット第 3 エリアがプロジェクトから削除され(第 3 回合同調整委員会議事録、2014 年 9 月 10 日)、それに代わりパイロットエリア以外における SEDAPAL 実施のプロジェクトに対する技術支援が追加された。また、PDM Ver.3(R/D の変更協議議事録 MM、2015 年 1 月 30 日)では上位目標の「SEDAPAL の最適マスタープラン(2015-2019)で定める 2018 年の無収水率 27.5%を達成する」が決定された。

R/D 変更の協議議事録を添付資料1に、PDM Ver.2、PDM Ver.3 を添付資料 2 に示す。

表 1.2.3 PDM の変更経緯

① PDM(Ver.1)における変更(2013年9月、第2回JCC)

期待される成果	PDM(Ver.0)	PDM(Ver.1)
指標 2-1	各パイロットエリアにて無収水率が以下の通り削減される。第1エリア XX%、第2エリア XX%、第3エリア XX%	各パイロットエリアにて無収水率が以下の通り削減される。第1エリア 30%、第2エリア XX%、第3エリア XX%
指標 2-3	パイロットエリア以外の XX 箇所において、無収水削減に係る調査計画が作成される。	パイロットエリア以外の少なくとも 1 箇所において、無収水削減に係る調査計画が作成される。

JCC:合同調整委員会

② PDM(Ver.2)における変更(2014年9月、第3回JCC)

期待される成果	PDM(Ver.1)	PDM(Ver.2)
指標 2-1	各パイロットエリアにて無収水率が以下の通り削減される。第1エリア 30%、第2エリア XX%、第3エリア XX%	各パイロットエリアにて無収水率が以下の通り削減される。第1エリア 30%、第2エリア 20%

③ PDM(Ver.3)における変更(2015年1月、第4回JCC)

項目	PDM(Ver.2)	PDM(Ver.3)
上位目標	SUNASS と合意した 2018 年の無収水率 XX%を達成する。	SEDAPAL の最適マスタープラン(2015-2019)で定める 2018 年の無収水率 27.5%を達成する。

1.2.2 プロジェクトの実施体制

(1)プロジェクト実施体制

① ペルー側カウンターパート

SEDAPAL では多くの部署が無収水削減に係わっているが、無収水削減活動のための専属部署と統括部署が存在しないため、本プロジェクトの実施組織としてプロジェクトグループの編成を行った。プロジェクトグループの構成は、プロジェクトの統括管理を行うためのプロジェクト・ダイレクター、プロジェクト・マネージャーと PDM における「活動1」を行うためのマネジメントチーム、「活動2」を行うためのアクションチーム及び SEDAPAL 内関係部署間の調整を行う調整チームからなる。

パイロットプロジェクトを行うためのアクションチームは、パイロットエリアとなる中部支局及び南部支局内の 2 サービスセンターの職員と一次配水局の漏水管理削減チームにより 2 チームが編成された。本プロジェクトでは直接的には、マネジメントチームとこれら 2 つのアクションチームの職員の能力開発に係る活動を行ったが、ほとんどの作業を OJT で実施したことから、プロジェクト実施中にその他多くの職員が係ることとなった。

SEDAPAL の総局長をプロジェクト・ダイレクター、SEDAPAL の年次事業計画の無収水削減第一レベ

ル目標責任者(中部支局長)をプロジェクト・マネージャーとした。マネジメントチームは組織横断的に SEDAPAL 内の無収水削減関連部署の局長及びチーム長から6名で編成した。SEDAPAL 管轄の配水エリアは北部、中部、南部の3支局、7サービスセンターが運営しているが、本プロジェクトの無収水削減活動のパイロットエリアは第1エリア(中部支局ブレーニャ・サービスセンターのセクター18)、第2エリア(南部支局スルキージョ・サービスセンターのセクター67)の2つのエリアである。従って、アクションチームはこの2サービスセンターと漏水調査を担当する漏水管理削減チームのエンジニアで編成した(ブレーニャ:7名、スルキージョ:6名)。

② 日本側専門家

PDMに記載されたプロジェクト活動の実施のために、コンサルタントチームが JICA 専門家として任命された。なお、厚生労働省の推薦に基づく短期専門家(無収水対策アドバイザー)が別途派遣された。同短期専門家は、日本の上水道関連法制度及び水道事業体での実務を踏まえ、日本の無収水管理の経験、教訓、事例の紹介などを行うとともに、SEDAPAL に対して無収水管理に係る事業運営の観点から助言を行った。

上述したプロジェクト実施体制の概要を下図に示し、日本側専門家及びカウンターパートのリストを添付資料3及び4に示す。

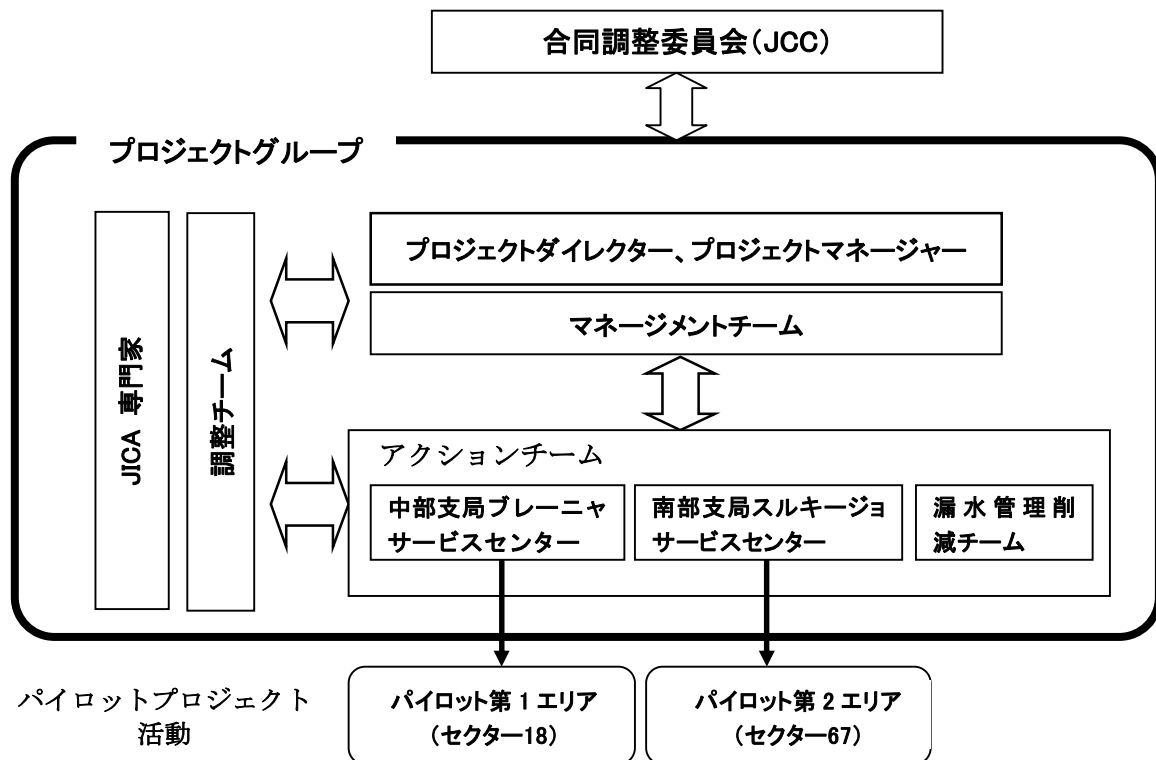


図 1.2.1 プロジェクト実施体制

③ 合同調整委員会(JCC)

プロジェクトの円滑な実施を確保するため、プロジェクトグループと両国政府関係機関からなる合同調

整委員会(JCC)を設けた。委員会はプロジェクトの年間活動計画の承認、プロジェクトの進捗確認、プロジェクトに係る重要事項の協議等の機能を持つ。JCCのメンバーリストを下表に示す。

表 1.2.4 合同調整委員会(JCC)のメンバー

ペルー側参加者	日本側参加者
議長：プロジェクト・ダイレクター SEDAPAL 総局長	
構成員： <ul style="list-style-type: none"> プロジェクト・マネージャー SEDAPAL 無収水削減第一レベル目標責任者 同 SEDAPAL 開発調査局漏水管理削減チーム長 同 SEDAPAL 南部支局プレーニャ配水管網運転維持管理チーム長 ペルー国住宅建設衛生省(MVCS)担当官 ペルー国際協力庁(APCI)担当官 	構成員 <ul style="list-style-type: none"> JICA ペルー事務所代表者 専門家チーム(コンサルタント) 日本大使館担当官(オブザーバー)

(2) SEDAPAL の組織体制

プロジェクトの活動を実施するために、前述したプロジェクトグループの編成を行ったが、実際の活動にはプロジェクトグループ外の部署、多くの職員が関係した。SEDAPAL の組織図及び本プロジェクトとの関係部署を下図に示す。

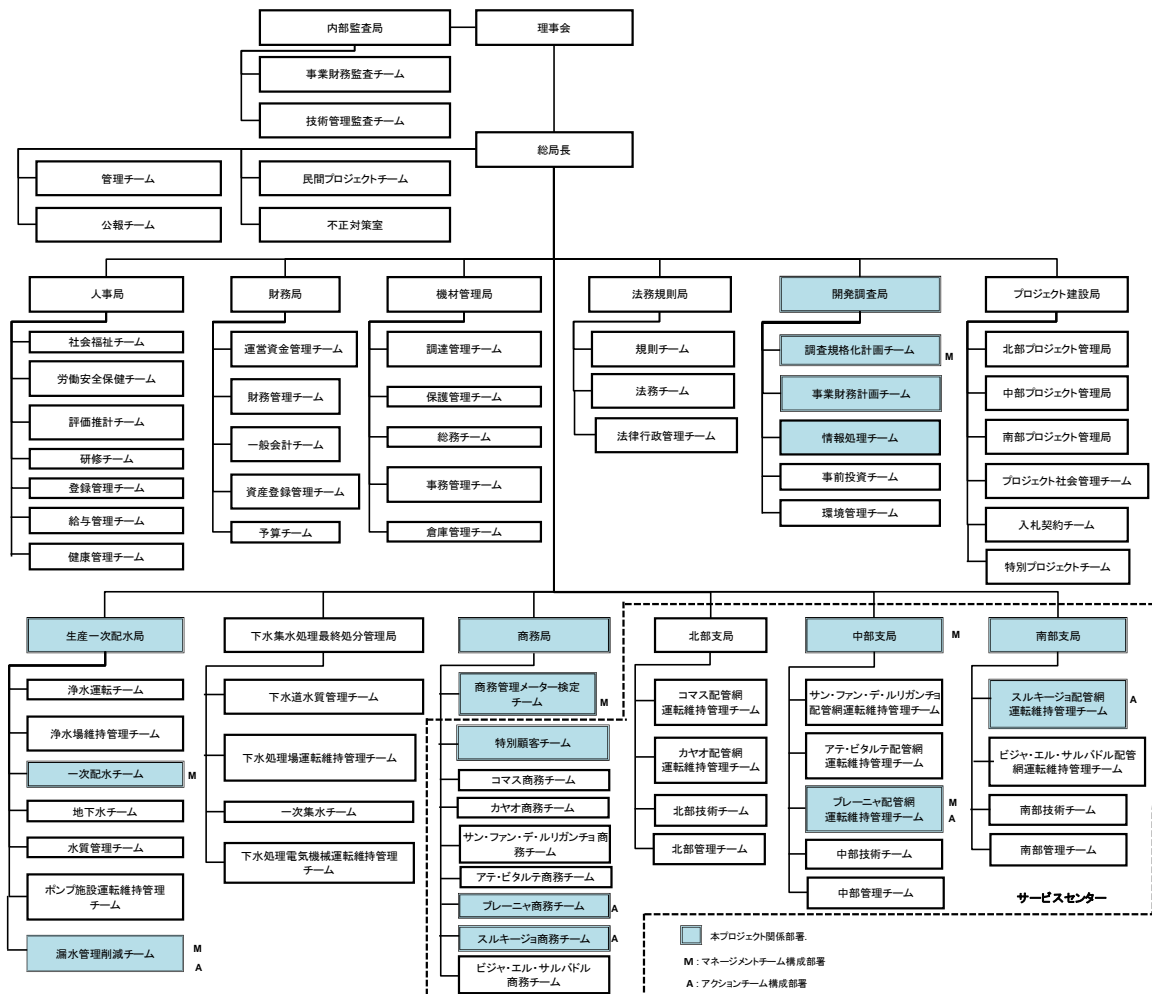


図 1.2.2 SEDAPAL の組織図(2014年12月時点)

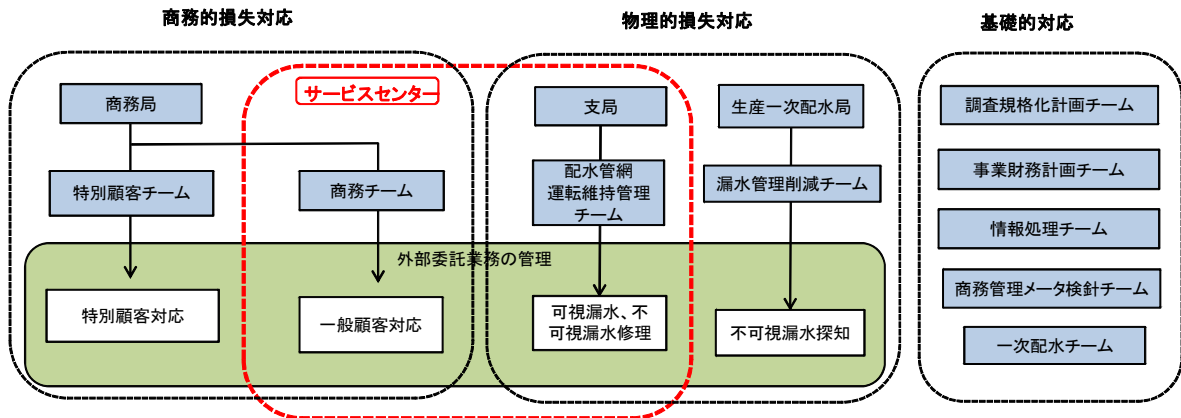


図 1.2.3 SEDAPAL の無収水対策関連チーム

(3) ペルー国の関連機関

リマ市の上下水道サービスを実施する機関はリマ上下水道公社(SEDAPAL)であり、1998 年に独立採算を行うために公社化された。監督官庁は住宅建設衛生省(MVCS)であり、全株式は公益企業のホールディングカンパニーである公益活動国家基金(FONAFE) が有している。衛生サービスの実施機関を監理する組織として国家衛生事業監督庁(SUNASS)があり、技術協力プロジェクトの受入れ機関は国際協力庁(APCI)である。

1.2.3 プロジェクトのワークプラン (WP)

(1) WP におけるスケジュール調整

プロジェクトの活動は合同調整委員会で承認されたワークプラン(WP)に従って実施された。プロジェクトの進捗に伴って、次期ステージの着手時に活動内容の見直しが行われ、同時期に開催された合同調整委員会(JCC)にて WP が承認された。下表に示すように 2 回のスケジュール調整が行われた。

表 1.2.5 ワークプラン(WP)

ワークプラン	承認	内容
WP1	第 1 回 JCC (2012 年 8 月 16 日)	プロジェクト着手時における内容、スケジュール案の承認
WP2	第 2 回 JCC (2013 年 9 月 18 日)	プロジェクト第 1 エリアの進捗の遅れによるスケジュール調整
WP3	第 3 回 JCC (2014 年 9 月 10 日)	プロジェクトエリア数の変更(3 箇所から 2 箇所)によるスケジュール調整

第 1 回 JCC において承認された WP1 によると本プロジェクトは 3 箇所のパイロットエリアを対象に下記に示す 3 ステージを実施することとしていた。

表 1.2.6 ステージ分けと対象パイロットエリア

ステージ	期 間	パイロットエリア
ステージ 1	2012 年 6 月～2013 年 6 月	第 1 エリア(中部支局ブレーニャ、セクター18)
ステージ 2	2013 年 7 月～2014 年 6 月	第 2 エリア(南部支局スルキージョ、セクター67)
ステージ 3	2014 年 7 月～2015 年 6 月	第 3 エリア(南部支局ビジャ・エル・サルバドル、セクター308)

しかしながら、2013 年 9 月に行われた中間評価調査の協議では、パイロット第 1 エリアでの活動に当初予定よりも長期間を要したため、当初計画されていた全 3 ヶ所でのパイロット活動をプロジェクト期間内に実施することが困難と判断された。よって、パイロット第 1 エリアでの活動の結果を踏まえ、プロジェクト目標の達成見込みを検討した上で、第 2 回 JCC において作業スケジュールが修正された(WP2)。

2014 年 5 月のマネージメント会議では、パイロット第 3 エリアとして当初予定された南部支局ビジャ・エル・サルバドル・サービスセンター管轄のセクター308 が治安上の問題があるため、代替えとして中部支局アテ・ビタルテ・サービスセンター管轄のセクター4 が選定された。

その後 2014 年 6 月にパイロット第 1 エリアでの活動が終了したため、専門家チームと C/P はパイロット第 3 エリアの実施の可能性につき検討したが、プロジェクト期間内に活動の成果達成が困難であると判断し、SEDAPAL の合意を持ってパイロット第 3 エリアをプロジェクトから除外し、SEDAPAL の自主実施エリアとすることを決定した。この変更によって、プロジェクトにおいて実施のパイロットエリアは第 1 エリア、第 2 エリアの 2 地区と確定し、添付資料 1「R/D の変更協議議事録 MM」にあるとおり PDM、PO が修正され、WP3 において下表に示すようにステージの期間とパイロットエリアが変更された。

表 1.2.7 ステージ分けと対象パイロットエリア

ステージ	期 間	パイロットエリア
ステージ 1	2012 年 6 月～2013 年 6 月	第 1 エリア(セクター18)
ステージ 2	2013 年 7 月～2014 年 8 月	第 1 エリア、第 2 エリア (セクター18、67)
ステージ 3	2014 年 9 月～2015 年 6 月	第 2 エリア、SEDAPAL 自主実施エリア(セクター4)

(2) パイロットエリアの概要

パイロットエリアの位置は本報告書の巻頭に示すとおりであり、パイロットエリアと SEDAPAL 自主実施エリアの概要は下表のとおりである。いずれも首都圏の中心に位置し、比較的平坦な地形である。

表 1.2.8 パイロットプロジェクトエリア

項目	第1エリア	第2エリア	SEDAPAL 自主実施エリア
管轄支局	中部	南部	中部
管轄事務所	プレーニャ	スルキージョ	アテ・ビタルテ
セクター番号	18	67	4
顧客接続栓数	1,738 栓	4,106 栓	1,548 栓
居住概要	市内中心部に近い中・高所得住宅地。幹線道路沿いには商業施設が並ぶ。	高層、中層の集合住宅がある住宅地域。幹線道路沿いには商業施設も並ぶ。	工業、商業、一般住宅(集合住宅)からなる。請求水量では工業が39%と多い。
無収水率	38.2%%	25.5%	28.2%
エリア内標高	135~155m、 高低差 20m	125~150m、 高低差 25m	215~190m、 高低差 25m
データ時期	Feb.2013	Mar.2014	Sept.2014

(3) ワークプランの概要

ワークプランの概要は次図に示すとおりである。WP1、WP3 において決定された作業スケジュールをそれぞれ表 1.2.9、表 1.2.10 に示す。

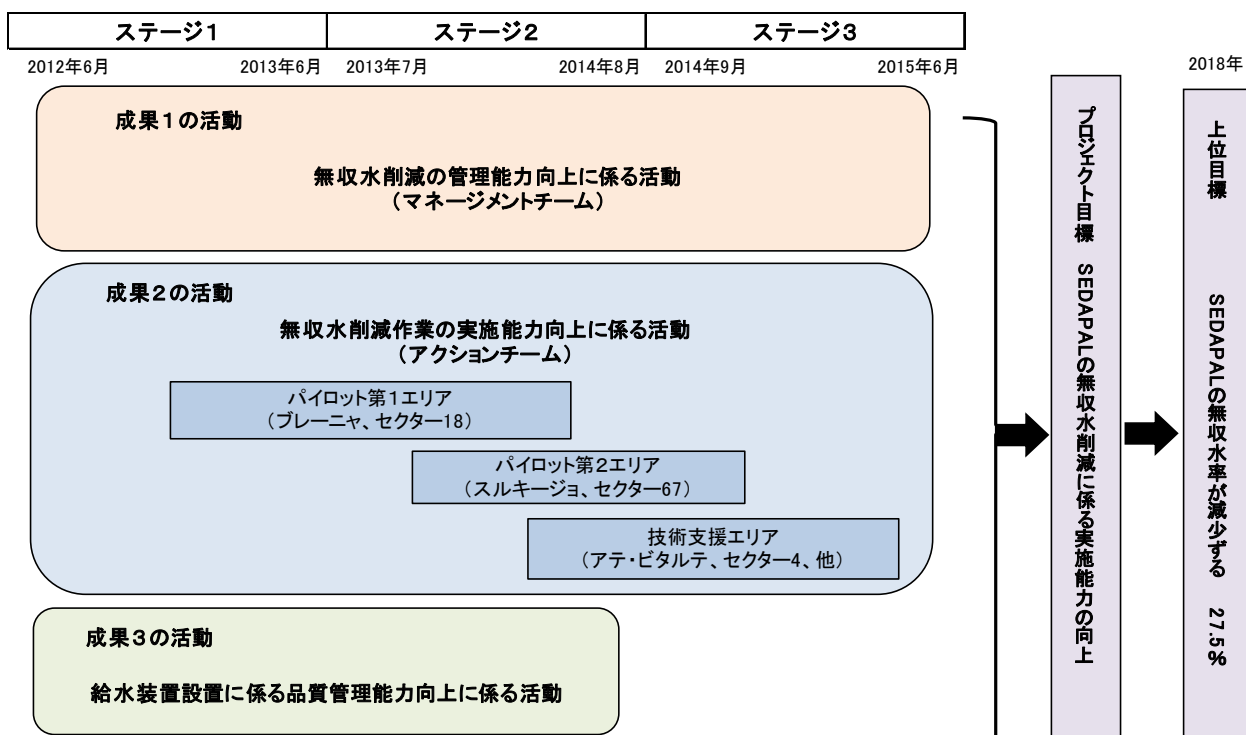


図 1.2.4 プロジェクト概要図

表1.2.9 作業計画(ワークプラン1)

	2012年						2013年						2014年						2015年																					
	平成24年度(2012年度)						平成25年度(2013年度)						平成26年度(2014年度)						平成27年度(2015年度)																					
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月			
要員計画																																								
1 総括/無取水管理																																								
2 副総括/無取水削減計画																																								
3 漏水探知技術																																								
4 給水接続技術1																																								
活動計画																																								
無取水削減に係るマネジメント能力が向上する																																								
1.1 無取水削減マネジメントチームの組織化																																								
1.2 現状の無取水削減対策の課題のレビュー																																								
1.3 無取水マネジメントチームに対する研修																																								
1.4 無取水削減対策の費用対便益の分析																																								
1.5 無取水削減の経営への効果分析																																								
1.6 無取水削減対策の年次業務実施計画の作成																																								
1.7 年次業務実施計画を周知するためのワークショップの開催																																								
無取水削減の作業実施に係る能力が向上する																																								
2.1 無取水削減作業アクションチームの組織化																																								
2.2 パイロットエリアの分離状況の確認とパイロットエリアの確定																																								
2.3 無取水削減作業アクションチームに対する研修																																								
2.4 パイロットエリアにおける調査計画策定に係るOJT																																								
2.5 パイロットエリアにおけるプロジェクト実施前の無取水率の算定																																								
2.6 パイロットエリアにおける無取水の特定と無取水削減作業計画の策定に係るOJT																																								
2.7 パイロットエリアにおける無取水削減作業の実施に係るOJT																																								
2.8 パイロットエリアにおけるプロジェクト実施後の無取水率の算定																																								
2.9 無取水削減作業の完了報告書の作成																																								
2.10 パイロットプロジェクトのワークショップの開催																																								
2.11 無取水削減対策実施マニュアルの作成																																								
2.12 無取水削減対策実施マニュアルのセミナーの開催																																								
給水装置設置に係る品質管理能力が向上する																																								
3.1 給水装置設置に係る民間業者の施工能力の調査・分析																																								
3.2 SEDAPALの既存の技術仕様書のレビュー																																								
3.3 給水装置設置に係る室内研修及び実地研修用の教材の準備																																								
3.4 給水装置設置に係る室内研修及び実地研修の実施																																								
3.5 給水装置設置の技術仕様書ガイドラインの作成																																								
3.6 ガイドラインの普及のためのワークショップの実施																																								
会議・ワークショップ・研修など																																								
ワークプラン(W/P)の提出	△	W/P1																																						
プロジェクト進捗報告書(PG/R)・業務完了報告書(F/R)の提出																																								
合同調整委員会(JCC)																																								
ワークショップ																																								
本邦研修(△)/第三国研修(▲)																																								
JICA専門家派遣/評価ミッション																																								
報告書提出時期																																								

表1.2.10 変更作業計画(ワークプラン3)

	2012年					2013年						2014年						2015年																				
	ステージ1												ステージ2						ステージ3																			
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	
要員計画																																						
1 総括/無取水管理																																						
2 副総括/無取水削減計画																																						
3 漏水探知技術																																						
4 給水接続技術																																						
活動計画																																						
成果1																																						
無取水削減に係るマネジメント能力が向上する																																						
1.1 無取水削減マネジメントチームの組織化																																						
1.2 現状の無取水削減対策の課題のレビュー																																						
1.3 無取水削減マネジメントチームに対する研修																																						
1.4 無取水削減対策の費用対便益の分析																																						
1.5 無取水削減の経営への効果分析																																						
1.6 無取水削減対策の年次業務実施計画の作成																																						
1.7 年次業務実施計画を周知するためのワークショップの開催																																						
成果2																																						
無取水削減の作業実施に係る能力が向上する																																						
2.1 無取水削減アクションチームの組織化																																						
2.2 パイロットエリアの分離状況の確認とパイロットエリアの確定																																						
2.3 無取水削減アクションチームに対する研修																																						
2.4 パイロットエリアにおける調査計画策定に係るOJT																																						
2.5 パイロットエリアにおけるプロジェクト実施前の無取水率の算定																																						
2.6 無取水の特定と無取水削減作業計画の策定に係るOJT																																						
2.7 無取水削減作業の実施に係るOJT(エリア1,2)																																						
2.8 パイロットエリアにおけるプロジェクト実施後の無取水率の算定																																						
2.9 無取水削減作業の完了報告書の作成																																						
2.10 パイロットプロジェクトのワークショップの開催																																						
2.11 パイロットエリア以外における無取水削減に係る調査計画の作成																																						
2.12 パイロットエリア以外における無取水削減対策実施の技術支援																																						
2.13 無取水削減対策実施マニュアルの作成																																						
2.14 無取水削減対策実施マニュアルのセミナーの開催																																						
成果3																																						
給水装置設置に係る品質管理能力が向上する																																						
3.1 給水装置設置に係る民間業者の施工能力の調査・分析																																						
3.2 SEDAPALの既存の技術仕様書のレビュー																																						
3.3 給水装置設置に係る室内研修及び実地研修用の教材の準備																																						
3.4 給水装置設置に係る室内研修及び実地研修の実施																																						
3.5 給水装置設置の技術仕様書ガイドラインの作成																																						
3.6 ガイドラインの普及のためのワークショップの実施																																						
会議・ワークショップ・研修など																																						
ワークプラン(W/P)の提出																																						
プロジェクト進捗報告書(PG/R)・業務完了報告書(F/R)の提出																																						
合同調整委員会(JCC)																																						
ワークショップ																																						
本邦研修(△)/第三国研修(▲)																																						
JICA専門家派遣/評価ミッション																																						
報告書提出時期																																						

凡 例: ■ :パイロットプロジェクト1 ■ :パイロットプロジェクト2 ■ :成果3(給水装置関連)

1.2.4 プロジェクトの活動実績

(1) 投入実績

プロジェクト開始よりプロジェクト終了(2015年5月31日時点)までの日本側・ペルー国側の投入実績は以下のとおりである。

表 1.2.11 日本側の投入実績

コンサルタント専門家	<ul style="list-style-type: none"> ● 総括/無収水管理、副総括/無収水削減計画、給水管接続技術、漏水探知技術、業務調整1/無収水削減計画、業務調整2/給水管接続技術の計6名(94.37MM)が派遣された。(添付資料3参照)
JICA 直営専門家	<ul style="list-style-type: none"> ● 直営専門家として無収水管理アドバイザーが計4回派遣された。(添付資料3参照)
本邦研修	<ul style="list-style-type: none"> ● 第1回本邦研修:2013年1月20日から2月7日までの19日間、SEDAPAL のマネジメントチーム5名が無収水削減対策に係る研修に参加した。 ● 第2回本邦研修:2014年1月20日から2月5日の17日間、マネジメントチーム及びアクションチーム6名が、無収水削減の作業実施に係る研修に参加した。 ● 第3回本邦研修:2014年11月4日から11月20日の14日間、アクションチーム、アテ・ビタルテ・サービスセンターのエンジニア4名が無収水削減の作業実施に係る研修に参加した。 (添付資料5参照)
第三国研修	<ul style="list-style-type: none"> ● 2014年10月2日から10月31日までの29日間、3名のC/P がブラジルSABESP主催の無収水削減コースに参加した。(添付資料5参照)
資機材供与	<ul style="list-style-type: none"> ● 流量計測・漏水探知機材、漏水探知作業用移動車両、給水装置設置の研修用機材等 (添付資料6参照)

表 1.2.12 ペルー側の投入実績

C/P の配置	<ul style="list-style-type: none"> ● プロジェクト・ダイレクター(PD) ● プロジェクト・マネージャー(PM) ● 無収水削減マネジメントチーム(6名) ● 無収水削減作業アクションチーム(パイロット第1エリア)(7名) ● 無収水削減作業アクションチーム(パイロット第2エリア)(6名) ● 調整グループ(4名) (添付資料4参照)
施設の提供	<ul style="list-style-type: none"> ● SEDAPAL 内のプロジェクト事務室スペースの確保 ● SEDAPAL アタルヘア内の研修センターの利用 ● プレーニャ・サービスセンターにおける給水装置設置研修用ヤード ● 機材保管庫
ローカルコスト	<ul style="list-style-type: none"> ● パイロットエリアでの無収水対策として、SEDAPALが負担した経費 パイロット第1エリア:160,556ソル(5,362千円) パイロット第2エリア:228,027ソル(8,437千円) 計388,583ソル(13,799千円) ● その他:専門家事務室維持管理費、夜間実施訓練時の警察警護費、供与機材調達の関税、内陸輸送、調査用機材製作費

(2) 活動実績

本プロジェクトは、パイロット第1エリアでの活動が当初予定よりも長期間を要したが、その後は概ね計画に沿って活動が実施されており、プロジェクト終了までに計画された活動が終了した。プロジェクト全体の進捗実績を下表及び図1.2.5に示す。また、パイロット第1エリア、第2エリアの進捗実績を表1.2.14及び表1.2.15に示す。

表1.2.13活動の進捗状況

成果	活 動	進捗実績
成果1	1-1 無収水削減マネジメントチームの組織化	2012年7月完了
	1-2 現状の無収水削減対策の課題レビュー	2012年9月完了
	1-3 無収水削減マネジメントチームに対する研修	2013年3月完了
	1-4 無収水削減対策の費用対便益の分析	2014年5月完了(第1エリア) 2014年11月完了(第2エリア)
	1-5 無収水削減の経営への効果分析	2015年5月完了
	1-6 無収水削減対策の年次業務実施計画の作成	2015年4月完了
	1-7 年次業務実施計画を周知するためのワークショップの開催	2015年5月完了
成果2	2-1 無収水削減アクションチームの組織化	2012年7月完了(第1エリア) 2013年9月完了(第2エリア)
	2-2 パイロットエリアの分離状況の確認とパイロットのエリア確定	2012年10月完了(第1エリア) 2013年12月完了(第2エリア)
	2-3 無収水削減アクションチームに対する研修	2012年10月完了(第1エリア) 2014年1月完了(第2エリア)
	2-4 パイロットエリアにおける調査計画策定に係るOJT	2013年1月完了(第1エリア) 2014年1月完了(第2エリア)
	2-5 パイロットエリアにおけるプロジェクト実施前の無収水率の算定	2013年2月完了(第1エリア) 2014年3月完了(第2エリア)
	2-6 パイロットエリアにおける無収水の特定と無収水削減作業計画の策定に係るOJT	2014年4月完了(第1エリア) 2014年7月完了(第2エリア)
	2-7 パイロットエリアにおける無収水削減作業の実施に係るOJT	2014年2月完了(第1エリア) 2014年9月完了(第2エリア)
	2-8 パイロットエリアにおけるプロジェクト実施後の無収水率の算定	2014年3月完了(第1エリア) 2014年11月完了(第2エリア)
	2-9 無収水削減作業の完了報告書の作成	2014年5月完了(第1エリア) 2014年11月完了(第2エリア)
	2-10 パイロットプロジェクトのワークショップの開催	2014年6月完了(第1エリア) 2014年12月完了(第2エリア)
	2-11 パイロットエリア以外における無収水削減に係る調査計画の作成	2015年4月完了
	2-12 パイロットエリア以外における無収水削減対策の技術支援	2015年5月完了
	2-13 無収水削減対策実施マニュアルの作成	2015年5月完了
	2-14 無収水削減対策実施マニュアルセミナーの開催	2015年5月完了
成果3	3-1 給水装置設置に係る民間業者の施工能力の調査・分析	2012年8月完了
	3-2 SEDAPAL の既存の技術仕様書のレビュー	2012年9月完了
	3-3 給水装置設置に係る室内研修及び実地研修用の教材の準備	2014年3月完了
	3-4 給水装置設置に係る室内研修及び実地研修の実施	2014年4月完了
	3-5 給水装置設置の技術仕様書ガイドラインの作成	2014年5月完了
	3-6 ガイドラインの普及のためのワークショップの開催	2014年6月完了

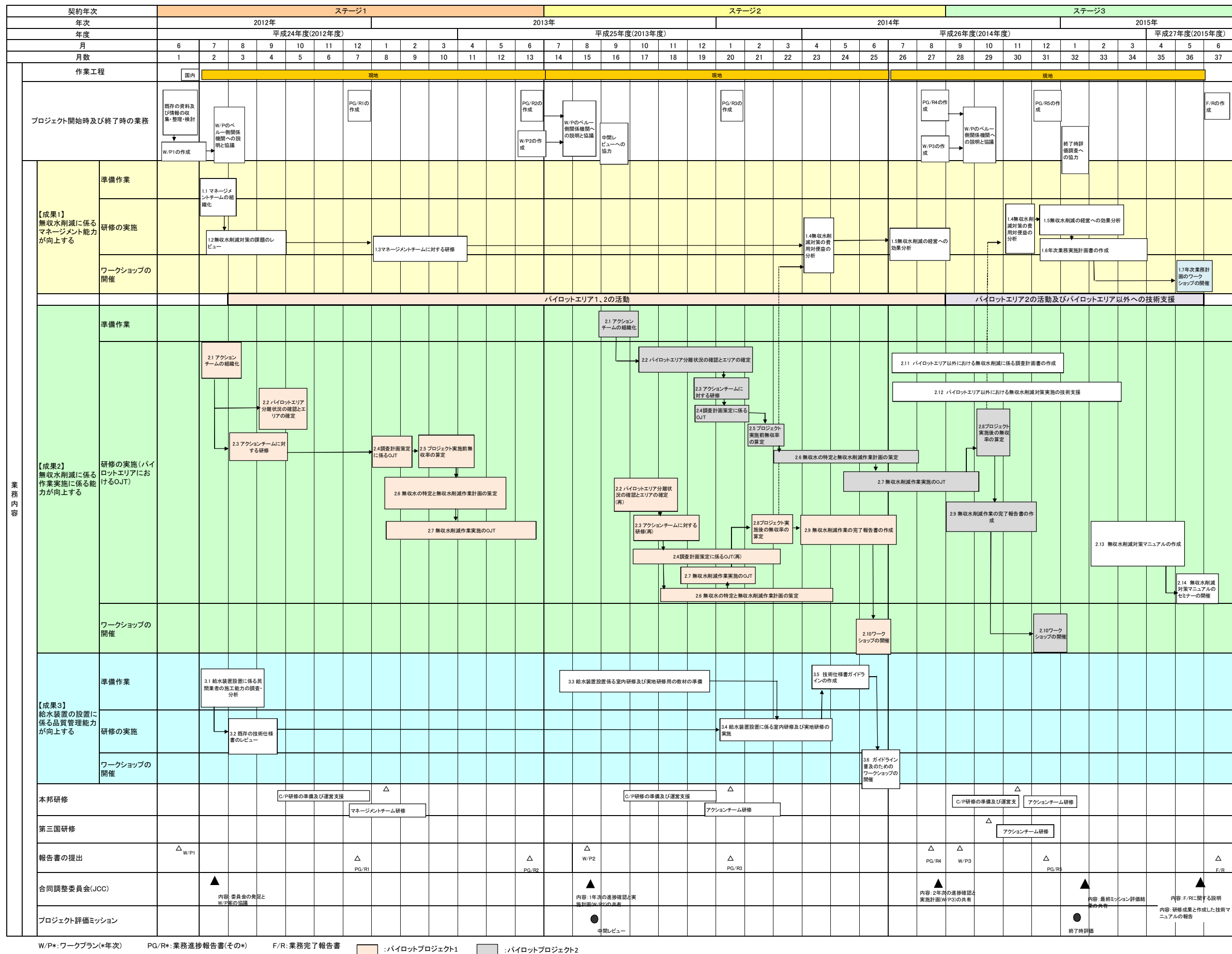


図1.2.5 活動の進捗状況図

表1.2.14 パイロット第1エリアの無収水対策削減作業計画

PDM No	活動項目	2012												2013												2014						
		7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月						
	プレーニャ Sector18																															
	A. 無収水対策総括																															
1-1	マネージメントチームの組織化		■																													
2-1	アクションチームの組織化		■																													
1-2	無収水削減対策の課題のレビュー		■	■	■																											
1-3	無収水管理に係る研修(マネージメント・チーム)									■	■																					
2-2	無収水削減活動の準備作業 ・セクターの水利的完全分離の確認 ・スキューダ精度の確認 ・セクターの顧客データベースと実在給水栓の照合確認			■	■	■																										
2-3	無収水削減対策の作業実施に係る研修(アクションチーム)									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
2-4	パイロットエリアの技術的、商務的データの分析、調査計画の策定(アクションチーム) ・SCADAデータの収集、分析 ・無収水率データの収集、分析 ・調査計画書の作成									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
2-5	プロジェクト実施前のベースライン値(無収水率)の設定									■	■																					
2-6	パイロットエリアにおける無収水の特定 ・物理損失、営業損失の特定、非請求認定給水量の特定 ・配水量分析 ・無収水削減作業計画書の作成									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
2-7	無収水削減作業の実施									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
2-8	プロジェクト実施後の無収水率の算定																															
2-9	無収水削減作業完了報告書の作成																															
1-4	無収水削減対策の費用対便益の分析																															
2-10	無収水削減作業完了報告のワークショップの開催																															
2-11	無収水対策実施マニュアルの作成																															
	B. 物理損失対策の作業																															
2-3	無収水削減対策の作業実施に係る研修(アクションチーム) ・漏水探知技術、調査機材使用方法 ・水量、水圧測定																															
2-4	パイロットエリアの技術的データの分析、調査計画の策定(アクションチーム) ・配水管網、設備データ、図面の収集、確認、分析 ・調査計画書の作成																															
2-5	プロジェクト実施前のベースライン値の設定 ・サブセクターのデザイン/チャンパー、バルブの位置選定 ・サブセクター化用のチャンパー、バルブの設置																															
2-6	パイロットエリアにおける無収水の特定 ・SCADAによるサブセクターの計測(3分割) ・漏水存在量の把握 測定チャンパー使用による夜間最少流量の測定 漏水直接測定法による測定 ・漏水探知作業 ・無収水削減作業計画書の作成																															
2-7	無収水削減作業の実施 ・漏水修理作業																															
	C. 営業損失対策の作業																															
2-3	無収水削減対策の作業実施に係る研修(アクションチーム) ・営業損失対策概論、メータ管理、違法接続の摘発と合法化																															
2-4	パイロットエリアの技術的データの分析、調査計画の策定(アクションチーム) ・顧客データベースの収集、確認、分析 ・顧客図面の収集、データベースとの照合 ・現場調査リストの作成 ・調査計画書の作成																															
2-6	パイロットエリアにおける無収水の特定 ・各戸一斉調査結果の分析 ・データベースの分析 ・データベース間違いの是正 ・隣接セクター給水栓との異接続の是正 ・メータ室内検定(民間委託、SEDAPALラボ) ・メータ不感量、器差の検査 ・盗水(違法接続)調査 ・特別顧客給水栓の現場確認 ・調査結果のまとめ、無収水原因分析 ・無収水削減作業計画書の作成																															
2-7	無収水削減作業の実施 ・メータボックス漏水の補修 ・隣接セクター給水栓との異接続の是正 ・直結箇所のメータ設置 ・不良メータ、使用年数超過メータの交換 ・メータ設置位置の改善 ・口径不適正メータの是正 ・盗水の是正																															

表1.2.15 パイロット第2エリアの無収水対策削減作業実績

PDM No	活動項目	2013												2014												2015					
		Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun		
		3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月		
スルギージョ Sector 67																															
A. 無収水対策総括																															
1-1	マネージメントチームの組織化																														
2-1	アクションチームの組織化																														
1-2	無収水削減対策の課題のレビュー																														
1-3	無収水管理に係る研修(マネージメント・チーム)																														
2-2	無収水削減活動の準備作業 ・セクターの物理的完全分離の確認 ・スキダゲ計測精度の確認(データロガーによる照合、スキダゲデータの確認) ・配水系統の切り替え ・セクターの顧客データベースの整合性確認																														
2-3	無収水削減対策の作業実施に係る研修(アクションチーム)																														
2-4	パイロットエリアの技術的、商務的データの分析、調査計画の策定(アクションチーム) ・セクター配水量データの収集、確認、分析 ・無収水率データの収集、確認、分析 ・調査計画書の作成																														
2-5	プロジェクト実施前のベースライン値(無収水率)の設定																														
2-6	パイロットエリアにおける無収水の特定 ・物理損失、営業損失の特定 ・非請求認定給水量の特定 ・配水量分析(無収水量分析) ・無収水削減作業計画書の作成																														
2-7	無収水削減作業の実施																														
2-8	プロジェクト実施後の無収水率の算定																														
2-9	無収水削減作業完了報告書の作成																														
1-4	無収水削減対策の費用対便益の分析																														
2-10	無収水削減作業完了報告のワークショップの開催																														
2-11	無収水対策実施マニュアルの作成																														
B. 物理損失対策の作業																															
2-3	無収水削減対策の作業実施に係る研修(アクションチーム) ・漏水探知技術、調査機材使用方法 ・水量、水圧計測技術 ・メータ先漏水の探知方法																														
2-4	パイロットエリアの技術的データの分析、調査計画の策定(アクションチーム) ・配水管網、設備データ、図面の収集、確認、分析 ・サブセクター化の必要性検討 ・配水タンク流入量計測 ・主要管路水圧測定、水量測定 ・水圧、流量データロギング ・調査計画書の作成																														
2-5	プロジェクト実施前のベースライン値の設定 ・サブセクターのデザイン/チャンパー、バルブの位置選定 ・チャンパー、バルブの設置																														
2-6	パイロットエリアにおける無収水の特定 ・測定システムによるQmf(事前測定) 超音波流量計使用によるQmf(サブセクター) 漏水の多いサブセクターの選定 直接法による漏水測定 ・漏水探知作業(民間委託業者) ・無収水削減作業計画書の作成																														
2-7	無収水削減作業の実施 ・漏水修理作業(民間委託業者)																														
2-8	プロジェクト実施後の無収水率の算定 ・測定システムによるQmf(事後測定) ・測定システムによるQmf(事後測定)(夜間の使用水量の制限下による)																														
C. 営業損失対策の作業																															
2-3	無収水削減対策の作業実施に係る研修(アクションチーム) ・営業損失対策概論、メータ管理、違法接続の摘発と合法化																														
2-4	パイロットエリアの技術的データの分析、調査計画の策定(アクションチーム) ・顧客データベースの収集、確認、分析(請求水量、請求額、メータ設置状況等) ・顧客図面の収集、データベースとの照合 ・現場調査リストの作成 ・調査計画書の作成																														
2-6	パイロットエリアにおける無収水の特定 ・各戸一斉調査結果の分析 ・データベースの分析 ・隣接セクター給水栓との異接続の是正 ・データベース間違いの是正 ・メータ室内検定(民間委託、SEDAPALラボ) ・メータ器差の検査 ・特別顧客給水栓の現場確認 ・調査結果のまとめ、無収水原因分析 ・無収水削減作業計画書の作成																														
2-7	無収水削減作業の実施 ・直結箇所のメータ設置 ・不良メータ、使用年数超過メータの交換 ・適正口径メータへの取り換え ・違法改造の是正 ・メータ設置位置の改善 ・給水管の更新 ・メータボックス漏水修理																														

1.2.5 プロジェクトの活動概要

(1) パイロットプロジェクトの無収水削減に係る活動（活動1、活動2）

1) パイロット第1エリア(プレーニャ・サービスセンター、セクター67)

中部支局プレーニャ・サービスセンター管轄のセクター18をパイロット第1エリアとするパイロットプロジェクトの活動は、ステージ1の2012年7月にマネージメントチームとアクションチームが編成され、準備作業が開始された。その後、2013年2月にプロジェクトのベースライン設定(無収水率38.2%)を行い、本格的に無収水削減対策の活動を開始した。その結果、2013年12月に無収水率がPDMの削減目標値である30%に達したため2014年2月に無収水削減作業を終了し、3月の無収水率25.1%をプロジェクト評価値とした。

無収水削減活動の結果、無収水率で13%の減少が得られた。また、プロジェクトを実施した場合としない場合の費用対便益の分析の結果、プロジェクト便益(B)307,808ソルが得られ、プロジェクト費用(C)161,000ソルから、便益・費用比(B/C)1.91が得られた。これにより明らかにプロジェクトの効果が得られる結果となった。

パイロット第1エリアの活動は3月に完了したため、無収水削減作業の完了報告書を作成し、6月12日、13日の両日にパイロットプロジェクトの活動報告のためのワークショップが開催された。パイロット第1エリアの活動内容の詳細は「パイロットプロジェクト1完了報告書」(2014年6月)としてまとめたとおりである。

2)パイロット第2エリア(スルキージョ・サービスセンター、セクター67)

ステージ2の2013年9月18日開催のJCCにおいてアクションチームの編成が承認された。その後の準備作業を経て、パイロット第2エリアにおけるプロジェクト・ベースラインの設定が2014年3月(無収水率25.5%)に行われ、無収水の削減目標値を20%と決定した。

ベースライン設定の準備過程では、セクター内の圧力の適正化と6つのサブブロック化を行うために、2つの既存高架タンクの1基を廃止し、必要箇所にバルブを設置した後、セクター内の圧力測定を14箇所において実施した。SCADAの圧力設定値はこの結果により決定し、プロジェクト期間中保持することとした。無収水削減活動の過程において、無収水率の2014年9月値が17.7%と目標値を下回ったため、10月の無収水率18.1%を評価値とした。

セクター67の成果については、無収水削減活動の結果、無収水率で7.4%の減少(ベースライン値25.5%から評価値18.1%に低減)効果が得られた。また、プロジェクト便益(B)385,792ソルが得られ、プロジェクト費用(C)228,000ソルから、便益・費用比B/C比として1.69が得られた。これにより明らかにプロジェクトの効果が得られた結果となった。

パイロット第2エリアの活動は10月に完了したため、12月18日、19日の両日にパイロットプロジェクトの活動報告のためのワークショップが開催された。

パイロット第2エリアの無収水削減活動の内容は「パイロットプロジェクト2完了報告書」(2014年12月)としてまとめたとおりである。

(2) 給水装置設置の品質管理能力向上に係る活動(活動3)

ステージ1において、給水装置設置に係る民間業者の施工能力の調査分析、SEDAPALの既存の技術仕様書のレビュー、室内研修及び実地研修用の教材の準備を行った。

ステージ2においては、室内研修及び実地研修(配管実技研修、習熟度試験)、給水装置設置の技術仕様書ガイドラインの作成を行った。ガイドライン普及のためのワークショップを2014年6月に行い、予定された全ての活動が終了した。給水装置の設置に係る活動内容の詳細は「給水装置設置に係る活動完了報告書」(2014年6月)にまとめたとおりである。

(3) パイロットエリア以外における活動

1) 技術支援エリア(アテ・ビタルテ地区、セクター4)

2014年6月10日のマネージメント会議において、アクションチームの編成、作業計画の作成、準備作業の開始につき協議が行われた。

専門家チームとC/Pはパイロット第3エリアの活動についてプロジェクトとしての実施の可否を検討中であつたが、パイロット第1エリアにおける活動が終了した6月に、プロジェクト期間内におけるパイロット第3エリアの活動の成果達成が困難であると判断した。SEDAPALはこれに同意したが、パイロット第3エリアはPDMで述べた「パイロットエリア以外の1地区の無収水削減調査計画書作成」の対象エリアとし、JICA専門家の技術支援を受けつつセクター4の活動を実施することとした。

7月上旬にセクター4の活動開始に当たるプロジェクト説明をアテ・ビタルテ・サービスセンターに対して行い、その後、パイロット第1エリア、第2エリアの活動に従事したアクションチームのエンジニアのアドバイスを受けつつ、ベースライン設定の準備作業を実施した。9月10日開催の第3回JCCにてパイロット第3エリアのプロジェクトからの除外が承認された。しかしながらSEDAPALはセクター4の活動を自主実施として活動を継続し、9月30日のマネージメント会議において、ベースラインの設定を9月とすること、削減目標を20%とすることが決定された。

JICA 専門家は同セクターにおける活動の技術的支援を行い、セクター分離化の確認、夜間最小流量測定チャンバー設置位置の検討・建設、超音波流量計による夜間最小流量の測定、漏水探知、商務データベースの分析等の支援作業を行った。セクター4の無収水削減活動の内容は本業務完了報告書の2.2.12項に記載したとおりである。

2) SEDAPAL の年次事業計画(PO)及び年次業務実施計画

本プロジェクトのPDMの「プロジェクト目標」の達成指標1として、「無収水削減対策に係る各サービスセンターの年次業務実施計画書が SEDAPAL の年次業務実施計画に反映される。」がある。パイロットエリア管轄のサービスセンター以外のサービスセンターにおいても無収水削減の調査計画書を作成することが求められていた。

よって、SEDAPAL は 2015 年度年次事業計画の第2目標レベルの1項目として、7 サービスセンターにおいて無収水削減活動のパイロットプロジェクトを実施するセクタープロジェクトを設定し、セクタープロジェクトの業務実施計画書を 2015 年 3 月に作成した。JICA 専門家はそのための技術支援を行った。

活動は日常的な無収水削減活動の一環として扱い、従って、通常予算の範囲で行うものとしている。

(4) 国別研修の実施

1) 本邦研修

本プロジェクトでは、SEDAPAL の水道事業体としての経営面・技術面の強化に向けた動機付けを行うことを目的とし、SEDAPAL のマネージメントチームとアクションチームを対象に、本邦研修を実施した。

マネージメントチームのうち 5 名に対しては、ステージ1において、日本の水道事業体運営(無収水削減に向けた経営的な取り組み等)に係る研修を2013年1月に実施した。水道行政、無収水削減対策の講義や研修所における実地研修、水道事業体や水道機材メーカーにおける視察を行った。

アクションチームを主としたステージ 2 においては 2014 年 2 月に 6 名、さらにステージ 3 においては 2014 年 11 月に 4 名を対象に、無収水削減対策の技術面の強化に向けた動機付けを行うことを目的として本邦研修を実施した。カリキュラムについては、日本および東京都における水道事業の概要、無収水対策に係る工事事務材料及びメータの品質管理、工事現場の施工管理と施工確認、水の運用管理、水質管理、漏水防止対策などを中心に知識と経験を醸成する内容とした。現場作業等の視察等を含めた、東京都における無収水対策等についてより実践的な場面に触れる内容を設定した。

本邦研修からの帰国後には報告会が開催された。研修員受入れ実績を添付資料 5 に示す。

表 1.2.16 本邦研修期間と対象者

本邦研修	期 間	対象者	報告会
第 1 回	2013 年 1 月 20 日から 2 月 7 日 までの 19 日間	マネージメントチーム 5 名	2013 年 3 月 8 日
第 2 回	2014 年 1 月 20 日から 2 月 5 日 の 17 日間	マネージメントチーム 1 名 アクションチーム 5 名	2014 年 4 月 16 日
第 3 回	2014 年 11 月 4 日から 11 月 20 日の 14 日間	アクションチーム 2 名 アテ・ビタルテ・サービスセ ンターのエンジニア 2 名	2014 年 12 月 17 日、18 日

2) 第3国研修

今後 SEDAPAL の無収水対策活動の中核を担うメンバーとして、3名のエンジニアがブラジルのサンパウロ州基礎衛生公社(SABESP)主催の「配水の無収水削減管理システム」の研修コースに2014年10月2日から31日の間参加した。SABESPにおいて無収水対策に関わる実務的な研修を行い、無収水の改善に向けた動機付けと技術の習得を行った。また、SABESPの取り組みを観察し、中南米の他国からの参加者も交えて意見交換を行うことにより、近隣諸国の事情の知見を得ることができた。2014年12月17、18日に開催されたワークショップにて、ブラジル研修の報告が行われた。

研修員受入れ実績を添付資料5に示す。

(5) 供与機材及び携行機材

1) 供与機材

プロジェクトの活動に使用するために SEDAPAL に供与された機材の内訳は下表に示すとおりである。全ての機材は漏水管理削減チームが維持管理を行っている。添付資料6に機材の引渡書を示す。

表 1.2.17 供与機材リスト

1) 流量計測機材

No.	機材名	数量	引渡日
1	携帯型超音波流量計	2台	2013年1月22日
2	水圧データログ 2ch	2台	2013年1月21日
3	電磁流量計	2台	2013年1月22日
4	IO データログ(高感度記録計付)	2台	2013年1月21日

2) 漏水探知機材

No.	機材名	数量	引渡日
1	多点式ログタイプ相関器	2台	2013年1月21日
2	音聴式漏水探知器	1台	2013年1月21日
3	非金属管探知器	1台	2013年1月22日
4	電子音聴棒	2本	2013年1月22日
5	音聴棒	2本	2013年1月22日
6	距離計	1台	2013年1月22日
6	ハンマードリル	1式	2012年10月16日
7	6角ドリルビット	5組	2012年10月16日
8	ボーリングバー	1本	2013年1月22日
9	発電機(ハンマードリル用)	1台	2012年10月16日
10	相関器用水中センサー	1式	2014年10月20日

3) 給水装置研修用機材

No.	機材名	数量	引渡日
1	給水装置研修用機材	1式	2014年3月26日
2	残留塩素計	2台	2014年3月26日

4) 供与車両(JICA ペルー事務所を通じた供与)

No.	機材名	数量	引渡日
1	漏水探知作業用移動ラボ	1 台	2013 年 2 月 27 日

2) 携行機材

JICA 専門家の研修作業に使用するために下記の機材を調達した。プロジェクト終了時に SEDAPAL 側に引き渡された。添付資料 6 に機材の引渡書を示す。

表 1.2.18 携行機材リスト

No.	機材名	数量	引渡し日
1	コピー複合機	1 台	2015 年 5 月 22 日
2	ワークステーション	1 台	2015 年 5 月 22 日
3	デスクトップコンピュータ	1 台	2015 年 5 月 22 日
4	ラップトップコンピュータ	1 台	2015 年 5 月 22 日

(6) 合同調整委員会

プロジェクト実施中に下表に示す 5 回の合同調整委員会が開催された。合同調整委員会(JCC)では、各ステージ初頭に作成されるワークプラン(W/P)の合意、業務実施中の進捗報告と問題点に関する協議、その後の活動計画の協議が主な議題となった。総局長以下 SEDAPAL の全体部署及び、ペルー国関係機関(住宅建設衛生省 MVCS、国際協力庁 APCI)、JICA 関係者(本部調査団、ペルー事務所、専門家)においてプロジェクトの情報を共有し、共通認識が醸成された。添付資料 7 に各 JCC の議事録を示す。

表 1.2.19 合同調整委員会(JCC)の内容

開催回	開催時期	テーマ・内容
第 1 回	W/P1 提出後 (2012 年 8 月 16 日)	<ul style="list-style-type: none"> ・合同調整委員会の発足宣言 ・ワークプラン1の承認 ・パイロットエリアの確認 ・マネジメントチーム、アクションチームの編成承認 ・PDM の説明 Ver.0
第 2 回	中間評価調査時 W/P2 提出後 (2013 年 9 月 18 日)	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト進捗の確認 ・プロジェクト中間評価結果の共有 ・パイロットプロジェクト1の遅れによる作業計画の見直し ・パイロットエリア実施数の検討に関する提案 ・ワークプラン2の承認 ・PDM の変更承認(成果指標の数値具体化)Ver.1
第 3 回	W/P3 提出後 (2014 年 9 月 10 日)	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト進捗の確認 ・パイロット第 1 エリアの費用対便益の報告 ・ワークプラン3の承認 ・PDM の変更承認(パイロットエリア数の変更)Ver.2 ・RD 変更の合意
第 4 回	終了時評価時 (2015 年 1 月 27 日)	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト進捗の確認 ・プロジェクト終了時評価結果の共有 ・PDM の変更承認(上位目標達成指標)Ver.3

開催回	開催時期	テーマ・内容
第 5 回	プロジェクト終了時 (2015 年 5 月 22 日)	・終了時評価における提言事項の対処結果 ・プロジェクト完了報告

会議の主な内容は下記のとおりである。

第 1 回JCC

総局長の開会の挨拶、JICA 専門家、カウンターパートの紹介の後、合同調整委員会設置の目的が説明され、合同調整委員会の設置につき関係者の同意を得た。またプロジェクトのワークプラン1及びマネージメントチームの編成について説明が行われ、これらが正式に承認された。

本委員会の開催によって、SEDAPAL 全体の部署及び政府関係機関において、プロジェクト実施の共通認識が確認された。

第 2 回JCC

本委員会において、プロジェクトの進捗説明及び8月末から実施されていた中間評価調査の報告内容の説明があり、中間評価の結果と提言事項についてプロジェクト関係者は共通の認識を持つことができた。ワークプラン 2 は中間評価の結果を反映して作成され、本委員会において承認された。

パイロット第 1 エリアでの活動にワークプラン1にて設定した予定よりも長期間を要していたため、SEDAPAL からは当初計画されていた全 3 ヶ所でのパイロット活動実施の懸念が表明された。協議の結果、パイロット第1エリアでの活動の結果を踏まえ、パイロットエリアの数について再度検討することとした。

第 3 回JCC

委員会においてワークプラン 3 が承認され、パイロット第 3 エリアの実施は行わないこと、但し、SEDAPAL がアテ・ビタルテ事務所がのセクター4 の無収水削減活動等を自主的に行うことが承認された。この変更を 2012 年に承認された RD に反映させるため、RD 変更のミニッツを結ぶこととした。

また、プロジェクト以外のセンターへの技術の普及につき年次事業計画書を作成することとした。各センターではアクションチームを編成して無収水削減活動を行い、OM、商務、漏水探知チーム等関係チームは協働で作業する。また、無収水削減の作業を他のセクターに導入するために現場で応用可能なガイドライン(技術仕様書)を作成することとした。

第 4 回 JCC

JICA 終了時評価調査団により、評価結果の説明がなされた。調査団からは、今後プロジェクトは順調に進行し、2018 年度の上位設定目標に達成するであろうことが述べられた。

年次事業計画第 2 レベル目標担当の漏水管理削減チーム長からは、2015 年の年次事業計画に基づくパイロットプロジェクトのオリエンテーションを開始しており、2015 年 3 月までの四半期でプロジェクトの計

画作成、承認を得る予定で、4月より実質的活動を開始する旨の説明があった。

商務管理メータ検定チーム長からは事務局の顧客データベースについて、一元的にアクセス出来るように活動し、システムとして接続情報アクセスの整備を進める旨の説明があった。

住宅衛生建設省担当者からは、プロジェクトの成果が得られたため、他水道企業体(EPS)に普及させるべく、研修を検討するとの発言があった。

SEDAPAL の総局長からは、無収水削減プロジェクトは SEDAPAL にとって重要であり、効果を最大限に普及しなければならない。リマ首都圏北部上下水道最適化事業ではセクター化、リハビリを進めており、これらとの相乗効果により2018年の無収水率目標の達成を図るとの見解が示された。またセクター化された約140セクターにプロジェクトの便益を拡大するための実施計画づくりをすることにつき SEDAPAL としてコミットする旨を明言した。

第5回 JCC

冒頭の挨拶において、JICA ペルー事務所所長からは、料金収入の増益とともに、新規水源開発、上水生産の計画を考慮した企業経営の財務改善に無収水削減の効果を反映させること、また、他の地方都市の水道公社に対する技術の普及を行う体制作りを行うことにつき、SEDAPAL 側に要望があった。

マネージメントチームのチョン氏からは2015年1月の終了時評価における提言事項のその後の対処結果につき以下の説明が行われた。

(1) PDM 指標に対するの対応状況

- ・「指標 1-2: 無収水削減が SEDAPAL の経営に及ぼす効果に関する報告書の作成」については財務分析チームが作成し、5月21日のワークショップでハイメ・レイ氏により発表された。
- ・「指標 1-3: 年次業務実施計画を周知するためのワークショップの開催」については、5月21日のワークショップにおいてマネージメントチーム長により説明された。
- ・「指標 3-2: 給水装置標準仕様書を作成する」については仕様書の作成が行われたが、現在ISO登録手続き中であることが、5月21日のワークショップで発表された。

(2) マネージメントチームに替わる無収水削減管理委員会の機能強化

- ・現在のマネージメントチームの機能を無収水削減管理委員会に移転することとした。

(3) 各サービスセンターの無収水対策事業への支援

- ・本プロジェクトの対象外4カ所のサービスセンターにおいては活動が4月より開始されている。

(4) 円借款プロジェクトとの連携

- ・本プロジェクトで作成したマニュアルやガイドラインの利用促進を図る。

次に、マネージメントチーム長のビジャガルシア氏からは、プロジェクトの総括として、プロジェクトの経緯、目的、関係機関の構成、活動内容、プロジェクトの成果、プロジェクト評価結果、さらに、2018年度に至るまでの無収水削減活動の財務分析、年次業務実施計画の目標、実施体制について報告が行われた。

参加者である、SEDAPAL、JICA 事務所、住宅建設衛生省、国家衛生事業監督庁、国際協力庁討議から下記意見や回答が出された。

- ・プロジェクトの成果をリマ首都圏北部上下水道最適化事業に反映すること。
- ・7センターのセクタープロジェクトは2016年4月までに結果を出し、その間3箇月毎に評価、公開を行う。
- ・SEDAPALとして求めるべき適正なANF削減目標値については、本プロジェクト実施のパイロットエリア数では不十分であり、今明言できる段階には無い。今後の活動を通じて目標値を明らかにして行く必要がある。
- ・メータ設置率の向上の無収水率削減に対する寄与度は大きいですが、設置反対の顧客に対する対応が課題である。顧客に対して水の重要性を説明し理解を求めることを進めている。
- ・盗水、メータの違法改造に対する罰則に対する規定が曖昧であり、規定の整備が必要とされる。
- ・ANFに対する関心がさらに強まった。他の水道公社への普及を図る意味でも、ここに集まった関連機関においてワークショップを行う機会を設けることを提案する。

最後に総局長の閉会の挨拶において、本プロジェクトで明らかになった無収水削減の活動を今後も持続していかなければならないことが強調された。また、活動により無収水率どこまで下げることができるかが今後の課題であるとされた。

第2章 プロジェクト活動の内容

第2章 プロジェクト活動の内容

2.1 無収水削減のマネージメント能力強化に係る活動(活動1)

本活動はマネージメントチームに対して実施された。SEDAPAL の無収水削減活動の課題をレビューし、本プロジェクトで取り組むべき項目を整理した。マネージメントチームはアクションチームのパイロットプロジェクト活動につき管理し、活動から得られた結果について費用対便益の分析を行った。さらに、その成果に基づいて、SEDAPAL 全体での将来における「無収水削減の経営への効果分析」を行った。また、SEDAPAL の企業目標に基づいた各サービスセンターの「無収水削減対策の年次業務実施計画書」を作成し、SEDAPAL 上層部の承認を得て実際に実施されるように努めた。

2.1.1 無収水削減マネージメントチームの組織化（活動1-1）

マネージメントチームは2012年8月16日開催の第1回合同調整委員会にて選任された。

表 2.1.1 マネージメントチームのメンバー

所 属	名 前
商務局長	Alfredo YañezPajuelo(2013年9月まで)
中部支局長、無収水削減管理委員会委員長	Alberto Villagarcia Ortiz(2013年10月から)
調査規格化計画チーム長	Ricardo Cisneros Vargas(2013年6月まで)
漏水管理削減チーム長	Liliana Gamarra León
一次配水チーム長	Danilo Vergara Serrano
ブレーキ運転維持管理チーム長	Polo Agüero Sánchez
商務管理メータ検定記録チーム長	David Chong Silva

2.1.2 現状の無収水削減対策の課題のレビュー（活動1-2）

SEDAPAL の各部署で実施している無収水削減対策の現状を把握するために、SEDAPAL 本部及び各支局への聞き取り調査、漏水補修工事のサイトや候補とされたパイロットエリアなどにおける現況調査を行った。運営的課題や技術的課題として下記等が挙げられた。

- ・ 無収水削減作業に係る統括部署が無い。SEDAPAL 内の異なる部署で個々の活動を行っているが、統一性が無く、無収水削減の連携意識が不足している。
- ・ 配水管網図は配水管データ、給水装置データの統合化がされていない。
- ・ 顧客台帳(データベース)として特別顧客、一般顧客データが別管理されており統合的に扱えない。
- ・ 配水量分析、無収水の原因特定の分析が行われていない。
- ・ 維持管理用水等の認定非請求水量の把握がされていない。
- ・ セクターの無収水率計算が毎月行われているが、その過程の精度確認が行われていない。
- ・ 給配水管の漏水探知作業は行われているが、エリアの漏水存在量を把握するために有効な夜間最少流量の測定は行われていない。また、SCADA の流量、圧力データの分析も行われていない。

- ・ 担当チームが異なるために漏水探知後の修理作業が迅速に行われていなく、漏水原因の統計処理、分析がされていない。
- ・ 異なるチーム所有の漏水調査用機材の情報が共有されておらず、機材運用方法の統一性、作業上の連携がなく、有効活用されていない。
- ・ 給水装置の漏水補修、設置の業者委託作業に対して適切な品質管理が出来ていない。
- ・ 非検針水量の請求水量の推定については、SUNASSの規定に従っているが過少である。
- ・ 水道メータの不良や劣化による誤差、メータの不正改造、メータの盗難がある。
- ・ SEDAPAL 指定のメータの耐用年数は3年と短期間であり耐久性が劣る。
- ・ 違法接続による盗水があるが、摘発が困難である。

2.1.3 無収水削減マネージメントチームに対する研修（活動 1-3）

上記で明らかにした課題や問題点を C/P とともに分析し、その結果想定される無収水の対処方法につき整理し、研修を行うこととした。無収水削減の作業計画書を作成し、また、アクションチームのパイロットプロジェクト活動の結果より配水量分析を行った。

(1) 無収水削減の対処方法

対処方法について下記表のとおり整理した。

表 2.1.2 無収水削減の対処方法

無収水対策の種類と対象			無収水対策作業の内容	是正策
実損失対策 (物理損失)	漏水(配水管、給水装置)	セクター化確認	水理的分離の確認、サブセクター化	非分離化箇所の分離化
		夜間最少流量測定	漏水存在量、漏水分布の把握	
		漏水探知	各種探知機の使用	漏水修理
見掛け損失水対策 (営業損失)	盗水	盗水発見	目視調査、実測調査、音源探知、(検針量分析)	通知、違法接続撤去、メータ設置、罰則適用
	メータ	既設メータ調査	不良メータ抽出、	メータ取替、取付位置修正
		未設置メータ	メータ設置	メータ設置
	計量誤差	性能低下確認	メータ検定、使用期限超過、検針水量(請求量)分析	メータ取替
		水道メータ検針	検針方法のレビュー 読取困難なメータ	検針員の指導強化 取替、取付け位置改善
	データ処理誤差		処理手順の見直し、プログラムミスの是正、データ集計時期の統一	処理方法改善
基礎的対策	データ管理	マッピング情報管理	入力情報・管理システムのレビュー	配管・給水装置複合図作成
		無収水データ管理	無収水率計算、配水量分析、請求量分析、認定非検針水量分析	分析報告書の作成
		水道台帳管理	記載内容の整合性確認	台帳の整理
	管路取替計画	管路老朽度の分析	経年度・管種データ分析、管網解析、管路敷設基準、管材診断	老朽管、アスベストセメント管の取替
		給水管の適正化	経年度・管種データ分析、配管状況の認	管路延長短縮化、管材取替
	事業財務計画	経営への効果分析	無収水対策費用対効果算出	予算書の作成
	水運用管理	水量・水圧管理	SCADA 利用適正水圧・水量管理	運用管理報告、分析書作成
	実施体制の整備	無収水統括管理組織	編成の検討	組織の編成
		無収水調査体制	編成の検討、機材の整備	組織の編成、委託業務発注体制の整備
		漏水修理体制	編成の検討	
技術基準の整備	材料の規格化	使用材料の品質管理、選定基準	標準化	

	施工管理基準	品質管理基準、最適修理工法
契約	契約書の整備	委託業務仕様書(給水装置工事)
法制度整備	制度の整備	盗水・故意の誤検針罰則
教育研修	住民啓発活動	広報、公聴、教育等による住民意識向上

(2) 配水量分析

1) 配水量の構成の定義

配水量の構成の定義は国際水協会(IWA)が世界標準となっており、SEDAPALも基本的にこれに従っている。この水収支分析表の各項目の原因分析を行うことにより、無収水削減対策上の重点項目が明らかになる。SEDAPALで使用されている配水量の構成項目の確認を行った。この配水量の内訳では、認定非請求水量は実測に依っておらず、また、損失の内訳(物理損失、営業損失)が分析されていない。

表 2.1.3 IWA の水収支分析表

配水量	認定水量	請求水量	請求検針水量	料金水量	有収水量
			請求非検針水量	メーター無し(定額料金)水量	
		非請求水量	非請求検針水量	公共施設、維持管理用、消防用等	無収水量
	非検針水量		特定使用者		
	損失水量	営業的損失	違法な消費	盗水	
			計量誤差	メータ誤差・不感、誤検針	
物理的損失		送水管・配水管の漏水	漏水		

表 2.1.4 SEDAPAL における配水量構成項目

配水量	有効水量	認定請求水量	検針水量		有収水量
			非検針水量	平均値使用 推定値使用	
			給水タンク車		
		認定非請求水量	消火用水		無収水量
			施設洗浄用水	上水道管、下水道管、配水タンク	
			試験用水	通水試験等	
	他管理用水		サージタンク		
	無効水量	営業損失	給水タンク車	断水、緊急用	
			盗水(契約無し)	消火栓違法使用	
				無契約使用(バイパス管、停止管)	
				未契約団地の水使用	
			盗水(契約有り)	バイパス管使用	
				水道メータ取り外し直結(常時、一次的)	
		計量誤差	水道メータ改造		
			水道メータ不具合(製品不良、劣化、故障、詰まり)		
		物理損失	請求水量処理誤差	水道メータ不感	
				検針誤差	
			請求水量処理誤差	非検針請求量誤差(平均値、推定値)	
			データ処理誤差	請求漏れ	
			一次配水管漏水	請求水量	
二次配水管漏水			可視、不可視		
給水栓漏水	可視、不可視				
配水池漏水	オーバーフロー				
不可避漏水					
給水タンク車損失	メータ無注水時漏水				

本プロジェクトにおいて無収水の特定を行った結果を基に配水量分析を行った結果を下表に示す。

表 2.1.5 プロジェクトの配水量分析結果

単位：%

配水量項目			エリア1(セクター18)		エリア2(セクター67)			
			着手時	終了時	着手時	終了時		
			2013年2月	2014年3月	2014年3月	2014年9月		
配水量	有収水量	認定 請求水量	検針水量	61.8	74.4	74.5	82.3	
			平均値使用					
			推定値使用					
	無収水量	認定非請求水量	物理損失	0.1	0.1	0.1	0.1	
			配水管、給水管漏水	27.7	14.9	20.5	12.7	
		配水量計測、伝送誤差		1.5	1.0	1.5	1.5	
			営業損失	盗水	3.7	3.6	0.8	0.8
		計量誤差		水道メータ誤差	1.1	1.3	0.8	0.8
				水道メータ不感	3.1	3.7	0.8	0.8
		請求水量処理誤差		1.0	1.0	1.0	1.0	
計			100.0	100.0	100.0	100.0		

1) 認定非請求水量

SEDAPAL 試算の認定非請求量(消火用水、施設洗浄用水、試験用水等)はブレーニャ事務所の 2012 年度資料によると配水量の 0.04%であるため、無収水量のほとんどは無効水量と考えられる。

2) 漏水量(配水管、給水管)

夜間最少流量、漏水直接測定法による実測に依った。

3) 配水量計測、伝送誤差

セクターへの配水量の計算においては検針サイクルに合わせた請求量と配水量の計算期間の一致が図られている。無収水率計算に使用されている数値と一次配水チームの配水量データの集計との照合を行った結果、両データはほぼ一致しており、誤差は 1.0%以内である。

4) 盗水

プロジェクトにおいて対処した盗水の値を参考値としたが、盗水量については調査が難しく、存在量は具体的に掴めていないため、全体量から他の項目の既知数値を引いたバランス量とした。

5)メータ計量誤差

メータ誤差は、メータ検定の実測データより求めた。メータ不感水量はセクター18 における直接漏水量測定における夜間の稼働メータ発生件数から類推した。

6) 請求水量処理誤差

現在の SEDAPAL の顧客データベースは料金請求を目的としたものであり、検針できない場合の請求

水量については必ずしも現実の使用水量に合ったものではない。パイロットエリアの場合、メータの設置率は両セクターともに 95%以上と高く、また、非検針値の適用数が少ないために、非検針水量の適用により生じる無収水率の誤差は 1%以下と低い。しかし、セクターの条件によっては実際の使用量との乖離が生じ、これが無収水率の計算に誤差として影響を与える場合もある。

2.1.4 パイロットプロジェクトの無収水削減対策の費用対便益の分析（活動 1-4）

パイロットエリアにおいてアクションチームが実施した無収水削減作業の完了報告書を基に、パイロットプロジェクトの無収水削減対策の費用対便益を分析した。そのために、パイロットエリアの無収水率、配水量、請求水量データの分析を行った。

2.1.4.1 パイロット第 1 エリア(セクター18)

(1) 給水状況

セクター18におけるプロジェクト開始時の 2013 年 2 月、完了時の 2014 年 3 月のセクター18の請求区分、給水状況区分別の給水栓数を顧客データベースからまとめた。

給水の契約登録数はプロジェクト開始時 1,791 栓、完了時 1,796 栓で、その中の請求対象数は其々、1,734(96.8%)、1,746(97.2%)である。請求対象のなかで正常給水は 99.2%、99.4%、メータによる検針率は 87.9%、98.6%と高い率を示している。給水用途区部では、完了時データでは、一般家庭、集合住宅が 78.6%、商業用が 20.4%、工業 0.8%、公共機関 0.2%となっている。

表 2.1.6 セクター18の請求区分の状況（栓数）

プロジェクト開始時給水栓数(2013年2月)

請求区分		一般顧客	特別顧客	計
T01	低所得者	7	0	7
T02	一般家庭	984	0	984
T03	商業	306	24	330
T04	工業	13	1	14
T05	公共機関	0	5	5
T06	集合一括検針	398	0	398
計		1,708	30	1,738

給水状況区分		一般顧客	特別顧客	計
ECO12	正常給水	1,696	28	1,724
ECO13	強制断水、封印	7	2	9
ECO14	休止再開	4	0	4
ECO21	一時休止	1	0	1
計		1,708	30	1,738

給水状況区分		一般顧客	特別顧客	計
Lectura	検針値	1,500	29	1,529
Promedio	平均値	208	0	208
Asignacion	推定値	1	0	1
計		1,709	29	1,738

プロジェクト完了時給水栓数(2014年3月)

請求区分		一般顧客	特別顧客	計
T01	低所得者	7	0	7
T02	一般家庭	960	0	960
T03	商業	331	25	356
T04	工業	14	0	14
T05	公共機関	1	4	5
T06	集合一括検針	403	1	404
計		1,716	30	1,746

給水状況区分		一般顧客	特別顧客	計
ECO12	正常給水	1,708	27	1,735
ECO13	強制断水、封印	6	3	9
ECO14	休止再開	1	0	1
ECO21	一時休止	1	0	1
計		1,716	30	1,746

給水状況区分		一般顧客	特別顧客	計
Lectura	検針値	1,694	29	1,723
Promedio	平均値	21	1	22
Asignacion	推定値	1	0	1
計		1,716	30	1,746

(2) 無収水率関連数値の推移

セクター18の2012年1月から2014年3月に至る配水量及び請求水量の推移を表2.1.7及び図2.1.1に示す。表2.1.7にはプロジェクト実施期間(2013年2月から2014年3月)に行われた無収削減活動の項目及びSCADAの圧力設定値を示した。

無収水率は2013年3月の33.8%から8月の42.9%迄は月に約2%の率で漸次上昇し、その後9月の31.8%にかけて急激に低下した。9月から11月までは31%内外で安定し、12月の29%から2014年3月の25.1%まで低下しつづけている。変動要因としては、この期間に行われた無収水削減活動としてのメータ交換、漏水修理、盗水の摘発及びSCADA設定圧力の変化が考えられる。

2013年4月から9月の間はSCADA圧力の設定値が変えられているが、それに伴い配水量、無収水量、無収水率が変化している。4月26日頃SCADA(流入地点)における調整圧力の設定値が変更され、調整圧力が高くなったため、それ以降の漏水量が増加した可能性がある。つまり、セクター内圧力の増加に伴い漏水量が増加した場合、漏水量の増加により配水量が増加し、それが無収水率の増加につながる。4月から8月までは圧力の増加に伴って、無収水率が増加しているが、9月に圧力を下げたことにより、無収水率も下がっている。

年間を通じて、夏期、冬期の緩やかな変化曲線にはならず、月毎の不規則な数値の変動が著しく、表2.1.7、図2.1.1では数値の推移の傾向が把握しづらい。季節変動や他の要因の影響を無くし全体の傾向を把握するために、2012年1月から2014年3月までの27箇月において過去12箇月のデータの単純移動平均値(Simple Moving Average:SMV)を計算して変動を平滑化し、近似曲線として図2.1.2から図2.1.8までの図を示した。

- ・ メータの設置率は88.9%から97.5%に漸次増加傾向(年間2.7%)である(図2.1.3)。
- ・ 請求水量は73,625m³から80,046m³に漸次増加し(年間2.8%)、メータ設置率と同傾向を示す(図2.1.4)。
- ・ 請求水量の内メータ読みによる量(検針量)は87.0%から93.8%に漸次増加傾向(年間2.1%)である(図2.1.6)。
- ・ 配水量は127,874m³から僅かな上下はあるが2013年4月の125,719m³に減少した。その時点でSCADAの調整圧力が高めに変更されたため同年9月に元の圧力に戻されるまで配水量は増加した。9月以降は減少率が増加し、2014年3月に120,001m³減少した(図2.1.7)。
- ・ プロジェクト実施前の無収水率は42.4%から2013年2月までの37.84%まで、月毎に緩やかな減少傾向(-0.18%)を示していた。プロジェクト開始後、2013年4月よりSCADA地点の圧力を上昇した運転が9月まで行われたため、漏水量の増加により配水量、無収水率が上昇し、8月がピークとなっているが、その後の無収水削減活動により配水量と無収水率が減少に転じ、減少率が増加し、一定傾向の勾配(-0.71%)で減少している。配水量とほぼ同じ推移の傾向を示す(図2.1.8)。

表 2.1.7 無収水率関連諸数値(セクター18)

年月	給水栓数	メータ設置率	配水量	請求水量				無収水量 (ANF)		無収水削減活動		SCADA圧力
				検針値	平均値	推定値	計	無収水量	無収水率	メータ交換数	漏水修理	
	nos	%	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	%	箇所	箇所	最大m
2012/1	1,736	94.00	129,033	75,353	3,058	486	78,897	50,136	38.86	12		
2012/2	1,734	94.23	117,160	74,643	3,699	473	78,815	38,345	32.73	22		
2012/3	1,735	94.41	125,576	77,183	4,382	366	81,931	43,645	34.76	7		
2012/4	1,729	95.14	132,570	80,578	3,585	384	84,547	48,023	36.22	5		
2012/5	1,734	96.19	116,178	75,092	3,289	564	78,945	37,233	32.05	8		
2012/6	1,731	96.01	120,705	69,730	5,670	576	75,976	44,729	37.06	13		
2012/7	1,738	95.17	126,483	72,293	5,867	780	78,940	47,543	37.59	23		
2012/8	1,734	95.67	124,523	71,801	2,904	318	75,023	49,500	39.75	40		
2012/9	1,736	93.26	122,335	66,335	5,595	348	72,278	50,057	40.92	16		
2012/10	1,736	93.26	129,252	67,117	7,205	270	74,592	54,660	42.29	102		
2012/11	1,740	86.09	128,235	65,828	8,405	126	74,359	53,876	42.01	183		
2012/12	1,732	94.23	139,036	77,428	2,722	246	80,396	58,640	42.18	3		
2013/1	1,740	97.41	113,361	76,703	1,244	228	78,175	35,186	31.04	15		12
2013/2	1,738	87.97	133,579	76,517	6,029	9	82,555	51,024	38.20	824		12
2013/3	1,745	97.94	121,049	78,380	1,812	0	80,192	40,857	33.75	15		12
2013/4	1,739	97.64	133,892	84,357	1,586	30	85,973	47,919	35.79	30	24	12
2013/5	1,745	97.19	131,395	78,559	3,171	22	81,752	49,643	37.78	17	48	14
2013/6	1,746	96.68	128,866	70,878	9,040	93	80,011	48,855	37.91	32	4	15
2013/7	1,751	96.46	131,692	65,096	13,568	45	78,709	52,983	40.23	11		16
2013/8	1,752	96.80	125,458	65,758	5,840	0	71,598	53,860	42.93	9		18
2013/9	1,751	97.14	119,813	72,636	6,156	2,897	81,689	38,124	31.82	19		12
2013/10	1,748	96.97	113,888	74,938	4,018	18	78,974	34,914	30.66	14		12
2013/11	1,754	97.09	108,155	70,660	3,062	0	73,722	34,433	31.84	4		12
2013/12	1,755	97.83	119,131	79,877	4,577	0	84,454	34,677	29.11	19	9	12
2014/1	1,750	98.40	108,208	77,241	1,461	0	78,702	29,506	27.27	4	33	12
2014/2	1,749	98.80	112,252	83,295	1,225	109	84,629	27,623	24.61	1		12
2014/3	1,746	98.68	107,267	78,515	1,807	18	80,340	26,927	25.10	15		12

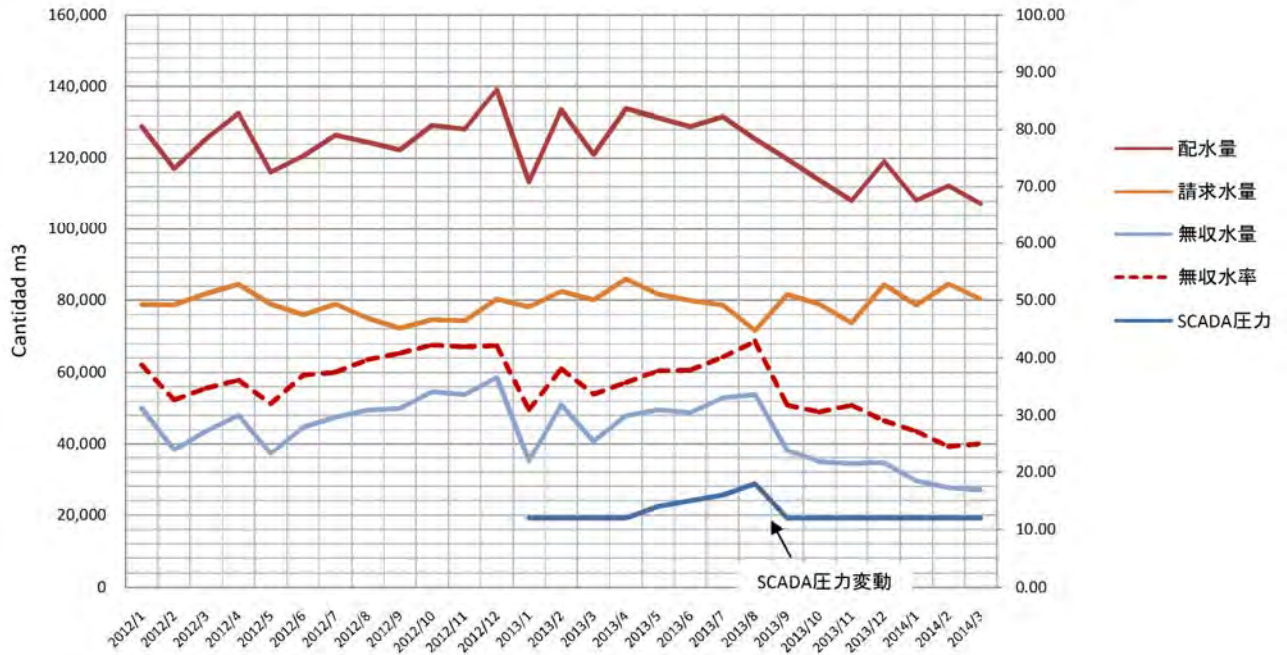


図 2.1.1 セクター18 無収水率関連数値

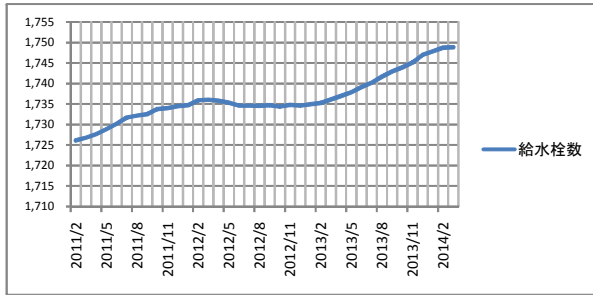


図 2.1.2 汲水栓数(移動平均)

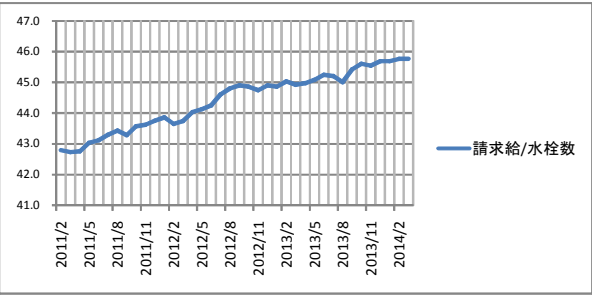


図 2.1.5 給水栓当り請求水量(移動平均)

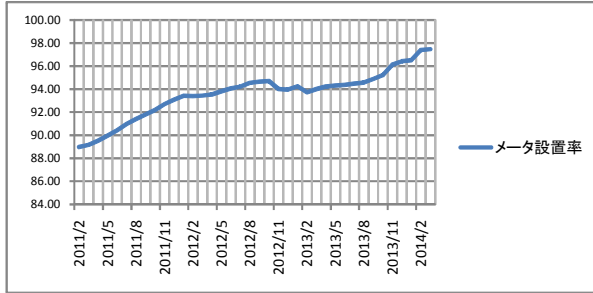


図 2.1.3 メータ設置率%(移動平均)

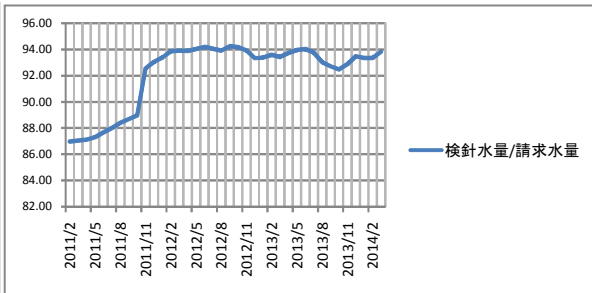


図 2.1.6 検針水量/請求水量%(移動平均)

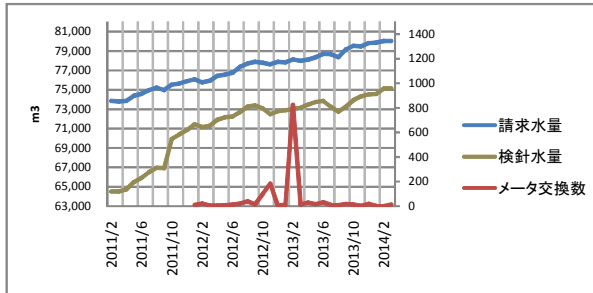


図 2.1.4 請求水量、検針水量(移動平均)、メータ交換数

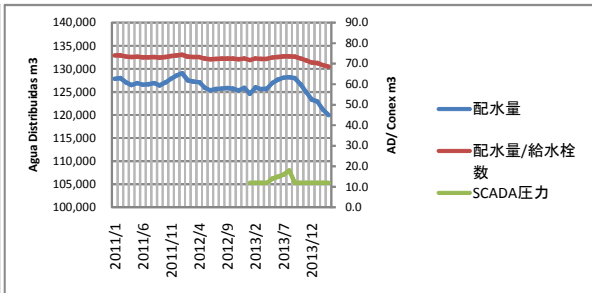


図 2.1.7 配水量(移動平均)

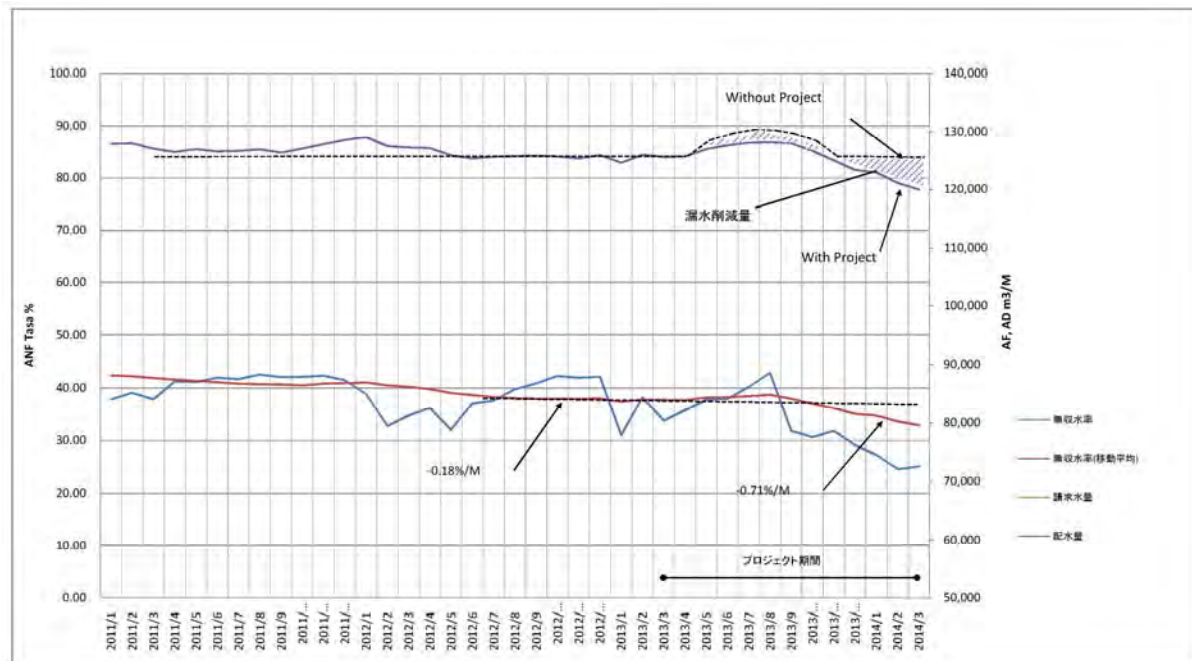


図 2.1.8 セクター18 ANF 推移

1) 請求水量

メータの設置率は97.5%であり、図2.1.6に示すように検針率が93.8%(2014年3月移動平均)で頭打ちになっている。メータの設置率の改善における検針水量のこれ以上の増加は見込めない。請求水量の増加のために考えられることとして、メータ交換によるメータの器差の改善がある。しかし、現在メータのほとんどはSEDAPALで規定する耐用年数以内に交換されているため、改善量としてそれほど大きなものは期待できない。

請求水量はメータの設置が無くても非検針値として過去実績の平均値や推定値で請求されており請求漏れは無いが、数値の適用方法がSUNASSの基準に依るため、実際の使用量より少なくなる。従って、メータの設置率が増えると請求水量の増加がある。しかし、実績では年間の給水栓増加数量は少なく、給水栓の設置状況は、ほぼ飽和状況となっている。

また、図2.1.5に示すように給水栓当りの請求水量が一定に増加傾向であり、また2013年2月以降にメータ設置率が増加傾向にあるのにもかかわらず、図2.1.6に示すように検針水量が2011年12月あたりより伸びが無く94%で頭打ちとなっている。

これから、メータ設置の検針率増による請求水量の伸びは2011年末までで、2012年以降の請求水量の増加は戸建て住宅からマンションへの建て替えによる給水栓当たり世帯数の増加による影響が強い。

2) 配水量

配水量はパイロットプロジェクト期間の13箇月間で26,312m³減少したが(表2.1.7)、これは漏水箇所の修理によるものと考えられる。2013年4月から9月の間は配水量が増加したが、これはSCADA二次側の調整圧力を上げたためにセクター内の漏水量が増えたことに起因する。

漏水探知作業の結果発見されたセクター内の76箇所の漏水修理が4月13日から6月3日にかけて行われた。その直後の6月の無収水率は5月と同値であり、3月から月当たり2%増加していた無収水率をこの修理により抑制できたものと思われる。しかしその後、無収水量が再び増えている。漏水探知作業で発見できなかった漏水があり、配水圧力変更に起因する漏水量の増加や漏水の復元があったことが想定される。9月に圧力を下げたことにより、それ以降、配水量も減少している。

(3) プロジェクトの費用対便益

パイロット第1エリア(プレーニャ地区、セクター18)の無収水対策活動の完了に際し、プロジェクトの費用対便益の試算を行った。

1) 費用対便益の計算条件

- パイロットプロジェクトを行った期間内での費用対便益を計算する。

- 計算期間はベースライン設定月から評価月(プロジェクト終了月)の間とする。
- プロジェクトの便益はプロジェクトを実施した場合(With Project)と実施しなかった場合(Without Project)の便益の差で表す。
- プロジェクトの効果は「純便益」及び「便益・費用比(B/C)」で表現する。
- 便益は請求水量の増加量と漏水削減水量を基礎資料とした。無収水量の削減による有収量増加による水道料金の収入増と、漏水削減による浄水、送・配水施設の運転・維持管理費(O&M 費)の低減が経営への効果として発現される。漏水削減水量が全て水道料金の収入増につながる場合は上水の生産量は変わらないため運転維持管理費の低減は生じない。
- 費用としては、パイロットエリアでの無収水の特定作業ならびに無収水削減作業の実施に要した費用(人件費、材料費、工事費等の全ての費用)とした。

表 2.1.8 無収水対策の費用と便益の費目

項目	費 目
便益 (B)	1) 有収水量増加利益(販売単価×有収水増加量) ・物理的損失水量の削減による使用量の増加 ・商務的損失水量の削減によるメータリング量の増加 2) 運転維持管理費削減利益(給水原価×漏水削減量) ・物理的損失水量の削減による浄水・送配水等の運転維持管理費の減少
費用 (C)	1) SEDAPAL 運営費 ・人件費、調査資機材費等 2) 外部委託費 ・チャンバー等調査準備工事費 ・漏水探知調査、漏水修理費 ・メータ検定、交換、設置費、盗水調査費等

便益を算出するための検討条件を下記のとおりとした。

- ・ プロジェクトを実施した場合の有収水 1(請求水量、請求金額)、配水(配水量)、無収水率は実績値。
- ・ 漏水削減対策の実施により、既に配水量は漏水削減量が控除されているが、元の全体配水量自体はプロジェクト無しの場合と同量であるため、配水原価はプロジェクト無しの場合と同値とする。運転維持管理費の低減は発生しないとした。
- ・ 配水の単位原価は 2012 年度の SEDAPAL 全配水域の平均請求単価 2.53 So/ m³を基に、損益計算書における収支比率と無収水率から計算し、1.41So/m³ とした。
- ・ 漏水削減量は、プロジェクト無しの場合の配水量(推定値)と、プロジェクトを実施した場合の実績値の差とする。プロジェクト無しの場合の無収水率(推定値)は、プロジェクト実施前の 2012 年 9 月から 2013 年 8 月までの 12 箇月移動平均の近似曲線より、月毎に 0.18%の減少があったものと推定し、これが継続するものと推定した。
- ・ 漏水削減量は同セクター内での需要量増あるいは同セクター以外での利用が可能として 100%計上する。販売単価はブレーニャ地区全体の平均販売価格とし、2.59So/m³ (Anuario Estadístico2012,

Cuadro1.4.9, 163,514,353 soles/63,095,882 m³)とした。

- プロジェクト無しの場合の請求水量は、プロジェクトにおけるメータ整備、給水栓の誤接続の是正等、商務的損失対策の効果量をプロジェクト有の場合から控除した。

2) 給水の原価

- セクター18の2013年1月から2014年2月までの24箇月間の請求水量と請求金額の推移を表2.1.9に示した。月毎の請求水量と請求金額は同様の変化を示している。一般的には比較的夏期に請求水量が多く、冬期に少ないという季節的傾向がみられる場合が多いが、セクター18ではその傾向が読み取れない。この表を基に1年間(2013年3月～2014年2月)の平均給水価格を算出した結果を表2.1.10に示す。
- SEDAPALは逓増制の料金体系であるため、一栓当たりの使用水量が多い特別顧客の単位当たり単価が一般顧客より高くなっている。全体平均はセクター18が2.8 So/栓で、商工業の用途が多い。一般顧客、特別顧客別の月当たり箇所当りの使用水量は、一般顧客 39.6m³/栓、特別顧客 374.9m³/栓である。

表 2.1.9 請求金額の推移及び給水単価

Sector 18 一般顧客、特別顧客の合計															
項目	単位	Jan-13	Feb-13	Mar-13	Apr-13	May-13	Jun-13	Jul-13	Aug-13	Sep-13	Oct-13	Nov-13	Dec-13	Jan-14	Feb-14
個数	箇所	1,740	1,738	1,745	1,739	1,745	1,746	1,751	1,752	1,751	1,749	1,754	1,755	1,750	1,749
請求水量	m ³	78,177	82,557	80,192	85,974	81,753	80,011	78,710	71,599	81,691	78,975	73,724	84,455	78,704	84,630
請求額	So	208,899	224,797	217,788	244,579	232,002	226,643	222,425	197,946	231,758	219,766	202,655	238,872	218,286	238,092
単価	S/m ³	2.7	2.72	2.72	2.84	2.84	2.83	2.83	2.76	2.84	2.78	2.75	2.83	2.77	2.81

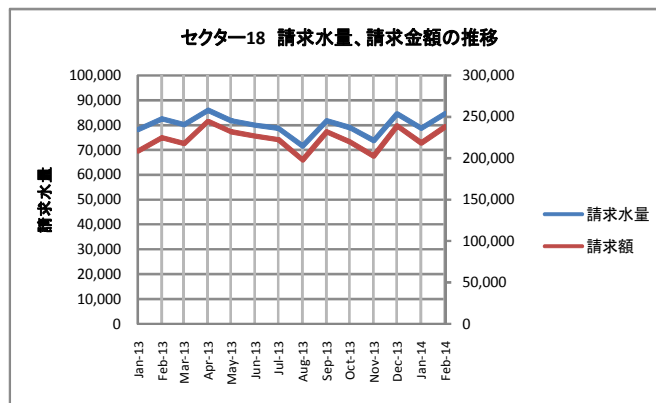


表 2.1.10 年平均給水単価

Sector18 1年合計					
項目	箇所数	請求水量	請求金額	単価	栓当り水量
	栓	m ³	So	So/m ³	m ³ /栓
一般顧客	20,599	815,315	2,086,089	2.56	39.6
特別顧客	387	145,103	604,723	4.17	374.9
計	20,986	960,418	2,690,812	2.80	45.8

3) 便益の計算

プロジェクトの便益の計算結果を表 2.1.11 に示す。プロジェクト無しの場合の配水量は推定の無収水率を基本として計算した。2013年2月から8月の配水量には漏水修理量を適用して算出した。プロジェクト有りの場合と無しの場合の便益の差がプロジェクトの便益となる。プロジェクトの便益は物理的損失の削減量(漏水修理による)と商務的損失の削減量(メータ交換等による)により生まれたものである。

物理的損失の削減による便益		266,697 So/ (102,972m ³)
商務的損失の削減による便益		41,111 So/ (14,687m ³)
プロジェクト便益	B	307,808 So/ (117,659m ³)

4) 無収水削減活動費用

プロジェクト期間内に実施された無収水削減活動の費用は、委託業務費の他に調査の準備費用、SEDAPAL 職員の経費を含め 161,000So/となる。結果は表 2.1.12 に示すとおりである。

・漏水の調査・修理、メータの検定・交換、違法接続の是正等

5) 純便益及び便益・費用比

プロジェクトの投資基準値の「純便益」、「便益・費用比」の計算結果を下記に示す。純便益は 146,808 So/、便益・費用比(B/C)は 1.91 である。漏水削減対策の活動の直後から便益が発生し、短期間で大きな効果が発生している。

With Project 便益		872,217 So/
Without Project 便益		564,409 So/
プロジェクト便益	B	307,808 So/
プロジェクト費用	C	161,000 So/
純便益	B-C	146,808 So/
便益・費用比	B/C	1.91

表 2.1.11 プロジェクトの便益計算

セクター18 無収水削減対策の効果

プロジェクト無しの場合の無収水率を基本として推定した場合

With Project (WP)

無収水 計算月	有収水1		配水		有収水2		利益	無収水率
	請求水量	請求金額	配水量	配水原価	漏水削減量	販売金額		
	m3	So	m3	So	m3	So	So	%
		①		②		③	④=①-②+③	
		2.80		1.41		2.59		
2013/2	82,555	224,796	133,579	188,346	0	0	36,450	38.20
2013/3	80,192	217,788	121,049	170,679	0	0	47,109	33.75
2013/4	85,973	244,579	133,892	188,788	0	0	55,791	35.79
2013/5	81,752	232,002	131,395	190,724	3,870	10,023	51,302	37.78
2013/6	80,011	226,644	128,866	190,796	6,450	16,706	52,554	37.91
2013/7	78,709	222,424	131,692	193,871	5,805	15,035	43,588	40.23
2013/8	71,598	197,947	125,458	184,171	5,160	13,364	27,140	42.93
2013/9	81,689	231,758	119,813	180,307	8,064	20,886	72,337	31.82
2013/10	78,974	219,766	113,888	173,385	9,080	23,518	69,899	30.66
2013/11	73,722	202,655	108,155	161,181	6,158	15,949	57,423	31.84
2013/12	84,454	238,872	119,131	184,508	11,726	30,369	84,733	29.11
2014/1	78,702	218,286	108,208	171,163	13,184	34,146	81,270	27.27
2014/2	84,629	238,092	112,252	183,716	18,043	46,731	101,107	24.61
2014/3	80,340	224,551	107,267	173,006	15,432	39,969	91,514	25.10
Total	1,123,300	3,140,160	1,694,645	2,534,640	102,972	266,697	872,217	

:実績数値

漏水削減量はプレーニャ地区内で販売可能とした。

有収水1 :メータ交換による有収量の増

有収水2 :漏水削減量の販売による増

Without Project (WoP)

無収水 計算月	有収水1		配水		有収水2		利益	無収水率
	請求水量	請求金額	配水量	配水原価	漏水削減量	販売金額		
	m3	So	m3	So	m3	So	So	%
				1.41				
2013/2	82,555	224,796	133,579	188,346			36,450	38.20
2013/3	79,261	215,259	121,049	170,679			44,580	34.52
2013/4	85,025	241,882	133,892	188,788			53,094	36.50
2013/5	80,770	229,215	135,265	190,724			38,492	40.29
2013/6	79,056	223,940	135,316	190,796			33,145	41.58
2013/7	77,737	219,677	137,497	193,871			25,806	43.46
2013/8	70,614	195,225	130,618	184,171			11,054	45.94
2013/9	80,639	228,780	127,877	180,307			48,473	36.94
2013/10	77,765	216,402	122,968	173,385			43,017	36.76
2013/11	72,497	199,288	114,313	161,181			38,107	36.58
2013/12	83,225	235,395	130,857	184,508			50,887	36.40
2014/1	77,424	214,741	121,392	171,163			43,578	36.22
2014/2	83,346	234,483	130,295	183,716			50,767	36.04
2014/3	78,699	219,965	122,699	173,006			46,959	35.86
Total	1,108,613	3,099,049	1,797,617	2,534,640			564,409	

配水量はWPIと同じ

配水量はWPIと同じ

配水量はWPIと同じ

漏水修理量考慮

漏水修理量考慮

漏水修理量考慮

漏水修理量考慮

プロジェクト効果 WP-WoP

無収水 計算月	有収水1		配水		有収水2		利益	無収水率
	請求水量	請求金額	配水量	配水原価	漏水削減量	販売金額		
	m3	So	m3	So	m3	So	So	
		①		②		③	④=①-②+③	%
2013/2	0	0	0	0	0	0	0	0.0
2013/3	931	2,529	0	0	0	0	2,529	-0.8
2013/4	948	2,697	0	0	0	0	2,697	-0.7
2013/5	982	2,787	-3,870	0	3,870	10,023	12,810	-2.5
2013/6	955	2,704	-6,450	0	6,450	16,706	19,409	-3.7
2013/7	972	2,747	-5,805	0	5,805	15,035	17,782	-3.2
2013/8	984	2,722	-5,160	0	5,160	13,364	16,086	-3.0
2013/9	1,050	2,978	-8,064	0	8,064	20,886	23,864	-5.1
2013/10	1,209	3,364	-9,080	0	9,080	23,518	26,882	-6.1
2013/11	1,225	3,367	-6,158	0	6,158	15,949	19,316	-4.7
2013/12	1,229	3,477	-11,726	0	11,726	30,369	33,846	-7.3
2014/1	1,278	3,545	-13,184	0	13,184	34,146	37,692	-9.0
2014/2	1,283	3,609	-18,043	0	18,043	46,731	50,340	-11.4
2014/3	1,641	4,586	-15,432	0	15,432	39,969	44,555	-10.8
Total	14,687	41,111	-102,972	0	102,972	266,697	307,808	

プロジェクト利益 B 307,808 So/
 無収水対策投入額 C 161,000 So/
 プロジェクト純利益 B-C 146,808 So/
 プロジェクト効果 B/C 1.91

有収水量の推移

年月	請求水量WP	請求水量WoP	配水量WP	配水量WoP
2013/2	82,555	82,555	133,579	133,579
2013/3	80,192	79,261	121,049	121,049
2013/4	85,973	85,025	133,892	133,892
2013/5	81,752	80,770	131,395	135,265
2013/6	80,011	79,056	128,866	135,316
2013/7	78,709	77,737	131,692	137,497
2013/8	71,598	70,614	125,458	130,618
2013/9	81,689	80,639	119,813	127,877
2013/10	78,974	77,765	113,888	122,968
2013/11	73,722	72,497	108,155	114,313
2013/12	84,454	83,225	119,131	130,857
2014/1	78,702	77,424	108,208	121,392
2014/2	84,629	83,346	112,252	130,295
2014/3	80,340	78,699	107,267	122,699

プロジェクト有りの場合、請求水量、配水量は実績値を使用。
 メータの交換の効果、給水栓誤接続の是正を反映した。
 2013年2月、3月、4月の配水量はWp, WoP同値とした。
 2013年5月、6月、7月、8月のWoPの配水量は漏水修理推定量を使用した。
 10月以降のWoP配水量は、無収水率低下量-0.18%を推定して求めた。
 漏水削減量分の販売はプレーニャ地区内で100%販売可能とした。
 販売単価は2012年度のプレーニャ地区の実績。
 配水原価は推定とした。

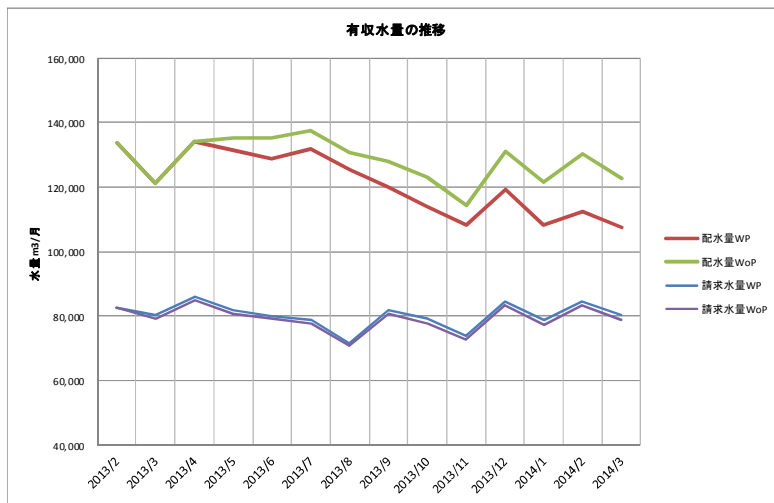


表 2.1.12 プロジェクトの費用

作業項目	実施時期	単価	数量	小計	IGV	計	計
				S/	S/	S/	円
1. 物理漏水対策作業							
セクター18分離化確認作業1回目	2012/8/23-9/27 (3回)						
音聴探知(漏水削減管理チーム)		600	3	1,800	324	2,124	74,340
メータボックス開閉(商務チーム)		500	3	1,500	270	1,770	61,950
インターコネクション撤去		847	1	847	152	999	34,981
セクター18分離化確認作業2回目	2013/9/20-9/27						
音聴探知(漏水削減管理チーム)		600	1	600	108	708	24,780
メータボックス開閉(商務チーム)		500	1	500	90	590	20,650
配管網、給水管修理		940	1	940	169	1,109	38,822
漏水探知作業1回目 76箇所	2013/4/1-4/5	600	5	3,000	540	3,540	123,900
漏水探知作業2回目 33箇所	2013/12/11-12/14	600	4	2,400	432	2,832	99,120
地下漏水発見箇所の修理1回目 76ヶ所	2013/4/13-6/3	6,876	1	6,876	1,238	8,114	283,979
地下漏水発見箇所の修理2回目 9ヶ所	2013/11/20-11/23	814	1	814	147	961	33,629
地下漏水発見箇所の修理3回目 33ヶ所	2013/12/16-14/1/7	2,986	1	2,986	537	3,523	123,307
チャンバーの試掘3箇所	2013/3/14,3/18,3/26	1,508	1	1,508	271	1,779	62,280
チャンバーの築造1箇所	2013/3/26-4/15	5,760	1	5,760	1,037	6,797	237,888
チャンバーのバルブ設置	2013/3/26-4/15	1,210	1	1,210	218	1,428	49,973
サブブロック化制水弁の設置 3箇所	2013/3/26-4/15	3,048	1	3,048	549	3,597	125,882
直接法追加調査のための制水弁設置 12箇所		12,192	1	12,192	2,195	14,387	503,530
夜間最少流量測定1回目	2013/4/18	600	1	600	108	708	24,780
夜間最少流量測定2回目	2013/7/12	600	1	600	108	708	24,780
夜間最少流量測定3回目	2013/10/30	600	1	600	108	708	24,780
夜間最少流量測定4回目	2013/11/15	600	1	600	108	708	24,780
夜間最少流量測定5回目	2014/1/13	600	1	600	108	708	24,780
夜間最少流量測定器製作	2013/3/11-4/18	4,500	1	4,500	810	5,310	185,850
直接法による漏水量測定 18-2-b ①、②、③	2013/12/20	600	3	1,800	324	2,124	74,340
直接法による漏水量測定 18-2-b ①、②	2014/1/17	600	1	600	108	708	24,780
直接法による漏水量測定 18-2-b ③、④、⑤	2014/1/31	600	1	600	108	708	24,780
直接法による漏水量測定 18-3 ⑥、⑦	2014/4/4	600	1	600	108	708	24,780
直接法による漏水量測定 18-1 ⑨、⑩	2014/4/11	600	2	1,200	216	1,416	49,560
小計				58,281	10,491	68,771	2,407,001
2. 商務漏水対策作業							
給水栓各戸調査1回目	2013/3/4-3/15	3.41	1,796	6,124	1,102	7,227	252,936
給水栓各戸調査2回目	2013/9/16-10/9	3.41	1,789	6,100	1,098	7,199	251,950
給水栓漏水修理1回目	2013/4	23.26	4	93	17	110	3,843
給水栓漏水修理2回目	2013/9	23.26	2	47	8	55	1,921
違法接続調査	2013/3	36.53	39	1,425	256	1,681	58,839
違法接続の是正	2013/4	1,500	2	3,000	540	3,540	123,900
メータ検定	2013/3/13-6/15	32.00	98	3,136	564	3,700	129,517
メータ交換(13年2月-14年2月)	2013/3/26-7/30	41	189	7,749	1,395	9,144	320,034
可搬式検定メータ製作	2013/2/22-3/1	600	1	600	108	708	24,780
公園消火栓バルブ設置 4箇所	2013/3	4,064	1	4,064	732	4,796	167,843
給水栓隣接セクター誤接続是正	2014/2/14	90.4	1	90	16	107	3,734
小計				32,428	5,837	38,266	1,339,296
計				90,709	16,328	107,037	3,746,297
SEDAPAL技術経費 小計の50%				45,355	8,164	53,519	1,873,149
計				136,064	24,492	160,556	5,619,446

2.1.4.2 パイロット第2エリア(セクター67)

(1) 給水状況

プロジェクト開始時の2014年3月、完了時の2014年10月のセクター67の請求区分、給水状況区別の給水栓数を顧客データベースからまとめた。給水の請求対象数はプロジェクト開始時4,106栓である。正常給水ECO12は98.9%、検針率も98.9%と高い率を示している。給水用途区部では、一般家庭、集合住宅が89.8%、商業用が9.3%、工業0.5%、公共機関0.3%となっている。本セクターでは一般家庭、集合住宅の比率が非常に高い。一般的に商務的無収水の大きな要因となりがちな特別顧客においては、全給水栓が正常給水であり、検針による請求も99%と高い。

表 2.1.13 セクター67の請求区分の状況(2014年3月、2014年10月)

プロジェクト開始時給水栓数(2014年3月)				プロジェクト完了時給水栓数(2014年10月)					
請求区分		一般顧客	特別顧客	計	請求区分		一般顧客	特別顧客	計
T01	低所得者	6	2	8	T01	低所得者	5	2	7
T02	一般家庭	3,189		3,189	T02	一般家庭	3,190		3,190
T03	商業	339	41	380	T03	商業	343	41	384
T04	工業	17		17	T04	工業	18		18
T05	公共機関		14	14	T05	公共機関		14	14
T06	集合一括検針	498		498	T06	集合一括検針	496		496
	計	4,049	57	4,106		計	4,052	57	4,109

給水状況区分				給水状況区分					
給水状況区分		一般顧客	特別顧客	計	給水状況区分		一般顧客	特別顧客	計
ECO12	正常給水	4,015	47	4,062	ECO12	正常給水	3,913	48	3,961
ECO13	強制断水、封印	40		40	ECO13	強制断水、封印	30		30
ECO14	休止再開	4		4	ECO14	休止再開	4		4
ECO20	給水栓撤去			0	ECO20	給水栓撤去	4		4
ECO21	一時休止			0	ECO21	一時休止	105		105
ECO25	過渡的断水			0	ECO25	過渡的断水	5		5
	計	4,059	47	4,106		計	4,061	48	4,109

給水状況区分				給水状況区分					
給水状況区分		一般顧客	特別顧客	計	給水状況区分		一般顧客	特別顧客	計
Lectura	検針値	4,010	51	4,061	Lectura	検針値	3,974	60	4,034
Promedio	平均値	36	5	41	Promedio	平均値	53	15	68
Asignacion	推定値	4		4	Asignacion	推定値	7		7
	計	4,050	56	4,106		計	4,034	75	4,109

※出典: 商務管理チーム月別請求量データより

(2) 無収水率関連数値の推移

セクター67の2012年1月から2014年10月に至る配水量及び請求水量の推移を表2.1.14及び図2.1.9に示す。表2.1.14には無収水削減活動の実施期間(2014年3月から2014年10月)に行われた漏水修理、メータ交換及びSCADAの圧力設定値を示した。また、給水栓数、メータ設置率、請求水量、検針量、給水栓当り請求水量、検針量率を図2.1.10から図2.1.13に示した。

無収水率は2012年1月から2014年1月迄は月毎に緩い上下変動を繰り返していたが、2014年3月のベースライン設定値の25.5%から4月の31.3%に急上昇し、その後10月の18.1%に4月からの6箇月間で13.2%低下した。配水量についても2014年1月以降同様の傾向を示し、1月から急増し、4月にピークとなり、その後急激に減少している。無収水率が急増したのは、配水量の増加によるものと考えられる。

請求水量は需要者の水使用量に季節変動があるため、冬期に少なく、夏期に多い傾向で上下している。検針水量、給水栓箇所当り請求水量も同様傾向を示す。一般家庭や集合住宅の全体に占める割合

が高いセクター67 では季節変動の傾向が比較的明らかに表れている。

2014年1月から4月にかけて、配水量が急増したのはSCADAの圧力調整(平均9m上昇)のためSCADAの直送エリアである1、2、6エリアの漏水量が増加したためと考えられる。その後、冬期に向かう需要者の水使用量の減少とともに、漏水修理を5月、6月にセクター全域にわたって行ったため配水量は急激に減少し、無収水率も同様に下がった。

7月の漏水存在量調査の結果、1、2、6エリアの漏水量が依然として多い為、再度漏水調査と修理を9月に実施した。SIACプロジェクトにより2012年1月に3,270箇所のメータ整備(交換または設置)が行われたため、メータの設置率は92%から3月の98%に急増し、その後高い同率を維持している。請求水量の内メータ読みによる量(検針量)も同様傾向を示し、97%以上の高率を維持している。

請求水量はメータの設置が無くても非検針値として過去実績の平均値や推定値で請求されており請求漏れは無い。数値の適用方法が SUNASS の基準に依るため実際の使用量より少なくなるが、セクター67ではメータの設置率、検針率ともに上述したように高率であるため非検針量の誤差は少ない。

給水栓数は 4,075 栓から 4,109 栓へと 33 箇月間に 34 栓(1.0 栓/月)の漸増である。メータ設置率、検針率がこのような高率を維持していること、また給水栓の契約増加率が僅かであることから、メータ設置率の改善における請求水量のこれ以上の増加は多くは望めないものと思われる。

表 2.1.14 無収水率関連諸数値の及び無収水削減活動の主な実績

Tiempo	給水栓数 nos	メータ設置率 %	配水量WP m ³	請求水量				無収水量 (ANF)		無収水削減活動		SCADA圧力 最大m
				検針値 m ³	平均値 m ³	推定値 m ³	計 m ³	無収水量 m ³	無収水率WP %	メータ交換数 箇所	漏水修理 箇所	
2012/1	4,075	92.00	215,172	148,104	8,287	366	156,757	58,415	27.1	3269		18.9
2012/2	4,080	89.66	206,021	143,682	12,618	498	156,798	49,223	23.9	29		19.0
2012/3	4,076	97.60	213,117	168,840	2,181	216	171,237	41,880	19.7	103		18.9
2012/4	4,079	98.23	219,229	171,527	1,703	186	173,416	45,813	20.9	16		18.8
2012/5	4,080	97.89	215,294	163,263	4,132	268	167,663	47,631	22.1	18		18.8
2012/6	4,083	98.04	199,458	150,788	2,071	234	153,093	46,365	23.2	15		18.7
2012/7	4,086	97.97	203,477	148,696	2,103	198	150,997	52,480	25.8	9		19.0
2012/8	4,086	98.19	205,136	153,513	2,041	185	155,739	49,397	24.1	29		18.8
2012/9	4,087	98.24	196,231	141,575	1,626	234	143,435	52,796	26.9	6		18.8
2012/10	4,087	98.24	205,486	146,310	1,770	208	148,288	57,198	27.8	6		18.7
2012/11	4,094	98.24	198,644	147,550	2,545	175	150,270	48,374	24.4	30		19.0
2012/12	4,091	98.63	203,847	146,664	3,812	167	150,643	53,204	26.1	9		18.9
2013/1	4,086	98.90	223,994	159,907	2,234	114	162,255	61,739	27.6	3		18.9
2013/2	4,091	99.17	214,525	160,426	2,727	85	163,238	51,287	23.9	10		18.8
2013/3	4,092	99.00	191,635	151,033	2,065	93	153,191	38,444	20.1	4		18.4
2013/4	4,094	99.07	207,682	159,200	1,758	146	161,104	46,578	22.4	4		18.9
2013/5	4,091	98.95	212,566	160,792	2,256	108	163,156	49,410	23.2	8		19.0
2013/6	4,092	99.10	197,695	148,991	1,895	111	150,997	46,698	23.6	2		18.8
2013/7	4,086	98.90	191,690	141,413	3,172	118	144,703	46,987	24.5	5		18.9
2013/8	4,089	98.78	191,069	139,107	4,037	114	143,258	47,811	25.0	7		18.8
2013/9	4,095	98.78	188,860	143,208	4,158	114	147,480	41,380	21.9	10		18.9
2013/10	4,097	98.83	198,042	142,879	2,745	114	145,738	52,304	26.4	9		18.8
2013/11	4,105	98.78	204,084	152,216	3,265	114	155,595	48,489	23.8	2		20.6
2013/12	4,093	99.00	212,234	152,340	2,256	96	154,692	57,542	27.1	4		18.8
2014/1	4,094	98.90	203,388	155,707	2,968	106	158,781	44,607	21.9	3		25.6
2014/2	4,101	98.83	212,327	161,935	2,927	111	164,973	47,354	22.3	2		25.9
2014/3	4,106	98.90	217,533	158,755	3,134	104	161,993	55,540	25.5	2		25.8
2014/4	4,107	98.98	225,277	151,053	3,672	108	154,833	70,444	31.3			25.8
2014/5	4,108	98.73	202,119	152,757	4,263	140	157,160	44,959	22.2	33	26	25.9
2014/6	4,110	98.13	195,743	152,038	5,834	117	157,989	37,754	19.3	4	20	26.0
2014/7	4,105	98.64	191,720	145,742	3,838	108	149,688	42,032	21.9	15		25.7
2014/8	4,107	97.88	181,849	136,429	8,406	108	144,943	36,906	20.3	44		25.9
2014/9	4,104	98.25	186,201	146,179	6,976	108	153,263	32,938	17.7	3	27	25.8
2014/10	4,109	98.17	177,658	137,213	8,112	162	145,487	32,171	18.1	10		25.8

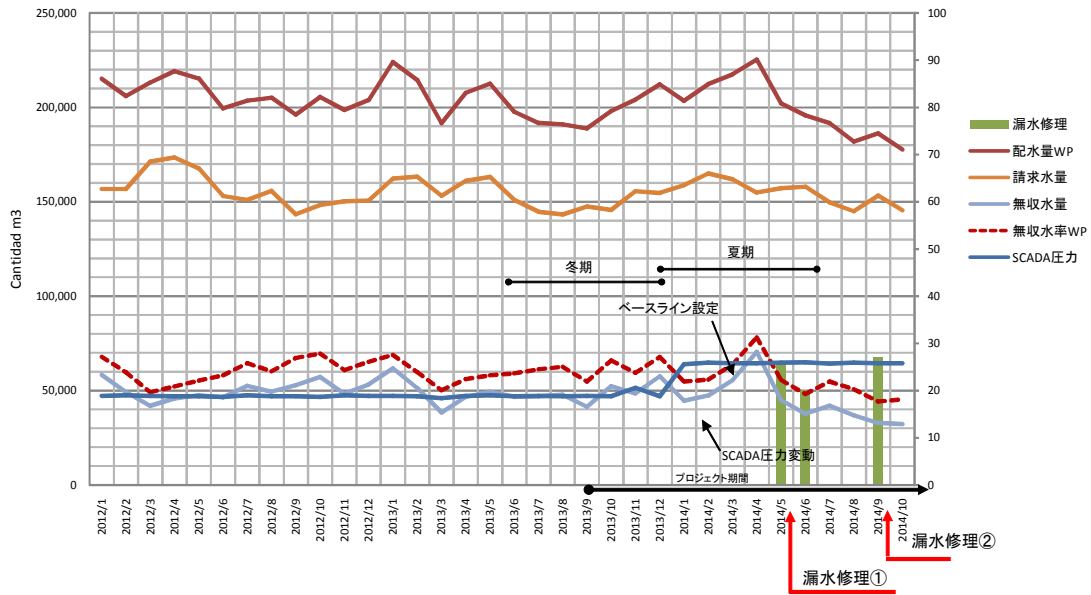


図 2.1.9 セクター67 無収水率関連数値の実績

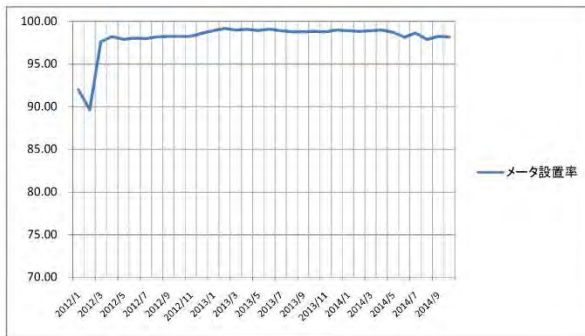


図 2.1.10 メータ設置率

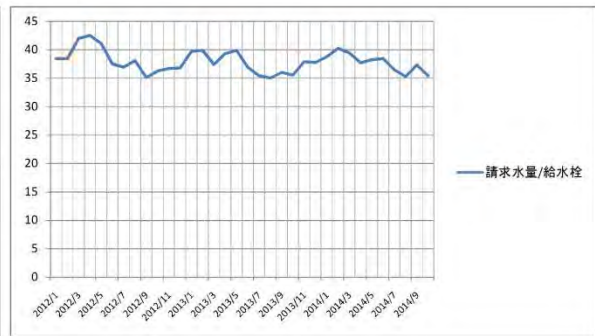


図 2.1.12 給水栓当たり請求水量



図 2.1.11 請求水量、検針水量(実績)、メータ交換数

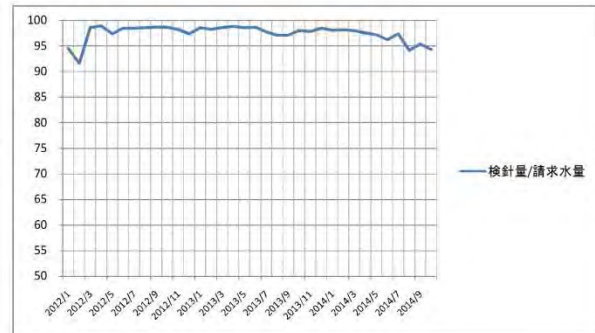


図 2.1.13 検針水量/請求水量%

(3) プロジェクトの無収水率削減効果

1) ベースライン値(3月)と評価値(10月)の比較

ベースライン決定時の2014年3月からプロジェクト評価月の2014年10月までの7箇月間のプロジェクト効果(差)を下表に示す。無収水関連諸数値の実績値を示した。

表 2.1.15 無収水関連諸数値の月実績

項目	単位	2014年3月	2014年10月	差	変化率%
給水栓	栓	4,106	4,109	3	0.07
メータ設置率	%	98.90	98.17	-0.73	-0.74
配水量	m ³	217,533	177,658	-39,875	-18.33
請求水量	m ³	161,993	145,487	-16,506	-10.19
請求金額	So/	267,432	267,635	203	0.08
無収水量	m ³	55,540	32,171	-23,369	-42.08
無収水率	%	25.53	18.11	-7.42	-29.08

2) 配水量の削減

配水量は7箇月間で39,875m³減少したが、これは先に述べたように漏水箇所の修理によるものと、季節変動による使用量の減少によるものと考えられる。2014年1月から4月の間は配水量が増加したが、これはSCADA二次側の調整圧力を上げたためにセクター内の漏水量が増えたことに起因する。

漏水探知作業の結果発見されたセクター内の74箇所の漏水箇所の内の46箇所において修理が5月から6月にかけて行われた。また8月の漏水探知の結果、9月に27箇所の修理が行われた。季節変動の冬期の住民の使用水量の減少による配水量の減少を過去の実績値から推定し、漏水削減による効果(漏水削減量)を算出した結果は下表に示すとおりである。

2012年、2013年の同期間の配水量差の平均値11,692m³を季節変動による使用量減少量(実績値)とし、2014年の4月の実績値から同量を引いて10月の季節変動による配水量の推定値213,586m³を求めた。プロジェクト期間中の漏水削減量は138,141m³と計算される。プロジェクト無しの場合の配水量合計の9.2%が漏水修理による削減効果量と考えられる。下表にプロジェクトの無収水削減効果を示す。

表 2.1.16 プロジェクト無しの場合の配水量の推定(m³)

月	配水量				漏水削減量	
	実績値			推定値	実績値	推定値
	2012年	2013年	4月値との差の平均	2014年 WoP ①	2014年 WP ②	2014年 WP ①-②
4月	219,229	207,682	0	225,277	225,277	0
5月	215,294	212,566	475	225,752	202,119	23,633
6月	199,458	197,695	-14,879	210,398	195,743	14,655
7月	203,477	191,690	-15,872	209,405	191,720	17,685
8月	205,136	191,069	-15,353	209,924	181,849	28,075
9月	196,231	188,860	-20,910	204,367	186,201	18,166
10月	205,486	198,042	-11,692	213,586	177,658	35,928
計	1,444,311	1,387,604		1,498,708	1,360,567	138,141

WP:プロジェクトを実施した場合。

WoP:プロジェクトを実施しなかった場合。

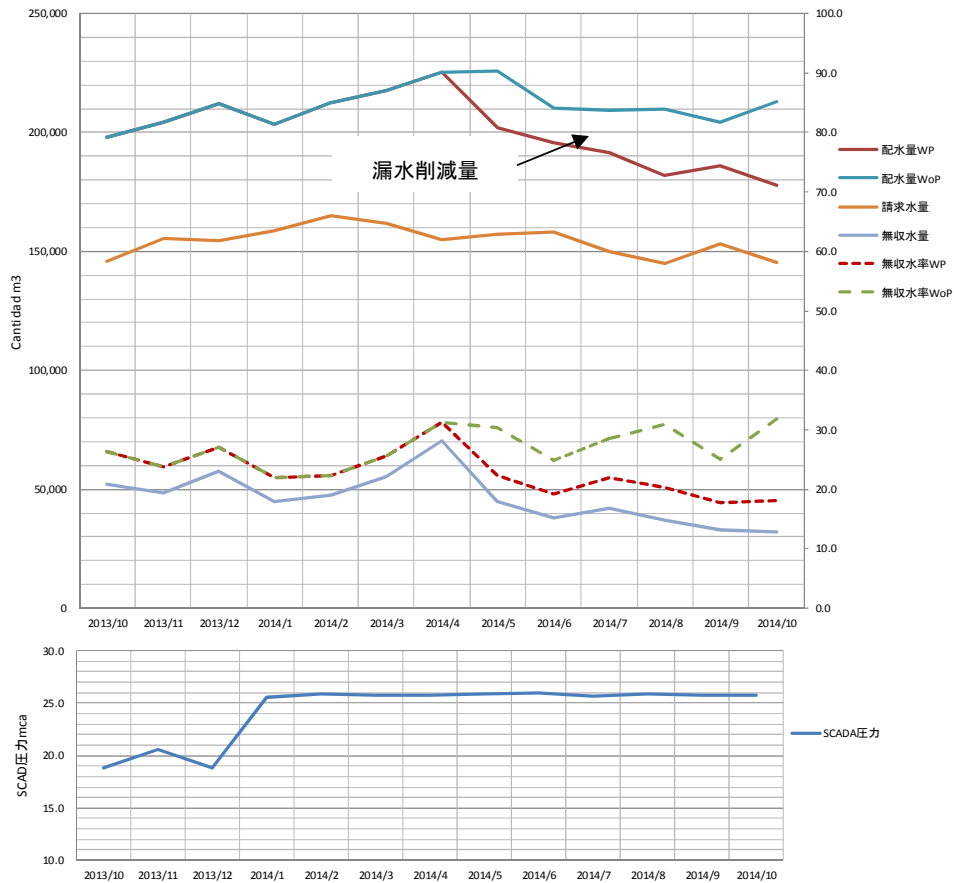


図 2.1.14 無収水率関連数値の実績と SCADA の圧力図

3) 請求水量

請求水量の増加のために考えられることとして、メータ交換によるメータ器差の改善がある。2014 年 3 月から 7 月にかけて交換されたメータ 42 箇(一般顧客 39 箇、特別顧客 3 箇)の交換前と交換後の請求水量の差から求めたプロジェクト期間内における箇所当りの改善量は 7.9m³/箇所/月である。2012 年 3 月の交換 103 箇所による効果では 2.2m³/箇所/月であった(交換前後 12 箇月間の比較)。メータ交換によるプロジェクト期間内の改善量は 3,136m³であるが、請求水量の合計に対する改善率は 0.3%と僅かである。メータ設置率の増加、メータの交換による一定の効果はあるが、大幅な変化は認められていない。

請求水量は 2014 年の 3 月からの 7 箇月間で 16,506m³減少した。下表に示すように 2012 年、2013 年の同期間の平均では季節変動の影響で 15,201m³減少しており、2014 年のプロジェクト評価期間内において請求水量が減少するのは不思議ではない。しかしながら、2014 年の減少量の方が多くなっており、このことからメータ交換による改善量がさして大きいものではなかったことが推定される。

表 2.1.17 請求水量の推移(m³)

月	過去の実績			プロジェクト期間	
	2012年	2013年	3月値との差の平均	2014年	3月値との差
3月	171,237	153,191	0	161,993	0
4月	173,416	161,104	5,046	154,833	-7,160
5月	167,663	163,156	3,196	157,160	-4,833
6月	153,093	150,997	-10,169	157,989	-4,004
7月	150,997	144,703	-14,364	149,688	-12,305
8月	155,739	143,258	-12,716	144,943	-17,050
9月	143,435	147,480	-16,757	153,263	-8,730
10月	148,288	145,738	-15,201	145,487	-16,506
計	1,263,868	1,209,627	-60,965	1,225,356	-70,588

4) 無収水量及び無収水率

前述したように、冬期に向かう季節変動の影響でプロジェクト期間内の配水量、請求水量は減少している。顧客による給水使用量の減少があれば、同量の配水量の減少があるはずであるが、配水量にはそれ以上の 2.5 倍近い減少量がある。その差が漏水箇所の修理を主とした無収水削減作業による無収水削減量であり、無収水量は 2014 年 3 月値(ベースライン設定時)の 55,540m³ から 10 月値(プロジェクトの評価時)の 32,171m³ に 42%削減し、無収水率は 3 月の 25.5%から月 10 月の 18.1%へ 7.4%減少した。

(3) プロジェクトの費用対便益

1) 条件

便益を算出するための検討条件を下記のとおりとした。

- ・ 配水の単位原価は 2013 年度の SEDAPAL 全配水域の平均請求単価 2.70 So/ m³を基に、損益計算書における収支比率と無収水率から計算し、1.59So/m³ とした。
- ・ 漏水削減量は、プロジェクト無しの場合の配水量推定値と、プロジェクトを実施した場合の配水量実績値の差とする。前述したように、プロジェクト無しの場合の 10 月の配水量推定値は、プロジェクトの無収水削減作業が開始される前の無収水率のピーク値である 2014 年 4 月の値から推定した。
- ・ 季節変動の冬期の住民の使用水量の減少による配水量の減少を過去の実績値から推定し、漏水削減による効果を算出した。
- ・ プロジェクト無しの場合の無収水率は、メータ交換の効果から推定した請求水量と上記漏水削減量から推定した配水量から計算した。
- ・ 漏水削減量は同セクター以外での利用が可能として 100%計上する。販売単価はスルキージョ地区全体の平均販売価格とし、2.75So/m³ (Anuario Estadístico2013, Cuadro1.4.14、249,458,599 soles/90,625,597 m³)とした。

2) 給水の単価

セクター67の2012年11月から2014年10月までの24箇月間の請求水量と請求金額の推移を下表に示した。月毎の請求水量と請求金額は同様の変化を示している。セクター67では比較的夏期に請求水量が多く、冬期に少ないという季節変動の傾向がみられる。この表を基に1年間(2013年11月～2014年10月)の平均水価を算出した結果を同表に示す。

SEDAPALは逡増制の料金体系であるため、一栓当たりの使用水量が多いと料金が高くなっている。全体平均は2.70 So/m³である。セクター67はリマタンボ地区の集合住宅エリアがあるように一般家庭の使用が多くを占めるため1.90 So/m³と比較的平均単価が低い。

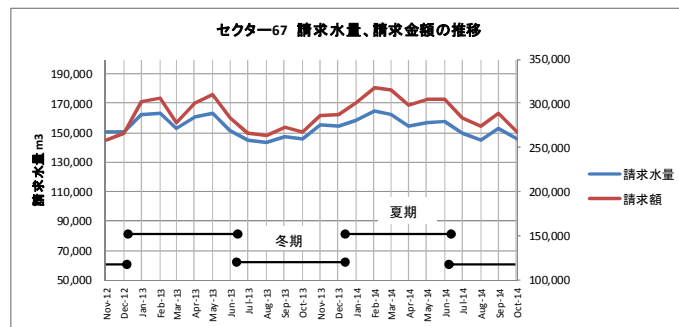
表 2.1.18 請求金額の推移及び給水単価

Sector 67

一般顧客、特別顧客の合計

項目	単位	Nov-12	Dec-12	Jan-13	Feb-13	Mar-13	Apr-13	May-13	Jun-13	Jul-13	Aug-13	Sep-13	Oct-13	平均
個数	箇所	4,094	4,091	4,086	4,091	4,092	4,094	4,091	4,092	4,086	4,089	4,095	4,097	4,092
請求水量	m ³	150,271	150,644	162,255	163,238	153,191	161,104	163,156	150,997	144,703	143,258	147,480	145,738	153,003
請求額	So	258,407	265,851	301,859	305,559	278,550	301,005	310,244	282,924	265,874	263,275	272,801	267,432	281,148
単価	S/m ³	1.86	1.87	1.86	1.87	1.82	1.87	1.90	1.87	1.84	1.84	1.85	1.84	1.84

項目	単位	Nov-13	Dec-13	Jan-14	Feb-14	Mar-14	Apr-14	May-14	Jun-14	Jul-14	Aug-14	Sep-14	Oct-14	平均
個数	箇所	4,105	4,093	4,094	4,101	4,106	4,107	4,108	4,110	4,105	4,107	4,104	4,109	4,104
請求水量	m ³	155,595	154,692	158,781	164,973	161,993	154,833	157,160	157,989	149,688	144,943	153,263	145,487	154,950
請求額	So	285,518	287,364	299,988	317,542	314,553	298,472	304,330	304,276	283,937	273,868	289,057	267,635	293,878
単価	S/m ³	1.84	1.86	1.89	1.92	1.94	1.93	1.94	1.93	1.90	1.89	1.89	1.84	1.90



3) 便益の計算

プロジェクトの便益の計算結果を表 2.1.19 に示し、プロジェクト無しの場合の配水量を推定した。プロジェクト有りの場合と無しの場合の便益の差がプロジェクトの便益となる。プロジェクトの便益は物理的損失の削減量(漏水修理による)と商務的損失の削減量(メータ交換等による)生まれたものである。

物理的損失の削減による便益		379,891 So/ (138,142 m ³)
商務的損失の削減による便益		5,902 So/ (3,136m ³)
プロジェクト便益	B	385,792 So/ (141,278m ³)

4) 無収水削減活動費用

プロジェクト期間内に実施された無収水削減活動の費用は、委託業務費の他に調査の準備費用、SEDAPAL 職員の経費を含め 228,000 So/となる。結果は表 2.1.20 の通りである。

5) 純便益及び便益・費用比

プロジェクトの投資基準値の「純便益」、「便益・費用比」の計算結果を下記に示す。純便益は 157,792 So/、便益・費用比(B/C)は 1.69 である。漏水削減対策の活動の直後から便益が発生し、短期間で大きな効果が発生している。

セクター67 は集合住宅が多い為、請求金額の平均値が 1.90So/m³ と SEDAPAL 全体の平均の 2.70So/m³ と比較して極端に低い。そのために、本セクター単位で収支を計算すると、給水原価を割って利益は出ていない。しかしながら、無収水削減活動を行ったことによって、損益の 97%の 385,792So が回収された。

With Project 便益		-12,806	So/
<u>Without Project 便益</u>		<u>-398,599</u>	<u>So/</u>
プロジェクト便益	B	385,792	So/
プロジェクト費用	C	228,000	So/
純便益	B-C	157,792	So/
便益・費用比	B/C	1.69	

表 2.1.19 プロジェクトの便益計算

セクター67 無収水削減対策の効果

プロジェクト無しの場合の無収水率を基本として推定した場合

With Project (WP)

無収水 計算月	有収水1		配水		有収水2		利益	無収水率
	請求水量	請求金額	配水量	配水原価	漏水削減量	販売金額		
	m3	So	m3	So	m3	So	So	%
		①		②		③	④=①-②+③	
		1.89		1.59		2.75		
2014/3	161,993	314,553	217,533	345,877	0	0	-31,324	25.53
2014/4	154,833	298,472	225,277	358,190	0	0	-59,718	31.27
2014/5	157,160	304,330	202,119	358,946	23,633	64,991	10,375	22.24
2014/6	157,989	304,276	195,743	334,533	14,655	40,301	10,044	19.29
2014/7	149,688	283,937	191,720	332,954	17,685	48,634	-383	21.92
2014/8	144,943	273,868	181,849	333,779	28,075	77,206	17,295	20.29
2014/9	153,263	289,057	186,201	324,944	18,166	49,957	14,070	17.69
2014/10	145,487	267,635	177,658	339,602	35,928	98,802	26,835	18.11
Total	1,225,356	2,336,128	1,578,100	2,728,825	138,142	379,891	-12,806	

:実績数値 漏水削減量はスルキージョ地区内で販売可能とした。

有収水1 :メータ交換による有収量の増

有収水2 :漏水削減量の販売による増

プロジェクト効果 WP-WoP

無収水 計算月	有収水1		配水		有収水2		利益
	請求水量	請求金額	配水量	配水原価	漏水削減量	販売金額	
	m3	So	m3	So	m3	So	So
		①		②		③	④=①-②+③
2014/3	0	0	0	0	0	0	0
2014/4	63	122	0	0	0	0	122
2014/5	95	184	-23,633	0	23,633	64,991	65,174
2014/6	356	685	-14,655	0	14,655	40,301	40,986
2014/7	387	734	-17,685	0	17,685	48,634	49,368
2014/8	506	955	-28,075	0	28,075	77,206	78,162
2014/9	853	1,609	-18,166	0	18,166	49,957	51,566
2014/10	877	1,613	-35,928	0	35,928	98,802	100,415
Total	3,136	5,902	-138,142	0	138,142	379,891	385,792

プロジェクト便益 B 385,792 So/

無収水対策費用 C 228,000 So/

プロジェクト純便益 B-C 157,792 So/

プロジェクト効果 B/C 1.69

Without Project (WoP)

無収水 計算月	有収水1		配水		有収水2		利益	無収水率
	請求水量	請求金額	配水量	配水原価	漏水削減量	販売金額		
	m3	So	m3	So	m3	So	So	%
				1.59				
2014/3	161,993	314,553	217,533	345,877			-31,324	25.53
2014/4	154,770	298,350	225,277	358,190			-59,840	31.30
2014/5	157,065	304,146	225,752	358,946			-54,799	30.43
2014/6	157,634	303,591	210,398	334,533			-30,941	25.08
2014/7	149,301	283,203	209,405	332,954			-49,751	28.70
2014/8	144,437	272,913	209,924	333,779			-60,866	31.20
2014/9	152,410	287,448	204,367	324,944			-37,496	25.42
2014/10	144,610	266,022	213,586	339,602			-73,580	32.29
Total	1,222,220	2,330,226	1,716,242	2,728,825			-398,599	

配水量はWPIと同じ

配水量はWPIと同じ

商務的漏水削減量

無取水 計算月	With Project 請求水量実績	Without Project 請求水量試算	メータ交換		
			一般顧客	計	
					m3
2014/3	161,993	161,993	8		0
2014/4	154,833	154,770	4	-63	-63
2014/5	157,160	157,065	33	-32	-95
2014/6	157,989	157,634	4	-261	-356
2014/7	149,688	149,301	15	-32	-387
2014/8	144,943	144,437	44	-119	-506
2014/9	153,263	152,410	3	-348	-853
2014/10	145,487	144,610	10	-24	-877
Total	1,225,356	1,222,220	121	-79	-3,136

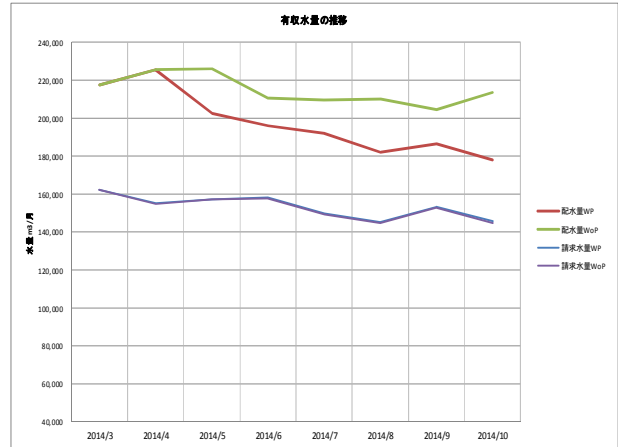


表 2.1.20 プロジェクトの費用

作業項目	実施時期	単価	数量	小計	IGV	計	計
				S/	S/	S/	円
1. 物理漏水対策作業							
分離化の確認							
相関式による方法	2013/11/19 al 2013/11/20	664	2	1,327	239	1,566	57,942
チャンバー築造							
Camara 67-1	2014/03/21 al 2014/03/28	1,697	3	5,091	916	6,008	222,294
Camara 67-2	2014/03/09 al 2014/03/16	1,697	3	5,091	916	6,008	222,294
Camara 67-4 y 5	2014/04/28 al 2014/05/07	2,057	3	6,172	1,111	7,283	269,468
Camara 67-6	2014/02/25 al 2014/03/04	1,697	3	5,091	916	6,008	222,294
漏水修理							
Primera reparación de fugas	2014/05/08 al 2014/06/09	2,740	3	8,220	1,480	9,700	358,894
Segunda reparación de fugas (9/8 al 9/19)	2014/09/08 al 2014/09/14	2,396	3	7,187	1,294	8,480	313,763
バルブの設置、撤去、確認							
バルブの撤去(8か所)	2014/4/9	493	8	3,947	710	4,658	172,332
バルブの撤去(1か所)	2014/5/14 al 2014/5/19	448	2	895	161	1,057	39,093
バルブの位置確認(1か所)							
バルブの更新(1か所)	2014/7/1	811	5	4,054	730	4,783	176,980
バルブの設置(2か所)							
バルブの撤去(2か所)							
バルブの更新(2か所)	2014/7/21 al 2014/8/7	456	9	4,104	739	4,842	179,167
バルブの設置(2か所)							
バルブの撤去(2か所)							
バルブの位置確認(1か所)							
バルブの蓋設置							
配管の更新							
バルブの更新(2か所)	2014/7/11 al 2014/7/31	345	6	2,072	373	2,446	90,485
バルブの蓋設置(3か所)							
バルブの撤去(1か所)	2014/10/6 al 2014/10/7	259	2	519	93	612	22,653
バルブの位置確認(1か所)							
漏水探知							
Primera Investigación de fugas - 74 fugas detectadas	2014/02/3 al 2014/02/14	1,327	11	14,598	2,628	17,226	637,363
Segunda Investigación de fugas - 27 fugas detectadas	2014/08/22 al 2014/08/29	664	7	4,645	836	5,481	202,797
小計				73,015	13,143	86,157	3,187,819
2. 商務漏水対策作業							
メータ口径の是正(メータ検定委託費)1	2014/10	107.62	5	538	97	635	23,493
メータ口径の是正(メータ検定委託費)2	2014/7~10	126.48	28	3,541	637	4,179	154,619
メータ口径の是正(メータ検定委託費)3	2014/10	251.48	14	3,521	634	4,154	153,715
メータ口径の是正(メータ交換費)1	2014/10	556.84	5	2,784	501	3,285	121,559
メータ口径の是正(メータ交換費)2	2014/7~10	2,463.00	1	2,463	443	2,906	107,534
メータ口径の是正(メータ交換費)3	2014/7~10	3,930.74	12	47,169	8,490	55,659	2,059,392
違法改造の是正(調査費)	2014/5/15	2.39	53	127	23	149	5,524
違法改造の是正(メータ交換費)	2014/5/15	143.87	17	2,446	440	2,886	106,779
5年以上使用メータの是正(メータ検定委託費)	2014/8~10	2,255.83	1	2,256	406	2,662	98,490
5年以上使用メータの是正(メータ交換費)1	2014/8~10	381.80	4	1,527	275	1,802	66,678
5年以上使用メータの是正(メータ交換費)2	2014/8~10	143.87	13	1,870	337	2,207	81,655
メータ検査費1	2014/3~9	30.08	13	391	70	461	17,075
メータ検査費2	2014/3~9	31.40	32	1,005	181	1,185	43,863
メータ検査費3	2014/3~9	32.46	3	97	18	115	4,251
メータ検査費1	2014/3~9	96.32	13	1,252	225	1,478	54,672
メータ検査費2	2014/3~9	112.47	32	3,599	648	4,247	157,134
メータ検査費3	2014/3~9	349.35	3	1,048	189	1,237	45,757
小計				75,634	13,614	89,248	3,302,190
計				148,649	26,757	175,406	6,490,009
SEDAPAL技術経費 小計の30%				44,595	8,027	52,622	1,947,003
計				193,244	34,784	228,027	8,437,012

2.1.5 無収水削減対策実施の経営への効果分析（活動 1-5）

SEDAPAL 全体での将来における無収水削減の経営への効果分析を行った。SEDAPAL は独立採算性で運営されているが、無収水量の削減による有収量増加による水道料金の収入増が経営への効果として発現される。また、無収水削減が上水生産費用の縮減あるいは将来の水源開発への投資時期を遅らせることが可能となる。

プロジェクトの上位目標である 1018 年度における無収水削減量の試算を行った。

(1) 無収水削減量の試算

1) 条件

- ・ 基準年を 2014 年とし、2014 年の上水生産量、請求水量、無収水量を基準量とし、プロジェクトの上位目標年 2018 年の無収水削減量の評価を行う。2018 年の無収水率目標値は 27.5%である。
- ・ 計画の漏水削減量、漏水削減作業費用は、パイロット第 1 エリア(セクター18)、第 2 エリア(セクター67)の実績値を使用する。
- ・ 2014 年に 2 セクター実施した後、2015 年から 2018 年までに同様のセクター63 エリアにおいて無収水削減セクタープロジェクトを実施したと仮定する。

2) 試算結果

無収水削減対策を実施した場合と、しなかった場合の 2018 年における比較は次表(無収水削減効果の財務分析)に示す結果より下記のとおりである。

漏水削減量 2018 年	:12,066,400m ³ /年(0.38m ³ /Sec)
2018 年の費用対便益	:B/C=4.0 (生産量削減による運転費用の低減効果)

(2) SEDAPAL の中期目標との無収水率の差

SEDAPAL の中期目標では 2018 年の無収水率の計画値は 27.5%である。無収水削減の本試算によると 63 箇所のセクターにおいて無収水削減を実施した場合の 2018 年の無収水率は 27.9%となるため、無収水削減セクタープロジェクト以外のエリアにおける諸活動(年次事業計画第 2 レベル目標の第 1、第 2 項目)やリマ首都圏北部上下水道最適化事業等による効果との相乗効果で 27.5%となることを想定する。

(3) 水源開発、上水生産に対する無収水削減効果

水源域であるシェラ地域における水源開発は最適化マスタープランに沿って進められている。具体的には、「リマ上水供給水源及び導水路建設プロジェクト (Obras de Cabecera y Conduccion para el Abastecimiento de Agua Potable para Lima)」を継続する。これは住宅建設衛生省(MVCS)が、リマ首都圏

における給水供給量の増加に対応するために、逼迫している水源量の開発を行うための計画であり、2012年9月に Consejo Directivo de PROINVERSION (Oficio No168-2012-VIVIENDA/DM) に基づいて策定された。水減量は雨期、乾期また年によって常に変化する不安定なものであるため、SEDAPAL は配水管網エリアにおける無収水対策により生じる漏水削減量をこの計画に反映させることは考えていない。

無収水対策により生まれた漏水削減量は首都圏における給水需要量の増加の状況と調整しつつ、浄水場の生産量の削減調整を行うことが望ましい。これにより浄水生産の運転費が削減される。試算結果では2018年の漏水削減量は0.38m³/secである。

2016年から運転開始が計画されているリマ南部地区における海水淡水化浄水場 PROVISUR(生産量2016年以降0.25m³/sec、2015年以降0.40m³/sec)の2018年以降の生産量調整が考えられるが、当プロジェクトはコンセッション方式で行われるために生産調整はできない。

従って、漏水削減量の効果を、首都圏の広範囲のエリアへ配水しており、配水調整の自由度が大きいアタルヘア浄水場やワチパ浄水場の生産量の削減調整、また、首都圏に存在する多数の井戸の生産量(全体生産量の18%)の削減調整に繋げることを考える。

将来的には2035年から運用開始が計画されるチジョン浄水場Ⅱや、2040年からの運用を計画されている海水淡水化ベンタニージャ浄水場(1.5m³/sec)の計画変更(規模縮小、工事の延期)につながることも期待される。

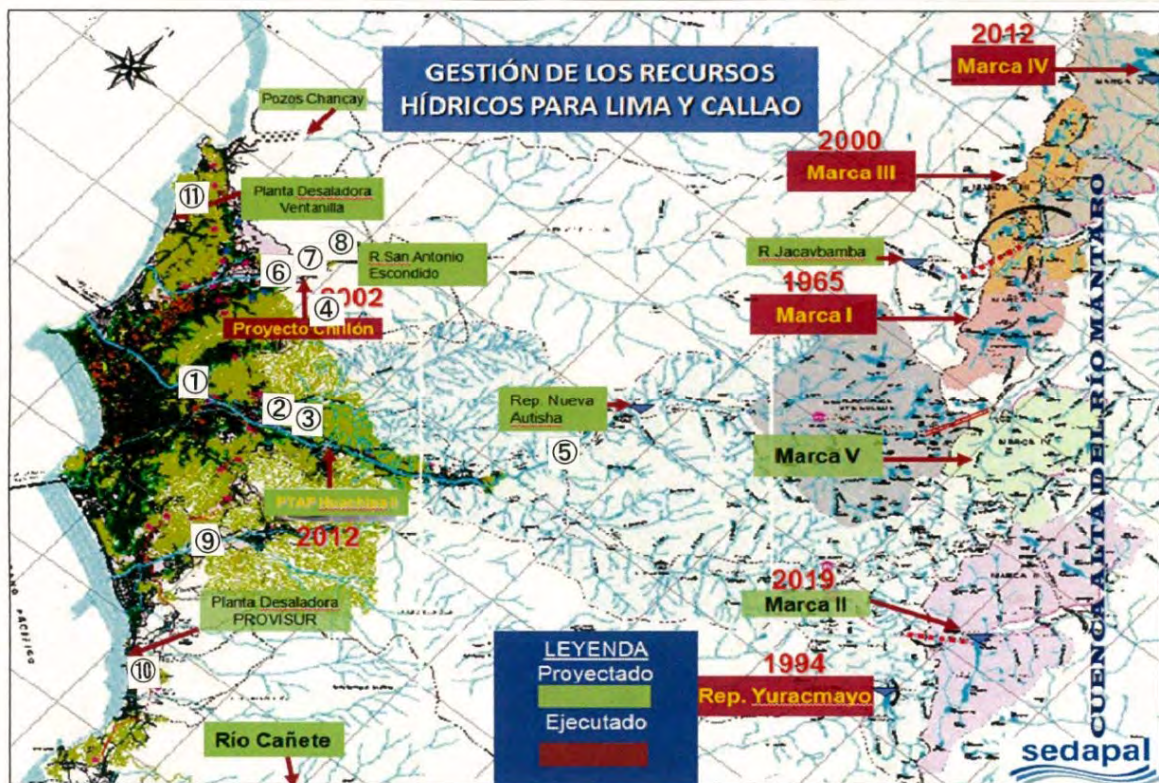


図 2.1.15 水源及び上水生産施設の開発計画位置図

表 2.1.21 水源及び上水生産施設の開発計画

年度	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040
SEDAPAL長期企業目標:PMOマスタープラン(2009-2040)													
	SEDAPAL最適マスタープラン(2015-2019)												
SEDAPAL年次事業計画	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040
A. 無収水率SEDAPAL企業目標													
無収水率	30.8%	29.0%	29.1%	28.5%	28.4%	27.8%	27.5%	27.5%					
B. 水源開発計画(m³/s)													
1 リマック川	17.5	22.5	22.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	28.7	31.2	33.7	33.7	33.7
① ラ・アタルヘア浄水場 1.2	17.5	17.5	17.5	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
② ワチバ浄水場第1期		5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
③ ワチバ浄水場第2期				2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	5.0	5.0	5.0
④ サンファン・ルリガンチョ浄水場									1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
⑤ チョシイカ浄水場										2.5	2.5	2.5	2.5
2 チジョン川	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	5.0	7.5
⑥ チジョン浄水場 I	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
⑦ チジョン浄水場 II												2.5	2.5
⑧ チジョン新浄水場													2.5
3 ルイン川										0.4	0.4	0.4	0.4
⑨ ルイン浄水場										0.4	0.4	0.4	0.4
海水淡水化浄水場	0	0	0	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.4	0.4	0.4	1.9
⑩ PROVISUR 1, 2浄水場					0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.4	0.4	0.4	0.4
⑪ ペンタニージャ浄水場													1.5
5 井戸施設	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	4.72
SEDAPAL井戸	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22
チャンカイ・ワラル井戸													1.5
計	22.7	27.7	27.7	32.7	33.0	33.0	33.0	33.0	34.7	37.7	40.2	42.7	48.2

表 2.1.22 無収水削減効果の財務分析

1. 分析の条件

1) 漏水探知作業	4セクター/月(48セクター/年)、同一セクター2回/年として、新規エリア24セクター/年を限度とする。		
2) 漏水削減量	セクター18、67の無収水削減対策の実績より平均値		
	初期エリア	120,000	m³/年/セクター (パイロットプロジェクト期間の実績)
	維持エリア	215,600	m³/年/セクター (パイロットプロジェクト最終月の効果が持続、30%は復元)
3) 浄水生産量(井戸込み)	687,580,000 m³/年 2014年実績(年報)、井戸は生産量一定と仮定、無収水率実績値より逆算		
4) 請求水量	487,324,000 m³/年 2014年実績(年報)		
5) 浄水生産コスト	1.52	So/m³ (Sector18:1.45, Sector 67:1.59)	
6) 漏水削減費用	セクター18、67の無収水削減対策の実績より平均値		
	初期エリア	108,000	So/年/セクター (パイロットプロジェクト期間の実績)
	維持エリア	52,000	So/年/セクター (チャンバー築造等準備工事を控除)
7) 計画無収水率	2014年実績:29.12、2015年:28.5%、2016年:28.4%、2017年:27.8%、2018年:27.5%		
8) 生産削減量	12,006,400	m³/年	0.38 m³/sec

2. 実施セクター数

■ : 新規エリア □ : 維持エリア

年度	2014	2015	2016	2017	2018	4年間計
無収水削減実施セクター	2	9	23	44	65	65
基準年(2014年)	2	2	2	2	2	2
1年目		7	7	7	7	7
2年目			14	14	14	14
3年目				21	21	21
4年目					21	21

年度	2014	2015	2016	2017	2018	4年間計
1) 漏水削減量						
新規エリア	240,000	840,000	1,680,000	2,520,000	2,520,000	7,560,000
維持エリア		431,200	1,940,400	4,958,800	9,486,400	16,816,800
Re Total (WP)	240,000	1,271,200	3,620,400	7,478,800	12,006,400	24,376,800
m ³ /sec		0.04	0.11	0.24	0.38	
2) 上水生産量						
浄水場	562,772,000	556,764,028	555,812,112	550,155,989	547,363,034	2,210,095,163
地下水	124,808,000	124,808,000	124,808,000	124,808,000	124,808,000	499,232,000
Pr Total (WoP)	687,580,000	681,572,028	680,620,112	674,963,989	672,171,034	2,709,327,163
削減量(-基準年)		6,007,972	6,959,888	12,616,011	15,408,966	40,992,837

年度	2014	2015	2016	2017	2018	4年間計
1) 生産量削減費用(B)						
浄水場運転費削減費用	364,800	1,932,224	5,503,008	11,367,776	18,249,728	37,052,736
計	364,800	1,932,224	5,503,008	11,367,776	18,249,728	37,052,736
2) 無収水削減作業費用(C)						
新規エリア	216,000	756,000	1,512,000	2,268,000	2,268,000	6,804,000
維持エリア		104,000	468,000	1,196,000	2,288,000	4,056,000
計	216,000	860,000	1,980,000	3,464,000	4,556,000	10,860,000
B/C=	1.7	2.2	2.8	3.3	4.0	3.4

年度	2014	2015	2016	2017	2018	4年間計
1) 請求水量	487,324,000	487,324,000	487,324,000	487,324,000	487,324,000	1,949,296,000
2) 無収水量	200,256,000	194,248,028	193,296,112	187,639,989	184,847,034	760,031,163
3) 無収水削減量(-基準年)		6,007,972	6,959,888	12,616,011	15,408,966	40,992,837
4) 無収水率(実績/計画)	29.12	28.50	28.40	27.80	27.50	

項目	単位	Sector 18	Sector 67	平均	年間数量
漏水削減量					
パイロットプロジェクト全期間	m ³ /期間	102,972	138,142	120,557	120,000
パイロットプロジェクト最終月	m ³ /月	15,432	35,928	25,680	308,000
パイロットプロジェクト月数	月	14	7	11	
月平均	m ³ /月	7,355	19,735	13,545	
漏水削減作業費用					
初年度(パイロットプロジェクト)	So/年	103,156	112,004	107,580	108,000
維持年度(プロジェクト以降)	So/年	50,224	53,151	51,688	52,000

2.1.6 無収水削減対策の年次業務実施計画の作成 (活動 1-6)

(1) 2015 年度年次事業計画実施の支援

SEDAPAL の年次事業計画及び年次業務実施計画の関係は下記のとおりである。

1) SEDAPAL の企業目標

SEDAPAL の企業目標には下記 3 種類がある。

- ・長期企業目標 : 最適マスタープラン (PMO: Plan Maestro Optimizado) 30 年計画
- ・中期企業目標 : 戦略計画 (PE: Plan Estrategico) 5 年計画
- ・単年度企業目標 : 年次事業計画 (PO: Plan Operativo) 単年度計画

SEDAPAL では、企業目標委員会において設定された SEDAPAL が達成すべき年度毎の目標達成計画を、Plan Operativo (BusinessPlan)として取りまとめている。概念図を次図に示す。

第1レベル目標、第2レベル目標があり、第1レベルの特定目標13項目(2014年9月4日総局長通達:添付資料8)の一つに、「無収水削減」がある(第2項目)。第2レベル達成のために各チームの活動目標(アクションプラン)があり、これが、各センターの年次業務実施計画(Annual Implementation Plan)となる。企業目標委員長は総局長である。



図 2.1.16 年次事業計画(Plan Operativo)の概念

2) PDM のプロジェクト目標、指標の解釈

SEDAPALのPlanOperativo(年次事業計画)とは企業目標達成のための計画、すなわち企業としての経営計画(ビジネスプラン)である。年次業務実施計画(AnnualImplementationPlan)はその目標達成のための具体的な業務実施計画である。

すなわち、PDMで記載されている年次業務実施計画(AnnualImplementationPlan)とは、PlanOperativoの第2レベルの目標の実施計画であり、サービスセンターレベル(現場)において実施される年次業務実施計画、具体的には各担当チームの作業実施計画である。

SEDAPALでは無収水対策作業は年次業務実施計画(AnnualImplementationPlan)に従って、従来、各担当チームにより日常業務として実施されている。よって、SEDAPALは、本プロジェクトの成果を反映した無収水削減活動を年次業務実施計画として新たに別個に作成する意図は持っていなかった。日常的な無収水削減活動の一環と考え、従って、予算も特別に要求するのではなく通常の予算要求の中で行い、本プロジェクトにおけるPDM上の指標も従来のPlanOperativoの内容に含むものとの理解をしている。

本プロジェクトで求められることは、SEDAPAL の業務システムとしてすでに存在する年次業務実施計画に本プロジェクトの成果を反映した無収水削減活動の項目を追加し、その総体であるPlanOperativoに

反映させることである。

3) 7 セクタープロジェクトの実施計画

2014年6月17日のマネージメント会議において、各サービスセンターにおける無収水対策活動の実施計画の方針が表明されている。具体的には、3支局の7サービスセンター毎に1セクターをパイロットエリアとして選定し、無収水活動を実施することが決定された。この7サービスセンターのセクタープロジェクトを実施した結果を見て、さらにプロジェクトの拡大を図ることを意図している。

実施に当たっては技術関係チームと商務チームが共同で対応することを表明した。今までも無収水対策活動を各チームにおいて個別に行っていたが、今までと異なるのは、各チームが協働で行うようにすること、パイロットプロジェクトで得た知見を応用することとされた。無収水対策作業実施のためのプレゼンテーションが7月1日コマス・サービスセンターにて行われた。

その後JICA専門家を含めて年次事業計画、年次業務実施計画作成の協議が進められたが、確認した結果は下記のとおりである。

- ・ 第1レベル目標13項目はFONAFEの5年戦略計画2013-2017に準拠する。(添付資料8)
- ・ 2014年9月4日付け総局長通達No452-20140-GGにより、13項目の担当責任者が指名された。第1レベル項目2として「無収水の削減」があり、これが本プロジェクトの対象と合致する。担当者は無収水削減管理委員会委員長(OM中部支局長、JICA技プロのマネージメントチーム長)のビジャ・ガルシア氏である。
- ・ 無収水削減の目標値は5カ年計画で決められている。
- ・ 第2レベル目標は、SEDAPALの通常業務と特別業務に分けて4項目とした。通常業務はIWAの配水量分析表により、①物理的損失の削減、②商務的損失の削減、③認定非請求水量の確認の3項目とした。
- ・ 特別業務はJICA技プロ成果作業の継続として、④無収水削減セクタープロジェクト(7サービスセンターにおいて1セクター選定)とする。
- ・ 第2レベル4項目の担当責任者は、9月29日の総局長通達により、第1項目:スルキージョ・サービスセンターOMチーム長ハイメ・ルイ、第2項目:ブレーニャ・サービスセンター商務チーム長グスタボ・マルドナド、第3項目:ビジャ・エル・サルバドル・サービスセンターOMチーム長カルロス・パレデス、第4項目:漏水管理削減チーム長リリアナ・ガマラとする。(添付資料9)
- ・ 具体的活動項目については、各担当責任者が整理決定する。プロジェクトで得られた成果としての作業項目を追加して2015年度の年次業務実施計画を作成する。活動項目を明確に記載することにより、各チームの正式な責任業務となる。

- ・ 通常業務としての活動が行え、個人評価もできることからモチベーションが上がる。また、通常業務化することにより、例え担当者が異動になっても、業務の継続性を保つことが可能となる。
- ・ 第2レベル担当責任者により7セクタープロジェクト実施のため、下表に示すセクターが選定された。セクターの選定条件としては、①セクター化されていること、②ANF率が高いこと、③メータ設置率が高いこと、④面積が大きくないこと、⑤プロジェクトパイロットエリアと同じ平地であることである。

表2.1.23 第2レベル項目 無収水削減セクタープロジェクトのセクター選定リスト

No	支局	支所	セクターNo	ANF%
1	北部	コマス	79	38.5
2	北部	カヤオ	104	43.3
3	中部	アテ・ビタルテ	3	34.6
4	中部	プレーニャ	11	27.0
5	中部	サンファン・デ・ルリガンチョ	407	27.4
6	南部	スルキージョ	65	32.7
7	南部	ビジャ・エル・サルバドール	324	44.3

注:無収水率は2014年8月資料

- ・ 予算については年次業務実施計画に基づき予算要求をする。予算は原則前年度実績を踏襲するが、2%程度までの増加は認められている。SEDAPALの財務局に提出し、12月に決定したものを翌年1月から執行する。

(2) 2015 年次 7 セクタープロジェクトの着手

年次業務実施計画における7セクタープロジェクトの実施計画作成の着手会議を行うことにつき、2014年10月30日に各サービスセンターに通告が出され、下記日程でJICA専門家参加のもと説明会が各サービスセンターで実施された。PO目標レベル責任者からプロジェクトの意味につき説明があり、セクター18及びセクター67の両パイロットプロジェクトで得た無収水対策活動の手法の応用を各サービスセンターで図ることが指示された。また、説明会において各サービスセンターにおけるアクションチームのメンバーが決められ、年次業務実施計画の素案を作成することが指示された。

表2.1.24 無収水削減セクタープロジェクトの説明会、進捗会議日程

No	サービスセンター	セクターNo	説明会日程	進捗会議日程
2	コマス	79	2014/11/11	2015/2/12
5	カヤオ	104	2014/11/20	2015/2/16
6	アテ・ビタルテ	3	2014/11/25	2015/2/27
1	プレーニャ	11	2014/11/5	2015/2/27
3	サンファン・デ・ルリガンチョ	407	2014/11/13	2015/2/23
7	スルキージョ	65	2014/11/25	2015/2/20
4	ビジャ・エル・サルバドール	324	2014/11/18	2015/2/18

各センターでの説明会を一巡した時点で、今後の活動に向けての課題を検討し、年次業務実施計画

の作成、実施のためのマネージメント会議が 2015 年 2 月 17 日に開かれた。主な課題は、JICA による技術協力プロジェクト終了後において活動を継続するための実施体制作りであり、下記事項が協議された。無収水削減管理委員会(CIDANF)の役割と実施体制については総局長承認後、局長会議にて決定することとした。

- ・ マネージメントチームの機能の無収水削減管理委員会(CIDANF)への移行。そのために委員会の役割を明確にし、また、委員会の下でプロジェクトの管理を行うためのプロジェクトグループ及び支援チームの編成を行う。
- ・ 無収水削減管理委員会の現在のメンバーは中部支局長、北部支局長、南部支局長、商務局長、一次配水チーム長、漏水管理削減チーム長であるが、開発局長を加えることにつき承認する。
- ・ 無収水削減が SEDAPAL の経営に及ぼす効果の報告書作成のために、財務分析チームを下記 4 名で編成し、4 月下旬までに評価結果の発表を行う。

David Chong : 商務管理メータ検定記録チーム

Jaime Luy : スルキージョ OM チーム長

Juan Calderon : 財務チーム

Percy Ecave : 財務規格チーム

- ・ 無収水削減マニュアルを 3 月 30 日までに作成する。
- ・ ワークショップを 5 月 21 日に、JCC を 5 月 22 日に開催する。

また、各センターの作業スケジュールを決定するために、表 2.1.24 に示したとおり、2 月 12 日から 27 日にかけて、各サービスセンターのアクションチームを SEDAPAL 本部に招集し、作業計画書作成の進捗状況を確認した。無収水削減作業計画書は 3 月末までに全サービスセンターにおいて作成された。添付資料 10 に 7 サービスセンターのセクタープロジェクト作業計画書を示す。

3 月 31 日に 7 サービスセンターのアクションチームに対してアタルヘアでパイロットプロジェクトのベースライン設定の準備作業であるセクター分離化確認のための講習会が行われた。また、4 月 15 日にコマス、カヤオ、アテ・ビタルテ、スルキージョの 4 サービスセンターに対してセクター分離化の日程調整と作業方法の確認のための会議が開かれ、その後活動を開始している。

1) 年次事業実施計画の実施に伴う 7 サービスセンターへの講習会(2015 年 3 月 31 日)

4 月からの各サービスセンターにおける年次事業実施計画の実施のため、3 月 31 日に無収水削減管理委員会(CIDANF)の作業支援グループ(正式には未承認)の指導の元、7 つのサービスセンターに対してアタルヘア II にて講習会を開催した。講習会の対象は、主に本プロジェクト対象外となった 4 つのサービスセンター(カヤオ、サンファン・デ・ルリガンチョ、ビジャ・エル・サルバドル、コマス)とした。

講習会を始めるに当たり、マネージメントチームのリリアナ・ガマラ氏より、年次事業実施計画について

の概要説明が行われ、今後の活動の重要性を周知した。講師を務めるアクションチームのメンバーは以下のとおりであり、下表に各講師の発表内容を示す。参加者は20名を超えた。

表 2.1.25 各講師の発表内容

講師	講義内容
アルバロ・カルデナス (スルキージョ 運転維持管理チーム)	分離化作業の計画書の作成について ・計画作成手順 ・セクターの境界線の図面確認について ・隣接セクターのバルブ確認(緊急バルブ) ・作業時の適正圧力の設定について
レナン・レイエス (漏水管理削減チーム)	分離化作業に使用する関連器の説明 ・事前準備として、OMチームと商務チームとの打合せの重要性 ・関連器の基本的な概要説明 ・隣接セクターとの圧力差の設け方
ジョナサン・サアベドラ (アテ・ビタルテ 運転維持管理チーム)	分離化作業(圧力測定データロガー用いる手法) ・作業説明 ・データロガーの設置場所の選定方法(セクター内外) ・圧力ロガーの設定方法 ・作業結果について



講習会風景



講習会風景

2) セクター分離化作業日程の調整(2015年4月15日)

4月中に実施予定のセクター分離化確認作業の実施について、日程調整と作業方法の確認のための会議が4月15日に開かれ作業日程が決められた。作業は計画どおり実施された。

表 2.1.26 セクター分離化確認作業の実施日程

No	支局	サービスセンター	セクター No	ANF%	作業実施日程
1	北部	コマス	79	関連器による分離化確認	2015/4/24-26
2	北部	カヤオ	104	水圧比較による分離化確認	2015/4/20-22
3	中部	アテ・ビタルテ	3	関連器による分離化確認	2015/4/29-30
4	中部	プレーニャ	11	水圧比較による分離化確認	2015/5
5	中部	サンファン・デ・ルリガンチョ	407	水圧比較による分離化確認	2015/5
6	南部	スルキージョ	65	水圧比較による分離化確認	2015/4/20-22
7	南部	ビジャ・エル・サルバドール	324	水圧比較による分離化確認	2015/4/23-26

(3) 各サービスセンターの 2015 年の年次業務実施計画

無収水削減管理委員会は 2015 年 3 月 4 日の会議で、年次事業計画の第 2 目標レベルの具体的活動項目につき 19 項目とすることを決定し、委員会の評価項目として、各サービスセンターの無収水削減に係る年次業務実施計画の作成を行うこととした。

4 月 20 日に CIDANF は第 2 目標レベル項目のうち下表に示す 16 項目を優先とした、「無収水削減の優先計画」を総局長の承認のために提出した(添付資料 11)。これが各サービスセンターの年次業務実施計画に相当するものである。優先計画は、1.圧力管理、2.配水管、給水管の漏水管理、3.施設の溢水管理、4.給水メータ計測の改善、5.SEDAPAL 使用水量の測定、6.清掃や試験用管理用水の削減、さらに無収水の構成の分析としている。

表 2.1.27 無収水削減の優先項目

マクロ計量と水圧管理	
2	セクターの分離化。
3	生産及び配水用の流量計の検査を行う。
4	動的制御の減圧バルブを設置する。
5	給水セクター又はコードの水圧を適正化する。
配水網及び給水栓における漏水を抑制する	
6	水道網の地下漏水を探知し、修理する(優先)。
7	水道網の漏水を修理する。
8	水道網の配管をリハビリ、交換及び更新する(優先)。
9	減圧弁の適正な機能を確保する。
越流等によるミスを削減する	
10	配水池における越流の有無を確認し抑制する。
11	ブースターステーションにおいて、リリーフ弁やチェック弁のメンテナンスや修理を行う。
営業的な側面について	
12	大量使用者を優先し、メーターを設置又は交換する。
13	メーターが設置されていない利用者の更新を行うため、給水管を検査する。
14	消費量の定量性を見なおすため、SUNASS に対する提案を行う。
合理的な利用: 自然セクターにおいて配水量と請求水量を評価する。	
15	給水制限が行われ、水道メーターの設置率が少ない自然セクターの流入地点に流量計を設置し、無収水の評価する。
事務所での内部消費	
16	SEDAPAL の全ての支所及び部署にメーターを設置し、消費量を評価する。
独自の利用(運転)	
17	水道システムの清掃、配水、水道システムの試験に利用される水量を合理化し、抑制する。

マネージメントチームの機能はプロジェクトの完了を持って終えるが、マネージメントチームから無収水削減管理委員会への機能移転を行うこととなっている。現在その移行のための準備が行われつつある。委員会の役割の主要点は下記のとおりである。

- 第1レベルの目標である「無収水削減」の達成を管理する。
- 第2レベルの目標の指標を検討し、必要な場合は見直しを行う。
- 年次無収水削減計画の進捗状況を管理する。
- 漏水管理削減チーム ECRF(第二レベルの目標の担当者)によって管理されている、各サービスセンターのパイロット地区における無収水削減活動の進捗状況を管理する。
- JICA の支援によって得られた技術を普及するワークショップの開催を支援する。
- 企業の指標やその細目の変動の評価、分析及び対策に関する助言を行う。
- 各サービスセンターの事業終了時の最終報告書を見直す。
- 2018 年の目標を達成するための戦略を策定する。
- 無収水削減に関連する全ての作業の全体的な管理を行う。

また、無収水削減管理委員会の実働組織が無い為にこれを具体化する必要があり、プロジェクトチーム及びサポートチームの編成を下図に従って行うことの協議が委員会において進められている。プロジェクトチームはマネージメントチームの歴任者、サポートチームはマネージメントチームの歴任者が対象である。

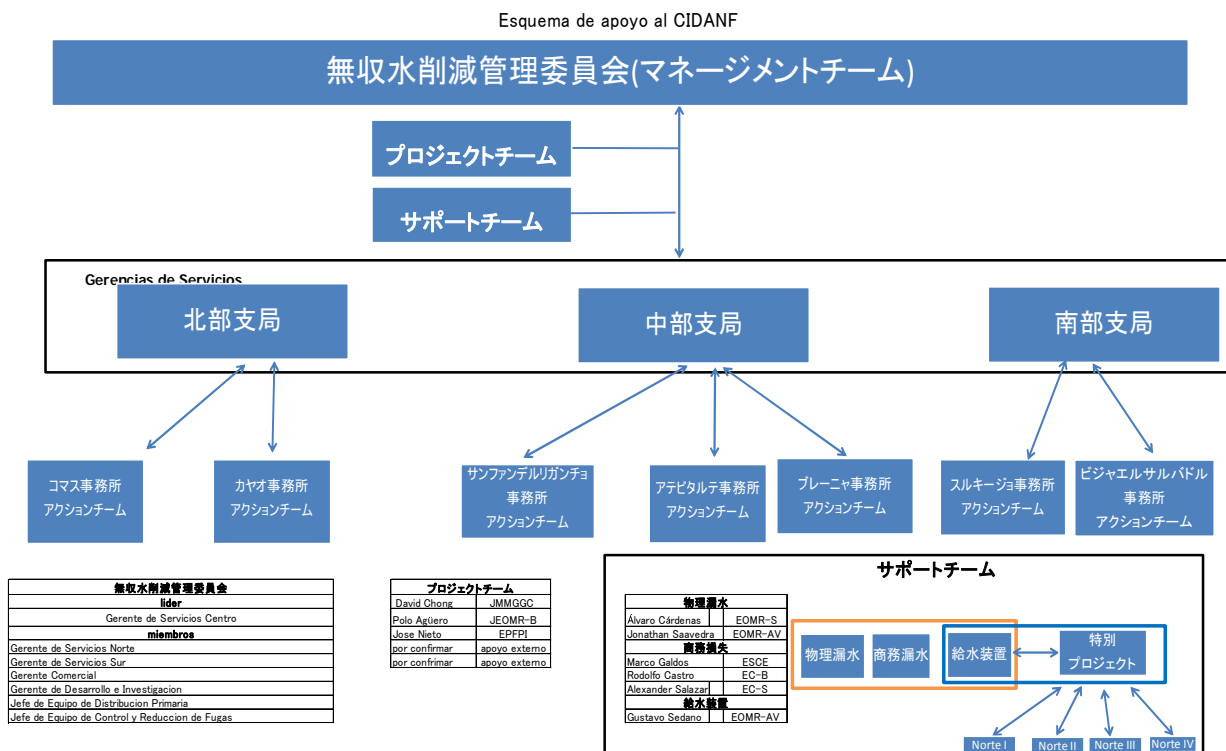


図 2.1.17 無収水削減活動実施の体制(案)

2.1.7 年次業務実施計画を周知するためのワークショップの開催（活動 1-7）

各サービスセンターの年次業務実施計画を SEDAPAL 組織内に周知するための第 3 回ワークショップを 2015 年 5 月 21 日に開催した。パイロットプロジェクトを実施したサービスセンター以外のセンターのエンジニア、テクニシャンも含み約 50 名の参加があった。

年次業務計画は、無収水削減管理委員会の無収水削減対策に関する優先計画としての位置付けにあり、その趣旨に基づき各サービスセンターにおいて実施計画が作成されたことにつき無収水削減管理委員長から説明があった。

同時に、パイロットプロジェクト外での活動(アテ・ビタルテ・サービスセンターのセクター4 の活動状況、7 セクターパイロットプロジェクトの進捗状況)、無収水削減作業に使用されるマニュアル、無収水削減の効果分析についても発表された。

翌日 22 日にはプロジェクト完了の第 5 回合同調整委員会が開催された。

表 2.1.28 第 3 回ワークショッププログラム(2015 年 5 月 21 日)

No	内 容	講演者
1	開会の辞	マネージメントチーム長
2	アテビタルテサービスセンター セクター4 無収水削減活動の実施状況	ジョン・オロベサ/ アテビタルテ・アクションチーム
3	無収水削減対策実施マニュアルのセミナー	ポロ・アグアエロ (ブレーニャ OM チーム長)
4	給水装置標準仕様書(指標 3-2)	グスタボ・セダノ (アテ・ビタルテ OM チーム)
5	無収水削減が SEDAPAL の経営に及ぼす効果に関する報告書の内容説明(指標 1-2)	ハイメ・ルイ (財務分析チーム)
6	7 セクターパイロットプロジェクト実施状況	リリアナ・ガマラ (漏水管理削減チーム長)
7	年次業務実施計画(SEDAPAL の無収水削減優先計画)の周知(指標 1-3)	ビジャ・ガルシア (無収水削減管理委員会委員長)
8	プロジェクトの総括、意見交換	ホセ・ニエト(プロジェクト調整担当)
9	閉会の辞	マルコ・バルガス(総局長)

2.2 無収水削減作業の実施能力向上に係る活動（活動 2）

2つのパイロットエリアでの無収水の特定作業ならびに無収水削減作業実施のOJTを行うことを目的とした。パイロットエリアの活動の準備作業や基礎的実務研修を行った後、配水量の低減（漏水削減）、請求水量の増加等の無収水削減の調査や削減活動を実施し、無収水率の目標達成を図った。また、パイロットエリアで実施した無収水削減活動の結果を踏まえて、無収水削減実施マニュアルを作成した。

表 2.2.1 アクションチーム研修プロジェクト

パイロットエリア	研修対象	実施ステージ
第1エリア	中部支局ブレーニャ・サービスセンター	ステージ1、2
第2エリア	南部支局スルキージョ・サービスセンター	ステージ2

2つのパイロットエリアで実施した活動パターンは各パイロットエリアではほぼ同一の内容とし、事前準備、基礎調査、作業計画の策定、削減作業の実施、削減活動の評価のパターンの反復とし、パイロット第1エリアでの経験と教訓をパイロット第2エリアでの活動に生かすように努め、第1エリアでの研修者が第2エリアの活動を支援した。

パイロットプロジェクト終了時には作成された報告書を基にワークショップを開催して、パイロットプロジェクトの活動内容や成果について SEDAPAL 組織内に広く周知するとともに、パイロットエリア以外のセクターにおいても無収水の調査計画が作成されるように努めた。

2.2.1 無収水削減アクションチームの組織化（活動 2-1）

パイロットプロジェクトを行うためのアクションチームは、パイロットエリアとなる2つのサービスセンターの運転維持管理、商務及び一次配水局の漏水管理削減の各チームから下表に示すメンバーが選抜され、それぞれのプロジェクト開始時の2012年7月、2013年9月に編成された。

表 2.2.2 アクションチームのメンバーリスト

所 属	名 前
1. パイロット第1エリア	
ブレーニャ配水管網運転維持管理長	Polo Florencio Aguero Sánchez
ブレーニャ商務チーム長	Elard Porfirio Aguilar Alarico(2013年12月まで) Gustavo Maldonado Ayres (2013年12月から)
ブレーニャ商務係	Rodolfo Castro Reyes
漏水管理削減チームアナリスト	Renán Reyes Murillo
漏水管理削減チーム図面管理	Oswaldo Navarro Sandoval
ブレーニャ配水管網運転維持管理	Javier Ferro Mory (2013年9月まで)、後任未定
ブレーニャ配水管網運転維持管理	Félix Flores Tineo

所 属	名 前
2. パイロット第2エリア	
スルキージョ配水管網運転維持管理長	Jaime Luy Foster
スルキージョ 商務チーム長	José Luyo Serna 2014年2月まで Paola Zuñiga Urday 2014年2月から
スルキージョ 商務係	Alexander Salazar Barros
漏水管理削減チーム現場監督	Renán Reyes Murillo
スルキージョ配水管網運転維持管理	German Ramos Ortega(2014年2月まで) Alvaro Cardenas Canales (2014年3月から)
スルキージョ配水管網運転維持管理	Luis Untiveros Cardenas

また、全体のプロジェクト期間を通じて、SEDAPAL 内関係部署の調整を図るための調整チームが組織された。特にホセ・ニエト氏は、JICA 専門家チームと常に連絡を取り、研修活動の円滑化に尽力した。

表 2.2.3 調整チームのメンバーリスト

所 属	名 前
開発調査局調査規格化計画チーム	Jose Nieto Ronceros
特別顧客チームアナリスト	Marco Gardos Bendezu
ブレーニャ商務係	Rodolfo Castro Reyes
ブレーニャ配水管網運転維持管理	Félix Flores Tineo

2.2.2 パイロットエリアの分離状況の確認とパイロットエリアの確定(活動 2-2)

2.2.2.1 パイロット第1エリアの活動

(1) パイロットプロジェクトのベースラインの設定

パイロットプロジェクトを実施するための準備作業として、パイロットプロジェクト開始時におけるガイダンス、パイロットプロジェクト活動を評価するためのベースラインの設定および活動に使用する調査用機材の調達を行った。ベースラインの設定月を2013年2月としたが、2013年9月に実施された中間評価調査の提言を受けて再度ベースライン設定のための前提条件を調整し、下記3点の作業をアクションチームのOJTとして行った。

- ① セクターの水理的完全分離化の確認
- ② SCADA設定圧力保持の確認
- ③ 顧客データベースと実在給水栓との照合確認

(2) セクターの完全分離化の確認

SEDAPALでは配水管網の運転管理を効率的に行うために、全配水エリアのセクター化を進めており

2014年12月時点で、400セクター計画142セクターがセクター化され、流入点に圧力と流量の制御と監視を行うためのSCADAシステムを導入している。本プロジェクトにおけるパイロットエリアはその中から選定されたものであり、セクター化の過程で既に隣接エリアとの水理的完全分離作業は行われているとされる。しかしながら、パイロットエリアとするためにはこの完全分離化が確実になされていることが重要な条件であり、そのために再確認の作業を行った。

方法はSEDAPALが従来から行っているセクター内を完全排水する方法(従来法)と、本プロジェクトにて提案した排水しないで漏水探知器を使用する方法(音聴探知法)で実施した。プロジェクト開始時の2012年8月に試験的に実施したが、2013年9月に再度実施し、セクター18の水理的完全分離化が確認された。

1) 音聴探知法

漏水探知器使用によるセクター18の水理的分離確認作業を2013年9月20日～27日に実施した。SEDAPALは従来、セクター内の配水管の水を完全に排水することにより、完全分離の確認を行っていたが、住民に対して断水を強いることになり問題となっていた。また、多量の無収水が発生する。本方法はその改善策として試行されたものであり、漏水探知器により不完全分離箇所を探知することを手段とする。隣接セクターとの境界に位置する配水管及び緊急連絡弁の探査の結果では不完全分離の疑いのある個所の存在は認められなかった。調査中に配水管の漏水が9箇所探知されたが、ベースライン値の設定後に修理することとし、2013年11月に補修工事が行われた。

2) 従来法

引き続き、9月27日にセクター内を完全に排水する方法により確認作業を実施した。セクター流入点であるSCADAシステムの流量調整弁を全閉して配水を止めた上で、セクター最下流端の消火栓2箇所において排水作業を行い、放水口から完全に排水量がなくなったことを確認し、完全分離化が確認された。

また、この機会を利用して、隣接セクター、セクター周囲内外の給水栓にて圧力測定を行い、セクター内の給水栓のセクター外からの接続、セクター外の給水栓のセクター内からの接続が行われていないかの確認を行った。その結果、誤接続が各1箇所発見された。

(3) SCADA の設定圧力保持の確認

セクターの流入点ではSCADAシステムによって圧力制御が行われている。圧力変動があると、そのために漏水量が変動し無収水削減活動の効果を評価することが困難になる。パイロットプロジェクトの評価を行うためには、この制御圧力がプロジェクト実施期間中一定に保たれていることが条件となる。

しかしながら、セクター18の流入点圧力は2013年1月から4月24日までは、一日の変動が最大12m、最低2mに保持されていたが、4月25日に最大14m、最低8mに変更された。その後毎月のように設定

値が変更され、9月8日までは最大18m、最低6mとなり、9日に、また最大12m、最低2mに下げられ、9月19日には再度最大18m、最低6mに上げられた。

9月19日のマネージメント会議にてパイロットプロジェクトのための圧力保持の必要性が確認され、設定圧を4月25日以前の値(2013年2月の設定値)に戻し、パイロットプロジェクト実施期間中は変更せずに、この値を保持することが決定された。この圧力はパイロットプロジェクト完了の2014年3月まで保持された。

結果的にSCADAの設定圧力は2013年2月の設定値に戻されたため、ベースラインの設定時期を同月とした。

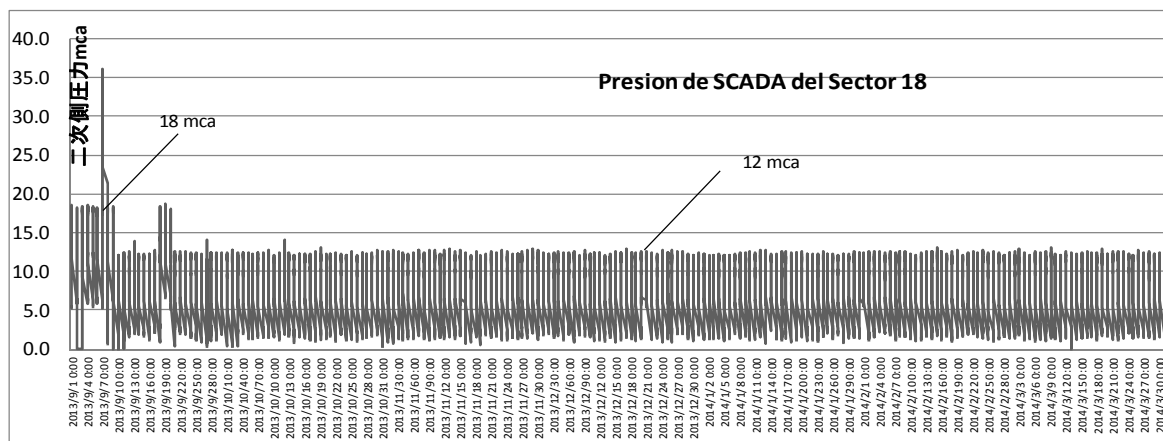
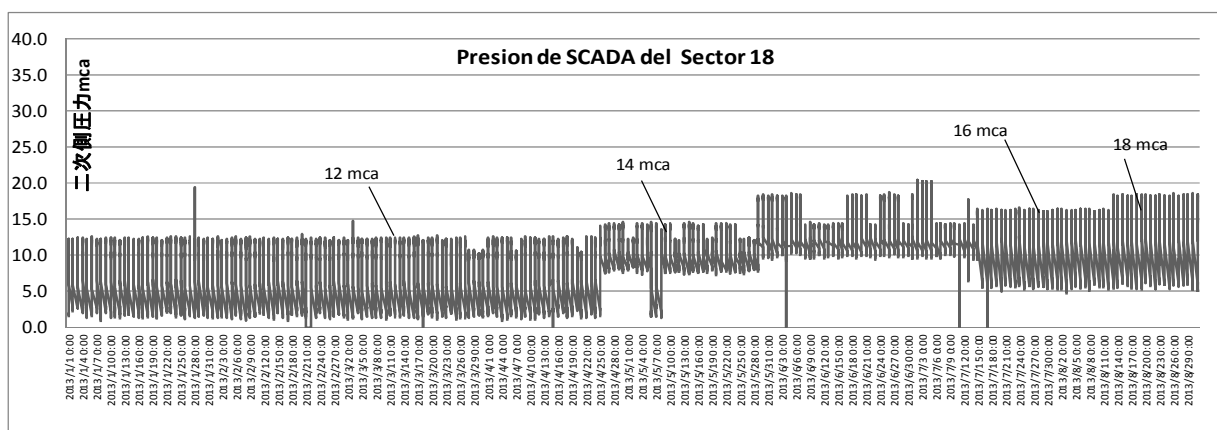


図2.2.1 セクター18 SCADA圧力グラフ

(4)顧客データベースと実在給水栓との照合確認

顧客データベース(台帳)を基にセクターの請求水量が決められており、データベースに誤りがあると無収水率の計算に誤差が生じる。よって、顧客データベースと現場実態との照合を行うために、セクター内の各戸一斉調査が2013年3月と9月に実施された。

- ・セクター内に実在する顧客が全てデータベースに含まれているか。
- ・セクター外に実在する顧客がデータベースに含まれていないか。
- ・一般顧客、特別顧客両方のデータが網羅されているか。

1) 各戸一斉調査1回目

調査の作業はサービスセンターの商務チームの管理の下、水道メータ検針の委託業者によって実施された。通常の委託業務の内容としては、メータ検針、水道料金請求書配布、顧客クレームに対するメータ調査、水道メータ交換、断水通知、違法接続調査である。通常は、給水停止、メータの設置無しの箇所は委託業者による検針対象外となっているが、今回の一斉調査においてはセクター内の全ての給水栓の調査を行った。

1 回目の調査では、下表に示すように、126 箇所においてメータボックスの不適正、メータボックス内漏水、メータ無し直結、メータ異常があった。調査数 1,758 栓中、何らかの不良がある給水栓は 126 栓 (7.3%)であり、その中で目視の調査によりメータの設置が無いか異常が疑われたものは 49 栓(2.8%)であった。盗水が 2 個所で発見された。

表2.2.4 各戸調査1回目

内 容	箇所数	処 置
メータボックス位置不良(宅地内、位置不明)	71	未実施
メータボックス内漏水	4	修理実施
メータ設置無し(直結)	32	原因の確認、是正
メータ異常(違法改造、故障)	17	メータ検定後交換
盗水の疑い	2	試掘調査後是正

2013年3月4日～3月15日 1,758 栓(一般顧客 1,727、特別顧客 31)

現場調査において判明した事象は下記のとおりである。調査の結果、データベースとの齟齬の修正、漏水修理、不具合メータについての処置(メータ検定、メータ交換)、盗水の調査・是正が行われた。

・顧客データベースと各戸調査結果の照合

給水栓データベースの用途区分、請求区分等記載データが事実と異なる場合がある。また、給水栓番号(NIS)、宅地番号、給水栓位置等顧客位置図のデータに間違いがある。

・メータボックスの不良

メータボックスは検針が容易に行えるように宅地前の歩道に設置するのが原則であるが、宅地内や緑地帯に設置されている場合がある。位置が不明な場合やメータボックス上に障害物がある場合もある。

・メータの設置無し(直結)

メータが無くメータボックス内で直結されているものがある。直結の原因は下記が考えられる。①～④の場合は、正当な理由でメータの設置を待っている状況であり、メータ設置までの間は規定で定められた非

検針値としての請求水量が適用される。⑤～⑦の状況においては盗水の疑いがある。

- ① メータ検定中、②メータ交換中、③契約後メータ設置待ち、④メータ盗難
- ⑤ 不払いのため強制休止、⑥意図的にメータを外して使用、検針前に戻す、⑦無契約で直結使用

・メータの異常

メータのカウンター表示部の断続動作、停止やメータの違法改造。目視での判断であるためこれらのメータを検定に出して確認した。

・口径の不適合

マンションやホテルで使用量が多いにもかかわらずメータ口径が 15mm や 20mm と明らかに小さい場合がある。

2) 各戸一斉調査2回目

2 回目の調査は、2013 年 9 月 26 日から 10 月 9 日まで行われ、調査結果及びその後の対応は下表に示すとおりである。調査結果、盗水の疑いのある箇所は発見されなかった。

表2.2.5 各戸一斉調査2回目

内 容	箇所数	処 置
データベース修正(請求区分の修正)	14	修正済み
違法改造	1	メータ交換済み
メータ異常	2	メータ交換済み
敷地内移設	1	未移設
メータボックスの位置不良	8	未移設
ボックス内漏水	2	修理済み
直結箇所のメータ設置(メータ盗難6箇所)	24	メータ設置済み
メータ異常(違法改造10箇所)	14	検定合格4箇所、交換済み10箇所

2.2.2.2 パイロット第 2 エリアの活動

(1) プロジェクト・ベースラインの設定

2013年9月10日にパイロットプロジェクト開始のためのガイダンスを行った。9月の中間評価調査、第2回合同調整委員会(JCC)の開催の後、10月1日にパイロット第2エリア(セクター67)の活動の準備作業に関する協議が行われた。10月21日には、準備作業の日程につき協議が行われた。無収水管理削減チーム、中部支局プレーニャ・サービスセンターの運転維持管理チームと商務チーム担当者が、中部支局のパイロット第1エリアにおける実施状況の説明を行い、スルキージョ・サービスセンターへのアドバイスとし、プロジェクト開始のベースライン設定の条件を第1エリアと同様とした。

2013年12月までに準備作業を終え、2014年1月にベースラインを設定する予定であった。サービスセン

ター側は2基ある高架タンクの内の1基(1000m³)の廃止と、これによる配水エリアの切り替え、6つのサブブロック化をベースライン設定前に済ませるための作業を継続していたが2013年12月末までに終了できず、ベースラインの設定日を延期し2014年3月とすることとなった。

2014年1月20日から23日にかけて高架タンク廃止のための配水管の切り替えを行い、1月末にようやく給水圧力の安定化が確認でき、SCADAの設定圧力の決定を行った。

(2) セクター完全分離化確認

無収水管理削減チームとパイロット第1エリアのプロジェクトを実施中の中部支局プレーニャ・サービスセンターの運転維持管理チームを交えて、作業計画の打合せを行った。

2013年11月14日にセクター内の完全排水を行う方法で確認作業を実施した。セクターの配水エリアはSCADAの直接配水エリアとセクター内にある高架タンク(2基)の配水エリアに2分される。直接の配水エリアにおいてはセクター最末端の消火栓からの排水により分離化が確認できた。一方、高架タンクの配水エリアについては、タンク1基の配水側バルブの締切り不良があったため、修理して再度実施することとした。11月19日、20日の夜間に音聴探知器を使用した調査では、セクター周囲の9箇所の緊急バルブのうち2箇所から漏水音がありバルブが全閉出来ていないことが分かった。この1箇所はバルブ交換を行い、他の1箇所は手動で操作し、完全締切りを行うことができた。

12月18日の夜間に高架タンクの配水エリアにつき再度完全排水法と音聴探知による作業を行い、セクターの水理的完全分離を確認した。

(3) SCADA圧力の設定

プロジェクト期間中、パイロット第1エリアの活動の知見を踏まえ、スキャダーの設定圧力を一定圧に設定する必要性の説明が2013年9月10日のガイダンス時にプロジェクト調整チームから行われ、センター側の納得を得た。

パイロットエリアはSCADAから直接配水されるエリア67-1、2、6とSCADAからの配水をポンプにより高架タンクNo.256とNo.257に揚げて配水されるエリア67-3、4、5の6つのサブセクターに分けられていた。しかしながら、高架タンクNo.257は配水エリアに対して圧力が過剰であるため廃止し、既存の高架タンクを1基のみの運用に変更する方針を既に決定しており、準備を進めていた。

これによりセクター内のSCADAからの直接送水の範囲が変更されるため、SCADAの圧力設定値に影響する。従って、セクター内への配水のためのSCADAの適正圧力の設定値については、セクター内の数点において圧力測定を実施し、その測定データを基に決めることとした。

2013年12月20日の配水切り替えにより、高架タンクの配水エリアはサブセクター67-3のみとなり、サブセクター67-4と67-5がSCADAから直接配水されることとなった。配水エリアの変更のため、結果的に

SCADA圧力設定値を下表に示す圧力に変更することが決定され、2014年1月23日の午後7:00から新設定値に切り替えられた。SCADAのセクター配水側の圧力は図2.2.3に示すとおりである。設定圧力の変更後プロジェクトの完了まで一定の圧力保持が継続されている。

表 2.2.6 セクター67、SCADA の設定圧力

時間	圧力 (mca)	
	変更前	変更後
04:30	10	20
05:00	18	25
19:00	8	23
21:00	7	20
23:00	6	16

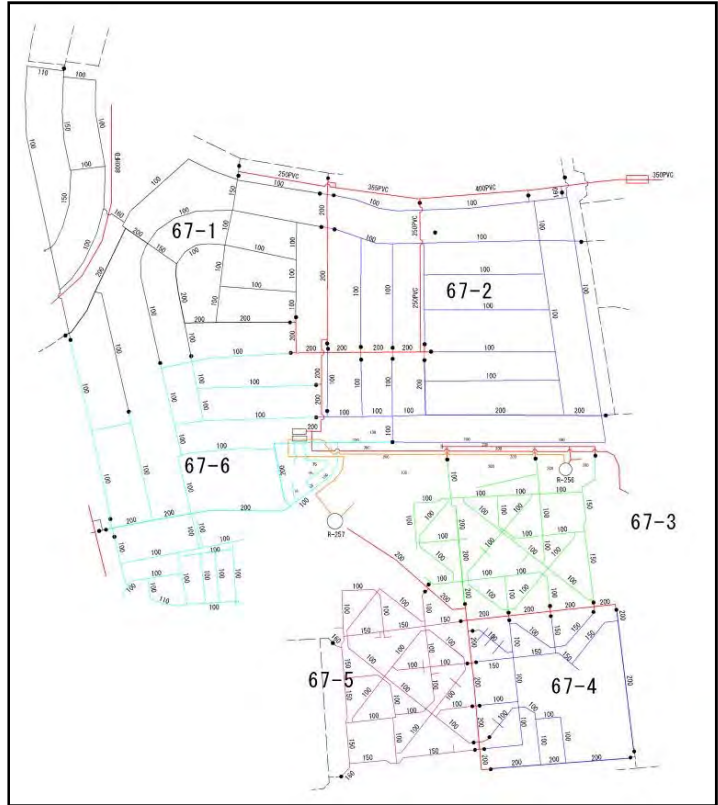


図 2.2.2 セクター67 の管網図

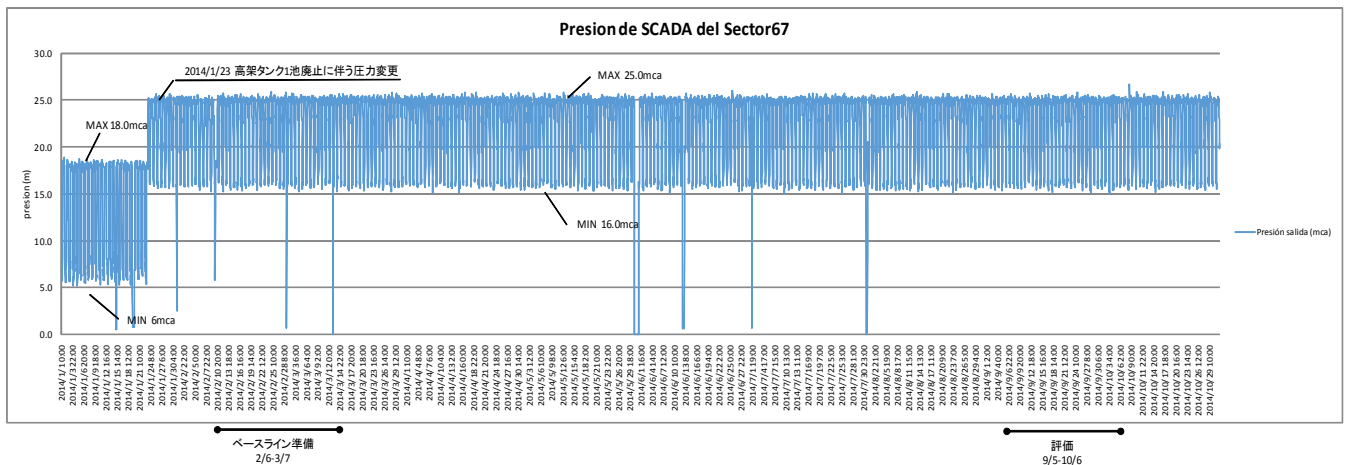


図2.2.3 セクター 67のSCADA圧力グラフ

(4) 高架タンクの配水量の計測

夜間最少流量の測定の研究として、高架タンクNo.257の廃止に当り、二つの高架タンクの配水量の測定を行った。No257の配水量の実測結果(2013年11月6日夜間)、夜間の最小流量は3:07頃の14.65～14.85m³/hであった。No256(サブセクター3)の夜間の最小流量(2013年11月7日夜間)は4:11頃に26.58～26.87m³/hであった。高架タンク1池の廃止前と廃止後の夜間最小流量を比較すると、約20m³/hが減少しており、圧力変更による漏水削減の効果がでていいることがわかる。

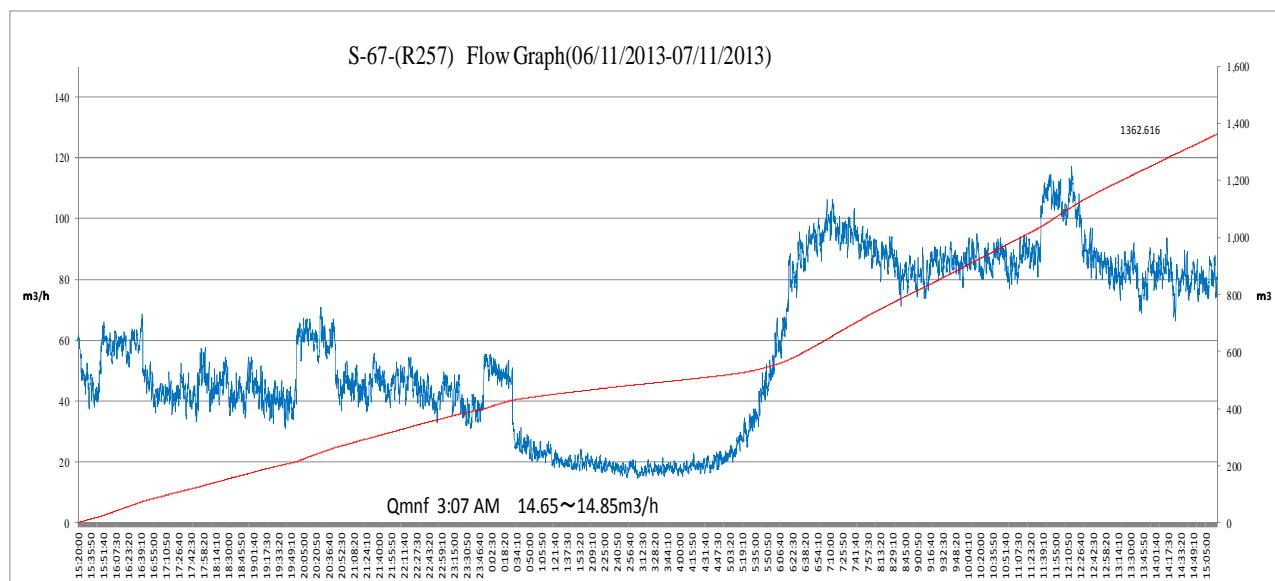


図2.2.4 高架タンク257の配水量曲線グラフ

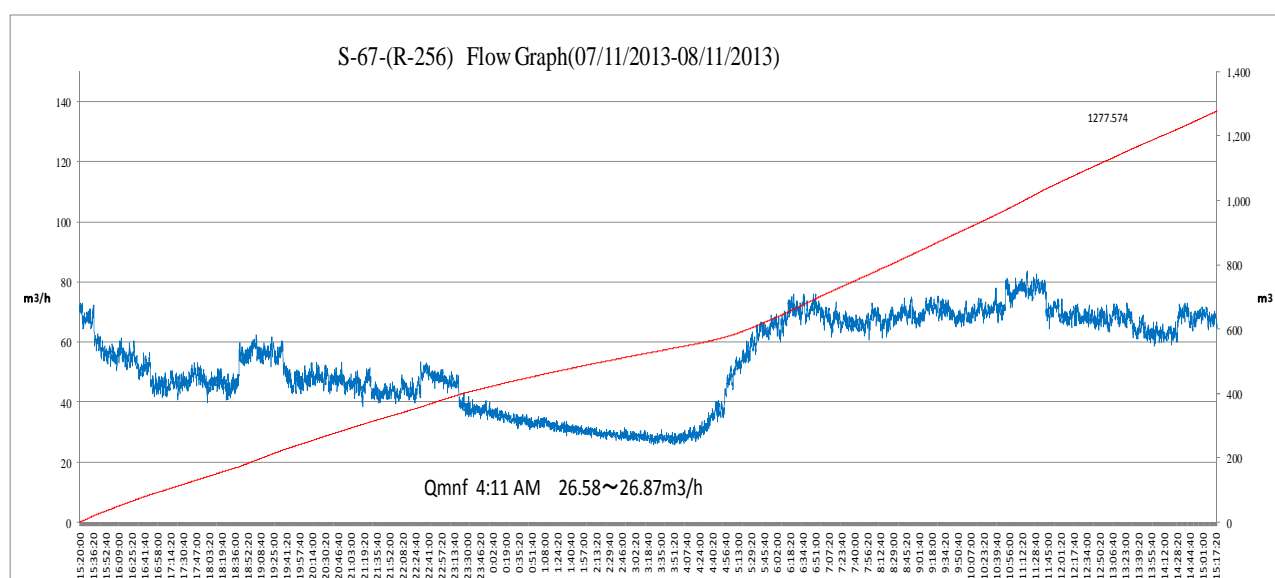


図2.2.5 高架タンク256の配水量曲線グラフ

表 2.2.7 高架タンク 1 池廃止前後の夜間最小流量の比較

廃止前		Qmnf (m ³ /h)	Q Total (m ³ /dia)
R256	サブセクター3、4、5 の明確な配水系統 の分離無し	26.58~26.87	1,277
R257		14.65~14.85	1,362
Total		41.48	2,639

廃止後		Qmnf (m ³ /h)	Q Total (m ³ /dia)
R256	サブセクター3	8.57	784
R257	サブセクター4、5	14.94	1,231
Total		23.51	2,015

(5) セクター内の圧力測定 (水圧データロガーによる測定の 0JT)

セクター67の高架タンクNo.257の廃止後、スキャダーの配水圧力の調整を計画した。しかし、スルキージョ事務所は、水圧データを継続的に測定する機器を有していなかったため、プレーニャ事務所から水圧データロガーを借用し、データロガーの取り扱いにつき12月19日に現場実習を行った。



(6) サブセクター化の立会い、圧力観測

高架タンク No.257 の廃止による配水系統の切り替え準備のために、2014 年 1 月から相当数の日数を費やして中階層の集合住宅の団地が住居形態の大半を占めているエリアの配水管網とバルブの確認を行った。昼間の動水圧で 30mca を下回らないように SCADA の水圧を設定し、配水圧にどのような変化をもたらすかを現場で観測した。同時に、管網の繋がり、バルブの機能等をチェックした。1月2日以降に継続的に水圧データのモニターリングを行った。



表 2.2.8 サブセクター化の立会

実施日	実施内容
1/2～1/15	全体の水圧分布を 24 時間以上計測。
1/15～1/27	サブセクターを配水調整した後の水圧データで管網圧力を検証した。
1/27～1/29	数件の苦情があったので、再度圧力をチェック。過度の圧力減少は見られなかった。
1/29～2/4	切り替え後 1 週間を経過しての水圧観察。問題のある水圧は発生していなかった。

配水系統の切り替えは 2014 年 1 月 23 日に行われ、1 月 27 日に切り替え後の水圧を観察したが不適正な圧力は見られなかった。2 月になってのモニタリングでも問題のある水圧のデータは確認できず、2 月 7 日に水圧データロガーを撤去した。セクター内の低区、中区、高区における圧力の変化は下記に示すとおりである。

低区: 昼間の水圧が 50mca から 35mca に低減された。

中区: 昼間は 20～25mca で推移し変化なし。

高区: 一部のエリアが高架タンク系統から SCADA 系統に切り替わり、圧力上昇。

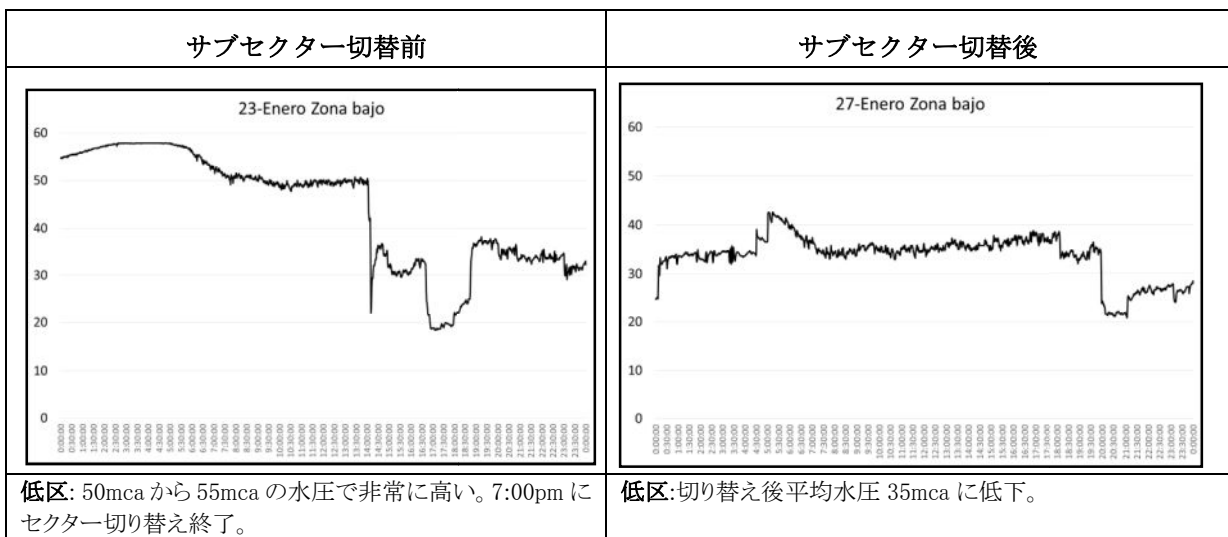


図 2.2.6 低区におけるサブセクター切り替え前後の圧力測定

(7) 顧客データベースと実在給水栓との照合確認

顧客データベースの確認作業のため、センター商務チームが2013年11月14日より11月末にかけて各戸一斉調査を実施した。その結果、セクター外に位置する給水栓の5箇所がセクター内データに入っていることが判明し、データベースの修正が行われた。

- ・ 商務管理部の顧客データベースの確認(請求量データと無収水率計算データの照合)
- ・ セクター内各戸調査の実施、データベースと実在給水栓の照合
- ・ 隣接セクター給水栓との誤接続調査(完全分離確認作業の排水時)

セクター67は給水栓数が4,100栓と多いため、調査目的をメータボックスの位置確認、データベースでメータ無しとなっている箇所の確認に絞った。各戸の使用用途確認は、SEDAPALは毎月の検針時に必ず確認しているため、今回の各戸調査では調査外とした。

調査の結果、156箇所のボックスが正常な位置である宅地の外側の歩道に設置されておらず、宅地の敷地内や戸外の植栽の中に設置されていた。しかし、月毎の検針は可能な状態であるため、移設の必要は無かった。データベース上で、正常給水にも関わらずメータ休止状態、位置不明、メータ無しとなっているものについての調査結果とその対応については下表に示すとおりである。

表 2.2.9 不具合箇所の結果と対応

項目	箇所	結果と対応
メータ休止中	1	メータの設置があったためデータベースを修正。
給水栓位置不明	6	4箇所は位置が判明し、メータを設置。2件は使用者無し。
メータ無し	23	メータの設置が確認されたため、データベースを修正。

2.2.3 無収水削減アクションチームに対する研修(活動 2-3)

専門家チームはアクションチームに対し、パイロットプロジェクトを実施するに当り、無収水削減計画の概論、漏水探知技術、水量・水圧測定技術の理論研修、漏水調査機材の使用方法についての実務研修、漏水調査機材の製作を行った。また、パイロットプロジェクト実施の途中段階において復習のための技術研修を行った。

表 2.2.10 研修プログラムの項目

分類	プログラムの項目
無収水削減計画	・ 無収水の定義、物理的損失対策、商務的損失対策、基礎的対策
漏水探査技術、調査機材使用方法	・ 漏水探知計画作業(選別測定作業、巡回調査作業)の作業計画の立て方 ・ 漏水調査機器の種類と操作方法 ・ 夜間最少流量測定法の実施方法 ・ 漏水位置探知(音聴法、2点式相関法、多点式相関法)の作業方法 ・ 埋設管の位置探知の作業方法

漏水調査機器の製作	<ul style="list-style-type: none"> ・可搬式電磁流量装置の製作指導 ・漏水探知器(音聴棒)の製作指導
水量・水圧測定	<ul style="list-style-type: none"> ・電磁流量計、超音波流量計の測定 ・データロガー測定の方法 ・セクター内の水圧分布測定

(1) 漏水探知技術、調査機材使用方法

1) 漏水探知作業プレゼンテーション

専門家チームは、2013年1月23日ブレーニャ・サービスセンターのアクションチームを主体とする関係者 36 名に対してパイロットプロジェクト実施についてのガイダンスを実施した。出席者はブレーニャ運転維持管理チーム 24 名、ブレーニャ商務チーム 10 名、漏水管理削減チーム 2 名である。①予備調査、②流量計測装置の組立、③夜間最少流量の測定、④流量測定用チャンバーの設置、⑤漏水探知調査、⑥水道メータ精度の確認、⑦一般家庭の給水使用量実態調査についての内容及び実施スケジュールについて調整した。



2) パイロットエリアにおける給水管漏水探知の研修

専門家チームはサービスセンターの運転維持管理チーム(エンジニア、技能工 5 名)に対して、2013 年 3 月 5 日から 7 日の 3 日間、パイロット第 1 エリアであるセクター 18 の給水管 200 箇所を対象にして漏水探知の OJT を行った。本プロジェクトにて調達された音聴棒と電子式音聴棒、ヘッドホン式漏水探知器を使用した。給水管の漏水探知は、音源探知が一般的である。

OJT を実施した結果、既存エリアの給水管及び配水管は塩化ビニル管が多いため、音源探知による漏水の探知という手法だけでは物理的漏水を削減するには限界があることにつき研修員は理解した。このような非金属管の多い配水管網の漏水探知の場合では音が伝わりにくいため音源探知方法では微小な漏水を確実に捕らえることが困難である。音源探知は漏水探知の基本技術ではあるが、音源探知方法に甘んずることなく夜間最少流量の測定等多種の探知方法の見識を広めて業務に展開することが必要であることを強調した。

3) 漏水探知機器の使用説明(マネージメントチーム、エンジニアチーム実務研修)

専門家チームは、マネージメントチームと全支局のエンジニアに呼びかけて漏水探知器の使用方法についての実務研修を行った。

表 2.2.11 漏水探知機器の使用研修

1) マネージメント実務研修の内容

実施月日	2013 年 3 月 18 日(月)
参加者	10 名(マネージメントチーム 4 名、サービスセンター 4 名) 商務局長 ALFREDO YAÑEZ PAJUELO 漏水管理削減チーム長 Ricardo Cisneros Vargas メーター検定登録チーム David Chong 調査規格化計画チーム長 Liliana Gamarra Leon
	漏水探知機器の機能と探査方法について
使用機器	音源探知機器一式、非金属管探知器、多点式相関機器システム
場所	アタルヘア II 事務所内の敷地
実務研修内容	非金属管探知器、多点式相関器を使用した物理的漏水の捉え方についての研修。

2) エンジニアチーム実務研修の内容

実施月日	2013 年 3 月 21 日(木)
参加者	26 名(下表及び他漏水管理削減チーム)
	漏水の基本並びに漏水探知の方法、漏水探知機器の機能と取り扱い方を理論説明し、その後セクター18 において実地研修を行った
使用機器	音源探知機器一式、非金属管探知器、多点式相関機器システム
場所	ブレーニャ・サービスセンター、セクター18
実務研修内容	事前プレゼンテーションの後 Sector18 の公道の消火栓を利用して非金属管探知器、多点式相関器を使用して物理的漏水の捉え方について研修を行った。

3) エンジニアチーム参加部署

部 署	人数
ブレーニャ配管網運転維持管理部	7 名
サンフアン・デ・ルリガンチョ配管網運転維持管理部	2 名
スルキージョ配管網運転維持管理部	1 名
ピヤ・エル・サルバドル配管網運転維持管理部	1 名
アテ・ビタルテ配管網運転維持管理部	2 名
カヤオ配管網運転維持管理部	3 名
コマス配管網運転維持管理部	2 名
中部支局、北部支局、南部支局	各 1 名

マネージメントチーム実務研修状況写真

		
アタルヘア 2 での実務研修	アタルヘア 2 での実務研修	アタルヘア 2 での実務研修


エンジニアチーム実務研修状況写真

		
実務研修前プレゼンテーション	セクター18での実務研修	セクター18での実務研修

4) 多点式相関機器の調査導入

専門家チームは通常の漏水探知作業に多点式漏水探知器を導入して活用してもらうために、2014年2月13日にセクター67において漏水の疑いのある管路で現場実習を実施した。引き続き3月27日にアテ・ビタルテ地区の漏水探知、3月28日にセクター18での試験的調査を行なった。

また、この多点式相関器は盗水の調査にも有効であると思われるので有効性を確認することとした。2015年5月のアテ・ビタルテ・サービスセンターのセクター4における調査では、エル・ピノ地区において疑わしい箇所を6箇所探知したが、試掘を行った結果2箇所において盗水が発見され、多点式相関器使用の有効性が確認された。今後、探知確度を高めるために数日の連続測定を試行することが望まれる。

		
多点式相関の解析	多点式相関の解析	センサーの設置

(2) 漏水調査機器の製作

1) 可搬式電磁流量計装置の製作指導

専門家チームとC/Pは夜間最少流量の測定に使用するために可搬式電磁流量計装置を製作した。この装置を用いれば、サブセクターでの測定を行うことにより漏水存在量の水量が明確になり、漏水箇所の把握もしやすく、配水管網の不具合などを検証することもできるようになる。流量測定は水道運營業務の基本であり、無収水の構成を明らかにするためには、水量測定による現状把握が不可欠である。

測定装置の構造及び測定の方法論を SEDAPAL の C/P に理解させるために、装置の組み立てから

C/P に参画してもらうこととした。漏水管理削減チームと一次配水チームのエンジニアとの協働作業により装置を組み立てた。

可搬式電磁流量計装置は、水量の測定のための測定部、検出される信号を変換表示する信号変換部、電源を供給する電源部に分けられる。機器製作者に筐体、配管部等の加工・組立てを発注した。製作された装置の受領後に、SEDAPAL のエンジニアと配線チェック、動作確認を行った後、本装置を使用し、セクター18 において夜間最少流量の測定活動を行った。

表 2.2.12 装置製作の経緯

月日	内容
2013年3月11日	治具制作者に筐体、配管部等の加工・組立てを発注
4月3日	配線の検討
4月4日	組み立て用電子部品等の購入
4月9日	筐体、配管部の受領確認
4月10日	信号試験(一次配水チーム参加)
4月11日	通水試験(一次配水チーム、無収水管理部)
4月12日	通水試験(アタルヘアタンク検定所)
4月16日	現場稼働試験(セクター18 チャンバー)
4月18日	夜間最少流量の実測(セクター18 チャンバー)

		
信号テスト	システム配管部	動作試験

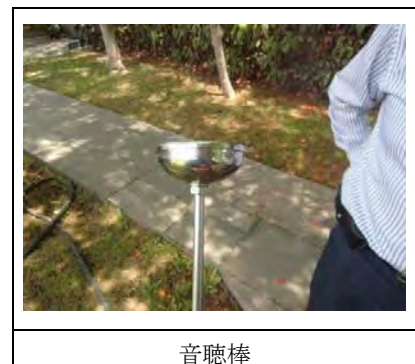
2) 漏水防止機器の製作(音聴棒)

専門家チームと C/P は、可搬式電磁流量計システムの次に、各サービスセンターに 5 本程度配布してバルブの開閉、簡易な漏水の有無確認等に使用されるようにすることを目的として音聴棒を製作した。

(3) 水量、水圧測定

1) 超音波流量計の直列測定による精度比較

専門家チームは、本プロジェクトにて調達した Porta Flow C とスルキージョ事務所所有の Katronic の 2 台の機器による超音波流量計の精度比較と取扱いの OJT を行った。下図の左がスルキージョ所有の



音聴棒

Katronic KATFlow230、右が本邦調達のポーターフローCである。24時間測定値の比較を行った結果、差異は約1.6%であった。測定器のメーカーの違いにより精度が異なるということをOJTで技術指導した。



図 2.2.7 超音波流量計



2) セクター18の水圧分布測定

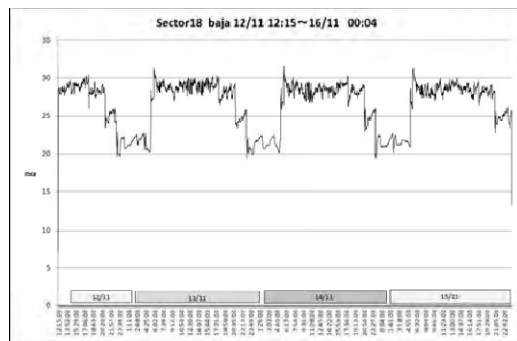
セクター内の圧力はSCADAの2次圧力の制御によって、SCADA地点のみにおいて設定されている。セクター内の標高差を考慮して、低区(Baja)、中区(Media)、高区(Alto)の区毎での調整はされていない。標高は高区のSCADA地点で155m、低区の標高最低地点で135mで20mの位置水頭差がある。



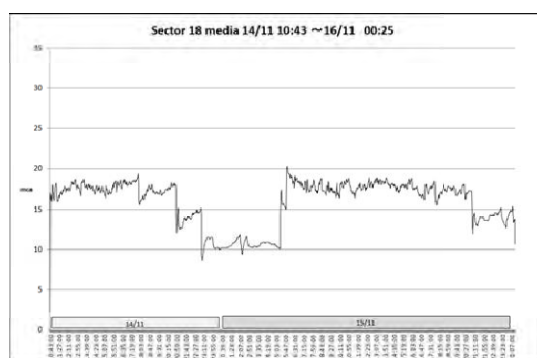
図 2.2.8 等高線と標高

専門家チームとC/Pはブレーニャのセクター18の低区(Baja)、中区(Media)、の高区(Alto)、3区において水圧測定を行った。24時間以上のデータを取得し、それぞれのエリアの一日の水圧変動を明らかにした。そのデータを、中区にあるチャンバーで測定した夜間最少流量測定値のセクター全域の水圧換算に使用した。

右図に2013年11月12日～11月16日の低区の水圧データを示す。最高水圧 30mca、最低水圧20mca、夜間の水圧は20～22.5mcaで推移している。

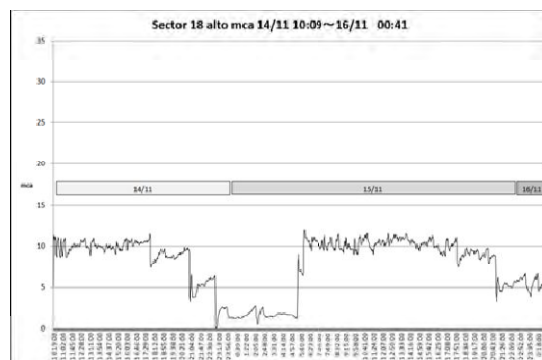


低区の水圧データ



中区の水圧データ

左図に2013年11月14日～11月16日の中区の水圧データを示す。最高水圧18mca、最低水圧10mca、夜間の水圧は10～12mcaで推移している。



高区の水圧データ

右図に2013年11月14日～11月16日の高区の水圧データを示す。最高水圧12mca、最低水圧2mca、夜間の水圧は0～2mcaで推移している

3) 可搬式検定メータの試作及び現場検定の実施

SEDAPAL は商務局のメータ検定登録チームにおいて現場検定用の移動ラボ車両を2台所有しており、現場にてメータ管理のための調査や、違法改造等メータの精度が疑われるものについての検査に使用している。しかしながら、SEDAPAL の首都圏の管轄範囲は広く、全給水栓数は130万栓にも及ぶため、ラボ車両2台の台数では数が不足し機能的ではない。現場のメータ精度に疑いのある場合は迅速に検定作業が出来るように、サービスセンター毎に可搬式の水道メータ検定器を所有することが望ましい。その観点から、専門家チームはメータ検定登録チームと協議し、下記仕様の可搬式水道検定メータ1台をメータ検定登録チームが試作した。既存メータと直列につなぐため、同一通水でのメータ計量の比較が可能である。

検定メータの仕様

使用機材: 電子水道メータ
メータ名: Elster Smart Meter: SM150
定格最少流量 Q1: 12.5 リットル/時間
定格最大流量 Q3: 2.5 m³/時間
Q3/Q1=200
製作費: 約 200US\$/台



可搬式検定メータ

この検定器を使用して、専門家チームと C/P は、セクター18 の給水栓各戸調査時に抜き打ち式で 60 箇所のメータ検定を実施した。このメータの利点は、手軽に現場への持ち運びができ、サービスセンターの商務チームが随時使用できるため迅速な計測が可能である。現場の検討で不具合が見られた場合は第三者検定に回す。

可搬式検定メータを使用し現場にて検定を行い不合格であった 16 個のメータにつき第三者によるメータ検定を行った結果その 86%が不合格であった。請求量データベースの診断や月毎のメータ検針作業時により、メータ不良や不正給水が疑われる場合は、可搬式検定メータを使用して確認を行うことは、既存設置のメータ管理を行う上で効果的であると考えられる。

(4) 発表会、実務講習会

パイロットエリア活動の発表会が 2013 年 4 月 26 日にセクター18 の活動の中間報告として、アクションチーム 4 名の発表によって行われた他、下記実務講習会が行われた。

1) エンジニアチームの活動に係る講習会

2013 年 2 月 19 日に、専門家チームはアクションチームに対して下記のテーマに沿って活動していることについて理解をもらうための勉強会を開いた。出席者は、プレーニャ、スルキージョ、漏水削減管理チーム、委託業者を含めて 17 人であった。

- 漏水探知技術の紹介と OJT
- 計測の重要性と計測に係る OJT
- 無収水、セクター18 の物理的漏水の構成の理解と対策の実施
- メータの器差と不感水量、家庭用使用水量とメータ
- 漏水防止機器の製作とメカニズムの理解、新規技術の活用



2) エンジニアチームへの活動に係る実務講習会

専門家チームは、エンジニアチームに対して実施した活動内容の技術的理解の再確認のために、2014年10月17日に実務講習会を実施した。漏水探知器、特に相関式の原理について理解、水量・水圧の測定機器(超音波流量計、電磁流量計、水圧データロガー)の仕組み、機能等の理解を目的とした。対象者は3サービスセンターの運転維持管理チームのエンジニア、漏水委託会社の班長で18人の参加者であった。

表 2.2.13 講習の内容

カテゴリー	内容
漏水の音	・漏水探知機器の原理と機能(漏水探知器、音聴棒を使用)
漏水探知の方法と分類	・水中センサーを題材にして講習
漏水探知の原理	・相関式機器を操作しながら探知原理を講習
無収水量と無収水指標	・セクタープロジェクトのケーススタディとして分析
漏水量の測定	・座学(S-18,S-67,S-4 の測定の方法)
メータの器差	・座学(メータの不感と器差について)
超音波流量計	・座学と実践(原理の理解)
電磁流量計	・座学(超音波流量計と電磁流量計の精度について)
圧力計	・座学と実践(水圧データロガーの原理の理解)
・水圧差測定による分離化確認 ・サブセクター流入点の流速と圧力	・Sector4 のレポート ・S-67 のケーススタディから

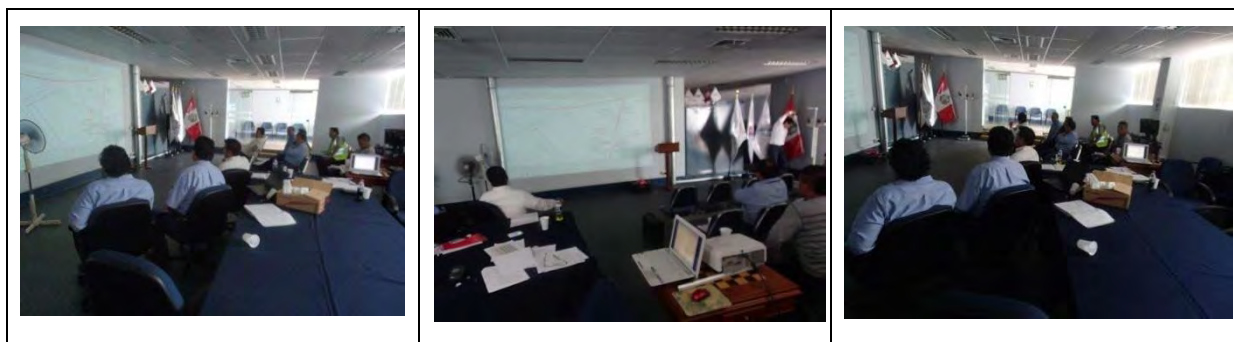


3) スルキージョ・サービスセンターにおける勉強会

専門家チームとC/Pは、セクター67の活動終了時に、次の無収水削減の対象であるセクター65について

での活動計画についてディスカッションを行った。また2回に亘り、勉強会をスルキージョのC/Pを中心として行った。

2015年1月21日は、マニュアルの補完文書として、「POの実施フローと仕様書」、「サブセクター化とチャンバー設置に関する検討方法」につき15人程度のエンジニアの参加を得て勉強会を実施した。また1月27日には、テキストの中の「(3)圧力差によるセクター分離化確認の手法」について勉強会を行った。



4) PROCEAR講習会

SADAPALではルーチン化された業務以外は殆どプロジェクトという名称をつけて業務遂行されることが多い。PROCEARは現在進行している148のプロジェクトの評価推進を主として行うセクションである。PROCEARからの要請に従い、専門家チームは、11月27日にPROCEARのエンジニアを対象に、PROCEARの業務評価力の向上につながるものと思われるカテゴリーから取捨選別して講習会を行った。

表 2.2.14 PROCEAR 講習会の内容

No	講習内容	
1	プロジェクトで行ったモニタリングの方法 パイロットエリアで行った水量測定の方法 チャンバーのタイプと活用方法	9:30-10:00
2	電磁式測定システム、超音波流量計測定システム 通信方式の測定システム、データの特性、活用方法	10:00-10:15
3	電磁式流量計、超音波流量計、水圧データロガー	10:30-11:00
4	セクターの分離化確認の方法 (完全排水法、音聴法、差圧確認)	11:00-11:15
5	セクター67のサブセクターの流速について	11:15-11:30
6	セクターのデータシートの活用方法	11:30-11:45
7	セクター化のチェックリスト	11:45-12:00
8	石綿セメント管の診断方法(3つの診断方法の紹介)	12:00-12:45

2.2.4 パイロットプロジェクトの調査計画策定に係る OJT(活動 2-4)

専門家チームは、アクションチームに対しパイロットエリアの無収水の現状(セクターの配水量、請求水量、無収水率の把握)、顧客データベース(台帳)の整備状況の確認、無収水率計算過程、セクター内の

配水管網の状況、水道メータの設置状況等を分析し、調査計画の策定に係るOJTを行った。サブセクター化のデザインでは、バルブ及びチャンバーの位置選定、試掘、バルブ及びチャンバーの設置を行った。

2.2.4.1 パイロット第1エリア

(1)プロジェクト使用の請求水量、配水量データ

月々の無収水率は商務管理チームで編集される請求水量データと一次配水チームの配水量データを基に漏水管理削減チームで計算され公表されている。そのデータ内容とパイロットプロジェクトで使用するデータ内容が一致していなければならない。しかしながら、扱うデータベースの内容がSEDAPAL内の作業チーム毎で異なる場合があるため、プロジェクト用データの統一化を図ることとした。

1) パイロットエリアにおける商務データベースの管理状況

開発調査局の情報技術処理チームは顧客データベースの管理システムであるOPEN-SGC(オープンシステム)を管理している。サービスセンターの委託業者による検針データは、毎月サービスセンターの商務部でチェックされた後、請求水量としてオープンシステムに入力され、システム内で請求金額が自動計算される。不明瞭なデータやSEDAPALの基準に従い、システム上で異常と判断されたデータは、サービスセンターで再確、修正後再入力される。請求水量として、メータ検針できなかったデータもSUNASSの規定に従って非検針データ(Promedia: 中間値、Asignacion: 推定値)として請求される。

データベースは基本的に行政区(Distrito)単位で整理されているが、本局の商務管理部において無収水率の計算用にセクター単位のデータに編集され(月毎の集計のみ)、漏水管理削減チームに送られる。漏水管理削減チームではこのデータを基にセクター毎の無収水率の計算を行う。

サービスセンターでの業務活動は、顧客データベースを対象として行われている。日常の契約、メータ検針、給水栓の整備、維持管理の活動の中で、新規追加事項、修正、更新事項があればオープンシステムのデータベースを更新、修正する。料金請求についてはセクターという概念は無く、センターでもセクター単位のデータベースは通常扱わない。無収水率を扱う場合にのみ必要となる。従って、本プロジェクトのようにセクター別の詳細データの必要がある場合には、センターあるいは商務管理部で特別に編集する必要があった。データの流れは次図に示すとおりである。

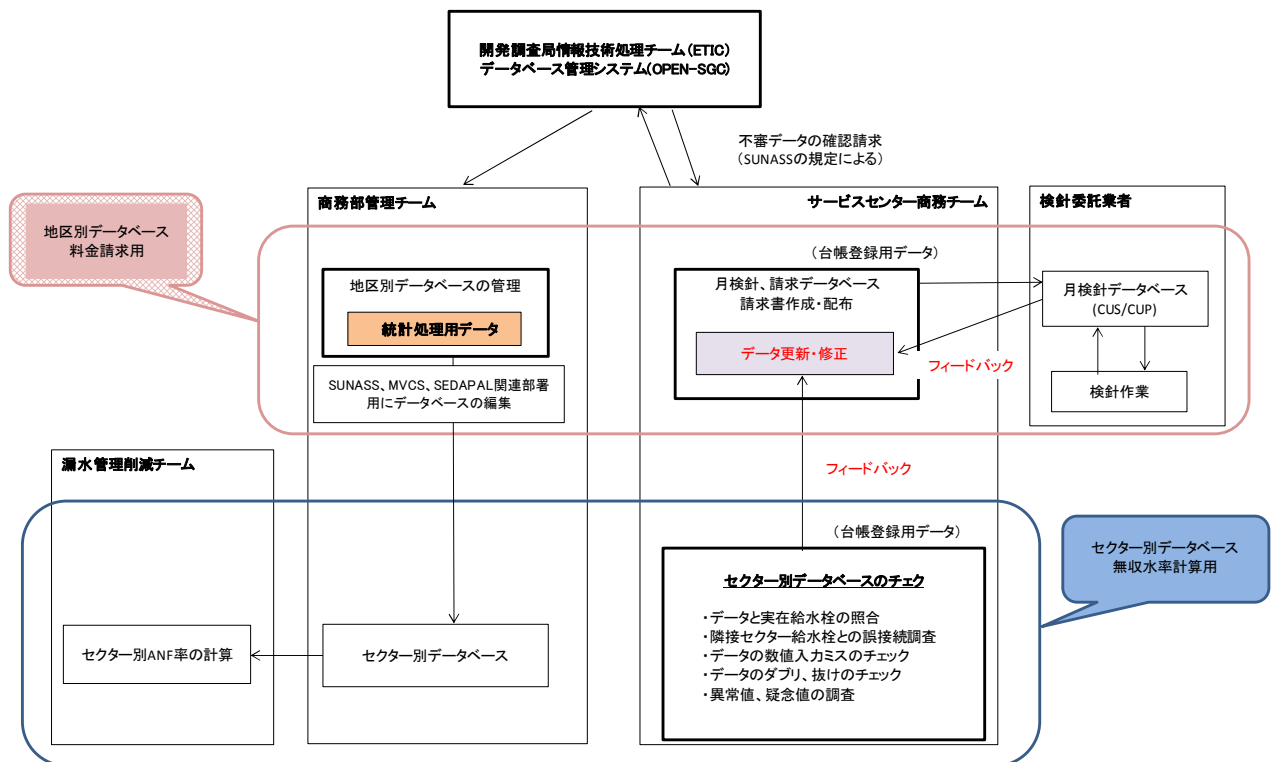


図2.2.9 顧客データベース管理図

2) プロジェクト用使用データの決定

JICA専門家の依頼に応じてブレーニャ・サービスセンター及び商務管理チームからプロジェクト用のデータの提出があった。しかしこれらのデータにおいて様式の不揃い、データの不一致、欠損があったため、マネージメントチーム会議にて、データの出所を本局の商務管理チームに一本化することと決めた。

専門家チームは、商務管理部から収集したデータの各月別請求水量(m³/月)を漏水管理削減チームが無収水率計算に使用したデータと照合し、請求水量に乖離のないことの確認を行った。プロジェクト用のデータとして使用できることを確認した上で、商務管理部データをアクションチームに配布した。

(2) 無収水率計算の過程(データハンドリング)

無収水率は、セクター流入量(配水量)から請求水量を差し引いたものを無収水量とし、無収水率を算定している。従って、精度の高い無収水率を算定するためには、セクター流入量と請求水量の両データが正確で、誤差のない数値であることが求められる。セクター流入量は流入点のSCADAシステムによって測定されている。請求水量は各戸の水道メータの検針を基本として求められている。

無収水量 = セクター流入量(配水量) - 請求水量(非検針量を含む)

無収水率 = (無収水量 / セクター流入量) × 100

請求水量

請求水量はセクター内各戸のメータ検針値から前月との差分を計算し、請求量として顧客管理用データベースにインプットされている。メータの検針作業は、セクター毎に決められた下図に示す月々の検針サイクルに従って、委託業者により行われている。検針サイクルで予定された検針日に、その日の内に一斉にメータの読取りが行われる。検針作業は休日には行わないため検針日は月によりずれがある。委託業者の読取った検針値はチェックされ、異常値の場合は確認作業が行われる。

2013年の各月の請求水量算定期間を下表に示す。無収水率計算上の期間は、例えば、2013年9月の場合、セクター18は12サイクルで9月14日が検針日となり、8月14日12:00から9月14日12:00までが請求水量計算上の期間となる。

Ciclos	Setiembre - 2013																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
	lun	mar	mie	jue	vie	sab	dom	lun	mar	mie	jue	vie	sab	dom	lun	mar	mie	jue
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
CALLAO		115		106	107	37		112	100		109	108	102			105	103	
CALLAO		116		120	111	113			101		114	280					104	
CALLAO									110		121							
COMAS	79	200	206	81	83	84		80	85	208	210	211	212		213		389	
COMAS	82	201		204	205			207	86	209	251		367		362		390	
COMAS	202							352	350	353			368		364			
COMAS								363	355				369		385			
COMAS									356				392					
COMAS									361									
COMAS									366									
COMAS									384									
BREQA	32	34	30	41	16	46		14	47	25	10	9	17		8	7	12	6
BREQA	33	36	31	42	45			15	48	29	26	35	18		13	11		
BREQA		43	44										19					
ATE VITARTE			24						151		153	78	1		2	150	3	155
ATE VITARTE									158		154	152					4	168
ATE VITARTE									165			396					20	
SAN JUAN DE LURIGANCHO		128							407	417		418						422
SAN JUAN DE LURIGANCHO																		425
SURQUILLO	54	55	38	64	35	50		65	52	40	51	49	27		28	62	92	
SURQUILLO		60	56	74	67	57		66	70	58			53		61	95	94	
SURQUILLO					98	69		68		72			63		96			
SURQUILLO								90					71					
SURQUILLO													73					
VILLA EL SALVADOR	316	320	315	321	301	314		305	308	302	300	303			319	429	306	428
VILLA EL SALVADOR	317		325	326	312			330	311	309	304	329				430	431	446
VILLA EL SALVADOR	318		349		322				324	328	307					454	442	459
VILLA EL SALVADOR																	443	
VILLA EL SALVADOR																	444	
VILLA EL SALVADOR																	445	

図 2.2.10 検針スケジュール(Ciclos)

表 2.2.15 セクター18 検針サイクル

ANF報告月	SCADA配水量計算期間					
	Sector 18		Sector 67			
2013年1月	12月17日	~	1月16日	12月7日	~	1月8日
2月	1月16日	~	2月15日	1月8日	~	2月7日
3月	2月15日	~	3月15日	2月7日	~	3月7日
4月	3月15日	~	4月15日	3月7日	~	4月6日
5月	4月15日	~	5月15日	4月6日	~	5月7日
6月	5月15日	~	6月14日	5月7日	~	6月6日
7月	6月14日	~	7月15日	6月6日	~	7月6日
8月	7月15日	~	8月14日	7月6日	~	8月6日
9月	8月14日	~	9月14日	8月6日	~	9月6日
10月	9月14日	~	10月16日	9月6日	~	10月7日
11月	10月16日	~	11月15日	10月7日	~	11月7日
12月	11月15日	~	12月17日	11月7日	~	12月9日
2014年1月	12月17日	~	1月15日	12月9日	~	1月7日
2月	1月15日	~	2月14日	1月7日	~	2月6日
3月	2月14日	~	3月15日	2月6日	~	3月7日

セクターへの流入量(配水量)の計算においては請求量期間と配水量期間の一致が図られており、検針日から過去に遡る1ヶ月間(請求水量の算定期間)の検針サイクルに合わせた合計値として算出されている。無収水率計算に使用されている数値と一次配水チームの配水量データの集計との照合を行った結果は下記に示すとおりであり、両データは一致している。

無収水率計算の結果(下表)より2013年9月の配水量119,813m³は一次配水チームの配水量データ(表2.2.18)に示す8月14日の半日から9月14日の半日までの合計値と一致する。この配水量は日配水量の合計であるが、日配水量は時間配水量の合計であり、表2.2.19に示す結果と一致する。

表 2.2.16 SEDAPAL の無収水率の計算表(漏水管理削減チーム作成)

Tiempo	Total Conexiones	Nivel de micromedición	Agua Distribuida	Agua Facturada				Agua No Facturada (ANF)	
				Lectura	Promedio	Asignación	Total	Cantidad	Tasa
	nos	%	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	%
2013/1	1,740	97.41	113,361	76,703	1,244	228	78,175	35,186	31.04
2013/2	1,738	87.97	133,579	76,517	6,029	9	82,555	51,024	38.20
2013/3	1,745	97.94	121,049	78,380	1,812	0	80,192	40,857	33.75
2013/4	1,739	97.64	133,892	84,357	1,586	30	85,973	47,919	35.79
2013/5	1,745	97.19	131,395	78,559	3,171	22	81,752	49,643	37.78
2013/6	1,746	96.68	128,866	70,878	9,040	93	80,011	48,855	37.91
2013/7	1,751	96.46	131,692	65,096	13,568	45	78,709	52,983	40.23
2013/8	1,752	96.80	125,458	65,758	5,840	0	71,598	53,860	42.93
2013/9	1,751	97.14	119,813	72,636	6,156	2,897	81,689	38,124	31.82
2013/10	1,748	96.97	113,888	74,938	4,018	18	78,974	34,914	30.66

Agosto 14 - Sept 14
Sept 14 - Oct 16

Lecyura de Sept 14
Lecyura de Oct 16

時間配水量はSCADAシステムによりセクターの流入点に設けられた流量計から約3分間隔で伝送された測定データを基に計算されている。伝送の生データから日配水量を算出したものと、時間配水量から日配水量を比較した結果は下記計算結果に示されるように1%の誤差以下で一致する。

配水量の計算において、無収水率に影響する誤差が発生するのはこの過程であるが、この1%の配水量の誤差が、無収水率に与える影響は1%以下である。

表 2.2.17 日流量算出過程誤差の確認

日付	時間量の合計 m ³ /日	生データの合計 m ³ /日	率
2013年8月15日	4,536	4,549	0.997
2013年8月16日	4,207	4,166	1.010

表 2.2.18 SCADA による配水量データ(一次配水チーム)

ESTACIÓN: S0018

Av. Canada cdra 13 / Av. Luis Aldana

	Caudal (lps)		Volumen (m3)		
	Prom	Máx	Mín	Prom	
2013/8/14	53	81	19	4,580	2,290
2013/8/15	53	74	19	4,536	4,536
2013/8/16	49	93	15	4,207	4,207
2013/8/17	45	70	0	3,925	3,925
2013/8/18	41	65	20	3,584	3,584
2013/8/19	48	75	0	4,122	4,122
2013/8/20	48	69	18	4,132	4,132
2013/8/21	49	77	19	4,194	4,194
2013/8/22	48	78	17	4,183	4,183
2013/8/23	49	74	19	4,202	4,202
2013/8/24	48	78	19	4,173	4,173
2013/8/25	44	66	19	3,801	3,801
2013/8/26	48	80	18	4,118	4,118
2013/8/27	48	78	13	4,108	4,108
2013/8/28	49	71	15	4,207	4,207
2013/8/29	49	73	16	4,252	4,252
2013/8/30	44	73	15	3,767	3,767
2013/8/31	45	73	16	3,888	3,888
2013/9/1	43	66	23	3,689	3,689
2013/9/2	17	84	0	1,502	1,502
2013/9/3	42	70	4	3,604	3,604
2013/9/4	51	74	13	4,406	4,406
2013/9/5	50	75	20	4,279	4,279
2013/9/6	49	74	23	4,205	4,205
2013/9/7	39	75	0	3,365	3,365
2013/9/8	45	105	0	3,866	3,866
2013/9/9	30	70	16	2,631	2,631
2013/9/10	41	70	15	3,546	3,546
2013/9/11	40	63	15	3,452	3,452
2013/9/12	44	68	15	3,788	3,788
2013/9/13	45	200	0	3,908	3,908
2013/9/14	44	66	17	3,769	1,884
2013/9/15	38	61	17	3,256	3,256
2013/9/16	41	68	11	3,524	3,524
2013/9/17	42	72	2	3,626	3,626
2013/9/18	44	81	7	3,797	3,797
2013/9/19	46	68	9	3,999	3,999
2013/9/20	44	67	20	3,784	3,784
2013/9/21	42	66	0	3,636	3,636
2013/9/22	37	59	11	3,233	3,233
2013/9/23	41	62	13	3,570	3,570
2013/9/24	41	62	12	3,550	3,550
2013/9/25	41	76	15	3,573	3,573
2013/9/26	42	90	0	3,640	3,640
2013/9/27	29	94	0	2,487	2,487
2013/9/28	48	72	0	4,149	4,149
2013/9/29	39	61	13	3,333	3,333
2013/9/30	43	68	12	3,727	3,727
2013/10/1	40	160	0	3,461	3,461
2013/10/2	40	114	0	3,451	3,451
2013/10/3	42	76	-10	3,649	3,649
2013/10/4	43	66	1	3,731	3,731
2013/10/5	43	69	15	3,704	3,704
2013/10/6	38	61	14	3,288	3,288
2013/10/7	42	66	12	3,615	3,615
2013/10/8	37	60	3	3,231	3,231
2013/10/9	42	66	11	3,621	3,621
2013/10/10	39	62	12	3,364	3,364
2013/10/11	43	68	14	3,741	3,741
2013/10/12	43	74	21	3,675	3,675
2013/10/13	38	61	11	3,277	3,277
2013/10/14	43	69	14	3,712	3,712
2013/10/15	43	70	13	3,758	3,758
2013/10/16	43	65	13	3,690	1,845

119,813

113,888

表 2.2.19 時間配水量データ(一次配水チーム)

CENTRO DE SERVICIO:		BREÑA						
DISTRITO:	DISTRITO:	LA VICTORIA						
ESTACIÓN:	ESTACIÓN:	S0018 Av. Canada cdra						
		Caudal salida (Ips)			Presión salida (mca)			Volumen (m3)
		Prom	Máx	Mín	Prom	Máx	Mín	Prom
14/08/2013 20:00	41501	57	61	54	18.2	19.2	17.1	204
14/08/2013 21:00	41501	45	48	37	11.6	13.6	9.5	162
14/08/2013 22:00	41501	45	46	45	11.6	12.4	10.8	163
14/08/2013 23:00	41501	42	46	40	11.2	13.5	9.6	153
15/08/2013 00:00	41501	34	39	19	6.7	8.1	3.6	122
15/08/2013 01:00	41501	31	33	27	6.1	6.7	5.0	110
15/08/2013 02:00	41501	30	30	30	6.5	6.8	6.3	108
15/08/2013 03:00	41501	28	28	28	7.0	7.1	7.1	101
15/08/2013 04:00	41501	27	28	25	6.6	6.2	6.2	97
15/08/2013 05:00	41501	27	29	25	6.6	7.0	5.7	96
15/08/2013 06:00	41501	34	41	30	10.0	12.8	8.6	123
15/08/2013 07:00	41501	46	53	39	13.9	15.9	12.1	165
15/08/2013 08:00	41501	64	67	62	17.9	19.0	17.0	231
15/08/2013 09:00	41501	66	68	66	18.4	19.1	17.7	239
15/08/2013 10:00	41501	69	71	65	18.1	18.9	17.2	247
15/08/2013 11:00	41501	69	70	67	18.1	18.7	17.3	248
15/08/2013 12:00	41502	70	74	68	17.9	18.8	17.1	251
15/08/2013 13:00	41502	70	72	66	17.6	18.2	17.1	251
15/08/2013 14:00	41502	69	70	66	18.0	19.0	17.2	249
15/08/2013 15:00	41502	68	69	66	17.8	18.6	16.9	244
15/08/2013 16:00	41502	69	70	66	17.9	18.9	17.4	248
15/08/2013 17:00	41502	67	70	66	17.7	18.3	17.3	242
15/08/2013 18:00	41502	65	69	62	18.3	19.2	17.4	233
15/08/2013 19:00	41502	61	66	58	17.9	18.9	17.0	219
15/08/2013 20:00	41502	58	62	50	18.3	19.4	15.9	210
15/08/2013 21:00	41502	46	56	40	12.3	13.6	10.7	166
15/08/2013 22:00	41502	48	49	47	11.4	12.3	9.8	172
15/08/2013 23:00	41502	46	48	43	12.1	13.7	9.7	165
16/08/2013 00:00	41502	34	48	27	6.7	9.6	4.8	122
16/08/2013 01:00	41502	30	34	25	6.5	8.0	4.9	109
16/08/2013 02:00	41502	30	31	30	7.0	7.1	7.0	108
16/08/2013 03:00	41502	27	27	27	5.8	5.9	5.9	97
16/08/2013 04:00	41502	27	31	16	6.1	6.6	4.2	97
16/08/2013 05:00	41502	27	27	27	6.2	6.2	6.0	97
16/08/2013 06:00	41502	33	34	32	9.1	9.4	9.0	119
16/08/2013 07:00	41502	41	46	37	9.7	9.7	9.1	146
16/08/2013 08:00	41502	60	79	50	12.8	21.7	10.9	217
16/08/2013 09:00	41502	67	71	63	17.9	18.8	16.9	241
16/08/2013 10:00	41502	68	93	64	17.9	24.3	16.1	245
16/08/2013 11:00	41502	70	76	64	18.2	19.1	16.8	253
16/08/2013 12:00	41503	72	75	70	17.7	18.7	16.7	260
16/08/2013 13:00	41503	71	75	67	18.0	19.1	16.9	256
16/08/2013 14:00	41503	69	74	63	17.7	19.1	16.8	250
16/08/2013 15:00	41503	70	78	67	17.7	18.4	17.0	254
16/08/2013 16:00	41503	72	75	70	18.3	18.9	17.1	258
16/08/2013 17:00	41503	69	73	67	17.8	19.2	16.8	249
16/08/2013 18:00	41503	59	68	38	18.1	19.0	16.8	211
16/08/2013 19:00	41503	43	54	37	18.0	20.1	16.6	154
16/08/2013 20:00	41503	38	45	35	17.6	20.2	16.4	137
16/08/2013 21:00	41503	31	41	15	12.2	15.0	8.8	111
16/08/2013 22:00	41503	32	35	29	12.0	12.6	11.1	114
16/08/2013 23:00	41503	28	35	19	11.6	14.4	9.7	101
17/08/2013 00:00	41503	21	38	0	6.6	7.9	4.2	74
17/08/2013 01:00	41503	17	17	17	5.5	5.8	5.2	60

4.536

4.207

(3) 非検針水量(平均値:Promedia、推定値:Asignacion)の無収水率に対する影響

現在 SEDAPAL で使用しているデータベースは水道料金請求を目的として整備されているものである。検針時メータ無し、検針読み不明、故障、逆設置、違法改造、破壊の場合のように水道メータの検針ができず、メータの読み値が請求に使用できない場合は、国家衛生事業監督庁(SUNASS)の基準に従って、平均値(Promedia)や推定値(Asignacion)を適用し、請求水量は下記の 3 つの合計使用量より決められている。

- ① 検針値による請求水量
- ② 平均使用量(直近月 6 か月の使用量実績による)
- ③ 推定使用量(過去の検針実績値が無い場合、SUNASS の用途別標準使用量の基準による)

推定値は商業用、工業用では適用値が実際に比して過少である場合が多い。SUNASS の規準は顧客側に配慮したもので、平均使用量の 50%が適用される場合もある。

表 2.2.20 SUNAS の推定値適用基準

用途区分	請求水量 m3/月
貧困者	12
一般家庭	30
商業	18
工業	27
官公庁	34

これらの場合の計算は SEDAPAL の請求金額計算システム(データベース管理システム)によって自動計算されているが、客のクレーム、長期間にわたる平均値使用の場合や請求金額を調整する必要がある場合は商務部のデータ分析・管理担当者の判断による処理が行われている。

この検針できない場合における請求水量の適用処理において実際の使用量との乖離が生じ、非検針水量が多いと、これが無収水率の計算に誤差として影響を与える可能性がある。無収水率計算を正確に行うには、これらのデータベースの数値を修正し、無収水計算用のデータベースを作成し無収水率計算に適用することが必要と考えられる。

SEDAPAL のデータベースと数値をより現実に近づけるために修正したデータを使用した場合の無収水率計算の結果の差(誤差)の程度を知るためにセクター18 のデータ(2010 年 1 月～2013 年 10 月)を使用して試算を行った。結果は表 2.2.21 に示すとおりであるが、平均値、推定値の合計が全体水量に比して少ない(2013年1月から10月までの合計の平均では7.0%)ため、月の誤差は概ね平均で0.5%となり、非検針水量の適用における無収水率に対する影響はほとんど無い。しかし、非検針水量の比率が多い場合には、無収水率への影響が大きくなる場合も考えられるため留意が必要である。

表 2.2.21 原データと補正データによる無収水率の差

Tiempo	配水量	原データ			補正データ			無収水率 の差
		請求水量	無収水量	無収水率	請求水量	無収水量	無収水率	
	m ³	m ³	m ³	%	m ³	m ³	%	%
2010/1	126,369	69,568	56,801	44.95	70,554	55,815	44.17	0.78
2010/2	134,246	79,712	54,534	40.62	80,118	54,128	40.32	0.30
2010/3	139,818	80,963	58,855	42.09	81,363	58,455	41.81	0.29
2010/4	140,799	77,595	63,204	44.89	78,198	62,601	44.46	0.43
2010/5	125,804	70,722	55,082	43.78	71,945	53,859	42.81	0.97
2010/6	131,444	71,455	59,989	45.64	72,435	59,009	44.89	0.75
2010/7	121,497	67,076	54,421	44.79	70,010	51,487	42.38	2.42
2010/8	120,947	67,821	53,126	43.93	68,468	52,479	43.39	0.54
2010/9	127,205	73,089	54,116	42.54	73,327	53,878	42.35	0.19
2010/10	123,325	69,015	54,310	44.04	73,148	50,177	40.69	3.35
2010/11	122,940	75,228	47,712	38.81	75,654	47,286	38.46	0.35
2010/12	123,390	74,367	49,023	39.73	75,068	48,322	39.16	0.57
2011/1	123,078	76,457	46,621	37.88	76,849	46,229	37.56	0.32
2011/2	135,776	82,646	53,130	39.13	83,523	52,253	38.48	0.65
2011/3	128,752	79,980	48,772	37.88	80,655	48,097	37.36	0.52
2011/4	133,857	78,591	55,266	41.29	79,280	54,577	40.77	0.51
2011/5	131,118	77,102	54,016	41.20	77,784	53,334	40.68	0.52
2011/6	127,240	73,817	53,423	41.99	85,540	41,700	32.77	9.21
2011/7	122,693	71,509	51,184	41.72	72,338	50,355	41.04	0.68
2011/8	123,809	71,056	52,753	42.61	71,744	52,065	42.05	0.56
2011/9	120,873	70,003	50,870	42.09	70,507	50,366	41.67	0.42
2011/10	130,981	75,760	55,221	42.16	76,118	54,863	41.89	0.27
2011/11	132,708	76,453	56,255	42.39	77,026	55,682	41.96	0.43
2011/12	132,010	77,250	54,760	41.48	77,529	54,481	41.27	0.21
2012/1	129,033	78,897	50,136	38.86	79,240	49,793	38.59	0.27
2012/2	117,160	78,815	38,345	32.73	79,492	37,668	32.15	0.58
2012/3	125,576	81,931	43,645	34.76	82,650	42,926	34.18	0.57
2012/4	132,570	84,547	48,023	36.22	85,468	47,102	35.53	0.69
2012/5	116,178	78,945	37,233	32.05	85,748	30,430	26.19	5.86
2012/6	120,705	75,976	44,729	37.06	76,634	44,071	36.51	0.54
2012/7	126,483	78,940	47,543	37.59	79,591	46,892	37.07	0.51
2012/8	124,523	75,023	49,500	39.75	75,745	48,778	39.17	0.58
2012/9	122,335	72,278	50,057	40.92	72,539	49,796	40.70	0.21
2012/10	129,252	74,592	54,660	42.29	76,132	53,120	41.10	1.19
2012/11	128,235	74,359	53,876	42.01	74,515	53,720	41.89	0.12
2012/12	139,036	80,396	58,640	42.18	81,247	57,789	41.56	0.61
2013/1	113,361	78,175	35,186	31.04	79,010	34,351	30.30	0.74
2013/2	133,579	82,555	51,024	38.20	82,764	50,815	38.04	0.16
2013/3	121,049	80,192	40,857	33.75	80,286	40,763	33.67	0.08
2013/4	133,892	85,973	47,919	35.79	86,095	47,797	35.70	0.09
2013/5	131,395	81,752	49,643	37.78	82,212	49,183	37.43	0.35
2013/6	128,866	80,011	48,855	37.91	80,217	48,649	37.75	0.16
2013/7	131,692	78,709	52,983	40.23	78,892	52,800	40.09	0.14
2013/8	125,458	71,598	53,860	42.93	73,656	51,802	41.29	1.64
2013/9	119,813	81,689	38,124	31.82	79,245	40,568	33.86	-2.04
2013/10	113,888	78,974	34,914	30.66	79,050	34,838	30.59	0.07
2013/11	108,155	73,722	34,433	31.84	73,995	34,160	31.58	0.25

不自然なデータ箇所を下記条件で修正した。結論としては、修正前との無収水率の差は最大2%、概ね1%以下である。

Promedio (緑色)、Asignacion (青色)を過去6か月の請求水量の平均値とした。

薄青色のセルは一回の場合はPromedio (緑色)、Asignacion (青色)と同様扱いとした。二回以上は休止と判断した。

黄色のセルは異常に数値が高く、Promedio (緑色)、Asignacion (青色)の直後の場合が多い。そのままとした。

2012/12/1以前は原データの合計値が漏水管理削減チームによる無収水率計算の請求水量に一致しないため、

その差は不明要因として補正計算にそのまま残した。

(4) サブセクター化のデザインと流量測定チャンバーの建設指導

専門家チームとC/Pは、セクター18のサブセクター化のデザインを行い、夜間最少流量測定のための可搬式電磁流量計装置の据え付け用のチャンバーを建設するため、チャンバーの仕様並びに建設位置の協議を2013年2月に行った。3月前半に設置位置を検討して候補地について試掘が行われた。管路上部に高圧電気ケーブルが埋設されていたが、適切な位置が他にはないため高圧電気ケーブルを迂回して対応することとし、3月26日に築造を開始した。チャンバーの建設仕様はSEDAPALの仕様書に準じることとし、築造はSEDAPALが委託業者に発注して行った。

夜間最少流量を計測し漏水を特定するためには、セクターを細分化することが必要であるが、セクター18では配水管にバルブを3箇所設置することにより、7ブロックに分割した流量の特定が、今回設置した1箇所のチャンバーでの計測によって可能となった。また、漏水直接測定のための区画についてはバルブを12箇所追加設置した。

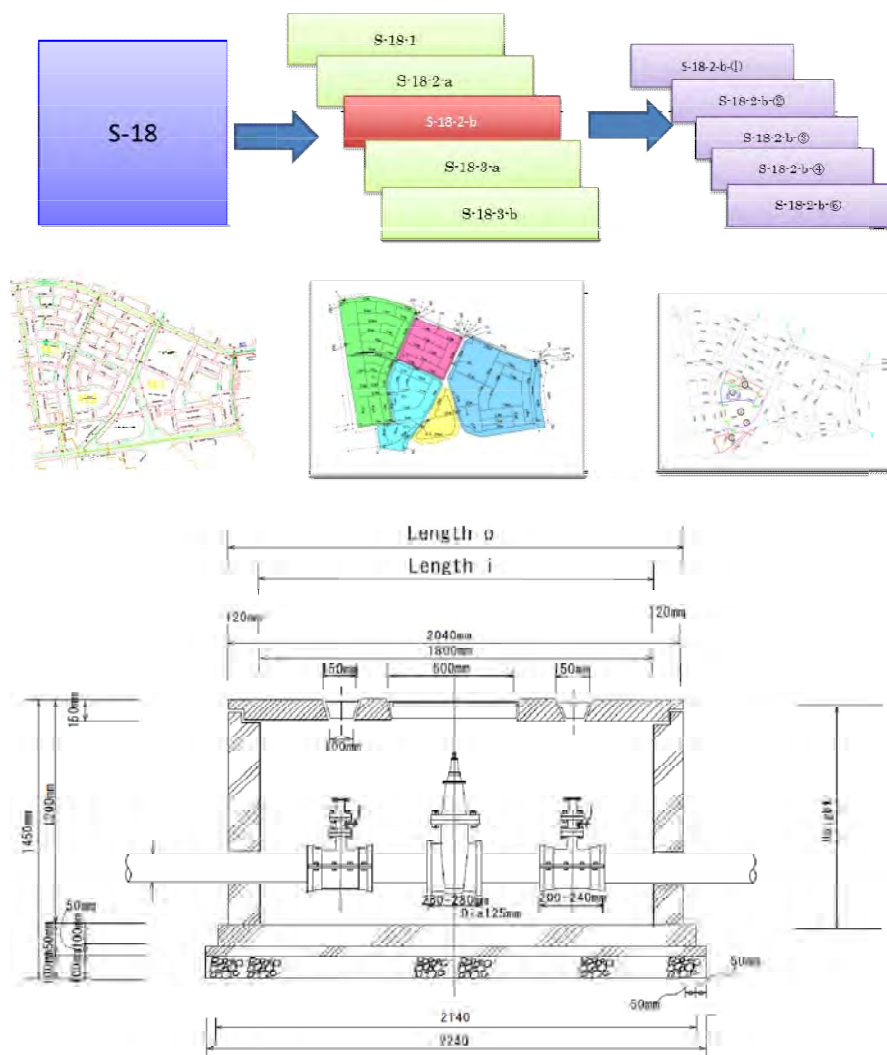


図 2.2.11 流量計測チャンバーの構造

(5) 商務的損失対策調査内容の検討

専門家チームは商務関係の無収水調査計画についてマネジメントチームと話し合い、下図に示すフローチャートのとおり決めた。商務的な無収水の要因は表 2.2.22 に示すとおりで、これに関する活動を行うこととした。

商務的無収水削減活動のフローチャート

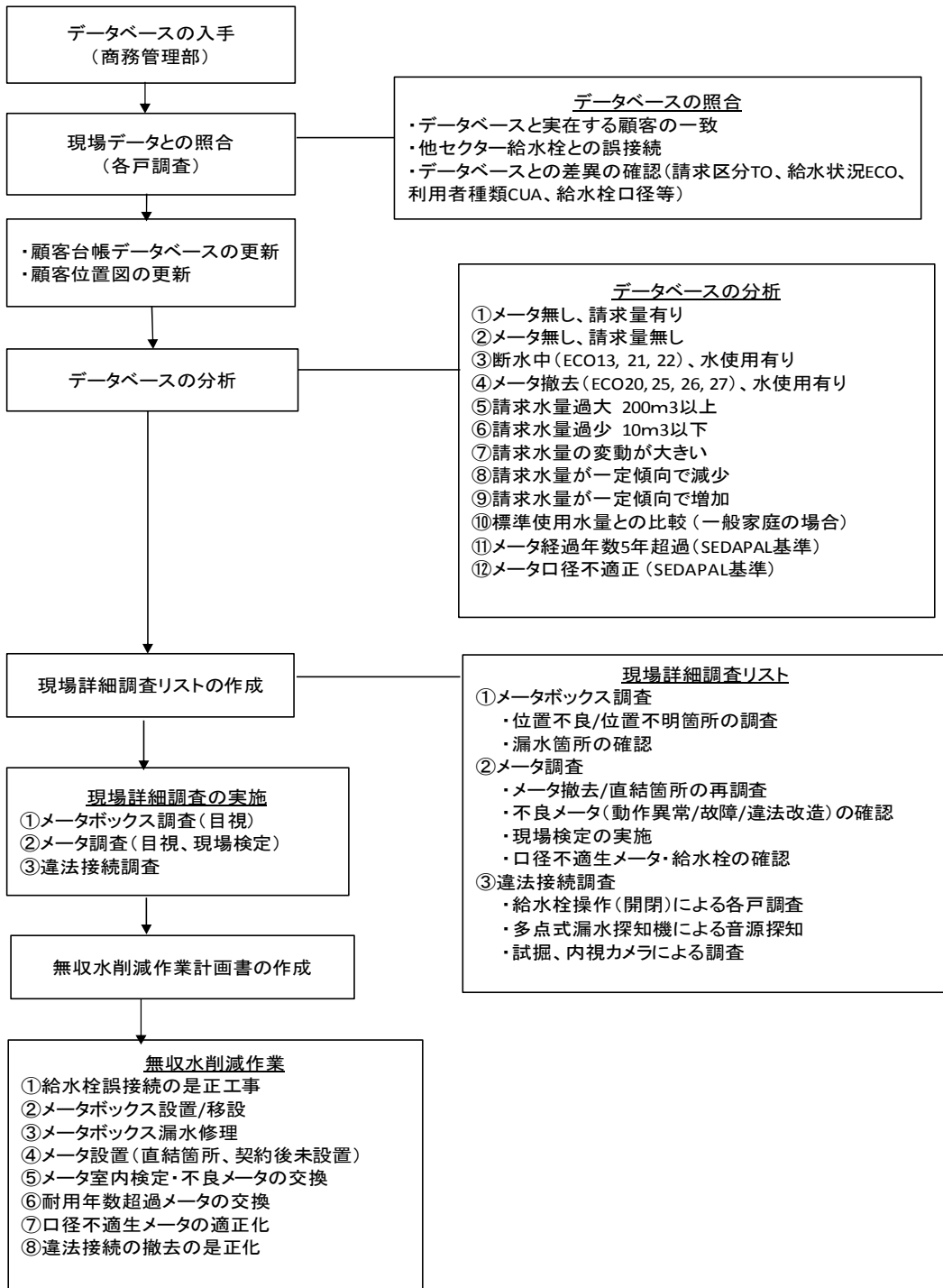


図 2.2.12 商務的損失削減活動のフローチャート

表 2.2.22 商務的無収水の要因と作業方法

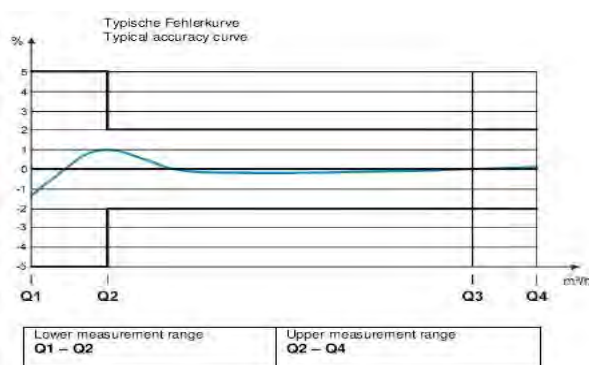
要因項目	調査方法	処置
① メータの未設置	・メータ設置状況の実態調査	・メータ設置
② メータ計量誤差 ・製品の品質不良、故障 ・耐用年数超過による劣化 ・違法改造、不正使用 ・口径の不適合 (使用量に対する不適合) ・不感水量	・請求水量のデータ分析、リストアップ 過去数年間使用量の傾向分析 標準使用水量との比較 ・耐用年数超過メータのリストアップ ・不適合口径メータのリストアップ ・メータ検定(現場、室内) ・不感水量の測定	・不良メータの交換 ・耐用年数超過メータの交換 ・口径不適合メータの適正化 ・違法改造に対する罰則強化 ・顧客に対する啓発活動
③ 給水管違法接続(盗水)	・請求水量のデータ分析、リストアップ ・給水停止扱い箇所の再調査 ・給水栓操作(開閉)による各戸調査 ・漏水探知器による音源探知 ・疑わしい箇所の試掘、内視カメラの調査	・違法接続の撤去 ・違法使用に対する罰則強化 ・顧客に対する啓発活動 ・違法使用発見者への報奨
④ メータ検針・請求処理誤差 ・ボックス位置、構造の不適合 ・検針読み取りミス ・検針データ処理ミス ・非検針量推定誤差(平均、推定)	・各戸調査(検針時) ・検針作業のチェック ・データ処理過程のチェック ・非検針値の妥当性チェック	・ボックス位置、構造の改善 ・検針作業方法の改善 ・処理ミスの修正 ・非検針値の適正化
⑤ 給水データベース管理不足	・データベースのチェック ・給水情報図のチェック	・データベースの修正、更新 ・データベース分析管理の強化

(6) 一般家庭水使用実態調査の研修

専門家チームはメータの維持管理の基礎資料とするために、SEDPALの給水システムにおいて一般的な家庭の使用水がどのような水量レベルで使われているか 5件について実態調査を行った。水道メータには精度の許容範囲がある。製造公差としてはペルーにおいても国際標準値が採用されており Q1～Q2 までは 5%、Q2～Q4 までは 2%の誤差が認められている。

表 2.2.23 水道メータのクラスと製造誤差

	CLASS A	CLASS B	CLASS C	CLASS D
Q1(Qmin)	60 L/h	30 L/h	15 L/h	11.25 L/h
Q2(Qt)	150 L/h	120 L/h	22.5 L/h	17.5 L/h
Q3(Qn)	1,500 L/h	1,500 L/h	1,500 L/h	1,500 L/h
Q4(Qmax)	3,000L/h	3,000L/h	3,000L/h	3,000L/h



下の写真に示すように既存メータを取り外し、電子式メータを代わりに取り付けて、使用水量を10sec単位でパルスデータをロギングして5日間継続測定した。



表 2.2.24 一般家庭 5 軒の平均使用水量測定の結果

使用範囲	時間流量	日平均流量	率
	L/hour	L/day	%
Q1	≤30	6.8	1.0
Q2	≤120	17.7	2.7
Q3-1	≤600	429.2	65.9
Q3-2	≤1,500	200.4	30.4
Q4	≤3,000	0	0
計		654.1	100

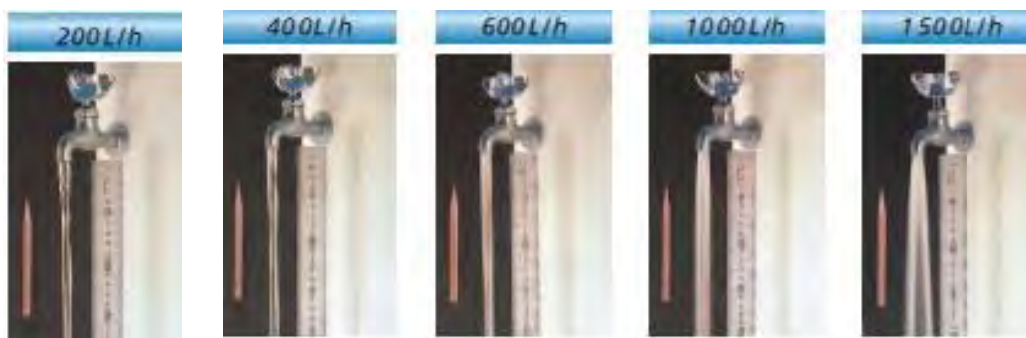
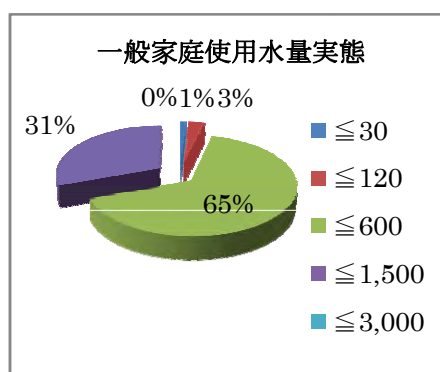


図 2.2.13 使用水量の目安

使用水量は1日平均654Lであった。微小使用水量レベルのQ1の水量は1.0%と少ない。Q2レベルの水量も2.7%と少ない。最大の使用水量帯域はQ3-1(≤120～≤600L/hour)であり、水量は65.9%である。Q3レベルの使用水量(≤120～≤1500L/hour)が96.3%を占めている。最大の使用水量はQ3レベルでは1,300L/hourが最大で、それ以上の使用水量は出現していない。実態調査の結果次のことが分かった。

①タンクシステムにおいて120L/hour～600L/hourの使用水量レベルで70%近くの水量が使われている。ISOの製品検査の流量範囲に照らし合わせるとQ3の合計では、96.3%がQ3の範囲で使用されている。

②タンクシステムの場合、水利用時以外にタンクに常時流入している微小水量がメータでは計測できにくいため、それらは不感水量として、その水量が無収水量に大きく影響していると思われるがである。しかし実際には、その水量は全体水量の 1.0%と少ない量であり、無収水率に与える影響はほとんどない。

メータの不感とは CLASS B の場合 30L/h 以下を計測できないということではない。メータが新しく摩耗していない時点では、30L/h 以下でも計測しているものが多い。この微小水量を精度よく計測するには R 値の高いメータを選定することが必要であるが、機器はその分高価である。

2.2.4.2 パイロット第 2 エリア

(1) 無収水率の計算過程(データハンドリング)

専門家チームはパイロット第 1 エリア(セクター18)の場合と同様に、無収水率計算過程の誤差について検証した。2013年1月～2014年10月までの各月の請求水量算定期間を右表に示す。無収水率計算上の期間は、例えば、2014年10月の場合、セクター67は10月6日が検針日。9月5日12:00から10月6日12:00までが請求水量計算上の期間となる。

表 2.2.25 セクター67 検針サイクル

ANF報告月	SCADA配水量計算期間					
2013年1月	12月7日 ~	1月8日	2014年1月	12月9日 ~	1月7日	
2月	1月8日 ~	2月7日	2月	1月7日 ~	2月6日	
3月	2月7日 ~	3月7日	3月	2月6日 ~	3月7日	
4月	3月7日 ~	4月6日	4月	3月7日 ~	4月7日	
5月	4月6日 ~	5月7日	5月	4月7日 ~	5月7日	
6月	5月7日 ~	6月6日	6月	5月7日 ~	6月6日	
7月	6月6日 ~	7月6日	7月	6月7日 ~	7月7日	
8月	7月6日 ~	8月6日	8月	7月7日 ~	8月6日	
9月	8月6日 ~	9月6日	9月	8月6日 ~	9月5日	
10月	9月6日 ~	10月7日	10月	9月5日 ~	10月6日	
11月	10月7日 ~	11月7日				
12月	11月7日 ~	12月9日				

配水量

セクターへの流入量(配水量)の計算においては請求量期間と配水量期間の一致が図られており、検針日から過去に遡る1ヶ月間(請求水量の算定期間)の検針サイクルに合わせた合計値として算出されている。無収水率計算の結果(下表)より2014年8月の配水量181,849m³は一次配水チームの配水量データ(表 2.2.28)に示す7月7日の半日から8月6日の半日までの合計値と一致する。この配水量は日配水量の合計であるが、日配水量は時間配水量の合計であり、表 2.2.28 の右表に示す結果と一致する。

表 2.2.26 SEDAPAL の無収水率の計算表(漏水管理削減チーム作成)

Tiempo	Total Conexiones	Nivel de micromedición %	Agua Distribuida m3	Agua Facturada				Agua No Facturada	
				Lectura m3	Promedio m3	Asignación m3	Total	m3	%
2014/01	4,094	98.90	203,388	155,707	2,968	106	158,781	44,607	21.93
2014/02	4,101	98.83	212,327	161,935	2,927	111	164,973	47,354	22.30
2014/03	4,106	98.90	217,533	158,755	3,134	104	161,993	55,540	25.53
2014/04	4,107	98.98	225,277	151,053	3,672	108	154,833	70,444	31.27
2014/05	4,108	98.73	202,119	152,757	4,263	140	157,160	44,959	22.24
2014/06	4,110	98.13	195,743	152,038	5,834	117	157,989	37,754	19.29
2014/07	4,105	98.64	191,720	145,742	3,838	108	149,688	42,032	21.92
2014/08	4,107	97.88	181,849	136,429	8,406	108	144,943	36,906	20.29
2014/09	4,104	98.25	186,201	146,179	6,976	109	153,263	32,938	17.69
2014/10	4,109	98.17	177,658	137,213	8,112	162	145,487	32,171	18.11

8 de julio - 6 de agosto

6 de agosto - 5 de setiembre

Lectura: 6 de agosto

Lectura: 5 de setiembre

時間配水量はSCADAシステムによりセクターの流入点に設けられた流量計から約3分間隔で伝送された測定データを基に計算されている。

表 2.2.27 日流量算出過程誤差の確認

日付	時間量の合計 m ³ /日	時間配水量の合計 m ³ /日	率
2014年7月8日	6,437	6,437	1.000
2014年7月9日	6,221	6,221	1.000

表 2.2.28 SCADA による配水量データ(一次配水チーム)

ESTACIÓN: S067A

	Caudal (lps)			Volumen (m ³)	
	Prom	Máx	Mín	Prom	
07/07/2014	69	107	17	5,988	2,994
08/07/2014	75	108	19	6,437	6,437
09/07/2014	72	101	20	6,221	6,221
10/07/2014	72	106	22	6,180	6,180
11/07/2014	71	104	22	6,170	6,170
12/07/2014	76	117	23	6,594	6,594
13/07/2014	70	117	19	6,061	6,061
14/07/2014	70	96	21	6,045	6,045
15/07/2014	73	106	17	6,272	6,272
16/07/2014	72	107	20	6,231	6,231
17/07/2014	71	114	18	6,156	6,156
18/07/2014	73	114	13	6,301	6,301
19/07/2014	75	111	21	6,478	6,478
20/07/2014	70	109	27	6,044	6,044
21/07/2014	71	120	17	6,158	6,158
22/07/2014	65	92	18	5,621	5,621
23/07/2014	71	111	21	6,137	6,137
24/07/2014	70	97	19	6,080	6,080
25/07/2014	70	132	15	6,061	6,061
26/07/2014	70	98	26	6,090	6,090
27/07/2014	67	106	21	5,759	5,759
28/07/2014	63	100	20	5,443	5,443
29/07/2014	63	101	24	5,416	5,416
30/07/2014	76	103	32	6,561	6,561
31/07/2014	48	168	0	4,158	4,158
01/08/2014	82	120	46	7,069	7,069
02/08/2014	70	132	23	6,032	6,032
03/08/2014	67	108	17	5,798	5,798
04/08/2014	70	113	14	6,087	6,087
05/08/2014	70	101	15	6,062	6,062
06/08/2014	73	110	18	6,270	3,135
07/08/2014	67	103	16	5,792	5,792
08/08/2014	70	105	18	6,019	6,019
09/08/2014	75	144	16	6,442	6,442
10/08/2014	67	110	22	5,777	5,777
11/08/2014	73	103	27	6,349	6,349
12/08/2014	75	129	24	6,515	6,515
13/08/2014	76	106	22	6,566	6,566
14/08/2014	74	116	16	6,393	6,393
15/08/2014	75	104	20	6,508	6,508
16/08/2014	78	105	16	6,705	6,705
17/08/2014	70	96	23	6,073	6,073
18/08/2014	75	117	24	6,454	6,454
19/08/2014	73	118	17	6,295	6,295
20/08/2014	73	102	16	6,269	6,269
21/08/2014	70	113	19	6,076	6,076
22/08/2014	72	101	24	6,231	6,231
23/08/2014	74	110	17	6,410	6,410
24/08/2014	66	102	16	5,667	5,667
25/08/2014	70	98	18	6,021	6,021
26/08/2014	74	116	15	6,375	6,375
27/08/2014	73	141	17	6,317	6,317
28/08/2014	72	106	24	6,216	6,216
29/08/2014	74	110	22	6,392	6,392
30/08/2014	70	102	21	6,054	6,054
31/08/2014	65	144	24	5,589	5,589
01/09/2014	69	109	17	5,979	5,979
02/09/2014	71	110	18	6,105	6,105
03/09/2014	72	113	20	6,207	6,207
04/09/2014	74	107	20	6,356	6,356
05/09/2014	67	95	18	5,823	2,911

ESTACIÓN:

S067A

	Caudal salida (lps)			Volumen (m ³)
	Prom	Máx	Mín	Prom
07/07/2014 23:00	82	84	81	296
08/07/2014 00:00	69	72	67	248
08/07/2014 01:00	64	70	63	232
08/07/2014 02:00	60	65	54	215
08/07/2014 03:00	55	55	54	197
08/07/2014 04:00	43	61	27	154
08/07/2014 05:00	29	35	19	103
08/07/2014 06:00	40	43	37	145
08/07/2014 07:00	58	67	49	208
08/07/2014 08:00	79	89	72	283
08/07/2014 09:00	87	90	84	313
08/07/2014 10:00	87	89	84	312
08/07/2014 11:00	87	92	84	315
08/07/2014 12:00	87	89	86	314
08/07/2014 13:00	84	88	80	304
08/07/2014 14:00	83	88	77	300
08/07/2014 15:00	78	82	74	279
08/07/2014 16:00	76	85	70	272
08/07/2014 17:00	80	83	74	287
08/07/2014 18:00	74	78	73	267
08/07/2014 19:00	104	108	101	375
08/07/2014 20:00	96	98	95	346
08/07/2014 21:00	94	94	91	338
08/07/2014 22:00	88	93	84	317
08/07/2014 23:00	87	89	86	314
09/07/2014 00:00	77	83	75	276
09/07/2014 01:00	69	74	61	247
09/07/2014 02:00	39	65	26	142
09/07/2014 03:00	27	28	26	97
09/07/2014 04:00	28	31	26	100
09/07/2014 05:00	27	41	20	96
09/07/2014 06:00	42	89	35	149
09/07/2014 07:00	63	77	51	227
09/07/2014 08:00	77	80	72	276
09/07/2014 09:00	83	87	81	300
09/07/2014 10:00	84	85	82	301
09/07/2014 11:00	88	93	85	318
09/07/2014 12:00	88	92	79	315
09/07/2014 13:00	88	95	85	317
09/07/2014 14:00	84	91	81	301
09/07/2014 15:00	85	89	82	307
09/07/2014 16:00	77	80	74	277
09/07/2014 17:00	77	80	73	279
09/07/2014 18:00	74	80	70	266
09/07/2014 19:00	100	101	95	359
09/07/2014 20:00	93	96	89	333
09/07/2014 21:00	91	93	89	329
09/07/2014 22:00	87	89	85	312
09/07/2014 23:00	83	84	78	298

(2) 流量測定チャンバーの設置

セクター67の6つのサブセクターは個々に流量の定期観測できることが望ましい。測定は超音波流量計を用いることとした。2つのサブセクターは廃止された高架タンク廻りの配管を利用して計測を行い、残りの4サブセクターは簡易マンホール(チャンバー)を築造して計測する方法とした。

表 2.2.29 夜間最小流量の観測方法

サブセクター	流量測定方法
67-1	簡易マンホール(チャンバー)の設置
67-2	簡易マンホール(チャンバー)の設置
67-3	高架タンク256の2次側流出
67-4,5	簡易マンホール(チャンバー)の設置
67-6	簡易マンホール(チャンバー)の設置

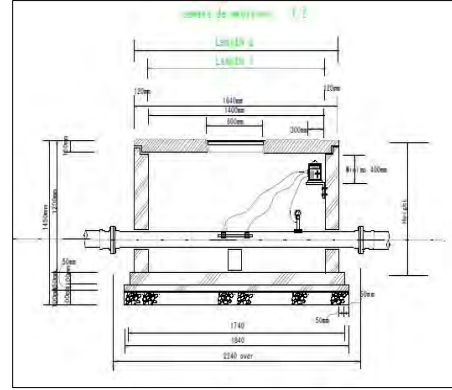


図 2.2.14 チャンバー構造図



67-6 のチャンバー躯体

67-6 のチャンバー躯体

67-6 のチャンバーで測定

(3) 水圧状況調査と管理手法

専門家チームはセクター67の6つのサブセクターにおいて、図中のAからNまでを測定点を設置箇所として、計14箇所の水圧データロガーにより水圧データを1週間間隔で記録した。

2013年3月11日から4月13日の間の観測結果を下表に示す。専門家チームはC/Pに対し、水圧分布図により視覚的に水圧状態を観察する方法を指導した。

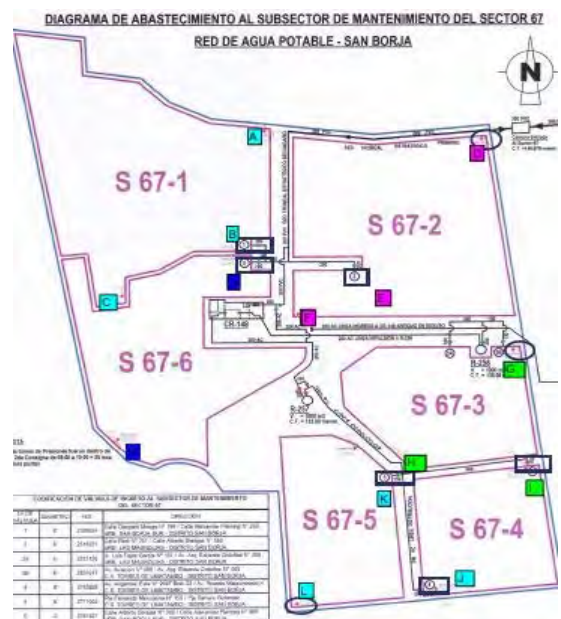


図 2.2.15 圧力測定位置

表 2.2.30 サブセクターの圧力状況

サブセクター	観測結果
67-1	高区では 20mca、中区では 20~30mca、低区では、30~40mca を推移しており問題のある水圧は発生していない。
67-2	高区では 10~20mca、中区では 20~30mca、低区では 35~40mca を推移している。水圧低下の苦情はないが、高区の 10mca は夜間の水圧が若干低い。
67-3	G 地点では 40~50mca と水圧が高く、H 地点では昼間は 30mca、夜間は 20mca 以下。G 地点は高い水圧で改善が必要。
67-4, 67-5	J 点、K 点、L 点ともにサブセクター67-6 の水圧曲線で、圧力の相対変移幅としては 20mca 程度であり問題はないと言える。
67-6	最大で 10mca の差異、夜間水圧は 20mca を下回らないので問題は無い。



サブセクターの水圧曲線例

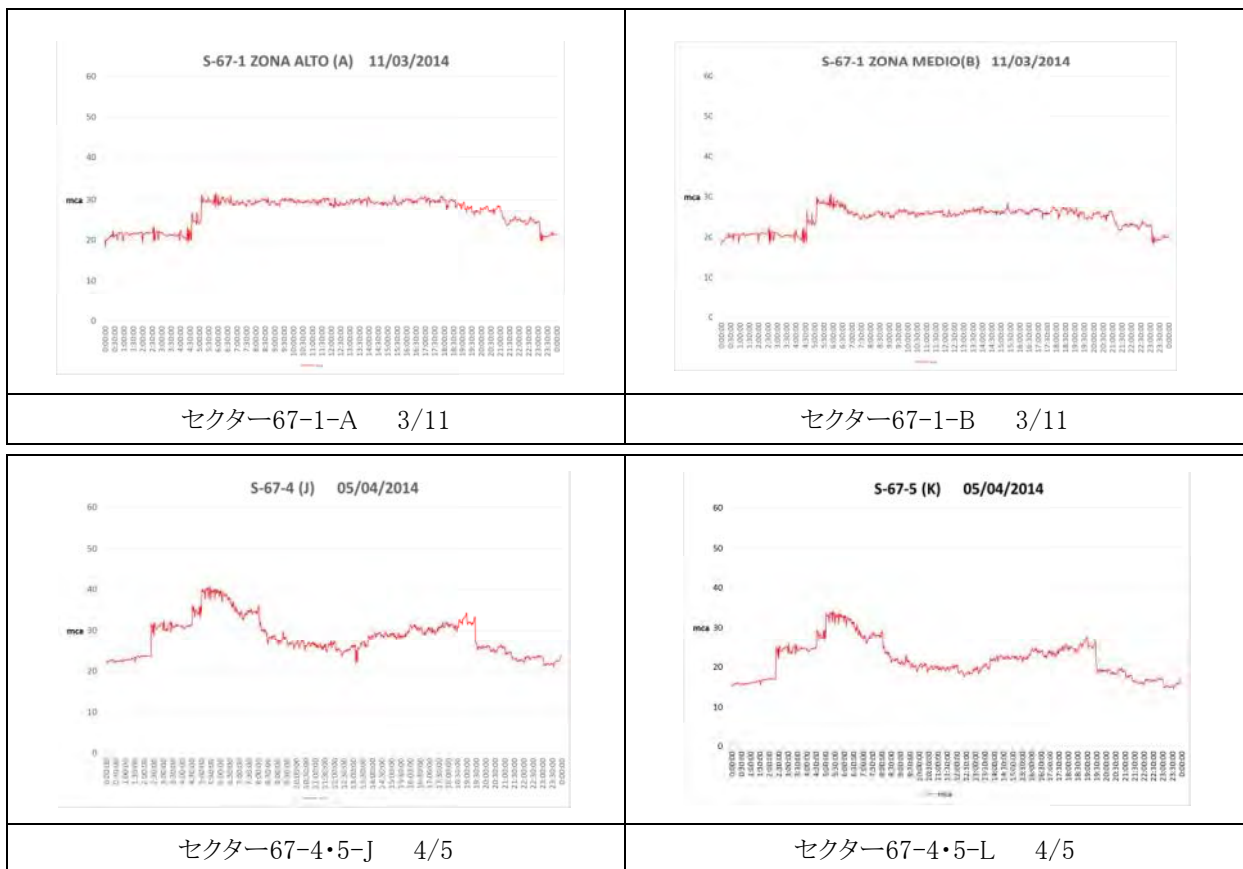


図 2.2.16 サブセクター切替後の圧力測定

2.2.4.3 調査計画書の作成

パイロットエリアの状況、SEDAPAL の無収水削減活動の実施状況を確認した上で、無収水削減作業を実施するための必要項目を整理した。それに基づいて、カウンターパート側と協議し、無収水削減活動の OJT を実施するための調査計画書(無収水作業項目、作業実施スケジュール)の作成を行った。セクター18 とセクター67 における調査計画書を下記に示す。

表 2.2.31 セクター18、67 の調査計画概要表

更新日 西暦2013年10月28日

		無収水削減作業計画																											
PDM No	活動項目	2013												2014															
		6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月									
プレーニャ Sector18																													
A. 無収水対策総括														準備作業		調査		削減作業		評価		報告書・発表							
1-3	無収水管理に係る研修(マネジメントチーム)																												
2-2	無収水削減活動の準備作業																												
2-3	無収水削減対策の作業実施に係る研修(アクションチーム)																												
2-4	パイロットエリアの技術的、商務的データの分析、調査計画の策定																												
	調査計画書の作成																												
2-5	プロジェクト実施前のベースライン値(無収水率)の設定																												
2-6	パイロットエリアにおける無収水の特定																												
	無収水削減作業計画書の作成																												
2-7	無収水削減作業の実施																												
2-8	プロジェクト実施後の無収水率の算定																												
2-9	無収水削減作業完了報告書の作成																												
1-4	無収水削減対策の費用対便益の分析																												
2-10	無収水削減作業完了報告のワークショップの開催																												
2-11	無収水対策実施マニュアルの作成																												
2-12	無収水対策実施マニュアルのセミナーの開催																												
		6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月									
スルギージョ Sector 67																													
A. 無収水対策総括														準備作業		調査		削減作業		評価		報告書・発表							
2-1	アクションチームの組織化																												
1-2	無収水削減対策の課題のレビュー																												
1-3	無収水管理に係る研修(マネジメントチーム)																												
2-2	無収水削減活動の準備作業																												
2-3	無収水削減対策の作業実施に係る研修(アクションチーム)																												
2-4	パイロットエリアの技術的、商務的データの分析、調査計画の策定(アクションチーム)																												
	調査計画書の作成																												
2-5	プロジェクト実施前のベースライン値(無収水率)の設定																												
2-6	パイロットエリアにおける無収水の特定																												
	無収水削減作業計画書の作成																												
2-7	無収水削減作業の実施																												
2-8	プロジェクト実施後の無収水率の算定																												
2-9	無収水削減作業完了報告書の作成																												
1-4	無収水削減対策の費用対便益の分析																												
2-10	無収水削減作業完了報告のワークショップの開催																												
2-11	無収水対策実施マニュアルの作成																												
2-12	無収水対策実施マニュアルのセミナーの開催																												

表 2.2.32 セクター18 の調査計画表

Actualizado 28 de octubre 2013		無収水削減作業計画																							
PDM No	活動項目	2013												2014						2015					
		2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	1月	2月	3月	4月	5月	6月		
2-11	無収水対策実施マニュアルの作成																				■	■	■	■	
2-12	無収水対策実施マニュアルのセミナー																						■	■	
1-5	無収水削減の経営への効果分析																								
1-6	各サービスセンターの年次業務実施計画書の作成																								
1-7	年次業務実施計画のワークショップの開催																								
プレーニャ Sector18																									
A. 無収水対策経路																									
1-1	マネージメントチームの組織化																								
2-1	アクションチームの組織化																								
1-2	無収水削減対策の課題のレビュー																								
1-3	無収水管理に係る研修(マネージメントチーム)																								
2-2	無収水削減活動の準備作業																								
	セクターの水利的完全分離の確認																								
	スキューパー計測精度の確認(データロガーによる照合、スキューパーデータの確認)																								
	セクターの顧客データベースの整合性確認																								
2-3	無収水削減対策の作業実施に係る研修(アクションチーム)																								
2-4	パイロットエリアの技術的、業務的データの分析、調査計画の策定(アクションチーム)																								
	セクター水量・水圧SCADAデータの収集、確認、分析																								
	無収水率データの収集、確認、分析																								
	調査計画書の作成																								
2-5	プロジェクト実施前のベースライン値(無収水率)の設定																								
2-6	パイロットエリアにおける無収水の特定																								
	物理損失、営業損失の特定、非請求認定給水量の特定																								
	配水量分析(無収水量分析)																								
	無収水削減作業計画書の作成																								
2-7	無収水削減作業の実施																								
2-8	プロジェクト実施後の無収水の算定																								
2-9	無収水削減作業完了報告書の作成																								
1-4	無収水削減対策の費用対効果の分析																								
2-10	無収水削減作業完了報告書のワークショップの開催																								
2-11	無収水対策実施マニュアルの作成																								
2-12	無収水対策実施マニュアルのセミナーの開催																								
B. 物理損失対策の作業																									
2-3	無収水削減対策の作業実施に係る研修(アクションチーム)																								
	漏水探知技術、調査機材使用方法																								
	水量、水圧計測技術																								
	メータ先漏水の調査方法																								
2-4	パイロットエリアの技術的データの分析、調査計画の策定(アクションチーム)																								
	配水管網、設備データ、図面の収集、確認、分析																								
	管網評価																								
	管網シミュレーション(water cad)による																								
	調査計画書の作成																								
2-5	プロジェクト実施前のベースライン値の設定																								
	サブセクターのデザイン/チャンバー、バルブの位置測定																								
	チャンネル、バルブの設置																								
2-6	パイロットエリアにおける無収水の特定																								
	SCADAによるサブセクターの計測(SCADAによるステップテスト)																								
	測定システムによるQ _{min} (再度測定)																								
	測定システムによるQ _{min} (サブセクター)																								
	細分化測定によるQ _{min} (路線、区間)																								
	消火栓を利用したQ _{min} (路線、区間)																								
	漏水探知作業(民間委託業者)																								
	無収水削減作業計画書の作成																								
2-7	無収水削減作業の実施																								
	漏水修理作業(民間委託業者)																								
2-8	プロジェクト実施後の無収水の算定																								
	測定システムによるQ _{min} (事後測定)																								
	測定システムによるQ _{min} (復元測定)																								
C. 営業損失対策の作業																									
2-3	無収水削減対策の作業実施に係る研修(アクションチーム)																								
	営業損失対策実践、メータ管理、違法接続の発見と合法化																								
2-4	パイロットエリアの技術的データの分析、調査計画の策定(アクションチーム)																								
	顧客データベースの収集、確認、分析(請求水量、請求額、メータ設置状況等)																								
	顧客図面の収集、データベースとの照合																								
	現場調査リストの作成																								
	調査計画書の作成																								
2-5	パイロットエリアにおける無収水の特定																								
	各戸一斉調査結果の分析																								
	データベースの分析																								
	隣接セクター給水栓との長接線の是正																								
	データベース間違いの是正																								
	メータ現場検定(可搬式検定メータ)																								
	メータ室内検定(民間委託、SEDAPALラボ)																								
	漏水(違法接続)調査																								
	メータ不器量の検査																								
	一般家庭使用水量レベル調査(Q1 2,3,4)																								
	特別顧客使用水量レベル調査(Q1 2,3,4)																								
	特別顧客給水栓の現場確認																								
	調査結果のまとめ、無収水原因分析																								
	無収水削減作業計画書の作成																								
2-7	無収水削減作業の実施																								
	メータの設置(100%化)																								
	直結管所のメータ設置																								
	不良メータ、使用年数超過メータの交換																								
	適正口径メータへの取り換え																								
	メータ設置位置の改善																								
	給水管の更新																								
	漏水等不正の摘発、罰則の適用																								

表 2.2.33 セクター67 の調査計画表

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
スルキーゾ Sector 67																						
A. 無収水対策対応																						
1-1	マネージメントチームの組織化																					
2-1	アクションチームの組織化																					
1-2	無収水削減対策の課題のヒュー																					
1-3	無収水管理に係る研修(マネージメントチーム)																					
2-2	無収水削減活動の準備作業																					
	セクターの水利的完全分離の確認																					
	スキッター計測精度の確認(データガーによる照合、スキッターデータの確認)																					
	セクターの顧客データベースの整合性確認																					
2-3	無収水削減対策の作業実施に係る研修(アクションチーム)																					
2-4	パイロクエリアの技術的、業務的データの分析、調査計画の策定(アクションチーム)																					
	セクター配水量データの収集、確認、分析																					
	無収水準データの収集、確認、分析																					
	調査計画書の作成																					
2-5	プロジェクト実施前のベースライン値(無収水準)の設定																					
	パイロクエリアにおける無収水の特定																					
	物理損失、営業損失の特定																					
	非請求認定給水量の特定																					
	配水量分析(無収水量分析)																					
	無収水削減作業計画書の作成																					
2-7	無収水削減作業の実施																					
2-8	プロジェクト実施後の無収水準の算定																					
2-9	無収水削減作業完了報告書の作成																					
1-4	無収水削減対策の費用対効果の分析																					
2-10	無収水削減作業完了報告のワークショップの開催																					
2-11	無収水対策実施マニュアルの作成																					
2-12	無収水対策実施マニュアルのセミナーの開催																					
B. 物理損失対策の作業																						
2-3	無収水削減対策の作業実施に係る研修(アクションチーム)																					
	漏水探知技術、調査器材使用方法																					
	水量、水圧計測技術																					
	メータ先漏水の探知方法																					
2-4	パイロクエリアの技術的データの分析、調査計画の策定(アクションチーム)																					
	配水管網、設備データ、図面の収集、確認、分析																					
	サブセクターごとの必要性検討																					
	配水タンク流入量計測																					
	主要管路水圧測定、水差測定																					
	管網詳細																					
	管網シミュレーション(water cad)による																					
	調査計画書の作成																					
2-5	プロジェクト実施前のベースライン値の設定																					
	サブセクターのデザイン/チャンパー、バルブの位置算定																					
	チャンパー、バルブの設置																					
2-6	パイロクエリアにおける無収水の特定																					
	SCADAによるサブセクターの計測(SCADAによるステップテスト)																					
	測定システムによるQmif(事前測定)																					
	測定チャンパー使用によるQmif(サブセクター)																					
	細分化測定によるQmif(路線、区間)																					
	漏水検出を利用したQmif(路線、区間)																					
	漏水探知作業(民間委託業者)																					
	無収水削減作業計画書の作成																					
2-7	無収水削減作業の実施																					
	漏水修理作業(民間委託業者)																					
2-8	プロジェクト実施後の無収水準の算定																					
	測定システムによるQmif(事後測定)																					
	測定システムによるQmif(復元測定)																					
C. 営業損失対策の作業																						
2-3	無収水削減対策の作業実施に係る研修(アクションチーム)																					
	営業損失対策協議、メータ管理、違法接続の検発と合法化																					
2-4	パイロクエリアの技術的データの分析、調査計画の策定(アクションチーム)																					
	顧客データベースの収集、確認、分析(請求水量、請求額、メータ設置状況等)																					
	顧客図面の収集、データベースとの照合																					
	現場調査リストの作成																					
	調査計画書の作成																					
2-6	パイロクエリアにおける無収水の特定																					
	各戸一斉調査結果の分析																					
	データベースの分析																					
	隣接セクター給水栓との異接続の是正																					
	データベース間違いの是正																					
	メータ現場検定(可搬式検定メータ)																					
	メータ室内検定(民間委託、SEDAPAL方式)																					
	逆水(違法接続)調査																					
	メータ不従量の検査																					
	検針作業の立会、確認																					
	特別顧客給水栓の現場確認																					
	調査結果のまとめ、無収水原因分析																					
	無収水削減作業計画書の作成																					
2-7	無収水削減作業の実施																					
	メータの設置100%化																					
	道端箇所メータ設置																					
	不良メータ、使用年数超過メータの交換																					
	適正口径メータの取り換え																					
	メータ設置位置の改善																					
	給水管の更新																					
	逆水等不正の検発、罰則の適用																					

2.2.5 プロジェクト実施前の無収水率の算定（活動 2-5）

SEDAPAL では、セクターの無収水率は、一次配水チームから提供される SCADA のエリア流入量の測定記録、商務管理チームから提供されるセクター内の顧客の請求水量データを基に、漏水管理削減チームにより毎月計算されている。専門家チームと C/P はセクター18、セクター67 において、プロジェクト実施前の無収水率の算定のプロセスにおいて誤差の無いことを確認し、下記プロジェクト実施前のベースライン値(無収水率)の設定を行った。

表 2.2.34 パイロットプロジェクトベースライン無収水率

パイロットエリア	期間	配水量	請求水量	無収水量	無収水率
		m ³	m ³	m ³	%
第 1 エリア	13/1/16-2/15	133,579	82,555	51,024	38.2
第 2 エリア	14/2/6-3/7	217,533	161,993	55,540	25.5

2.2.6 無収水の特定と無収水削減作業計画の策定に係る OJT（活動 2-6）

専門家チームはアクションチームに対して、パイロットエリアにおける漏水存在量の測定、漏水探知、メータ異常の調査、盗水調査等、無収水の原因特定に必要な技術指導を行った。無収水削減計画(漏水の修理、メータの設置・交換、違法接続の是正等)の策定に係る OJT を行った。

2.2.6.1 パイロット第 1 エリア

(1) 漏水存在量の測定方法

SEDAPALの漏水探知作業は、現在、電子音聴器と2点相関器を使用した標準的な音源探知の巡回作業によっており、漏水探知作業実施の前に漏水存在量の調査は行われていなかった。専門家チームは C/P に対し、物理的損失の削減は漏水探知の活動のみで可能となるものではなく、漏水存在量を明らかにし、目標量を把握して削減に努めることが必要であることを認識することを研修した。

従って、本プロジェクトでは漏水存在量を把握するための調査を、夜間最少流量法(間接測定法)と直接測定法により実施した。夜間最少流量法の測定値には測定時における使用水量が含まれる。直接法は漏水量測定の精度を上げるために、パイロットエリアの配水管網の調査範囲をさらに細分化し、短い管路の路線区間で各戸の給水栓を全閉して直接的に漏水量の測定を行うものである。

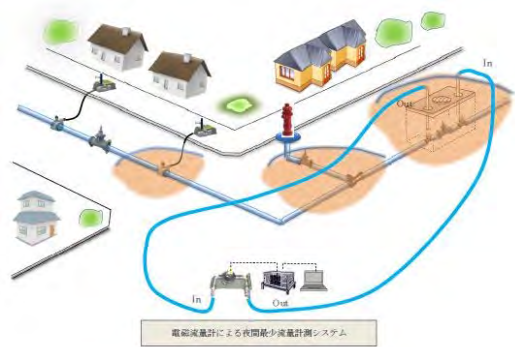
全体的な漏水存在量を求めるには流量測定用のチャンバーにて夜間最少流量を測定し、その後セクター内の漏水存在量の多い地区で漏水量の直接測定を行うこととした。作業の流れは次表に示すとおりとした。

表2.2.35 漏水存在量把握作業の手順

Step	活動項目	内容
1	夜間最少流量の測定(漏水修理前)	夜間最少流量測定により漏水の多寡を面的に把握
2	SEDAPALの標準的漏水探知作業	標準的漏水探知方法による漏水探知
3	漏水箇所修理時の漏水量実測	漏水修理時における漏水量の実測
4	夜間最少流量の測定(漏水修理後)	漏水修理後の漏水量の近似値の測定。
5	区間・路線単位の漏水量直接測定	漏水量の直接的実測
6	標準的探知作業以外の探知方法	多点式相関器による漏水探知

① 測定チャンバーによる夜間最少流量測定

50mmの配水ホース、電磁流量計装置、データ記録計、PC等を使用して1秒単位の流量と水圧データを測定・記録し、漏水量の近似値を求める。



② 漏水量直接測定

電子式水道メータ15mm(パルス信号出力式)、電磁流量計装置を利用して漏水量を測定する方法。各給水栓のバルブを全閉する為、需要者には10分程度の断水を伴うが漏水量を直接的に測定できる。



図2.2.17 漏水量測定の方法

(2) セクター18の漏水量測定の間緯

セクター18において、プロジェクト開始の2013年2月から下図に示すフローで流量測定、漏水探知、漏水箇所修理、流量測定というサイクルを行い、無収水の物理的漏水の把握を行った。

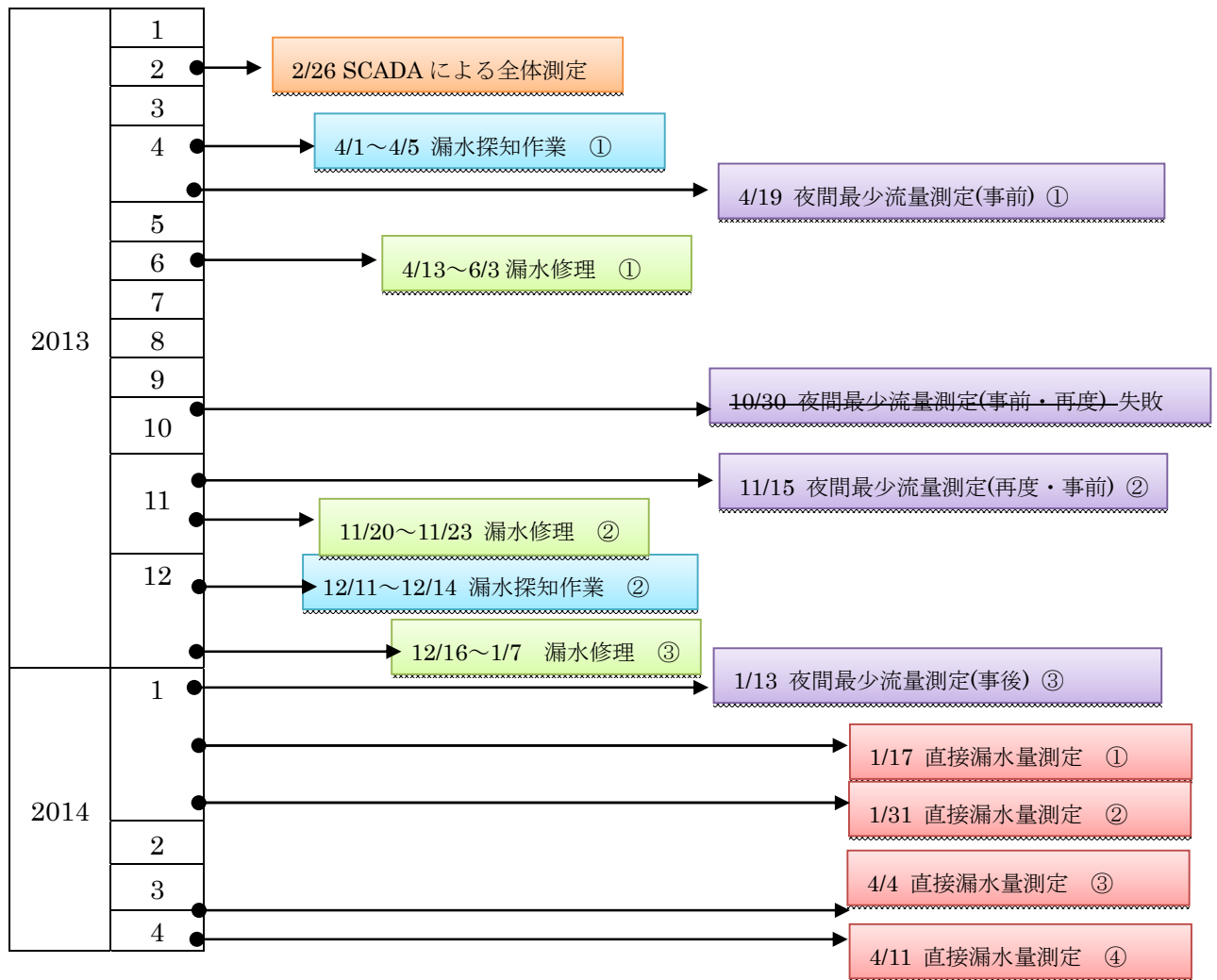


図 2.2.18 漏水量の測定経緯

表 2.2.36 漏水量の測定経緯

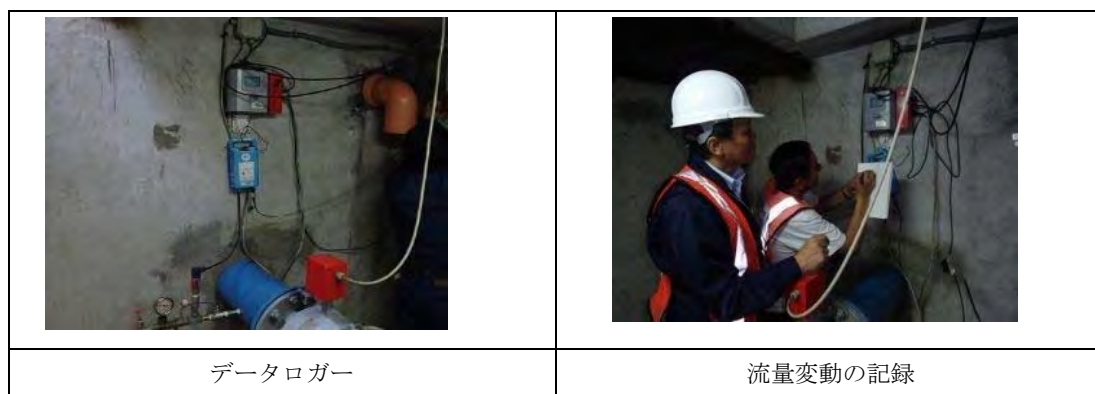
2013年-14年	活動項目	内容
2/26	SCADAによる全体測定	セクター18を3分割、SCADAの流量計で測定
4/1～4/5	漏水探知作業 ①	最少流量測定前の全域の漏水探知
4/19	夜間最少流量測定(事前) ①	漏水探知の修理前の事前の測定
4/13～6/3	漏水修理 ①	76カ所の漏水修理
10/30	夜間最少流量測定(事前・再度) ②	前回から6か月経過、再度事前の測定。結果失敗
11/15	夜間最少流量測定(事前・再度) ③	再度事前の測定
11/20～11/23	漏水修理 ②	76カ所の漏水の修理
12/11～12/14	漏水探知作業 ②	6か月経過、復元の漏水を観察のため2回目の探知実施
12/16～1/7	漏水修理 ③	33カ所の修理
1/13	夜間最少流量測定(事後) ④	漏水修理の効果測定
1/17	直接漏水量測定 ①	セクター18-2-b
1/31	直接漏水量測定 ②	セクター18-2-b
4/4	直接漏水量測定 ③	セクター18-3
4/11	直接漏水量測定 ④	セクター18-1

1) SCADAによる夜間最少流量測定(全体3分割)

専門家チームはセクター18の物理的損失の構成を大まかに把握するため、SCADAの流量と圧力の伝送信号を利用して夜間最少流量(Qmnf)の測定を実施した。配水管網内バルブによるセクターのサブブロックの切り替えにより、サブブロック毎の流量を計測した。測定の結果、サブブロック18-2と18-3に水量が測定できた。

表 2.2.37 SCADAによる夜間最少流量の試験測定(セクター18)の推移

月日	内容
2/6~2/7	データロガーへの信号取り込み試験を実施。信号中継変換盤に変換の不具合。
2/13~2/14	信号中継変換盤の修理後、再度データロガーへの信号取り込み試験を行った。データロガーと伝送信号の整合性を確認。
2/26~2/27	セクターを3つにサブセクター化してステップテストを行い、夜間最少流量を測定。



サブセクターの Qmnf の測定結果は下記の通りである。後にバルブを追加設置してさらにサブセクター化を行った後、4月18日の可搬式電磁流量計装置を使った計測では、今回の結果と大きな誤差が生じ、SCADAでの夜間最少流量の測定は給水栓数が多く(約580栓/サブセクター)、精度が低くなることが判明した。また、専門家チームはC/Pに対し、サブセクター化に伴うバルブの開閉作業は音聴棒でバルブの締め具合を確認する機材の取り扱いの指導も実施した。

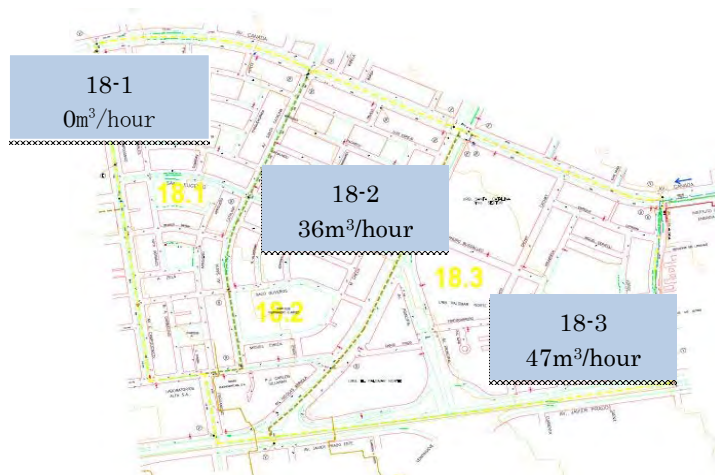


図 2.2.19 SCADAによる夜間最少流量測定の結果

2) 漏水探知作業(1回目)

夜間最少流量測定前の4月1日～5日に委託業者による漏水探知を行った。探知作業の結果、配水管、給水管、メータ周りの漏水等で76箇所の漏水を探知した。推定される漏水量の合計は215,000L/day (8.958m³/hour)程度であった。漏水量の一番多い場所は配水管の給水管分岐部で全体の48%、次に給水管が34%となっている。配水管自体の漏水量は少なく、配水管の分岐部を含めた給水管が全体漏水量の97%と多い。

表 2.2.38 漏水探知作業の結果



漏水場所	数量(箇所)	漏水量(L/day)	割合(%)
配水管	1	7,000	3.2
消火栓	1	500	0.2
配水管の給水管分岐部	12	102,000	47.5
メータボックス上流側給水管	29	74,000	34.4
ボックス内メータ上流側	11	8,500	4.0
ボックス内メータ下流側	11	8,000	3.7
ボックス下流側給水管	11	15,000	7.0
計	76	215,000	100



民間への漏水調査の委託の内容は、電子式音聴棒によるメータを接点として配水・給水管の漏水探知と漏水疑似音がある場合の2点相関式調査が主体である。さらに効率的な漏水探知作業方法を構築すべく、今回機器供与した多点式相関機器をルーチンワークに導入した。

3) 夜間最少流量の事前測定 (1回目)

漏水の存在量を知るために、専門家チームとC/Pはセクター18を5分割して2013年4月18日の深夜から翌日の明け方にかけて夜間最少流量測定を実施した。セクター内に設置した流量測定用チャンバーにおいて本プロジェクトで製作した可搬式電磁流量計装置を使用して測定した。

表 2.2.39 可搬式電磁流量計装置の構成

名称	機能
計測本体部	構造 : 電磁流量計(50mm)、出力 4-20mA 計測範囲 : 1.0L/sec～19.5L/sec 精度 : 0～1.0L/sec～3.88L/sec、±0.1%、3.89L/sec～19.5L/sec、±0.5%
配管部	構造 : 電磁流量計と同口径の SUS の配管、耐圧ビニルホース 水圧センサー: 流入側水圧アナログ表示、300psi
	
電磁流量計	計測状況

名称	機能
計測表示部	4-20mAの信号を1~5Vに変換しロギングする。 変換された信号は5.5インチのモニターに表示される。 イーサネット機能(データ転送機能あり)
	
計測システム表示変換部	計測システム表示変換部

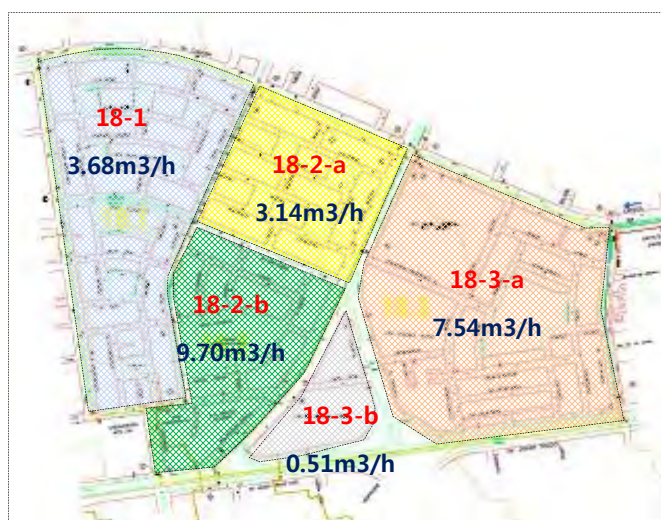


図 2.2.20 夜間最少流量の測定結果(1回目)

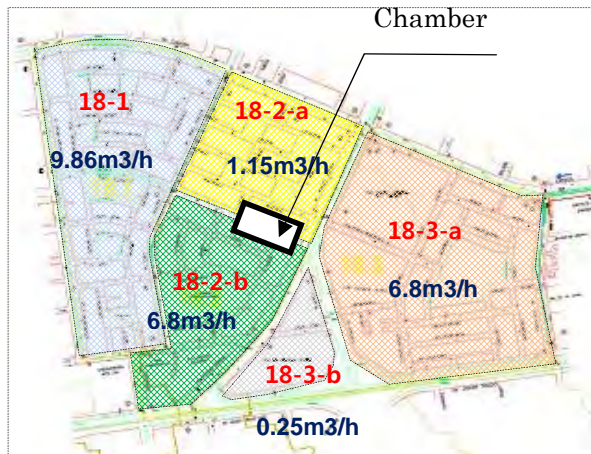
表 2.2.40 夜間最少流量の測定結果

Sub Sector	時間あたり漏水量 m ³ /hour	分当たり漏水量 L/min	秒あたり漏水量 L/sec
18-1	3.68	61.3	1.02
18-2-a	3.14	52.3	0.87
18-2-b	9.70	161.7	2.69
18-3-a	7.54	125.6	2.09
18-3-b	0.51	8.5	0.14
合計	24.57	409.4	6.8

4) 夜間最少流量測定(事前・再度) (2回目)

2013年11月15日にセクター18において実施した電磁流量計設置用測定チャンバーで電磁流量計装

置を使用して測定した夜間最少流量の測定結果を下図に示す。



サブセクター	2013/4/19 測定	2013/11/15 測定
	m ³ /hour	m ³ /hour
18-1	3.68	9.86
18-2-a	3.14	1.15
18-2-b	9.70	6.8
18-3-a	7.54	6.8
18-3-b	0.51	0.25
Total	24.57	24.86

図 2.2.21 夜間最少流量の測定結果(2回目)



5)漏水探知調査(2回目)

C/Pはセクター18全域の漏水調査を4月に実施したが、12月11日～14日の間に2度目の調査を実施した。次表に示すように、メータボックス16箇所、給水管12箇所、配水管分岐5箇所、計33件の漏水が探知された。推定漏水量は88,500L/day(3.688 m³/h)、前回(76箇所、推定漏水量215,000L/day)と比較すると少ない。この漏水箇所の修理は2013年12月16日～2014年1月7日に行われた。

表 2.2.41 セクター18 漏水調査結果

Fecha Detección	Informe	Dirección	Díam	Presión	Ubic	Fuga en	Caudal	
2013/12/11	1	Jr. Remigio García N° 561 Urb. Santa Catalina	1/2"	30	Conex	Linea A/Caja	1000	Med. S111752632
	2	Av. Campodonico N° 369 Urb. Santa Catalina	1/2"	30	Conex	Caja A/Medidor	2000	3169027
	3	Jr. Remigio García N° 657 Urb. Santa Catalina	1/2"	34	Conex	Linea D/Caja	4000	Med. S111770217
	4	Calle Arrisueño N° 470 Urb. Santa Catalina	1/2"	34	Conex	Caja D/Medidor	2000	3169733
	5	Av. San Eugenio N° 625 Urb. Santa Catalina	1/2"	35	Conex	Caja D/Medidor	1000	Med. S111590097
	6	Jr. Voto Bernales N° 399 Urb. Santa Catalina	1/2"	35	Conex	Caja A/Medidor	3000	3763342
	7	Jr. Luis Espejo N° 874 Urb. Santa Catalina	1/2"	30	Conex	Linea A/Caja	5000	3158583
	8	Av. R. Carcamo N° 686 Urb. Santa Catalina	1/2"	30	Conex	Corporation	5000	Med. S111748036
	1	Calle Luis Espejo N° 705 Urb. Santa Catalina	3/4"	35	Conex	Caja D/Medidor	500	NIS 3162052
	2	Calle Voto Bernales N° 180 Urb. Santa Catalina	3/4"	35	Conex	Corporation	5000	Med. A210005501
	3	Calle Mariano Pacheco N° 659 Urb. Santa Catalina	1/2"	35	Conex	Linea A/Caja	5000	NIS 3157543
	4	Calle Mariano Pacheco N° 693 Urb. Santa Catalina	1/2"	35	Conex	Linea A/Caja	4000	NIS 3198276

12./12/2013	1	Calle Antolin Zela N° 638 Urb. Santa Catalina	1/2"	37	Conex	Linea D/Caja	2000	Med. S111753544
	2	Calle Carmelino N° 627 Urb. Santa Catalina	1/2"	37	Conex	Caja A/Medidor	2000	Med. S111764775
	3	Calle Saco Oliveros N° 636 Urb. Santa Catalina	1/2"	35	Conex	Caja A/Medidor	3000	Med. S111766221
	4	Calle Saco Oliveros N° 686 Urb. Santa Catalina	1/2"	37	Conex	Caja A/Medidor	2000	Med. S111595342
	5	Calle M. Arrisueño N° 545 Urb. Santa Catalina	1/2"	35	Conex	Corporation	5000	3166496
	6	Calle Saco Oliveros N° 531 Urb. Santa Catalina	1/2"	35	Conex	Corporation	7000	3166553
	1	Av. Nicolas Arriola N° 467	1"	35	Conex	Caja A/Medidor	1000	NIS 3207753
	2	Av. San Eugenio N° 1011	1/2"	35	Conex	Caja A/Medidor	1000	NIS 3166808
	3	Av. Nicolas Arriola N° 555	1/2"	35	Conex	Linea A/Caja	2000	
	4	Av. San Eugenio N° 827	1/2"	35	Conex	Linea A/Caja	1000	NIS 3200594
	5	Calle Luis Espejo N° 977 Urb. Santa Catalina	1/2"	35	Conex	Caja D/Medidor	1000	NIS 3175198
	6	Raimundo Carcamo N° 977	1/2"	35	Conex	Corporation	2000	NIS 3192043
2013/12/13	1	Av. Principal N° 250	1/2"	30	Conex	Linea A/Caja	2000	Med. S111757958
	2	Av. Luis Aldana N° 395	1/2"	30	Conex	Linea A/Caja	2000	Med S111767547
	3	Av. Luis Aldana N° 385	1/2"	30	Conex	Caja A/Medidor	2000	Med. S111606494
	4	Av. Luis Aldana N° 365	1/2"	30	Conex	Caja D/Medidor	2000	Niple
2013/12/14	1	M. Checa N° 469	3/4"	30	Conex	Caja D/Medidor	1000	Med. A211026836
	1	Calle Valdeavellano N° 102	1/2"	20	Conex	Linea A/Caja	3000	Med. S111761996
	2	Av. Javier Prado N° 1569	1/2"	20	Conex	Caja A/Medidor	3000	Med. S111760729
	3	Calle Victor Bazul N° 130	1/2"	18	Conex	Linea A/Caja	5000	Med. S111762185
	4	Av. Javier Prado N° 1405	1/2"	20	Conex	Caja A/Medidor	2000	Med. S111768577
Total							88500	

6) 夜間最少流量測定(事後)(3回目)

専門家チームと C/P は 3 回目の漏水箇所の修理後、漏水の削減効果を検証する目的で修理直後の 2014 年 1 月 13 日の深夜(1 月 14 日 0:00~5:30)に夜間最少流量 Q_{mnf} の測定を行った。夜間最少流量の合計は 33.63m³/h であった。

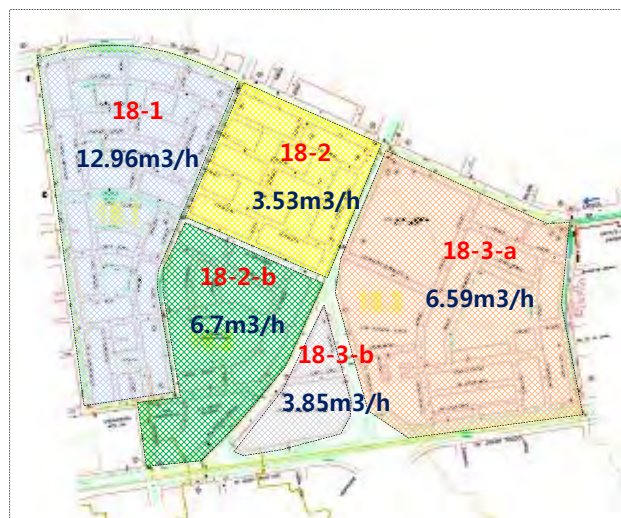


図 2.2.22 セクター18 の夜間最少流量測定(2013 年 1 月 13 日)

実施した 3 回の測定結果を整理すると下表のとおりとなる。夜間最少流量は増加傾向にあるが、夜間のその時間帯の給水使用状況の変化の影響もある。

表 2.2.42 夜間最少流量測定結果の比較 Qmnf(m³/hour)

Sub Sector	2013年4月19日	2013年11月15日	2014年1月13日
18-1	3.68	13.55	12.96
18-2-a	3.14	1.33	3.53
18-2-b	9.70	6.83	6.70
18-3-a	7.54	6.15	6.59
18-3-b	0.51	0.30	3.85
合計	24.57	28.16	33.63

サブセクター	状 況
18-1	11/15 以降の漏水探知(2013年12月11日～12月14日)は、それほどの漏水は探知できておらず、不明水量が増加している。
18-2-a	1.0～3.0m ³ /hour と差異はそれほどなく推移している。
18-2-b	6.0～9.0m ³ /hour と水量的に多いので直接漏水量測定の対象として選定。
18-3-a	6.0～7.5m ³ /hour と増減無く推移している。
18-3-b	0.5m ³ /hour から 3.85m ³ /hour に増加している。

7) 直接漏水量測定

夜間最少流量測定により漏水量の傾向と近似の値は求められたが、測定中の水使用があるために漏水量の真の値は分からない。SEDAPAL の給水システムでは、ほぼ全数の需要者が家庭用の貯水タンクを設置しているので、夜間最少流量計測中にタンクへの流入量が発生すると計測値は漏水量の近似値から外れた値となりやすい。

従って、専門家チームと C/P は真の漏水存在量を求めるために、電子式水道メータ及び電磁流量計による直接漏水量計測装置を使用して、漏水量の直接測定をセクター18 の一部分において実施した。測定エリアは、配管延長当たりの漏水量近似値が高いサブセクター18-2-bと18-1及び18-3-aの一部を選定した。夜間最少流量の測定値と真の漏水量の関係につき分析を行った。直接測定を行うためにこれらのサブブロックにバルブ 12 基を設置し、下図に示すように路線を 10 分割した。

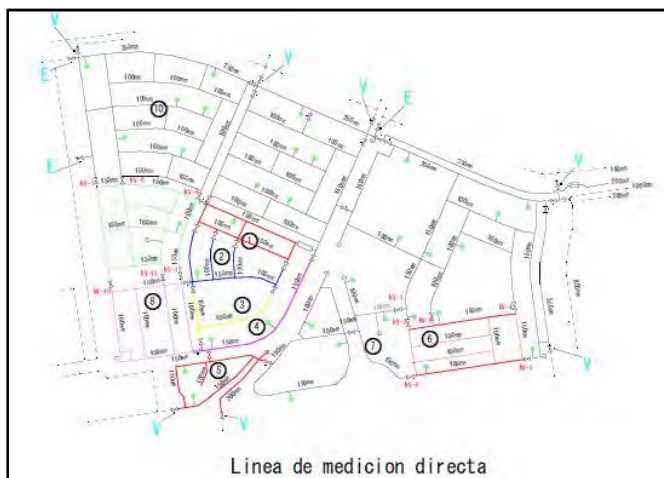


表 2.2.43 給水栓数及びラインの延長

ライン番号	給水栓数(栓)	延長(km)
①	76	0.815
②	73	0.726
③	45	0.448
④	33	0.508
⑤	38	1.028
⑥、⑦	125	1.422
⑨、⑩	378	6.105
計	768	11.052

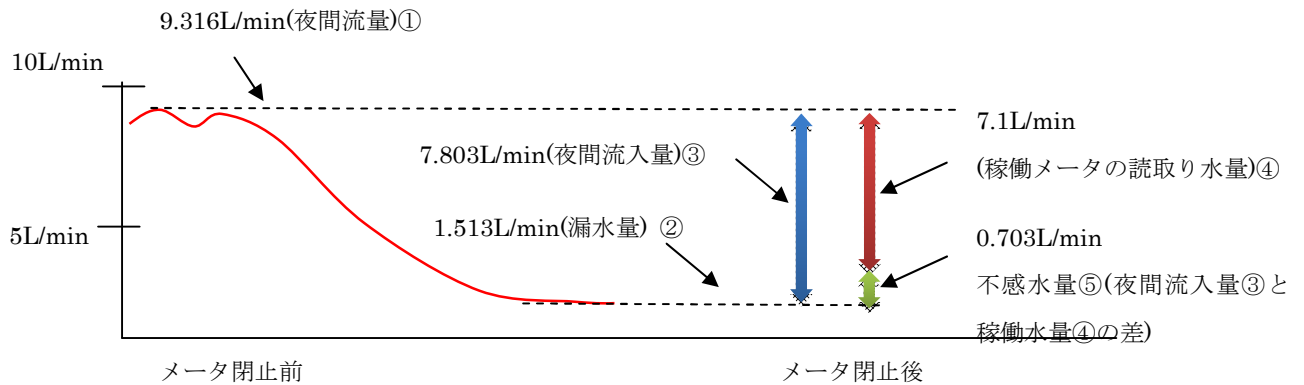
配水管のバルブを閉止して測定対象路線以外のメータから水もらい、隣接する対象路線のメータに供給し、流量をパルス信号式電子メータ(1 パルス 17cc)で測定した。通常の配水状態で流量を測定した後、各家庭用メータのバルブを閉止して家庭への流入を止めて、再度流量を測定した。メータのバルブを閉止して測定した値が漏水量となる。



8) 漏水量の直接測定の結果とセクター18の漏水量の算定

専門家チームとC/Pは2014年1月から4月にかけて4回にわたり漏水直接測定を実施した。その結果と前に測定した夜間最少流量の結果を使用して、セクター18全体の漏水量を計算した。メータ先漏水量、メータ先不感漏水量についても分析した。一区間の測定例と全体の測定結果を下記に示す。

漏水量直接測定例(区間①)



夜間流量①	メータから注水するので通常圧力より低い値での夜間流量
漏水量②	電子式メータでは夜間流量は9.316L/minであり、メータ閉止後水量は1.513L/min。漏水量は1.513L/min
メータ読み取值④との差異	夜間流量と漏水の差異が7.803L/min。その時点での稼働メータで読み取りした値は7.1L/min、差異の7.803-7.1=0.703L/minはメータの器差或いは不感水量と推定。
器差と不感	器差は、稼働しているメータ6件について、不感①ラインの給水栓数76-6=70栓中の幾つかについて発生している現象と推定
不感⑤の発生確率	発生の確率としては稼働しているメータが6栓あるということから稼働しないメータも6栓あると推定

図 2.2.23 漏水量の直接測定結果

表 2.2.44 セクター18 の夜間直接漏水量測定結果の整理

区間	給水栓	管路延長 km	測定流量 ①	漏水量 ②	メータ流入量 ③=①-②	メータ読取量④		不感水量⑤=③-④	
			L/min	L/min	L/min	L/min	栓	L/min	栓
①	76	0.815	9.316	1.513	7.803	7.1	6	0.703	6
②	73	0.726	9.52	3.094	6.426	5.4	8	1.026	8
③	45	0.448	10.353	8.041	2.312	1.5	1	0.812	1
④	33	0.508	13.668	7.157	6.511	2.5	2	4.011	2
⑤	38	1.028	4.59	2.499	2.091	2.0	1	0.091	1
⑥⑦	125	1.42	8.0	5.2	2.8	2.4	3	0.4	3
⑨⑩	378	6.105	224.0	103	121.0	73.15	47	47.85	47
合計	768	11.052	279.447	130.504	148.943	91.65	68	54.893	68
km 平均	69	1.000	25.28	11.81	13.48	8.29	6.15	4.97	6.15

- ① 測定流量：測定点において電子式メータで計測した値
- ② 漏水量：測定流量からメータをすべて閉止して測定した値。漏水量。
- ③ メータ流入量③：測定流量①から漏水量②を差し引いた水量
- ④ メータ読取量④：メータ閉止前に読み取った水量
- ⑤ 不感水量⑤：メータ流入量③から稼働メータ読取水量④を差し引いた水量

セクター18 全体の漏水量

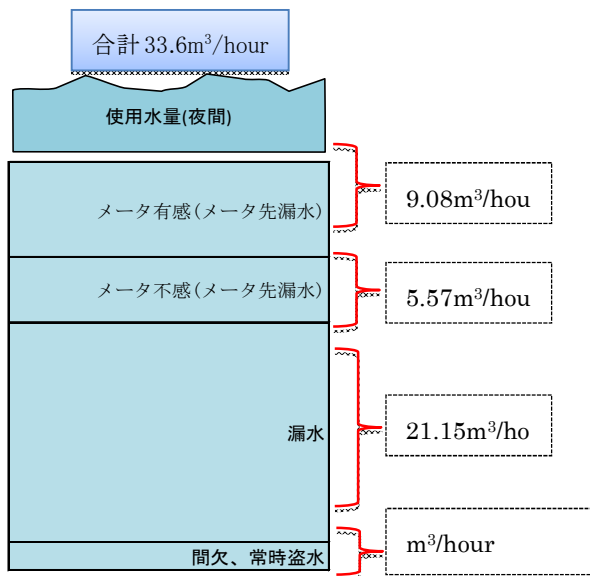
夜間最少流量の比率から算定したサブセクター毎の管路の漏水劣化度と、直接法による結果をもとにセクター全体の漏水量を試算した結果、セクター18 全体の漏水量は下記に示すとおり、21.15 m³/hour と計算された。

- ・セクター18 全体の漏水量 :21.15m³/hour (352.6 L/min)
- ・メータ有感量(使用量、メータ先漏水量) :9.08m³/hour (151.4 L/min)
- ・メータ不感量(微小使用量、メータ先漏水量) :5.57m³/hour (92.9 L/min)

表 2.2.45 セクター18 全体の漏水量

セクター	給水栓 (栓)	管路長 (km)	漏水量 (L/min/km)	管路長換算水量 (L/min)	漏水量 (m ³ /hour)	Qmnf との比較 (m ³ /hour)	
18-1	500	6.585	25.0	164.6	9.88	12.96	76%
18-2-a	280	3.071	10.0	30.71	1.84	3.53	52%
18-2-b	265	3.525	9.32	32.9	1.97	6.7	29%
18-3-a	600	5.109	12.5	63.9	3.83	6.59	58%
18-3-a	100	1.210	50	60.5	3.63	3.85	94%
合計	1,750	19.5	Avg.21.36	352.6	21.15	33.63	

2014 年 1 月 13 日測定 of 夜間最少流量 33.6m³/hour の内訳は下記のとおりとなる。



Chamber Qmnf

図 2.2.24 夜間最少流量測定値の構成要素

(3)配水本管の漏水量測定、SCADA 電磁流量計の器差確認

セクター18は5つのサブセクターに細分化しながら、不可避漏水量の存在、許容漏水量の水量、復元の水量等について調査を行った。しかし、下図に示すところの口径 250~350mm の配水本管の漏水量は不明であった。また SCADA の電磁流量計は配水量に対してどの程度の器差があるのか不明であった。このことに関して、専門家チームとC/Pは2014年6月27日の夜間作業で確認を行った。

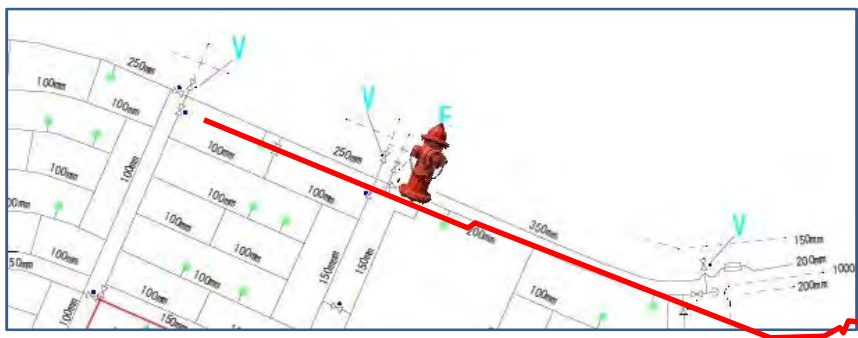


図 2.2.25 セクター18 配水本管位置図





配水本管の漏水確認

セクター18 の配水本管 250mm の漏水確認のため、水量測定を行った。2:25am～2:37am まで配水本管に接続する30栓程度の給水栓の全てを閉止して、SCADAから約300m離れた地点にある消火栓に設置した50mm電磁流量測定装置(EMF)によって流量を測定した。EMFによる計測値は平均0.003m³/hと流量は殆んど確認されず、SCADAの表示盤も0m³/hを示していた。従って、配水本管に漏水の無いことが確認できた。

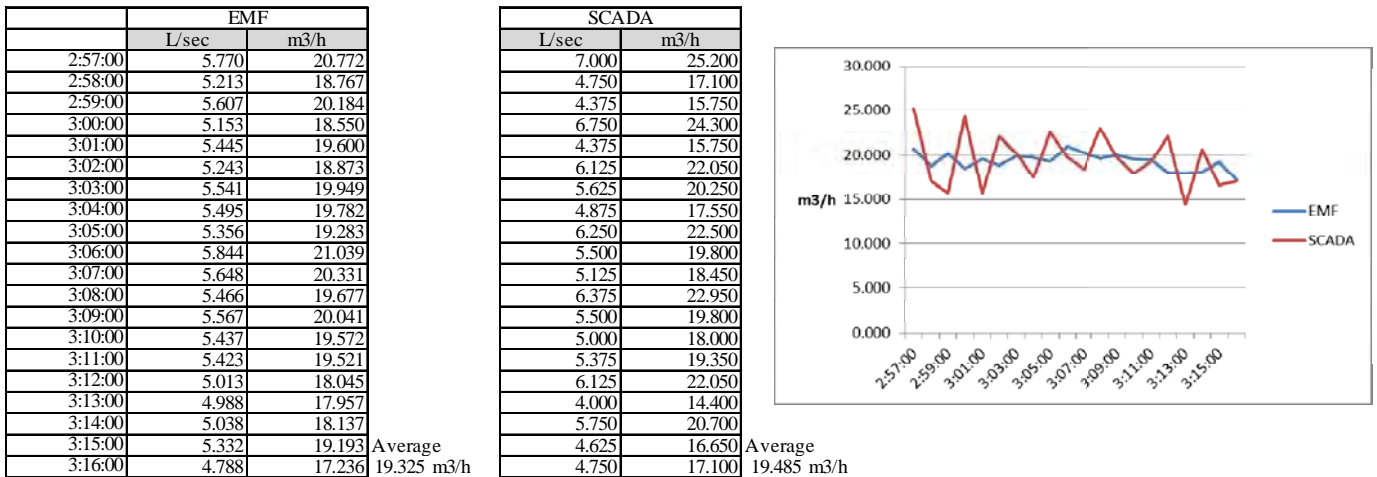
表 2.2.46 配水本管の流量測定

	EMF		Average	SCADA		Average	
	L/sec	m ³ /h		L/sec	m ³ /h		
2:25:00	0.000	0.000	0.003 m ³ /h	-0.125	-0.450	0.277 m ³ /h	
2:26:00	0.005	0.018					
2:27:00	0.005	0.018					
2:28:00	0.000	0.000					
2:29:00	0.000	0.000					
2:30:00	0.000	0.000					
2:31:00	0.000	0.000					
2:32:00	0.000	0.000					
2:33:00	0.000	0.000					
2:34:00	0.000	0.000					
2:35:00	0.000	0.000					
2:36:00	0.000	0.000					
2:37:00	0.000	0.000					

SCADAの誤差確認

専門家チームとC/Pは、消火栓に設置したEMFにおいて5.0～6.0L/sec前後の流量(平均19.3m³/h)を定量で排水させた状態で、EMFとSCADAの流量測定値の比較を行った。EMFの測定値は19.325m³/hであった。SCADAでは圧力制御弁の影響を受けた脈動があり流量は一定していなかったが、平均値は19.485m³/hであった。両者の誤差は僅か0.83%であり、SCADAの器差はその程度であることが確認できた。

表 2.2.47 SCADA の器差測定



(4) SCADA 信号回路の精度(データロガーによる SCADA 信号取り込み試験)

1) SCADA データ伝送のシステム

専門家チームとC/Pは、セクター18とセクター67の流入点SCADAの流量測定精度の確認を行うため、2013年10月29日にデータロガーを両SCADAに設置して電磁流量计の中継表示盤から4-20mAの信号を秒単位の間隔で取り込んで計測し、SCADAの測定値(圧力調整バルブ下流側の流量)との照合を行った。また、データロガーの測定量とSCADAから伝送されて集計された配水量集計データの照合を行った。

セクター18は口径200mm、セクター67は口径350mmの電磁流量计が使われている。測定部と信号変換部が分離している分離型である。SCADAの測定データは下図に示すプロセスで親局アタルヘアの監視センターに無線で伝送されている。一次配水チームがSCADAの運転管理を受け持っている。

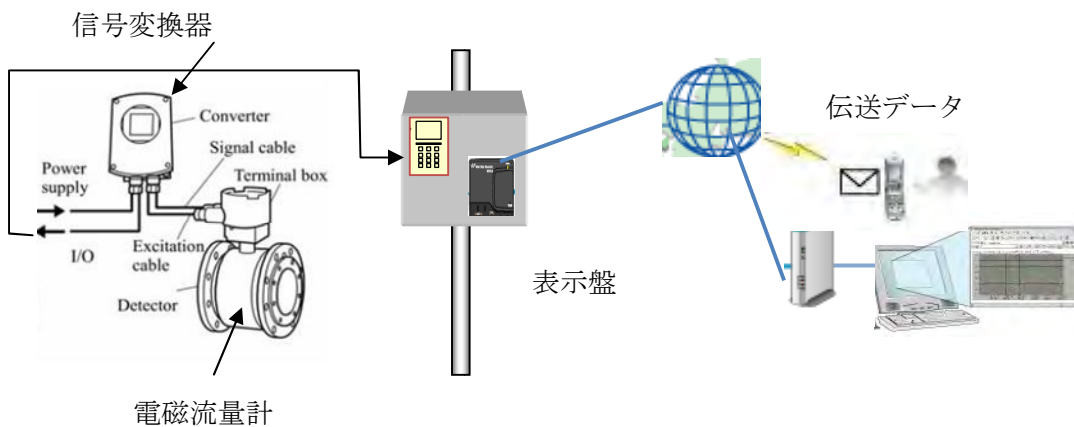


図2.2.26 SCADA伝送システム

		
セクター67の全景	セクター18の電磁流量計	セクター18の表示盤

2) SEDAPALの機器システムとプロセスのモニターリング

表 2.2.48 SCADA の機器システム

機器	仕様等	内容
電磁流量計	Badger Meter Europe社 Magnetflow、Detector type II	測定された流量データは表示盤により現場表示される。
信号変換器	Badger Meter Europe社	2013年4月にセクター18のSCADAに4-20mAデータロガーを並列配置してロギングしたが、変換値異常のため補正。
電磁流量計表示盤①	Badger Meter Europe社	表示の応答速度は1秒程度。ここに積算水量が表示されるがこの値は伝送されない。
データロガー②	Lolog Vista イギリス製	モニターリング用に本プロジェクトにて調達のためデータロガーを設置。水量、水圧データは1分間隔でロギング。
伝送データ③	3～5分インターバルデータ④	中央監視センターに3～5分間隔で水量、水圧データが伝送され蓄積される。
	データの集計⑤	1時間に20個平均収集される数値は、時間平均データとし、Max、Min、Avgの3種類のデータとして記録されている。

電磁流量計はアナログ4-20mAの信号を出力しており、信号分配器も固有の精度を持つ。信号分解能は16mAの10000分割で、0.0016mA(約1.6 μ A)ごとに出力されており、精度として問題はない。

3) 信号変換の整合性の検査

検知部(Detector)と呼ばれるセンサーにより検知された流量は、ターミナルボックスを経て信号変換部に通信される。専門家チームは、この信号変換部の前にある表示盤の手前の信号回路に4-20mAの通信データロガーを設置した。

4) SCADA伝送データの精度

SCADAの表示盤の読み取り量①とデータロガーの記録②の誤差、及びデータロガーの記録②と⑥に至るデータ処理過程集計プロセスにおける数値の誤差はそれぞれともに下記に示すように1%以下であった。結果として配水量分析に支障のある誤差は発生していなかった。伝送データは下図のような仕組みで集計される。

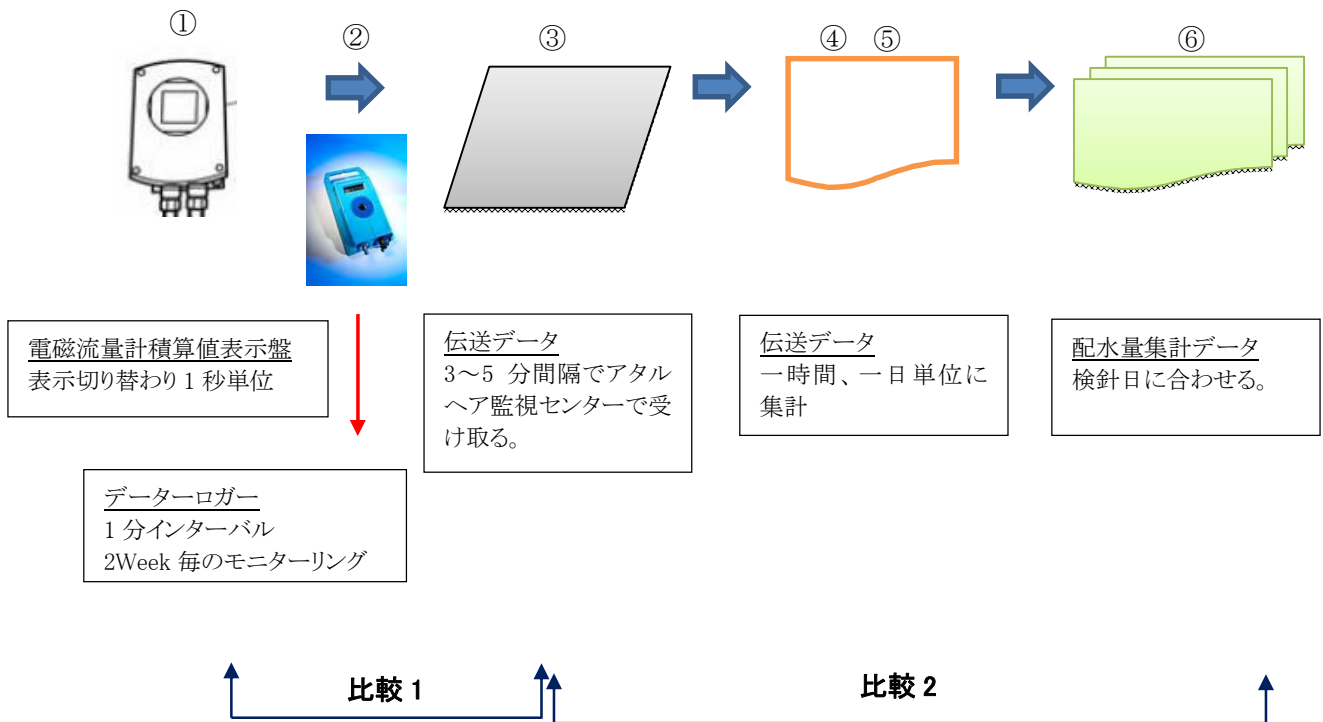


図2.2.27 SCADAデータの伝送経緯

a. セクター18 SCADAのデータ検討

表2.2.49 比較1 表示盤の読み取り記録①とログデータによる計算の水量②の比較 2013年

SCADA表示盤の読み取り記録 による積算水量①		データローガー1分データ による計算の水量②		差異 (データローガー②を1として)	
	m ³		m ³	m ³	%
11/19 9:53AM		11/19 9:53AM			
12/10 10:23AM	76,764	12/10 10:23AM	77,626	-862	-1.11
12/18 10:43AM	30,328	12/18 10:43AM	30,666	-338	-1.10
1/7 10:32AM	72,658	1/7 10:32AM	73,422	-764	-1.04
1/21 10:11AM	52,645	1/21 10:11AM	53,176	-531	-1.00
2/410:05AM	51,102	2/410:05AM	51,620	-518	-1.00
4/1609:34AM	261,330	4/1609:34AM	263,996	-2,666	-1.01
6/11 10:01AM	189,160	6/11 10:01AM	191,132	-1,972	-1.03

伝送処理の関係で「SCADA表示盤の読み取り記録による積算水量」は伝送されていないが、理論的にはこの値が真実の値にもっとも近い値である。SCADA表示盤の読み取り記録による積算水量①とデータローガーによる水量②の値の比較では、②の値が-1.00%程度の誤差を持っていた。

表 2.2.50 比較(2) データロガーデータによる計算の水量②と配水量データ⑥の比較

月	検針日 サイクル	配水量⑥	SCADA伝送 データ⑤	データロガー1分デ ータによる 計算水量②	配水量との差異 (データロガー②を1として)	
					m ³	%
		m ³	m ³	m ³	m ³	%
12月分	11/15~12/17	119,131	119,121	118,728	+403	+0.34
1月分	12/17~1/15	108,208	108,405	107,858	+350	+0.32
2月分	1/15~2/14	112,252	112,505	111,947	+305	+0.27
3月分	2/14~3/15	107,267	107,545	107,333	-66	-0.06
4月分	3/15~4/15	115,656	115,845	115,549	+107	+0.09
5月分	4/15~5/15	103,627	103,867	103,447	+180	+0.17

上表で配水量⑥とデータロガーによる水量②を比較した。最大で+0.34%の誤差があった。

b. セクター67 SCADAのデータ検討

表2.2.51 比較(1) 表示盤の読み取り記録①とロガーデータによる計算の水量②の比較

SCADA表示盤の読み取り記録 による積算水量①		データロガー1分データ による計算の水量②		差異 (データロガー②を1として)	
	m ³		m ³	m ³	%
12/10 11:00AM		12/10 11:00AM			
1/21 10:45AM	288,215	1/21 10:45AM	287,687	+528	+0.18
4/16 10:04AM	619,776	4/16 10:04AM	618,950	+826	+0.13

誤差は+0.18%以下と少ない。

表 2.2.52 比較(2) データロガーデータによる計算の水量②と配水量データ⑥の比較

月	検針日サイクル	配水量⑥	SCADA 伝送データ⑤	データロガー1分 データによる 計算水量②	配水量との差異 (データロガー②を1として)	
					m ³	%
		m ³		m ³	m ³	%
1月分	12/9~1/7	203,388	203,790	201,895	+1,895	+0.93
2月分	1/7~2/6	212,327	212,375	210,569	+1758	+0.83
3月分	2/6~3/7	217,533	218,222	216,713	+820	+0.38
4月分	3/7~4/7	225,277	225,616	224,280	+997	+0.44
5月分	4/7~5/7	202,119	202,446	200,886	+1233	+0.61

誤差は最大+0.93%であった。

(5) 顧客データベースの分析

データベースの分析については、一般顧客チーム、特別顧客チームで統一した分析手法が用いられていない。また、ブレーニャ、スルキージョ等サービスセンターによっても異なり、個々のチームの分析担当者の主観に任されているのが現状である。統一した分析手法の整備が求められるところであり、ブレーニャ、スルキージョ、特別顧客の各チームが合同会議を持ち、マニュアル作成に努め、2015年3月にはマニュアル化された。

分析の手法としてエクセルを使用しており、数千にも及ぶ顧客データのなかから、異常な状況の給水栓を選び出すことを目的としている。特に、メータの使用量異常、口径の不具合に着目した。セクター18における一般顧客データベースの分析を2014年2月に行った結果は下記のとおりであった。

表 2.2.53 データベースの分析

①、②メータ無し

区分	一般	特別	計
請求有	13	0	13
請求無	24	3	27
計	37	3	40

⑪メータ経年数

区分	一般	特別	計
5年以上	4	0	4

③、④断水、休止

区分	一般	特別	計
ECO13	18	0	18
ECO14	4	0	4
ECO20	1	1	2
ECO21	69	1	70
他	23	2	25
計	92	2	94

⑫メータ口径不適性

区分	一般	特別	計
既存15mm			
20mm	25	3	28
25mm	5	1	6
40mm	1	2	3
50mm	0	2	2
既存20mm			0
25mm	2	1	3
40mm	8	1	9
50mm	1	4	5
既存25mm			0
40mm	0	1	1
50mm	1	1	2
既存40mm			0
50mm	0	0	0
既存50mm			0
20mm	1	0	1
25mm	1	0	1
計	45	16	61

⑤請求水量過大、⑥請求水量過少

区分	一般	特別	計
200m3以上、全体	23	16	39
一般家庭	0	0	0
10m3以下、全体	315	5	320
一般家庭以外	199	5	204

⑧、⑨請求水量一定傾向

区分	一般	特別	計
一定傾向減少	81	3	84
一定傾向増加	15	6	21
計	96	9	105

(6) メータの誤差

1) メータ検定

C/Pはセクター18の契約給水栓数1791栓の内、144栓のメータを選定してそのうち98栓についてメータ検定を2013年8月までに行った。その結果は下記のとおりである。残りの46栓は、検定する前に製品

不良が明らかであった、違法改造されていた、顧客がメータ検定を反対した等の理由で検定を行わなかった。

次表中の No1.は SIAC プロジェクトにより交換が予定されていたメータ、No2 は給水栓各戸一斉調査にて目視で不具合があると判断されたもの、No.3 は可搬式検定メータで任意に現場検定したもの、No.4 は3年(40ヶ月)以上継続使用のあるもの、No.5 はメータ口径が基準流量に対して不相当と判断されるものである。

全検定数 98 メータ中使用公差による不合格率は次表に示すように 64%であった。40ヶ月(3.3年)以上使用のものについては 75%が不良となった。基準値を超過する場合の不良メータ率は比較的高い。また、口径不適正のものは 65%が不良であった。

積算使用量や月当りの使用量(単位期間当りの使用量)が増えれば不良メータが発生する可能性は増える。しかし、使用基準値以内でもメータ不良は発生するし、基準値を超過しても使用可能なメータはある。基準値を遵守すると同時に、常にメータの異常検知に心がけ、異常が疑われるメータについては検定を行う必要がある。

表 2.2.54 メータ検定の結果

表 1 他表との重複を控除した数量(2013年8月15日現在)

表No	メータ選定項目	栓数	内訳				検定結果		
			検定数	製品不良	違法改造	未検定	合格	不合格	不合格率%
1	SIACプロジェクト	18	0	18	0	-	0	0	-
2	各戸一斉調査	15	8	0	6	1	7	1	13
3	可搬式検定メータ	3	3	0	0	0	1	2	67
4	3年以上超過使用	52	36	0	1	15	9	27	75
5	口径不適正	56	51	0	0	5	18	33	65
計		144	98	18	7	21	35	63	64

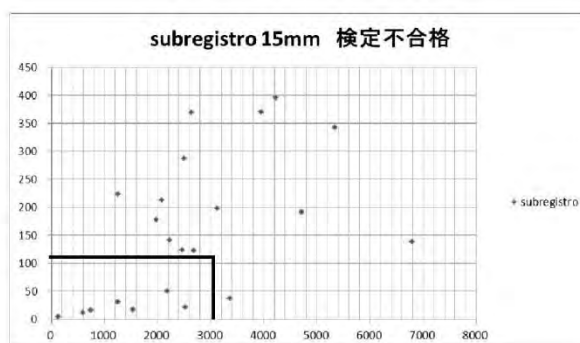
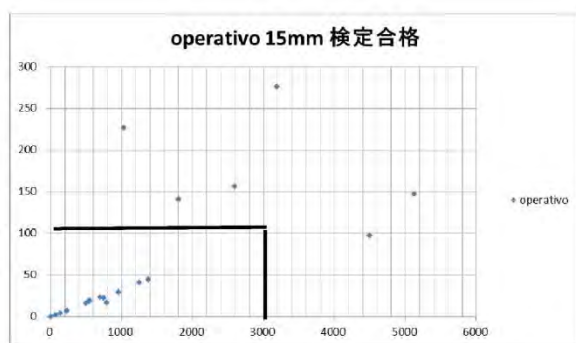


図 2.2.28 メータ検定結果

2) セクター18-2-bの①全数メータ精度検定

C/P は、2014年1月30日より2月7日にかけて直接漏水量測定の対象であるセクター18-2-bの一

部の区間(18-2-b①)の一般家庭用メータを対象にして、SEDAPAL の移動メータ検定ラボにより、メータ機差、メータ起動流量の確認のためにメータ検定を行った。検定結果は下記のとおりである。

- 検定箇所は 76 箇所(口径 15mm:55 箇所、口径 20mm:21 箇所)
- 使用公差検定不合格 5 箇所
- 一般家庭の使用実態調査より 500 lit/h(使用頻度の多い流量)を検定の基準流量とした。
- 起動流量(不感量)の平均 16.21lit/h。年数経過、積算水量増加とともに増加。
- メータ器差平均-1.85%

		
メータ上流から接続	メータ検定ボルトタンク	メータ検定ラボ車両

3) セクター18の特別顧客の全メータ検定

セクター18の特別顧客の口径25mmまでのメータ28箇所について移動ラボにより実施した検定結果は下記の通りである。

- 検定箇所は 28 箇所(口径 15 mm:16 箇所、口径 20 mm:8 箇所、口径 25mm:4 箇所)
- 検定不合格 6 箇所
- 起動流量(不感量)の平均 35.51lit/h。年数経過、積算水量増加とともに増加。
- メータ器差平均+0.59%

口径不適正箇所が16箇所あるがメータ器差がそれほど生じなかった理由は、メータを比較的頻繁に変えており、現在の特別顧客の全メータの平均使用年数は1.2年(4.6年～0.2年)と短いことが考えられる。

セクター18 特別顧客で1箇所ある口径50mmメータの検定結果は下記のとおりであった。

NIS3212483, SE06001855、50mm、ウォルトマン縦型

平均使用量1217 m³/月 (1217/30/10=4.05 m³/h)、使用年数1.6年

2014年4月3日にメータ検針記録チームの室内ラボで行われた、メータ検定結果は合格であった。

4,000L/h のメータ器差は-2.1%、 起動流量(不感量) 52.2 lph

4) セクター18の特別顧客の過去の故障履歴

特別顧客メータのメータ交換履歴の一例を下記に示す。短期間で耐用量超過、故障となっている。25mm の場合、SEDAPAL の基準では耐用基準は6年としているが、1回目は2年、2回目は5カ月で交換が必要とされた。原因は、使用流量に応じたメータ口径、種類の選定がなされていないためとされる。月平均使用量は 1,258 m³/月で適正口径は 50mm である。

例: NIS3256916 バス会社

2010年7月16日メータ設置(接線流式複箱、25mm)。

耐用水量(8400m³)超過のため 2012年7月16日にメータ撤去。使用期間2年。使用量実績 28199 m³ (1172 m³/月、24か月相当)。

2012年7月17日に交換メータ設置(接線流式 25mm)

2013年12月17日に故障停止のため撤去。使用量実績 18499 m³。使用期間5カ月。

2013年12月18日にメータ更新設置(容積式、25mm)。2014年3月13日の現場検定は合格。

特別顧客32個のメータの過去5年間の交換履歴データによると、故障が15個(不適正口径10個で、全て5年以内に故障していた。積算流量の使用限度超過が13個、盗難による交換が3個、交換間違いが1個であった。不適正口径の10個の故障の平均月数は23.8箇月(2.0年)、適正口径の故障平均月数は31.8箇月(2.7年)である。傾向としては、不適正口径のものが適正口径より早く故障する。不適正口径の場合、小口径の口径差の小さいものは比較的長く使用できるが、口径、口径差が大きくなると故障までの月数が短くなる。

2.2.6.2 パイロット第2エリア

(1) セクター67の物理的損失削減活動の経緯

セクター67で行った漏水削減の実務的活動の要約は以下のとおりである。

表2.2.55 物理的損失対策の活動項目

活動項目	内容
セクター、サブセクターの分離化と最適配水の調整	<ul style="list-style-type: none"> ・セクター分離化は3度に分けて行われた。 ・高架タンク1池廃止によるサブセクターの分離化と最適配水調整
サブセクター流量測定の為のチャンバー築造	<ul style="list-style-type: none"> ・サブセクター1、2、4、6チャンバーを築造 ・サブセクター3は高架タンクからの配水管を利用
サブセクター化に伴う水圧変動調査	<ul style="list-style-type: none"> ・標高区分(高区、中区、低区)の圧力データによる現状把握。サブセクター化に伴う、14箇所の圧力の測定。
夜間最小流量の測定	<ul style="list-style-type: none"> ・超音波流量計による測定。漏水修理の事前と事後の測定。
漏水探知と漏水修理	<ul style="list-style-type: none"> ・セクター全域の漏水探知 2月、サブセクター1、2、6の探知 8月 ・多点式相関調査による漏水探知

表2.2.56 物理的損失対策の流れ

		漏水探知と修理	夜間最小流量測定、配水量測定	コメント
2013	11	サブセクター化	11/6~11/7 Tank256 ○ 11/7~11/8 Tank257 × タンク2 基配水量の測定	タンク257を廃止するための配水量測定。
	12			
2014	1			
	2	2/11~2/18 漏水探知 74 件①		漏水探知は2/18に終了。
	3			
	4	5/8~6/9 漏水修理 46 件①	4/1~4/2 S-67-1 × 4/3~4/4 S-67-3 ○	67-1と67-3の事前測定。
	5		6/19~6/20 S-67-1 × 6/17~6/18 S-67-2 × 6/17~6/18 S-67-3 ○	6/9に修理が終了。
	6		事後①	事後①として67-1,2,3を測定。
	7		事前②	事前②として67-1,2を測定。1と2の分離化を確認。
	8	8/22~8/29 漏水探知 27 件②	7/24~7/25 S-67-1 ○ 7/22~7/23 S-67-2 ○	サブセクター1,2,6を再調査。
	9	9/8~9/15 漏水修理 27 件②	事後②	事後②として67-1,2,6を測定。
	10		10/17 S-67-1 漏水量直	10/17に67-1の漏水量直接測定の実施。

○：測定成功、×：測定失敗

(2) 夜間最小流量の測定

1)夜間最小流量測定の実施日

専門家チームとC/Pは、サブセクターの夜間流量(Qmnf)の構成を分析し、さらに漏水探知・修理の効果を確認するために、下表に示す日程で漏水箇所修理の事前と事後の夜間最小流量測定をサブセクター毎に行った。○はサブセクターの分離化が確認されてからのデータで、採用値とした。

表2.2.57 サブセクターの夜間最小流量実測値

Measurement	2013		2014									
	Referencia		Qmnf Antes				Measurement(Después1)		Measurement(Después2)		Measurement (Después3)	
	Nov	Dec	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct
S-67-1			4/1-4/2 Qmnf=14.79m ³ /h				6/19-6/20 Qmnf=12.89m ³ /h		7/24-7/25 Qmnf=23.67m ³ /h		9/10-9/11 Qmnf=14.35m ³ /h	
S-67-2							6/17-6/18 Qmnf=7.76m ³ /h		7/22-7/23 Qmnf=28.96m ³ /h		9/15-9/16 Qmnf=13.5m ³ /h	
S-67-3	11/7-11/8 Qmnf=26.9m ³ /h				4/3-4/4 Qmnf=12.53m ³ /h		6/17-6/18 Qmnf=8.57m ³ /h					
S-67-4	11/6-11/7 Qmnf=14.9m ³ /h						6/19-6/20 Qmnf=14.94m ³ /h					
S-67-6			4/1-4/2 Qmnf=26.80m ³ /h				6/19-6-20 Qmnf=16.40m ³ /h		7/24-7/25 Qmnf=17.84m ³ /h		9/14-9/15 Qmnf=9.53m ³ /h	

2) 測定結果の分析

専門家チームは、測定結果を使用し、サブセクター1 から 6 について、2 つの指標(Qmnf L/min/km、Qmnf L/dia/con、)を用いて管網の劣化度を検討した。ここに、Qmnf:夜間最小流量。

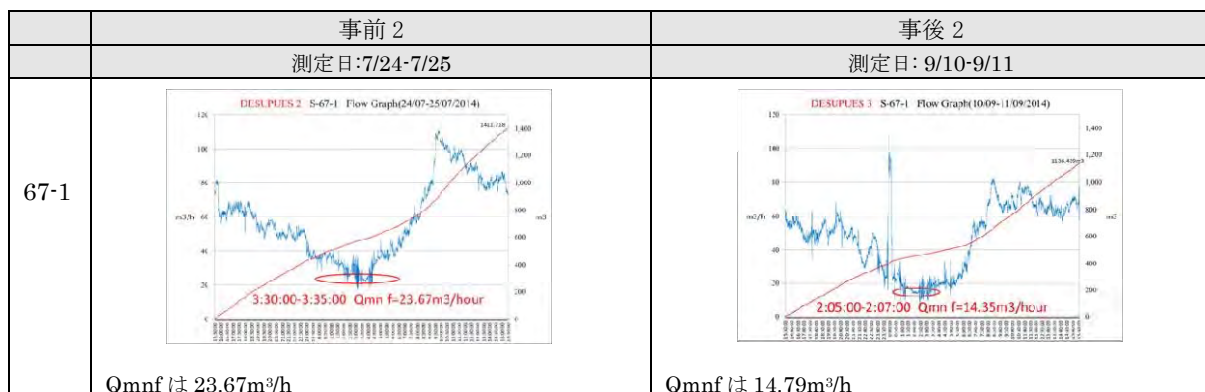
2 月に漏水探知作業を実施後、5 月の一回目の漏水修理前に 4 月の夜間最小流量を事前の値として収集した。しかし、サブセクター1、2、6 は境界バルブの締切り不具合があり、修理事後のデータは使えないことが分かった。これらのセクターについては、バルブの締切り修理後の7月の測定値が二回目の漏水修理の事前の値となる。その後 9 月に事後の夜間最小流量を測定して比較した。比較の指標は Qmnf L/min/km : 1km 当りの夜間最小流量、Qmnf L/dia/con : 1 栓当りの夜間最小流量である。Qmnf L/min/km の漏水限度は日本では 90%の有効率で 10L/min/km 前後とされている。

2013 年 11 月に測定した高架タンク No.256、No.257 の夜間流量はサブセクター3、4、5 の夜間最小流量で合計値は 41.8m³/h (26.9m³/h、14.9m³/h)であったが、1 回目の漏水修理後の同セクターの測定では 23.47m³/h (8.57m³/h、14.9m³/h)と減少しており、漏水修理による効果が表れている。漏水修理前後の夜間最少流量測定結果の比較例を次図に示す。

a. 漏水修理の事前事後の夜間最小流量の比較例

9 月実施の 2 回目漏水修理の前後の夜間最小流量の比較。

サブセクター67-1



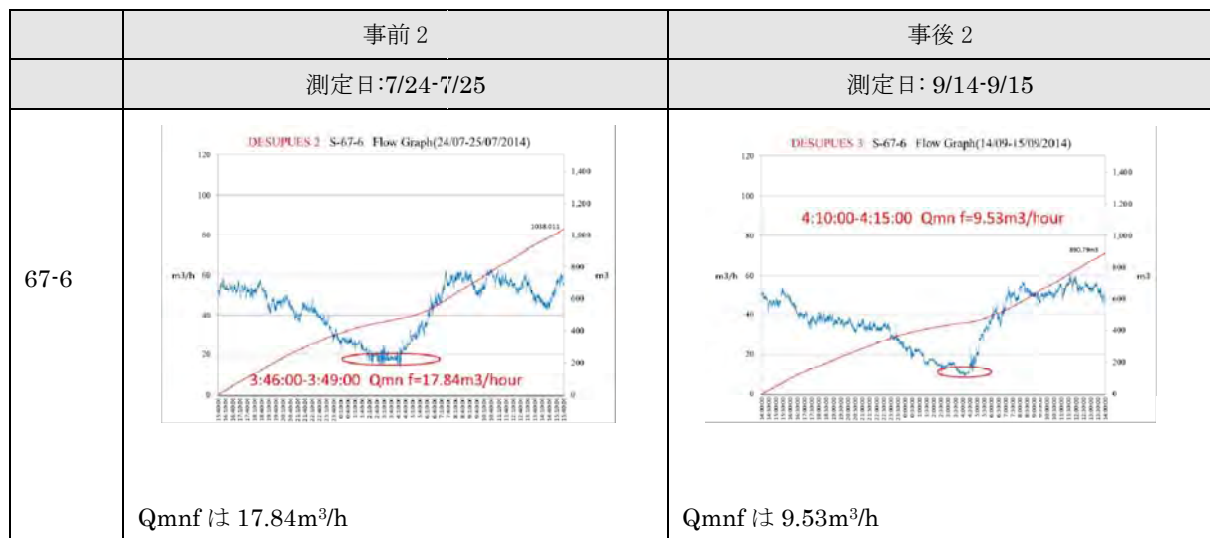
67-1 指標

SECTOR 67_1			Indicadores(Despues)		
Qmn		Flow Total (1dia)	Qmn L/min/km	Qmn L/dia/con	Distribuida m3/dia/con
Qmn Antes	14.79 m3/h	950 m3/dia			m3/dia/con
Qmn Despues(1)	12.89 m3/h	758 m3/dia			m3/dia/con
Qmn Despues(2)	23.67 m3/h	1,411 m3/dia	74.1 L/min/km	1,359 L/dia/con	3.38 m3/dia/con
Qmn Despues(3)	14.35 m3/h	1,136 m3/dia	44.9 L/min/km	824 L/dia/con	2.72 m3/dia/con

図 2.2.29 サブセクター67-1 の夜間最小流量

Qmnf L/min/km、Qmnf L/dia/con、が総じて高い。流量は事前から事後に 9.32m³/h の減少。3 つの指標共に低減量が大きく、漏水修理の効果が認められる。

サブセクター67-6



67-6 指標

SECTOR 67_6			Indicadores(Despues)		
Qmn		Flow Total (1dia)	Qmn L/min/km	Qmn L/dia/con	Distribuida m3/dia/con
Qmn Antes	26.80 m3/h	1,319 m3/dia			
Qmn Despues(1)	16.4 m3/h	966 m3/dia			
Qmn Despues(2)	17.84 m3/h	1,038 m3/dia	66.5 L/min/km	921 L/dia/con	2.23 m3/dia/con
Qmn Despues(3)	9.53 m4/h	890.79 m3/dia	35.5 L/min/km	492 L/dia/con	1.92 m3/dia/con

図 2.2.30 サブセクター67-6 の夜間最小流量

Qmnf L/min/km、Qmnf L/dia/con が総じて高い。流量は事前から事後に 8.31m³/h の減少。2 つの指標共に低減量が大きく、漏水修理の効果が認められる。

b. インジケータによる比較、分析

① Qmnf L/min/km による比較

C/P は、漏水存在量の多いサブセクター67-1、-2、-6 を 2 回目の調査を行うための重点的調査エリアとして多点式相関器による漏水調査の後に漏水修理を行った。結果は漏水削減効果が大きかった。67-3、4・5 は漏水存在量が比較的少なかったため、2 回目の調査は行わなかった。ここは、集合住宅の住居形

態であり、給水栓の密度が高く、配水管の給水栓当りの延長が短いことから、漏水量が少ない。9月実施の2回目漏水修理前後の夜間最小流量の指標値 Q mnf L/min/km の比較。

表 2.2.58 夜間最小流量のインジケータ

		事前(1)	事後(1)	事後(2)	事後(3)
Qmn L/min/km	SECTOR 67_1			74.12	44.94
	SECTOR 67_2			82.73	38.57
	SECTOR 67_3		35.13	35.13	35.13
	SECTOR 67_4.5		35.55	35.55	35.55
	SECTOR 67_6			66.45	35.50
	SECTOR 67_0				

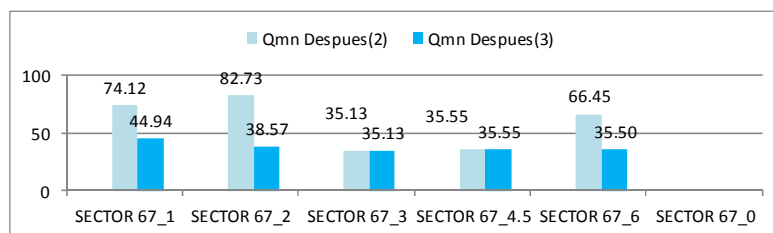


図 2.2.31 Qmnf L/min/km による比較

② Qmnf L/dia/con による比較

9月実施の2回目漏水修理前後の夜間最小流量の指標値 Qmnf L/dia/con の比較。Qmnf L/min/km による比較と同様、サブセクター67-1、-2、6の漏水削減効果が大きく出た。

表 2.2.59 Qmnf L/dia/con による比較

		Qmn Antes	Qmn	Qmn Despues(2)	Qmn Despues(3)
Qmn L/dia/con	SECTOR 67_1			1,359	824
	SECTOR 67_2			1,215	566
	SECTOR 67_3		191.87	191.87	191.87
	SECTOR 67_4.5		216.39	216.39	216.39
	SECTOR 67_6			920.77	492
	SECTOR 67_0				

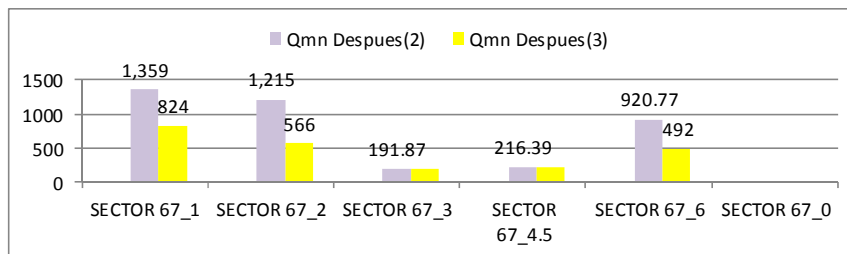


図 2.2.32 Qmnf L/dia/con による比較

3)夜間最小流量の変動

専門家チームはSCADAにて測定した夜間最小流量値の変動につき分析した。下記の図は2014年2月

7日のSCADAによる測定の夜間最小流量(m³/h)のグラフを示したもので、このパターンが夜間の一般的な配水パターンとなっている。1月のデータのうちこのような標準的パターンの最小流量として使用できるものを抽出して図2.2.34にグラフ化した。

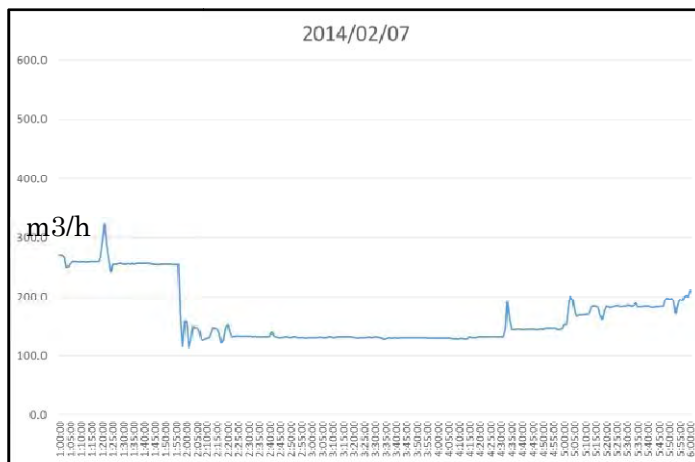


図2.2.33 2014年2月7日の夜間最小流量

下図に抽出した夜間最小流量をグラフ化した。これによると、1月23日に高架タンク1基を廃止しSCADAの水圧を上昇させたため、夜間の最小流量は上昇している。2月、3月と徐々に夜間最小流量は上昇しているが、5月から6月にかけて一回目の漏水修理を行ったため、夜間最小流量は7月以降に低下し始めている。2回目の漏水修理は9月上旬に行われ、その効果も表れている。

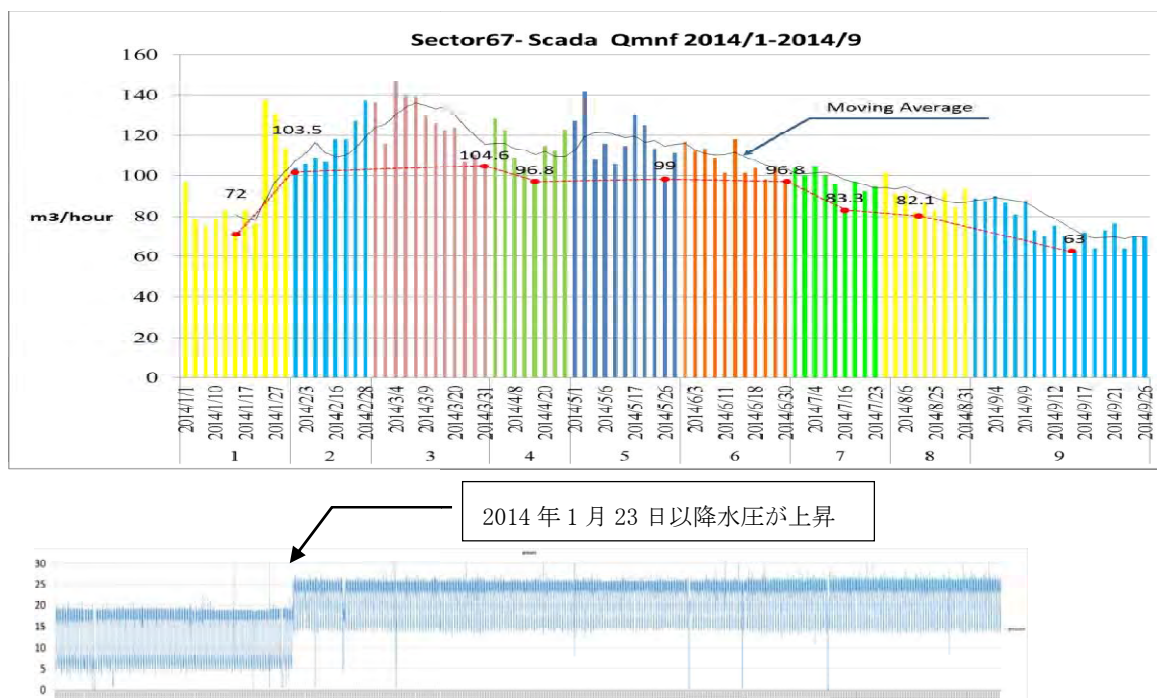


図2.2.34 2014/1から2014/9/23までのセクター67の水圧

実務的な漏水削減活動(漏水探知、修理)は2014年2月から開始され、9月末に終了した。活動を通じ

て個々のサブセクターの存在漏水量の近似値である夜間最小流量を測定した。9月時点の個々のサブセクターの夜間最小流量の合計は、61m³/hである。この合計の値と前述した9月のSCADA測定の夜間最小流量63m³/hはほぼ等しい。

表2.2.60 夜間最小流量測定の結果

サブセクター	Qmnf(m ³ /h)	データ収集日
67-1	14.35	9/11
67-2)	13.50	9/16
67-3	8.57	6/18
67-4・5	14.94	6/20
67-6	9.53	9/15
合計	60.89	

(3) 直接漏水量測定とセクター67全体の残存漏水量

C/Pは、8月に多点式相関器による漏水探知調査をセクター1、2、6にて実施し、漏水修理を行った。その後、専門家チームとC/Pは漏水修理の効果測定のために9月に夜間最小流量を測定した。その結果サブセクター67-1の夜間最小流量が大きく、漏水があると推定されたので、このサブセクターを対象に直接漏水量の測定を行った。

直接的な漏水量測定を10月17日にサブセクター67-1において実施した。67-1をa、b、c、dと4分割して給水栓を閉止して存在漏水量を測定しようとした。しかし、測定日の夜間に配水管破裂による突発的な漏水が起こり、4分割は時間的に間に合わず、67-1-dのみの直接測定となった。

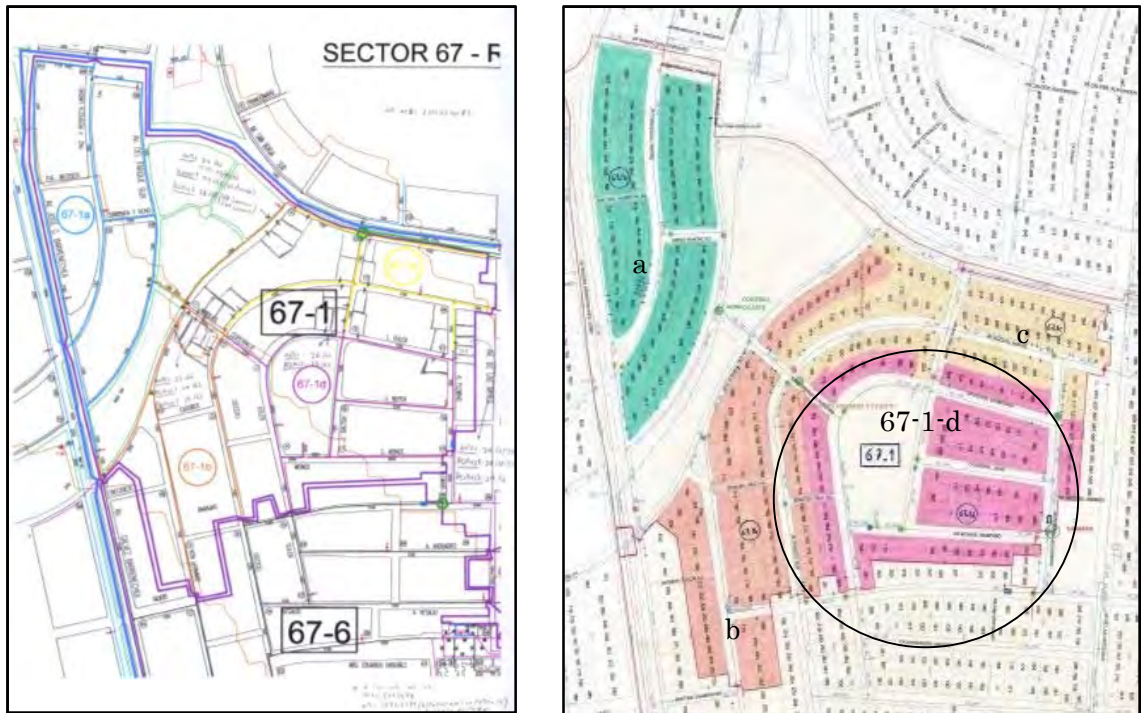


図2.2.35 サブセクター67-1の配置図

67-1-dの給水栓(85栓)を一時的に締めて断水させ、漏水量を測定した。3:30am頃から流量は一定の値を示し、4.141m³/hourが漏水量として判定された。

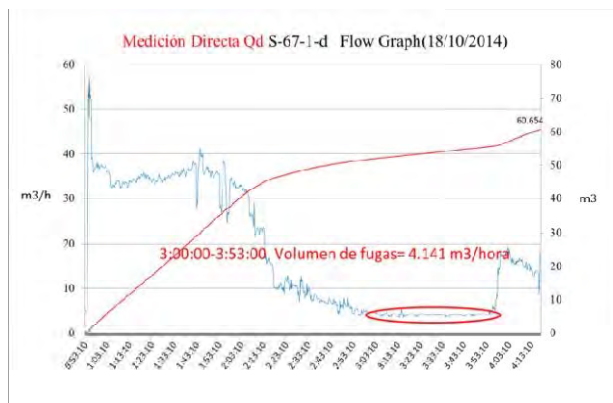


図2.2.36 67-1-dの夜間最小流量測定結果

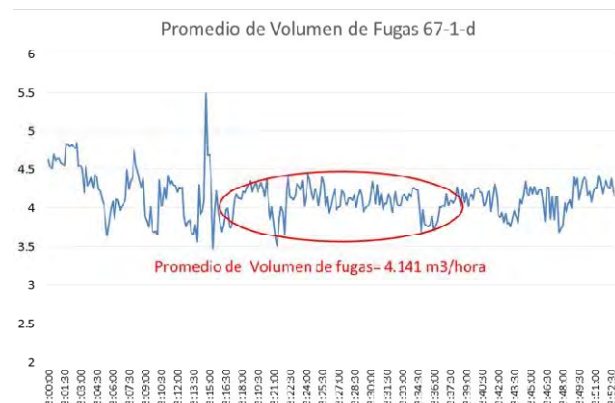


図2.2.37 夜間最小流量時の拡大図

サブセクター67-1の直接測定はできなかったが、67-1-dの漏水量からサブセクターの漏水量を推定した。67-1のQmnfは14.35m³/hである。セクター18での実績から、漏水量は夜間最小流量の60～70%であるため、10.045m³/h (14.35×0.7)を67-1の漏水量とした。従って、67-1のa、b、cの漏水量は5.904m³/h (10.045-4.141)と推定され、km当りの漏水量は1.45m³/h/km (5.904/4.05)である。42.45m³/hが直近での漏水量と言える。

表2.2.61 サブセクター67-1-dからの漏水量の推定

S-67-1のdからS-67-1を類推した値						
	配管延長 (km)	夜間最少流量 (m ³ /h)	漏水量 (m ³ /h)	kmあたり/L/分 (漏水量)	給水栓数	栓あたり/L/日 (漏水量)
67-1	5.32	14.35				
67-1-a	1.45		2.10	24.17	95	531
67-1-b	1.65		2.39	24.17	98	586
67-1-c	0.95		1.38	24.17	82	403
67-1-d	1.27		4.141	54.34	85	1,169
	5.32		10.01		360	

表2.2.62 夜間最小流量における漏水量の推定

夜間最少流量における漏水量の按分量						
	配管延長 (km)	夜間最少流量 (m ³ /h)	漏水量 (m ³ /h)	kmあたり/L/分 (漏水量)	給水栓数	栓あたり/L/日 (漏水量)
67-1	5.32	14.35	10.01	31.37	360	667.6
67-2	5.83	13.50	9.45	27.02	582	389.7
67-3	4.06	8.57	6.00	24.63	1082	133.1
67-4・5	7.00	14.94	10.46	24.90	1675	149.8
67-6	4.47	9.33	6.53	24.35	475	330.0
	①	②	③	④	⑤	⑥
	26.68	60.69	42.45		4174	

(4) 漏水探知

1) 漏水探知調査 (1 回目)

漏水探知調査は、2014年2月11日から2月14日の間に委託業者によって行われた。次表に示すように74件、推定漏水量392,000L/日(16.63m³/時間)が探知された。

表 2.2.63 漏水探知結果

	Fecha Detección	Informe	Dirección	Diam	Presión	Ubic	Fuga en	Caudal	NIS	Nro.medidor	
Unidad 623	2014/2/11	1	Calle PAZ Y P. UNIDAD Nro. 328 Urb. CORPAC-S067	3/4"	35	Conex. Corporation		6,000		E211044242	
		2	Av. DEL PARQUE SUR Nro. 677 Urb. CORPAC-S067	3/4"	35	Conex. Caja D/Medidor		1,000		E211051364	
		3	Av. DEL PARQUE SUR Nro. 697 Urb. CORPAC-S067	3/4"	35	Conex. Corporation		5,000		E211044237	
	2014/2/12	1	Av. DE LAS ARTES / F. GOZZOLI Urb. S067	8"	41	Redes. Valvula Red		2,000			
		2	Av. SAN BORJA SUR Nro. 438 Urb. S067	1/2"	41	Conex. Corporation		10,000		E111424131	
		3	Av. SAN BORJA SUR Nro. 480 Urb. S067	3/4"	41	Conex. Linea D/Caja		1,000		E211041108	
		4	Jr. E. FERMI GOZZOLI Nro. 365 Urb. S067	1/2"	41	Conex. Corporation		15,000		E111424089	
		5	Jr. G. MARAÑON Nro. 105 Urb. S067	3/4"	41	Conex. Corporation		8,000		E211042128	
		6	Jr. A. FLEMING Nro. 188 Urb. S067	3/4"	41	Conex. Corporation		7,000		E212056320	
	15/02/2014	1	Av. BARRENECHEA Nro. 1027 Urb. LA MERCED - S067	3/4"	60	Conex. Llinea A/Caja		1,000		E206148205	
2		Calle MERCATOR Nro. 494 Urb. LA MERCED - S067	3/4"	60	Conex. Caja D/Medidor		4,000		E212055664		
Unidad 613	17/02/2014	1	Av. J.G. BARRENECHEA Nro. 1267 Urb. T. DE LIMATAMBO-S067			53 Conex. Corporation		10,000		E111461636	
		2	Calle A. JOCHAMOWITZ Nro. 301 Urb. T. DE LIMATAMBO-S067			53 Conex. Corporation		15,000		E211041533	
		3	Calle ALVAREZ CALDERON Nro. 121 Urb. T. DE LIMATAMBO-S067			60 Conex. Caja A/Medidor		2,000	2769209		
	18/02/2014	7	Calle LUIS MONTERO Nro. 136 Urb. T. DE LIMATAMBO-S067	1/2"	46	Conex. Llinea A/Caja		3,000		E112569182	
		8	Calle JORGE MUELLE CON MESSARINA Urb. T. DE LIMATAMBO-S067			0 Redes. Valvula Grifo C/I		2,000			
		9	Pasaje ESCULTURA CON MESSARINA - FTE. 199 Urb. T. DE LIMATAMBO-S067			40 Redes. Tuberia		30,000		E211041730	
	74						392000				



表2.2.64 漏水箇所の内訳(1回目調査)

漏水箇所	箇所数	推定漏水量	
		m ³ /日	%
二次配水管	3	60.0	15.3
給水管分岐	20	202.0	51.6
配水管バルブ	7	15.0	3.8
給水管(メータボックス前)	19	68.0	17.3
メータボックス(メータ前)	9	20.0	5.1
メータボックス(メータ後)	9	17.5	4.5
給水管(メータボックス後)	2	2.0	0.5
消火栓	3	4.5	1.1
消火栓バルブ	2	3.0	0.8
計	74	392.0	100.0

- ・ 箇所数 74 箇所。給水管分岐が 51.6%と多い。
- ・ 推定漏水量 392m³/日(11,760m³/月)。
2013 年 12 月の配水量 212,234m³/月の 5.5%に相当する。
- ・ 12 月で考えると、推定漏水量の 11,760m³/月を控除して、配水量は 200,474m³/月。無収水量 45,782m³/月、無収水率 22.8%となる。



2) 漏水探知調査と漏水修理(2 回目)

夜間最小流量測定の結果、セクター67のうちサブセクター1、2、6の残存水量が多いというデータが得られた。ここに多点式相関器による漏水探知作業を行うこととし、8月22日から29日にかけて実施した結果27件の漏水が探知された。推定漏水量と漏水発生箇所は下記のとおりである。9月8日から15日にかけて漏水修理が行われた。

表2.2.65 漏水箇所の内訳(2回目調査)

配水管	給水管上漏水	メータ廻
6箇所	17箇所	6箇所
135,000 L/dia	137,000 L/dia	13,000 L/dia
計 285,000L/dia=11.875m ³ /hour		

(5) サブセクターの適切な流量及び流速の判別方法

セクター67 は現在、5 つのサブセクターで調整されている。専門家チームは、サブセクターの流入点の水圧と流速の関係についての測定と分析を OJT とした。

サブセクターの漏水調査・修理の事前・事後の夜間最少流量(Q_{mnf})の測定は、下表に示すように 2014 年 4 月から各サブセクターにおいて行っている。

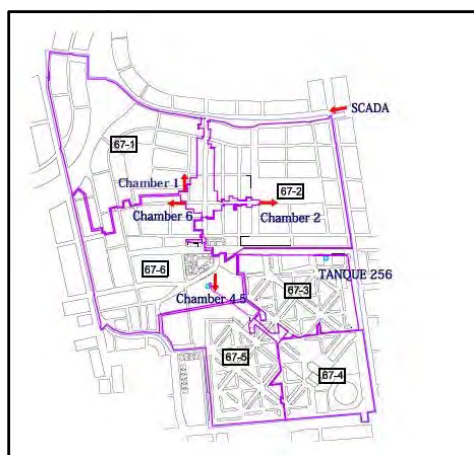


図 2.2.38 セクター67 の管網図

表 2.2.66 適切な流量及び流速の判別結果

	Subsector1	Subsector2	Subsector3	Subsector4・5	Subsector6
2013/11			11/7-11/8 参考	11/6-11/7 参考	
2014/4	4/1-4/2 事前①		4/3-4/4 事前①		4/1-4/2 事前①
2014/5/8-6/9 漏水修理 1 回目					
2014/6	6/19-6/20 事後①	6/17-6/18 事前①	6/17-6/18 事後①	6/19-6/20 事後①	6/19-6/20 事後①
2014/7	7/24-7/25 事前②	7/22-7/23 事前①			7/24-7/25 事前②
2014/8					
2014/9/8-9/15 漏水修理 2 回目					
2014/9	9/10-9/11 事後②	9/15-9/16 事後①			9/14-9/15 事後②
2014/10	10/17-18 直接漏水量測定				

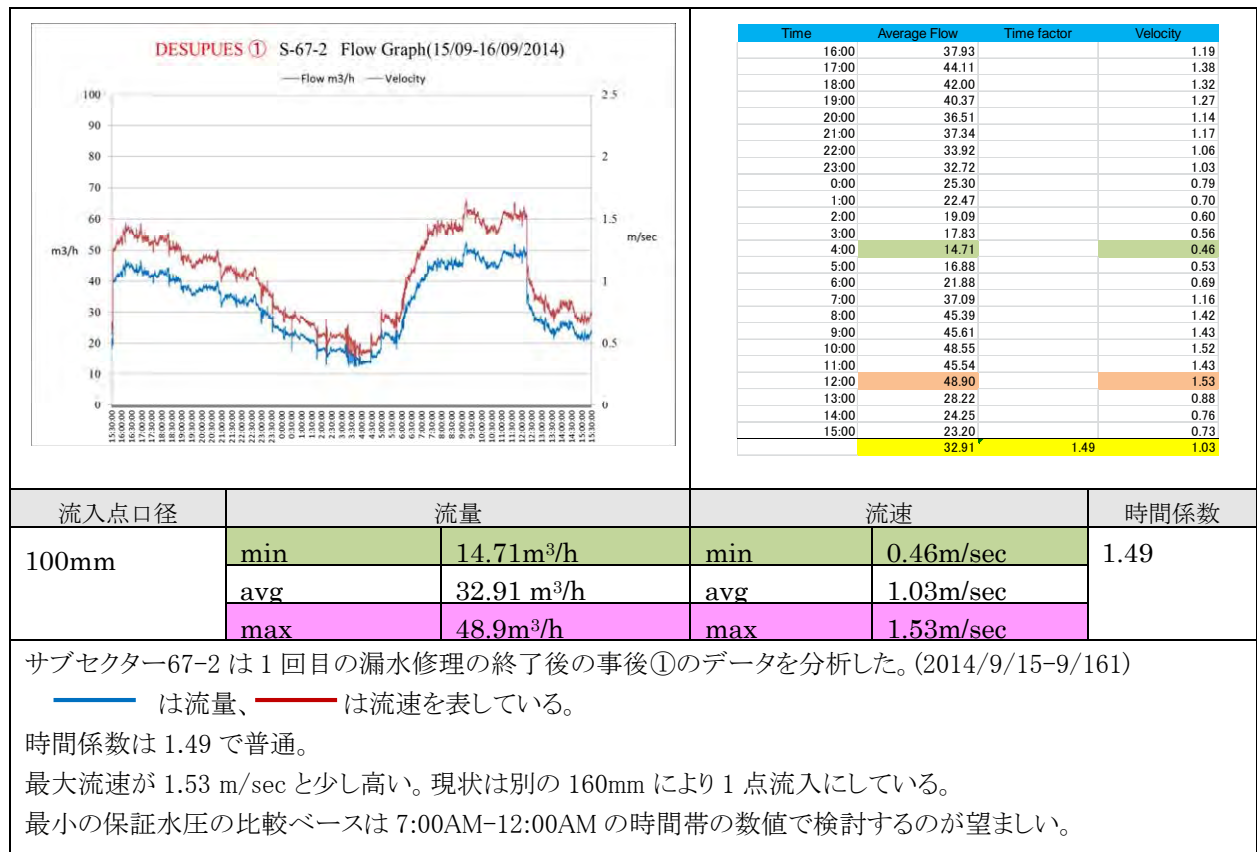
サブセクターは通常は 1 点の定点流入が望ましいが、需要水量と流入点の口径、水圧等の供給条件の関係で数点の流入とせざるを得ない場合もある。セクター67 では、67-2 がそのようなサブセクターである。1 点流入になっているサブセクターも含めて流入点の口径、流速、水圧について考察して理解を深めてもらうように OJT した。

どの程度の流速が機能的か？ 経済的か？ と言うのは若干の議論の余地はあるが、SEDAPAL では 3.0m/sec までが通常の許容範囲であり、最大 5.0m/sec までが限界範囲ということである。流速が上昇すれば流速の二乗に比例して損失が増加し、給水圧力に影響することは自明の理である。セクター化、サブセクター化の条件として適正流速の保持ということに留意すべきであることを OJT した。

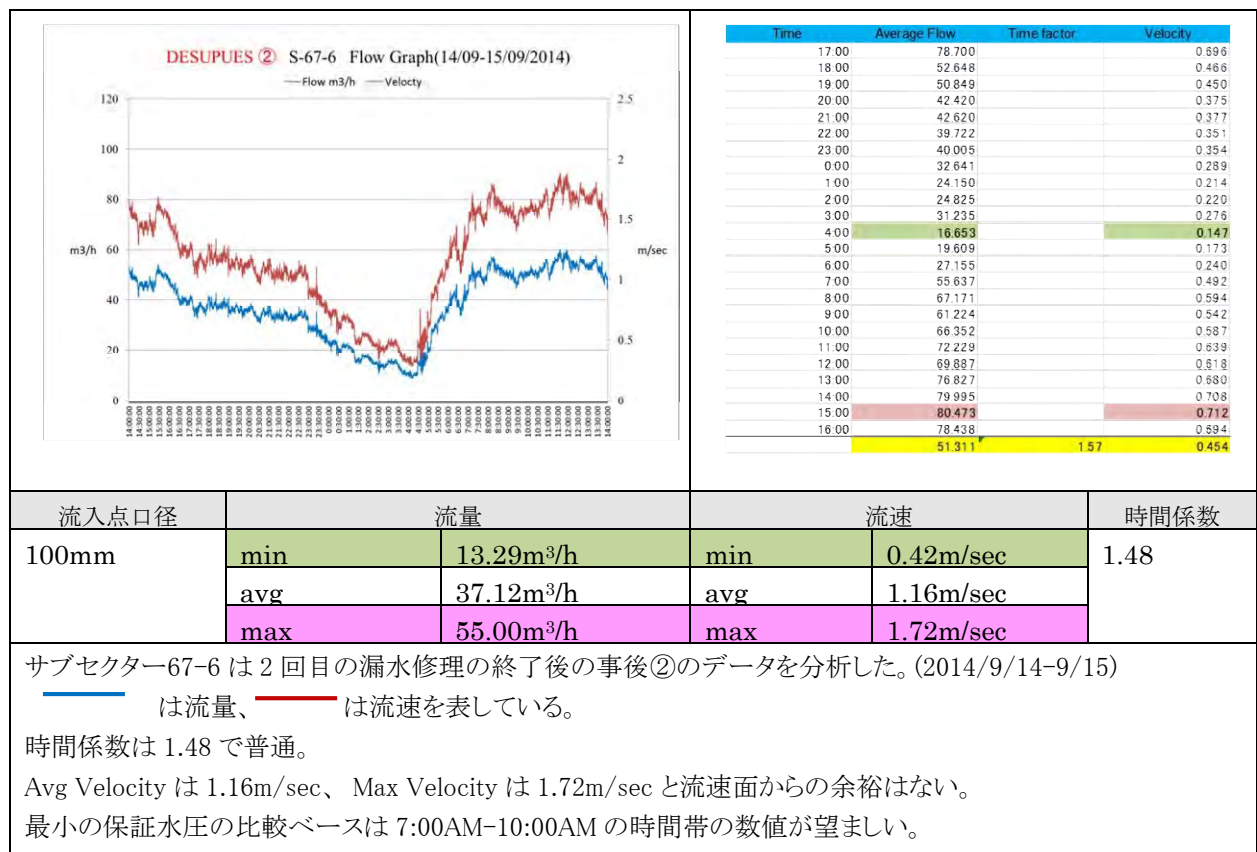
表 2.2.67 夜間最小流量の測定方法

サブセクター	通常配水方式	夜間最少流量の測定方法
S-67-1	100mm(1 点)	S-67-1 チャンバーより通常配水と同じ 100mm
S-67-2	160mm(1 点)	S-67-2 チャンバーより 100mm で測定
S-67-3	200mm(タンク 256) (1 点)	タンク 256 より通常配水と同じ 200mm
S-67-4・5	200mm(1 点)	S-67-4・5 チャンバーより通常配水と同じ 200mm
S-67-6	100mm(1 点)	S-67-6 チャンバーより通常配水と同じ 100mm

Subsector2:流速と時間係数



Subsector6:流速と時間係数



まとめると以下のような関係が分かる。

サブセクター	最大流速(m/sec)	流入点口径
S-67-1	2.29m/sec	100mm。夜間の圧力は 20mca 程度を保持しており、流速は比較的高いが現在のところ問題は無い。注視が必要である。
S-67-2	1.53m/sec	100mm(100mm では不足のため通常は 160mm で流入) 67-2 の夜間の水圧は、標高の高い高区の位置では 10mca しか無く水量の不足につながる懸念がある。夜間最少流量の測定時以外は 160mm での流入口径としている。
S-67-3	0.46m/sec	200mm
S-67-4・5	0.71m/sec	200mm
S-67-6	1.72m/sec	100mm。夜間の圧力は 20mca 程度保持しており、流速は比較的高いが、現在のところ問題は無い。注視が必要である。

また、時間係数(時間積算最大配水量÷時間積算平均配水量)の算出結果、最大流量と平均流量の変動幅は 1.50 前後であった。直圧給水の形態では、時間係数が 2.5 前後の変動幅は出現していない。

もし直圧給水の形態であれば当然、時間係数は 2.5 前後の値を示し 75mm,100mm の小口径管路には負荷がかかるが、ほぼ 100%のタンク給水システム(同一住宅でも直圧とタンク併用がある。) のため、そのような負荷はかかっていない。

(6) 1, 800mm の送水管の超音波流量計による流量測定

スルキージョ管轄内に送水される管路について 2014 年 7 月 15 日に超音波流量計による流量測定を行った。1,800mm の送水管の超音波流量計による流量測定を約一週間行った。この測定した管路の流量を差し引いたものが、スルキージョへの配水量のデータとなっているということであるが、半年で約 100 万 m³ の流量が増えており、営業所自身による確認が必要ということで測定をした。

送水管の管理部署でも精度点検を行っているということであったが、次表(点検票)には奇異なパラメータがあった。1,800mm ダクタイル管の管厚みは通常 20mm 以上であるが、点検票では 12.5mm、またモルタルライニングも最低 15mm 程度なければならないが、ここでは 10mm というパラメータで点検されていた。点検(流量計)の委託業者が点検のつど任意の数値を入力しているせいで一定したパラメータが使用されていなかった。総体的な流量としては大きな誤差にはならないが、問題であった。

スルキージョ設置の流量計と既設の流量計は大きな差異は検出しなかった。

REPORTE DE VERIFICACION DE PRECISION DE LA PRODUCCION

Estación: S01

Fecha Ejecución: 23/06/2014

Hora: 15:23

Ubicación: FORT/EVITAMIENTO [EDP]

Operadores: Jorge Zavaleta Flores

TUBERIA	MEDIDOR VERIFICADO	PATRON DE VERIFICACION
MATERIAL: HIERRO DUCTIL	TIPO: Ultrasonido	TIPO: Ultrasonido Portatil
D.NOMINAL: 1,800.00 mm	MARCA: GE Infrastructure Sensing	MARCA: PANAMETRICS
PIPE OD: 1,875.00 mm	MODELO: PT878	MODELO: PT878
PIPE WALL: 12.50 mm	DIAMETRO: 72" - 1800 mm	Nº SERIE: PT878-7562
LINING: 10.00 mm	SERIE: 5282	DISTANCIA: 2.00

PRUEBAS	L INICIAL [m3]	L. FINAL [m3]	DIFERENCIA [m3]	TIEMPO		Q PROM [L/S]	ERROR %
				MM	SS		
VERIFICADO	24,426,762.740	24,428,037.000	1,274.260			2,113.20	
PATRON	16.843	1,285.418	1,269.575	10'	03.000"	2,105.43	0.37
VERIFICADO	24,425,437.201	24,426,635.000	1,197.799			1,989.70	
PATRON	15.857	1,209.081	1,193.224	10'	02.000"	1,982.10	0.38
VERIFICADO	24,424,093.118	24,425,318.000	1,224.882			2,011.30	
PATRON	18.036	1,238.472	1,220.436	10'	09.000"	2,004.00	0.36
VERIFICADO	24,422,740.063	24,423,973.000	1,232.937			2,017.90	
PATRON	10.056	1,238.776	1,228.721	10'	11.000"	2,011.00	0.34
VERIFICADO	24,421,344.265	24,422,619.000	1,274.735			2,107.00	
PATRON	14.701	1,285.322	1,270.621	10'	05.000"	2,100.20	0.32

(7) 商務的損失対策

1) データベースの分析

商務管理チーム提供のデータベース(2014年10月入手)をセンター商務チームが分析した結果は下記のとおりである。

a. メータ直結、不具合箇所(請求有りの場合)

水の使用はあるが、メータが無く直結(15箇所)、メータの不具合(33箇所)により、検針できない給水栓が48箇所あり、メータの設置が必要とされた。

表 2.2.68 メータ是正リスト

実施年月	特別顧客	一般顧客	計
14/03	2	9	11
14/04		4	4
14/05		11	11
14/06	1	1	2
14/07	1	12	13
14/08		2	2
14/09		4	4
使用無		1	1
計	4	44	48

表 2.2.69 是正実行期間詳細リスト

メータ交換日									
OFICINA	CONEXION	FECHA INSTALACION	EST_SUM	TARIFA	CUA	NUM_APA	RANGO ANTIGÜ	DIAMETRO	DIA_CONEX
O. C. SURQ	5868778	2014/3/6	EC012	T02	0220	E111424390	MENOR A 5 AÑOS	15	15
O. C. SURQ	2895886	2014/3/6	EC012	T03	0312	E112554741	MENOR A 5 AÑOS	15	15
O. C. SURQ	2774500	2014/3/6	EC012	T02	0220	E111430030	MENOR A 5 AÑOS	15	15
O. C. SURQ	6489438	2014/3/7	EC012	T04	0405	E113583701	MENOR A 5 AÑOS	15	15
O. C. SURQ	2770458	2014/4/3	EC012	T03	0310	E111423365	MENOR A 5 AÑOS	15	15
O. C. SURQ	6502334	2014/4/3	EC012	T02	0220	E113583656	MENOR A 5 AÑOS	15	15
O. C. SURQ	2746311	2014/6/3	EC012	T02	0240	E112554452	MENOR A 5 AÑOS	15	15
O. C. SURQ	6500471	03/04/2014	EC012	T02	0230	E113583652	MENOR A 5 AÑOS	15	15
O. C. SURQ	6495315	03/04/2014	EC012	T03	0342	E113583974	MENOR A 5 AÑOS	15	15
O. C. SURQ	2766738	06/03/2014	EC012	T02	0220	E112568460	MENOR A 5 AÑOS	15	15
O. C. SURQ	2766774	2014/7/24	EC012	T02	0220		SIN MEDIDOR		15
O. C. SURQ	2874138	2014/9/30	EC012	T02	0220		SIN MEDIDOR		15
O. C. SURQ	2800701	RETIRO CONEXIÓN	EC012	T04	0405	E111425295	MENOR A 5 AÑOS	15	15
O. C. SURQ	2766637	2014/3/6	EC012	T02	0220	E209007774	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2707450	2014/3/6	EC012	T06	0230	E211039268	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2707447	2014/3/6	EC012	T06	0230	E111424131	MENOR A 5 AÑOS	15	20
GRANDES C	5368658	2014/3/7	EC012	T03	0359	E209001527	MENOR A 5 AÑOS	20	20
GRANDES C	2894185	2014/3/7	EC012	T05	0561	E213059718	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2700212	2014/5/3	EC012	T04	0405	E211042935	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2771037	2014/5/15	EC012	T03	0607	E212057806	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2770845	2014/5/15	EC012	T02	0220	E211043233	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2770464	2014/5/15	EC012	T02	0220	E211051284	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2769847	2014/5/15	EC012	T02	0220		SIN MEDIDOR		20
O. C. SURQ	2769717	2014/5/15	EC012	T02	0220	E208000598	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2769684	2014/5/15	EC012	T03	0316		SIN MEDIDOR		20
O. C. SURQ	2768232	2014/5/15	EC012	T02	0220	E211039649	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2699850	2014/5/15	EC012	T02	0220	E211040302	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2677346	2014/5/15	EC012	T02	0220	E211040945	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2735900	06/03/2014	EC012	T02	0220	E211042127	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2769724	15/05/2014	EC012	T02	0220	E211043754	MENOR A 5 AÑOS	20	20
GRANDES C	2873524	2014/7/4	EC012	T03	0359	E213060722	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2769758	2014/9/30	EC012	T02	0220		SIN MEDIDOR		20
O. C. SURQ	2769747	2014/7/17	EC012	T03	0332	E211043435	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2769458	2014/7/17	EC012	T02	0202		SIN MEDIDOR		20
O. C. SURQ	2769423	2014/7/17	EC012	T02	0202		SIN MEDIDOR		20
O. C. SURQ	2589012	2014/7/2	EC012	T03	0604		SIN MEDIDOR		20
O. C. SURQ	2769292	2014/7/31	EC012	T02	0220		SIN MEDIDOR		20
O. C. SURQ	2769250	2014/7/31	EC012	T02	0220		SIN MEDIDOR		20
O. C. SURQ	2769243	2014/7/31	EC012	T02	0220		SIN MEDIDOR		20
O. C. SURQ	2769079	2014/7/17	EC012	T02	0220	E209007560	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2768967	2014/7/17	EC012	T02	0220	E212056313	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2768309	2014/7/3	EC012	T02	0220	E211041629	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2702146	2014/7/17	EC012	T06	0230	E211039366	MENOR A 5 AÑOS	20	20
O. C. SURQ	2771086	2014/9/30	EC012	T02	0220		SIN MEDIDOR		20
O. C. SURQ	2769147	2014/9/30	EC012	T02	0202		SIN MEDIDOR		20
GRANDES C	2888371	2014/6/7	EC012	T03	0368	E313006504	MENOR A 5 AÑOS	25	25
O. C. SURQ	2824264	2014/8/1	EC012	T07	0299		SIN MEDIDOR		25
O. C. SURQ	2813812	2014/8/1	EC025	T07	0230		SIN MEDIDOR		25

b. 断水、一次休止箇所

断水(ECO13)、一次休止箇所(ECO21)が 160 箇所ある。6 箇月毎に請求チームが請求区分を確認、調査しているため、今回は詳細調査が実施されていない。

表 2.2.70 断水、一次休止リスト

項目	箇所
強制断水 EC013	35
一次休止 EC021	125
計	160

c. 使用量の多い給水栓、少ない給水栓

使用量が 200m³/月以上、10m³/月以下の給水栓について、今後詳細調査を進める。

表 2.2.71 使用量別給水栓数リスト

項目	平均値	推定値	正常検針	計
200m ³ /月以上	3		106	109
10m ³ /月以下	12	2	971	985

d. 請求水量の変化の著しいもの

直近月の請求水量が平均水量に対して 25%以上変動のあるものについて調べた結果は下表のとおりである。今後さらに調査を進める。

表 2.2.72 請求水量が激しいメータ数リスト

項目	平均値	推定値	計
増加率 25%以上	6	1	7
減少率 25%以下	7		7
計	13	1	14

e. 盗水の疑いのある箇所をリストアップ

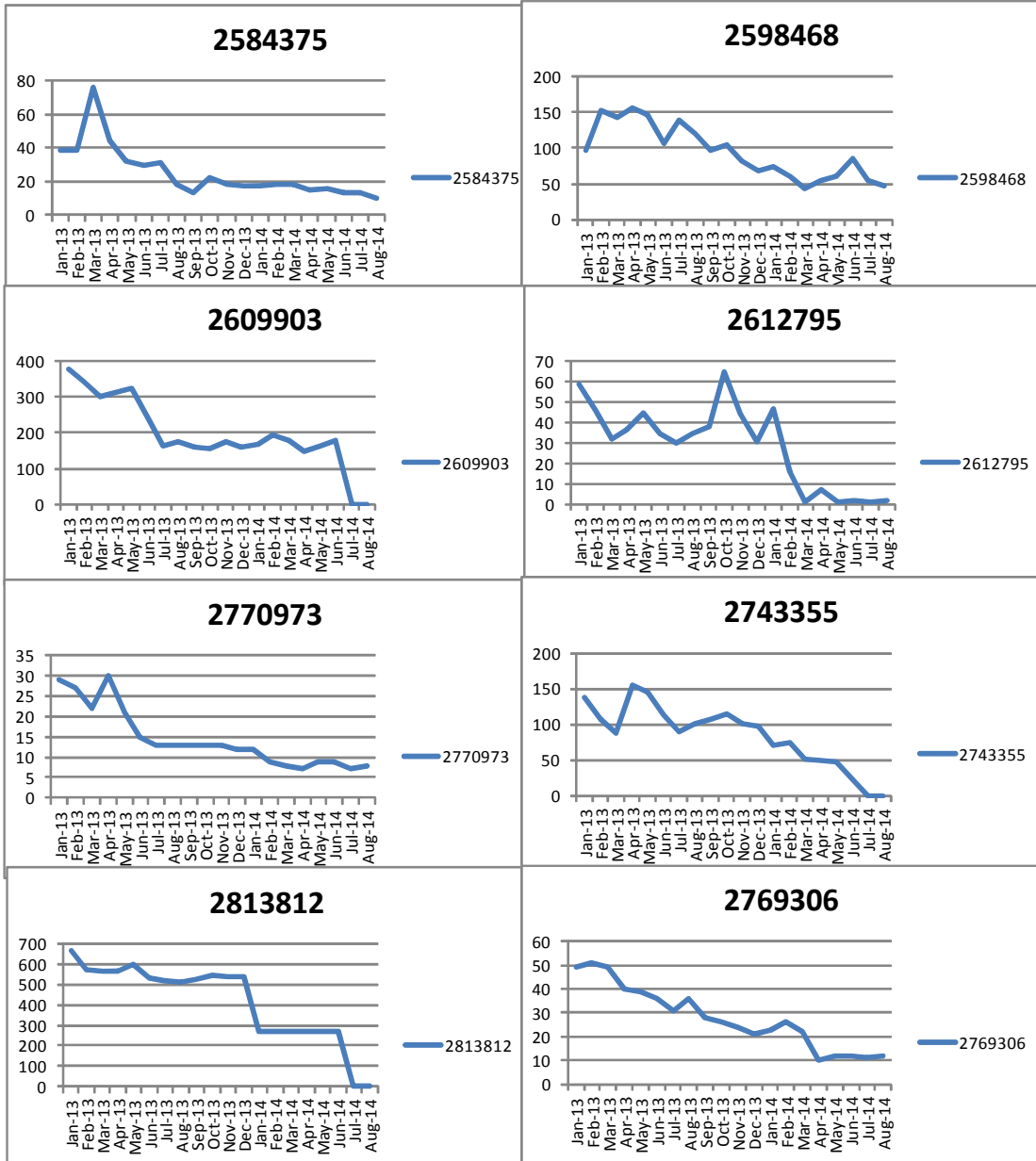
今年度の各月の使用量と、昨年度の各月の使用量を対比し、今年度の各月が昨年度より-50%減になっている箇所の分析を行った。この分析を行うことで、月々のわずかな減少率を捉えることができ、盗水、メータ違法改造の可能性がある箇所をリストアップすることができ、調査計画を立てることが可能となる。SEDAPAL では、毎月、請求水量が激しく上下する顧客に対しては調査を行っている。しかし、毎月、徐々に使用水量が減少しているものは問題視されず、放置されている。

この分析結果で、盗水の可能性があるところが約 120 箇所発見された。しかし、C/P による現場調査の結果、盗水はないと判断された。次表に分析例を示す

表 2.2.73 盗水の疑い箇所の分析例

TARIFA	CUA	Jan-13	Feb-13	Mar-13	Apr-13	May-13	Jun-13	Jul-13	Aug-13	Sep-13	Oct-13	Nov-13	Dec-13	Jan-14	Feb-14	Mar-14	Apr-14	May-14	Jun-14	Jul-14	Aug-14
		CSMO_F	CSMO_F	CSMO_F	CSMO_F	CSMO_F	CSMO_F	CSMO_F	CSMO_F	CSMO_F	CSMO_F	CSMO_F	CSMO_F	CSMO_FA	CSMO_FA	CSMO_FA	CSMO_FA	CSMO_FA	CSMO_FA	CSMO_FA	CSMO_FA
T03	0328	39	39	76	44	32	30	31	18	13	22	18	17	17	18	18	15	16	13	13	10
T03	0374	97	152	143	157	147	107	139	120	97	104	81	68	74	61	54	61	86	54	47	47
T06	0220	379	345	300	312	326.02	247.98	165.07	172.99	160.94	156.07	173.98	157.97	167.05	193.97	179.02	147.97	164.99	178.04	0	0
T02	0202	59	46	32	37	45	35	30	35	38	65	44	31	47	16	1	7	1	2	1	2
T02	0220	29	27	22	30	21	15	13	13	13	13	13	12	12	9	8	7	9	9	7	8
T06	0230	137	106	88	155	145	112	90	101	107	115	102	97	71	74	51	50	48	24	0	0
T07	0230	665.98	574.89	563.01	562.1	601.08	533.85	516.03	511.98	522.14	542.93	536.99	536.82	268.85	268.85	268.85	268.85	268.85	268.85	0	0
T02	0220	49	51	49	40	39	36	31	36	28	26	24	21	23	26	22	10	12	12	11	12

各月同士を比較し、去年より-50%減であれば、赤表示。



f. 耐用年数超過メータ

使用年数が5年を超過するメータは30個であった。メータ交換の内訳は、メータ検定を不合格になったものが21個、検定前に早急に交換したものが4個、メータ検定を合格したものが5個である。

表 2.2.74 耐用年数超過メータリスト

OFICINA	CONEXIO	検定日		ACTIVIDAD 1	RESULTADO	ACTIVIDAD 2	交換日	
		FECHA_01					FECHA 2	
GRANDES CLI	2761057	2014/7/11		CONTRASTACION	OPERATIVO	CAMBIO		DIMENSIONAMIENTO
GRANDES CLI	2815469	2014/8/5		CONTRASTACION	OPERATIVO	NINGUNO		
GRANDES CLI	2769589	2014/8/5		CONTRASTACION	OPERATIVO	NINGUNO		
O. C. SURQUIL	2768279	2014/7/25		CONTRASTACION	OPERATIVO	NINGUNO		
O. C. SURQUIL	2857056	2014/7/25		CONTRASTACION	OPERATIVO	NINGUNO		
O. C. SURQUIL	2728109	2014/7/25		CONTRASTACION	INOPERATIVO SUBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/4	
O. C. SURQUIL	2886143	2014/7/25		CONTRASTACION	INOPERATIVO SUBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/4	
O. C. SURQUIL	2813844	2014/7/15		CONTRASTACION	INOPERATIVO SUBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/4	
O. C. SURQUIL	5272509	2014/7/15		CONTRASTACION	INOPERATIVO SUBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/6	
GRANDES CLI	5368659	2014/8/5		CONTRASTACION	INOPERATIVO SUBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/15	
GRANDES CLI	5362757	2014/8/5		CONTRASTACION	INOPERATIVO SUBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/15	
GRANDES CLI	5362748	2014/8/5		CONTRASTACION	INOPERATIVO SUBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/15	
GRANDES CLI	5362708	2014/8/5		CONTRASTACION	INOPERATIVO SUBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/15	
GRANDES CLI	5362695	2014/8/5		CONTRASTACION	INOPERATIVO SUBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/15	
GRANDES CLI	2771062	2014/8/5		CONTRASTACION	INOPERATIVO SUBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/15	
GRANDES CLI	2771056	2014/8/5		CONTRASTACION	INOPERATIVO SUBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/15	
GRANDES CLI	2769709	2014/8/5		CONTRASTACION	INOPERATIVO SUBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/15	
GRANDES CLI	2768539	2014/8/5		CONTRASTACION	INOPERATIVO SUBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/15	
GRANDES CLI	2768302	2014/8/5		CONTRASTACION	INOPERATIVO SUBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/15	
GRANDES CLI	2768218	2014/8/5		CONTRASTACION	INOPERATIVO SUBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/16	
GRANDES CLI	5291796	2014/7/11		CONTRASTACION	INOPERATIVO SUBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/22	
O. C. SURQUIL	2771063	2014/9/30		CONTRASTACION	INOPERATIVO SUBREGISTRO	CAMBIO	2014/10/15	
O. C. SURQUIL	2813876	2014/7/25		CONTRASTACION	INOPERATIVO SOBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/4	
O. C. SURQUIL	2823865	2014/7/15		CONTRASTACION	INOPERATIVO SOBREGISTRO	CAMBIO	2014/8/4	
O. C. SURQUIL	5003881	2014/7/25		CONTRASTACION	IMPOSIBILIDAD	CAMBIO	2014/8/4	
GRANDES CLI	2768969	2014/8/5		CONTRASTACION	IMPOSIBILIDAD	NINGUNO		
O. C. SURQUIL	2766776	2014/7/24		CAMBIO	EJECUTADO	NINGUNO		
O. C. SURQUIL	2709446	2014/7/24		CAMBIO	EJECUTADO	NINGUNO		
O. C. SURQUIL	2769167	2014/7/25		CAMBIO	EJECUTADO	NINGUNO		
O. C. SURQUIL	2791126	2014/7/18		CAMBIO	EJECUTADO	NINGUNO		

g. メータ違法改造

違法改造が、過去5年間で2回以上行われた箇所は31箇所である。31箇所すべてを対象に調査を行い、3回以上違法改造を行っている4箇所については、数回に亘り追跡調査を行った。結果的に下表に示す17個のメータの交換が必要とされた。

表 2.2.75 違法改造メータリスト

oficina	nis	distrito	est_sum	tarifa	cua	f_alta_con	num_apa	f_inst	dia_conex	csmo	cnt_nis_ra
4111	2842752	41	EC012	T02	0220	2008/12/15	E214061559	2014/5/15	20	34	2
4111	2771258	41	EC012	T02	0220	1985/11/18	E214061200	2014/5/15	20	22	2
4111	2770838	41	EC012	T02	0220	1985/11/18	E214061154	2014/5/15	20	12	2
4111	2770540	41	EC012	T02	0220	1985/11/18	E214061195	2014/5/15	20	35	2
4111	2770311	41	EC013	T02	0202	1985/11/18	E214061160	2014/5/15	20	0	2
4111	2769990	41	EC012	T02	0220	1985/11/18	E214061153	2014/5/15	20	18	2
4111	2769847	41	EC012	T02	0220	1985/11/18	E214061562	2014/5/15	20	12	2
4111	2769184	41	EC012	T02	0202	2004/3/8	E214061155	2014/5/15	20	0	2
4111	2768833	41	EC012	T02	0220	1985/11/18	E214061196	2014/5/15	20	13	2
4111	2768639	41	EC012	T02	0220	2011/9/5	E214061201	2014/5/15	20	9	2
4111	2768586	41	EC012	T02	0220	1985/11/18	E214061156	2014/5/15	20	4	2
4111	2768232	41	EC012	T02	0220	1985/11/18	E214061116	2014/5/15	20	1	2
4111	2709973	41	EC012	T02	0202	1979/1/2	E214061561	2014/5/15	20	0	2
4111	2600212	41	EC012	T02	0208	2008/3/5	E214061194	2014/5/15	20	66	2
4111	2770003	41	EC012	T02	0220	1985/11/18	E214061202	2014/5/15	20	5	3
4111	2771037	41	EC012	T03	0607	1985/11/18	E214061199	2014/5/15	20	28	4
4111	2746311	41	EC012	T02	0240	1983/12/19	E112554452	2014/8/3	15	40	7

h. メータ口径の不適合

分析結果は、メータ口径が使用流量に比較して過少であるものが 54 箇所、口径が使用流量につき過大であるものが 35 箇所存在した。その中から SEDAPAL は優先的に交換するものを下表に示す 18 個に絞り、順次交換を進めた。優先的交換の条件は、2 段階以上の口径の変更が必要なものとした。

表 2.2.76 メータ口径適正リスト

OFICINA	CONEXIO	既存口径				配水管の交換日			メータ交換日		適正口径
		DIAMETR	DIAMETR	RESULTADO A	FECHA	DIMENSIO	MEDIDOR	FECHA INSTAL	DIAMETR		
O. C. SURQUIL	2816463	25	A	15	SUB-REGISTRA	2014/9/15	E313005991	2014/10/2	25		
O. C. SURQUIL	2777345	25	A	15	SOBRE-REGISTRA	2014/9/15	1312003066	2014/10/2	25		
O. C. SURQUIL	2869395	25	A	15	SOBRE-REGISTRA	2014/9/15	E313005593	2014/10/2	25		
GRANDES CLIE	2873525	40	A	20	OPERATIVO	2014/9/19			25		
GRANDES CLIE	2830789	40	A	20	SUB-REGISTRA	2014/9/4			25		
O. C. SURQUIL	2608326	40	A	20	SUB-REGISTRA	2014/9/15	ED12000380	2014/10/2	40		
O. C. SURQUIL	5243055	50	A	15	SOBRE-REGISTRA	2014/9/15	SE06002638	2014/10/2	50		
GRANDES CLIE	2873524	40	A	20	DIMENSIONAMIENT	2014/6/3	SE14003282	2014/7/4	50		
GRANDES CLIE	5291796	50	A	20	OPERATIVO	2014/9/8			50		
O. C. SURQUIL	2831517	50	A	20	SUB-REGISTRA	2014/9/15	SE06002632	2014/10/2	50		
GRANDES CLIE	5176737	50	A	25	OPERATIVO	2014/9/6			50		
GRANDES CLIE	5076673	50	A	25	OPERATIVO	2014/9/8			50		
GRANDES CLIE	2761057	50	A	25	OPERATIVO	2014/9/8			50		
GRANDES CLIE	2888371	50	A	25	SOBRE-REGISTRA	2014/9/12			50		
GRANDES CLIE	5181081	40	A	25	SUB-REGISTRA	2014/9/15			50		
O. C. SURQUIL	2915058	50	A	25	SUB-REGISTRA	2014/9/15	SE06002366	2014/10/2	50		
O. C. SURQUIL	2823865	50	A	25	SOBRE-REGISTRA	2014/9/15	SE06002643	2014/10/2	50		
O. C. SURQUIL	5272509	50	A	25	SUB-REGISTRA	2014/9/16	SE06002640	2014/10/2	50		

2) セクター67のメータ器差調査

セクター67の既存メータの器差を明らかにするために、SEDAPALのメータ検針記録チームが移動ラボによる現場メータ検定を5月7日から6月11日までの間に実施した。測定個数は、特別顧客60箇所、一般顧客209箇所の計269箇所の予定箇所中、口径が40mm以上、メータの不具合等の28箇所を除く241箇所であった。検定結果を下表に示す。

表2.2.77 メータ器差調査結果

セクター67 移動ラボによるメータ現場検定

流量範囲 lph	使用誤差範囲	測定241箇所の平均誤差%	不合格個数	不合格の平均誤差%	
Q2-Q3	700~2500	±4.0%	0.68	20	-4.96
Q2-Q3	120~280	±4.0%	-0.86	23	-12.62
Q1-Q2	30~70	±10.0%	-15.16	113	-28.79

* 不合格数:測定241箇所中126箇所

平均誤差では通常使用されるQ2-Q3の流量範囲では、誤差の平均は0.68%と少なく、無収水としての影響は少なく1%以下の範囲である。不合格率、誤差が大きいのはQ1-Q2の範囲であり、それ以上の流量の場合は少ない。が、この範囲の使用量は少なく問題とはならない。検定不合格個数もその73%がQ1-Q2の範囲で発生しており無収水に対する影響はない。メータの起動流量の平均値は21 L/hであつ

たが、セクター18において実施した一般家庭の水使用実態調査においてQ1(≦30 L/h)の使用量は全使用量の1%以下である。

3) 使用量の多い給水栓の使用実態調査

専門家チームは、使用量の多い給水栓において使用実態、メータ器差の調査を行うために、使用流量計測用の基準メータの設置を行いデータのロギングを試みた。選定条件を下記のとおりとした。

- ・ 経年数が5年以内かつ2年以上(5年以上であると、検定不合格の理由が経年的寿命か口径不適正かわからなくなるため)
- ・ 既存口径 15mm か 20mm、適正口径 40mm か 50mm

セクター18、セクター67の2箇所における1週間のロギングデータを図に示す。基準メータとの比較値結果は下記のとおりであった。

- ① セクター18 ホテル NIS3158518: A211031738、20mm、接線流複箱Cm、適正口径40mm
FINST 2012/2/21、25箇月(2.1年)、ITRON、ブロンズ製、
2014年2月 請求水量 591m³、年間平均 546m³/月

メータ	設置時	1週間経過時	使用流量	比率
	4月7日	4月 14日		
基準メータ	24.23 m ³	129.90 m ³	105.67m ³	100.0
既存メータ	3989.92m ³	4,095.11m ³	105.19m ³	99.5

- ② セクター67、集合住宅NIS2907110: A211043807、
20mm、ELSTERブロンズ製 適正口径 40mm
F INST 2012/1/24、25箇月(2.1年)、ELSTER、ブロンズ製
2014年2月 請求水量 374 m³、年間平均 475 m³/月

メータ	設置時	1週間経過時	使用流量	比率
	4月28日	5月6日		
基準メータ	278.34m ³	419.08m ³	140.74m ³	100.0
既存メータ	1,836.39m ³	1976.64m ³	140.25m ³	99.6

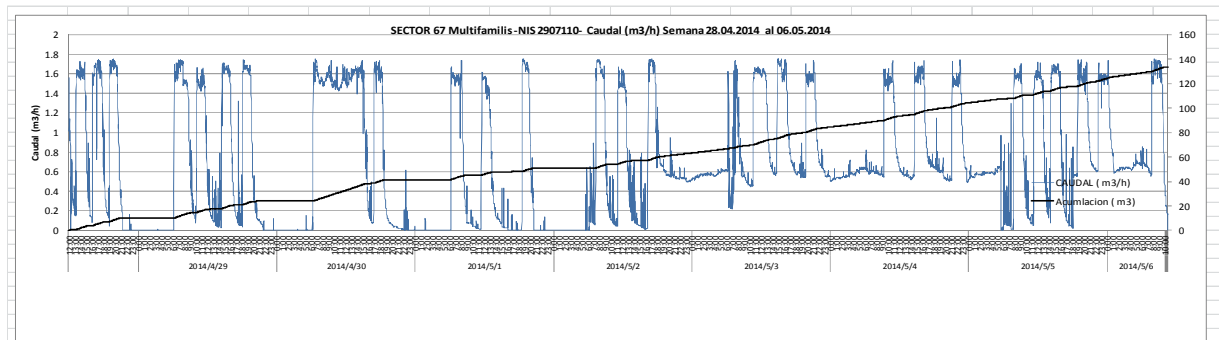
上記、比較的使用量の多い2箇所のメータ器差実測試験では、メータ器差は認められなかった。メータの経年年数は2.1年。既存の口径20mmに対して、下表のSEDAPALのメータ選定基準の月使用流量から判断した適正口径は40mmである。

しかし、現場にて実施した上記の試験結果では、メータ器差が1%程度と少なく、メータ交換の必要は無

い(使用公差基準±4%)。メータ器差の少ない理由としては、SEDAPAL 基準の月当たり適正使用流量の範囲を超過してはいるが、ロギングデータに示されるように、時間当たり使用流量が最大1.7m³/h程度とメータの定額最大流量の Q3(2.5m³/h)を超えないことにあるものと思われる。また、メータ交換後年数の経過がまだ少ないことも考えられる。

月当たり 470～550m³と流量が多いにも関わらず瞬時流量が最大 1.7m³/h 程度であるのは、給水管の口径(20mm)によって流量が抑制されるためであると思われる。

セクター67 集合住宅



セクター18 ホテル

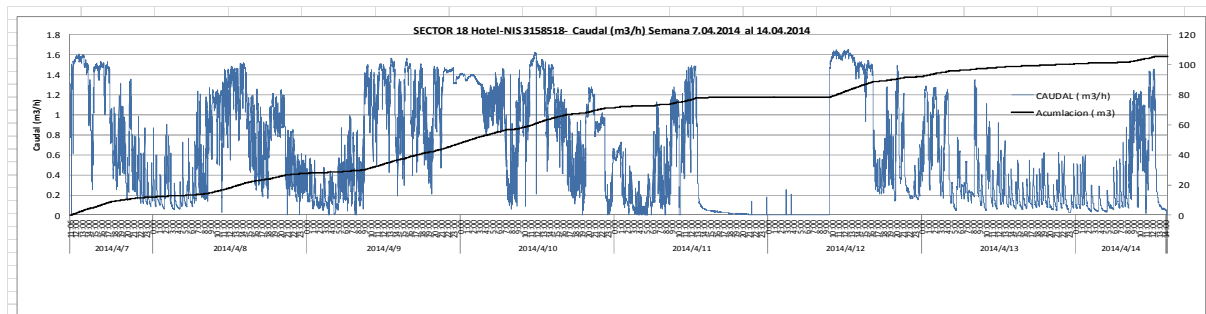


図 2.2.39 使用量の多い給水栓の実態調査

2.2.6.3 無収水削減作業計画書の作成

パイロットエリアにおけるベースライン値の設定後、前述したように無収水削減の調査計画書に従って、物理的損失対応としては漏水存在量の測定(夜間最小流量の測定、直接法による測定)、漏水探知作業、また、商務的損失対応としては、各戸一斉調査、顧客データベースの分析・是正、メータ検定、盗水調査等の調査を行い、前述したように無収水の特特定を行った。

無収水の特特定作業の結果明らかになった無収水削減項目と数量について整理し、無収水の原因に対する無収水削減作業計画書(作業スケジュール)の作成を行った。パイロット第1エリア(セクター18)、第2エリア(セクター67)における作業計画書を下記に示す。

表 2.2.78 パイロット第 1 エリア(セクター18)の無収水削減作業計画書

PDM No	活動項目	2013年												2014年				
		2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
	プレーニャ Sector18																	
	A. 無収水対策総括																	
	無収水削減作業計画書の作成																	
2-7	無収水削減作業の実施																	
2-8	プロジェクト実施後の無収水率の算定																	
	B. 物理損失対策の作業																	
	・漏水修理作業																	
	C. 営業損失対策の作業																	
	・メータボックス漏水の補修																	
	・顧客データベース間違いの是正																	
	・隣接セクター給水栓との具接続の是正																	
	・直結箇所メータ設置																	
	・不良メータ、使用年数超過メータの交換																	
	・メータボックス設置位置の移設																	
	・口径不適正メータの是正																	
	・盗水の是正、公園消火栓の封印																	

表 2.2.79 パイロット第 2 エリア(セクター67)の無収水削減作業計画書

PDM No	活動項目	2014年											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	スルギージョ Sector 67												
	A. 無収水対策総括												
	・無収水削減作業計画書の作成												
2-7	無収水削減作業の実施												
2-8	プロジェクト実施後の無収水率の算定												
	B. 物理損失対策の作業												
	・漏水修理作業												
	C. 営業損失対策の作業												
	・メータボックス漏水修理												
	・顧客データベース間違いの是正												
	・直結箇所のメータ設置												
	・不良メータ、使用年数超過メータの交換												
	・違法改造メータの更新												
	・口径不適正メータの是正												

2.2.7 無収水削減作業の実施に係る OJT (活動 2-7)

無収水削減作業計画書に基づいて、漏水修理、メータ交換等の無収水削減のための直接作業を実施した。実施内容を下記に示す。

2.2.7.1 パイロット第 1 エリア

(1) 物理的無収水削減作業

1) 漏水修理 (1回目)

2013年4月19日の第1回夜間最少流量測定前の4月1日～5日に委託業者による漏水探知作業を行ったが、探知された配水管、給水管、メータ周りの76箇所の漏水箇所(2.2.6.1(2) 表 2.2.38)の修理は、夜間最少流量の計測を行った後、6月3日にかけてプレーニャ・サービスセンターの運転維持管理チームが業者に委託して実施した。

2) 漏水修理 (2回目)

2013年9月20日と23日のセクター18の分離化の再確認時に探知した漏水箇所9件については、11月20日～23日の間で漏水修理が行われた。

表 2.2.80 漏水修理伝票

INFORME DE FUGAS ENCONTRADAS							
ITEMS	DIRECCION	N°	DIAMETRO	UBICACIÓN/FUGA	FECHA	HORA	OBSERVACIONES
1	Av. J. Prado	155	1/2" PVC	corporation	2013/9/21	2:10:00	10.000 LPD. N° MEDIDOR S111765752
2	Av. E. Campodonico	519	1/2" PVC	caja despues medidor	2013/9/21	3:22:00	3.00 LPD NIS 3166575
3	Av. Luis Aldana	119	1/2" PVC	caja despues medidor	2013/9/24	2:12:00	1.000 LPD N° MEDIDOR S111761995
4	Av. Canada	1076	3/4 PVC	caja despues medidor	2013/9/24	3:02:00	2000 LPD N° MEDIDOR E210007455
5	Av. J. Prado	1417	1/2" PVC	caja antes medidor	2013/9/24	4:26:00	3.000 LPD N° MEDIDOR S111760810
6	Av. Canadá	640	3/4" PVC	Corporation	2013/9/24	2:35:00	8.000 LPD
7	Av. Canadá	652	1/2" PVC	Corporation	2013/9/24	2:40:00	3.000 LPD N° MEDIDOR S111759237
8	Av. Canadá	672	1/2" PVC	Corporation	2013/9/24	2:54:00	3.000 LPD N° MEDIDOR S111758119
9	Av. Canadá	856	1/2" PVC	Corporation	2013/9/24	4:26:00	3.000 LPD NIS 3230581

メータボックス内の漏水が4件、配水管の給水管分水栓付近の漏水が5件である。委託業者が推定した漏水量(漏水音の大きさによる)はメータボックス内の漏水が6,300L/day(0.265m³/h)、分水栓付近の漏水量が27,000L/day(1.125 m³/h)となっている。No.6については漏水量が多く容器を使用して測定できた(1.080 m³/h)が、他は滲み程度(0.01L/min)の漏水であった。幹線道路の給水管は鉛管で敷設されており、漏水修理後即時塩ビ管に布設替えされた。

		
道路の開削	バケツによる漏水量測定	パッキンの劣化

3)漏水修理(3回目)

12月11日～14日に行われたの2度目の漏水探知作業の結果明らかになった、メータボックス16箇所、給水管12箇所、配水管分岐5箇所、計33件の漏水箇所の修理が2013年12月16日から2014年1月7日にかけて行われた。



(2) 商務的無収水削減作業

商務的損失削減の対策として、C/Pは2回の各戸一斉調査の結果及びその他の活動で得られた結果を以って下表に示す無収水対策の処置を実施した。

表 2.2.81 パイロット第1エリアの商務的無収水削減作業実績

処置内容	箇所数	備考
各戸一斉調査時メータボックス漏水の修理	6	1回目4、2回目2
各戸調査結果によるデータベースの修正	14	
給水栓の隣接セクターとの誤接続	2	
メータ交換(メータ異常、違法改造)	1014	
SIACプロジェクトの補償	864	2012年2月、3月
各戸一斉調査1回目	54	内違法改造7
各戸一斉調査2回目	38	内違法改造11、盗難6か所
他 耐用年数超過、故障等	58	
違法接続の摘発(盗水)	2	
公園消火栓の封印(盗水)	4	止水弁の設置
メータ口径の是正	1	
メータボックスの移設	1	

1) セクター18 隣接セクター境界沿いの給水栓の誤接続

2013年9月に実施されたセクターの分離化確認作業中にセクター内の配水管の全排水を行った際、下記に示す給水栓の隣接セクターとの誤接続が2箇所発見された。セクター境界沿いのメータの圧力測定を行い発見されたものである(給水栓の圧力が0になっていなかった。)

① アルダナ通り、320 番地

セクター20に位置するが、セクター18の配水管に接続されていた。2014年2月14日にセクター20からセクター18に編入されることとなった。セクター18の請求量となる。

320番地 NIS2873456、25mm、メータ番号 E313006711、特別顧客 石油会社、
2013年使用量4,378 m³/年(365 m³ /月平均)

② カンポドニコ通り、339 番地、NIS6179240

隣接するセクター19の配水管(アスベストセメント管、8インチ)から接続されていた。給水管口径15mm、PVC。2月14日にセクター18内の配水管に給水管を繋ぎかえる工事が行われた。本給水栓の2013年1年間の月平均使用量は15m³/月である。接続が是正されるまでは、セクター18の請求水量として請求されていた。

2) メータ交換

2013年2月から2014年の3月の間に、交換されたメータは1,014箇所である。2012年2月、3月にはSIACプロジェクトで前年に設置されたメータの製造器差が基準を満たしていないことの発覚による864個の大量交換が行われた。また、2回にわたり実施された各戸一斉調査にて見つめられた不良メータの交換は92箇所(内違法改造18箇所、盗難6か所)他、耐用年数の超過等でSEDAPALの通常の活動におけるメータ交換作業において58箇所の交換が行われた。

3) 違法接続(盗水)の対応

2013年3月の各戸一斉調査時の盗水発見箇所 2箇所

① カナダ通り920番地、NIS登録無し

SEDAPALの井戸のポンプ場があった場所で、住人が下水管の中に15mmのポリエチレン管を通して配水管より盗水を行っていた。盗水量10m³/月。

② カナダ通り、790番地、NIS5361549

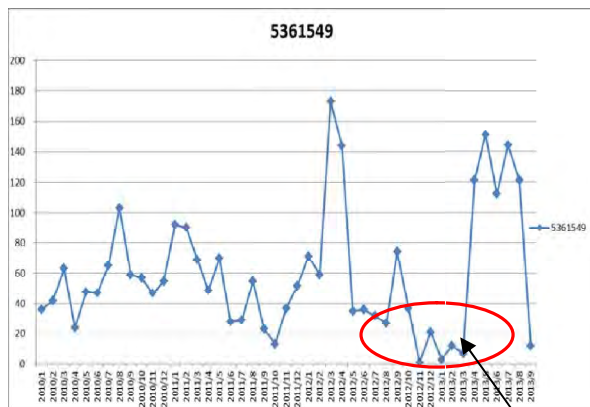
5階建てのビルにおいて6顧客が共同で使用する給水栓において、メータ付配管の他に口径15mmの直結の給水管を使用した盗水が発見された。罰金として過去1年分の使用量に相当するS.6600(約25万円)が課せられた。本来であれば使用量は150m³/月程度なければならないが、1月～3月の使用量は3～7m³/月であった。顧客数、給水の用途に比して請求水量が少ないことが発見に繋がった事例である。盗水の発見数は極めて少ない。



盗水のあったビル



盗水に使用された管



減少

図 2.2.40 盗水の発見例

Información de Medidores		Detalle de Facturación	
Medidor	Letra Anterior	Letra actual	Consumo
A112552566	0	0	0
A112552566	58	177	121
Información Complementaria		Detalle de Facturación	
Concepto		Importe	
Carga Fija		4.89	
Volumen de Agua Potable 121.00 m ³		540.26	
Carga de Alcantarado (I.G.V. 18.00%)		238.36	
Carga por Retiro de instalación no autoriza		2,794.10	
Carga por consumo-inhabilitación no autoriza		3,864.66	
Consumo de mes		6,767.38	
Importe Total (S/.)		8,767.38	

罰金

4) 公園の違法取水(盗水)

公園の散水は、ビクトリア区の給水タンク車やリマック川を水源とした配水路(道路下の暗渠)によって定期的に行われている。しかし、夏期は散水量が不足するため、周辺の住民が消火栓を利用して夜間に散水する例がみられた。4箇所に消火栓による盗水の疑いがあったため、本体とは別に2013年5月に止水バルブが設置された。

盗水量を推定すると1公園当り27 m³/回(公園3225091では、水路流積0.08 m²×延長337m=27m³)であり、週1回散水したとしてとして月に108m³/月、公園4箇所で540m³/月程度の盗水が行われていたと推定される。

5) メータ口径の是正

特別顧客の携帯電話会社(NIS3283798, America Movil Peru)において、2014年3月17日に口径の是正工事(工事前20mm、工事後50mm)が行われた。請求水量は2013年4月の1,027m³から2014年4月の1,235m³に約20.3%増加している。

6) メータボックスの移設

特別顧客の大規模小売店(NIS3212483, Metro)において、店の前の駐車場にあり常時車が駐車して検針に支障をきたしていたメータボックス(メータ口径50mm)が、2014年4月にコンクリートの歩道上に移設された。

2.2.7.2 パイロット第2エリア

(1) 物理的無収水削減作業

1) 漏水修理(1回目)

2014年2月11日から2月14日の間に委託業者によって行われた漏水探知調査の結果明らかになった74箇所の漏水箇所の修理は緊急性を要する一部のものはその直後に行われたが、大半は5月8日より6月9日にかけて実施された。



2) 漏水修理(2回目)

2014年8月22日から29日にかけて実施した漏水探知作業の結果探知された27件の漏水箇所につき、9月8日から15日にかけて漏水修理が行われた。

(2) 商務的無収水削減作業

商務的損失削減の対策として、下表に示す無収水対策の処置を実施した。

表 2.2.82 パイロット第2エリアの商務的無収削減作業投入実績

処置内容	箇所数
各戸一斉調査時メータボックス漏水の修理	22
各戸調査結果によるデータベースの修正	5
給水栓の直結個所のメータ設置	48
メータの耐用年数超過	25
違法接続の摘発(盗水)	17
メータ口径の是正	10

1) 給水栓の漏水

2014年2月の漏水探知調査時に発見された22箇所のメータボックスの漏水は5月に修理された。

2) メータ直結、不具合箇所

商務データベースの分析の結果、水の使用はあるがメータの設置が無く直結されているもの(15箇所)、メータの不具合(33箇所)により検針できない給水栓が計48箇所あった(表2.2.69)。これらについては、全てメータの設置を行った。

表 2.2.83 メータ交換リスト

処理時期	箇所数
2014年3月	11
2014年4月	4
2014年5月	11
2014年6月	2
2014年7月	13
2014年8月	2
2014年9月	5

5) 耐用年数超過メータ

使用年数が5年を超過するメータは30個であった。メータ交換の内訳は、メータ検定を不合格になったものが21個、検定前に早急に交換したものが4個、メータ検定を合格したものが5個である。不合格の25個についてメータ交換を行った。

表 2.2.84 メータ交換リスト

処理時期	箇所数
2014年7月	5
2014年8月	19
2014年10月	1

6) メータ違法改造

メータの違法改造のあった17個についてメータ交換を行った。4箇所の違反者については常習性があることから、強制断水の処置をした。

表 2.2.85 メータ交換リスト

処理時期	箇所数
2014年5月	16
2014年8月	1

7) メータ口径の不適正

メータ口径が使用流量に比較して過少であるものが54箇所存在したが、その中から優先的に交換するものを18個に絞り、順次交換を進め、10個のメータ交換を行った。

表 2.2.86 メータ交換リスト

処置内容	箇所数	変更口径 mm
2014年7月	1	20 → 50
2014年10月	3	15 → 25
2014年10月	1	15 → 50
2014年10月	2	20 → 40
2014年10月	3	25 → 50

2.2.8 プロジェクト実施後の無収水率の算定(活動 2-8)

専門家チームとC/Pはセクター18、セクター67において、プロジェクト実施前の無収水率の算定と同様に、一次配水チームから提供された SCADA のエリア流入量の測定記録、商務管理チームから提供されるセクター内の顧客の請求水量データを基に漏水管理削減チームで計算されたデータに誤差の無いことを確認し、プロジェクト実施後の無収水率の設定を行った。

表 2.2.87 パイロットプロジェクト実施後の無収水率

パイロットエリア	期間	配水量	請求水量	無収水量	無収水率
		m ³	m ³	m ³	%
第1エリア	14/2/14-3/15	107,267	80,340	26,927	25.1
第2エリア	14/9/5-10/6	177,658	145,487	32,171	18.1

2.2.9 無収水削減作業の完了報告書の作成 (活動 2-9)

パイロットエリアの無収水削減作業の完了に伴いパイロットプロジェクト完了報告書を作成した。同完了報告書では、パイロットプロジェクトで作成された調査計画、無収水削減作業計画、特定された無収水の内容と実施された無収水削減作業の記録、工程実績、費用対便益分析のための基礎資料(対策費用や請求水量の増加)ならびに作業実施における教訓をとりまとめた。

表 2.2.88 パイロットプロジェクト完了報告書提出日

パイロットエリア	SEDAPAL 提出	JICA 提出
第1エリア	2014/6/18	2014/8/29
第2エリア	2014/12/01	2014/12/17

2.2.10 パイロットプロジェクトのワークショップの開催(活動 2-10)

本プロジェクトの活動結果を広く SEDAPAL の組織内に周知するために、プロジェクトはワークショップを3回開催した。ワークショップではマネージメントチーム及びアクションチームのメンバーが講師を務めた。

表 2.2.89 ワークショップ、セミナーの開催

開催回	開催時期	テーマ・内容	DM 活動項目
1 回	パイロットプロジェクト1 終了時 2014 年 6 月 12、13 日 ステージ 2	成果 2、パイロットプロジェクト 1 における無収水削減作業の完了報告書の周知 成果 3、給水装置設置の技術仕様書ガイドラインの周知	1-7 3-6
2 回	パイロットプロジェクト2 終了時 2014 年 12 月 17、18 日 ステージ 2	成果 2、パイロットプロジェクト 2 における無収水削減作業の完了報告書の周知	1-7
3 回	プロジェクト終了時 2015 年 5 月 21 日 ステージ 3	年次業務実施計画の周知 無収水削減対策実施マニュアルの周知	1-7 2-14

(1) 第 1 回ワークショップ

2014 年 6 月 12 日及び 13 日の両日に、パイロット第 2 エリアのプロジェクト活動結果の報告及び、給水装置設置のガイドライン普及のためのワークショップが下記内容で実施された。

12 日にはアクションチームの活動について報告があり、各サービスセンターの運転維持管理や商務、特別顧客、一次配水、漏水削減管理、検針記録商務管理等チームのエンジニアと技能工が約 60 名参加した。

13 日にはマネージメントチームに係る活動の報告があり、総局長、一次配水局長、商務局長、中部局長、南部局長、北部局長、財務局長、各サービスセンターの運転維持管理チーム長、商務チーム長、ペルー JICA 事務所等約 30 名の参加があった。

表 2.2.90 第 1 回ワークショッププログラム

2014 年 6 月 12 日(木)

時間	内 容	講演者
1	開会の辞	マネージメントチーム長
2	無収水の要素、プロジェクトの概要	プロジェクト調整担当
3	商務的活動の内容・結果	商務アクションチーム
4	物理的活動の内容・結果	漏水管理削減アクションチーム 運転維持管理アクションチーム
5	給水装置研修内容・規格化	給水装置研修アクションチーム
6	プロジェクトの結果	プロジェクト調整担当

2014年6月13日(金)

時間	内容	講演者
1	開会の辞	プロジェクト調整担当
2	JICA ペルー事務所所長挨拶	JICA 所長
3	プロジェクトの活動概要	プロジェクト調整担当
4	プロジェクトの結果、費用対便益の 評価、今後の提案事項	マネージメントチーム長
5	閉会の辞	総局長

マネージメントチーム長からは、本プロジェクトに関し下記の総括報告があった。

プロジェクト結果の評価

- ① プロジェクトの活動はセクター18の無収水削減に、経済的便益を伴った肯定的効果をもたらした。
- ② 無収水削減の主な要因はメータ検針率の増加で、その次に水圧管理が挙げられる。
- ③ 次のステップでは大口顧客に焦点を合わせ、それらの顧客の給水接続装置の口径適正化を図ることが必要である。
- ④ すでに高いメータ設置率がある場合に、物理的漏水の削減に対して大きい削減効果が得られる。
- ⑤ その他の成果として、下記のような便益も得られた；
 - ・無収水削減の重要性が啓蒙された。
 - ・無収水対策のために基準化された手続きの策定と承認が得られた。
 - ・無収水対策を行うための部署間の連携作業が改善された。
 - ・無収水削減を実施する従業員の能力強化が行われた。
 - ・プロジェクトの対象地域の給水サービスが改善された。

今後の計画

- ① セクター67に係るパイロットプロジェクト2を継続すること。セクター4をパイロットプロジェクト3として実施すること。ただし、専門家チームは指導のみを行う。
- ② プロジェクトから派生した活動をSEDAPALの無収水削減の活動計画に組み込む。漏水管理削減チームによって、プロジェクト対象外の2つのセクターで夜間最小流量の測定を実施する。
- ③ より多くのセクターで本プロジェクトの手法を波及させ、各センターの運転維持管理チームの作業実施計画及び予算計画に反映させる。

最後に、SEDAPAL総局長が締めくくりの挨拶をしてワークショップを終えたが、メータ設置が無収水削減の第一歩であることを述べて、今後もメータ設置の促進を図るとの見解を表明した。セクター18の活動報告から、SEDAPAL上層部及び職員に対して活動の十分な成果と無収水削減活動が単なる技術や手法の伝達ではなく、SEDAPAL職員の人材育成、能力強化、さらにはその継続性の必要性がよく理解されていることを確認した。

(2) 第2回ワークショップ

2014年12月17日及び18日の両日に、パイロット第2エリアのプロジェクト活動結果の報告を主としたワークショップが開催された。17日にはエンジニアや技能工の現場レベルの担当者を対象として、無収水削減活動の内容について、18日には総局長、各局長、各チーム長等管理者レベルを対象としてプロジェクトの成果、費用対便益に係る報告が行われた。JICA ペルー事務所、住宅衛生建設省、国際協力庁からの出席もあった。

表 2.2.91 第2回ワークショッププログラム

2014年12月17日

時間	内容	講演者
1	開会の辞	マネージメントチーム長
2	パイロットエリア2の活動内容	スルキージョ・アクションチーム
3	給水装置規格基準	給水装置研修アクションチーム
4	漏水削減対策マニュアル	アクションチーム
5	セクター4 活動進捗状況	アテ・ビタルテ・アクションチーム
6	本邦研修	本邦研修生
7	第3国研修	ブラジル研修生
8	プロジェクトの総括、意見交換	プロジェクト調整担当
9	閉会の辞	マネージメントチーム長

2014年12月18日

時間	内容	講演者
1	開会の辞	マネージメント・チーム長
2	JICA ペルー事務所挨拶	JICA 事務所
3	本邦研修、第3国研修	研修生
4	パイロット活動結果、プロジェクトの効果	スルキージョ・アクションチーム長
5	費用対便益の評価、今後の課題 2015年次事業計画の実施計画	マネージメントチーム長
6	討議、意見交換	
7	閉会の辞	総局長

第1日目 12月17日、出席者35人

セクター67における運転維持管理と商務活動におけるプロジェクトの結果報告と、日本の専門家の支援を受けたセクター4のプロジェクトの進捗状況の報告が行われた。また、本邦研修とブラジル研修の報告においては、水道事業の経営において SEDAPAL との違いを述べ、得られた知見から SEDAPAL が改善しなければならない課題の発表が行われた。例えば管材料の規格化、委託業者の管理改善など。

最後に議論の場を設けて参加者の意見交換が行われた。その中で無収水削減作業には組織横断的なチームワークが必要である事、無収水削減対策専門のチームが必要である事につき意見の一致が見られた。また、各サービスセンターで配水管網分析の担当を設けることが必要とされた。また、プロジェ

クトでの活動は平常業務と並行で行われたために作業を行う上で困難があった。良い結果を得るためには、無収水削減作業を日常業務と一環の業務とするべきであるという意見が出された。

第2日目 12月18日、出席者40人

まず、本邦研修とブラジル研修の発表が行われた。その後セクター67における無収水活動の費用対便益分析の結果が発表された。その結果は無収水活動がセダパルに非常に有益なことを示した。総括としてマネージメントチーム長がプロジェクトの結果について下記を並べた。

- セクター18、67で行われた活動は無収水削減にインパクトを影響与えた。
- プロジェクトは形では表せない、例えば無収水削減の為の書類作成、無収水削減活動のための各部署間の連携活動等の効果を与えた。まさに、無収水削減活動管理能力の強化が向上できた。
- 主な課題はプロジェクトの作業実施前の作業計画を作成することが欠如していることであった。これからは、この点を留意して、より良い結果を出すために作業実施前に作業計画を立てなければならない。
- 無収水削減の専門チームの創設は不可欠と考える。また、各センターの運転維持管理チームにおいて配水管網分析のソフトウェアと技術者の強化が必要と考える。
- 各サービスセンターの異なる部署において同じ目標に向かって各部署が連携し、より良い結果を出すことを促進する。
- ペルー全体の水道企業体における無収水管理能力強化のために、SEDAPALがプロジェクトの成果を普及することが次の課題である。

最後の閉会の辞において SEDAPAL の総局長は SEDAPAL にとっての無収水削減プロジェクトの重要性につき強い関心を表明した。さらに、総局長はプロジェクト成果を普及し無収水率の削減効果を得るために、各部署で要求される機材、ソフトウェア、専門スタッフなどの調達について、適切な理由があれば、できる限り善処することを表明した。

(3) 第3回ワークショップ

各サービスセンターの年次業務実施計画を SEDAPAL 組織内に周知するための第3回ワークショップが2015年5月21日に開催された。パイロットプロジェクトを実施したサービスセンター以外のセンターのエンジニア、テクニシャンも含み約50名の参加があった。

年次業務計画は、無収水削減管理委員会の無収水削減対策に関する優先計画としての位置付けにあり、その趣旨に基づき各サービスセンターにおいて実施計画が作成されたことにつき無収水削減管理委員長から説明があった。

同時に、パイロットプロジェクト外での活動(アテ・ビタルテ・サービスセンターのセクター4 の活動状況、7 セクターパイロットプロジェクトの進捗状況)、無収水削減作業に使用されるマニュアル、無収水削減の効果分析についても発表された。

翌日 22 日にはプロジェクト完了の第 5 回合同調整委員会が開催された。

表 2.2.92 第 3 回ワークショッププログラム

No	内 容	講演者
1	開会の辞	マネージメントチーム長
2	アテビタルテサービスセンター セクター4 無収水削減活動の実施状況	ジョン・オロペサ アテビタルテ・アクションチーム
3	無収水削減対策実施マニュアルのセミナー	ポロ・アグアエロ (ブレーニャ OM チーム長)
4	給水装置標準仕様書(PDM 指標 3-2)	グスタボ・セダノ (アテ・ビタルテ OM チーム)
5	無収水削減が SEDAPAL の経営に及ぼす効果に関する報告書の内容説明(PDM 指標 1-2)	ハイメ・ルイ (財務分析チーム)
6	7 セクターパイロットプロジェクト実施状況	リリアナ・ガマラ (漏水管理削減チーム長)
7	年次業務実施計画(SEDAPAL の無収水削減優先計画)の周知(PDM 指標 1-3)	ビジャ・ガルシア (無収水削減管理委員会委員長)
8	プロジェクトの総括、意見交換	ホセ・ニエト(プロジェクト調整担当)
9	閉会の辞	マルコ・バルガス(総局長)

2.2.11パイロットエリア以外における無収水削減に係る調査計画書の作成 (活動2-11)

パイロットエリア以外の活動として、計画から除外されたパイロット第 3 エリアの代替として SEDAPAL 側が自主的に活動を行うとして選定したアテ・ビタルテ・サービスセンターのセクター4 の無収水削減作業(セクタープロジェクト)につき JICA 専門家の支援を受けて無収水削減活動が行われた。

2014 年 7 月 4 日にパイロット第 1、第 2 の両エリアでの実績を基に、JICA 専門家がセクタープロジェクトとしての無収水削減活動の内容と活動スケジュールについてサービスセンターの OM チームに対して説明を行った。同時に、セクター4 の現状と課題についてヒアリングを行い、ブレーンストーミングを行った。

8 月 7 日には OM チーム、商務チームの合同会議を開き、セクタープロジェクト開始に当たってのベースラインの設定、無収水削減活動の進め方について再度説明が行われ、さらに、8 月 14 日にはブレーニャ、スルキージョの両サービスセンターの商務チームのパイロットプロジェクト経験者による説明が行われた。これらの説明を踏まえてアクションチームにより次表の作業計画書が作成された。

JICA 専門家により事前に提案された作業計画書(表 2.2.93)に対して、カウンターパーツは作業体制の実情に合わせてこれを修正した作業計画表(表 2.2.94)を作成した。

表 2.2.93 セクター4 作業計画書

2014年12月2日		アテ・ビタルテ・サービスセンター 無収水削減作業計画																
PDM No	活動項目	2014年					2015年											
		8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
サービスセンター: アテ・ビタルテ, Sector: 4																		
1-6	各サービスセンターの年次業務実施計画書の作成																	
1-7	年次業務実施計画のワークショップの開催																	
A 無収水対策総括																		
1-1	実施体制(マネジメントチーム、アクションチーム)の組織化																	
1-2	セクターのデータの収集、分析 ・無収水率データの収集、確認、分析 ・セクター内水量・水圧、SCADAデータの収集、確認、分析 ・顧客データベース(商務管理データベース)の収集、確認、分析																	
1-3	無収水削減作業計画書の作成																	
1-4	無収水削減活動の準備作業 ・セクターの物理的完全分離の確認 ・隣接セクター給水栓との接続線の発見 ・スキャダ計測精度の確認(データロガーによる照合、スキャダデータの確認) ・セクター内の圧力測定、スキャダ適正圧力の決定 ・各戸一斉調査の実施、顧客データベースの整合性確認(TO, ECO, OUA等)																	
1-5	プロジェクトベースライン値(無収水率)の設定																	
1-6	無収水削減作業の実施(物理的損失対策、商務的損失対策)																	
1-7	プロジェクト実施後の無収水率の算定																	
1-8	セクターにおける無収水の特定 ・物理損失、営業損失、非請求認定給水量 ・配水量分析(無収水量分析)																	
1-9	無収水削減作業完了報告書の作成																	
1-10	無収水削減作業の費用対効果の分析																	
1-11	ワークショップの開催																	
B 物理損失対策の作業																		
2-1	セクターの技術的データの分析 ・配水管網、設備データ、図面の収集、確認、分析 ・管網シミュレーション(water cadによる) ・管網評価																	
2-2	無収水削減作業計画書の作成																	
2-3	無収水削減活動の準備作業 ・サブセクターのデザイン計測用チャンパー、サブセクター化用バルブの位置選定 ・チャンパー、バルブの設置																	
2-4	漏水存在量調査、漏水探知、漏水修理 ・SCADAによるサブセクターの計測(SCADAによるステップテスト) ・流量計による夜間最少流量の測定(事前測定1回目) ・漏水探知作業1回目 ・漏水修理作業1回目 ・流量計による夜間最少流量の測定(事前測定2回目) ・漏水探知作業2回目(重点エリア) ・漏水修理作業2回目(重点エリア) ・流量計による夜間最少流量の測定(事後測定)																	
C 商務的損失対策の作業																		
3-1	セクターの商務データの分析 ・3-1-1顧客データベースの収集、確認、分析(商務管理データベースの確認) ・3-1-2各戸一斉調査の実施 ・3-1-3顧客図面のデータベースとの照合(NIS番号)																	
3-2	無収水削減作業計画書の作成																	
3-3	セクターにおける問題箇所の抽出 ・3-3-1各戸一斉調査結果の整理、調査と照合(メータ不具合箇所の発見、データベース関連の是正) ・3-3-2データベースの分析(要メータ設置箇所/メータ不具合の推定箇所) ・3-3-3現場詳細調査リストの作成																	
3-4	現場調査実施 ・位置不明給水栓 ・メータ設置位置の不良(宅地内部にある場合) ・要メータ設置箇所、メータ不具合推定箇所 ・噴水、公園、緑地の散水状況調査、メータ設置化 ・メータ現場検定(移動ラバ) ・メータ室内検定(民間委託、SEDAPAL室内ラバ) ・盗水(違法接続)調査																	
3-5	無収水削減作業の実施 ・メータボックス内漏水修理 ・メータボックス位置の改善 ・未設置メータの設置100%化(メータ計測の拡張) ・給水栓直結箇所のメータ設置(給水栓の活性化) ・不良メータ、耐用年数超過メータの交換(給水栓の活性化) ・メータ口径の適正化 ・違法接続の検発、是正、頻繁に違法改竄する顧客、メータ設置反対の顧客に対する監視																	

表 2.2.94 セクター4 作業計画書

2014/11/28		Cronograma del Plan para reducir el ANF - Sector 4 CS Ate Vitarte													
PDM No	Ítem de actividades	Asesoría	2014					2015							
			Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun		
CS: ATE VITARTE, Sector: 04															
1-6	Redacción del Plan de ejecución anual de los CS.														
1-7	Difusión a través de Talleres de trabajo la ejecución del plan .														
A. Síntesis de las Estrategias contra el ANF															
1-1	Organigrama del Sistema de Ejecución (Equipo de gestión, Acción)														
1-2	Recopilación y análisis de datos del sector a evaluar •Recopilación ,análisis y verificación de los datos de ANF •Recopilación , análisis y verificación de los datos de entrada de Scada, consignas de presiones, volumen distribuido •Recopilación , análisis , verificación de la base de datos comercial.														
1-3	Redacción del plan de trabajo en reducción del ANF.														
1-4	Trabajos preparativos en reducción de ANF. •Verificación hidráulica de la hermeticidad del sector.(Prueba data logger) •Hallazgo de interconexiones con los sectores colindantes al sector en evaluación. •Verificación de la precisión de la entrada Scada del sector (se verificará por medio de data logger de presión y caudal) •Medición de las presiones internas del sector y definir las consignas de presión máximas para el sector. •Investigación de los predios, y resolver coherencia con los datos del catastro comercial(CUAs.Tarifas.ECOs.etc)														
1-5	Determinación de la Línea Base del sector (Tasa de ANF)														
1-6	Ejecución de los trabajos de reducción del ANF (pérdidas comerciales, pérdidas físicas)														
1-7	Calculo de la tasa de ANF después de la ejecución del Proyecto.														
1-8	Identificación del ANF en el sector •Perdidas físicas, Perdidas comerciales, Volumen autorizado no facturado. •Análisis del volumen de distribución (análisis del volumen de ANF)														
1-9	Análisis del costo beneficio de los trabajos de ANF.														
1-10	Redacción del informe final de los trabajos de ANF.														
1-11	Realización de los talleres de difusión														
B. Estrategias en trabajo de pérdidas Físicas.															
2-1	Análisis de los datos técnicos del sector. •Recopilación, verificación y análisis de la Red de distribución, infraestructura, planos. •Simulación del sistema (a través del water Cad) •Evaluación de la red de tuberías.														
2-2	Redacción del plan de trabajo para la reducción del ANF.														
2-3	Trabajos preparativos para las actividades en reducción del ANF. •Diseño del sub sector/construcción de la cámara de medición ,selección de los lugares de colocación de las válvulas. •Construcción de la cámara de medición y colocación de válvulas.														
2-4	Investigación del contenido de fugas dentro del sector, detección de fugas y reparación de las fugas. •Medición de los sub sectores a través del SCADA (SCADA prueba de fase) •Medición del Volumen de Qmn (medición antes 1era vez) •Primer trabajo de detección de fugas •Primer trabajo de reparación de fugas. •Medición del Volumen del Qmn (medición antes 2da vez) •Segunda detección de fugas (áreas críticas) •Segunda Reparación de fugas (áreas críticas) •Medición del volumen del Qmn (medición después)														
C. Estrategias en Trabajos de pérdidas comerciales.															
3-1	Análisis de los datos comerciales del sector. 3-1.1 Recopilación, verificación, análisis de la base de datos comercial (verificación de la base de datos de GC) 3-1.2 Ejecución de las investigaciones en los predios. 3-1.3 Cruce de la base de datos de los planos de clientes (NIS)	ESC													
3-2	Redacción del plan de reducción del ANF.	Elaboración													
3-3	Extracción de los lugares problemáticos del sector. 3-3.1 Ordenar los datos de los resultados de las investigaciones en los predios, investigación y medidas (medidores en mal funcionamiento, conexiones del sistema, etc.) 3-3.2 Análisis de la base de datos (colocación de los medidores a lugares importantes/ lugares de posibles medidores con mal funcionamiento) 3-3.3 Redacción del listado de sitios de estudio detallado.	ESC/ESC													
3-4	Ejecución de la investigación detallada en el campo •Conexiones no ubicados •Medidores con mala ubicación (en el interior) •Colocación de medidores en lugares importantes, Lugares de posibles medidores con mal funcionamiento. •Investigación de la situación de las piletas, parques y áreas verdes para su colocación de medidores. •Contrastación a través del Laboratorio Móvil. •Contrastación de medidores a través de terceros o en los Lab de Sedapal •Investigación de robos de agua (conexiones clandestinas).	WAF WAF WAF WAF WAF/ESC WAF													
3-5	Ejecución de los trabajos en reducción del ANF. •Reparación de las fugas en cajas. •Reubicación de las conexiones mal ubicados. •Eleva la micro medición al 100% (aumentar la micro medición) •Colocación de medidores a los sumistros con niple (Reactivar las conexiones). •Cambio de medidores con anomalías y acabada la vida útil (Reactivar las conexiones) •Redimensionamiento adecuado de los medidores según consumos. •Descubrir conexiones clandestinas, corrección, manipulación de medidores, seguimiento a los clientes con oposición.	WAF WAF WAF WAF WAF WAF													

2.2.12 パイロットエリア以外における無収水削減対策実施の技術支援（活動 2-12）

アテ・ビタルテ・サービスセンターの OM チームの一員のジョナサン氏は、2014 年 8 月より無収水削減活動の研修の一環として週に 2 回、SEDAPAL 本部にある JICA 専門家事務所に派遣されることとなり、専

門家の指導を受ける機会が増えることとなった。本人の勤勉さに加えて、そのような機会得ることができ、自主的に活動を行うことができるようになった。他の職員は直接的に専門家の指導を受ける機会は少なかったが、ジョナサン氏の感化を受け、また、パイロット第2エリアのアクションチームの支援を受けて OM チームは比較的、プロジェクト活動にスムーズに入り込むことができた。

従って、OM チームは自主的に活動をすすめ、セクターの分離化の確認、サブブロックの準備(測定用チャンバーの築造)、夜間最小流量測定、漏水探知作業、多点式相関器を使用した盗水調査等を自ら計画を立てて実施した。

一方、商務チームはそのようなジョナサン氏のような派遣の機会はなく、また商務部自体が現場での活動は全て委託業者に任せるといった体質を持っていたため、プロジェクトに馴染めない要因を有していた。パイロットプロジェクトの知見を生かした顧客データの分析についても、ブレーニャ、スルキージョの両サービスセンターの商務チームのパイロットプロジェクト経験者による説明が行われ、また JICA 専門家の提案があったにもかかわらず、センター独自の方法に固執する嫌いがあった。これは、センター毎の、チームの業務環境に起因することが多いようである。

(1) 活動の実績

2014年7月からアテ・ビタルテ地区セクター4の活動を実施し、無収水率ベースラインの設定準備を始めた。活動の実績を次表に示す。

物理的損失対策の活動

- ・活動開始のための説明と協議
- ・夜間最小流量測定のためのサブセクター化の準備
- ・量水チャンバー築造の検討とバルブとチャンバーの設置工事
- ・セクターの水理的分離化確認のための圧力位測定
- ・夜間最小流量の測定(事前調査)
- ・セクター全域漏水探知作業
- ・漏水箇所の修理

商務的損失対策の活動

- ・給水栓各戸一斉調査、結果の対応(登録データベースの修正、不具合メータの検定、メータの交換、給水栓の漏水修理、直結箇所の確認、盗水の摘発、メータボックスの移設検討)
- ・メータ検定結果の分析
- ・顧客データベースの入手と分析
- ・無収水率計算のデータ処理過程の誤差確認
- ・口径不適正メータのデータ分析

表 2.2.95 セクター4 無収水削減作業実績

Actualizado 31 de Marzo 2015

PDM No	活動項目	セクター4の無収水対策削減作業実績													
		2015													
		May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
アデビタルテ Sector 4															
A. 無収水対策総括															
2-1	アクションチームの組織化														
2-2	無収水削減活動の準備作業														
	・セクターの水利的完全分離化の確認														
	・スキャグー計測精度の確認(データロガーによる照合、スキャグーデータの確認)														
	・セクターの顧客データベースの整合性確認														
2-4	パイロットエリアの技術的、商務的データの分析、調査計画の策定(アクションチーム)														
	・セクター配水量データの収集、確認、分析														
	・無収水率データの収集、確認、分析														
	・調査計画書の作成														
2-5	プロジェクト実施前のベースライン値(無収水率)の設定														
2-6	パイロットエリアにおける無収水の特定														
	・物理損失、営業損失の特定														
2-7	無収水削減作業の実施														
B. 物理損失対策の作業															
2-3	無収水削減活動の準備作業														
	・サブセクターのデザイン/計測用チャンパー、サブセクター化用バルブの位置選定														
2-4	パイロットエリアの技術的データの分析、調査計画の策定(アクションチーム)														
	・配水管網、設備データ、図面の収集、確認、分析														
	・水圧、流量データロギング														
	・調査計画書の作成														
2-5	プロジェクト実施前のベースライン値の設定														
2-6	パイロットエリアにおける無収水の特定														
	・測定システムによるQ _{mnf} (事前測定)														
	・漏水探知作業(民間委託業者)														
2-7	無収水削減作業の実施														
	・漏水修理作業(民間委託業者)														
	・測定システムによるQ _{mnf} (事後測定)														
C. 営業損失対策の作業															
2-4	パイロットエリアの技術的データの分析、調査計画の策定(アクションチーム)														
	・顧客データベースの収集、確認、分析(請求水量、請求額、メータ設置状況等)														
	・顧客図面の収集、データベースとの照合														
	・現場調査リストの作成														
	・調査計画書の作成														
2-6	パイロットエリアにおける無収水の特定														
	・各戸一斉調査結果の分析														
	・データベースの分析														
	・データベース間違いの是正														
	・メータ室内検定(民間委託、SEDAPALラボ)														
	・特別顧客給水栓の現場確認														
	・盗水調査														
2-7	無収水削減作業の実施														

2-135

(2)エリアの給水状況

1) 給水の概況

プロジェクト開始時の2014年8月のセクター4の請求区分、給水状況区分別の給水栓数を商務管理チームから得た顧客データベースからまとめ、下記に示す。

給水の契約数は1,606栓でその内、請求対象数は1,596栓である。請求対象の中で正常給水は89%、メータによる検針率は93%と比較的高い率を示している。給水用途区部では、一般家庭、集合住宅69%、商業用20%、工業10%、公共機関1%と一般家庭、集合住宅が多い。

しかしながら、請求水量では、一般家庭、集合住宅が35%、商業用が24%、工業39%、公共機関2%と工業の占める割合が非常に高い。請求金額では工業が54%で商業を合わせると86%にもなる。本セクターでは、給水栓数は少ないが、請求水量及び請求金額の比率の多い工業と商業を、特に工業を重点対象として調査を進めることが望ましい。

表 2.2.96 セクター4の請求区分の状況 (2014年8月)

給水栓数 (2015年2月)

請求区分		一般顧客	特別顧客	計
T01	低所得者	10		10
T02	一般家庭	353		353
T03	商業	305	34	339
T04	工業	136	13	149
T05	公共機関	2	14	16
T06	集合一括検針	746		746
	計	1,552	61	1,613
	空白	128	14	142
	合計	1,680	75	1,755

給水状況区分		一般顧客	特別顧客	計
ECO12	正常給水	1,340	56	1,396
ECO13	強制断水、封	28	4	32
ECO14	新規契約	6		6
ECO20	撤去	4	1	5
ECO21	一時休止	163		163
ECO25	過渡的断水	7		7
	合計	1,548	61	1,609
	空白	132	14	146
	合計	1,680	75	1,755

給水状況区分		一般顧客	特別顧客	計
Lectura	検針値	1,361	56	1,417
Promedio	平均値	121	3	124
Asignacion	推定値	21	1	22
	合計	1,503	60	1,563
	空白	177	15	192
	合計	1,680	75	1,755

2) 無収水率関連数値の推移

セクター4の2012年1月から2014年9月まで34箇月間のデータを表 2.2.97、図 2.2.41 に示す。

表 2. 2. 97 無収水関連諸数値及び無収水削減活動の主な実績

年月	給水栓数 nos	メータ設置率 %	配水量 m ³	請求水量				無収水量 (ANF)		無収水削減活動		SCADA平均圧力 m
				検針値 m ³	平均値 m ³	推定値 m ³	計 m ³	無収水量 m ³	無収水率 %	メータ交換数 箇所	漏水修理 箇所	
2012/1	1,518	94.00	162,655	82,255	6,657	363	89,275	73,380	45.11			11.3
2012/2	1,526	93.84	160,217	88,799	5,948	411	95,158	65,059	40.61			11.3
2012/3	1,530	94.71	175,314	98,701	4,337	381	103,419	71,895	41.01			11.2
2012/4	1,522	94.09	174,764	91,530	4,984	429	96,943	77,821	44.53			11.4
2012/5	1,524	94.09	171,427	90,158	4,437	408	95,003	76,424	44.58			11.8
2012/6	1,524	93.31	175,769	91,113	4,227	494	95,834	79,935	45.48			12.0
2012/7	1,519	93.02	171,556	87,893	7,747	395	96,035	75,521	44.02			12.4
2012/8	1,523	92.58	163,757	79,952	8,368	592	88,912	74,845	45.70			12.8
2012/9	1,527	92.53	156,503	86,856	9,051	270	96,177	60,326	38.55			12.8
2012/10	1,527	92.53	156,930	82,799	9,988	647	93,434	63,496	40.46			12.4
2012/11	1,527	92.93	164,415	89,277	7,146	510	96,933	67,482	41.04			12.3
2012/12	1,527	93.39	166,591	91,858	9,781	429	102,068	64,523	38.73			12.8
2013/1	1,524	94.03	149,910	82,226	6,865	360	89,451	60,459	40.33		22	11.4
2013/2	1,507	95.49	171,006	99,085	6,125	126	105,336	65,670	38.40	8		10.7
2013/3	1,522	94.15	155,878	88,988	5,918	161	95,067	60,811	39.01	8		11.1
2013/4	1,514	93.86	169,753	94,035	5,988	143	100,166	69,587	40.99	26		10.5
2013/5	1,524	93.50	163,259	100,401	7,346	156	107,903	55,356	33.91	26		11.1
2013/6	1,516	94.92	167,430	99,737	5,485	152	105,374	62,056	37.06	13		11.5
2013/7	1,521	94.81	156,766	86,616	7,399	192	94,207	62,559	39.91	11		12.4
2013/8	1,519	93.61	151,691	82,239	12,884	156	95,279	56,412	37.19	6		13.1
2013/9	1,520	93.42	155,406	90,480	10,484	252	101,216	54,190	34.87	10		12.5
2013/10	1,511	91.99	156,734	89,984	13,489	230	103,703	53,031	33.84	71		12.1
2013/11	1,516	92.94	154,215	95,970	5,637	189	101,796	52,419	33.99	5		12.4
2013/12	1,514	92.93	162,324	97,264	7,148	193	104,605	57,719	35.56	23		11.8
2014/1	1,516	92.35	141,151	87,795	7,691	225	95,711	45,440	32.19	16		11.1
2014/2	1,511	92.85	164,216	101,490	16,990	255	118,735	45,481	27.70			10.9
2014/3	1,508	92.77	158,457	95,524	15,038	258	110,820	47,637	30.06	54		10.6
2014/4	1,504	76.66	164,164	84,349	23,539	247	108,135	56,029	34.13	3		10.5
2014/5	1,505	92.62	147,629	77,337	16,501	240	94,078	53,551	36.27	1		10.9
2014/6	1,504	93.09	143,228	90,391	8,424	270	99,085	44,143	30.82			11.2
2014/7	1,542	93.58	138,569	84,796	4,410	433	89,639	48,930	35.31			12.1
2014/8	1,546	92.82	130,840	78,254	9,548	378	88,180	42,660	32.60	7		12.1
2014/9	1,548	92.25	136,616	89,317	7,843	378	97,538	39,078	28.60	2		11.6
2014/10	1,555	92.15	140,978	83,278	9,073	408	92,759	48,219	34.20	3		11.3
2014/11	1,555	92.15	140,978	83,278	9,073	408	92,759	48,219	34.20	35		11.2
2014/12	1,565	89.58	145,983	91,327	8,449	595	100,371	45,612	31.24	1		11.0
2015/1	1,534	91.92	139,155	83,013	4,991	442	88,446	50,709	36.44	8		10.9
2015/2	1,565	92.85	164,216	101,490	16,990	255	118,735	45,481	27.70	2		9.4
2015/3	1,562	90.97	144,212	88,667	7,279	348	96,294	47,918	33.23	14		11.1

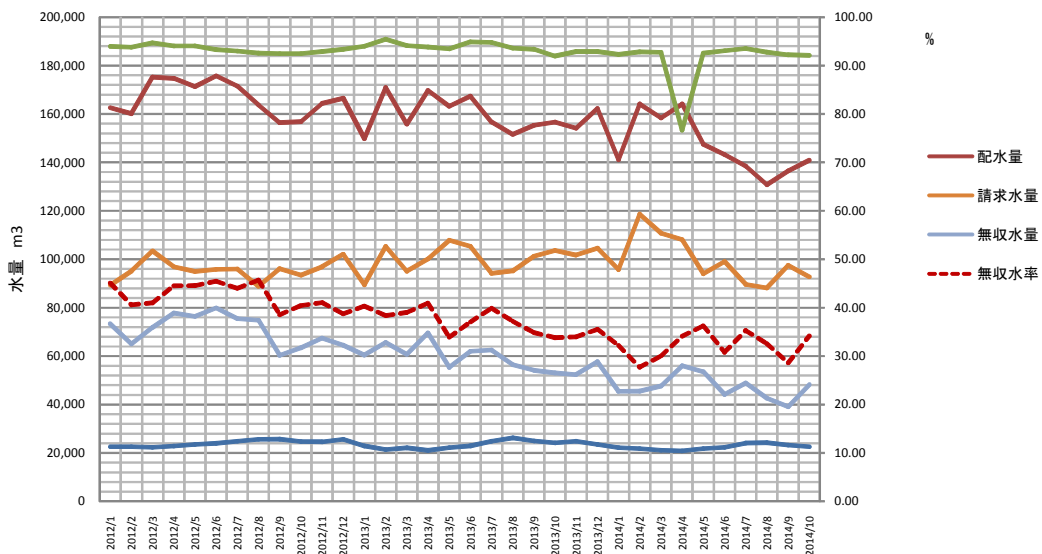


図 2. 2. 41 Sector4 無収水率関連数値の実績

(3)活動の内容

1) プロジェクト準備活動

アテ・ビタルテサービスセンターにおける技術支援活動では、先に実施した2セクターでの活動内容と同様の準備活動を行った。無収水率のベースライン設定に伴う準備作業項目は以下の通りである。

- ・ SCADA の精度確認、設定圧力のプロジェクト期間内保持
- ・ セクターの他セクターとの水理的完全分離化の確認
- ・ 顧客データベースの整合の確認

SCADAの圧力及びSCADA伝送データの精度確認

① SCADAの圧力確認

本セクターはアタルヘアの浄水場からの送水を受けているが、送水圧力が低い為、最大圧力を減圧した制御は行っておらず、送水圧力を変えず一日中配水し続けている。2014年1月以降のSCADAのセクター配水側の圧力は下図に示すとおりである。

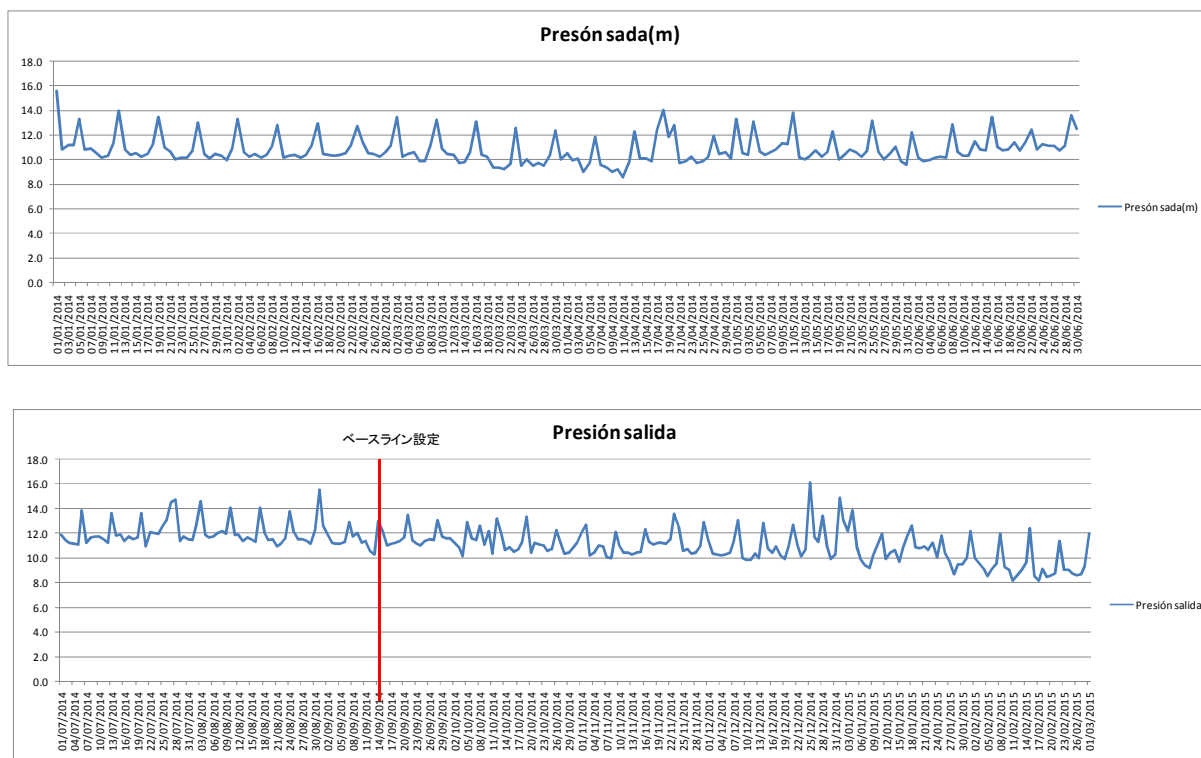


図 2.2.42 SCADA のセクター配水側の圧力

② SCADA の伝送データの精度確認

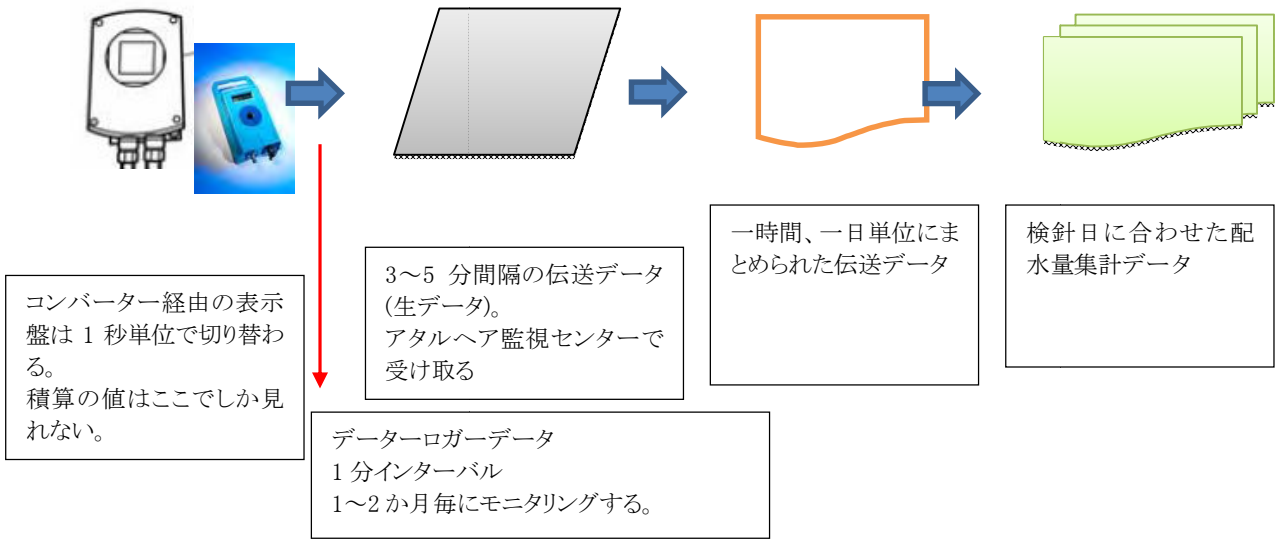


図2.2.43 SCADAデータの伝送経緯

■ SCADA4の表示盤の読み取り記録①とローガーデータによる計算の水量②の比較

SCADA表示盤の読み取り記録による積算水量①		データローガー1分データによる計算の水量②		差異 (データローガー②を1として)	
	m ³		m ³	m ³	%
9/23 10:06AM		9/23 10:06AM			
11/59:30AM	196,273	11/59:25AM	194,831	+1442	+0.74

セクター4 では、SCADA 表示盤の読み取り記録による積算水量①とデータローガー1 分データ②による計算の水量の比較では②の値が+0.74%程度の差異を持つことが分かった。許容誤差の範囲を大きく下回っている数値なので誤差は無いと考えてよい。

セクターの水理的分離化確認

データログを使用した圧力測定による分離化の確認を行った。箇測定箇所数は、6個×15回(場所移動)の計90箇所。結果的に、境界の内側、外側の圧力波形は相似しておらず、分離が確認できた。山が接近している一部の境界は圧力測定できず、目視にて確認した。セクター4から山側のセクター外エリアに供給している給水栓が1箇所あったため分離した。2014年9月5日にセクター圧力データログを使用したセクター分離化確認試験の立会をした。

顧客データベースの確認整理

データベースの分析は商務管理チームから得た2014年7月のデータを使用することとし、データベースの確認作業である現場の各戸調査は商務チームが、同年8月25日に実施した。

- ・商務管理部の顧客データベースの確認(請求量データと無収水率計算データの照合)
- ・セクター内各戸調査の実施、データベースと実在給水栓の照合
- ・隣接セクター給水栓との誤接続調査(完全分離確認作業の排水時)

セクター外に位置する給水栓の3箇所がセクター内データに入っていることが判明した。

ベースラインの設定

10月の打合せにて、9月値(8月12日～9月12日)28.60%をベースラインとし、削減目標を19%とすることが決めた。しかし、2015年3月に無収水率の算出方法を再確認したところ、算出過程で間違いがあることが判明した。算出過程における間違いの内容は、下表に示す通り、サイクルの間違いがあった。

表 2.2.98 無収水率再計算表

年月	Case 1: 自動計算システムの計算				Case2: 検針サイクルに合わせた検証				Case1, 2 共通 請求水量 m3	Case1-Case2 計算誤差 %
	Ciclo	計算期間	配水量 m3	無収水率 %	Ciclo	計算期間	配水量 m3	無収水率 %		
2014年7月	15	18/6-18/7	138,569	35.31%	13	18/6-16/7	129,033	30.53%	89,639	4.78%
2014年8月	15	18/7-18/8	130,840	32.60%	11	16/7-13/8	118,041	25.30%	88180	7.31%
2014年9月	15	18/8-17/9	136,616	28.60%	11	13/8-12/9	135,830	28.19%	97,538	0.41%
2014年10月	15	17/9-18/10	140,978	34.20%	9	12/9-11/10	131,753	29.60%	92,759	4.61%
2014年11月	15	18/10-18/11	145,147	34.12%	7	11/10-8/11	129,975	26.43%	95,617	7.69%
2014年12月	15	18/11-19/12	145,983	31.24%	5	8/11-6/12	131,110	23.45%	100,371	7.80%
2015年1月	15	19/12-19/1	139,155	36.44%	5	6/12-7/1	144,138	38.64%	88446	-2.20%
2015年2月	15	19/1-18/2	150,936	29.26%	5	7/1-6/2	147,344	27.53%	106774	1.72%

このサイクルの間違いは、商務管理チームと、無収水率を算出している漏水削減管理チームとの連携ミスから生じたものである。この結果、ベースライン値は僅かではあるが、28.60%から 28.19%へ変更となった。

今回の算出ミス発覚後、商務管理チームは、毎月、漏水削減管理チームへ提出する請求水量の合計データにサイクルを記入することで対策を立てた。

(4) 無収水削減活動

物理的損失対策の活動

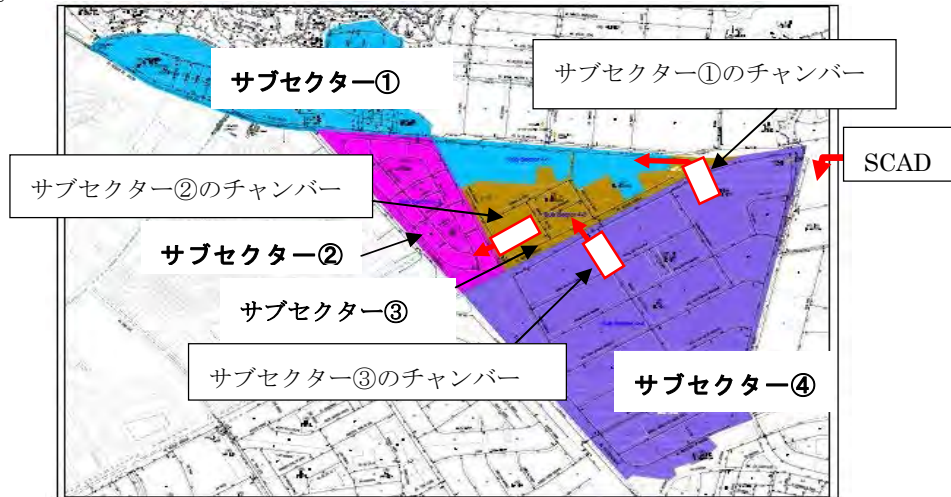
1) 活動の概要

表 2.2.99 アテ・ビタルテサービスセンターにおける活動

日付	項目	内容
2014/7/4	活動開始に係るプロジェクト説明とディスカッション	OMチームのC/Pとセクター4を対象として行う無収水削減活動の物理的無収水の削減方法について協議
7/8	チャンバー予定位置の下見	4箇所チャンバーの設置位置について下見
7/10	埋設管路探知とOJT	チャンバーの位置選定の為のPVC管路の埋設位置探査
7/16	超音波流量計設置試験	空気弁室のPVC配管における流量試験測定
7/30～7/31	専用チャンバーによる流量測定	サブセクター1のサンハシント地区、ホルヘチャベス地区の専用チャンバーにおける夜間最小流量の試験測定。
8/14～8/15	専用チャンバーによる流量測定	サブセクター2の夜間最小流量測定
2014/9/3	セクター4-4の水理的分離化確認方法の協議	対象セクター4-4。水圧データログを使用して測定した水圧脈動の比較による水理的分離化の確認方法について協議
9/5 9/17 9/23-9/24	水圧脈動の比較による水理的分離化確認の手法についての試行	水圧データログを使用した分離化確認の有効性確認のための試験。3基のデータログを使用した回目の試験。セクター4-4のピノ地区のセクター分離化の調査を行った。セクター内外で90か所の水圧測定。
9/17	セクター4-3の夜間最小流量(Qmnf)測定	標準漏水探知作業の着手前のセクター4-3の夜間最小流量測定
9/10～10/10	セクター4の漏水探知	全サブセクターの事前のQmnfの測定完了後の漏水探知作業。38件の探知件数で、推定防止水量は101,500L/dia (4.23m ³ /hour)
10/末	盗水検査方法の検討	盗水検査に有効的と思われる方法について協議。盗水が多いと懸念されるピノ地区にて試験検査する為の路線選定
11/6～	漏水修理	11/6～11/18完了
11月	大口需要者のためのピノ地区の水圧測定	4つのサブセクターのデータログによる連続水圧測定(一週間程度)
11月末	漏水修理後の夜間最小流量測定	11月24日以降に測定する予定
11月	水圧比較による分離化手法の分析	セクター4-4にて実施した分離化確認のための水圧測定データの解析。手法としての有効の検討。
2014/11/27 ～12/5	漏水修理後の夜間最少流量(Qmnf)測定	セクター4-1の超音波流量計による事後測定 セクター4-2の超音波流量計による事後測定(再度) セクター4-3の超音波流量計による事後測定(再度)
2015/1/22	超音波流量計によるデータの比較	「S-4-1-②工場街」にQmnfが多いということに着目し、この路線に盗水、漏水、夜間の使用水がどの程度存在するかを調べた。

2) チャンバー築造と設置位置

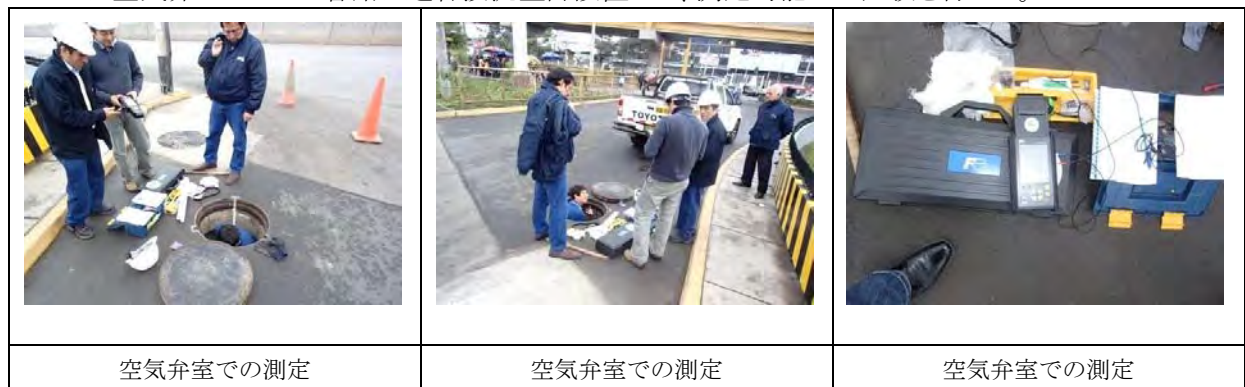
活動開始時は3基のチャンバーの設置を考慮したが、サブセクター4-1に予定のチャンバーは工事の許可がなかなか下りなかった。代替として、サブセクター4-3の一部を含みながら4-1を測できる空気弁室を利用して測定することとした。結果的にチャンバーの新設は2基、1基は既存の空気弁室で測定をすることとした。



流量計測設備(チャンバー)の設置位置の下見を7月8日に行った。試掘を行い、サブセクター③の設備としてこの位置に一基設置することとした。



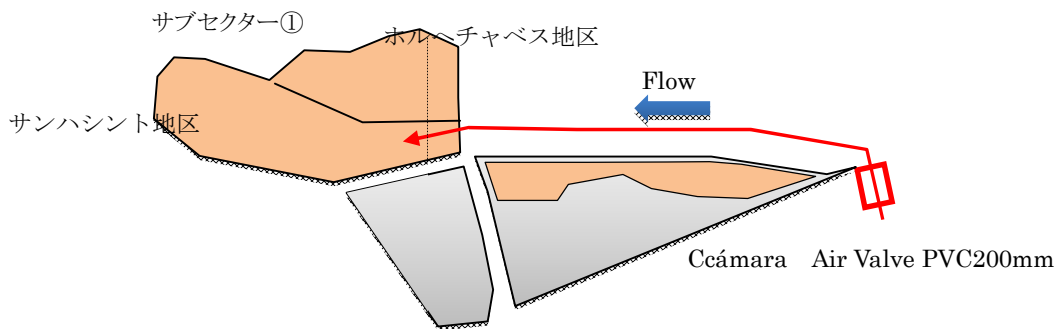
7/16 に空気弁室の PVC 管路に超音波流量計設置して、測定可能かの試験を行った。



3) 物理的漏水探知前の夜間最小流量測定(Qmnf)

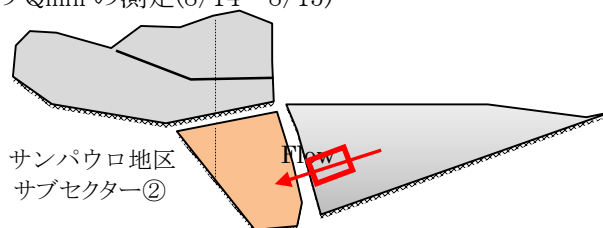
a. サブセクター1のQmnfの測定(7/30~7/31)

7/30~7/31の両日において、サブセクター①のサンハシント地区、ホルヘチャバス地区の一日流量、夜間最小流量の試験測定を行った。チャンバー設置の候補地は幹線道路上にあり、工事許可取得に時間がかかることが懸念されたため、既存の空気弁室(PVC200mm)を利用して測定を試みた。一日配水量、夜間最小流量を測定した。サブセクター③の一部も含まれる。



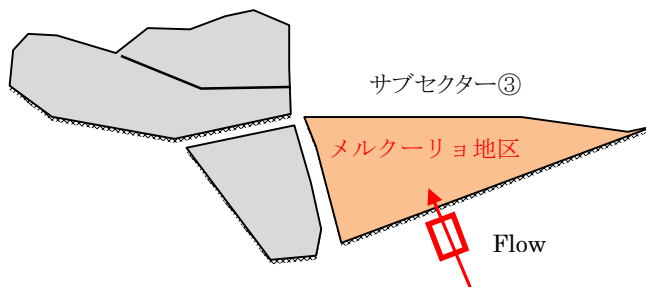
Subsector 4-1 夜間最小流量測定の結果	
	<p>Antes S-4-1 Flow Graph(30/07-31/07/2014) 13:00:00~13:00:00 m³/h m³ 3:01:00-3:03:00 Qmnf=19.24m³/hour 1131.277</p>
測定の日	2014/07/30:13:00~07/31:13:00
Distribution(m ³)	1,131.277m ³
Qmnf (m ³ /hour)	19.24m ³ /hour

b. サブセクター2のQmnfの測定(8/14~8/15)



Subsector 4-2 夜間最小流量測定の結果	
測定の月日	2014/08/14:13:00～08/15:13:00
Distribution(m³)	732.31m³
Qmnf (m³/hour)	19.50m³/hour

c. サブセクター3のQmnfの測定(9/17～9/18)

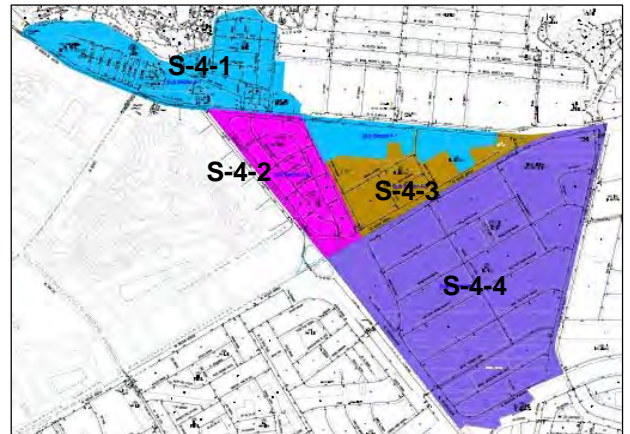


Subsector 4-3 夜間最小流量測定の結果	
測定の月日	2014/09/17:13:00～09/18:13:00
Distribution(m³)	297.72m³
Qmnf (m³/hour)	6.60m³/hour

d. サブセクター4のQmnfの算定

事前の各サブセクターのQmnfの値を下表に示す。S-4-4は7/28から9/22までのSCADAデータの水量から試算した。工場街という地域特性から日曜日の深夜にしか最少流量が発生しないことも分かった。

サブセクター	測定日	Qmnfの値 m ³ /h
S-4-1	7/30-7/31	19.24
S-4-2	8/14-8/15	19.50
S-4-3	9/17-9/18	6.60
S-4-4	SCADA データ	50.52
合計		95.86



4) 漏水探知と修理

漏水探知以下の内容をもって行われた。

9月10日～10月10日	38件	推定防止水量101,500L/dia=4.23m ³ /hour
--------------	-----	---

Listado de fugas detectadas Sector 04					
Infor	Dirección	Numero	Ubi	Fuga en	Cauda
					lit/dia
1	Av. Circunvalación	S/N	Conex	Corporation	10,000
2	Av. Circunvalación	2133	Conex	Corporation	8,000
3	Av. Mariscal Nieto	S/N	Conex	Caja D/Medidor	1,000
4	Av. Industrial	195	Conex	Caja A/Medidor	1,000
26	Av. Garcilazo de la Vega	609	Conex	Caja D/Medidor	2,000
27	Calle Tupac Amaru	199	Conex	Caja D/Medidor	2,000
28	Calle Tupac Amaru	183	Conex	Corporation	10,000
29	Av. Nicolas Ayllon	685	Conex	Caja A/Medidor	5,000
30	Calle Los Frenos	107	Conex	Caja D/Medidor	500
31	Calle Los Frenos	145	Conex	Caja A/Medidor	500
32	Calle Los Frenos	164	Conex	Línea D/Caja	3,000
33	Calle Los Frenos	196	Conex	Caja D/Medidor	1,000
34	Calle Los Aros	193	Conex	Corporation	10,000
35	Calle Los Aros	139	Conex	Línea A/Caja	1,000
36	Calle Los Aros	136	Conex	Línea A/Caja	2,000
37	Calle El Chasis	124	Conex	Línea A/Caja	5,000
38	Av. Nicolas Ayllon	797	Conex	Línea A/Caja	3,000
					101,500

漏水修理は以下の内容をもって行われた。

11月6日～11月18日	38件	推定防止水量101,500L/dia=4.23m ³ /hourの推定防止水量である。実測した水量は11/18の最終修理のレポートより判明する。
--------------	-----	---

5) 漏水修理後の夜間最小流量

11月18日に修理が完了したので、物理的漏水削減の効果を推し測るため夜間最少流量測定を行った。漏水修理後の夜間最小流量測定の結果は以下の通りである。

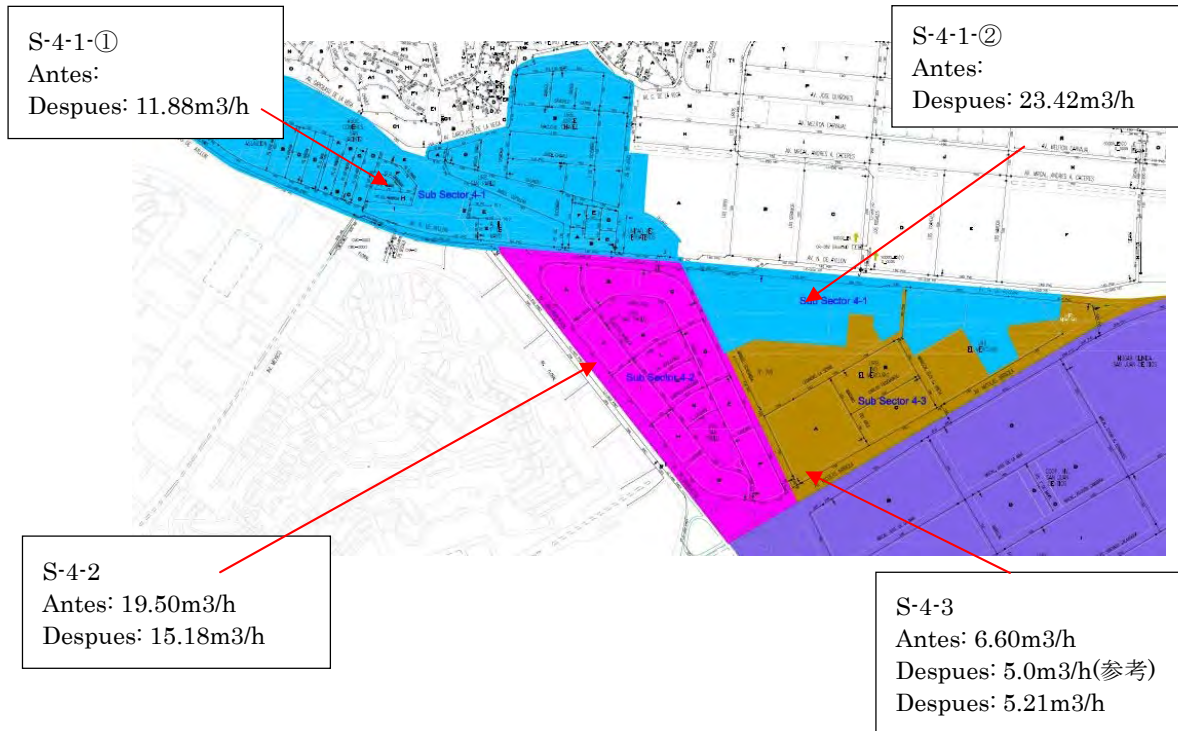


図 2.2.44 漏水修理前後の夜間最少流量結果

6) 物理的漏水探知前の Qmnf のインジケータ分析

サブセクターとして4分割でき、サブセクター毎に特性があることが想定でき、物理的漏水の指標となる数値も注視しながら分析が必要である。サブセクター毎の管網概要を示す。

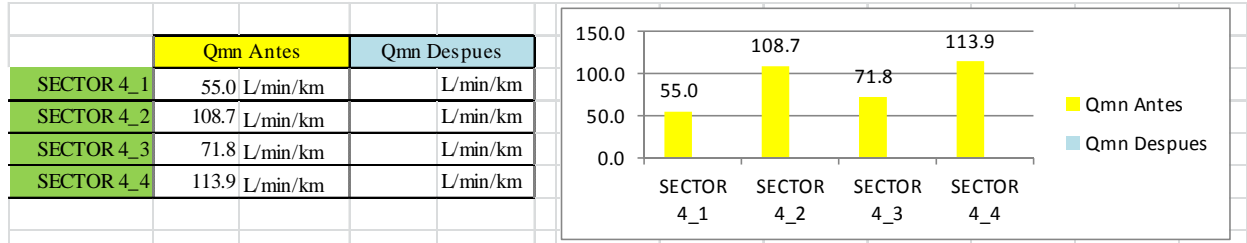
表 2.2.100 サブセクター毎の管路延長及び給水栓数

SECTOR 4_1			SECTOR 4_2			SECTOR 4_3			SECTOR 4_4		
RED	METRADO	CONEXIONES	RED	METRADO	CONEXIONES	RED	METRADO	CONEXIONES	RED	METRADO	CONEXIONES
50	166.21								75	294.66	
75	348.99										
90	147.08										
100	3304.21		100	1834.45					100	3288.14	
150	883.88		150	996.30		150	1,531.81		150	780.46	
200	341.00		200	127.98					200	1499.93	
250	425.00		250	30.53					250	554.25	
300	0.00								300	975.10	
TOTAL	5,834	873	TOTAL	2,989	391	TOTAL	1,532	68	TOTAL	7,393	466
RED	17.75 km										
CONEXI	1,798 CON										

以降に漏水の近似値である Qmnf の水量が「km あたり」、「栓あたり」どの程度付随しているかを指標別に表した。

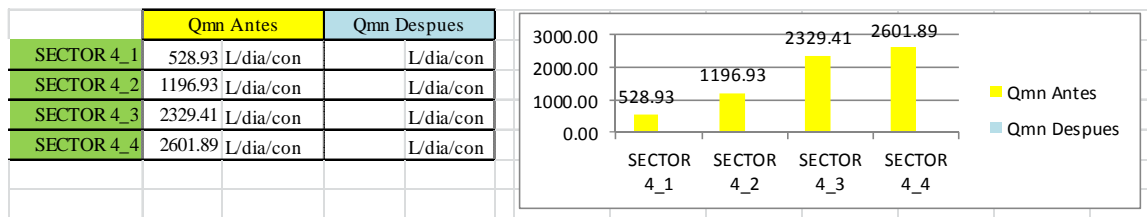
■ Qmnf L/min/km からの比較

4-1 は 100m あたり 6~7 栓の密度であり配管延長は給水栓に比して長くはないため、数値自体は高くはない。4-2 と 4-4 が高い値である。



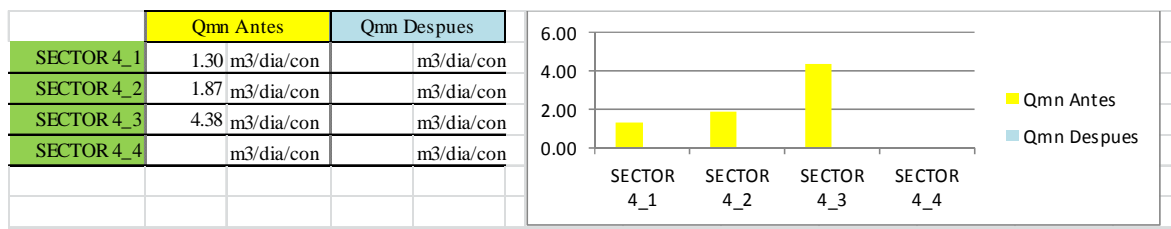
■ Qmnf L/dia/con からの比較

すべて高い範囲であるが、4-2、4-3と4-4が際立っている。しかし、4-3と4-4はQmnfには工場が多く、夜間にも使用水が含まれている需要特性があるということが推察されるので、注視が必要である。



■ Distribudida m³/dia/con からの比較

4-4 は一日の配水量が的確に把握できないので値は挿入していない。4-3 は栓あたりの配水量が大きい。4-4 はもっと大きい配水量となるはずである。



7) 事前夜間最小流量測定(再度)

2014 年 9 月 17 日に夜間最小流量を測定し、その後 11 月にかけて漏水探知と 38 個所の修理を行ったが、無収水削減の顕著な効果が認められなかったため、漏水存在量が多かったサブセクター4-2(サンパウロ地区)の漏水存在量を確認するために夜間最小流量の調査を行うこととした。

調査対象地区は 9 月の調査において漏水存在量が多かったサブセクター4-2(サンパウロ地区)である。

このサブセクター4-2をさらに3分割して夜間最少流量の測定を行った。さらに、その中で一番漏水存在量の多いブロックにおいて直接法を用いて漏水量を実測し、サブセクター全体の漏水量の推定を行った。

この結果から、存在漏水量が確認されたので、漏水探知作業を2015年3月24日から進めた。また、夜間最少流量測定時に発見された給水栓メータボックス内の漏水9か所については24日に修理が行われた。

表 2.2.101 夜間最少流量測定結果及び直説法測定結果(サブブロック 4-2)

サブブロック	夜間最少流量 実測値 m ³ /h	距離当り流量 lit/min/Km	栓当り流量 lit/dia/conex	直接法測定漏水量 m ³ /h
4-2 1	8.13	167	1726	3.76
4-2 2	6.74	159	1650	3.12
4-2 3	8.24	116	1594	3.81
計	23.11	-	-	10.69

この結果から、漏水量は夜間最少流量の46%であることが判明した。指標となる距離当り漏水量は66.2 lit/min/kmであり、存在漏水量は高い。この夜間最少流量の結果から、比較的漏水量の多かったサブブロック4-4(エルピノ地区)において漏水探知を行った。

8) 漏水探知作業(再度)

3月に4-2(サンパウロ地区)において、夜間最少流量を測定し、サブセクター全体の漏水量の推定を行った。その結果から、存在漏水量が確認されたので、比較的漏水量の多いサブブロック4-2(サンパウロ地区)、4-4(エルピノ地区)について、サンパウロ地区は3月23日～31日の間、エルピノ地区は4月1日～4日の間漏水探知作業を実施した。

探知結果は、漏水発見箇所17箇所(配水管の給水管分岐1箇所、給水管1箇所、メータボックス内15箇所)であり、推定漏水量は32.5m³/日(990m³/月)(配水量約14,000m³/月)であった。発見した漏水量は無収水率の削減にさほど効果となるものではなかった。

また、同期間に請求水量の実績より盗水の疑いのある箇所31箇所につき多点式漏水探知器を使用して盗水調査を行った。盗水の疑いのある箇所をさらに吟味に試掘した結果、1件の盗水を確認した。

表 2.2.102 盗水現場

NIS	登録名	Diametro	概要
4017798	運送業者	20mm	メータボックスの手前からバイパスを作り盗水。設置されているメータは顧客台帳上には登録がなくダミーであった。 請求水量の実績値は256m ³ /月であり、同量の盗水が行われていたと推定される。



盗水写真

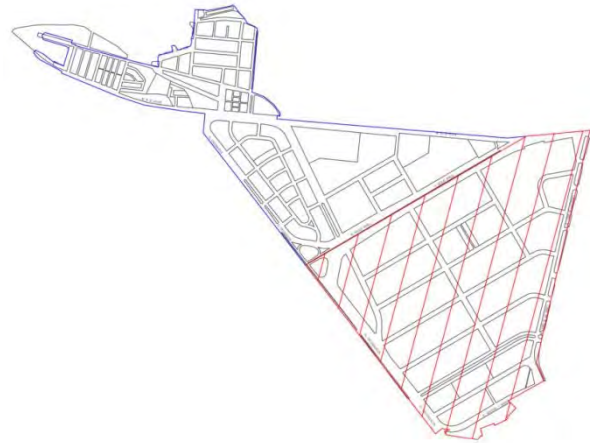


図 2.2.45 セクター4 調査範囲

商務的損失対策の活動

セクター4 は、商業及び工業が多く、一般家庭の使用量も僅かなことから、請求区分が商業及び工業のものに絞りデータ分析及びメータ調査を行った。調査地域は、商業及び工業が集中しているエル・ピノ地区を選定した。調査範囲は、下図に示す赤枠部分である。

1) 顧客データベース分析

顧客データ分析により不具合箇所を抽出した。データ分析項目は以下の通りである。

- ① メータ無しで請求有り
- ② 断水、休止中に関わらず請求有り
- ③ 請求水量が一定傾向で減少
- ④ メータの使用経過年数(5年)の超過
- ⑤ メータ口径の不適正

この項目に従って、分析した結果及び対応結果については以下の通りである。

① メータ無しで請求あり

調査対象となった給水栓数は、16 栓となり、中でも月の使用量が多い 7 つの給水栓を優先的にメータ設置を行った。本対象給水栓は、メータ無しのため、請求区分が、過去半年の平均使用水量 (Promedio)によって請求されている。実際の請求は、現請求量よりも増加するはずであるため、早急な対応が必要不可欠である。

表 2.2.103 メータ無しで請求有りの顧客リスト

値		OCT_2014 請求水量	
CONEXION			
O. C. ATE-VITARTE	16	1568.96	
SIN MEDIDOR	16	1568.96	
Total	16	1568.96	

OFICINA	CONEXION	U USOS	TARIFA	CUA	NUM APA	SITUACION METIP	10月の使用量	
							FACT OCT	CSMO FACT OCT
GRANDES CLIENTES	4029550					SIN MEDIDOR		
O. C. ATE-VITARTE	5444883	1	T03	0328		SIN MEDIDOR		
O. C. ATE-VITARTE	4282455	1	T03	0328		SIN MEDIDOR	Promedio	17
O. C. ATE-VITARTE	4198813	1	T03	0350		SIN MEDIDOR	Promedio	0
O. C. ATE-VITARTE	4077969					SIN MEDIDOR		
O. C. ATE-VITARTE	4056891	2	T06	0350		SIN MEDIDOR	Promedio	311
O. C. ATE-VITARTE	4048420	1	T03	0352		SIN MEDIDOR	Diferencia de Lec	49
O. C. ATE-VITARTE	4048414	8	T06	0328		SIN MEDIDOR	Promedio	108.96
O. C. ATE-VITARTE	4038662	1	T03	0334		SIN MEDIDOR	Promedio	149
O. C. ATE-VITARTE	4037165	1	T03	0328		SIN MEDIDOR		
O. C. ATE-VITARTE	4037048	1	T03	0328		SIN MEDIDOR		
O. C. ATE-VITARTE	4030700	1	T04	0456		SIN MEDIDOR	Diferencia de Lec	195
O. C. ATE-VITARTE	4029851	1	T04	0421		SIN MEDIDOR	Diferencia de Lec	372
O. C. ATE-VITARTE	4025503	2	T06	0489		SIN MEDIDOR		
O. C. ATE-VITARTE	4007285	1	T03	0328		SIN MEDIDOR	Diferencia de Lec	105
O. C. ATE-VITARTE	4017798	1	T03	0363		SIN MEDIDOR	Promedio	257
O. C. ATE-VITARTE	4011933	1	T03	0324		SIN MEDIDOR	Promedio	5

② 断水、休止中に関わらず請求有り

調査対象となった給水栓は、4 栓である。その中で、月の使用量が多い給水栓は 2 栓であるため、こちらを優先的にメータ設置することを決めた。

表 2.2.104 断水、休止中リスト

値		CSMO_FACT_OCT_2014	
CONEXION			
O. C. ATE-VITARTE	4	135.01	
EC013	4	135.01	
Diferencia de Lectura	3	125.01	
Promedio	1	10	

OFICINA	CONEXION	U USOS	TARIFA	CUA	F INST	DIAMETRO	EST SUM OCT	TIP FACT	CSMO FACT OCT
O. C. ATE-VITARTE	4277999	3	T06	0312	2010/12/10	15	EC013	Diferencia de	44.01
O. C. ATE-VITARTE	4018902	4	T06	0442	2010/12/6	20	EC013	Diferencia de	79
O. C. ATE-VITARTE	4007905	1	T04	0421	2010/12/10	20	EC013	Diferencia de	2
O. C. ATE-VITARTE	4034456	1	T03	0312	2010/11/18	20	EC013	Promedio	10

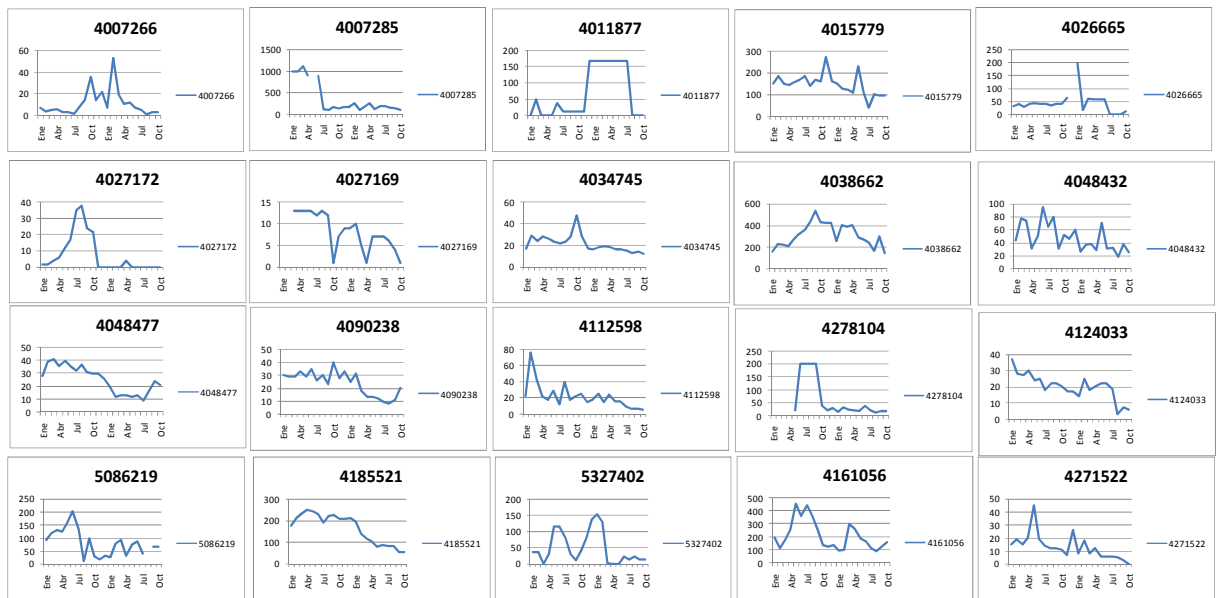
③ 請求水量が一定傾向で減少

メータ検定ラボにてメータ検定を実施し、検定結果が不合格のものに限りメータ交換を行った。この手法は、メータの違法改造または盗水の疑いの箇所を発見する際に使用する。この 20 栓に対するメータ検定結果は以下の通りである。赤く着色した箇所は、早急にメータ交換または設置を行った。

表 2.2.105 請求水量減少顧客リスト

使用量/半年

OFICINA	CONEXIO	U_USOS	EST_SUM	TARIFA	CJA	RANGO A	SITUACIO	F_INST	DIMENSIO	DIAMETRO	CONSUMO_N
O. C. ATE	4007266	1	EC012	T04	0402	MENOR A	CON_MED	2012/9/3	15 Cu	20	10
O. C. ATE	4007285	1	EC012	T03	0328	SIN MEDIDOR	SIN MEDIDOR		20 Cu		165
O. C. ATE	4011877	1	EC012	T03	0302	ANTIGUO	CON_MED	2006/8/28	15 Vo	20	119
O. C. ATE	4015779	1	EC012	T04	0456	MENOR A	CON_MED	2010/12/6	20 Cu	20	131
O. C. ATE	4026665	1	EC012	T04	0472	MENOR A	CON_MED	2013/10/9	15 Cm	20	37
O. C. ATE	4027169	2	EC012	T06	0318	MENOR A	CON_MED	2014/8/21	15 Cu	15	6
O. C. ATE	4027172	1	EC012	T04	0402	MENOR A	CON_MED	2010/12/18	15 Cu	15	0
O. C. ATE	4034745	1	EC012	T03	0350	MENOR A	CON_MED	2010/12/6	15 Cu	15	16
O. C. ATE	4038662	1	EC012	T03	0334	SIN MEDIDOR	SIN MEDIDOR		25 Cu		317
O. C. ATE	4048432	2	EC012	T06	0389	MENOR A	CON_MED	2012/10/3	15 Cm	20	36
O. C. ATE	4048477	1	EC012	T02	0220	MENOR A	CON_MED	2010/12/10	15 Cu	15	17
O. C. ATE	4090238	2	EC012	T06	0303	MENOR A	CON_MED	2010/12/10	15 Cu	15	18
O. C. ATE	4112598	1	EC012	T03	0328	MENOR A	CON_MED	2010/12/10	15 Cu	20	15
O. C. ATE	4124033	1	EC012	T04	0455	MENOR A	CON_MED	2010/12/6	15 Cu	20	16
O. C. ATE	4185521	1	EC012	T03	0328	MENOR A	CON_MED	2010/12/7	15 Vo	20	116
O. C. ATE	4278104	1	EC012	T03	0328	MENOR A	CON_MED	2013/10/9	15 Cm	20	20
O. C. ATE	5086219	3	EC021	T06	0398	MENOR A	CON_MED	2010/12/10	15 Vo	15	56
O. C. ATE	5327402	1	EC012	T03	0328	MENOR A	CON_MED	2013/1/23	15 Cm	15	44
GRANDES	4161056	1	EC012	T04	0434	MENOR A	CON_MED	2010/3/20	20 Cu	50	148
GRANDES	4271522	1	EC012	T03	0330	ANTIGUO	CON_MED	2009/9/18	15 Cu	15	8



Nis	Fecha Instalacion	Tarifa	Medidor	DIAM	Fecha	Unidad	Observacion	備考	Resultado
4112598	2010/12/10	T03	A210002826	20	2014/10/6	634			合格
4027172	2010/12/18	T04	C110030513	15	2014/10/6	634			不合格
4007266	2012/9/3	T04	A211033942	20	2014/10/21	634			合格
4090238	2010/12/10	T06	C110027660	15	2015/2/16	635			不合格
4048477	2010/12/10	T02	C110023963	15	2015/2/6	634	acceso restringido	アクセス不可	
4015779	2010/12/6	T04	A210002811	20	2015/3/25	635.00			不合格
4038662	-	T03			2015/3/26	635.00	Sin medidor	メータ無し	
4124033	2010/12/6	T04	A210002845	20	2015/3/25	635.00			合格
4185521	2010/12/7	T03	A210002801	20	2015/3/25	635.00			不合格
5086219	2010/12/10	T06	C110027644	15	2015/3/26	635.00	luneta opaca	メータ曇り有り	
5327402	2013/1/23	T03	S111742268	15	2015/3/25	635.00			合格
4007285	-	T03			2015/3/25	634.00	Sin medidor	メータ無し	
4011877	2006/8/28	T03	1206144626	20	2015/3/26	634.00	esta actual es 4007603; la bateria no cumple con la medidas establecidas por consiguiente no se puede contrastar por la incomodidad	メータとNISの整合性無し現状の番号4007603が検定できず	
4026665	2013/10/9	T04	E211047624	20	2015/3/25	634.00			合格
4027169	2014/8/21	T06	A114595374	15	2015/3/25	634.00			合格
4034745	2010/12/6	T03	C110022715	15	2015/3/25	634.00	luneta opaca	メータ曇り有り	
4048432	2012/10/3	T06	A211032657	20	2015/3/25	634.00			合格
4278104	2013/10/9	T03	E211047496	20	2015/3/27	634.00			合格
4161056	2010/3/20	T04	5201000313	50	2015/3/26	634.00	Medidor 50mm	メータ口径50mmのため検定不可	
4271522	2009/9/18	T03	E108508143	15	2015/3/26	634.00	Sin medidor	メータ無し	

④ メータの使用経過年数(5年)の超過

メータの使用年数が5年を超過しているものを抜き取り、メータ検定を行った。データベースの分析の結果、使用年数が5年を超過しているものは2栓であったが、1栓は使用量がないため、メータ検定の対象外とし、番号4007621のみ検定を行った。対象年数を超過していたが検定結果は合格であった。

表 2.2.106 メータ耐用年数超過リスト

	10月の使用量	
	CONEXION	CSMO_FACT
O. C. ATE-VITARTE	2	82
ANTIGÜEDAD MAYOR A 5 AÑOS	2	82
Total	2	82

OFICINA	CONEXION	U USOS	TARIFA	CUA	経過年数	SITUACION MIF INST	DIAMETRO	EST SUM OCT 20	TIP FACT	CSMO FA	
O. C. ATE-VITART	4011877	1	T03	0302	8.2	CON_MEDIDOR	2006/8/28	20	EC012	Diferencia de	0
O. C. ATE-VITART	4007621	2	T06	0302	6.4	CON_MEDIDOR	2008/6/18	25	EC012	Diferencia de	82

表 2.2.107 メータ検定結果

Nis	Fecha Instalacion	Tarifa	Medidor	DIAM	Fecha	Unidad	Observacion	備考	Resultado
4007621	2008/6/18	T06	5306018225	25	2015/3/26	634			合格

⑤ メータ口径の不適正

既存の設置メータにおいて、月々の使用水量とメータ口径がSEDAPALの基準に反しているものがある。メータ口径が不適正な場合、メータの羽根車部分が執拗に消費してしまうため、メータ自体の寿命が短くなる。そのため、メータ口径が不適正の箇所については、適正なメータ口径を設置する必要がある。メータ分析結果は下表の通りである。

表 2.2.108 メータ口径の不適性リスト

CONEXION	
GRANDES CLIENTES	2
20	1
50 Wo	1
25	1
40 Cu	1
O. C. ATE-VITARTE	4
20	2
50 Cu	2
25	2
40 Cu	1
50 Wo	1
Total	6

OFICINA	CONEXION	U USOS	TARIFA	CUA	NUM APA	F INST	DIMENSIONAMI	DIAMETRO	CONSUMO MEDIO	TIP FACT	OC	CSMO FA
GRANDES CI	4001617	1	T03	0374	E309000833	2012/8/20	40 Cu	25	493.9	Diferencia de L		438
O. C. ATE-VIT	4007620	1	T03	0328	A313004348	2014/3/31	40 Cu	25	423	Diferencia de L		418
O. C. ATE-VIT	4006435	1	T04	0441	A210002745	2010/12/19	50 Cu	20	697.2	Diferencia de L		670
O. C. ATE-VIT	4048426	1	T04	0441	A210002810	2010/12/16	50 Cu	20	707.4	Diferencia de L		648
GRANDES CI	5479200	1	T04	0477	E209005878	2012/12/21	50 Wo	20	1322.2	Diferencia de L		1223
O. C. ATE-VIT	4000906	1	T01	0101	A313003455	2013/5/3	50 Wo	25	1547.6	Diferencia de L		1544

メータ検定結果を下表に示す。

表 2.2.109 メータ検定結果

メータ設置日		使用区分	メータ番号	メータ口径	検定日		Observacion	備考	Resultado
Nis	Fecha Instalacion	Tarifa	Medidor	DIAM	Fecha	Unidad			
4048426	2010/12/6	T04	A210002810	20	2014/10/7	634			不合格
4007620	2014/3/31	T03	A313004348	25	2014/10/21	634			不合格
4006435					2014/10/27		Puntero de medidor fuera de lugar		
4001617	2012/8/20	T03	E309000833	25	2015/3/26	634			合格
5479200	2012/12/21	T04	E209005878	20	2015/3/25	634			不合格
4000906	2013/5/3	T01	A313003455	25	2015/3/26	634			不合格

メータ検定の結果、4 個が不合格となったため、OM チームと商務チームとで協議を行い、口径の適正化を図ることとした。

2) 特別顧客の商務的無収水対策

特別顧客管轄の給水栓数は全 73 箇所である。各分析結果と対応結果を下記に示す。

① 給水栓登録はされているが給水栓が実際に設置されていない箇所

顧客データベースにおいて、給水栓登録はされているが、現場調査を行った結果、給水栓が設置されていないものは合計 13 箇所あった。これについては、データベースを修正することで対応した。

② メータの耐用年数超過

特別顧客では、メータの耐用年数超過(5 以上)のものは存在しなかった。

③ メータ口径の不適正

メータの口径が不適正なものは、9 箇所存在した。しかし、セクター4 への配水量に余裕がないため、メータ口径の適正化は困難だと判断された。

④ 使用限界量超過

メーカー推奨の積算使用量の限界値を超過しているものが 20 栓、存在した。その 20 栓において月々の使用水量低下が見られたため、メータ検定ラボにてメータ検定を行うこととした。メータ検定リストは下表の通りである。

表 2.2.110 メータ検定リスト

NIS	TARIFA 請求区分	F_INST メータ設置日	DIAMETRO メータ口径
4278001	T03	2012/8/20	25
4128824	T05	2013/12/21	25
4005174	T04	2013/9/19	20
5410991	T05	2013/11/20	25

5120835	T04	2012/8/20	25
4225014	T04	2009/3/20	20
5391934	T04	2011/9/14	25
4001617	T05	2010/8/6	1
4216832	T04	2013/9/19	20
5349604	T05	2011/9/30	25
5391941	T03	2009/10/20	15
4029639	T03	2014/5/20	20
5430125	T05	2013/9/19	15
4077969	T03	2011/7/20	20
5479200	T03	2011/9/19	15
4007460	T05	2012/7/20	15
4035535	T03	2011/9/14	25
4030666	T03	2013/6/19	15
4039847	T03	2013/9/19	20
4048418	T04	2012/12/21	20

メータ検定結果は、検定合格が4箇所、不合格が10箇所、メータボックスの位置不明により検定不可が2箇所、顧客の反対による検定不可が4箇所であった。検定結果の内訳は下表のとおりである。

表 2.2.111 メータ検定結果

NIS	結果
4278001	不合格
4128824	不合格
4005174	合格
5410991	合格
5120835	不合格
4225014	メータボックスの位置不明により検定不可
5391934	メータボックスの位置不明により検定不可
4001617	顧客の反対により検定不可
4216832	不合格
5349604	合格
5391941	不合格
4029639	合格
5430125	不合格
4077969	不合格
5479200	不合格
4007460	不合格
4035535	顧客の反対により検定不可
4030666	顧客の反対により検定不可
4039847	顧客の反対により検定不可
4048418	不合格

⑤ 盗水の疑いの箇所

盗水調査については、盗水の疑わしい箇所につき漏水探知用の多点式相関器を利用して調査が進められている。調査の結果、表 2.2.102 に示す通り、1ヶ所発見した。

⑥ 違法改造メータの疑い

違法改造されたメータが 22 件あったため、メータ検定を実施した。22 件の内 1 件が顧客の反対により、メータ検定不可であった。メータ検定の結果、不合格のメータが存在しないため、メータ交換は行わないこととした。

表 2.2.112 違法改造メータリスト

NIS	検定結果
4203075	合格
4216831	合格
4216833	合格
5349605	合格
4130810	合格
407997	合格
4161056	合格

(5) 今後の課題

セクター4 における無収水削減活動は、途中であるため、プロジェクト終了後も活動を継続することを決めた。今後の課題は下記の通りである。

- ・ メータ新基準に適合するメータを調達し、速やかにメータ設置を行う。
- ・ 物理的漏水が少ないため、盗水調査に力点を置く。
- ・ 漏水修理後の夜間最小流量測定を行う。
- ・ 特別顧客の継続調査を行う。

2.2.13 無収水削減対策実施マニュアルの作成(活動 2-13)

2014 年 2 月 18 日に、無収水削減プロジェクト活動の研修の成果に基づいたマニュアル作成につきマネージメントチーム及びブレーニャとスルキージョのアクションチームの合同会議を開催し、マニュアル作成の下記方針を決定した。

- ・ 本プロジェクトで実施の作業について作成し、各サービスセンターでの活動に役立てる。
- ・ マニュアルは標準化を図るため逐次 SEDAPAL の ISO システムに登録し、運用する。
- ・ マニュアル作成の担当者はプロジェクト終了時に開くワークショップの講師となる。
- ・ 一次配水チーム、OM チーム、商務チーム等無収水削減活動の関係チームの協働作業とする。

プロジェクト実施期間中にカウンターパート側によって作成された無収水削減対策実施マニュアルの項目は下表のとおり 16 項目 2015 年 5 月末までに 11 項目が SEDAPAL の ISO システムに登録、他の 5 項目 (No.1、2、4、5、6)は仮登録されている。

添付資料 12 に無収水削減対策実施マニュアルを示す。仮登録の場合は ISO 登録日の記入がされていない。また、ページの入力エラー、文章中語句が未記入で XXXX とされているものがあるが、登録管理者により修正される予定である。

表 2.2.113 無収水削減マニュアルのリスト

No	文書名	種類	ISO 登録 No	ISO 登録日
1	無収水削減	手順書	GSPR024	
2	無収水削減の費用便益	マニュアル	GSMA01	
3	漏水探知器によるセクター分離化検査	手順書	GSPR021	2015.02.24
4	差圧によるセクター分離化確認	手順書	GSPR026	
5	管理セクターの適正圧力確定	手順書	GSPR025	
6	サブセクター化と夜間最小流量測定用チャンバーの型式	技術仕様書	GSET003	
7-1	夜間流量測定用チャンバー 型式 I	仕様書	GSET01	2015.01.16
7-2	夜間流量測定用チャンバー 型式 II	仕様書	GSE002	
8	夜間最少流量測定	手順書	GPPR099	2015.01.05
9	夜間最少流量測定用電磁流量計装置の製作	指示書	GPIN198	2014.12.31
10	夜間最少流量測定のためのデータロガーの設置	指示書	GPIN201	2015.05.15
11	夜間最少流量測定のためのデータロガーの設定	指示書	GPIN202	2015.05.15
12	配水管、給水管の不可視漏水探知	手順書	GPPR080	2015.01.05
13	配水管、給水管の不可視漏水修理	手順書	GSPR0020	2015.02.24
14	無収水削減のための商務データベース分析	手順書	GCPR144	2015.05.18
15	メータ口径の適正化	手順書	GCPR143	2015.06.05
16	口径拡張の内部検査通知書	通知書	GCCA136	2015.05.18

2.2.14 無収水削減対策実施マニュアルのセミナーの開催(活動 2-14)

本技術協力プロジェクトの結果を広く周知するため、無収水削減対策実施マニュアルのセミナーが2015年5月21日開催の第3回ワークショップにて行われた。

まず、本プロジェクトの期待される成果とそのための活動内容、その中のマニュアル作成の位置づけがPDMの記載に沿って紹介された。無収水削減作業を標準化し、SEDAPAL内での使用の汎用化を図り、7 サービスセンターにおける年次業務実施計画及びセクタープロジェクトにおいて、OMチーム、商務チームにおける使用を目的とすることが強調された。

その後、作成された前項 2.2.13 に示したマニュアルの構成及び個々のマニュアルの概要の説明が行われた。

2.3 給水装置設置の品質管理能力向上に係る活動（活動3）

専門家チームは、既存給水装置の漏水補修ならびに新規給水装置設置の発注・施工監理を担当している SEDAPAL の職員を対象に、給水管及び分岐用サドルの材質の比較、管接合タイプの比較、給水装置の設置及び設置後の完工試験（水圧試験）の実施方法等について室内研修及び実地研修を行った。

同研修を通じて、今後の SEDAPAL の給水装置設置における品質管理能力向上を図る上で必要とされる適正材料の確実な使用、設置施工の標準化、施工確認の基準化を図るため、SEDAPAL の既存の給水装置設置の工事発注に係る技術仕様書ガイドラインをレビューし、研修の結果に基づいて技術仕様書ガイドラインの改定を行い、SEDAPAL 技術委員会の承認を得て実際に活用されるように努めた。

研修は、配水管の分岐から水道メータまでの給水装置工事の品質を向上させることを対象として行った。ペルーでは、給水装置の適用外となる宅地内の給水用具（住民の管理部分）の留意点について、日本の実情紹介等において事故事例、節水機器の紹介などを通して、SEDAPAL の住民意識向上活動の必要性を説いた。

2.3.1 給水装置設置に係る民間業者の施工能力の調査・分析（活動3-1）

日本においては、施工業者の認定制度（指定給水装置工事事業者制度）がある。ここでは、水道の供給規程に、「この指定を受けた者が給水装置工事を施工することを水道事業者は供給条件として定めることができる」とし、同時に、「指定給水装置工事事業者の施工ではない場合、水道事業者は、給水申込みの拒否、又は給水停止をすることができる。」とされている。この指定事業者の指定は申請に対する審査によって決定され、住民は指定事業者に工事を委託している。

SEDAPAL の場合には、住民が SEDAPAL に給水接続の申請、料金の支払いを行い、接続工事は SEDAPAL が公開入札により選定された民間業者に委託して行っている。専門家チームは、民間業者の技術力評価のための入札条件の改善及び業者契約後の管理・指導のために、SEDAPAL の委託方法、民間の工事業者の施工能力、施工方法の調査・分析を行った結果、下記の点が明らかとなった。

・入札における技術力評価の方法、入札条件

委託先（施工業者）は、技術的面（施工実績）と経営的面の評価に基づき競争入札で選定されており、また、入札時に評価委員会が委託先を評価している。現行制度による委託先は、3 年契約で一定区域を担当すること、かつ既契約者に対する制限がないことから、SEDAPAL 全区域を1社が独占する勢いとなっているため、施工業者間の競争性がなく、業務遂行においてマンネリ化が生じており、また、契約変更が伴う工法改善の支障となっている。毎年契約で、かつ複数の施工業者と契約して競争性を持たせる仕組みが必要であると進言したが、現行の事務手続きが契約までに1年以上かかることであった。また、受託者による施工者への教育実施の規定があるが、その履行状況を確認していない。

- ・構造及び材質基準に適合した給水管や給水用具の選定

工事では、射出成型品でない加熱成型品（日本では使用していない）のPVC製継手が一般的に使用されており、漏水発生の主要因となっている。漏水防止の観点から、射出成型品の継手やポリエチレン製の給水装置用材料を使用する必要がある。

- ・給水装置設置の基準に適合した施工方法

試験・講習会による資格制度は無く、施工従事者の施工経験が評価されている。伝承や見聞に基づく知識と技術で施工されているため、工具の使用を禁じているところで工具を使用し、継手部に過度の負荷をかけるなど適正な施工方法を習熟していないことが漏水等の要因となっている。

- ・施工監理（工程、品質、出来形、安全性）の方法

委託業者の工事施工に関して、SEDAPAL 監督員により施行確認について一部実施されているが、業務量が多くすべては履行できない。このため、工事監督不在時における工事の適正施工が確保されていないことによる漏水発生要因となる恐れがある。

- ・給水装置設置後の維持管理のし易さに関する配慮

配水管は GIS システムを用いて完成図面（管種、口径、オフセット等）を管理されているが、給水装置に関しては分岐があることについて記号表示されるのみで、配管状況や修理後の管種、位置変更などが反映されていない。また、水道料金の徴収や検針等の観点から給水装置の施工図は、商務部が保管しており、修理や調査などを実施する運転維持管理部に余り活用されていないため、漏水調査及び修繕時に適切な施工が期待出来ない。

2.3.2 SEDAPAL の既存の技術仕様書等のレビュー（活動 3-2）

日本における給水装置は配水管から直結で分岐した設備であり、給水管、止水栓、水道メータ、蛇口等で構成されている。配水管と直結しているため、給水装置の構造・材質、施工が不適切であれば、漏水問題や、住民の安全で良質な水の供給に支障をきたすだけでなく、公衆衛生上甚大な被害を与える恐れがある。そのため、日本においては、構造、材質、維持管理等について法令や各種基準の適用を受けている。

専門家チームは、漏水の抑制、衛生上の安全を保障するための、ペルー国における法的な適用、SEDAPAL の技術仕様書等、SEDAPAL の工事の発注段階における給水装置の品質保持について下記の事項に関してレビューを行った。

- 給水装置の品質確保のための構造及び材質のガイドラインへの適合

給水装置に使用する材料の規格、施工基準などについては技術仕様書（REGLAMENTO TECNICO DE PROYECTOS SEDAPAL）等に記載されているが、技術基準の見直しがなされていないため、穿孔機などが施工現場と基準との間に乖離がある。また、給水装置材料について SEDAPAL

職員が製造工場等の品質確認を実施しているが、使用する材料に検査合格マーク表示がないため、現場において検査合格品であることを確認出来ない。

➤ 給水装置の施工の適正を確保するための具体的な判断基準への適合

• SEDAPAL の給水装置設置に係る技術仕様書

給水装置に関して技術基準に記載があるが、各種の基準の中に点在して記載されていることや類似した基準があるなど活用しづらく、記述内容も不十分である。また、適正施工を確保するうえで必要な工事の施工手順のマニュアル等が出来上がっていないため、製造業者の意図(継手部は手締め施工だが、現場で工具使用が散見された)が十分理解されていない。

• SEDAPAL の給水装置設置の工事発注に係る技術仕様書ガイドライン

給水装置に関する統一した技術仕様書がなく、支所(北、中、南部)ごとに施工業者と契約するにあたって、各支所独自で契約の度に請負工事契約書を作成するため、事務手続きに時間がかかる要因となっている。

• 給水装置器具設置に関する法的制度

給水装置という定義は、SEDAPAL の技術仕様書(Especificaciones tecnicas-SEDAPAL Instalacion de conexiones domiciliarias de agua potable Y alcantarillado (Para obras y mantenimiento)の中に規定がなく、大統領令の上下水道一般法(Ley General de Servicios de Saneamiento) (法律第 26338 号)の第 4 条(定義)33(システム) a)(飲料水の供給)に給水システムの一部として、給水管が位置付けられているだけである。

また SEDAPAL の技術仕様書では、給水装置の構造、材質、施工方法等が規定されているが、SEDAPAL の管理維持部署全体には周知されていない。

• SEDAPAL の供給規程

日本でいう「水道法」に該当するものは、上下水道一般法等がある。SEDAPAL の供給規定としては、上述の上下水道一般法等をベースとしたリマ上下水道公社衛生事業提供規則(Reglamento de prestación de los servicios de Saneamiento de SEDAPAL)というものに規定している。

• 給水装置における器具の SEDAPAL、住民の管理責任範囲

上下水道一般法によると、SEDAPAL 側の給水装置の管理責任は、配水管の分岐から公私境界にある宅地内給水管の接続口まで関与することが規定されている。しかし、飲料水の安全性確保に影響する宅地内の配管等に対する安全対策について規定がない。

• 給水装置既存使用資機材の種類、性能

ISO 規格に準じた国内基準(Norma técnica peruana)により、分岐部品、給水管、継手、メータBOX、メータバルブ、さや管が規格化されている。PVC 管継手は、肉薄で劣化の恐れがある熱加工継手(PVC 直管の熱加工製品)も規格に計上しており、作業現場では熱加工品が主流で使用されている。また SEDAPAL では、PVC 配管は継ぎ手が多く、施工不良の要因となりうることから、継ぎ手部の少ないポリエチレン配管を一部において使用し始めている。現在のところ、ポリエチレン製の給水装置材料については SEDAPAL で承認されていないが、承認に向けて事務手続き中である。

2.3.3 給水装置設置に係る室内研修及び実地研修用の教材の準備(活動 3-3)

上記 2.3.1 及び 2.3.2 の内容につき、専門家チームは、ステージ 1 にて確認し、ステージ 2 においては実施する室内研修、実地研修の研修計画を策定した。また、研修に使用する資機材の調達準備を行い、調達事務手続きを実施した。室内研修用教材は、水道概論、品質管理、日本の現状について記載している。実地研修用教材は、給水管の施工手順について記載している。研修用教材リストは下記のとおりである。

表 2.3.1 室内研修用教材リスト

項目	内容	日数
公衆衛生概論	水道一般論、水道水質	7 日間 程度
水道行政	水道法、供給規程 施工業者の認定制度(指定給水装置工事事業者制度)	
給水装置の構造・材質基準	給水管及び分岐用サドルの材質の比較 管接合タイプの比較	
給水装置計画論	基本計画、水理計算、計画使用水量、給水管口径	
給水装置工事法	調査、計画、施工、検査、データ整理	
日本の現状との比較	日本の給水装置の現状、事故事例(誤接合等)、新技術等	

表 2.3.2 実地研修用リスト

項目	内容
研修内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分岐工事(配水管からの給水管の分岐) <ul style="list-style-type: none"> ・他の給水管との接続の配列関係 ・取り出し方法(分水栓、サドル付き分水栓、T 字管等) ・穿孔の方法 2. 配水管への取り付け口から水道メータまでの工事 <ul style="list-style-type: none"> ・配管の切断、曲げ加工、接合 ・止水栓の設置 ・水道メータの設置 3. 竣工検査 <ul style="list-style-type: none"> ・水圧試験(耐圧試験) ・工事施工後の残留塩素量の確認
研修実施方法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 配水管からの給水管取出し <ul style="list-style-type: none"> ・サドルの取付、穿孔 2. 管の接合方法

	<ul style="list-style-type: none"> ・管の切断と切断面の面取り ・ポリエチレン管のコンプレッション接合 ・塩化ビニル管のシンプレプレシオン接合(接着剤使用) <p>3. 止水栓、水道メータの設置</p> <ul style="list-style-type: none"> ・給水管の接合、水道メータの設置 <p>4. 完成確認、水圧(耐圧)試験と水質確認(残留塩素確認)</p>
研修用資機材	<p>1. 管材及びフィッティング類</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2 次配水管材(φ100～300mm) 1式 ・給水管材(φ15～25mm) 1式 ・分岐用サドル(φ100～300mm×φ15～25mm) 1式 ・水道メータ(φ15～25mm) 1式 ・止水栓(φ15～25mm) 1式 <p>2. 工具</p> <ul style="list-style-type: none"> ・穿孔機(ダクタイル鋳鉄管用、ポリエチレン管用、鉄筋入りコンクリート) 2 台 ・水圧試験器(0～24bar) 1式 ・管の分岐・接合に必要な機器と機具1式 ・残留塩素測定器具1式 <p>3. 安全機器</p> <p>4. 講習機器(パソコン、プロジェクター)</p>

2.3.4 給水装置設置に係る室内研修及び実地研修の実施（活動 3-4）

下表のとおり、専門家チームは SEDAPAL 職員(研修員)を対象に給水装置設置に係る研修を実施した。以下に、研修内容、研修方法、必要な研修用資機材及び工程等具体的な事項を示す。なお、研修は、室内研修及び実地研修ともに、最初に JICA 専門家が講師となり研修員に対して研修を行い、その後、研修員が講師となる研修(講師養成研修)を実施した。研修終了後には、研修成果を判定するため、専門家チームは受講生に対して習熟度試験を実施した。

表2.3.3 研修対象者と研修の成果

項目	内 容
研修実施ステージ	ステージ2 (2013年9月～2014年6月、8ヶ月間)
研修対象者	<p>1) 給水装置の漏水補修担当者 サービスセンター運転維持管理チーム(EOMR)、 漏水管理削減チーム(ECRF)</p> <p>2) 新規給水装置設置の発注・施工監理の担当者 特別顧客チーム(ESCE)、サービスセンター商務チーム(EC)、 プロジェクト運営チーム(EGP)</p> <p>3) 給水装置材料、施工の規格化の担当者 メータ管理チーム(EMR)</p> <p>参加者数:室内研修 18名 EOMR (7)、ECRF(1)、EMR(1)、ESCE(1)、EC(5)、EGP(2)、ET- C(1)</p>

	:実地研修 11名 EOMR (7)、ECRF(1)、ESCE(1)、EC(1)、ET- C(1)
研修成果	アクションチームの給水装置設置に係る品質管理能力が向上した 給水装置設置に係る研修参加者全員が実習後の水圧試験に合格した

※ EOMR:運転維持管理チーム、ECRF:漏水削減管理チーム、ESCE:特別顧客チーム、EC:商務チーム、EGP:計画管理チーム、EINPF:規格計画チーム、ET-S.C.N:技術チーム

研修は下記の内容で行った。

1) 室内研修

研修に先立ち、日本における給水装置工事の実情を紹介した。研修の中で、給水装置工事に必要な公衆衛生、水道行政、構造・材質基準、給水装置工事法を中心に、適切な給水装置工事を実施するために必要な工事における品質管理について、また、日本の給水装置の現状、事故事例、新技術について紹介した。研修は、下表の内容でアタルヘアの研修所において3日間かけて実施し、聴講生は20～22名であった。

表 2.3.4 室内研修の内容

項目	内容
公衆衛生概論	水道の歴史、浄水処理、水道水質
水道行政一般	水道の法体系、水道行政、水道経営と事業運営、日本の水道事業の現状、東京水道事業の現状
給水装置の概要	給水装置の定義、費用負担、水道水の安全確保の仕組み
施工業者の認定制度	工事事業者制度、工事事業者の役割、工事主任技術者の役割
給水装置の構造・材質基準	給水装置が具備する性能基準、材料の認証制度
給水管及び給水用具	各種給水管と接合、各種給水用具(宅地内も含む)と役割

表 2.3.5 給水装置工事方法

項目	内容	
計画・設計	工程管理	工事の流れ、工程管理、工事の施行範囲
	事前調整	現場調査、図面管理、関係官公署の調査
	給水方式・口径の決定	給水槽式の選定、使用水量の決定、口径の決定の手順
	設計図作成	設計施工基準、図面の作成
	材料の選定	給水管、給水用具
審査	施行承認と設計審査	施工承認、設計審査
施工	分岐からメータまで	施工管理、工事の安全管理、災害防止、労働安全、設計図、隅出し・掘削・配管・埋戻し・仮復旧、施工上の留意点
	メータから給水栓まで	工程管理、配管上の留意点
検査	竣工検査	竣工検査内容
	工事検査	工事検査内容
図面管理	工事図面管理	図面管理の概要、マッピング図面

日本の実情紹介を参考に、SEDAPALにおける給水装置工事の現状を技術基準や工事仕様書等から分析し、問題点と解決策を研修員の代表者とともに検討した。検討結果は、他の研修員に代表者が発表し、意見交換やグループ討議をとおして、認識の共有化を図った。室内研修の対象者は、18名(発表資料を作成の代表者4名含む)であった。

資料作成作業は、ブレーニャ・サービスセンターで行い、発表は、4日間かけてブレーニャ・サービスセンター研修室で実施した。

2) 実地研修

実地研修の実施にあたっては、研修員が各項目を体験できる体験型研修とするため、2人1組の構成で実施した。また、必要な研修用資機材は下表のとおりであり、供与機材として現地調達した。給水装置の研修については、業務指示書に記載の指示書項目、数量で見積るが、現地で使用されている資材を確認の上、資材の項目と数量を見直した。実地研修はブレーニャ・サービスセンターとし、期間は座学2日間、実技4日間とした。

表 2.3.6 実地研修の内容

項目	内容
研修内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分岐工事(配水管からの給水管の分岐) <ul style="list-style-type: none"> ・他の給水管との接続の配列関係 ・取り出し方法(分水栓、サドル付き分水栓、T字管等) ・穿孔の方法 2. 配水管への取り付け口から水道メータまでの工事 <ul style="list-style-type: none"> ・配管の切断、曲げ加工、接合 ・止水栓の設置 ・水道メータの設置 3. 竣工検査 <ul style="list-style-type: none"> ・水圧試験(耐圧試験) ・工事施工後の残留塩素量の確認
研修実施方法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 配水管からの給水管取出し <ul style="list-style-type: none"> ・サドルの取付、穿孔 2. 管の接合方法 <ul style="list-style-type: none"> ・管の切断と切断面の面取り ・ポリエチレン管のコンプレッション接合 ・塩化ビニル管のシンプレプレシオン接合(接着剤使用) 3. 止水栓、水道メータの設置 <ul style="list-style-type: none"> ・給水管の接合、水道メータの設置 4. 完成確認、水圧(耐圧)試験と水質確認(残留塩素確認)
研修用資機材	<ol style="list-style-type: none"> 1. 管材及びフィッティング類 <ul style="list-style-type: none"> ・2次配水管材(φ100~150mm) 1式 ・給水管材(φ15mm) 1式 ・分岐用サドル(φ100~150mm×φ15mm) 1式 ・水道メータ(φ15mm) 1式

	<ul style="list-style-type: none"> ・止水栓(φ 15mm) 1式 2. 工具 <ul style="list-style-type: none"> ・穿孔機(ダクタイル鋳鉄管用、ポリエチレン管用、塩ビ管用、アスベスト管用) 2台 ・水圧試験器(0~24bar) 1式 ・管の分岐・接合に必要な機器と機具1式 ・残留塩素測定器具1式 3. 安全機器 4. 講習機器(パソコン、プロジェクター)
--	--

3)習熟度試験

研修終了後に研修生の成果判定のために、筆記試験と実技試験(配管実技、耐圧試験等)を実施したところ、研修生 11 名全員が試験に合格した。

2.3.5 給水装置設置の技術仕様書ガイドラインの作成 (活動 3-5)

上記の活動結果に基づいて、専門家チームは、給水装置設置の工事発注に係る技術仕様書ガイドライン(材料の品質確認、施行の標準化、施工確認を含む)の作成支援を行った。

その結果、給水装置資機材の認証登録(品質認証マークの表示、基準外材料使用に対する罰則を含む)、工事監督業務を補完する工事記録写真による報告、施工者の技術力確認(講習会等の参加)、に関する技術ガイドラインを作成し、技術委員会で承認された。添付資料 13 にガイドラインを示す。

表 2.3.7 給水装置技術ガイドライン

No	文書名	種類	ISO 登録 No	ISO 登録日
1	給水装置資機材の認証登録	手順書	DGMPR024	2015.03.14
2	写真撮影による監督要領	手順書	GSPR027	
3	給水装置工事標準仕様書	マニュアル	調整中	
4	施工者の技術力確認	SENCICO(国立研修センター)にての使用を計画		

2.3.6 ガイドラインの普及のためのワークショップの開催 (活動 3-6)

作成した給水装置設置の工事発注に係る技術仕様書ガイドラインの普及のためのワークショップを、SEDAPAL 職員を対象に実施した。

2014 年 6 月 12 日、13 日に SEDAPAL 本部内の研修所でワークショップが開催された中で、6 月 12 日には、チーム長や技術者を対象に、給水装置工事の品質向上について、これまで実施した内容とその成果として技術仕様書ガイドラインを作成したことを選抜メンバーが公表し、以下の項目を説明した。

1) SEDAPAL の技術基準等のレビュー

技術仕様書、給水装置材料の品質確認等

2) 実地研修

分岐配管、漏水修理、耐圧試験

3) 技術基準の見直しと成案化

写真撮影による監督要領、施工者の技術力確認、給水装置資機材の認証登録、給水装置工事標準仕様書

会場の SEDAPAL 職員から好感を得て受け入れられ、特に工事の監督業務を補完する「写真撮影による監督要領」についてはすぐにでも活用したいこと、他の業務でも活用したいとの意見があった。

2.3.7 その他の活動

日本で行われている下記事項の紹介を行った。

1) 法令の整備

給水装置の材質や構造がガイドラインに適合しない場合は、水道事業者は給水停止を行うことができるように法的な整備を促進することの提案。

2) 給水装置用材料の認定制度

給水装置用材料の第三者認証制度の導入 認証登録制度、品質認証マークの表示の検討(例えば日本では日本水道協会等の第三者機関による給水装置材料の品質認証と検査合格品にマーク表示)。

2.4 地方水道公社への支援

(1) 国立研修センター

SEDAPAL の漏水管理削減チームのアクションチームの一員が2014年7月に、Piura 水道公社と Cusco 水道公社にて行われた SENCICO(国立研修センター)の合同会議に招聘されて、漏水探知調査の紹介と SENCICO が開設を予定している水道技術、特に無収水削減に貢献する技術講座、実務研修の内容についてのアドバイスをを行った。SEDAPAL が JICA の支援で行っている本無収水削減プロジェクトを紹介し、プロジェクトの内容が一部共有された。

(2) トルヒージョ水道公社

ペルーの地方都市であるラ・リベルタ県トルヒージョ市の水道公社(SEDALIB)から SEDAPAL に対して、無収水削減作業についての助言の要請を受けたことにつき、4月15日に SEDAPAL の漏水管理削減チーム会議室にて説明会が行われた。

表 2.4.1 説明会プログラム

時間	テーマ	担当者
09:00	無収水削減管理委員会挨拶	Alberto Villa Garcia Ortiz
09:15 - 09:30	ラ・リベルタード水道公社挨拶 SEDALIB	
09:30 - 09:45	無収水管理能力強化プロジェクトの説明	José Nieto Ronceros
09:45-11:00	物理的損失対策の説明	Alvaro Cardenas (Surquillo 67) Jonathan Saavedra (Ate 04) Felix Flores (Breña 18)
11:00 - 11:30	漏水管理削減活動の説明 無収水削減計画	Liliana Gamarra Leon
11:30 - 12:00	商務的損失対策の説明	Rodolfo Castro

2.5 広報活動

プロジェクトの広報は、JICA ペルー事務所のホームページ、SEDAPAL の社内広報誌において行われた。

JICA ペルー事務所ホームページ プロジェクトの紹介



SEDAPAL 社内広報誌におけるプロジェクト紹介



2.6 SEDAPAL との定例会議

プロジェクトの運営管理のために、マネージメントチームのメンバーで構成するマネージメント会議を毎月必要に応じて開催した。また、それを補足し、プロジェクトの進捗管理、マネージメントチームのメンバーやプロジェクト関係チームとJICA 専門家のコミュニケーションを円滑化するためにプロジェクト調整担当者(開発調査局調査規格計画チーム Ing. Jose Nieto)によるプロジェクト運営会議が持たれた。プロジェクト期間中にマネージメント会議は 50 回、調整会議は 58 回開かれた。マネージメント会議のリストを下記に示す。

表 2.6.1 定例会議リスト

日付	参加者	会議内容
2012 年 7 月 18 日	Alfredo Yañez, Liliana Gamarra, Danilo Vergara, FidelMoreno, David Chong, Jose Nieto, Carlos Olle	<ul style="list-style-type: none"> ・マネージメントチームの編成確認 ・ワークプランの内容の協議 ・第 1 回合同調整委員会の開催について
7 月 24 日	Liliana Gamarra, CarlosGordillo, Jose Nieto 高嶋、井川、大谷、齋藤	<ul style="list-style-type: none"> ・ワークプランの内容の協議 ・第 1 回合同調整委員会の開催について
2013 年 5 月 15 日	Alfredo Yañez, Liliana Gamarra David Chong, Jose Nieto Javier Ferro, Carlos Gordillo	<ul style="list-style-type: none"> ・パイロット第 1 エリアのプロジェクト進捗報告 ・パイロット第 3 エリアの候補地の選定について ・今後の作業予定
5 月 29 日	Liliana Gamarra, Polo Agüero, Jose Nieto, Danilo Vergara, Renan Reyes	<ul style="list-style-type: none"> ・第 3 エリアの検討 候補 330, 319、選定基準 選定の協議 ・商務チーム、OM チームの活動内容について ・第 2 エリアのアクションチームの編成
9 月 13 日	Liliana Gamarra, David Chong, Jose Nieto JICA 調査団: 松本、讃良、浅岡、 JICA 専門家: 大谷	<ul style="list-style-type: none"> 中間評価ミッション報告書の内容協議(PDM の数値指標の確認) ・パイロット第 1 エリアの無収水ベースライン値、無収水率削減目標値 ・パイロットエリア地区外の無収水削減活動実施エリアの設定 ・7 サービスセンターにおける、2015 年以降の年次業務実施計画作成
9 月 17 日	Liliana Gamarra David Chong, Polo Agüero 松本、讃良、浅岡、羽地 大谷、齋藤	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト中間評価報告書の内容協議 ・パイロット第 1 エリア(セクター18)プロジェクトの活動 ・セクター18 の顧客データベースの検証 ・パイロット実施エリア数について
9 月 19 日	Liliana Gamarra, David Chong Danilo Vergara, Polo Agüero, Jose Nieto, Rodolfo Castro、 Renán Reyes, Félix Flores 大谷、齋藤、樋口	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト中間評価の結果報告及び課題の対処 ・JICA 中間評価調査団との協議結果の説明 ・プロジェクトベースラインの前提条件(ANF 率の設定) ・無収水削減活動の費用対効果算定の評価期間 2 段階の設定 ・カウンターパーツの異動について。
10 月 4 日	Liliana GamarraPoloAgüero, Jose Nieto, Rodolfo Castro Renán Reyes, Félix Flores 他商務管理 チーム 2 名 大谷、齋藤、樋口	<ul style="list-style-type: none"> ・ベースライン設定の準備作業の進捗報告 ・マネージメントチーム長の選任報告
10 月 30 日	Villa García, Polo Agüero, Jose Nieto, 大谷、齋藤、樋口	<ul style="list-style-type: none"> ・今後の作業計画に関する説明 ・費用対効果の分析、成果の評価の実施
12 月 16 日	Villa García, David Chong, Polo Agüero, Liliana Gamarra Jose Nieto	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト以外の他セクターの無収水削減計画の策定 ・セクター18、セクター67 における作業計画書 ・セクター18 作業の経過報告のためのワークショップ開催 ・本邦研修の候補者の選定

2014年 1月22日	David Chong、Marco Gardos Alexander Salazar 他1名 大谷、樋口	プレーニャ商務チーム作業の進捗確認 ・商務チームの協働作業の重要性について ・パイロット第1エリアの状況とメータ口径の適正化
2月10日	Villa García、Liliana Gamarra David Chong、Danilo Vergara Polo Agüero、Jose Nieto アンディア JICA 専門家:大谷、樋口	パイロット第1、第2エリアの進捗確認、マニュアルの作成他 ・パイロット第1エリア(セクター18)の無収水対策の効果算定 ・パイロット第2エリア(セクター67)の進捗確認 ・無収水対策マニュアルの作成についての同意事項 ・課題について局長間で話し合うことについての重要性
2月18日	Villa García、Liliana Gamarra、 David Chong、Jaime Luy、Jose Nieto、Renán Reyes German RamosRodolfo Castro、 Félix Flores、他2名 大谷、高橋、樋口	無収水対策マニュアル作成会議(第1回) ・マニュアル作成会議開催の趣旨説明 ・マニュアルの概略構成
4月2日	Villa García、David Chong、Jose Nieto、Marco Gardos、Rodolfo Castro、Alexander Salazar、Jaime Luy、Jonathan Saavedra 他2名 大谷、樋口	商務チームマニュアル作成合同会議 ・SEDAPAL のメータの選定基準、設置についての確認 ・改定基準に従ってのメータの設置
4月30日	Villa García David Chong、Liliana Gamarra Polo Agüero、Jose Nieto、 Renán Reyes、Marco Gardos Félix Flores、ウワマン 井川、安田、大谷、奥野、樋口	・給水装置設置に係る研修の経緯、進捗状況の報告 ・パイロット第3エリアの候補としてのセクター4の選定 ・パイロット第2エリア(セクター67)目標 ANF 率 20% ・ワークショップ開催予定:6月11日、12日、13日 ・本邦研修5月15日までに候補者を選定 ・パイロットエリア外で無収水調査計画を作成する候補地の選定
5月9日	Villa García、David Chong、Jose Nieto、Renán Reyes 大谷、樋口	・パイロット第3エリアの候補セクター ・本邦、第三国研修計画メンバー候補者の選定
6月3日	Villa García、Polo Agüero、 Liliana Gamarra、Danilo Vergara、Jose Nieto 安田、奥野、高橋、大谷、樋口	・ワークショップの開催について ・プロジェクト第1エリアの結果、費用対効果の説明
6月10日	Villa García Jose Nieto 高嶋、東恩納、大谷、樋口	・ワークショップ開催に向けての留意点確認 ・マネジメント会議開催の要請 ・パイロット第3エリアの扱い ・マネジメントチーム長の見解
6月16日	Villa García Liliana Gamarra 高嶋、東恩納、大谷、樋口	年次事業計画について ・年次事業計画作成のスケジュール ・作成担当部署
6月17日	Villa García、Elisabeth Garcia、 Polo Agüero、Liliana Gamarra、 Danilo Vergara、Jose Nieto 高嶋、大谷、樋口	・PDM のレビューにつき説明 ・セクター67の目標無収水率を20%、PDM ver2の決定 ・プロジェクト1費用対便益の結果の年次計画への反映方法 ・JCC スケジュールの決定 ・セクター4の活動についての準備作業
6月19日	Villa García、Michel Vega、 Elisabeth García、Liliana Gamarra、Polo Agüero、Danilo Vergara、Raúl Hans Jorge Ramirez、Luis Bedoya Juan Titismana、Miguel Quispe José Nieto 高嶋、高橋、大谷、樋口、山下	セクタープロジェクトのパイロットエリアの選定 ・7 サービスセンターの無収水対策活動実施地区の選定 ・プレゼンテーションの実施
8月6日	Villa García Jose Nieto 大谷、樋口	・年次業務計画の作成について ・RD変更ミニッツの承認進捗状況 ・ブラジル研修の準備進捗
8月11日	Villa García	プロジェクト進捗確認

	大谷、樋口	<ul style="list-style-type: none"> ・RD変更ミニッツサインの進捗状況の確認 ・JCC開催日程及び議題 ・RD変更ミニッツの報告(PDM及びPOの変更) ・ワークプラン 3 の承認 ・ステージ 2 の業務進捗報告(セクター67、セクター4) ・今後の予定、本邦研修、ワークショップ、終了時評価の実施とJCCの開催 ・PDMの「プロジェクト目標」達成の認識
8月15日	Villa García, Jaime Luy Carlos Gordillo, Jose Nieto 大谷、樋口	<p>2015 年次事業計画の第 2 レベルの内容について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第 1 レベル目標担当者、第 2 レベルの担当者の意見調整 ・本プロジェクト成果の反映方法(一般業務、セクタープロジェクト)
9月2日	Villa García Jose Nieto 大谷、樋口	<p>JCC、年次業務計画作成について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・パイロットエリア数の変更に関するRDの変更ミニッツの作成について、9月1日にAPCI、MVCSと調整し内諾を得た。JCCでWP3を承認後、ミニッツのサインを予定。 ・JCC アジェンダの検討、開催日、9月10日で決定 ・年次業務実施計画の作成 ① セクタープロジェクト方式とし、各センターに1セクターを選定、 ② 平常業務に取り入れる項目の検討 ・本邦研修 4名、第三国研修3名の申請手続き
9月5日	Villa García Liliana Gamarra, Jaime Luy ヘンリー、Jose Nieto、 大谷、樋口	<p>年次事業計画 PO、年次業務実施計画作成についての担当者合同会議</p> <ul style="list-style-type: none"> ・7 セクタープロジェクトの実施と日常の無収水削減活動の実施方法がある旨の説明とセクタープロジェクトの実施方法の具体化について ・パイロットエリアの選定について
9月24日	Marco Vargas (総局長)、 法務管理局局長、秘書 Villa García, Jose Nieto 大谷、樋口	<p>ブラジル研修申請書提出について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ブラジル研修の参加についてのプロジェクトにおける重要性、研修の意義につき説明。 ・理事会における承認の要請。
9月25日	Villa García, Liliana Gamarra Jaime Luy, グスタボ・マルボナド ・ José Nieto ・ 大谷、樋口	<p>PO 作成の担当者レベル調整、年次事業計画の作成方針の確認。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第 1 レベル目標及び第 2 レベル目標の項目の内容 ・項目別責任担当者の任命 ・活動項目の具体化 ・作成スケジュール、
9月29日	Marco Vargas (総局長)、 大谷、樋口	総局長に対するブラジル研修の承認要請
10月1日	Juan Carlos Barandiaran Daniel Benvenuto, Jose Nieto 大谷、樋口	<p>開発調査局長との意見交換</p> <ul style="list-style-type: none"> ・無収水管理の実施プロジェクトチームの編成、予算づけ。 ・新規組織または漏水管理削減チームの拡充。
10月1日	Villa García Polo Agüero, Liliana Gamarra David Chong, Danilo Vergara Jose Nieto、大谷、樋口	<p>プロジェクト進捗確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・PO 作成方針、無収水対策マニュアル作成、無収水対策組織の人員強化、12月開催のWSの準備
10月6日	一次配水局長、 Jose Nieto、大谷、樋口	一次配水局長との意見交換。プロジェクト進捗状況の説明と年次事業計画作成にあたっての支援要請
10月9日	商務局長、 大谷、樋口	プロジェクト進捗状況の説明と年次事業計画作成にあたっての支援要請
10月9日	Liliana Gamarra 大谷、樋口	<p>PO の実施に向けての課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第 2 レベル目標の活動項目の決定について。 ・活動項目決定後の各センターにおける年次業務計画書の作成 ・無収水削減セクタープロジェクト管理のための組織強化の必要性。
10月13日	Liliana Gamarra David Chong, Jose Nieto、 大谷、樋口	<p>PO 会議に向けての準備会議</p> <ul style="list-style-type: none"> ・年次事業計画作成スケジュール、第 2 レベル項目 4 の実施組織の提案

10月14日	Villa Garcia Liliana Gamarra, David Chong Jaime Luy , Gustavo Maldonado Jose Nieto 大谷、樋口	年次事業計画作成方針会議 ・PO 第2レベル目標の実施方法について(コマス、カヤオ、サンファン・デルリガンチョ、ビジャ・エル・サルバドルの各サービスセンター) ・PO 第2レベル目標実施の実施組織について、特に項目4「無収水削減セクタープロジェクト」の実働組織について
10月20日	Liliana Gamarra Jose Nieto 大谷、樋口	年次業務実施の作成、ワークショップ ・PO 第2レベル活動項目について ・PO 実施組織について ・WS の議題について
10月29日	APCI 関係者、JICA 関係者、 Villa Garcia, Jose Nieto 大谷、樋口	APCI にてプロジェクト説明 ・APCI 主催の JICA 関係プロジェクトの紹介
11月7日	Villa Garcia Polo Agüero, Liliana Gamarra Gustavo Maldonado, Jose Nieto 大谷、樋口	年次業務実施計画の実施について ・7セクタープロジェクトの実施についての再認識。 ・セクタープロジェクト実施についてのサポート体制 ・各センターでのプロジェクトガイダンスの実施。
12月9日	Villa Garcia ルコバ、Polo Agüero、 Liliana Gamarra, David Chong Jaime Luy オロペサ、セダノ、Francisco Silva 大谷、樋口	プロジェクトの進捗確認 ・年次業務実施計画の作成と7セクタープロジェクトの実施について ・WS の準備について、各担当者の準備状況の確認 ・最終評価ミッションの対応について ・マニュアルの作成の作成会議の要請
12月18日	David Chong, Liliana Gamarra、 Polo Agüero, Jose Nieto 大谷、樋口	・終了時評価調査のミッションに対する準備
2015年 1月8日	Villa Garcia, David Chong、 Jose Nieto, Félix Flores 樋口	・終了時評価調査のミッションに対する準備
2月11日	Villa Garcia 大谷、樋口	無収水削減管理委員会(CIDANF)の役割 ・開発局長の委員会への参加決定 ・無収水削減管理委員会の役割の提案
2月17日	Villa Garcia 大谷、齋藤、樋口	年次事業実施計画 ・2015年度年次業務実施計画第2目標レベルの具体的活動
2月27日	Villa Garcia, Jose Nieto 大谷、樋口	・無収水削減管理委員会の役割、活動の実施体制について
3月24日	Villa Garcia 大谷、齋藤、樋口	・無収水削減管理委員会の役割の確認
4月29日	Villa Garcia, Liliana Gamarra ,David Chong、 Jose Nieto 井川、大谷、樋口	・マニュアル作成の進捗状況の確認 ・無収水削減管理委員会が「無収水削減優先計画」を作成し総局長に提出した。 ・ワークショップ、第5回 JCC のプログラムにつき協議
5月12日	Villa Garcia, Polo Agüero ,Liliana Gamarra ,David Chong, Jaime Luy,Jose Nieto 井川、大谷、樋口	・無収水削減が SEDAPAL の経営に及ぼす効果の分析につき発表 ・水源開発、生産施設建設・運転に対する効果について
5月19日	Villa Garcia, Polo Agüero ,Liliana Gamarra ,David Chong, Jose Nieto、アテビタルテ・アクションチ ーム他 井川、大谷、樋口	・21日開催予定のワークショップの内容の最終確認

2.7 成果品一覧

本プロジェクトにての成果品リストを下記に示す。

(1) 報告書等

ステージ	レポート名	提出時期	部数
ステージ 1	ワークプラン 1	2012 年 6 月下旬	和文 5 部、西文 10 部
	プロジェクト業務進捗報告書(その 1)	2012 年 12 月	和文 5 部、西文 10 部 CD-R:1 枚
	プロジェクト業務進捗報告書(その 2)	2013 年 6 月	和文 5 部、西文 10 部 CD-R:1 枚
ステージ 2	ワークプラン 2	2013 年 7 月	和文 5 部、西文 10 部
	プロジェクト業務進捗報告書(その 3)	2013 年 12 月	和文 5 部、西文 10 部 CD-R:1 枚
	プロジェクト業務進捗報告書(その 4)	2014 年 8 月	和文 5 部、西文 10 部 CD-R:1 枚
ステージ 3	ワークプラン 3	2014 年 9 月	和文 5 部、西文 10 部
	プロジェクト業務進捗報告書(その 5)	2014 年 12 月	和文 5 部、西文 10 部 CD-R:1 枚
	プロジェクト業務完了報告書	2015 年 6 月	和文 7 部、西文 20 部 CD-R:3 枚

(2) 技術協力成果品

- ・ 各パイロットエリアの調査計画書
- ・ 各パイロットエリアの無収水削減作業計画書
- ・ 各パイロットエリアの無収水削減作業完了報告書
- ・ 無収水削減対策実施マニュアル
- ・ 各サービスセンターの年次業務実施計画書
- ・ 給水装置設置の技術仕様書ガイドライン

2.8 中間評価実施概要

(1) 中間評価ミッションの目的

下記の目的で、2013 年 8 月 31 日から 9 月 19 日の 20 日間中間レビュー調査が実施された。9 月 18 日には評価報告書の内容を共有するための合同調整委員会(JCC)が開催された。

- ・ 2012 年 6 月からプロジェクトが開始され、プロジェクト期間の 1/3 強が経過することになることから、プロジェクトの投入実績、活動実績、計画達成度等をレビューする。
- ・ 評価 5 項目(妥当性、有効性、効率性、インパクト、自立発展性)の観点からレビューを行い、プロジェクトの実施に影響を及ぼしている促進要因、阻害要因を確認する。
- ・ 以上の結果を踏まえて、プロジェクト実施上の課題を抽出し、対応策について検討する。また、プロジ

エクト目標や成果の達成に向けた後半の活動について関係者と協議を行う。

- ・ 必要に応じて、活動、指標、投入等のプロジェクト・デザインの見直しを行う。

(2) 調査団の構成

<日本側>

担当	氏名	所属	派遣期間
総括	松本 重行	JICA 地球環境部 水資源第一課 課長	9/11-9/19
上水道	讃良貞信	JICA 地球環境部 インハウスコンサルタント	9/11-9/19
協力企画	浅岡 祥吾	JICA 地球環境部 水資源第一課	9/11-9/19
評価分析	羽地 朝新	(株)日本開発サービス	8/31-9/19
通訳	東恩納 弘美		9/11-9/18

<ペルー側>

氏名	所属
Ing. Eco. Eduardo Rios Chinchihualpa	住宅建設衛生省衛生局プロジェクト投資専門家
Ms. Eugenia BelaundeVillalon	ペルー国際協力庁欧州地域担当

(3) 調査期間、日程

Date			Items
1	31 Aug	Sat	Arrive at Lima
2	1 Sep	Sun	Preparation for the review
3	2 Sep	Mon	Meeting with JICA Peru office, Peruvian side evaluators and JICA experts. Explanation to Peruvian reviewer about the process and schedule
4	3 Sep	Tue	Compilation of relevant data in SEDAPAL Meeting with Japanese Experts exchanging opinion on the revision of PDM/PO
5	4 Sep	Wed	Meeting with Management Team and Action Team members Explanation of JICA's evaluation scheme and co-ordination of evaluation schedule. Exchanging opinion on the revision of PDM/PO
6	5 Sep	Thurs	Field survey at Pilot Area, Compilation of relevant data in SEDAPAL
7	6 Sep	Fri	Meeting with Project Management Team Revision of inquiry questionnaire
8	7 Sep	Sat	Compilation of collected data/information
9	8 Sep	Sun	Compilation of collected data/information
10	9 Sep	Mon	Ing. Yuri Sanchez, PROMESAL Exchanging opinion on relationships between the Projects (Northern Lima Metropolitan Area Water Supply and Sewerage Optimization Project) Project management Team Continuing revision of inquiry questionnaire
11	10 Sep	Tue	MVCS (Dirección Nacional de Saneamiento) Hearing on relationship with the Project Discussion meeting in SEDAPAL on PDM/PO
12	11 Sep	Wed	Discussion and revision on the preliminary result of evaluation with Project Director and Project Manager
13	12 Sep	Thurs	Internal meeting, JICA Peru office Courtesy visit to SEDAPAL Discussion and revision on the preliminary result of evaluation in SEDAPAL
14	13 Sep	Fri	Internal meeting Revision of preliminary results of evaluation by JICA Mission

Date			Items
			Discussion with SEDAPAL on the result of the review
15	14 Sep	Sat	Drafting the report
16	15 Sep	Sun	Drafting the report
17	16 Sep	Mon	Site visit Internal meeting on draft report Drafting the report Internal meeting on draft report
18	17 Sep	Tue	Meeting with SEDAPAL for final revision and compilation of the review report
19	18 Sep	Wed	Joint Coordinating Committee to explain and discuss the review report, Signing of Minutes of Meetings
20	19 Sep	Thurs	Report to JICA office, Embassy of Japan Leave for Japan

(4) 評価の結果

評価の結果は下表のとおりであった。

No	評価項目	評価内容
1	妥当性	<p>【開発政策との整合性】</p> <p>上下水道セクターを管轄する MVCS は「国家衛生計画 2006－2015」を策定し、水道サービスの質の改善や財務の健全性の推進について、無収水削減についても一つの目標として掲げている。</p> <p>更に「国家衛生計画 2006－2015」の中で「無収水削減プログラムの実施の促進」が挙げられている。「無収水削減に係る能力向上」により水道サービスの質の改善や財務の健全性が達成され、上下水道セクターの戦略に一致している。</p> <p>【開発ニーズとの整合性】</p> <p>本プロジェクトの対象地域であるリマ首都圏は砂漠気候に属し、従来から乾季における水不足が深刻であり、さらに給水人口の増加に伴う水需要の拡大も顕著であるため水資源の確保が重要な課題となっている。無収水削減に係わる能力の向上は、限られた水資源の中で SEDAPAL の供給する有効水量の増加を通じて、安全で十分な水の供給サービスの向上及びサービス地域の拡大に貢献するもので、リマ首都圏住民のニーズへの整合性があると考えられる。</p> <p>SEDAPAL の財務の健全性を保つ上で料金改定は必要であり、このため SEDAPAL は無収水削減を企業目標の一つに掲げている。企業目標である無収水率低減を達成するために無収水削減に係わる能力の向上は必要で、かつ緊急性は高い。</p> <p>また、無収水削減により SEDAPAL の財務的健全性が向上し、新しい水道施設への投資費用と維持管理費用をカバーすることが持続的に可能になる。</p> <p>SEDAPAL の水道料金は、国家衛生事業監督庁(SUNASS)の規制下に置かれている。水道料金の改定に際し、SEDAPAL は長期計画「最適マスタープラン」(Plan Maestro Optimizado 2009 : PMO)を作成し今後 5 年間の水道料金を SUNASS に提案した。これに対し、SUNASS は年毎の SEDAPAL の目標を設定することを条件に、5 年間の料金値上げを承認した。無収水率は目標の一項目である。</p>

		<p>【日本の援助政策との整合性】</p> <p>「対ペルー国援助方針」の「環境対策」では「水資源の乏しいペルーにおいて、新規水源の開発、上下水道施設の整備などを通じた国民の衛生環境の改善を支援していく」という方針に基づき「経済成長、気候変動などの環境変化を踏まえた都市部向け新規水源開発、上下水道整備、下水処理場建設、地方農村部向けの給水・衛生設備などの新規投資のみならず、無収水対策など既存インフラの改善の必要性が高い。」されている。日本がこれまで継続的に協力をを行い知見が蓄積されていることから、比較優位のある上下水道分野への支援を引き続き実施する。必要なインフラ整備・改善とその効果向上、運営・維持管理の持続的向上に対して有償資金協力・技術協力をニーズに合わせ、有効に組み合わせながら取り組む方針である。</p> <p>上記より、本プロジェクトから、ペルー政府の開発計画、開発ニーズ及び日本政府の援助政策と整合しており、妥当性は高い。</p>
2	有効性	<p>成果2については、パイロット第1エリアでの活動が遅れているため無収水削減効果が未だ検証されておらず、現時点でプロジェクト目標達成状況は不明である。2014年3月にパイロット第1エリアの費用対効果分析が完了する予定のため、その結果を受けて、有効性を再評価する。</p> <p>成果1、3については、現時点での評価が難しい。プロジェクト形成時に想定された外部要因は発生していない。</p>
3	効率性	<p>日本人専門家の派遣およびペルー側カウンターパートの任命は予定どおり行われている。供与機材及び活動に必要とする双方の投入についても遅延なく提供されている。</p> <p>一方、成果2の活動は遅れを伴っている。間流量測定により漏水存在量のセクター内分布を明確にするためのサブセクター化が必要であると判断されたが、サブセクター化のためのチャンパー建設のサイト選定と建設に時間を要した。また、可搬式流量測定装置の組立作業に時間を要し、流量測定の実施が遅れた。さらに、不良の疑いのある水道メータの検定と不合格となったメータの交換に時間がかかった。これらの原因等により、予定のスケジュールに遅れが生じている。</p>
4	インパクト	<p>カウンターパート以外への技術移転の実績がある。2013年1月に実施された漏水探知作業のプレゼンテーションには全35名のうちカウンターパートでない職員29名が参加した。漏水探知機器の機能と探査方法による研修会(2013年3月実施)ではサービスセンターの職員21名が参加した。パイロットエリアでの活動による研修会(2013年4月実施)では全48名のうち30名がカウンターパート以外の参加者であった。</p> <p>SEDAPAL は各部署の作業手法、マニュアル、作業要領、その他の活動を基準化する目的で、ISOSYSTEM による ISO-9001、ISO-14001、及び OHSAS-18001 による規格認証を取得している。特に ISO-9001 との関係では、組織内全ての作業を規格化し運用している。SEDAPAL は ISOSYSTEM のアプリケーションにおいてすべての活動の標準化を行っている。パイロット活動で応用性が確立された漏水探知機を用いたセクターの水理的分離確認法を同システムへ登録する準備を進めている。</p>
5	持続性	<p>2012年8月に無収水削減管理委員会が編成され、同委員会には本プロジェクトのマネジメントチームのメンバーも参加している。本委員会により、プロジェクトの活動・成果を普及することが期待されている。</p> <p>MVCS 傘下の国家衛生局が策定した「国家衛生計画 2006-2015」に無収水削減プログラムの実施を促進すると掲げており、局長によると現在策定中の 2014-2021 年計画でも全国の上水道サービス機関を対象とした無収水削減を含むサービスの効率化プログラムの実施を実施する方</p>

		<p>針であるという。同国家計画と整合し、SEDAPALの2009年マスタープランでは、SUNASSの管理下無収水率の目標値を設定しており、改善に努める方針である。</p> <p>なお、SEDAPALは財政的に健全であるため、経営面での自立発展性に期待できる。配水システムの接続栓数の増加に伴い純収入増の実績を挙げている。SEDAPALは財政的に健全であるといえる。</p>
6	結論	<p>パイロットエリアでの活動に遅れが発生し、無収水削減のための活動による費用対効果が不明の状態が継続している。そのため、現時点ではプロジェクト目標達成の可能性について推定できない状況である。2014年3月にパイロット第1エリアの費用対効果分析が完了する予定のため、その結果を受けて、有効性を再評価する。</p> <p>第1パイロットエリアで遅れが生じたので、プロジェクトの目標を達成するために、活動の見直しが必要となる。</p>

(5) 提言と教訓

中間評価の結果、提案のあった提言と教訓及びそれらに対して後半のプロジェクトで実施された対応を下表に示す。

1) 中間評価による提言

提言	対応の実施状況
<p>1) エリア1での作業</p> <p>2014年3月までの予定されている期間中に成果が上がるよう、あらゆる可能性を考慮して無収水対策を進める。</p>	<p>2014年3月で無収水削減活動を終了。物理的損失対策、商務的損失対策の実施により無収水率を25%(目標値の30%)まで下げることができた。また費用対便益比が1.9となった。</p> <p>成果に係る完了報告書を作成し、2014年6月にワークショップを実施した。</p>
<p>2) パイロットエリア3の扱い</p> <p>エリア1での活動結果を踏まえ、後半実施するパイロットエリア数を決定する。</p>	<p>パイロット第1エリアの活動が終了した2014年6月に、プロジェクト期間内に第3エリアの活動の成果達成は困難と判断し、第3エリアはプロジェクトから除外された。これに関する変更R/Dの署名が2015年1月に行われた。</p>
<p>3) パイロットエリアの無収水削減目標値</p> <p>エリア2においても、現況調査終了後ベースラインを設定し、無収水率削減目標を定める</p>	<p>エリア2においても、ベースライン調査の結果、2014年6月に削減目標値を20%とすることが決定された。</p>
<p>4) PDM/POの改訂</p> <ul style="list-style-type: none"> ・活動に関して、ワークプランとPDMの整合 ・成果2に係る無収水削減の目標値の設定 ・成果2の指標2-3の達成のための活動の追加 ・指標2-3の無収水削減に係わる調査計画を作成するパイロットエリア数の確定 	<p>右記の項目について、PDM/POが2014年8月に改定された。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ワークプランとPDMの整合が取られた。 ・第2エリアの無収水率目標値を20%とした。 ・パイロットエリア外の調査計画作成を追加した。 ・パイロットエリア数を1箇所とした。
<p>5) プロジェクト実施体制</p> <p>日本人専門家、カウンターパートが直接同席して密なコミュニケーションを図る機会の増加</p>	<p>中間レビュー以降、コミュニケーションの機会は増加している。</p>

6)顧客データの管理 特別(大口)顧客と一般顧客データの一元管理、組織を改編の検討	顧客データは、商務管理メータ検定管理チームにより、一元管理体制の構築は完了している。
7)有効な水道メータ検診 水道メータ検定による請求を行うことに最大の努力をする	水道メータ検定による請求率の向上には改善が確認された。
8)無収水削減委員会 本プロジェクトの重要性の理解のため無収水削減委員会とマネージメントチームの関係を向上	無収水削減委員会の委員長と本プロジェクトのプロジェクト・マネージャーは同一人物であり、プロジェクトの共有は進んだ。

2) 中間レビューによる教訓

教 訓
1)規格化の活用 SEDAPALは各部署の作業手法、マニュアル、作業要領、その他の活動を基準化する目的で、ISOSYSTEMにより組織内の作業の標準化を行っている。
2)パイロットプロジェクト実施時の留意事項 パイロットプロジェクトを実施する際には、配水圧力の一定化等前提条件の変化を避けるようにする必要がある。そのため、関係者の意思疎通を図りパイロットプロジェクトの主旨を徹底する。
3)漏水量の測定 パイロットエリアでの漏水修理の際に漏水量を測定する。

2.9 終了時評価実施概要

(1) 終了時評価ミッションの目的

2012年6月のプロジェクト開始から約2年半後、また、協力終了の半年前である2015年1月に下記目的で終了時評価調査が実施された。調査期間は2015年1月12日から1月29日の18日間で、1月27日には評価報告書の内容を共有するための合同調整委員会(Joint Coordinating Committee)が開催され、終了時評価調査の報告書、議事録(Minutes of Meetings)の署名が行われた。

「終了時評価はプロジェクト活動の実績、成果の達成状況等を評価5項目(妥当性、有効性、効率性、インパクト、自立発展性)に基づき評価、確認するとともに、プロジェクトの残りの活動及び終了後の運営に向けた提言、今後の類似事業を実施する上での教訓を導くことを目的とする。」

(2) 調査団の構成

<日本側>

担当	氏名	所属	派遣期間
総括	宮崎明博	JICA 地球環境部水資源・防災グループ課長	1/24-1/31
技術アドバイザー	讃良貞信	JICA 地球環境部 水資源・防災グループ	1/20-1/31
協力企画	肥後武司	JICA 地球環境部 水資源・防災グループ	1/20-1/31
評価分析	伊藤治夫	株式会社アイコンズ	1/11-1/31
通訳	大滝節子	日本国際協力センター	1/11-1/31

<ペルー側>

氏名	所属
Mr. Euler JhonnyNuñez Marin	住宅建設衛生省国家衛生局プロジェクト投資専門家
Ms. Eugenia Belaunde Villalon	ペルー国際協力庁国際交渉管理部国際協力担当

(3) 調査期間・日程

調査日程は下記に示す通り 2015 年 1 月 11 日から 1 月 31 日までの 21 日間である。

	Date		Evaluation and Analysis/ Interpreter
1	11-Jan	Sun	Tokyo→Lima
2	12-Jan	Mon	Meeting with JICA Peru Office Courtesy call to MVCS, SEDAPAL
3	13-Jan	Tue	Interview to Japanese Experts, Site visit in SEDAPAL
4	14-Jan	Wed	Interview to NRW Action Team(Brena)
5	15-Jan	Thu	Interview to NRW Action Team(Surquillo)
6	16-Jan	Fri	Interview to NRW Management Team, Site visit in SEDAPAL
7	17-Jan	Sat	Report Preparation
8	18-Jan	Sun	Report Preparation
9	19-Jan	Mon	Interview to training participnats
10	20-Jan	Tue	Interview to NRW Action Team(Ate Vitarte)
11	21-Jan	Wed	JICA Peru Office, Site Survey (Sector 67)
12	22-Jan	Thu	Meeting with Gneral director of SEDAPAL
13	23-Jan	Fri	Discussion on evaluation report at SEDAPAL Interview to NRW Management Team and SUNASS
14	24-Jan	Sat	Report Preparation
15	25-Jan	Sun	Report Preparation
16	26-Jan	Mon	Finalization of evaluation report at JICA office
17	27-Jan	Tue	Preparation of JCC, 17:00JCC
18	28-Jan	Wed	Signing of M/M at MVCS, Report to EOJ
19	29-Jan	Thu	Meeting with JICA Peru Office
20	30-Jan	Fri	Lima→
21	31-Jan	Sat	→Japan

(4) 評価の結果

評価結果は下表のとおりである。

No	評価項目	評価内容
1	妥当性	<p>ペルー国、我が国の国家政策、実施機関である SEDAPAL のニーズと合致しており、妥当性は高い。</p> <p>【ペルー政府の政策との整合】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 上下水道セクターを管轄する MVCS は「国家衛生計画 2006－2015」を策定し、水道サービスの質の改善や財務の健全性の推進についての目標を設定し、無収水削減の推進についても目標として掲げている。 ■ SEDAPAL の水道料金は SUNASS と合意した複数の水道事業に係る指標の達成状況によ

		<p>り、その改定が SUNASS より承認される。SUNASS と合意する指標の中には無収水率の削減も含まれており、その具体的な指標は、SEDAPAL の最適マスタープランに 2019 年までの目標が設定されている。</p> <p>【日本政府の政策との整合】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ JICA の対ペルー国別援助実施方針(2012 年 1 月策定)における重点分野である「環境対策」では「水資源の乏しいペルーにおいて、新規水源の開発、上下水道施設の整備などを通じた国民の衛生環境の改善を支援していく」としている。 ■ JICA は 1990 年代からリマ首都圏を対象として有償資金協力による上下水道整備等を集中的に実施している。中でもリマ首都圏北部上下水道最適化事業(I)及び(II)は無収水削減を目的としており、本プロジェクトとの関連性が極めて高い。 <p>【日本の優位性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 日本の上水道事業の無収水率は全国平均で 10%弱であり、世界で最も優秀な実績を挙げている。関連技術の移転はペルーに対し優位性があるといえる。 <p>【ニーズとの整合】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 本プロジェクトの対象地域であるリマ首都圏は、年間降水量約 9mm の砂漠気候に属し従来から乾季における水不足が深刻であり、新しい水資源の確保が困難な状況にある。一方、近年リマ首都圏では、地方部からの低所得者層を中心とした人口流入により市街地周辺部の宅地開発が急速に進み、人口も急速に増加している。市の中心部では、高層ビルが増えているため、水の需要が増えている。 ■ SEDAPAL の事業運営は決して効率的であるとは言えない状況にある。2014 年 12 月時点における無収水率は全給水区域平均で 29.1%であり、50%近い地域も存在している。
2	有効性	<p><u>プロジェクト終了までにプロジェクト目標は達成される見込みであることから、有効性は高い。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 全てのプロジェクト目標の指標はプロジェクト終了までに達成される見込みである。プロジェクトの活動を通して発現した成果は、SEDAPAL の幹部にも共有されると同時に総局長からも高い評価が得られている。また、SEDAPAL として、無収水削減の取り組みの重要性が認識されており、取り組みの継続に関して強いイニシアティブが表明されている。 ■ 各成果は、プロジェクトの目標を達成するために、無収水削減マネジメントチーム、アクションチームそれぞれに求められる能力開発の内容になっている。具体的には成果 1:無収水に係る総合的な管理能力の向上、成果 2:現場における無収水削減作業実施能力の向上、成果 3:漏水の発生原因の大部分を占める給水管の設置作業に係る品質管理能力の向上は、いずれもプロジェクト目標である SEDAPAL 全体としての無収水削減に係わる能力向上に繋がることから、プロジェクト目標達成のための各成果の貢献は明確である。 ■ 外部条件である「SEDAPAL の無収水削減に係る関係部署が大幅な組織改編を受けない」及び「プロジェクトにより能力向上支援を受けた SEDAPAL の職員が大幅に離職しない」に関しては、プロジェクト・マネージャーを含めた数名のカウンターパートの交代が生じたが、プロジェクト目標達成への大きな影響はないと想定される。
3	効率性	<p><u>投入は効果的に活用されており、成果も十分に発現していることから効率性は高い。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ マネジメントチームによるパイロットプロジェクトの評価報告書作成、無収水削減の費用対便益の分析が成果 1 の無収水削減管理能力向上に貢献し、アクションチームによる 2カ所のパイロットプロジェクトの実施が成果 2 の無収水削減対策実施能力向上の達成に貢献し、給水装置の設置にかかる現地訓練の実施や技術仕様書ガイドラインの作成が成果 3 の給水装

		<p>置設置工事における品質管理能力向上に貢献したことから、各成果は十分に達成されたことが確認された。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ローカルコストに関しては、日本側の負担は生じていない。研修参加、無収水削減活動等に係る経費は SEDAPAL の負担により実施されており、財政面において、SEDAPAL 側の費用、既存の施設を用いた効率的な活動が実施されている。 ■ 日本人専門家による技術移転の内容はプロジェクトの活動を進めるうえで適切であった。SEDAPAL の給水装置設置基準の見直し、漏水探知、漏水探知用の特殊機材の使用といったテーマについての指導や、非物理的損失水量分析の指導は、無収水削減に関連する各部署のカウンターパートのニーズに沿った内容であった。 ■ 本邦研修、第三国研修(ブラジル)は、参加者の能力向上に貢献している。研修参加者は帰国報告会において SEDAPAL 本部、各サービスセンター関係者に対して研修内容を共有している。さらに、研修内容を、プロジェクトで作成されている無収水削減対策実施マニュアル及び技術仕様書ガイドラインの作成に反映させるといった効果が確認された。 ■ SEDAPAL に供与された漏水探知機材等は有効に活用されており、担当部署により維持管理も適切に実施されている。さらに、供与機材を参考に SEDAPAL が調査機材を自作するといった効果も確認された。
4	インパクト	<p><u>SEDAPAL によるプロジェクト効果を活用した独自の取り組みが開始されるといったインパクトが見られた。また、上位目標達成見込みも高いことから、インパクトは高いと判断する。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ パイロットエリアにおけるプロジェクトの方法による無収水削減への有効性が確認された。SEDAPAL の全 7 サービスセンターにおいて、各セクターで 1 つ無収水削減パイロット事業の実施が 2015 年の SEDAPAL の年次事業計画の目標として設定され、SEDAPAL 独自のパイロット事業として活動が 2015 年より本格的に開始された。また、非物理的無収水削減を推進している商務局の SIAC プロジェクト及び円借款事業である「リマ首都圏北部上下水道最適化事業」との相乗効果により、上位目標の達成は可能であると推定される。 ■ 「リマ首都圏北部上下水道最適化事業」により構築されるセクターの無収水削減ベースライン値の測定及び管理に本プロジェクトを通して習得した技術及び作成した技術仕様書ガイドラインの活用が期待される。 ■ 本プロジェクトで作成したマニュアル、ガイドラインが SEDAPAL の ISO システムへ統合される予定である。そのことで無収水削減の手法・手順が標準作業として登録され、SEDAPAL 内での無収水削減技術の普及に寄与することが期待される。 ■ 2014 年にアクションチームのメンバーによる、MVCS を通したクスコ水道公社へのセミナーが実施され、プロジェクトの内容が一部共有された。
5	持続性	<p><u>今後の活動の継続、効果の普及に向けて、組織面及び技術面において一部課題があり、持続性は中程度と判断する。</u></p> <p>【政策面】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ MVCS 傘下の国家衛生局が策定した「国家衛生計画 2006-2015」では無収水削減プログラムの実施を促進している。同国家計画と整合した SEDAPAL の 2009 年の最適マスタープランでは、無収水率の目標値が 2019 年まで設定されており、目標の達成に向けて改善が継続される見込みは高い。

		<p>【組織面】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ SEDAPAL の 2015 年度年次事業計画として、7 つのサービスセンターにおいて無収水削減パイロット事業の実施が決定された。このパイロット事業の作業計画を作成し、データ収集・分析、現場での作業が迅速かつ効率的に実施できるように、OM チーム、商務チームといった関連部署間において、組織横断的な組織体制の構築が求められる。したがって、パイロットエリア以外のサービスセンターにおいて、新たにアクションチームの設立が必要となる。 ■ SEDAPAL 本部のマネージメントチームはプロジェクト終了後解散する予定である。SEDAPAL 内部に關係部署間の無収水削減に係る横断的な組織として、無収水削減委員会が設置されており、プロジェクトの開始に合わせて再活性化された。マネージメントチームの機能は同委員会に引き継がれる計画となっている。マネージメントチームメンバーの多くが、同委員会のメンバーでもあることから、機能の引継は問題なく実施されることが想定される一方、プロジェクト成果の普及といった新たな活動を担うことが期待されることから、同委員会の機能強化が求められる。 <p>【技術面】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ プロジェクトにより研修が実施されたプレーニャ、スルキージョ、アテ・ビタルテのセンター以外の 4 センターへの研修は未実施であり、特にプロジェクトのパイロットエリアが含まれない北部地区への技術移転には課題が残る。 ■ 実施されたパイロットプロジェクトでは、首都圏給水エリアの比較的中心部の平坦地を対象としたが、首都圏の周辺部の傾斜地には、セクター化(分離工事)が実施されていないエリアも多く、地理的条件、配水方式等の違いがあるため、パイロットプロジェクトで習得した技術だけでは対応できない可能性がある。 ■ プロジェクトで作成された無収水削減対策実施マニュアル及び技術仕様書ガイドラインが SEDAPAL の ISO システムへ統合されることにより、プロジェクトの活動が無収水削減の標準作業として登録され、SEDAPAL 内での無収水削減技術の普及に寄与することが期待される。 <p>【財政面】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ SEDAPAL の経常予算は増加傾向にあり、プロジェクトにおいても SEDAPAL によるローカルコストの負担には問題は生じていない。今後の無収水削減活動の普及についても各サービスセンターの経常予算を用いることが決まっており、継続的な予算措置が期待される。 ■ プロジェクトによるパイロットエリアは限定されており、無収水削減が SEDAPAL 全体の財務面に反映するには至っていない。しかしながら、今後のパイロットプロジェクトの普及に伴い、アプローチの適用エリアがさらに増加すれば、財務への効果が発現する可能性はある。
6	結論	<p>本プロジェクトの活動はほぼ計画通りに実施され、提言に示す残りの活動が実施されれば、プロジェクト目標が達成される見込みである。SEDAPAL 自身の取り組みの継続と SIAC プロジェクト、リマ首都圏北部上下水道最適化事業との相乗効果により上位目標の達成も見込まれる。また、プロジェクトで作成された無収水削減対策実施マニュアル及び技術仕様書ガイドラインが SEDAPAL の ISO システムへ統合されることにより、プロジェクトによる無収水削減活動の持続に寄与することが期待される。</p> <p>評価 5 項目については、妥当性、有効性、効率性、インパクトは高いとする一方、持続性には一部課題があり、中程度と判断した。</p>

(5) 提言と教訓

終了時評価の結果、提案のあった提言と教訓及びそれらに対してその後のプロジェクトで実施された対応を下表に示す。

終了時評価による提言

終了時評価提言	実施状況
1. プロジェクト終了前	
(1)プロジェクトの指標達成 プロジェクト完了までに下記の指標を達成する。 指標1-2:無収水削減がSEDAPALの経営に及ぼす効果に関する報告書を作成し承認する。 指標1-3:ワークショップを開催し、マネージメントチームが講師を務める。 指標3-2:「給水装置標準仕様書」を作成し、SEDAPALの経営陣が同仕様書を承認する。	指標1-2 2015年2月4日の無収水削減管理委員会にて、プロジェクトの経済評価を行うための財務分析チーム4名の編成が決定され、4月末までに評価結果がまとめられた。 各サービスセンターの無収水削減に係る年次業務実施計画は3月末までに作成され、実施中である。 指標1-3 5月21日開催のワークショップにてマネージメントチームにより発表された。 指標3-2 4月下旬に完成した。ISOシステムの登録手続き中である。
(2)上位目標の達成目標の設定(PDMの変更) PDM(Ver.2)に記載されている上位目標の指標「SUNASSと合意した2018年の無収水率XX%を達成する」を「SEDAPALの最適マスタープラン(2015-2019)で定める2018年の無収水率27.5%を達成する」に変更する。	2015年1月27日開催の第4回合同調整委員会にてPDMの変更(Ver3)が承認められた。
(3)研修未実施センターへの技術移転 プレーニャ、スルキージョ、アテ・ビタルテ以外の4センターについてプロジェクト期間内に研修が実施されることが必要。北部地区について、プロジェクト成果を共有し、研修が実施されることが期待される。	4セクター(コマス、カヤオ、サンファン・デ・ルリガンチョ、ビジャ・エル・サルバドル)については4月15日にセクター分離化のガイダンスが行われた。またコマス、カヤオは北部支局である。
2. プロジェクト終了後	
<u>MVCS への提言</u>	
((1)他地域の水道公社への普及への取り組み プロジェクトの効果を最大化するためには、リマ以外の地域の水道公社にも普及されることが重要。SEDAPALの関係者によるワークショップの開催や経験を積んだSEDAPAL職員による技術指導、国立研修センター(SECNICO)で実施している集中講義等にプロジェクトでの技術移転の内容を含める等の普及活動を計画する。	まだ具体的な計画が作成されていない。
<u>SEDAPAL への提言</u>	
(1)マネージメントチームに替わる無収水削減管理委員会の機能化 マネージメントチームはプロジェクトのための暫定組織であり、プロジェクト終了後は解散する予定である。しかし、無収水削減を実施する横断的な組織として、同委員会の活用が計画されてお	無収水削減管理委員会の役割と活動の体制について、総局長と委員会の会議にて協議され「無収水削減の優先計画」を作成し、局長会議にて承認されるための準備を行っている。4月20日に総局長の承認願いが提出された。

<p>り、現在のマネージメントチームの機能を同委員会に移転することが求められる。</p>	<p>現在のマネージメントチームのメンバーの多くが、SEDAPAL内に設置された無収水削減委員会のメンバーである。</p>
<p>各サービスセンターの無収水対策事業への支援 今後、全国の7サービスセンターにおいて、選定されたセクターでの無収水削減活動が実施される。特にプロジェクトの対象外4カ所のサービスセンターにおいては、体制整備、スタッフの能力強化の実施が必要となる。SEDAPALはこれらのサービスセンターに対しての支援を円滑に実施するために、適切な人材育成計画を策定して実施すると同時に、必要に応じて、支援を実施する無収水削減管理委員会及びアクションチームへの人的、予算的支援を行う。</p>	<p>本プロジェクトの対象外4箇所のサービスセンターにおいては、無収水削減管理委員会の実働組織であるサポートチームを活用して年次業務計画の具体的支援を行う予定となっている。3月31日に7サービスセンターのアクションチームを招集し、サポートチームによる説明会が行われた。</p>
<p>(3)円借款プロジェクトとの連携 リマ首都圏北部上下水道最適化事業により、構築されたセクターのベースライン無収水率の測定及び無収水管理に本プロジェクトで習得した技術を活用する。さらに今後ISOシステムにより標準化された無収水削減に関する技術を、同円借款事業等において活用することにより、相乗効果を図る。</p>	<p>本プロジェクトで作成したマニュアルやガイドラインの利用促進を図る。本プロジェクトにて給水装置のガイドライン作成を担当したアテ・ビタルテ・サービスセンターOMチームのセダノ氏、北部プロジェクト管理局のパチェコ氏が、技術仕様書ガイドラインを既に特別プロジェクトチーム(北部地区)に渡してある。今後このガイドラインをリマ首都圏北部上下水道最適化事業IIの入札仕様書に活用する予定となっている。</p>

終了時評価による教訓

<p style="text-align: center;">終了時評価教訓</p>
<p>(1)費用対便益分析の導入による持続性確保 プロジェクトにおける費用対便益の結果は、活動の予算獲得のための交渉材料として用いることにより、予算の確保を容易とすることが指摘された。このような費用対便益の分析にかかわる能力強化をプロジェクトに計画段階で導入することは、無収水削減活動を実施するための継続的な予算確保に寄与することになる。</p>
<p>(2)無収水削減活動の事業計画への反映による部署間の連携 サービスセンターでの無収水削減活動の実施が、SEDAPALの年次事業計画に反映されたことにより、様々な部署から成るサービスセンターの組織が一体となって無収水削減活動に取り組むことが可能となった。このことは、無収水削減の専門部署を持たないサービスセンターにおいて、無収水削減事業を効率的に実施することに寄与することになる。</p>
<p>(3)無収水削減マニュアル、技術仕様書ガイドラインのISOシステムへの統合 プロジェクトで作成された無収水削減マニュアル、技術仕様書ガイドラインの内容をSEDAPAL内のISOシステムへ統合することは、プロジェクトによる無収水削減活動の持続的な実施に寄与する。ISO等の組織の作業標準システムの現状を調査し、プロジェクトの活動に最初から組み込むことが望ましい。</p>
<p>(4)特別顧客管理部署のアクションチームへの参加 アクションチームメンバーに特別顧客を担当する商務部の職員が含まれていなかったため、プロジェクトでは必要データの収集の遅れによる影響を受けた。可能な限り、想定される阻害要因を見極めた上で、必要となる関連部署の職員を含めたチーム構成とする、もしくは途中から関係部署の職員が参加できる体制とする必要がある。</p>
<p>(5)本邦研修及び第三国研修によるモチベーション向上 本邦研修及び第三国研修の実施がカウンターパートのモチベーション向上に極めて有効であった。そのため、プロジェクトの活動を円滑に実施するためにも、できるだけプロジェクトの初期の段階で実施することが望ましい。</p>

第3章 プロジェクト実施運営上の教訓と課題

第3章 プロジェクト実施運営上の課題

3.1 組織上の課題

SEDAPAL は年次無収率削減の目標達成のために、SEDAPAL の各部署(チーム)において無収水削減対策の活動を実施している。しかしながら、SEDAPAL の無収水削減対策実施上の最大の問題は、この活動が経営上の重要な課題であるにもかかわらず、無収水削減対策を取り扱う統括部署が存在せず、各関連部署の活動が有機的に機能していなかったことにある。

SEDAPAL では、各部署における決められた作業、例えば送・配水量の管理、漏水探知、漏水修理、水道メータの整備、検針、料金請求、無収水率の算定等は個々のチームの作業として行われているが、無収水の特定、分析、対策の策定作業が総合的に行われていない。異なる部署間の協働作業の意識が欠如しており、漏水削減管理チーム、サービスセンターの配水管網運転維持管理チーム、商務チーム等が一体となり、無収水削減の活動を共通の目標として協働で行った経験が過去にほとんど無かった。各チームは日常的に無収水削減活動に関係する活動を行ってはいるものの無収水削減対策活動の一環であるということの認識度が低かった。

しかし、本プロジェクトにおいてマネージメントチーム、アクションチーム、調整グループを編成し、その他関係諸チームを巻き込んで無収水削減活動を実施した結果、活動における異なる部署間の協働作業の重要性がプロジェクトに加わった関係者に実感として認識されるに至った。同時に無収水対策活動を総合的に実施することの重要性の認識が高まった。

その成果として、2015年の年次事業計画には7つのサービスセンターにおける無収水削減セクタープロジェクトを選定し、技術関係部署と商務チームが共同で対応し、無収水削減活動を SEDAPAL 全体に展開していくことを決定している。このように、具体的な無収水削減活動に関して SEDAPAL 独自の取り組みをしようとする動きや、無収水の正しい理解の促進、また関係部署が協力して実施していこうという機運がプロジェクトを通じて醸成されることとなった。

しかしながら、無収水対策実施体制上の SEDAPAL における組織的な課題は、下記に示すように依然として残されている。組織構成については無収水削減対策からすれば根本的な要因であるが、SEDAPAL において政策上決定されていることであり、プロジェクトにおいては提言の域に留めざるを得ない状況にある。

無収水対策実施体制上の SEDAPAL における組織的な課題は下記のとおりである。

- ・ 無収水の要因分析、削減対策を統括して行っている部署が組織上存在しない。関係部署として漏水管理削減チーム、センター運転維持管理チーム、センター商務チーム(一般顧客対応)、商務特別顧客チーム、一次配水チーム、商務管理メータ検定チーム等があるが、統括管理する部署が無い為に、これら関係部署が無収水削減活動を進める上で有機的に機能しづらい組織体制となっている。
- ・ 無収水率の算定は、SEDAPAL 管轄区域全体は開発調査局事業財務計画チーム、セクター毎は漏

水管理削減チームが商務管理チームからの請求量データ、一次配水チームからの配水量データを基に計算しているが、別々に算出、管理されており一元化していない。

- ・ サービスセンターの統括管理者(センター長)が組織上在籍せず、サービスセンターでの運転維持管理チーム、商務チーム(一般顧客対象)、特別顧客チームが本部直轄の縦割り組織となっているため、サービスセンター内でのこれらチームの連携が取りづらくなっており、無収水削減活動を現場レベルで組織的に行う上でのフットワークが非常に悪い。無収水対策の成果達成のための各チームの共通意識醸成の障害ともなっている。
- ・ 商務部の商務チームと特別顧客チームではデータ管理、給水契約、メータ設置や交換、検針、請求、補修、盗水対策等の作業全てが別管理となっており、外部委託作業も別業者への発注となっている。セクター内の給水栓施設、請求水量を一括して、同一視点で管理することができず、従って、データの分析、調査、対策の実施等一連の無収水活動を一貫して行える状況にはなっていない。統括管理が出来ないため、協働作業が困難で無収水削減活動の効率が極めて悪い。
- ・ 漏水探知業務は現場の状況を熟知しているサービスセンターではなく本局の無収水管理削減チームが担当している。漏水探知作業は民間業者に一括委託されていて、サービスセンターは漏水探知作業に関与せず、SEDAPAL 組織としての業務分掌上では漏水発見の通知を受けて修理をすることのみとなっている。無収水削減管理チームの管轄範囲は SEDAPAL の全域であるため広範囲に過ぎ、現場の配水管網の状況を十分反映した調査を行うことが難しい。また、現場の要請に迅速に対応するための余裕に欠ける。
- ・ 漏水探知作業は単なる機器の操作だけではなく、配管や給水の状況を踏まえた調査、分析が必要となるため、サービスセンターにおける現場に精通した技能工からでも意見を拾い上げるような耳目を広げるといふ必要がある。サービスセンター職員が直接、漏水探知作業に関与できるような体制を整えることが重要である。
- ・ 上述したように、無収水対策専属の部署が組織上なく、また現在の関連部署において専属の職員の配置がない。従って本プロジェクトでは、現在ある関連組織の中からプロジェクト参加メンバーが選出された。彼ら自身従来通りの平常業務を行いながらのプロジェクト活動となるため、プロジェクトの意義は認識しつつも本プロジェクトでの活動は彼らの負担ともなった。SEDAPAL の実業務として本プロジェクト終了後は職務分掌を無収水削減対策専門とした職員配置を行い、かつ無収水削減活動を一元的に統括管理する部署の編成が望まれる。

3.2 運営上の課題

3.2.1 基礎的対策に係る活動

(1) 無収水削減管理委員会の機能強化

SEDAPAL の 2015 年度年次事業計画として、7 つのサービスセンターにおいて無収水削減活動を行うためのセクタープロジェクトが決定された。これを実施して行く上で、無収水対策の作業計画を作成し、データの収集や分析、現場での作業等が迅速かつ効率よく行えるように OM チーム、商務チーム等関連部署間において組織横断的に協働で活動を行うことが要求される。しかしながら、現在 SEDAPAL には前述したように無収水対策を統括して取り扱う専門部署が存在しない。そのため、実施組織として各サービスセンターにアクションチームを、また全体のプロジェクト管理を行うためのマネージメントチームの編成が必要とされた。

マネージメントチームは、アクションチームが無収水対策活動を実施するための無収水分析、無収水対策の作業計画立案に対する理解を十分に持ち、データの収集や分析、現場での作業等が迅速かつ効率よく行えるように SEDAPAL の関連部署間において組織横断的に協働で活動を行うためのプロジェクト管理を行うことが必要とされる。

年度事業計画実施の準備を進める上で、7 つの各サービスセンターにおいてアクションチームの編成が 2014 年 11 月に行われたが、プロジェクトのマネージメントチームはプロジェクト終了時に解散するため、マネージメントチームの役割を担うプロジェクト管理チームの組織化が課題となっていた。

そのため、SEDAPAL 関係部署間の無収水削減に係る横断的な組織として、無収水削減管理委員会を再活性化することが必要とされ、マネージメントチームの機能は同委員会に引き継がれることとなった。

SEDAPAL の年次事業計画目標第 1 レベル第 2 項目の「無収水削減」の責任者は無収水削減管理委員会となっている。無収水削減管理委員会は、中部支局長、北部支局長、南部支局長、商務局長、漏水管理削減チーム長、一次配水チーム長をメンバーとして、2012 年 8 月に設置されている。

マネージメントチームメンバーの 3 名が、同委員会のメンバーでもあることから、機能の引継は問題なく実施されることが想定される一方、プロジェクト成果の普及といった新たな責務を担うことが期待されることから、同委員会の機能強化が求められている。

しかしながら、同委員会は実業務組織ではないために実働の作業要員が在籍せず、SEDAPAL 全体の無収水削減業務の全体管理ができる状況にはない。例えば、統括組織として「漏水管理削減チーム」を組織強化して「無収水管理削減チーム」とすることも考えられるが、現段階では同委員会のサポートチームとして現有組織のメンバーの兼務を提案するに留まっている。

(2) 無収水削減対策の作業計画書の作成

SEDAPAL では、無収水削減対策は従来から年次事業計画の第 1 レベルの項目に挙げられていたが、実施のための作業計画が作成されていなかった。従って、本プロジェクトの 2 つのパイロットエリアでの活動において、無収水削減作業の具体的項目と作業工程を整理し、研修を実施した。また、パイロットエリア以外の活動としてアテ・ビタルテ・サービスセンターのセクター 4 における活動において作業計画書を作

成した。これらの活動を実施した結果、SEDAPAL において作業計画作成の重要性が認識され、2015 年の年次業務実施計画である7セクターパイロットプロジェクト実施のための作業計画書の作成に研修の成果が生かされることとなった。

しかしながら、年次業務実施計画の予算を事前に見積もるための各無収水対策作業項目の詳細数量、費用の積算については作成不十分であり、今後その実践が必要とされる。

(3) 認定非請求水量の管理

認定非請求水量は、有効量ではあるが請求されない水量である。無収水であるために、可能な限り削減する必要がある。しかしながら、従来 SEDAPAL の年次事業計画にはこの項目が入れられておらず、その水量の把握があいまいであった。

本プロジェクトの実施により、認定非請求水量は、2015 年度年次事業計画の無収水削減第2レベル目標では、IWA の配水量分析の項目に従い、①物理的損失の削減、②商務的損失の削減に続く3項目目の無収水量削減の目標として、また無収水削減の第2レベル目標の活動項目19項目中18、19項目に入れられ無収水削減の管理項目として位置づけられることとなった。本プロジェクト実施中には、パイロットエリアにおける施設の清掃用水、試験用水の使用はなかったが、SEDAPAL 全体の課題として今後実測が必要とされる。

(4) 給配水管網図面データの統合化

図面データである配水管網図はCADで作成されていたが、配水管概要データ、配水管詳細箇所データ、給水管データの統合化はされておらず、維持管理チーム、商務チームと別管理されており情報の共有化がされていなかった。従って、現場での漏水探知作業において漏水原因の大半を占める給水管調査のためのデータ活用が行えていなかった。また、給水管の位置データはサービスセンター毎に異なった仕様で作成されており、給配水管の補修、漏水調査、漏水修理等を効率的に行うためにデータの統合化が望まれ SEDAPAL 全体での標準化使用が課題となっていた。

プロジェクト実施期間中に、SEDAPAL は GIS システムによるデータの統合化を決定し、漏水管理削減チームにより2015年3月の運用開始を目途に作業が進められていたが、進捗に遅れがあり、6月の完了を目指している。

(5) セクターの分離化の確認作業の合理化、標準化

2次配水管網の維持管理の最大の問題は、配水管網が老朽化し、かつセクター化されていない地区において高い水圧の調整が出来ないことで、これが漏水の頻発を招いている。これについて、SEDAPAL では配水地区の無収水を管理するために、現在、セクター化事業を実施しており、SCADA システムによる水圧調整が徐々に拡大されつつある。セクター化工事完了後の水理的分離の確認方法は、従来、隣

接セクターとの境界に位置するバルブを全閉し、セクター内部配水管の水を全て排水した後、セクター周囲の内外の配水管の内水圧を測定して確認していたが、作業中に住民へ断水を強いることになり問題となっていた。また、SEDAPALには分離化確認作業の標準化がなされておらずマニュアルは整備されていなかった。

本プロジェクトにおいて SEDAPAL の従来の方法に替えて漏水探知器を使用した方法、圧力データロガーによるセクター境界内外の圧力を比較する方法を提案し、実用化しマニュアルの作成を行った。また実施に当たって OM チーム、商務チーム、一次配水チームの異なる部署間の協働作業が必要となり、作業を行う過程で協働作業意識の醸成に役立った。

3.2.2 物理的損失対策に係る活動

(1) 漏水探知作業の重点エリアの選定

プロジェクトのパイロットエリアでの調査結果では水道メータの設置率が高いセクターでは無収水の内訳は物理的損失が多く、漏水の削減に重点を置いて無収水削減を行うことが重要であることが分かった。

従来 SEDAPAL は漏水調査を外部業者に委託しており、配水管を対象とした 2 点相関式漏水探知器による音聴探知と、給水栓を対象とした電子音聴器による調査を標準作業として行っている。SEDAPAL の漏水調査方法の問題は、このように巡回作業のみを行っており、漏水存在量を事前に把握するための選別作業が採られておらず調査の重点範囲が絞られていなかったことである。また、セクターに設置されている SCADA による水量、水圧の詳細なデータの分析活用が行われていなかった。そのために漏水削減の目標設定や漏水対策の重点区画の設定ができず、効率の悪い漏水削減作業を行っていた。また、同一セクターの巡回数は数年に一回とその投入量は少ない。

従って、本プロジェクトにおいて、漏水存在量を測定するための夜間最少流量法及び直接測定法の研修をパイロットプロジェクトにて実施し、この手法により成果を上げることができた。SEDAPAL で従来行われていなかった夜間最小流量法により存在水量の多いサブセクターを選別し、そのサブセクターにおいて重点的に漏水探知作業を行う方法が習得された。

しかし、本プロジェクトにおいては支援エリアを含めて 3 サービスセンターのみの実施であったため SEDAPAL は、漏水削減作業としてさらに重点エリアの選別作業の強化と漏水探知作業効率化の定着を図るために、2015 年度は 7 サービスセンターでの実施計画を策定しパイロットプロジェクトを進めている。

(2) 漏水探知作業の効率化、作業班の増加

配水局の漏水削減管理チームでは、4 台の漏水探査作業用の車両(移動ラボ)を有していた。これらの車両を外部委託の民間業者に貸与し、民間業者が地下漏水の探知作業を行っている。2 台一組で一班とし 2 班体制で巡回作業を行っていた。

4 台のラボは耐用年数が過ぎたため、SEDAPAL はラボ車の維持管理のために 1 台の予備を追加し 5

台を 2013 年度に調達した。本プロジェクトでラボ車 1 台の供与が行われたが、その内装仕様を参考に SEDAPAL が調達したラボ 5 台の内装を行い、ラボの使い勝手が改善した。

SEDAPAL は当面漏水探知の巡回作業を 5 台体制で継続するが、本プロジェクト調達のラボ車を加えることにより 6 台体制となったことにより、巡回作業以外の夜間最少流量測定、セクター分離化確認、盗水調査等の調査用に 1 台を専用で使用することが出来るようになった。

(3) 流量測定、圧力測定の重要性の認識

SEDAPAL では、送配水管網の主要地点における SCADA による流量、圧力測定は一次配水チームにより行われているが、セクター内部における流量測定は皆無で、圧力測定は定期的に定点におけるマンメータ使用の瞬時測定程度であり、セクター内部の動的な水理的状況が観測される状況にはなかった。

本プロジェクトでは、夜間最少流量の測定、直接法による漏水量測定、SCADA の流量測定精度の確認、セクター化における適正圧力の設定、セクター分離化の確認等の研修において、データロガーを用いた流量や圧力の長時間連続測定方法の研修を行った。この研修によって、アクションチームは流量や圧力の長時間継続的な測定を行い、データを分析することの重要性を認識し、研修を受けたエンジニアはそれらの機材を積極的に使用するようになってきている。今後彼らによる SEDAPAL 内での普及が必要とされる。

(4) 所有漏水調査機材の有効活用

漏水管理チーム及び維持管理チームが個々に漏水探知用機材を所有しているにも関わらず、その情報の共有がされておらず、機材の運用方法の統一性、作業上の連携がなされていない。また、サービスセンターにおいて可搬式流量計、データロガーの機材の保有があっても使用されずに放置されていた。研修には本プロジェクトにて調達した可搬式流量計や圧力データロガーの他に、これらセンターにて使われずに放置されていた同様機材の活用を図った。

ブレーニャ・サービスセンターには相関式漏水探知器 1 式、超音波流量計 1 式、圧力データロガー 3 式、スルキージョ・サービスセンターには超音波式流量計 1 式、アテビタルテ・サービスセンターには内蔵電池切れの圧力データロガーが 10 式あった。本プロジェクトにおいて、そのデータロガーの内 8 台を修理した結果、本プロジェクトにて調達の 2 台と合わせた 13 台の利用が可能となった。現在は、サービスセンター間での流用が可能となっている。

調査用機材の調達は各サービスセンターにて個別に行われているのが実情であるが、SEDAPAL 全体としての計画性のある機材調達、所有機材の有効利用を図るべきである。

(5) 新たな漏水探知機器の導入

SEDAPAL は 2 点相関式漏水探知器による配水管の音聴探知と、給水栓の電子音聴器による漏水探知を調査作業として標準化していたが、本プロジェクトにおいて作業の効率化のために多点相関式漏水

探知器を調達し、研修を行った。現在は、委託業者は多点相関式漏水探知器を使用した調査も行っており、漏水調査の効率化が図られている。

また、多点相関式漏水探知器を使用した漏水調査以外への応用として、盗水調査への使用が試みられている。

(6) 漏水探知後の修理の迅速化および確実化

漏水を発見し、修理するまでの時間の経過と共に漏水量は累積していくため、漏水を発見してから早期に修理することが重要である。2012年に修理担当部署が漏水管理削減チームからサービスセンターに移管されたことにより、漏水管理削減チームが不可視漏水の探知作業を行い、修理をサービスセンターの運転維持管理チームと商務チームに引き継いで委託業者により行われている。メータボックス内の漏水修理は商務チームが担当している。

サービスセンターでは通常の配水管等の布設・修理工事の他に漏水修理工事も担当することで負担が増え、漏水修理件数の停滞が見られていた。また、チーム間の引継ぎの悪さや委託業者の作業の都合により修理作業の着手までに時間を要しているのが現状であった。漏水管理削減チームから報告を受けた修理場所が間違っていたり、報告時間の遅れ等から修理が出来ない場合が生じていた。そのために、漏水管理削減チーム、運転維持管理チーム、商務チーム等関連チーム間における漏水修理の情報の共有化が必要とされた。

漏水修理の迅速化のために、本プロジェクト実施中に、漏水探知の情報をオンラインで運転維持管理チーム、商務チームに伝達できるようにシステムが変更され(SGIO システム)、本プロジェクトにおいて漏水修理マニュアルが作成された。

3.2.3 商務的損失対策に係る活動

(1) 顧客データベースの分析手法

商務的損失対策の重点項目は請求水量の増加を図るための、メータ設置(メータ読み取り率)の向上、メータ計量誤差(不感、故障、劣化)の縮小と盗水(違法接続、メータの違法改造)の摘発である。メータ異常の疑いのあるものは検定し交換する必要がある。また、盗水の疑いがあるような不自然な請求量の場合は盗水調査を行う必要がある。また、SEDAPALの使用基準(メータの耐用年数、積算流量の限度、メータ口径)に合わないメータは予防的処置として交換する必要がある。

しかしながら、セクターの顧客データベースは多量(パイロット第1エリアでは1,700、第2エリアでは4,100)であり、この中から上述したような疑いのある給水栓を選び出すことは煩雑な作業であり、作業の標準化がされていなかった。従って、本プロジェクトではこのような多量なデータから問題箇所を検出するための分析方法や対処方法のフローチャート作成、マイクロソフト・エクセルを使用したデータベース分析手

法の作成を行い、これらのマニュアル作成も行った。

ただし、分析の基となる請求水量データベースは、行政区単位のものからセクター単位のものに編集し直す必要があったため、本プロジェクトではその編集作業を事務局事務管理チームに依頼して行っていたが、その煩雑さが課題となっていた。それに対して、スルキージョ・サービスセンターのアクションチームの担当者は、既存のデータを再編集すること無しに運用できるように、データマート (Data Mart) システムを使用することによる課題の対応を図っている。

(2)メータ整備の方針

メータの設置率が低い場合は、設置率を高めることにより検針率を高めることが無収水の削減に大きな効果をもたらす。従ってSEDAPALではSIACプロジェクトにより価格の安いメータを使用したメータ設置率の向上が進められて来た。依って、パイロットエリアであるセクター67、セクター4においてもメータの設置率、検針率は90%以上と高かった。しかし、今後はメータの計測誤差を少なくするために、メータの品質を高めることと、使用条件に応じた適正なメータの選定(使用量に応じた適正な口径と機種を選定)に視点を置いてメータの整備、維持管理を行うことが必要とされている。

現在設置されているメータは、検針率を適正に保つための維持管理(メータ検針時の点検、異常メータの検定、交換)を厳格に行うことと、メータ交換時や新規設置時に上記配慮に基づいたメータの整備を行うことが必要となる。

また、作業や投資の効率化を図るために、給水栓の調査・分析の対象を重点箇所絞ることも必要とされている。例えば下図に示すセクター67の例で言えば、50m³/月以下と以上の請求水量で比較した場合、50m³以上は給水栓数が10%と少なくとも、請求水量は58%、請求金額は65%と高い割合を占めている。従って、料金の回収率を効率的に上げるためには全ての給水栓の調査を行う必要は無く、使用量の多い給水栓に的を絞ることが得策と考えられる。

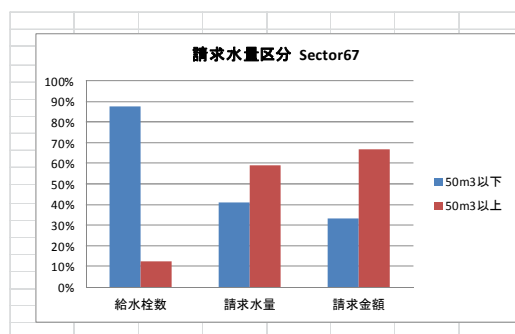


図 3.2.1 請求水量別の給水栓数、請求水量、請求金額

メータ整備の方針は下記のとおり考えられる。

- ・メータの設置率、検針率の向上を図る。
- ・設置率の向上が図れた後は、メータ器差の向上を図る。

- ・ 使用条件に応じた適正なメータ機種、口径の選定を行う。
- ・ メータ検針率を高く保つために盗水対策等の適正な維持管理を行う。
- ・ 異常メータ検出の調査・分析方法、メータ選定基準の適用の統一化を図る。
- ・ メータ交換に際し、迅速なるメータの調達と交換作業の実施を図る。
- ・ メータ調査については使用量の多い顧客、商業や工業の用途をターゲットとする。

(3)メータ更新の方針

基本的には、口径不適切の場合はメータ検定を行い、不合格のものは即時交換する。合格のものは、使用を継続し、検針時に動作異常が認められた場合、検針値のモニタリングにおいて異常が認められるようになった場合(検針量が低下傾向にある、変動量が大きい)、あるいは寿命(耐用年数あるいは使用量の積算限界)に達した場合に交換する。

SEDAPAL ではメータの選定については下表に示す基準があったが、設置後短期で問題が生じる耐久性の悪いものが調達される状況となっていた。従って表 3.2.2 に示す改定案の基準化が行われ、入札において改定案の適用が 2013 年 6 月から既に開始されている。

今後この改定案の基準を遵守したメータの調達が行われることになっている。改定案では、使用量に応じた、メータ口径、メータの種類(接線流単箱型、接線流複箱型、容積式、ウォルトマン式、電磁式)が決められており、また、耐用年数が、例えば口径 15 mm では現行の 5 年から 8 年へと長くなっている。

しかしながらこの改定基準の使用が SEDAPAL 内で浸透していなかったため、実用されるに至っていなかった。本プロジェクトにおいては、顧客データベースの分析に当たってはこの新基準の適用を行い、パイロット第 2 エリアのメータ交換から導入を図った。そのため、その後のセクター 4 での活動にも使用され、新基準使用の促進が図られている。

表 3.2.1 メータ選定の旧基準

現行基準(GC-ET001, 2013/2/25)

Diam (mm)	Consumo mes (m3)	Periodo de vida maximo		Medidor Propuest		
		anos	volumen	Tipo	Q3 (m3/h)	R (Q3/Q1)
15	0-50	5	3000	Chorro Multiple	2.5	100
15	30-150	5	4000	Volumetrico	2.5	160
15	120-240		10000	Electronico	2.5	160
20	120-240	5	42000	Chorro Multiple	4.0	100
20	180-270	5	56000	Volumetrico	4.0	160
20	250-380		13000	Electronico	4.0	160
25	250-380	5	7000	Chorro Multiple	6.3	100
25	270-480	5	9400	Volumetrico	6.3	160
25	450-850		23000	Electronico	6.3	160
40	450-850	5	20000	Chorro Multiple	16.0	100
50	600-1200	4	50000	Woltmann	25.0	100
50	1200-4500	4	150000	Woltmann	40.0	100

表 3.2.2 メータ選定の改定基準

改定基準 (GLFS0009, 2013/6/26)

Diam (mm)	Consumo mes (m3)	Periodo de vida maximo		Medidor Propuest					
		anos	volumen	Tipo	Q3 (m3/h)	R (Q3/Q1)	Q1(m3/h)	Q2 (m3/h)	Q4 (m3/h)
15	0-20	8	3,125	Chorro Unico	2.5	125	0.020	0.032	3.1
15	21-50	8	3,125	Chorro Multiple	2.5	100	0.025	0.040	3.1
15	51-120	8	3,125	Volumetrico	2.5	160	0.016	0.025	3.1
15	51-180	8	9,375	Electromagnetico	2.5	160	0.016	0.025	3.1
20	121-180	7	5,000	Chorro Unico	4.0	160	0.025	0.040	5.0
20	181-270	7	5,000	Volumetrico	4.0	160	0.025	0.040	5.0
20	271-350	7	15,000	Electromagnetico	4.0	160	0.025	0.040	5.0
25	271-350	6	7,875	Chorro Unico	6.3	160	0.039	0.063	7.9
25	351-420	6	7,875	Volumetrico	6.3	160	0.039	0.063	7.9
25	421-600	6	23,625	Electromagnetico	6.3	160	0.039	0.063	7.9
40	421-600	4	20,000	Chorro Unico	16.0	160	0.100	0.160	20.0
50	601-900	4	31,250	Chorro Unico	25.0	160	0.156	0.250	31.3
50	901-9000	4	62,500	Woltmann	25.0	160	0.156	0.250	31.3
80	901-9000	3	78,750	Chorro Unico	63.0	160	0.394	0.630	78.8

(4)メータ整備に関するその他の課題

- ・ 毎月の検針作業にてメータの不具合の報告があるが、情報量が多く、分析担当者の人数が限定されているために分析能力が不足している。また、問題箇所の対応を委託業者、関係の他部署へ委託した後の追跡調査が不足している。
- ・ 委託業者による検針作業は、通常、メータが設置されており正常に給水が行われている給水栓 (ECO12) のみを対象として行われており、契約はあるが強制断水、休止等の処置が行われているメータは検針作業の対象外となっている。また、メータ検定、盗難等のためにメータが無い場合の状況確認は検針作業時には行われていない。従って、そのような箇所の状況は検針作業とは別に定期的に調査を行う必要がある。
- ・ 特別顧客と一般顧客の関係において、調査・分析方法、メータの整備・維持管理方針等作業方法の統一化がされていない。
- ・ メータの耐用年数における交換については 2013 年度に基準が更新され、暫時適用中であるが、委託業者のメータの在庫不足、委託業者の不徹底等の理由により迅速に行えておらず、基準が遵守し切れていない。口径 15mm、20mm のメータは比較的在庫があるが、25mm 以上は業者に在庫が無く、注文発注となる場合がほとんどで時間を要している。
- ・ メータ交換に時間がかかる場合とりあえず直結で使用するが、15 日以内に交換できない場合は SUNASS の規定に従い、請求水量が実使用平均量の 50% となる。メータの違法改造の場合は、SUNASS の規定により、発覚した月から過去 1 年間の月請求量の平均値を下回る月の差分しか追加請求できない。SUNASS の規定は顧客保護であり罰則、請求量適用基準が緩い。メータ違法改造の場合再犯が多く、罰則の強化が必要とされる。
- ・ ビルの建設許可は市役所が行うが、メータ口径の是正を含めた審査基準となっていない。SEDAPAL のメータ口径審査のもと口径の是正を建設許可審査内容に含めることが必要とされる。

第4章 プロジェクト目標の達成状況

第4章 プロジェクト目標の達成状況

4.1 プロジェクト成果の達成状況

2015年1月に実施された終了時評価時の状況及びその後プロジェクト終了までの活動によりプロジェクト目標の達成状況は下記のとおりである。

4.1.1 成果1の達成状況

成果1: マネージメントチームの無収水削減に係る計画立案・対策実施監理・事業評価などを継続的に実施するための能力が向上する

成果1のマネージメントチームの能力向上に関して、指標の1-1から1-3はプロジェクト終了までに達成された

指標 1-1: 無収水削減作業を実施するアクションチームが作成した、パイロットプロジェクトの完了報告書に対して、マネージメントチームによる評価報告書が作成される

第1エリアの完了報告書は2014年6月に、第2エリアの完了報告書は2014年12月に作成された。完了報告書の作成後、マネージメントチームによる評価報告書が作成され、2015年1月28日に総局長が承認した。評価報告書では、無収水削減活動に対してコスト的に便益があったこと、同時に職員の能力強化があったことを評価した。また、無収水削減の新技术導入とその普及、SEDAPAL内組織の連携、配水状況の改善に貢献したことを述べた。但し、SEDAPAL全体のエリアでは地形、配水、施設等条件が多様であるため、パイロットプロジェクトの継続の必要性が要望された。

本プロジェクトにおいては、パイロットエリアにおいて採用されたアプローチ(基本情報の分析、無収水削減活動の準備、作業計画書の作成、夜間最少流量測定等による漏水存在量の推定、給水栓データベースの分析と対応等)の有効性が確認された。

指標 1-2: 無収水削減の費用対便益分析及び経営への効果に係る報告書がSEDAPALに承認される

第1エリア及び第2エリアの費用対便益分析が実施され、これらの地域でのプロジェクトの効果が確認された。その結果は、各エリアの完了報告に取りまとめられ、無収水削減委員会及びマネージメントチームによる評価報告書と共に総局長に公式に提出された。また、ワークショップを通して総局長及び他のサービスセンターの関係者に共有された。終了時評価の総局長へのインタビューでは、プロジェクトはSEDAPALのスタッフの能力強化としてのみでなく、経営を効率化する上でも重要であったとの認識が示された。また、無収水削減がSEDAPALの経営に及ぼす効果に関する報告書が作成された。報告書の内容は2015年5月の第3回ワークショップにて発表された。

指標 1-3:年次業務実施計画を周知するためのワークショップでマネージメントチームが講師を務める

2015年5月に SEDAPAL の管轄する全サービスセンター(7カ所)の年次業務実施計画を周知させるためのワークショップが開催され、マネージメントチームが講師を務めた。

4.1.2 成果 2 の達成状況

成果 2: アクションチームの無収水削減作業に係る実施能力が向上する

成果 2 のアクションチームの能力向上に関して、指標 2-1 から 2-3 は達成済みである。さらに、アクションチームを中心として各エリアの活動実績を取りまとめた「無収水削減対策実施マニュアル」を作成した。

終了時評価における質問票の結果からも、全てのアクションチームのメンバー(回答者 14 名)がプロジェクトでのワークショップ、OJT、マニュアル作成を通して、無収水削減作業に係る能力が向上したと回答していることから、成果 2 に関しては達成したと判断される。

指標 2-1:各パイロットエリアにて無収水率が以下の通り削減される。第 1 エリア 30%、第 2 エリア 20%

【第 1 エリア】

2013年2月にベースラインの設定(無収水率 38.2%)が行われた。その後、無収水削減活動の結果、2013年12月に削減目標値である 30%に達した。2014年4月に最低値の 24.14%に達し、7月に一時期 33%に上昇したが、それ以外の月は安定的に 30%以下を維持している。2014年3月(2月14日～3月15日)の無収水率 25.10%がプロジェクト結果値(評価値)となった。これに要した費用(C)161,000 ソルから、B/C 比として 1.91 が得られた。これにより明らかにプロジェクトの効果が得られている結果となった。

【第 2 エリア】

プロジェクト・ベースラインの設定が 2014年3月に行われた。無収水率のベースライン値は 25.5%であり、2014年6月に削減目標値を 20%とすることが決定された。無収水削減の活動により、2014年9月値(8月7日～9月5日)が 17.69%と目標値を下回った。2014年11月には最低値の 16.5%に達し、それ以降は 20%以下を維持している。プロジェクト実施の場合と、実施しない場合との比較からプロジェクトとしての利益(B) 385,792 ソルが得られ、これに要した費用(C) 228,000 ソルから、B/C 比として 1.69 が得られた。

指標 2-2:パイロットプロジェクトの調査計画、作業計画、実施過程、成果について、SEDAPAL の組織内に広く周知するための SEDAPAL 内ワークショップにおいて、アクションチームのメンバーが講師を務める

【第1エリア】

完了報告書に基づいて、パイロット第1エリアのプロジェクト活動結果の報告及び、給水装置設置のガイドライン普及のためのワークショップがアクションチームを主体として2014年6月12日、13日に開催され、アクションチームの活動に係る報告が行われた。

【第2エリア】

2014年10月に完了後、無収水削減作業の完了報告書を作成し、12月17日、18日に活動報告のためのワークショップを開催した。また、参加者の中でも特に総局長から SEDAPAL にとっての無収水削減対策の重要性につき強い関心が示された。

指標 2-3 パイロットエリア以外の少なくとも1ヵ所において、無収水削減に係る調査計画が作成される

2014年7月にアテ・ビタルテ・サービスセンターのセクター4で無収水削減活動を行うための説明が行われた。その後、パイロット第1エリア、第2エリアの活動に従事したアクションチームのアドバイスを受けて、ベースライン設定の準備作業が実施され、削減目標が決定された。

また、無収水削減に係る調査計画を含む無収水削減作業計画が策定された。現在は JICA 専門家による技術支援のもと、アクションチームを中心として、セクター分離化の確認、夜間最小流量測定チャンバー設置位置の検討・建設、超音波流量計による夜間最小流量の測定、漏水探知、商務データベースの分析等の支援作業が進められた。

4.1.3 成果3の達成状況

成果3: アクションチームの給水装置設置に係る品質管理能力が向上する

成果3に関しては、指標3-1、3-2は達成している。さらに、全てのアクションチームメンバー(回答者13名)の給水装置設置に係る能力が研修、OJTを通して向上した。

さらには、プロジェクトで作成された「技術仕様書ガイドライン」は使用しやすいとカウンターパートからも評価されており、成果3は達成された。

指標 3-1:給水装置設置に係る研修参加者全員が実習後の水圧試験に合格する

ステージ2(2013年9月から2014年6月の8ヵ月間)の研修において、研修終了後に研修生の成果判定のために、筆記試験と実技試験(配管実技、耐圧試験等)を実施した。その結果、全7サービスセンターからの参加者を含む11名全員が、実地研修後の習熟度試験に合格した。

指標 3-2:給水装置設置工事に係る技術仕様書ガイドラインが SEDAPAL 経営陣に承認される

本プロジェクトで作成された技術仕様書ガイドラインは、「給水装置材料の品質」が技術委員会により、また、「施工者の技術力確認」、「写真撮影による監督要領」、「給水装置標準仕様書」が、OM 活動標準化委員会において公式に承認された。なおこれら技術仕様書ガイドラインの内容は、2013 年 1 月に LA を締結した円借款及び世銀とドイツ復興金融公庫(KfW)との協調融資による「リマ首都圏北部上下水道最適化事業(II)」の給水装置設置工事に活用される予定である。今後 SEDAPAL の作業標準となることが計画されている

作成された技術仕様書ガイドラインを用いることにより、リマ首都圏北部上下水道最適化事業における給水装置工事において、下記 a~c のことが期待できる。

- a. 工事使用材料が適正かの判断を容易にするために、個々の製品に検査合格マークを付すこと
- b. 各施工者の技術力のばらつきを正すため、適正な施工技術に統一すること
- c. 施工規準や工事写真等による検査の標準化が図れること

4.2 プロジェクト目標の達成状況

プロジェクト目標:SEDAPAL の無収水削減に係る能力が向上する

SEDAPAL の年次事業計画(2015 年)へのパイロットエリアで実証されたプロジェクト効果の反映(指標 1)及び経常予算を用いた各サービスセンターでの年次事業実施計画(2015 年)への予算措置(指標 2)が行われたことにより、無収水削減活動の継続的な実施が想定されることから、プロジェクト目標は達成したと判断される。

指標 1:無収水削減対策に係る各サービスセンターの年次業務実施計画書が SEDAPAL の年次事業計画に反映される

【SEDAPAL 年次事業計画】

2015 年の SEDAPAL 年次事業計画(Plan Operativo)の第 1 レベル目標 13 項目は FONAFE の 5 年戦略計画 2013-2017 に準拠しており、目標一つとして「無収水の削減」が設定され、担当者が任命されている。「無収水の削減」目標は以下の 4 つの第二レベルの目標を設定している。プロジェクトの成果として、2015 年年次事業計画に③、④の目標が新たに追加された。

①物理的損失の削減、②商務的損失の削減、③認定非請求水量の確認、④JICA 技プロ成果作業の継続としての無収水削減セクタープロジェクト(7 サービスセンターにおいて 1 セクター選定)の実施。

第 1 レベルの担当責任者は、無収水削減管理委員会委員長が任命された。同時に 2014 年 9 月 29 日の総局長通達により各第二レベルの目標の担当責任者が指名された。第 2 レベル 4 項目の担当者は、

第1項目:スルキージョ事務所 OM チーム長、第2項目:プレーニャ事務所商務チーム長、第3項目:ビジャ・エル・サルバドル事務所 OM チーム長、第4項目:漏水管理削減チーム長となる。

現状は SEDAPAL の年次事業計画の策定により、各サービスセンターにおけるパイロット・セクターでの無収水削減活動の実施が決定され、センターごとの作業計画である年次事業実施計画が作成された。

【サービスセンター年次事業実施計画】

上記の SEDAPAL 年次事業計画の決定を受けて、各サービスセンターにおいて、パイロット・セクターでの無収水削減に係る年次事業実施計画 (Annual Implementation Plan) の着手会議が、2014年10月に SEDAPAL より各サービスセンター出された通達に従って、下表4.2.1に示すとおり11月に実施された。また、2015年2月に進捗会議が開かれ、3月末に全サービスセンターの無収水削減作業計画書が提出された。4月20日には、無収水削減管理委員会から総局長に対して、「無収水削減優先計画」として、全サービスセンターの年次事業実施計画書が提出された。

表4.2.1 無収水削減セクタープロジェクトの説明会、進捗会議日程

No	サービスセンター	セクターNo	説明会日程	進捗会議日程
1	コマス	79	2014/11/11	2015/2/12
2	カヤオ	104	2014/11/20	2015/2/16
3	アテ・ビタルテ	3	2014/11/25	2015/2/27
4	プレーニャ	11	2014/11/5	2015/2/27
5	サンファン・デ・ルリガンチョ	407	2014/11/13	2015/2/23
6	スルキージョ	65	2014/11/25	2015/2/20
7	ビジャ・エル・サルバドル	324	2014/11/18	2015/2/18

指標 2: 無収水削減の経営への効果が SEDAPAL の経営陣に認められ、各サービスセンターの年次業務実施計画実施のための予算が承認される

第1、第2エリアにおける費用対便益分析結果により、無収水削減の財務的効果が確認され、全7サービスセンターにおいて、2015年の SEDAPAL の年次事業計画の中で各1セクターにおける無収水削減活動の実施が目標として設定された。この予算措置については、第1第2エリアの実績を参照し、各サービスセンターにおいて、既に経常予算に含まれている無収水削減の費目の予算範囲での実施が計画されている。プロジェクトの活動の継続が、経常予算に組み込まれることにより、短期的に広範囲な対策はできないが、継続的な活動として定着することが想定される。

4.3 プロジェクト上位目標の達成状況

上位目標: SEDAPAL の無収水が減少する

【指標の達成状況】

指標:SUNASSS と合意する無収水率が達成される(2018 年-27.5%)

SEDAPAL が最適マスタープランにて提案している 2018 年の目標値は 27.5%である。現在、SEDAPAL の素案は SNASS により審査中であり、かかる状況下において、本プロジェクトでは上位目標として SEDAPAL の計画値である 27.5%を上位目標として採用することを 2015 年 1 月の JCC で決定した。

パイロットプロジェクトエリアの無収水削減率は、第 1 エリアでは 38.2%から 25.10%、第 2 エリアでは 25.5%から 17.69%へ大幅に削減され、プロジェクトの成果による目標達成への有効性が確認された。また、上位目標達成に向けた取り組みとして、2015 年より SEDAPAL の全 7 サービスセンターで無収水削減活動を開始した。

さらに、非物理的無収水削減を推進している商務局の(Servicio Integral de Actividades Comerciales: SIAC)プロジェクト及び円借款事業である「リマ首都圏北部上下水道最適化事業」との相乗効果により、更なる無収水削減が行われ、今後、上位目標の達成は可能であると推定される。

表 4.3.1 無収水削減の実績値(2009-2014)及び目標値(2015-2019)

年	実績値						目標値				
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
無収水率	38.1	37.8	34.6	30.8	29.0	29.1	28.5	28.4	27.8	27.5	27.2

出所:SEDAPAL

第5章 上位目標の達成に向けての提言・教訓

第5章 上位目標達成に向けての提言・教訓

5.1 提言

(1) MVCS への提言

➤ 他地域の水道公社への普及への取り組み

プロジェクトの効果を最大化するためには、無収水率が高いリマ以外の地域の水道公社にも普及されることが重要である。普及の必要性が生じた際には、SEDAPAL の関係者によるワークショップの開催や経験を積んだ SEDAPAL 職員による技術指導、MVCS による国立研修センター(SENCCO)で実施している集中講義等にプロジェクトでの技術移転の内容を含める等の普及活動を計画し、必要な予算措置を行うことが求められる。

(2) SEDAPAL への提言

➤ マネージメントチームに替わる無収水削減委員会の機能化

マネージメントチームはプロジェクトのための暫定組織であり、プロジェクト終了後は解散する予定である。しかし、現在のマネージメントチームのメンバーの多くが、SEDAPAL 内に設置された無収水削減委員会のメンバーであり、無収水削減を実施する横断的な組織として、同委員会の活用が計画されている。今後、現在のマネージメントチームの機能を同委員会に移転し、効果的に無収水削減事業が実施されることが求められる。

➤ サービスセンターの無収水対策事業への支援

今後、全国の7サービスセンターにおいて、選定されたセクターでの無収水削減活動が実施される。特にプロジェクトの対象外4ヵ所のサービスセンターにおいては、体制整備、スタッフの能力強化の実施が必要となる。SEDAPAL はこれらのサービスセンターに対しての支援を円滑に実施するために、適切な人材育成計画を策定して実施すると同時に、必要に応じて、支援を実施する無収水削減委員会及びアクションチームへの人的、予算的支援を行う。

➤ 円借款プロジェクトとの連携

リマ首都圏北部上下水道最適化事業により、構築されたセクターのベースライン無収水率の測定及び無収水管理に本プロジェクトで習得した技術を活用する。さらに今後 ISO システムにより標準化された無収水削減に関する技術を、同円借款事業等において活用することにより、相乗効果を図る。

5.2 教訓

(1) 費用対便益分析の導入による持続性確保

本プロジェクトにおける費用対便益分析の結果は、C/P が無収水対策活動の予算獲得のための交渉材料として用いることにより、予算の確保を容易とすることが指摘された。このような費用対便益の分析に

かかわる能力強化を今後、他の同様なプロジェクトの計画段階で実施することは、無収水削減活動を実施するための継続的な予算確保に効果的である。

(2) 無収水削減活動の事業計画への反映による部署間の連携

サービスセンターでの無収水削減活動の実施が、SEDAPAL の年次事業計画に反映されたことにより、様々な部署から成るサービスセンターの組織が一体となって無収水削減活動に取り組むことが可能となった。このことは、無収水削減の専門部署を持たないサービスセンターにおいて、無収水削減事業を効率的に実施することに寄与することになる。

(3) 無収水削減マニュアル、技術仕様書ガイドラインの ISO システムへの統合

本プロジェクトで作成された無収水削減マニュアル、技術仕様書ガイドラインの内容を SEDAPAL 内の ISO システムへ統合することは、プロジェクトによる無収水削減活動の持続的な実施に寄与した。今後、他の同様なプロジェクトにおいても ISO 等の組織の作業標準システムの現状を調査し、プロジェクトの活動に最初から組み込むことは効果的である。

(4) 特別顧客管理部署のアクションチームへの参加

アクションチームメンバーに特別顧客を担当する商務部の職員が含まれていなかったため、プロジェクトでは必要データの収集の遅れによる影響を受けた。可能な限り、想定される阻害要因を見極めた上で、必要となる関連部署の職員を含めたチーム構成とする、もしくは途中から関係部署の職員が参加できる体制とする必要がある。

(5) 本邦研修及び第三国研修によるモチベーション向上

本邦研修及び第三国研修の実施がカウンターパートのモチベーション向上に極めて有効であった。そのため、プロジェクトの活動を円滑に実施するためにも、できるだけプロジェクトの初期の段階でこれらを実施することが望ましい。