

エルサルバドル国  
上下水道公社（ANDA）

エルサルバドル国  
上下水道公社事業運営能力強化プロジェクト

プロジェクト事業完了報告書

平成 23 年 12 月  
(2011 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)  
株式会社 日水コン

環境
JR
11-208



独立行政法人 国際協力機構 (JICA)  
エルサルバドル国全国上下水道公社 (ANDA)  
エルサルバドル国  
上下水道公社事業運営能力強化プロジェクト  
プロジェクト事業完了報告書

目 次

<b>1 プロジェクトの背景</b> .....	<b>1</b>
<b>2 プロジェクトの目的</b> .....	<b>2</b>
2.1 プロジェクトの目標及び成果.....	2
2.2 プロジェクト対象地域.....	3
2.3 プロジェクト・デザイン・マトリックス(PDM)とその変更の経緯.....	4
<b>3 プロジェクトの成果</b> .....	<b>7</b>
3.1 上位目標:ANDAの上水道事業の運営管理能力が強化される.....	7
3.1.1 ANDAの水道料金収入の増加.....	7
3.1.2 ANDAの電力消費効率の向上.....	8
3.2 プロジェクト目標:ANDAの上水道施設維持管理能力が向上する.....	9
3.2.1 新たな配水管理区画の無収水削減計画の策定(実践的パイロット区画の活動終了後).....	9
3.2.2 対象地域支局による無収水削減計画に沿った予算案の作成.....	11
3.2.3 ANDA本部による上水道施設の節電計画に沿った予算案の作成.....	13
3.3 成果1:ANDAの無収水削減技術が向上する.....	14
3.3.1 モデル区画における無収水率の削減.....	14
3.3.2 実践的パイロット区画における無収水率の削減.....	14
3.3.3 その他の達成事項.....	15
3.4 成果2:ANDAの無収水削減計画策定能力が向上する.....	17
3.4.1 無収水削減対策長期計画(案)の策定.....	17
3.4.2 その他の達成事項.....	17
3.5 成果3:ANDAの節電計画策定能力が強化される.....	17
3.5.1 パイロット施設における電力消費量の削減.....	18
3.5.2 既存上水道施設の節電計画(案)の策定.....	19
3.5.3 節電マニュアルの作成.....	20
3.5.4 その他の達成事項.....	20
3.6 成果4:ANDAの下水道整備計画策定能力が開発される.....	21
3.6.1 下水道施設整備計画策定マニュアルの作成.....	21
3.6.2 その他の達成事項.....	21
<b>4 プロジェクト活動実績及び投入実績</b> .....	<b>22</b>

4.1	プロジェクト活動実績 .....	22
4.2	「成果 1: ANDA の無収水削減技術が向上する」に係る活動実績.....	24
4.2.1	第 1 年次における活動実績 .....	24
4.2.2	第 2 年次における活動実績 .....	24
4.2.3	第 3 年次における活動実績 .....	33
4.2.4	第 4 年次における活動実績 .....	49
4.3	「成果 2: ANDA の無収水削減計画策定能力が向上する」に係る活動実績.....	66
4.3.1	第 1 年次における活動実績 .....	66
4.3.2	第 2 年次における活動実績 .....	67
4.3.3	第 3 年次における活動実績 .....	72
4.3.4	第 4 年次における活動実績 .....	79
4.4	「成果 3: ANDA の節電計画策定能力が強化される」に係る活動実績.....	83
4.4.1	第 1 年次における活動実績 .....	83
4.4.2	第 2 年次における活動実績 .....	88
4.4.3	第 3 年次における活動実績 .....	103
4.4.4	第 4 年次における活動実績 .....	121
4.5	「成果 4: ANDA の下水道整備計画策定能力が開発される」に係る活動実績.....	141
4.5.1	第 1 年次における活動実績 .....	141
4.5.2	第 2 年次における活動実績 .....	151
4.5.3	第 4 年次における活動実績 .....	157
4.6	本邦研修 .....	158
4.6.1	コース A: 水道事業運営 (第 2 年次) .....	160
4.6.2	コース B: 無収水削減対策 (第 3 年次) .....	160
4.6.3	コース C: 節電対策 (第 3 年次) .....	162
4.7	日本側投入実績.....	163
4.7.1	専門家チーム .....	163
4.7.2	専門家派遣.....	163
4.7.3	供与機材.....	165
4.7.4	現地業務費.....	168
4.8	エルサルバドル側投入実績.....	169
4.8.1	カウンターパートの配置 .....	169
4.8.2	現地業務費.....	171
4.8.3	プロジェクト運営に必要な施設の提供.....	172
<b>5</b>	<b>プロジェクト実施運営上の工夫、教訓.....</b>	<b>173</b>
5.1	プロジェクト全般に係る工夫、教訓.....	173
5.2	「成果 1: ANDA の無収水削減技術が向上する」に係る工夫、教訓.....	174
5.3	「成果 2: ANDA の無収水削減計画策定能力が向上する」に係る工夫、教訓.....	175
5.4	「成果 3: ANDA の節電計画策定能力が強化される」に係る工夫、教訓.....	177
5.5	「成果 4: ANDA の下水道整備計画策定能力が開発される」に係る工夫、教訓.....	180
5.6	「本邦研修」に係る工夫、教訓.....	181

<b>6 開催された会議、ワークショップ及びセミナー .....</b>	<b>182</b>
6.1 合同調整委員会 (JCC : Joint Coordination Committee) 会議 .....	182
6.2 月例進捗ミーティング .....	182
6.3 ワークショップ及びセミナー .....	183
6.4 その他の主要な会議 .....	183
6.4.1 ワーキング・コミティー会議 .....	183
6.4.2 各成果に係る会議 .....	185

## 表リスト

表 2-1	プロジェクト対象地域	3
表 2-2	プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM)	6
表 3-1	パイロット施設の活動を通じて得られた成果	18
表 3-2	節電計画(案)の作成を通じて得られた成果	19
表 4-1	「無収水削減技術の向上」活動状況	24
表 4-2	モデル区画候補地一覧表	27
表 4-3	モデル区画一覧表	28
表 4-4	「無収水削減技術の向上」活動状況	33
表 4-5	夜間最小流量減少量	35
表 4-6	無収水削減量	36
表 4-7	漏水密度	36
表 4-8	メータ取替数	37
表 4-9	漏水箇所	37
表 4-10	漏水修理費用 (US\$)	37
表 4-11	モデル区画調査経費 (US\$)	38
表 4-12	費用対効果分析	39
表 4-13	実践的パイロット区画一覧	41
表 4-14	「無収水削減技術の向上」活動状況	49
表 4-15	実践的パイロット区画一覧	50
表 4-16	実践的パイロット区画配水管延長(m)	55
表 4-17	実践的パイロット区画バルブ工事数	56
表 4-18	実践的パイロット区画マクロメータ、メータピット数	57
表 4-19	夜間最小流量減少量	59
表 4-20	無収水率削減率	60
表 4-21	メータ取替数・不法接続箇所	60
表 4-22	漏水箇所	61
表 4-23	実践的パイロット区画活動経費	62
表 4-24	実践的パイロット区画活動経費	62
表 4-25	「無収水削減計画策定能力の向上」活動状況	67
表 4-26	無収水の定義(配水量分類)	68
表 4-27	抽出・整理された無収水に係る現状の問題点リスト(1/3)	69
表 4-28	抽出・整理された無収水に係る現状の問題点リスト(2/3)	70
表 4-29	抽出・整理された無収水に係る現状の問題点リスト(3/3)	71
表 4-30	「無収水削減計画策定能力の向上」活動状況	72
表 4-31	第2年次における NRW に係る問題分析結果	73
表 4-32	「無収水削減計画策定能力の向上」活動状況	79
表 4-33	「節電計画策定能力の向上」活動状況	88
表 4-34	「パイロット施設(候補)の電力消費実態調査と節電効果検証」実施スケジュール	91
表 4-35	「パイロット施設(候補)の電力消費実態調査」スケジュール	92
表 4-36	「パイロット施設」の候補施設の調査項目	93
表 4-37	「パイロット施設」の候補施設	93
表 4-38	パイロット施設と節電対策手法	93
表 4-39	「節電対策機器、及び調査機器」一覧	94
表 4-40	水運用管理に関する ANDA の節電チームに対する技術移転内容	95
表 4-41	「節電計画策定能力の向上」活動状況	103
表 4-42	パイロット施設と節電対策手法	104

表 4-43	ラス・パパス系節電費比較表 .....	111
表 4-44	「節電計画策定能力の向上」活動状況 .....	121
表 4-45	パイロット施設と節電対策手法 .....	122
表 4-46	費用対効果分析(ANDA 本部ビル受変電施設) .....	122
表 4-47	ANDA 本部ビル電力使用状況 .....	123
表 4-48	消費電力量比較(Caites del Diablo ポンプ場) .....	124
表 4-49	費用対効果分析(Caites del Diablo ポンプ場) .....	124
表 4-50	費用対効果分析(El Socorro ポンプ場) .....	125
表 4-51	効果分析(La Universitaria ポンプ場) .....	126
表 4-52	節電計画(案)で策定された 8 つのプロジェクト .....	133
表 4-53	節電計画(案)の 8 つの節電プロジェクトの概要と推計効果 .....	134
表 4-54	8 つの節電プロジェクトの試算費用と実施スケジュール .....	135
表 4-55	研修の計画 .....	142
表 4-56	「下水道整備計画策定能力の開発」活動状況 .....	151
表 4-57	下水道整備計画:問題分析の結果 .....	152
表 4-58	下水道整備計画:研修項目、教材の内容と問題分析の結果の対比 .....	152
表 4-59	下水道整備計画:マニュアルの目次と問題分析の結果との対比 .....	155
表 4-60	研修員受入実績 .....	159
表 4-61	本邦研修/コース A:水道事業運営 .....	160
表 4-62	本邦研修/コース B:無収水削減対策 .....	160
表 4-63	本邦研修/コース C:節電対策 .....	162
表 4-64	JICA 専門家チーム .....	163
表 4-65	専門家投入実績 .....	164
表 4-66	専門家チーム調達機材 .....	165
表 4-67	JICA 現地事務所調達機材 .....	165
表 4-68	JICA 本邦調達機材 .....	168
表 4-69	日本側ローカルコスト負担実績 .....	168
表 4-70	カウンターパート・チームメンバーリスト .....	170
表 4-71	エルサルバドル側ローカルコスト負担実績 .....	172

## 図リスト

図 2-1	エルサルバドル国位置図.....	3
図 2-2	プロジェクト対象地域(青実線)と上下水道公社(ANDA)管轄図.....	4
図 3-1	国家レベルの配水管理区画の無収水削減実施スケジュール.....	10
図 3-2	国家レベルの配水管理区画の無収水削減実施計画予算案.....	12
図 4-1	プロジェクト活動計画及び活動実績.....	23
図 4-2	夜間最小流量.....	35
図 4-3	モデル区画調査経費.....	39
図 4-4	実践的パイロット区画の位置.....	42
図 4-5	実践的パイロット区画の風景.....	43
図 4-6	中部支局:サン・ラファエル・セドウロス市の水源と配水タンク.....	44
図 4-7	図面、CAD、GIS など.....	45
図 4-8	実践的パイロット区画の位置.....	50
図 4-9	実践的パイロット区画(コリント住宅地).....	52
図 4-10	実践的パイロット区画(サン・ラファエル・セドウロス).....	53
図 4-11	実践的パイロット区画(サンタ・アナ・セントロ南).....	54
図 4-12	夜間最小流量.....	59
図 4-13	チームにより整理された長期計画(案)章建て.....	77
図 4-14	長期計画(案)研修計画.....	79
図 4-15	ANDA 各支局の電力料金課徴金額の推移.....	84
図 4-16	ANDA 全体の 2007/2008 年の月別電力料金額.....	85
図 4-17	ANDA 全体の 2007/2008 年の月別電力使用量.....	85
図 4-18	現在更新中の送配水システム系統図(Las Pavas 系、Zona Norte 系、Traditional 系):更新初期段階.....	99
図 4-19	購入した Auto CAD civil 3D による Zona Norte 系及び Las Pavas 系送配水システム図の更新:更新後.....	100
図 4-20	購入した Wate GEMS V8i による水理解析支援(その 1).....	101
図 4-21	購入した Wate GEMS V8i による水理解析支援(その 2).....	102
図 4-22	力率改善コンデンサ設置前の消費電力と力率の状況(2009 年 1 月~12 月).....	106
図 4-23	力率改善コンデンサ設置後の消費電力と力率の状況(2010 年 1 月~12 月).....	106
図 4-24	ポンプ場全体の月間消費電力量(kWh)の前年同月との比較.....	107
図 4-25	節電対策効果を送水流量(m <sup>3</sup> )あたりの消費電力量(kWh)で評価.....	107
図 4-26	電力料金設定時間区分毎の消費電力量(kWh)の推移.....	108
図 4-27	夜間・深夜時間帯の消費電力低減効果.....	108
図 4-28	ラス・パバス系、ソナ・ノルテ系送配水系統図 1.....	112
図 4-29	ラス・パバス系、ソナ・ノルテ系既設送水系統図 2(WaterGEMS).....	113
図 4-30	ラス・パバス系既設送水動水位図(WaterGEMS 解析図).....	114
図 4-31	ラス・パバス系改善計画(48"送水管新設)送水動水位図(WaterGEMS 解析図).....	114
図 4-32	ソナ・ノルテ系既設送水動水位図(WaterGEMS 解析図).....	115
図 4-33	ソナ・ノルテ系改善計画(36"送水管新設)送水動水位図(WaterGEMS 解析図).....	115
図 4-34	節電対策マニュアル(案)の表紙・目次.....	116
図 4-35	節電対策に係る研修実績(1).....	119
図 4-36	節電対策に係る研修実績(2).....	120
図 4-37	アルタ・ビスタ地区の配水管網図.....	127
図 4-38	配水池と給水区域の関係.....	127
図 4-39	アルタ・ビスタ地区の配水水圧分布.....	127
図 4-40	節電計画(案)の本文(左)の表紙と付録(右)の表紙.....	129

図 4-41 節電計画(案)の目次 (1/3).....	130
図 4-42 節電計画(案)の目次 (2/3).....	131
図 4-43 節電計画(案)の目次 (3/3).....	132
図 4-44 Las Pavas/Zona Norte 送水施設の改善計画(左)の表紙と.....	136
図 4-45 節電対策マニュアルの表紙.....	138
図 4-46 節電対策マニュアルの目次(1/3).....	138
図 4-47 節電対策マニュアルの目次(2/3).....	139
図 4-48 節電対策マニュアルの目次(3/3).....	139
図 4-49 問題分析(維持管理)(英語).....	145
図 4-50 問題分析(財源)(英語).....	146
図 4-51 問題分析(計画)(英語).....	147
図 4-52 問題分析(法制度)(英語).....	148
図 4-53 改善策の分類の重要度(上から下に重要度は下がる)(英語).....	149
図 4-54 ANDA 組織図.....	150

添付資料リスト（電子ファイル）

- 添付資料 1 JCC 会議議事録、出席者リスト
- 添付資料 2 無収水対策長期計画(案)
- 添付資料 3 無収水対策マニュアル
- 添付資料 4 節電計画(案)
- 添付資料 5 節電対策マニュアル
- 添付資料 6 下水道計画マニュアル
- 添付資料 7 ワークショップ/セミナー参加者リスト、発表資料
- 添付資料 8 技術研修資料
- 添付資料 9 エルサルバドル国内会議議事録
- 添付資料 10 ワーキング・コミティー会議出席者リスト、発表資料
- 添付資料 11 月例進捗会議出席者リスト、発表資料
- 添付資料 12 成果 1:「ANDA の無収水削減技術が向上する」に係る活動記録
- 添付資料 13 成果 2:「ANDA の無収水削減計画策定能力が向上する」に係る活動記録
- 添付資料 14 成果 3:「ANDA の節電計画策定能力が強化される」に係る活動記録
- 添付資料 15 成果 4:「ANDA の下水道整備計画策定能力が開発される」に係る活動記録
- 添付資料 16 日本国内会議議事録
- 添付資料 17 収集資料一覧

## 略語表

ACP:	Asbestos Cement Pipe 石綿セメント管
ANDA:	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados 上下水道公社 (National Administration of Aqueducts and Sewers)
ANF:	Agua No Facturada (スペイン語) 無収水
AutoCAD:	Autodesk (オートデスク) 社の CAD ソフトウェア
CAD:	Computer Aided Design コンピュータ支援設計
C/P:	Counterpart カウンターパート
GIS:	Geographical Information Systems 地理情報システム
IC/R:	Inception Report インセプション・レポート
IDB:	Inter-American Development Bank 米州開発銀行
IT:	Information Technology 情報技術
IWA:	International Water Association 国際水協会
JCC:	Joint Coordination Committee 合同調整委員会
JICA:	Japan International Cooperation Agency 国際協力機構
M/M:	Minutes of Meeting 会議議事録
MNF:	Minimum Night Flow 夜間最小流量
MPM:	Monthly Progress Meeting 月例進捗会議
NRW:	Non-Revenue Water 無収水
OJT:	On-the-Job Training 研修、実地訓練
O&M:	Operation and Maintenance 運転維持管理
PDM:	Project Design Matrix プロジェクト・デザイン・マトリックス
PNC:	Policías Civiles 市民警察
PO:	Plan of Operation 活動計画
PVC 管:	Polyvinyl Chloride ポリ塩化ビニル管
TOR:	Terms of Reference 作業要綱
UASB:	Upflow Anaerobic Sludge Blanket 上向流嫌気性スラッジブランケット (下水道処理方法：上向流嫌気性汚泥ろ床法)
UEE	Unidad de Eficiencia Energetica UEE 室
WaterGEMS:	Bentley Systems (ベントレー・システムズ) 社の管網解析ソフトウェア

通貨交換レート： US\$ 1 = 円 78.60 (2011 年 11 月)



## 1 プロジェクトの背景

エルサルバドル国(以下「エ」国という)に262ある自治体のうち主に都市部の168自治体において、上下水道公社:Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados(以下、ANDAという)が上下水道事業を担っており、残りの自治体では独自に中小の給水事業体を運営し給水を行っている。「エ」国都市部の給水率は93%で、その内90%はANDAにより給水されている一方、農村部では限定的にしか給水は行われておらず、ANDAと自治体による給水を併せてもわずか29%で、全国平均では、61%程度となっている。この「エ」国最大の給水事業体であるANDAは慢性的な赤字経営であり、政府からの補助金で補填(2006年度実績で2,200万US\$)されることが常態化している。

我が国より個別専門家「主要都市上水供給改善計画」が派遣され(2007年1月～8月)、ANDAの事業改善のための現状分析とアクションプラン策定支援が行われた。その中で優先的に解決すべき課題とされたものは以下の通りである。

- ① 無収水が50%程度あると推定されており、非効率な電気消費に起因する割高な維持管理費や低い水道料金の設定と相俟ってANDAの経営を圧迫している。
- ② 給水施設の供給能力・水資源量の不足により多くの地域において間欠給水となっている。(時間給水)
- ③ 下水管網は、全国の70%に存在するものの下水処理場は限定的であり、97%の下水が未処理のまま河川に放流されている。

これらの問題を解決すべく本件が要請され、2008年7月に実施された事前調査において、優先すべき課題を中心に本プロジェクトのコンポーネントとして整理・合意された。

本プロジェクトは、2009年1月から2011年12月までの3年間の予定で開始された。

## 2 プロジェクトの目的

本業務は「エ」国最大の給水事業者である上下水道公社 (ANDA) が適切にその施設を維持管理できるよう能力向上を図ることを目的とするものである。財務状況の芳しくない ANDA にとって 40% を超える無収水への対策と、支出の 35% を占める電気料金の節減はアクションプランにも明記された優先課題である。無収水対策を更に計画レベルと現場レベルに分け、今後整備していく下水道施設の適切な計画立案を加えた 4 つの成果をもって目標の達成を図る。

### 2.1 プロジェクトの目標及び成果

以下に上位目標、プロジェクト目標とプロジェクトの成果及びその指標を示す。

#### (1) 上位目標

**上下水道公社 (ANDA) の事業の運営管理能力が強化される**

〔指標〕

- 1: ANDA の水道料金収入が増加する
- 2: ANDA の電力消費効率が向上する

#### (2) プロジェクト目標

**上下水道公社 (ANDA) の施設維持管理能力が向上する。**

〔指標〕

- 1: 新たな配水管理区画の無収水削減計画が策定される (実践的パイロット区画の活動終了後)
- 2: 対象地域支局が無収水削減計画に沿った予算案を作成する
- 3: ANDA 本部が上水道施設の節電計画に沿った予算案を作成する

#### (3) プロジェクト成果およびその指標

**成果 1 ANDA の無収水削減技術能力が向上する**

- 指標 1-1 モデル区画における無収水率が半減する
- 指標 1-2 実践的パイロット区画における無収水率が 35% 削減される

**成果 2 ANDA の無収水削減計画策定能力が向上する**

- 指標 2-1 ANDA の無収水削減対策長期計画 (案) が策定される

**成果 3 ANDA の節電計画策定能力が強化される**

- 指標 3-1 パイロット施設における電力消費量が削減される
- 指標 3-2 既存上水道施設の節電計画 (案) が策定される
- 指標 3-3 節電対策マニュアルが作成される

成果 4 ANDA の下水道整備計画策定能力が開発される

指標 4-1 下水道施設整備計画策定マニュアルが作成される

2.2 プロジェクト対象地域

本プロジェクトの対象地域は、東部地域を除く「エ」国全域であるが、各成果に対応するプロジェクト対象地域を表 2-1 に示す。

表 2-1 プロジェクト対象地域

活動内容	対象地域
成果 1	首都圏支局、中部支局、西部支局
成果 2	ANDA 本部
成果 3	首都圏支局
成果 4	ANDA 本部

また、図 2-1 にエルサルバドル国位置図、図 2-2 にプロジェクト対象地域(青実線)と上下水道公社 (ANDA) 直轄図を示す。



図 2-1 エルサルバドル国位置図



図 2-2 プロジェクト対象地域(青実線)と上下水道公社(ANDA)管轄図

### 2.3 プロジェクト・デザイン・マトリックス(PDM)とその変更の経緯

プロジェクトの上位目標、成果、指標、活動、投入等をまとめたプロジェクト・デザイン・マトリックス(PDM)を表 2-2 に示す。なお、この PDM は、2008 年 7 月 15 日に JICA と ANDA の間で署名された議事録に含まれていたものに 2010 年 10 月に実施されたプロジェクト中間レビュー時に整理された指標を反映したものである。その主な変更点は以下の通りである。

- 1) 上位目標の文言訂正→不必要な文言「効率的な」を削除した。
- 2) パイロット地域における無収水の本プロジェクトの成果による削減率を 50%→35%と設定した。

2)の変更理由は、以下のとおりである。

- JICA 中間レビュー調査団により、モデル区画における無収水削減率の目標値が 50%であったものが、実際には 35%であったことが確認された。
- モデル区画において、管路の劣化が予想以上に激しく、漏水を探知修理してもすぐに復元してしまうため、この状態で NRW 率を更に下げるには、特に劣化の激しい管路を更新することが重要となるが、ANDA 側の予算の関係で更新ができなかった。また、これ以上漏水探知をしても修理が追いつかない状況であった。
- JICA 中間レビュー調査団は、この環境下で管路更新を伴わないで NRW 削減率を下げるには、現在の ANDA の人員と資機材では 35%程度の削減率が限度であったろうと判

断した。

この結果は「エ」国側も含めた合同評価調査団内で協議され、合意事項を合同評価報告書として取りまとめられた。合意内容は M/M (Minutes of Meeting)にて確認された。

表 2-2 プロジェクト・デザイン・マトリックス(PDM)

プロジェクト名:上下水道公社組織能力強化・運営改善

実施期間: 2009年1月～2011年12月(3年間)

対象地域: 首都圏・中部・西部地域

ターゲットグループ: ANDA の技術職員

最終受益者: 首都圏・中部・西部地域

プロジェクトの要約	指標	指標入手手段	外部条件
<b>&lt;上位目標&gt;</b> ANDA の上水道事業の運営管理能力が強化される	<ul style="list-style-type: none"> <li>ANDA の水道料金収入が増加する</li> <li>ANDA の電力消費効率が向上する</li> </ul>		
<b>&lt;プロジェクト目標&gt;</b> ANDA の上水道施設維持管理能力が向上する	<ul style="list-style-type: none"> <li>新たな区画の無収水削減計画が策定される</li> <li>対象地域支局が無収水削減計画に沿った予算案を作成する</li> <li>ANDA 本部が上水道施設の節電計画に沿った予算案を作成する</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>政策の変化等により ANDA の組織体制に大幅な変更が無い</li> </ul>
<b>&lt;成果&gt;</b>			
1.ANDA の無収水削減技術能力が向上する	<ul style="list-style-type: none"> <li>モデル区画における無収水率が半減する</li> <li>実践的パイロット区画における無収水率が 35%削減される</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>モデル区画及び実践的パイロット区画における無収水量測定記録</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>研修を受けた職員が実施期間中に離職又は異動しない</li> </ul>
2.ANDA の無収水削減計画策定能力が向上する	<ul style="list-style-type: none"> <li>無収水削減対策長期計画(案)が策定される</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>策定された長期計画(案)</li> </ul>	
3.ANDA の節電計画策定能力が強化される	<ul style="list-style-type: none"> <li>パイロット施設における電力消費量が削減される</li> <li>既存上水道施設の節電計画(案)が策定される</li> <li>節電マニュアルが作成される</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>パイロット施設における電力消費記録</li> <li>策定された改善計画(案)</li> </ul>	
4.ANDA の下水道整備計画策定能力が開発される	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水道施設整備計画策定マニュアルが作成される</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>作成されたマニュアル</li> </ul>	
<b>&lt;活動&gt;</b>	<b>投入</b>		
	日本側	エルサル側	
1-1 無収水削減アクションチームの結成と基礎情報の収集・分析 1-2 モデル区画と実践的パイロット区画の選定と無収水削減対策の実施 1-3 研修の実施 1-4 住民啓発活動の実施  2-1 無収水削減マネージメントチームを組織する 2-2 ANDA の現状の無収水削減対策を見直す 2-3 研修の実施 2-4 モデル区画と実践的パイロット区画における無収水削減対策の実施結果を基に全体の無収水削減対策長期計画(案)を作成する  3-1 節電対策チームの結成と基礎情報の収集・分析 3-2 パイロット施設の選定と節電対策の実施 3-3 節電計画(案)及び水運用システム改善(案)の作成 3-4 マニュアルの作成と研修等の実施  4-1 下水道計画チームを組織する 4-2 下水道整備の現状を調整し、下水道整備計画策定に係る問題を分析する 4-3 マニュアルの作成と研修等の実施	1.専門家: ・チーフアドバイザー ・無収水管理 ・無収水削減技術 ・上水道施設管理 ・水運用管理 ・設備管理 ・下水道計画 ・下水処理技術  2.機材 ・マクロメーター ・仕切弁 ・ポータブル超音波流量計 ・漏水探知機器 ・力率改善機器、等  3.本邦研修	カウンターパート配置 1.ANDA 職員の旅費日当 2.管路工事・機材等費用 3.専門家執務室 4.その他必要な消耗品・燃料等	<前提条件> 特になし

モデル区画: 無収水削減対策の作業効果を確認するために後述する実践的パイロット区画を制定する前に徹底した無収水対策を実施する区画

実践的パイロット区画: モデル区画での費用対効果分析の結果に基づいて全国展開可能な現実的無収水削減対策を実施する区画

### 3 プロジェクトの成果

#### 3.1 上位目標: ANDA の上水道事業の運営管理能力が強化される

上位目標は「ANDA の上水道事業の運営管理能力が強化される」であり、この成果はプロジェクト終了後に発現するものである。

本プロジェクトは、無収水削減、節電、下水道整備といった異なる分野の活動を含んでいた。ANDA は、専門家を含めた各分野の合同月例進捗会議を ANDA の主体的な会議運営により定期的実施し、各分野の情報共有を図った。その結果、ANDA の事業運営能力の向上という組織全体としての目的に結びついたものと考えられる。

さらに、JICA 終了時評価調査団の報告によれば、本プロジェクトの実施をきっかけに、無収水削減と電力使用効率の改善により経営改善の見込みがつくとともに、本プロジェクト実施地域周辺では水道供給サービスの向上が認められたため、技術移転した分野を超えた部門にまでも波及効果が現れており、ANDA の組織が一丸となって事業運営能力の改善に努めていることが感じられると報告されている。

今後予想される達成状況を PDM 指標に沿って示す。

##### 3.1.1 ANDA の水道料金収入の増加

本プロジェクトで策定された「無収水削減対策長期計画(案)」及び「無収水削減マニュアル」、「節電計画(案)」及び「節電マニュアル」、「下水道整備計画策定マニュアル」が、2011年11月22日開催された第8回 JCC 会議において、ANDA の理事会で正式承認されたことが確認され、議事録に明記された。

ANDA は、本プロジェクト終了後も、本プロジェクトの成果を引き続き拡大する意向を持っている。すでに「無収水削減対策長期計画(案)」の早期実施策を取っており、本プロジェクト終了後の2012年実施分の水道メータの購入等を行っている。

故障した水道メータ取替えや水道メータを設置していない不法接続を減少させ、有収水量を増加させることは水道料金収入増加に大いに寄与する。

このような ANDA の熱心な取り組みにより、スペイン政府の無償資金協力及び米州開発銀行(IDB)の資金が ANDA の本プロジェクトの拡大に利用されることを確認している。

2011年10月に実施された JICA 終了時評価調査により、本プロジェクトで実施した無収水、節電のパイロット事業において、事業収益の増加が確認された。上記計画(案)が ANDA の理事会に正式承認されたことにより、これらの計画が実行に移されれば、3年後には ANDA の事業収益は向上し、上位目標は達成されることが期待される。

### 3.1.2 ANDA の電力消費効率の向上

本プロジェクトにおいて、ANDA の年間電気料金の 96% を占めるポンプ運転電気料金を削減することを目標に活動を行った。

本プロジェクトで実施した節電対策のパイロット施設において、下記のように節電効果が確認された。

節電対策のパイロット施設の節電効果

No.	パイロット施設名、所在地	節電できた 月平均電力料金	節電対策手法
1	ANDA 本部ビル受変電施設 Centro Urbano Libertad, AMSS	1,223.83 US\$/月	力率改善コンデンサ設置
2	Caites del Diablo ポンプ場 Soyapango, AMSS	1,200.30 US\$/月	速度制御設備設置 (インバータ 200HP、他)
3	El Socorro ポンプ場 San Salvador	1,071.00 US\$/月	速度制御設備設置 (インバータ 100HP、他)
4	La Universitaria ポンプ場 San Salvador	675.70 US\$/月	ポンプの運用見直し (運転時間の短縮)

また、ラス・パバス浄水場において 2010 年 1 月まで実施した、ろ過池洗浄方法の見直し、ろ過池洗浄間隔の適正化により、若干ではあるが、年間 1,300 US\$ の節電効果が発現した。

さらに、(4.4.3) 項で後述するが、試算によれば、ラス・パバス浄水場内リオ・レンパ取水場の取水ポンプは、年間約 97,000 US\$、ラス・パバス系送水管 2 条化による送水ポンプは、年間約 1,760,000 US\$、ソナ・ノルテ系送水管 2 条化による送水ポンプは、年間約 277,000 US\$、の省エネルギー効果が期待される。

ANDA は、パイロット施設の節電効果の検証および水道施設改善試算に基づいて、節電計画(案)を策定し、以下の 8 つの節電プロジェクトを計画した。本表は表 4-52 に示しているものである。

節電計画(案)で策定された 8 つの節電プロジェクト

番号	節電プロジェクト	目的
1	Las Pavas 系および Zona Norte 系送水施設の改善	送水施設の省エネ対策
2	Las Pavas 浄水場の改善	浄水施設の省エネ対策
3	Traditional System の改善	ポンプ施設の省エネ対策
4	施設の力率の改善	浄水施設の力率改善
5	管理施設の節電	管理施設の省エネ対策
6	ANDA 職員の節電セミナーの受講	職員の省エネ意識向上
7	上水道施設への計測機器を設置(流量計、圧力計)	測定機器の拡充
8	配水区画のブロック化(無収水削減長期計画と連動)	24 時間給水、配水圧力の均てん化

このように、8つのプロジェクトが節電計画(案)に示されたスケジュールどおりに実施されれば、ANDAの電力消費効率が飛躍的に向上することが期待できる。

### 3.2 プロジェクト目標:ANDAの上水道施設維持管理能力が向上する

JICA終了時評価調査団の報告によれば、「無収水削減のパイロット地区(首都圏、中部支局)においては、無収水削減の成果が発現され、ANDAは無収水削減計画を拡大する計画を策定中であり、ANDAが2012年度の追加予算として確保した1,500万米ドルの一部には、無収水削減計画の拡大が含まれている。同様に節電活動を行ったパイロット活動においても、電力消費の効率改善が確認され、ANDA本部では、節電計画拡大のための計画予算案を作成済みである。以上より、プロジェクト終了時までには、プロジェクト目標が達成される見込みであると評価される。」と報告されている。

また、上位目標で述べたように、本プロジェクトで策定された「無収水削減マニュアル」、「節電マニュアル」及び「下水道整備計画策定マニュアル」が、ANDAの理事会で正式承認されたことにより、各マニュアルがANDAの上水道施設維持管理に十分に活用されることが期待される。「下水道整備計画策定マニュアル」については、すでに、8コミュニティの下水整備に活用されている。

プロジェクト目標は「ANDAの上水道施設維持管理能力が向上する」であり、この目標は以下の通り達成された。目標の達成状況をPDM指標に沿って示す。

#### 3.2.1 新たな配水管理区画の無収水削減計画の策定(実践的パイロット区画の活動終了後)

無収水削減対策長期計画(案)は、ANDA無収水削減マネージメントチームが主体となって策定され、3対象地域支局の新たな配水管理区画の無収水削減実施スケジュールが策定されている。無収水削減対策長期計画(案)は、無収水削減マニュアルと二人三脚的に相乗効果が期待できる。

「無収水削減マニュアル」は、ANDA無収水削減アクションチームが主体となって策定され、本プロジェクトのモデル区画及び実践的パイロット区画で実施した漏水発見調査、夜間最小流量調査とその配水量分析などの無収水削減に係る作業手順や費用対効果の評価方法を示している。

また、JICAからANDAへ供与された機材(電子音聴棒、金属探知機、金属管・ケーブル探知器、超音波流量計、音聴式漏水探知器、相関式漏水探知器)のマニュアル西語版もANDA無収水削減アクションチームによって作成され、有効活用されている。

これらの無収水削減対策長期計画(案)及び無収水削減マニュアルは、本プロジェクトのANDAチームがANDA職員を対象としたセミナーを実施した際、セミナーに参加した各支局職員へCD電子データベースで配布された。

に国家レベルの配水管理区画の無収水削減実施スケジュールを示す。

図 3-1 国家レベルの配水管理区画の無収水削減実施スケジュール



Plan a Largo Plazo para la Reducción del Agua no Facturada



Tabla B10.1 Cronograma de implementación de planes de acción a Largo Plazo para la Reducción del ANF

Planes de acción / Acciones			Departamento/ Sección Persona responsable	2011			2012			2013			2014			2015			2016				
				5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Políticas	B11	Desarrollo de políticas	Ejecutivos de ANDA	■																			
2. Objetivo de la reducción del ANF	B21	Establecimiento de metas de porcentaje futuro de ANF	Ejecutivos de ANDA, Director Técnico	■																			
3. Mejoramiento del sistema de medición	B31	Instalación de macro medidores																					
	B31-1	Identificación de ubicación de medición	Dpto. Producción de cada Regional																				
	B31-2	Adquisición de medidores	Ceja. Comercial para micromed., Gas Regionales para MacroMed.																				
	B31-3	Trabajos de instalación de medidores	Dpto. de Producción de cada Regional y Ceja. Comercial MicroMed.																				
	B31-4	Establecimiento de sistema de lectura/procesamiento de datos de medidores	Dpto. de Producción de cada Regional y Ceja. Comercial MicroMed.																				
4. Mejoramiento del sistema de informática	B41	Mejoramiento del sistema de informática (introducción del sistema GIS)																					
	B41-1	Toma de decisiones sobre la introducción del sistema GIS	Ejecutivos de ANDA, Director Técnico	■																			
	B41-2	Selección de consultor de GIS	Dirección Técnica																				
	B41-3	Recolección de información básica, inventario del sistema	Área de Patrimonio de cada Regional y Áreas de Catastro Técnico																				
	B42	Mejoramiento/actualización de base de datos de usuarios	B53-3																				
5. Reducción de pérdidas reales	B51	Reducción de fugas del sistema de transmisión																					
	B51-1	Estudio de fugas visibles	Unidad de Reducción de ANF de oficina regional (Cap. B9)																				
	B51-2	Estudio de balance de agua	Unidad de Reducción de ANF de oficina regional (Cap. B9)																				
	B51-3	Detección intensiva de fugas	Unidad de Reducción de ANF de oficina regional (Cap. B9)																				
	B51-4	Reemplazo de tuberías	Unidad de reducción de ANF -> Oficina regional																				
	B52	Reducción de fugas de reservorios																					
	B52-1	Estudio de fugas visibles	Unidad de Reducción de ANF de oficina regional (Cap. B9)																				
	B52-2	Revisión con válvula flotante	Unidad de Reducción de ANF de oficina regional (Cap. B9)																				
	B52-3	Investigación del nivel de agua	Unidad de Reducción de ANF de oficina regional (Cap. B9)																				
	B53	Reducción de fugas del sistema de distribución y conexiones domiciliarias (control activo de fugas)																					
B53-1	Establecimiento de ADM (Proceso continuo)	Unidad de Reducción de ANF de oficina regional (Cap. B9)																					
6. Reducción de pérdidas aparentes	B61	Eliminación de conexiones ilegales	B53-3																				
	B63	Capacitación de lectura de medidores	Recursos Humanos Central																				
	B65	Capacitación de Fontaneros	Recursos Humanos Central																				
	B66	Reemplazo periódico de medidores	Área Comercial																				
	B72	Establecimiento de ADM	B53																				
B73	Programa de reemplazo de tuberías	Gerencia Regional																					
7. Medidas preventivas para la reducción del ANF	B76	Mejorar el procedimiento de transferencia del sistema de los urbanizadores privados																					
	B76-1	Mejorar procedimientos legales	Dept. legal																				
B76-2	Establecer criterios de diseño y especificaciones técnicas para urbanizadores privados	Ingeniería y diseño																					
8. Relaciones públicas	B82	Planificación de actividades de relaciones públicas, en relación a actividades de ADM	Unidad de reducción de ANF																				
	B83	Establecimiento de "línea de emergencias de fugas"	Gerencia Comercial																				
9. Mejoramiento organizacional	B91	Establecimiento de unidad central de control de ANF	Dirección Técnica																				
	B91	Establecimiento de unidad de reducción de ANF en las respectivas oficinas regionales	Gerencia Regional																				
	B93	Adquisición de vehículo necesario, equipo para unidades: Central de control y Red. de ANF	Dirección Técnica																				

### 3.2.2 対象地域支局による無収水削減計画に沿った予算案の作成

無収水削減対策長期計画(案)には、3 対象地域支局の新たな配水管理区画の無収水削減計画に沿った予算案が策定されている。

無収水削減事業は、短期間で達成できるものではなく、また、GIS 導入や CAD 送配水管網図管理などの管理費、老朽管更新費や漏水工事費、維持管理用バルブやマクロメータ購入費と設置費などの多額の費用が必要な事業である。

国家レベルの配水管理区画の無収水削減実施計画予算案を図 3-2 に示す。

図 3-2 国家レベルの配水管理区画の無収水削減実施計画予算案



Plan a Largo Plazo para la Reducción del Agua no Facturada



Tabla B10.2 Cronograma de desembolso de actividades

PLAN A LARGO PLAZO PARA EL MANEJO EN LA REDUCCION DE ANF. A NIVEL NACIONAL.									
Cronograma de Actividades, Avance físico y financiero anual.									
Planes de acción / Acciones	Costos totales	Desembolso						Observaciones	
		2011	2012	2013	2014	2015	2016		
1. Políticas	B11	Desarrollo de políticas	Sin costo						
2. Objetivo de la reducción del ANF	B21	Establecimiento de metas de porcentaje futuro de ANF	Sin costo						
3. Mejoramiento del sistema de medición	B31	Instalación de macro medidores	Sin costo						
	B31-1	Identificación de ubicación de medición	Sin costo						
	B31-2	Adquisición de medidores	7,805,404	0	3,773,937	4,031,467	0	0	0
				100%	48.4%	51.6%	0.0%		
	B31-3	Trabajos de instalación de medidores	2,662,479	0	266,248	2,396,231	0	0	0
				100%	10%	90%	0.0%	0%	
	B31-4	Establecimiento de sistema de lectura/procesamiento de datos de medidores	10,000	0	0	10,000	0		
				100%		100%	0.0%		
	B32	Arreglos legales (pertenencia de micro medidores)	Sin costo						
	B33	Arreglos legales (reemplazo periódico de micro medidores)	Sin costo						
4. Mejoramiento del sistema de informática	B41	Mejoramiento del sistema de informática (introducción del sistema GIS)	Sin costo						
	B41-1	Toma de decisiones sobre la introducción del sistema GIS	Sin costo						
	B41-2	Selección de consultor de GIS	3,627,000	0	906,750	1,813,500	906,750	0	0
				100%	25%	50%	25%		
B41-3	Rcolección de información básica, inventario del sistema	450,000	0	90,000	225,000	135,000	0	0	
			100%	20%	50%	30%			
B42	Mejoramiento/actualización de base de datos de usuarios	Sin costo							
5. Reducción de pérdidas reales	B51	Reducción de fugas del sistema de transmisión	Sin costo						
	B51-1	Estudio de fugas viables	15,300	0	15,300	0	0	0	0
				100%	100.0%	0.0%	0%		
	B51-2	Estudio de balance de agua	150,000	0	0	37,500	112,500	0	0
				100%	0.0%	25.0%	75%	0%	
	B51-3	Detección intensiva de fugas	76,500	0	76,500	0	0	0	0
				100%	100%	0%	0%		
	B51-4	Reemplazo de tuberías	2,040,000	0	0	1,020,000	1,020,000	0	0
				100%	0.0%	50.0%	50%	0%	0%
	B52	Reducción de fugas de reservorios	Sin costo						
	B52-1	Estudio de fugas viables	6,243	0	6,243	0	0	0	0
				100%	100%				
	B52-2	Revisión con válvula flotante	11,348	0	11,348	0	0	0	0
				100%	100%	0%			
B52-3	Investigación del nivel de agua	4,588	0	4,588	0	0	0	0	
			100%	100%	0%				
B53	Reducción de fugas del sistema de distribución y conexiones domiciliarias (control activo de fugas) incluye B53-1, 2 y 3.	110,100,000	0	0	6,575,062	6,575,062	6,575,062	6,575,062	CONTINUA \$83,799,752,0
			24%		6%	6%	6%	6%	
B53-1	Establecimiento de ADM	Sin costo							
B53-2	Programación de actividades de ADM	Sin costo							
B53-3	Implementación de actividades de ADM	Sin costo							
6. Reducción de pérdidas aparentes	B61	Eliminación de conexiones ilegales	Sin costo						
	B62	Estudio de hogares	Sin costo						
	B63	Capacitación de lectura de medidores	12,000	0	12,000	0	0	0	0
				100%	100%				
	B64	Mejorar el estándar de instalación de conexiones domiciliarias	0	0	0	0	0	0	0
				0%	0%				
	B65	Capacitación de Fontaneros	25,000	0	25,000	0	0	0	0
			100%	100%					
B66	Reemplazo periódico de medidores	150,000	0	0	375,000	750,000	375,000	0	
			100%		25%	50%	25%		
B67	Establecimiento de taller de mantenimiento de medidores	150,000	0	0	375,000	750,000	375,000	0	
			100%		25%	50%	25%		
7. Medidas preventivas para la reducción del ANF	B71	Revisión de sistema de zonificación	Sin costo						
	B72	Establecimiento de ADM	Sin costo						
	B73	Programa de reemplazo de tuberías	107,936,000	0	0	4,598,074	4,598,074	4,598,074	4,598,074
				17%	0%	4.26%	4.26%	4.26%	4.26%
	B74	Mejoramiento de instalación de conexiones domiciliarias	Sin costo						
	B75	Inventario de sistema existente (planos, lista de líneas de tuberías)	Sin costo						
	B76	Mejorar el procedimiento de transferencia del sistema de los urbanizadores privados	Sin costo						
B76-1	Mejorar procedimientos legales	Sin costo							
B76-2	Establecer criterios de diseño y especificaciones técnicas para urbanizadores privados	Sin costo							
B76-3	Establecer sistema de inspección de ANDA durante la construcción y al tiempo de la transferencia	Sin costo							
8. Relaciones públicas	B81	Planificación de actividades de relaciones públicas, nivel nacional	Sin costo						
	B82	Planificación de actividades de relaciones públicas, en relación a actividades de ADM	Sin costo						
	B83	Establecimiento de "línea de emergencia de fugas"	30,000	0	30,000	0	0	0	0
			100%	100%					
9. Mejoramiento organizacional	B91	Establecimiento de unidad de control de ANF	107,000	0	107,000	0	0	0	0
				100%	100%				
	B92	Establecimiento de unidad de reducción de ANF en las respectivas oficinas regionales	225,000	0	225,000	0	0	0	0
			100%	100%					
B93	Adquisición de vehículo necesario, equipo para unidades de control y reducción de ANF	431,700	0	431,700	0	0	0	0	
			100%	100%					
			237,215,561	0	5,981,613	21,071,833	14,097,386	11,548,136	11,173,136

En 25 años se pretende tener sistemas sectorizados y tuberías reemplazadas, con macro y micromedición al 100%, el índice de ANF alcanzaría un 25%.

### 3.2.3 ANDA 本部による上水道施設の節電計画に沿った予算案の作成

上位目標で述べた節電計画(案)で計画した 8 つの節電プロジェクトの予算案を以下に示す。  
ANANDA 本部による本計画の予算案に沿った事業が展開されようとしているところである。

No.	Proyectos	Cantidad de la Inversión	Año						Total
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	
		\$ 120,083,359.2	6.9%	9.1%	34.5%	20.9%	14.3%	2.4%	100.0%
			\$ 8,296,627	\$ 10,931,095	\$ 41,435,396	\$ 25,087,352	\$ 17,190,468	\$ 2,829,159	\$ 120,083,359
1	Sistema Las Pavas (EB1, EB2, EB3)	\$ 71,910,260							
	Sistema Zona Norte	\$ 14,789,500							
2	Planta Potabilizadora Las Pavas (Bocatoma y Filtro)	\$ 4,100,000							
3	Sistema Tradicional	\$ 2,169,484.26							
4	Mejoras en Factor de Potencia	\$ 182,713							
5	Mejoramiento de Oficinas Administrativas	\$ 92,972							
6	Programa de Capacitaciones	\$ 38,640.00							
7	Mejoras en Medición	\$ 775,675.00							
8	Sectorización de Red de Distribución	\$ 26,024,114.91							

本表は表 4-54 に示しているものである。

また、「節電マニュアル」は、ANANDA 節電対策チームが主体となって策定され、4 箇所のパイロット施設(力率改善、ポンプ速度制御、ポンプ運用見直し)で得られた節電効果の検証結果、節電対策活動で得られた知見に基づいた節電対策方法を示している。

これらの節電計画(案)及び節電マニュアルは、本プロジェクトの ANDA チームが ANDA 職員を対象としたセミナーを実施した際、セミナーに参加した全国各支局職員へ CD 電子データベースで配布された。

### 3.3 成果 1: ANDA の無収水削減技術が向上する

成果 1 の成果は「ANDA の無収水削減技術能力が向上する」であり、この成果は以下の通り達成された。成果の達成状況を PDM 指標に沿って示す。

#### 3.3.1 モデル区画における無収水率の削減

活動に先立ち、ANDA 側において 3 支局(首都圏、中部、西部)に無収水削減アクションチームが設立された。無収水削減対策は ANDA にとってほぼ初めての経験であり、無収水の基礎、活動の方法論の研修から活動は開始された。

モデル区画では理想的な活動方法の実施、さらに初めての経験ということで、当初は活動に遅れが出るなどのこともあったが、モデル区画の活動を通して、無収水の基礎から、現場での活動内容、機器の操作方法、活動結果の評価まで一連の無収水削減技術の基礎を習得することができた。

残念ながら、当初の数値目標であった、無収水率を 50%削減するレベルにまでは至らなかったが、技術の習得という観点からは、十分当初期待されていた成果が達成された。

中間評価時点で、モデル区画での結果を受けて、継続して実施されるパイロット区画での無収水率削減目標は 35%削減と決定された。

#### 3.3.2 実践的パイロット区画における無収水率の削減

モデル区画においては、理想的な無収水削減活動が日本人専門家から紹介され、それに基づいて活動が実施された。実践的パイロット区画における作業開始時においては、モデル区画における理想的な活動方法を如何に修正し、エルサルバドル国でより現実的に適用できる方法論とするかを議論するところから開始された。

カウンターパートの意見としては、理想的な方法論は今後エルサルバドルで無収水削減活動を実施して行くうえでなんら困難な部分はないと言う結論となり、パイロット区画においてもモデル区画と同様の活動方法が採用されることとなった。

モデル区画では活動の順序、スケジュール、内容についてすべて日本人専門家の指示に従って実施するという形態であったが、パイロット区画における作業においては、ANDA カウンターパートが活動のイニシアチブを取り、自主的に活動を推進していった。

その結果として、中間評価時に設定されたパイロット区画における無収水率の削減率 35%を大きく超えて達成することができた。

### 3.3.3 その他の達成事項

#### 無収水削減技術能力の向上

上述のとおり、モデル区画においては無収水削減率において、数値目標には達しなかったが、実践的パイロット区画では数値目標も十分に達成された。

しかし、これら数値目標を達成した以上に本来の成果である「無収水削減技術能力の向上」が重要である。これまで ANDA では漏水が発見され、その通報を受けて修理を行うと言う受動的な漏水対策が主であった。本プロジェクトでは、区画を整備し、その区画において各給水栓の整備、漏水音探査、夜間漏水調査、漏水修理、一連の活動の費用対効果分析という全ての活動を行った。これらの活動は極限られた、モデル区画あるいは実践的モデル区画で実施されたにすぎないが、これまで受動的な体制であった ANDA が、漏水を調査、発見して修理するという、初めて能動的な漏水防止対策に歩を進めたことは大きな意義がある。また、物理的な漏水だけでなく、各給水栓を調査し、不具合のある給水栓水道メータは全て取り替えられ、これらの活動により定額料金であったものが、きちんと従量制による水道料金体制に移行することができ、無収水率削減にも大きく貢献したと言える。

さらに、これらの活動の経験をもとに、一連の活動内容、注意点、必要な機器や器具などを体系的にまとめたマニュアルをカウンターパート自身でまとめる事ができたことは、彼らが無収水削減技術を体得できた証左とも言える。

#### 住民啓発活動の実施

第 2 年次における住民啓発活動は、NRW 削減アクション・チームが活動を行うモデル区画の住民を対象として、活動内容や、活動スケジュールを知らせるもので、比較的限定的な住民啓発活動であった。第 3 年次においても、実践的パイロット区画において NRW 削減アクション・チームが 2 年次と同様な住民啓発活動を実施することから、区画住民に対して活動内容や、活動スケジュールを知らせる住民啓発活動を継続して実施した。特に、区画分離のための断水を伴う仕切り弁設置工事のお知らせ、夜間調査員がパイロット区画を巡回する夜間漏水調査実施のお知らせ等、前もって区画住民にチラシの配布、宣伝車の活用等によって広報活動が実施された。

さらに、第 3 年次においては、広報活動対象をパイロット区画の住民だけではなく、本技術協力プロジェクトの活動内容を広く知らせるための、さらに広報対象を広げた住民啓発活動を実施した。

また、NRW 削減活動対象の 3 支局の広報担当者及び ANDA 本部のコミュニケーション局が中心となって、プロジェクト・パンフレット、略称、ロゴを作成した。2010 年 7 月上旬にパンフレット案(略称及びロゴを含む)が ANDA により作成され、JICA エルサルバドル事務所にコメントを依頼した。その後関係者の意見等も取り入れ、2010 年 11 月にパンフレットを印刷し、モデル区画、パイロット区画住民に配布するとともに、ANDA の水道料金窓口等に配置して、自由に閲覧できるようにした。

そして、後述のパイロット区画でのセレモニーの際等に、プレス関係にも配布した。

さらに、プロジェクト・チーム・メンバーが着用する、ポロシャツを作成した。背中部分には「Mas eficiencia, Mas agua para todos」（より効率を改善することで、より多くの人々へ水を）と記されている。無取水削減や節電という本技術協力プロジェクトの目標は、ANDA の財務状況改善につながるものであり、あまり市民や顧客に直結しにくいものだと取られがちである。しかし、効率を改善（無取水削減や節電によって）することにより、ANDA の財務状況が改善し、これによって維持管理状況が改善し、ひいては配水量の増加、顧客サービスの改善につながることになる。よって、このANDAの取り組みを広く市民に伝えるために、ANDA 及び JICA 事務所とも協議を行いながらウェアが作成された。

以下に、作成されたプロジェクト・パンフレット(レターサイズ、三つ折り)とポロシャツ図柄を示す。



### 3.4 成果 2: ANDA の無収水削減計画策定能力が向上する

成果 2 の成果は「ANDA の無収水削減計画策定能力が向上する」であり、この成果は以下の通り達成された。成果の達成状況を PDM 指標に沿って示す。

#### 3.4.1 無収水削減対策長期計画(案)の策定

プロジェクト期間全体を通しての研修、無収水削減アクションチームの現場視察や意見交換等を通して、最終的にカウンターパート自身によって、無収水削減長期計画(案)が策定された。研修を通じて、無収水削減のための様々な方策や、アイデアがカウンターパートによって出されてくるが、それらを体系的に整理し、具体的な活動として計画していく過程で、計画策定能力はかなり向上された。

#### 3.4.2 その他の達成事項

##### 初の配水量分析

IWA の配水量分析の定義について研修し、学んだことを基礎として、チーム・メンバー独自で、現状の ANDA の対象 3 支局および ANDA 全体での配水量分析を試みた。これにより、各支局、並びに ANDA 全体での無収水率の計算も行われた。これら配水量分析の基礎となるデータは ANDA の年報を参照している。しかし、既存施設における計量設備が貧弱であることから、水量データの信頼性は必ずしも高くない。多くの水の生産拠点で水量が計量されていないことから、想定データもかなり含まれている。

これらのデータを元に配水量分析を実施していることから、おのずとその精度には疑問が残るが、少なくともこれら配水量分析を行い、無収水率を明らかにしようとする試みは ANDA においても初めてのことであり、大きな一歩、成果であると評価できる。

##### 具体的根拠に基づいた計画策定

計画策定は将来の活動予定を示すものであり、比較的根拠薄弱でも計画として形成することは可能である。しかし、実際にその計画が実施されるためには、計画内容(項目、実施時期、費用等)がしっかりとした根拠に裏打ちされている必要がある。

計画策定の段階では常に、何故その活動にそれだけの時間がかかるのか、何故その活動の費用がその金額で見積もられたのか、という観点から、根拠を明確して行くことに努めた。

このような過程を経ることで、カウンターパートはただ漠然と計画を練るのではなく、様々なデータを基に、計算を積み上げながら、計画を策定していく過程を習得して行った。

### 3.5 成果 3: ANDA の節電計画策定能力が強化される

成果 3 の成果は「ANDA の節電計画策定能力が強化される」であり、この成果は以下の通り達成さ

れた。成果の達成状況を PDM 指標に沿って示す。

### 3.5.1 パイロット施設における電力消費量の削減

パイロット施設での活動を通じ、カウンターパートは節電対策の計画手法、実施方法、効果の分析方法などを習得した。

「電力消費量の削減＝電力使用料支払額の削減」として目に見える形で活動の効果が現れることがカウンターパートにとって非常に分かり易く、プロジェクト活動に対し高いインセンティブを与える“追い風”となった。

表 3-1 パイロット施設の活動を通じて得られた成果

項目	プロジェクト実施前の状況	プロジェクト実施後の状況
節電に対する理解・認識	上水道施設の電力消費量に対するコスト意識が低かった	上水道施設の電力消費量に対するコスト削減意識が向上した。
電力消費量の測定・分析手法	電力消費量の指標 (kWh/m <sup>3</sup> ) を作成していなかった	携行機材として供与した電力測定機器とポータブル流量計を使用し、上水道施設の電力使用状況が詳細に把握できるようになった。
		電力消費量の指標 (kWh/m <sup>3</sup> ) を作成し、評価するようになった。指標として「目に見える化」することにより、節電対策を施す施設の優先順位設定が容易になった。
節電対策手法の習得	節電対策手法の知識が少なく、節電対策の計画・実施経験が乏しかった	節電対策手法を習得すると共に、節電対策の計画・実施経験を得た。
		<b>【力率改善コンデンサ】</b> ANDA で採用実績の無い「自動力率調整装置」を適用した力率改善手法を習得した。(ANDA 本部受変電施設)
		<b>【インバータを利用したポンプ速度制御】</b> ANDA で採用実績の無いインバータを利用したポンプ速度制御手法を習得した。 専門家が主導して実施する模範的なパイロット施設 (Caites del Diablo ポンプ場) と、カウンターパートが主導して実施する

		実践的なパイロット施設 (El Soccoro ポンプ場) を設けることで、より効果的にノウハウを習得した。
		<b>【施設運用の見直しによる節電】</b> 設備投資費用を必要としない施設の運用方法の見直しによる節電手法を習得した。(La Universitaria ポンプ場)

### 3.5.2 既存上水道施設の節電計画(案)の策定

プロジェクト活動を通じて習得した節電対策手法とその実施経験を基に、ANDA にとって初めてとなる「節電計画(案)」が策定された。ANDA 外部の援助機関やコンサルタントが作成したものではなく、ANDA の一般職員が策定したことに大いに意義があると言える。特に「現状分析→対策立案→費用対効果検証→実施予算算出→計画書として取りまとめ→ANDA 内部承認」といった節電計画(案)の一連の策定プロセスを経験したことが、カウンターパートの計画策定能力の向上に一層効果的であった。

エルサルバドル国の総電力消費量の 1 割を占めると言われる ANDA の電力使用状況を改善すべく、複数の援助機関が ANDA の節電対策へ支援を申し入れている。これら援助機関の支援申し入れに対し、ANDA は節電計画(案)を基に支援内容を提案し、協議を行っており、これもプロジェクトの成果が発現した事例と言える。

表 3-2 節電計画(案)の作成を通じて得られた成果

項目	プロジェクト実施前の状況	プロジェクト実施後の状況
節電対策の取り組み	電力消費量を削減する取り組みがなされていない	電力消費量を計画的に削減する目的で、節電計画(案)が策定された。
プロジェクトの計画・立案・実施	ANDA 職員による節電計画策定が困難な状況	現状分析を基に節電対策の対象施設を選定できる。
		選定した施設の状況を踏まえ、適用する節電対策手法を選定できる
		プロジェクトの計画策定にあたり、費用対効果(節電効果)を検証し、プロジェクトの実施是非を判断できる
		策定したプロジェクト計画を、計画書に取りまとめ、ANDA 内部の協議・審議を経て承認を得ることができる

### 3.5.3 節電マニュアルの作成

マニュアル作成のうえで、作成するチーム構成が重要であったが、ANDA は当初からその重要性を認識しており、ANDA 本部および首都圏支局から、広範囲にチームメンバーを選任した。各年次にメンバーの変更が若干あったが、主要メンバーが維持され、節電対策マニュアル策定において十分な技術移転ができた。その結果、策定された節電対策マニュアルは今後十分に活用され、さらに内容を充実させていくと思われる。

節電対策チームは、パイロット施設での経験により、水道施設における節電対策として、受電に係る対策、機器自体の性能に係る対策、送配水システムに係る対策、維持管理に係る対策を系統立てて検討し、マニュアル化することができた。

具体的には、受電に係る対策として需要変動の大きな本部ビルの力率の改善による電気料金の削減、機器自体の性能に係る対策として配水ポンプ場のインバータ設置による一定配水圧の制御による節電、送配水システムに係る対策として管網解析による適正管径でないことによるポンプ揚程の上昇による電力消費の確認およびブロック境界の見直し等による低水圧区域の改善における節電対策の可能性の確認、維持管理に係る対策として Las Pavas 浄水場のろ過池洗浄方法の改善による節電、などである。

策定された節電対策マニュアルを ANDA 全支局の職員に広く浸透させることが重要である。ANDA はその内容を説明するセミナーを 2011 年 9 月及び 11 月に開催しており、今後もワークショップ／セミナーを開催して広く ANDA 内部で活用されていくと思われる。

### 3.5.4 その他の達成事項

Las Pavas 系、Zona Norte 系の取水施設からサンサルバドル市内の配水池までの配管系統図(フローシート)が更新された。

本プロジェクトにおいて、「AutoCAD civil3D 2009」1 ライセンスと「WaterGEMS V8i」1 ライセンスを新たに供与し、このフローシートに基づいた送配水系等の管網解析を行えるようになった。本プロジェクトでは、Las Pavas 系の取水施設からサンサルバドル市内の最初の配水池(Tarminal Store Tanks)までと、Zona Norte 系の深井戸群からサンサルバドル市内の最初の配水池(San Ramon A)までの2系統について管網解析を行った。また、Altavista 給水地区を対象とした配水ブロック化検討のための配水管網解析も実施した。

現在、サンサルバドル市内送水系および配水系の管網解析の活動も継続されており、今後、無取水対策や節電対策の視点から、送水管網や配水管網および配水ブロック化の改善が推進されると思われる。

また、本プロジェクトにおいて新たに供与されたポータブル式超音波流量計 3 台とポータブル式電力計測器(力率計) 10 台を活用し、これまで測定できなかった配水ポンプ場における精度の高い

流量測定や電力測定が可能となり、節電対策のための消費電力実態が把握できるようになった。節電計画(案)に計画されている配水ポンプ場のインバータ設置による節電対策を計画する上で必須となる調査である。

### 3.6 成果 4: ANDA の下水道整備計画策定能力が開発される

成果 4 の成果は「ANDA の下水道整備計画策定能力が開発される」であり、この成果は以下の通り達成された。成果の達成状況を PDM 指標に沿って示す。

#### 3.6.1 下水道施設整備計画策定マニュアルの作成

本プロジェクトの成果として、「下水道施設整備計画策定マニュアル」が ANDA プロジェクト・チーム・メンバーにより作成され、期待された成果は達成された。本プロジェクトの成果として、「下水道施設整備計画策定マニュアル」が ANDA プロジェクト・チーム・メンバーにより作成され、期待された成果は達成された。マニュアルは計画策定上基本的な人口予測、下水量予測から始まり、施設計画を策定する上での、処理方式選定等についても包含しており、下水道施設整備計画を策定する上で、総合的に参照できるマニュアルとなった。

ANDA には下水道関連技術者の人数が非常に限られているが、プロジェクト・チーム・メンバーの積極的な関与により、非常に短期間ながらマニュアルを作成することができた。

#### 3.6.2 その他の達成事項

これまで、ANDA では水道事業が主な業務であり、下水道事業は付帯的な事業という扱いであったような状況である。ANDA 本部内部に下水道担当の部局はなく、各支局事務所で管渠の清掃を必要に応じて実施する程度の活動状況からも、下水道に関して組織的、体系的な取り組みは行われて来なかった。

本プロジェクトにおいて、ANDA 内部で下水道に係る技術者が集まってマニュアルを作成し、その過程が月例進捗ミーティングなどでも発表され、ANDA 内部で共有されてきた。さらに、マニュアルの内容についてもセミナーを開催し、広く ANDA 職員に説明が行われた。これらの事により、ANDA の組織として、また、多くの職員が下水道に関する認識が強化されたことは大きな成果であった。

2009年12月の水道料金に改定に伴い、下水道料金も徴収されることとなり、今後一層下水道に関する体制が ANDA 内部で強化されてくることが期待され、本下水道施設整備計画策定マニュアルもその一助となる。

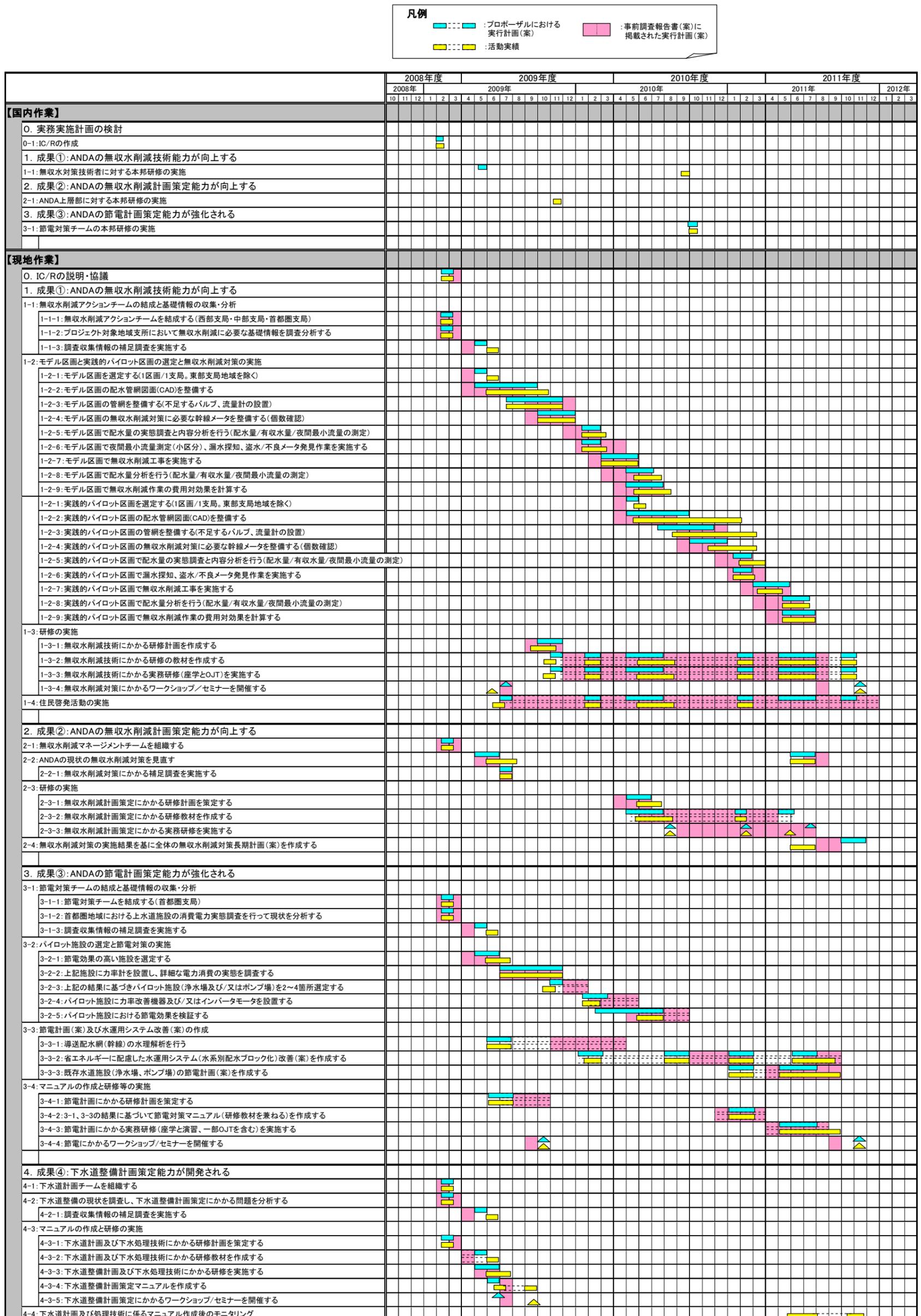
## 4 プロジェクト活動実績及び投入実績

### 4.1 プロジェクト活動実績

本プロジェクトの実施期間は 2009 年 1 月から 2011 年 11 月までの 3 年間とされた。本プロジェクトは 4 年次に分かれており、各年次の主な活動計画及び活動実績は図 4-1 に示すとおりである。この活動計画(PO : Plan of Operation)は 2008 年 7 月 15 日に JICA と ANDA の間で署名された議事録に含まれていた PO に基づき作成された。

作成した活動計画に基づいて、本プロジェクトの活動を実施した。

図 4-1 プロジェクト活動計画及び活動実績



## 4.2 「成果 1: ANDA の無収水削減技術が向上する」に係る活動実績

### 4.2.1 第 1 年次における活動実績

- 1) 対象 3 支局に無収水削減アクションチームを結成  
首都圏支局、中部支局、西部支局ともに、それぞれの支局長をリーダーとして NRW 技術者、アシスタント技術者、CAD オペレータ、料金徴収担当、顧客担当、工事監督、配管工等によりチームが結成された。
- 2) 対象 3 支局の管網状況が把握  
対象 3 支局の管網状況についてヒアリング等を通して、状況が把握された。管網そのものの状況に加え、それらの図面整備状況等が把握された。
- 3) 無収水等の状況について  
3 支局とも、配水池の流出側に流量計が設置されていないため、正確な配水量は計測されていない。そのため、ポンプの運転時間から無収水率および漏水率を推定している。3 支局とも布設年度の古い地域に盗水の問題を抱えている。配水管に不法に給水管を接続して給水する方法が最も多く、ANDA は家族構成と月の使用量などから盗水の可能性を調べている。

漏水修理は、地上から識別できる漏水を対象としているものがほとんどであり、地下漏水に対しては積極的に対処できていない。漏水は、石綿セメント管(ACP)と鋼管に多く、比較的新しい PVC 管路からの漏水は少ない。いずれの支局でも、コールセンターから漏水修理の連絡を受けると当日、もしくは翌日には、現場へ出向く体制をとっている。

### 4.2.2 第 2 年次における活動実績

第 2 年次の活動状況を下表に示す。

表 4-1 「無収水削減技術の向上」活動状況

PO 番号	第 2 年次の活動状況	活動実績
1-1-3	調査収集情報の補足調査を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>● モデル区画選定関連情報の収集</li> <li>● 機材調達に係る機材仕様情報の収集</li> <li>● 管網図等配管情報の収集</li> </ul>

1-2-1	モデル区画を選定する(1 区画/1 支局)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ANDA 側との協議、現地調査を経て、モデル区画を選定</li> <li>• 選定したモデル区画について、JICA 安全対策クラークと現地のセキュリティ状況について調査を実施</li> <li>• ANDA から JICA エルサルバドル事務所に対して選定したモデル区画について正式にレターで通知(7月28日付)</li> </ul>
1-2-2	モデル区画の配水管網図面(CAD)を整備する	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 各モデル区画の配水管網図面を取得</li> <li>• 管路状況を現地調査</li> <li>• 現地調査の結果によって修正した配水管網図面(CAD)を取得</li> </ul>
1-2-3	モデル区画の管網を整備する(不足するバルブ、流量計の設置)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• モデル区画において、管路位置、弁状況(位置および開閉動作)を確認</li> <li>• 不足するバルブ関連資機材の数量、仕様を JICA エルサルバドル事務所に連絡し、調達</li> <li>• 調達したバルブを必要な箇所に設置、また、支障のある故障バルブを撤去</li> <li>• 夜間最小流量を測定するための流量ピットを築造</li> <li>• 夜間最小流量測定(小区分):ステップ・テスト用小区分の分離確認調査を実施</li> </ul>
1-2-4	モデル区画の無収水削減対策に必要な幹線メータを整備する	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 各支局のモデル区画の流入地点に幹線(マクロ)メータを設置(2010年2月)</li> </ul>
1-2-5	モデル区画で配水量の実態調査と内容分析を行う(配水量/有収水量/夜間最小流量の測定)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 各モデル区画に検針水量データを取得、集計</li> <li>• 各モデル区画において2010年3月初旬より配水量の測定を開始(2010年5月まで)</li> <li>• 夜間最小流量を測定(2010年3月)</li> </ul>
1-2-6	モデル区画で夜間最小流量測定(小区分)、漏水探知、盗水/不良メータ発見作業を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 漏水探知、盗水/不良メータ発見作業を実施(2010年2月)</li> <li>• 夜間最小流量(小区分)を測定(2010年3月)</li> </ul>
1-2-7	モデル区画で無収水削減工事を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2010年4月に漏水箇所の修理工事を実施</li> </ul>
1-3-1	無収水削減技術にかかる研修計画を作成する	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 調査計画・工程など OJT として作成</li> </ul>
1-3-2	無収水削減技術にかかる研修の教材を作成する	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用機材の英文取り扱い説明書を西語に翻訳</li> <li>• 無収水削減技術の概要および手順が理解できる資料(ワークショップでも用いるパワーポイント資料)を作成</li> </ul>

1-3-3	無収水削減技術にかかる実務研修(座学とOJT)を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>• パワーポイント資料による無収水削減、漏水探知技術の基礎をワークショップにおいて説明・習得</li> <li>• ワorkshop及び現場で漏水探知に使用する機材の操作方法を説明・習得、また、モデル区画内において無収水削減技術のOJTを実施</li> </ul>
1-3-4	無収水削減対策にかかるワークショップ/セミナーを開催する	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2009年6月25日にワークショップを開催し、基礎技術について説明</li> <li>• 2009年10月28日にワークショップを開催し、モデル区画の概要、調査方法の全体的な計画を説明</li> <li>• 2010年2月5日にワークショップを開催し、具体的なモデル区画における漏水調査方法、使用機器について説明</li> </ul>
1-4	住民啓発活動の実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 9月25日 ANDA 広報セクション、各チームと合同ミーティングを開催、必要性を確認し、活動を開始</li> <li>• 調査毎に住民へのチラシなどの配布を実施</li> </ul>

2009年3月15日に「エ」国大統領選挙が実施され、野党側が勝利し、続く6月1日の組閣により新政権が発足した。大統領の任期は5年で連続再選が禁止されている。

この影響を ANDA も受け、1年次から2年次にかけて、ANDA の人事、組織は大きな変化が続いた。6月1日にそれまでの総裁 Sigifredo Ochoa Gomez 氏から、新総裁 Francisco Gómez 氏へと引き継がれた。さらに、この新組織発足から半年が経過した2010年1月4日にエルサルバドル大統領により ANDA の総裁が再度変更され、新総裁の Marco Antonio Fortín 氏へと引き継がれ現在に至っている。

2度にわたる総裁の交代に伴って、ダイレクタークラス、支局長レベルの人事異動が行われた。プロジェクトに関連する主な人事異動としては、テクニカル・ダイレクター、首都圏支局長の変更があった。この間、ANDA の職員が、2009年9月末日付で50名、12月31日付で100人規模の解雇があった。

1年次に結成された無収水削減アクション・チームは、ANDA の人事異動に伴いチーム・メンバーが一部変更された。中部支局、西部支局については、チーム・リーダーの変更により、候補地(モデル区画)の決定が2009年7月中旬まで遅れた。

#### 1) モデル区画の選定

JICA エルサルバドル事務所の情報によれば、「エ」国においては、武装集団による強盗、殺人、誘拐、ゆすり等の凶悪犯罪及び盗難、置き引き等の一般犯罪や性犯罪が国内各地で発生しており、特に「マラス」と呼ばれる犯罪組織が関連すると推測される殺人、誘拐、ゆすり等の凶悪犯罪が2009年に入って急増しており、深刻な社会問題になっていた。2009年の殺人発生件数(1月～8

月末までの平均)は11.5人/日となっており、2007年の9.9人/日、2008年の8.7人/日から急激に増えていた。また、人口10万人あたりの殺人発生率で比較すると日本の60倍以上にのぼり、世界的に有数の高い値となっていた。さらに、2011年には世界ワーストとなってしまった。

ANDA側と協議したモデル区画の候補地は、首都圏支局4地区、中部支局6地区、西部支局6地区であった。各地区を視察した後、JICA安全対策クラークとも候補地区のセキュリティ状況について協議を行った。

下表にモデル区画候補地を示す。

表 4-2 モデル区画候補地一覧表

No.	支局名	候補地区名	配水管延長(m)	給水戸数
1	首都圏 支局	Antiguo Cuscatlán	30,560	4,500
2		Bosques de La Paz	11,650	2,664
3		La Cima IV	8,280	1,250
4		Santa Tecla	11,930	2,380
1	中部支局	Cojutepeque	24,540	10,400
2		San Juan Talpa	9,120	700
3		Tonacatepeque	7,300	3,960
4		San José Guayabal	3,850	700
5		El Paraiso	8,560	1,500
6		Tejutepeque	2,530	650
1	西部支局	Texistepeque	12,525	1,500
2		Santa Ana (Colonia Lamatepec)	8,225	1,320
3		Santa Ana (Colonias Unidas)	8,000	1,200
4		Sonzacate	9,100	1,370
5		Santa Ana (Central)	4,700	800
6		Santa Ana (El Palmar)	4,100	700

モデル区画としての適性、及び、安全対策面も十分検討した後、モデル区画を決定した。

西部支局のモデル区画については、安全対策上なかなか想定通りの区画が選定できなかった。最終的に安全が確保されるとして、西部支局で選定された区画は他の支局に比べて小さな地域となっている。この地域は町の中心部であり、かなり非家庭給水栓(小売業や事務所等)が含まれていることから、給水栓調査がある程度進むまで、居住人口は不明の状況であった。漏水管理区画は3つ程度を想定した。

その後、ANDA側から選定したモデル区画について正式に承認を得た。選定したモデル区画は以下のとおりである

。

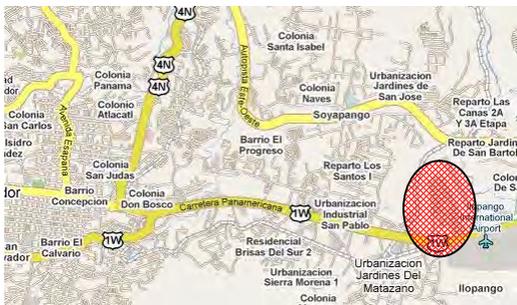
表 4-3 モデル区画一覧表

支局名	地区名	配水管延長(m)	給水戸数(戸)
首都圏支局	Ilopango 市 Bosques de La Paz 地区 (ボスケ・デ・ラ・パス地区)	11,650	2,664
中部支局	San salvador 県 Tonacatepeque 市(ト ナカテペケ市)	7,300	3,960
西部支局	Santa Ana 県 Santa Ana 市 Centro 地 区(サンタ・アナ・セントロ地区)	4,700	800

2) モデル区画の状況

**首都圏支局:Ilopango 市 Bosques de La Paz 地区**

サンサルバドル市の東部、軍事飛行場の西側に位置する住宅地域である。ラス・パパス (Las Pavas) 系統から配水されており 24 時間給水が可能、配水管延長 11,650m、給水戸数約 2,664 栓と区画サイズが選定基準に適合している。埋設管は、布設後 13 年程度、全てが PVC 管であるが、夜間に水圧が上昇することから漏水の発生事故が多い。また、一点から配水されているため区画の変更を伴わないことやほぼ平坦な地形でバルブ操作による水圧低下の影響は小さい。さらに、道路幅が広いこと住民の目が届きやすいことに加え、地区の入り口にはセキュリティーチェックがあるため治安上の問題はない。



モデル区画位置図



モデル区画全景



モデル区画内風景

\* 基図は Google による

**中部支局: San salvador 県 Tonacatepeque 市**

サンサルバドル市から 15km ほど東北部に位置する。配水タンクから自然流下方式によって市内全域に 24 時間給水されており、現状のシステムを変更することなく調査が可能であり、地形が平坦なことから水圧差も小さい。配水管延長約 7,300m、給水戸数 3,960 栓と選定基準よりサイズは小さいが、布設後 40 年以上経過した老朽管路の漏水問題も抱えており、中部支局が管轄する平均的な都市である。

JICA 安全対策クラークの調査では、警察の巡回が多いことや道路幅が広いなど一定の安全性が確保されている。しかし、近隣地域や山岳地域を通してサンサルバドルに向かう道路などは危険性が高いため、夜間の移動はしない。また、夜間調査時には、警察に警護を依頼するなど、安全に十分配慮した計画書の策定を指示された。



モデル区画位置図



モデル区画全景



配水池より区画を望む



配水池



市街地風景

\* 基図は Google による

**西部支局: Santa Ana 県 Santa Ana 市 Centro 地区**

エルサルバドル国、第 2 の都市 Santa Ana 市の中心に位置する商業地区である。井戸を水源としてポンプ加圧方式により 24 時間給水が可能である。平坦な地形や配水管口径が比較的大きいことから、バルブ操作による水圧低下の影響度は小さい。また、布設年度が 40 年以上経過している

ことから老朽管の漏水発生頻度は高い。さらに、警察署が市街地の中心にあり、巡回の重点地区でもあることから、一定の安全性が確保されている。

安全性の確保の観点からモデル区画を、配水管延長約 4,700m、給水戸数約 800 戸にスケールダウンした。



モデル区画位置図



モデル区画全景



モデル区画(北側)



モデル区画(南側)



モデル区画(東側)

\* 基図は Google による

### 3) 配水管網図面の整備

各モデル区画で管路、弁栓類の位置の確認調査を行った。既存の図面と現地の施設情報を調査し、情報が誤っている箇所については随時訂正することで管路情報の精度を上げた。修正された配水管網図面(CAD)を作成し、給水先顧客の戸番も併せて図示した。

### 4) 管網整備と区画分離確認調査

モデル区画を形成するにあたって不足するバルブ位置や流量計の設置箇所の確認調査を行った。区画内の既存バルブについては、弁内の状況及び機能を確認し、必要に応じて取り替えた。また、支障のある故障バルブを撤去した。



バルブチェックリストを作成



バルブを閉止



バルブの閉止を確認

整備された管網において、バルブの開閉によって、

- モデル区画全体が分離できるか
- モデル区画内のステップ・テスト用小区分が個別に分離できるか

という区画分離確認調査 (Isolation Check) を実施した。

なお、不備があった場合には該当するバルブを取り替えた。

また、流入地点に幹線(マクロ)メータを設置した。



#### 5) 配水量分析

配水量分析の精度を上げるために、メータの状況把握を目的としてモデル区画内のメータの実態調査を行った。顧客リストを基に、モデル区画内の設置メータに対して、作動メータ、故障メータ、未設置メータに分類する。併せて、タンクの設置状況や家族構成など水使用に関する情報の聞き取り調査を実施した。



顧客リストでチェック



メータの作動確認



水使用状況の聞き取り

また、各モデル区画の顧客全件について 2009 年 7 月、8 月、9 月の検針水量データを入手し、集計し、検針水量ベースの一日平均配水量(一戸当たり)などを算出した。

#### 6) 漏水調査

各モデル区画において以下の漏水調査 (ANDA 職員を技術指導) を実施した。

- 戸別音聴調査 (Acoustic Survey)
- 路面音聴調査 (Leak Detection Survey)
- 漏水位置確定調査 (Confirmation Survey)



モデル区画内の顧客の全戸について漏水・盗水等を発見するためにメータ部で戸別音聴調査を行った。



配水管における漏水を発見するためにモデル区画内の配水管全路線において路面音聴調査を実施した。夜間調査につき、ANDA のセキュリティ、市民警察(PNC)、軍の警備の下、十分に安全性を考慮して実施された。



路面音聴調査によって漏水の疑いのある箇所について、より詳細に位置を確認する漏水位置確定調査を実施した。

上記調査の結果、首都圏支局のモデル区画(Bosques de La Paz)においては 50 件以上、中部支

局のモデル区画(Tonacatepeque)においては70件以上の漏水箇所が発見された。

なお、調査中に発見された漏水箇所のうち、数件においては緊急を要するために修理せざるを得なかった。また、戸別調査においては少なからず不法接続(メータ無しの直接接続)や不良メータ(多くは70～80%の誤差)を発見した。

#### 7) 夜間最小流量調査

各モデル区画において夜間最小流量調査(MNF Survey)を実施した。併せて小区分についてステップ・テスト(小区分毎の夜間最小流量調査)も実施した。

### 4.2.3 第3年次における活動実績

表 4-4 「無収水削減技術の向上」活動状況

PO 番号	第3年次の活動状況	活動実績
1-2-7	モデル区画で無収水削減工事を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>2010年4月～5月に漏水箇所の修理工事を実施した。</li> </ul>
1-2-8	モデル区画で配水量分析を行う(配水量/有収水量/夜間最小流量の測定)	<ul style="list-style-type: none"> <li>2010年3月～5月にマクロメータにより配水量を測定した。</li> <li>2010年3月～5月の検針水量データを収集した。</li> <li>2010年3月の一回目に引き続き、5月に二回目の夜間最小流量調査を実施した。</li> <li>上記データに基づき配水量分析を行った。</li> </ul>
1-2-9	モデル区画で無収水削減作業の費用対効果を計算する	<ul style="list-style-type: none"> <li>上記配水量分析と収集したコストデータよりモデル区画での無収水削減作業の費用対効果を算定した。</li> <li>一連の費用対効果分析の流れを報告書にまとめC/Pに配付した。</li> </ul>
1-2-1	実践的パイロット区画を選定する(1区画/1支局。東部支局地域を除く)	<ul style="list-style-type: none"> <li>2010年7月、各支局において各アクション・チームが主体となって、実践的パイロット区画を選定した。</li> <li>選定したモデル区画について、JICA 安全対策クラークと現地のセキュリティ状況について調査を実施した。</li> <li>中部支局の San Rafael Sedros では、夜間調査の実施に際し、宿泊する施設を JICA 安全対策クラークとセキュリティ状況について確認した。</li> </ul>

1-2-2	実践的パイロット区画の配水管網図面(CAD)を整備する	<ul style="list-style-type: none"> <li>2010年7月～8月、管路状況を現地調査し、また、実践的パイロット区画の配水管網図面(紙・CAD)を整備した。</li> <li>バルブ、マクロメータピット、MNFピットなど追加された情報をCAD(西部支局、首都圏支局)、GIS(中部支局)でアップデートした。</li> </ul>
1-2-3	実践的パイロット区画の管網を整備する(不足するバルブ、流量計の設置)	<ul style="list-style-type: none"> <li>実践的パイロット区画において、管路位置、弁状況(位置および開閉動作)を確認した。</li> <li>不足するバルブ関連資機材の数量を積算し、仕様を設定した。</li> <li>JICAエルサルバドル事務所に連絡し、調達手続きを行った。</li> <li>資機材の納入が遅れたことに加え、ANDA側の内部手続きに時間が掛かった。7週間ほど遅れて設置工事が開始され、中部支局と首都圏支局では2月末に工事が完了した。</li> </ul>
1-2-4	実践的パイロット区画の無収水削減対策に必要な幹線メータを整備する(個数確認)	<ul style="list-style-type: none"> <li>JICA本部に連絡し、調達手続きを行った。</li> <li>調達したマクロメータ(幹線メータ)を実践的パイロット区画の流入点に設置した。</li> </ul>
1-2-5	実践的パイロット区画で配水量の実態調査と内容分析を行う(配水量/有収水量/夜間最小流量の測定)	<ul style="list-style-type: none"> <li>マクロメータで実践的パイロット区画の配水量を測定し、各戸の使用水量の総和から有収水量を4月中に集計した。</li> <li>実践的パイロット区画に設けた漏水管理区画で夜間最小流量を中部支局、首都圏支局では、2月末に測定した。西部支局では管網整備が完了次第測定された。</li> </ul>
1-2-6	実践的パイロット区画で漏水探知、盗水/不良メータ発見作業を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>各実践的パイロット区画で漏水の発見調査を実施した。</li> <li>区画内の顧客リストを作成し、メータの状態や盗水の状況を調査した。</li> </ul>
1-2-7	実践的パイロット区画で無収水削減工事を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>漏水箇所の修理工事や不良メータの取替え工事を3月中に着手する予定であった。</li> </ul>
1-3-2	無収水削減技術にかかる研修の教材を作成する	<ul style="list-style-type: none"> <li>各種使用機材(電子音聴棒、金属探知機、金属管・ケーブル探知器、超音波流量計、漏水探知器、相関式漏水探知器)のマニュアル西語版を作成した。</li> <li>アクションチームが主体となって、無収水削減に係る作業手順や費用対効果の評価方法を示したマニュアルの作成に着手した。</li> </ul>
1-3-3	無収水削減技術にかかる実務研修(座学とOJT)を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>2010年8月、漏水防止作業の手順、並びに上記マニュアルについて説明・研修を行った。</li> <li>実践的パイロット区画の選定作業、現地調査等を通して実務のOJTを実施した。</li> </ul>

1-4	住民啓発活動の実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民啓発活動については 3 支局の広報担当者及び ANDA 本部のコミュニケーション局が中心となって行うこととし、6 月 17 日に協議をもった。</li> <li>プロジェクトを紹介するパンフレットを作成し、併せて、プロジェクトの略称、ロゴ等も作成した。</li> <li>実践的パイロット区画でプロジェクトの活動内容を示した文書を全戸に配布し、住民の理解を求めた。</li> </ul>
-----	-----------	--

1) モデル区画における活動の評価

a. 夜間最小流量減少量と漏水削減量

夜間最小流量(MNF) 調査の結果をまとめたものを次図、表に示す。

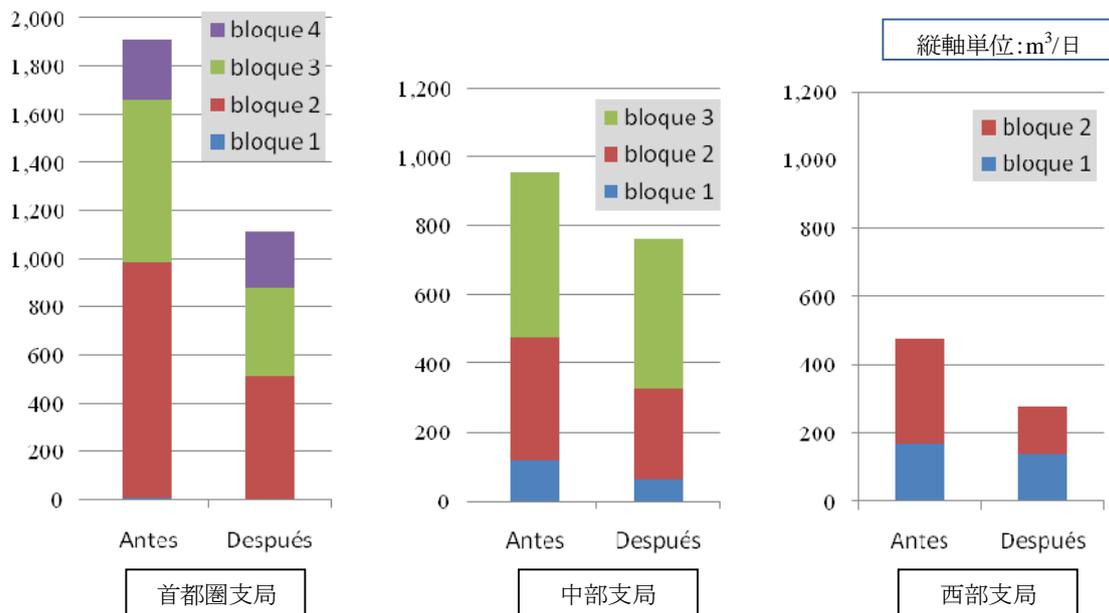


図 4-2 夜間最小流量

表 4-5 夜間最小流量減少量

支局	夜間最小流量(m³/日)		流量削減量(m³/日)	削減後レベル(%)
	活動前	活動後		
首都圏支局	1,909	1,112	797	58%
中部支局	953	765	188	80%
西部支局	475	277	198	58%
合計	3,337	2,154	1,183	65%

夜間最小流量(MNF)は各支局によってばらつきはあるが、全体として 65%に減少した。顧客の給水栓を閉止せずに調査していること、その調査時間帯(概ね、深夜 0:00~1:30)においても使用水

量があることを考慮すれば、漏水量は 6 割以下に減少しているといえる。

なお、2 回目調査時点においてもさらに漏水事故が発生しており、管路の老朽化が著しいことがうかがわれた。

b. 無収水削減量

マクロメータによるモデル区画全体の配水量と検針水量の集計結果より無収水量を推定すると、下表のとおりである。

表 4-6 無収水削減量

支局		区画流入水量 (m <sup>3</sup> /日)	有収水量 (m <sup>3</sup> /日)	無収水量 (m <sup>3</sup> /日)	無収率 (%)	無収水低減率 (%)
		a	b	c=a-b	c/a	c/c
首都圏支局	活動前	2,569	1,607	962	37%	41%
	活動後	2,145	1,683	462	22%	
中部支局	活動前	1,570	715	855	54%	28%
	活動後	1,256	763	493	39%	
西部支局	活動前	764	496	268	35%	26%
	活動後	684	509	175	26%	
全体	活動前	4,903	2,818	2,085	43%	35%
	活動後	4,085	2,955	1,130	28%	

無収水は 54%(1,130/2,085)と概ね半減し、無収水率も 35%低減した。

c. 漏水密度について

前項の無収水はその大半が漏水であるので、その結果をもとに管路延長から漏水密度を算定する。

表 4-7 漏水密度

支局	管路延長 km	活動前			活動後		
		漏水量 m <sup>3</sup> /日	漏水密度		漏水量 m <sup>3</sup> /日	漏水密度	
		m <sup>3</sup> /日	m <sup>3</sup> /day/km	L/min/km	m <sup>3</sup> /日	m <sup>3</sup> /day/km	L/min/km
首都圏支局	12.90	962	75	52	462	36	25
中部支局	10.53	855	81	56	493	47	33
西部支局	4.58	268	59	41	175	38	27
全体	28.01	2,085	74	52	1,130	40	28

漏水密度は上表のとおり、大いに改善されたと言えるが、本邦の水準から見れば漏水箇所修理後においてもやや高い水準にある。このことは、調査後においてもさらに漏水事故が発生していることから、管路の老朽化が著しいことの証左と言えよう。

d. メータ取替について

モデル区画において本調査で取替えた／設置したメータ数は下表のとおりである。

表 4-8 メータ取替数

支局	顧客数	メータ取換数
首都圏支局	2,608	708 (27%)
中部支局	1,254	435 (35%)
西部支局	539	220 (41%)

動作不良のものについては取替えた。さらに、多くのメータ無しの顧客には新規に設置した。その数は概ね 1/3 に達する。

#### e. 漏水箇所とその修理費用

本調査において発見／修理した漏水箇所は、下表のとおりである。

表 4-9 漏水箇所

支局	給水栓	配水管	弁	その他	合計
首都圏支局	42	6	2	1	51
中部支局	73	3	1	0	77
西部支局	39	0	0	1	40

大半が給水管であることが判る。

これの修理に要した経費は下表のとおりである。

表 4-10 漏水修理費用 (US\$)

支局	人件費及び 運搬費用	材料費	費用合計	漏水箇所当り 平均修理費用
首都圏支局	512.0	954.4	1,466.4	28.8
中部支局	1,111.3	268.9	1,380.2	17.9
西部支局	859.3	1,134.5	1,993.8	49.8
平均			1,613.5	32.2

支局によって状況が異なるため要した費用も異なっているが、平均すれば漏水修理一箇所につき 40ドル程度である。

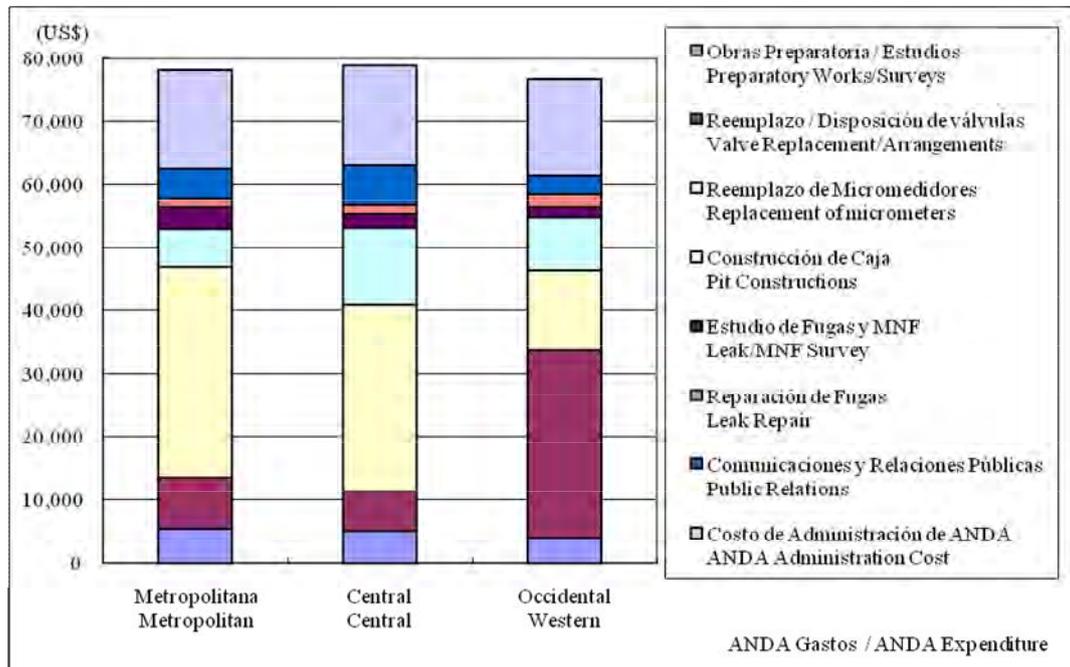
#### f. 調査に係る経費について

モデル区画における本調査に係る経費を集計すると次表のとおりであった。

表 4-11 モデル区画調査経費 (US\$)

支局	首都圏支局	中部支局	西部支局	合計	平均
<b>ANDA による支出</b>					
準備作業、調査	5,613	5,210	4,077	14,900	4,967
仕切り弁取り換え、整備	8,051	6,292	29,715	44,058	14,686
給水栓メータ取り換え	33,239	29,396	12,566	75,201	25,067
ピット建設	6,197	12,254	8,538	26,989	8,996
漏水、夜間最少流量測定調査	3,332	2,269	1,606	7,207	2,402
漏水修理	1,466	1,380	1,994	4,840	1,613
広報活動	4,633	6,286	2,979	13,898	4,633
ANDA 事務費用 (上記コストの 25%)	15,633	15,772	15,369	46,774	15,591
小計	<b>78,164</b>	<b>78,859</b>	<b>76,844</b>	<b>233,867</b>	<b>77,956</b>
<b>JICA による調達機材費用</b>					
仕切り弁及び付帯管材	21,743	15,442	29,721	66,906	22,302
マクロメータ	11,380	10,587	10,587	32,554	10,851
小計	<b>33,123</b>	<b>26,029</b>	<b>40,308</b>	<b>99,460</b>	<b>33,153</b>
合計	<b>111,287</b>	<b>104,888</b>	<b>117,152</b>	<b>333,327</b>	<b>111,109</b>

JICA 供与機材以外の ANDA 支出経費の内、最も高額であるのは顧客メータの取替え/設置、次はバルブの取替え/設置となっている。



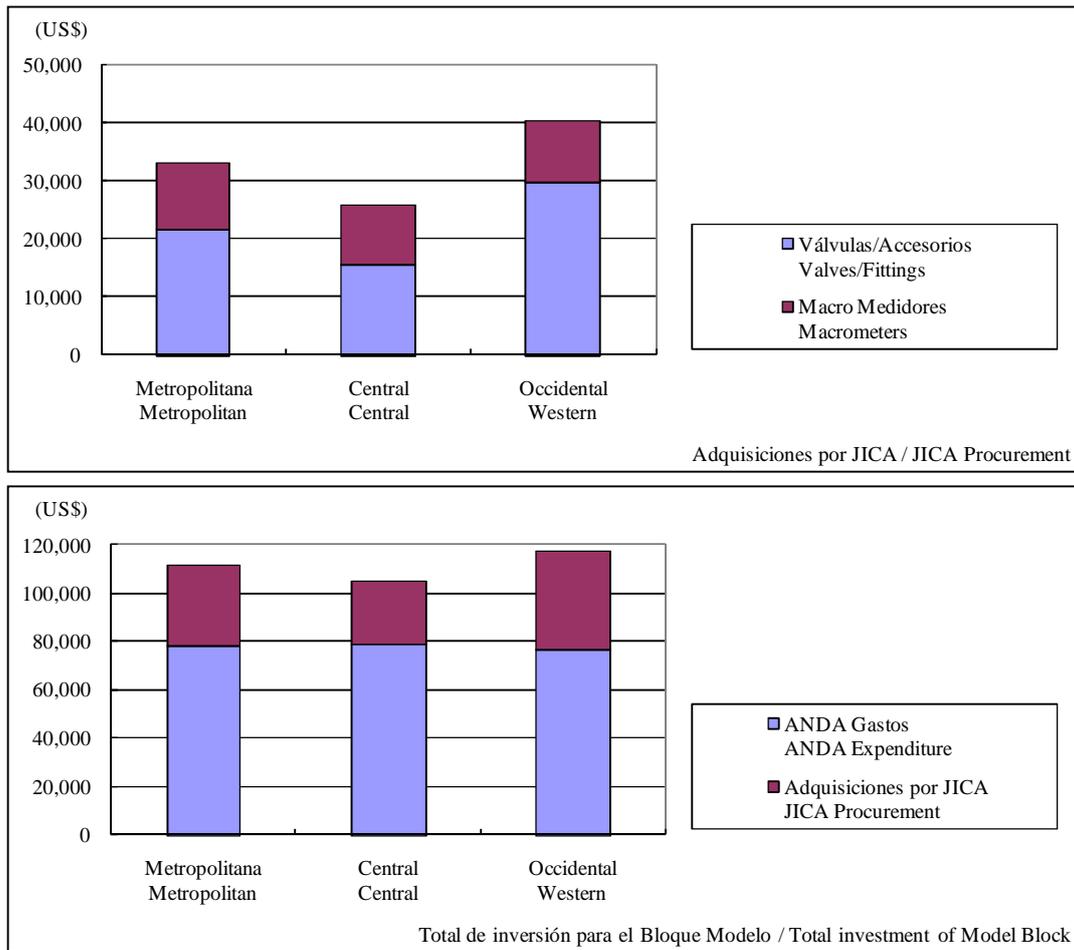


図 4-3 モデル区画調査経費

g. 費用対効果

本調査において減少させることができた漏水量に販売単価を掛けた金銭的利益と、それに要した経費を比較すると下表のとおりである。

表 4-12 費用対効果分析

便益・効果			
活動前無収水量	2,826	m <sup>3</sup> /日	a
活動後無収水量	1,643	m <sup>3</sup> /日	b
削減無収水量	1,183	m <sup>3</sup> /日	c=a-b
水単価	0.21	US\$/m <sup>3</sup>	d
削減無収水量相当水料金	248	US\$/日	e=c x d
費用			
投入費用合計	333,327	US\$	f
費用回収			
費用回収日数	1,342	日	g=f/e
費用回収年数	3.7	年	g/365

\*水の給水(販売)単価 0.21ドル/m<sup>3</sup>は現在(2010年2月24日付)の10m<sup>3</sup>以上20m<sup>3</sup>までの使用量の場合の逓増料金単価で、最低の料金単価である。なお、10m<sup>3</sup>までの基本料金は2.29ドルである。

このように投資(本調査に要した経費)は最大でも 3.7 年で回収できることが判る。なお、以下の点にも留意する必要がある。

- 経費の中でメータの取替え・設置費用が最も大きな割合を示すが、本来この経費は日常の管理費用に含まれているべきであり、直接的な本調査の経費とは言えない。管路図作成等の準備作業についても本来管路の管理作業に含まれているべきである。多くの(締切り用などの)バルブが必要となったが、これらも対象となる区画内管路において本来設置されていて動作できる状態であるべきであり、管路の維持管理費用というべきである。
- マクロメータなど次の調査に転用できるものもある。
- 調査方法では、流量測定用のピット築造に比較的多くの経費を要している。対象とする区画内のブロック(小区画)の数を減少させることが出来れば、この経費をある程度削減できる。ひいては必要となるバルブの数も削減できる。
- 漏水削減量を金額ベースに変換するために掛けた単価は最低料金単価を使用したのが、これに給水単価や給水原価を使用すれば、回収年数はさらに短くなる。

今回、単純計算でも約 4 年弱で費用が回収されたことが判明した。しかし、区画設定(ピット築造、バルブ設置、マクロメータ設置など)に係る費用は、それら設備が半永久的から 10 年程度まで寿命を持つことを考えると、4 年目以降は無視しても良いと考えられる。したがって、4 年次以降は例え NRW 削減率が順次減少していくことを考慮しても、NRW 削減作業を継続しても十分費用対効果があることが分かる。

#### h. カウンターパート機関への技術移転状況

プロジェクト開始当初から約 16 カ月の時間をかけて、カウンターパート機関である ANDA にとっては、ほぼ初めての経験であった NRW 削減活動をモデル区画において実施した。

この 16 ヶ月間の間に、ANDA の上層部の変更、組織変更などにともない、無収水削減アクション・チームのメンバーも若干の変更があったが、首都圏、中部、西部支局の無収水削減アクション・チームのメンバーは、ほぼ完全に無収水削減活動の内容、方法、問題への対処方法を体得したと言える。

その証左として、以下に述べる実践的パイロット区画での活動の開始にあたり、専門家チームからの詳細な指導を待たずに、既に各支局ではモデル区画での経験に基づいて、いくつかの実践的パイロット区画(候補区画)を選定していた。

さらに、実践的パイロット区画を所管する市役所や警察等での説明会においても、ANDA のカウンターパートが、これから実施されるであろう実践的パイロット区画での活動内容、留意事項、住民への広報、必要とする市役所や警察からの支援等について、専門家の指導を受けることなく、きちんと説明することができた。

## 2) 実践的パイロット区画での活動

## a. 実践的パイロット区画で採用する方法

3 支局の無収水削減アクション・チームが一堂に会し、上述のモデル区画における結果および費用対効果について協議を行った。その協議に基づいて、実践的パイロット区画での活動を開始するにあたり、モデル区画で適用された方法論をどのように修正すべきかが討論された。専門家チームからは、方法論の見直しにあたって以下の点に留意するように説明を行った。

- 今後 ANDA が独自で方法論を全国展開する
- 今後 ANDA により活動が継続的に実施される
- よって、投入人員、時間、費用が ANDA にとって無理のないものである必要がある

3 支局の無収水削減アクション・チームの協議の結果、モデル区画での費用対効果は効率の高いものであったこと、今後の全国展開や、継続性を考慮しても、モデル区画での方法論を修正する必要性は無いとの結論に至った。

但し、首都圏支局においては、モデル区画が他支局に比べてかなり規模が大きく、作業が困難であったことから、ステップ・テストを省略した形で実践的パイロット区画での活動を行ってみたいとの考えが示された。(但し、パイロット区画は漏水管理区画には分割して作業を実施する。)

このように、モデル区画での方法論の見直しや、一部簡略化は首都圏支局を除いて考慮されなかった。

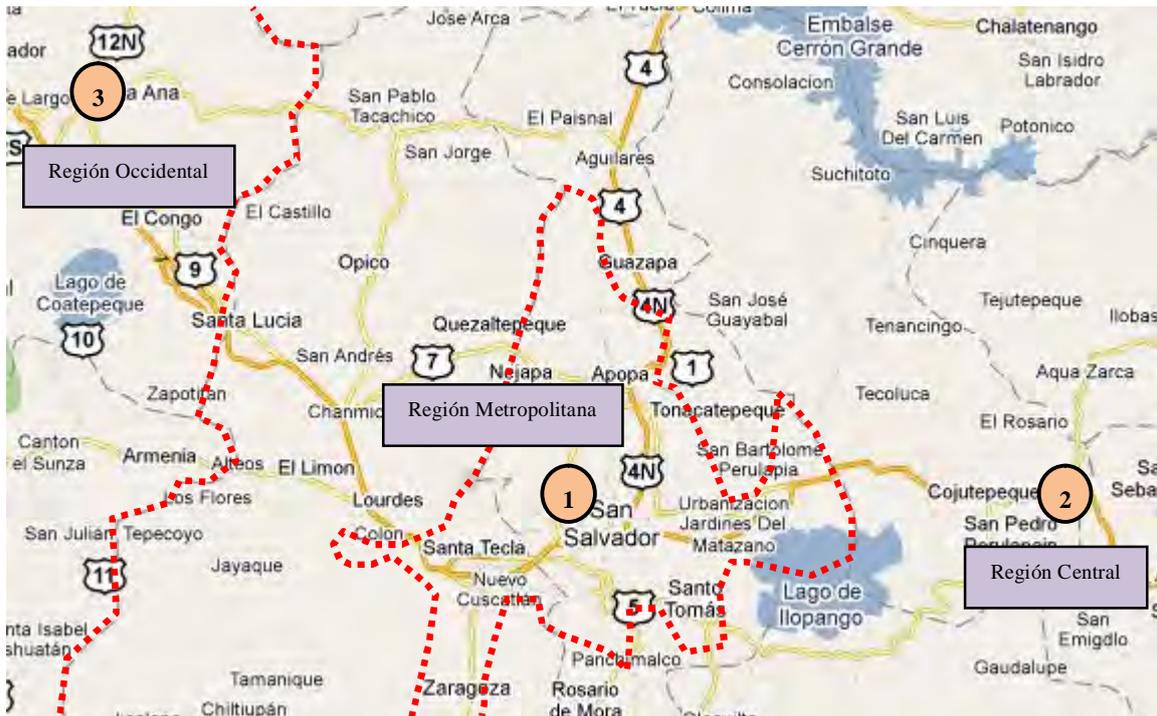
今後各支局の無収水削減アクション・チームがイニシアチブを持って、実践的パイロット区画で活動を開始するが、専門家チームとしてはその進捗を慎重に見守りながら、持続性・継続性が疑われるような状況になった場合、適宜方法論の見直しなど、アクション・チームと協議を持つこととした。

## b. 実践的パイロット区画の選定

ANDA 各支局アクション・チームから提案のあった実践的パイロット区画候補地について、各地区への視察を含め検討した。また、JICA 安全対策クラークとも候補地区のセキュリティ状況について協議を行った。選定された実践的パイロット区画は以下のとおりである。

表 4-13 実践的パイロット区画一覧

支局名	地区名	配水管延長(m)	給水戸数(戸)
首都圏支局	サン・サルバドル県メヒカノス市コリント住宅地	3,800	950
中部支局	クスカトゥラン県サン・ラファエル・セドゥロス市セントロ地区	7,000	1,350
西部支局	サンタ・アナ県サンタ・アナ市セントロ南地区	8,000	1,000



\* 基図は Google による

図 4-4 実践的パイロット区画の位置

首都圏支局:コリント住宅地



中部支局:サン・ラファエル・セドゥロス市



西部支局:サンタ・アナ市セントロ南地区



図 4-5 実践的パイロット区画の風景

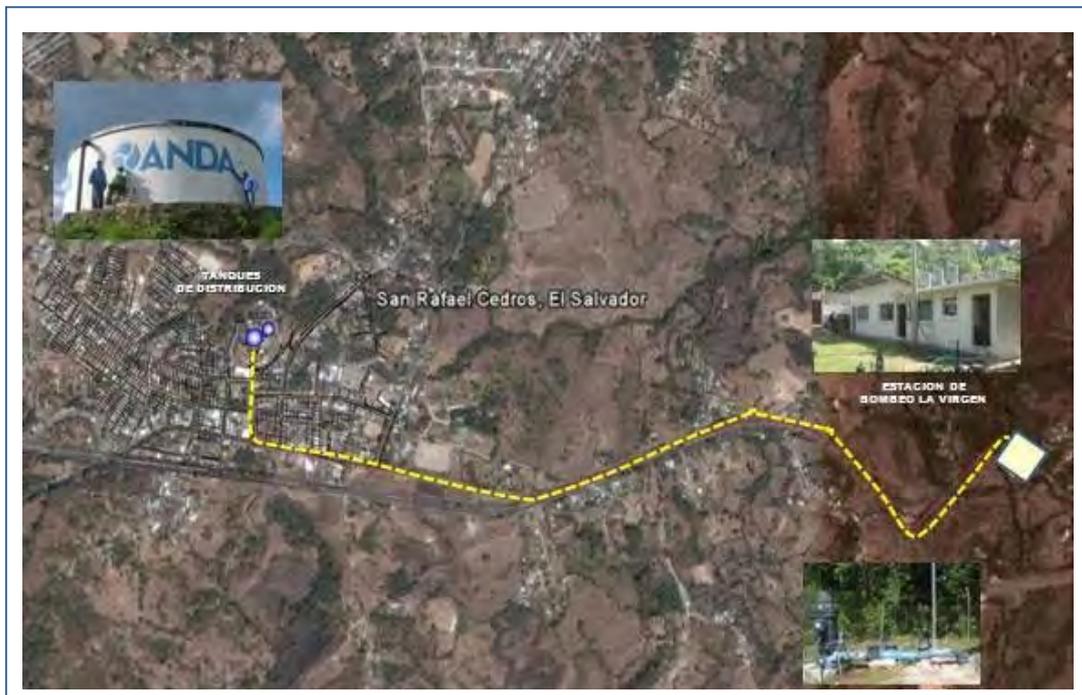


図 4-6 中部支局:サン・ラファエル・セドゥロス市の水源と配水タンク

#### c. 配水管網図面の整備

実践的パイロット区画の配水管網図面は、CAD データで管理している西部支局を除いた、中部、首都圏支局では、紙ベースで管理されていた。

首都圏支局のパイロット区画であるコリント地区は、2001 年に宅地開発が始まり、それに伴い水道管路は民間デベロッパーによって整備されてきた。水道施設は、移管手続き中であるが、管理はすでに ANDA に引き継がれており、配水管網図面も 2011 年 1 月 CAD で入力されている。

中部支局の実践的パイロット区画であるサン・ラファエル・セドゥロス市は、縮尺フリー・紙ベースの配管図で管理されていたが、2010 年 12 月から 2011 年 2 月にかけて現地調査を実施し、GIS で顧客情報や配水管情報の入力を行った。

西部支局においては元々 CAD ベースで管理されていたが、2011 年 1 月に 6 名を新規雇用し、既存の CAD データを GIS に移行し、パイロット区画のデータを再構築した。

なお、首都圏支局においても、将来的に GIS が導入される予定であるが、現在は CAD データのまま、構築を継続している。

また、中部支局では、モデル区画の配水管網図を整備した際、既存図面の情報を CAD データに移行するだけであったが、今回のパイロット区画においては、接続状況が不明の箇所や管路が輻輳する場所を試掘して確認するなど管網図の精度は向上している。



新規雇用職員

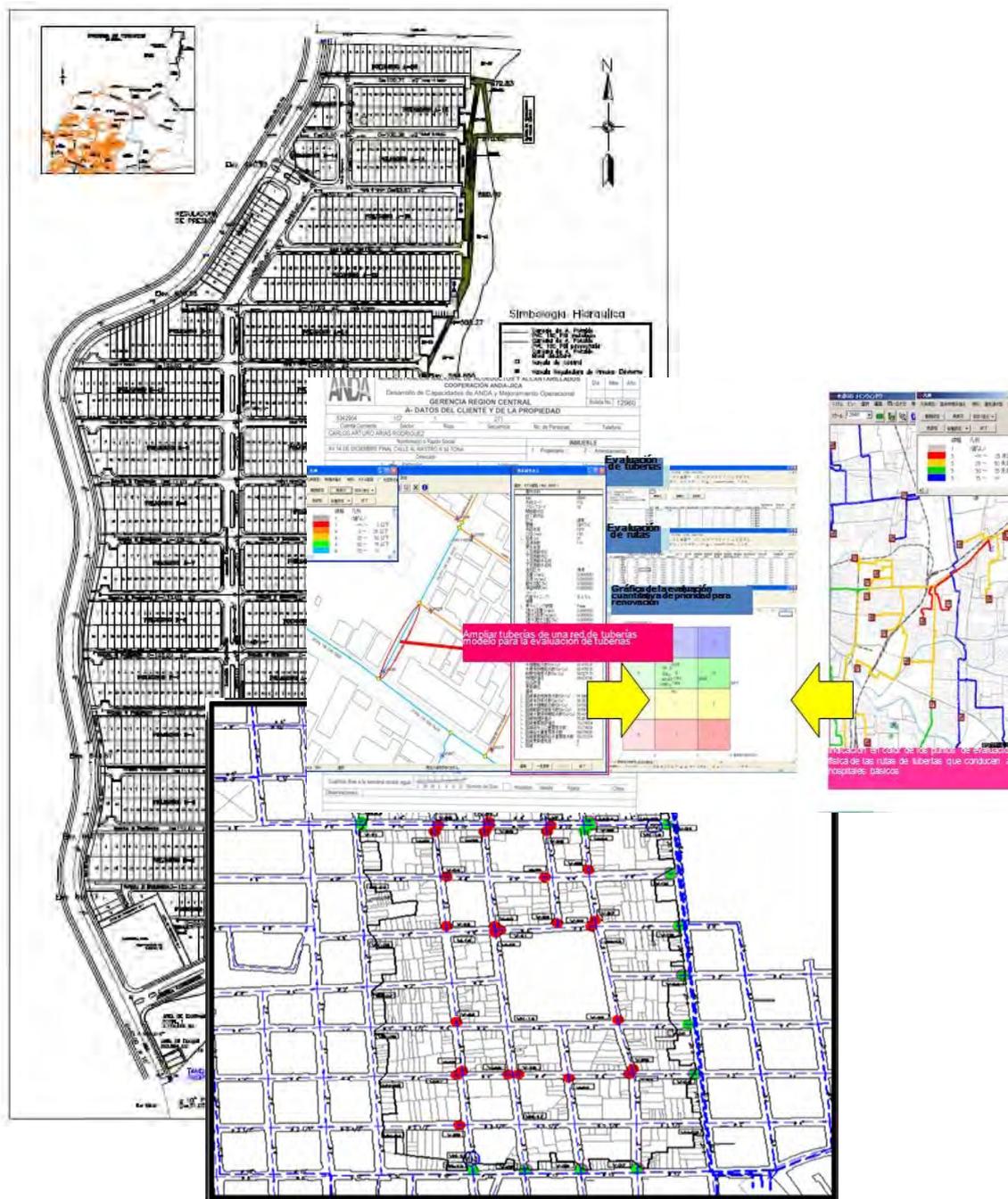


図 4-7 図面、CAD、GIS など

d. パイロット区画の管網整備

各支局の無収水削減アクション・チームにより、図面調査、必要資機材の抽出、各戸調査が行われた。必要な資機材調達に関しては、JICA エルサルバドル事務所、JICA 本部と協議を行い、現地調達分は 2011 年 1 月、本邦調達分は 2 月に受け入れた。



現地調達資機材の受入れ(検収)

現地調達した資機材の納入が遅れたことに加え、ANDA 側の内部手続きにも時間を要したことから、当初の計画より7週間ほど遅れて設置工事が開始され、中部支局と首都圏支局では2月末に工事が完了した。



メータピット工事

e. 必要な幹線メータの整備

本邦調達したマクロメータと流量データの収集、解析に使用するデータロガーは、3月上旬に設置工事を行った。また、データロガーの設定、解析作業はすでにモデル区画で経験しているが、設置後に操作手順を再度確認した。

f. 配水量の実態調査と内容分析

実践的パイロット区画の整備の完了後に、流入点に設置されるマクロメータで区画内の配水量を継続的に測定した。また、各使用者の過去6カ月間の平均水量の総和を集計し、4月中に集計を行った。中部支局、首都圏支局では、実践的パイロット区画に設けた漏水管理区画において夜間最小流量を2月末に実施、西部支局では管網整備が完了次第測定された。

首都圏支局のコリント地区を除く2地区では、モデル区画において実施されたステップ・テスト工法を夜間最小流量測定時に実施し、測定されたデータはC/Pチームによって取りまとめられた。

g. 漏水探知、盗水/不良メータの調査

パイロット区画では、各支局が区画内の顧客リストを作成し、その顧客情報を基に2010年12月末に盗水/不良メータの分類作業が完了していた。

漏水探知調査は、配水量の実態調査後に実施する計画であったが、管網整備のためのバルブやマクロメータの設置作業が遅れたため、区画を整備しない状態で2011年1月下旬から2月下旬に実施した。



調査期間中に、区画内の各戸メータで漏水の有無を調べると共に、盗水/不良メータの状況を確認した。

首都圏支局では、モデル区画での活動後に、専属の漏水探知チームを設立させており、このチームが主体となって、専門家の到着前に実践的パイロット区画で漏水調査を実施し、多数の漏水を発見していた。



また、西部支局では、モデル区画での調査が完了した2010年5月以降に、漏水探知機器を使用して多数の漏水を発見している。このように各支局では、これまで習得した技術や機材を使って漏水探知を実施しており、ワークショップやモデル区画でのOJTの成果が表れ始めた。

### 3) 無収水削減技術にかかる研修

#### a. 無収水削減技術にかかる研修教材の作成

3年次に作成すべく計画していた研修教材の内、各種使用機材(電子音聴棒、金属探知機、金属管・ケーブル探知器、超音波流量計、漏水探知器、相関式漏水探知器)のマニュアル西語版を作成し、2010年8月に開催したワークショップにて配布した。

次に、「無収水削減技術マニュアル」が、無収水削減計画で作成されるマニュアルの技術的な一部分(無収水削減に関わる作業手順や費用対効果の評価方法など)として、また、将来ANDAで活用される研修教材として活用できるように検討された。マニュアルの作成にあたっては、アクション・チームが主体となり、各支局の代表者によって項目内容や担当する箇所などについて協議がなされた。2011年2月末までに概要案がまとめられており、3月以降に作成された。

b. 無収水削減技術にかかる実務研修の実施

2010年8月26日開催のワークショップにおいて、漏水防止作業の手順をまとめたパワーポイント資料並びに上記マニュアルについて、各アクション・チームに対し説明・研修を行った。

また、モデル区画における活動に引き続き、実践的パイロット区画においても現場において無収水削減にかかる実務研修を実施した。各支局に配置された漏水探知機器を使用し、不明管の管路探知、漏水探知、夜間最小流量測定調査などの際に、チームの各員に対して、具体的、詳細な手順等を指導した。



現場指導

なお、モデル区画の活動以降、C/P チームに加わった職員もおり、これら未経験者に対しては、すでに無収水削減技術の経験者を指導にあたらせるなど、チーム全体のスキルアップを図った。

4) パイロット区画における活動開始セレモニーの実施

首都圏支局のパイロット区画である、コリント地区において、2011年2月28日にパイロット区画における活動開始のセレモニーを ANDA が実施した。セレモニーには、ANDA 総裁(代理)をはじめ関係者、JICA からは JICA 事務所所長及び専門家チームが出席した。さらに、コリント地区住民も呼ばれ実施された。

セレモニーの目的は、ANDA が効率改善、無収水削減のため、日本人専門家から技術移転を受けながら、日本の先進的な漏水調査技術、漏水探知機器を用いた活動を開始することを広く伝えるためである。

セレモニーでは、ANDA 及び JICA 側からの挨拶、プロジェクトの概要説明、JICA から供与された資機材・調査機器の紹介、漏水探知機や音聴棒を用いた実践的な調査のデモンストレーション等が行われた。



#### 4.2.4 第4年次における活動実績

第4年次の活動状況を下表に示す。

表 4-14 「無収水削減技術の向上」活動状況

PO 番号	第4年次の活動状況	活動実績
1-2-7	実践的パイロット区画で無収水削減工事を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>首都圏支局、中部支局ではバルブの設置、交換およびマクロメータの設置が完了した。</li> <li>西部支局においては、要請した作業員の一時的な雇用の承認に時間を要し、全体の進捗が遅れ、11月中旬に工事が完了した。</li> </ul>
1-2-8	実践的パイロット区画で配水量分析を行う(配水量/有収水量/夜間最小流量の測定)	<ul style="list-style-type: none"> <li>過去3~6カ月間の検針水量を集計した。</li> <li>首都圏支局、中部支局では、管網整備後に夜間最小流量、配水量の測定を実施した。西部支局においては、上記工事完了後11月に実施した。</li> </ul>
1-2-9	実践的パイロット区画で無収水削減作業の費用対効果を計算する	<ul style="list-style-type: none"> <li>首都圏支局、中部支局では、バルブの設置、交換および故障メータの交換、漏水修理などに掛かった費用をまとめ、費用対効果を算出した。西部支局においては11月下旬に費用対効果を算定した</li> </ul>
1-3-2	無収水削減技術にかかる研修の教材を作成する	<ul style="list-style-type: none"> <li>研修の教材として作成される作業マニュアルに関する項目や担当について協議を行った。</li> </ul>
1-3-3	無収水削減技術にかかる実務研修(座学とOJT)を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>各支局それぞれの区画において流量測定、漏水探査のOJTを実施した。</li> </ul>
1-3-4	無収水削減対策にかかるワークショップ/セミナーを開催する	<ul style="list-style-type: none"> <li>無収水削減対策にかかる無収水削減マニュアルに関して、セミナーを11月に開催した。</li> </ul>
1-4	住民啓発活動の実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>各支局それぞれの区画において、無収水削減活動が実施される期間、調査内容を示した「お知らせ」を戸別に配布し、住民に活動への協力を呼びかけた。</li> </ul>

2011年3月に ANDA 首都圏支局における技プロ活動にプロジェクトの最初の頃から中心的な役割を果たしてきたメンバーの突然解雇があった。

月例進捗報告ミーティングでも彼が殆どプレゼンテーションを行っており、本邦研修にも参画した。これからパイロット区画での活動が最盛期を迎える時に、モデル区画で経験を積んできた主要スタッフが解雇されることは、非常に残念であった。

##### 1) 実践的パイロット区画における活動の評価

ここでは、パイロット区画における活動内容と評価について、その概要を述べる。

###### a. 実践的パイロット区画の概要

実践的パイロット区画の概要は以下のとおりである。

表 4-15 実践的パイロット区画一覧

支局名	地区名	給水戸数(戸)	区分
首都圏支局	サン・サルバドル県メヒカノス市コリント住宅地	915	住宅地
中部支局	クスカトゥラン県サン・ラファエル・セドゥロス市セントロ地区	1,080	商業地・住宅地
西部支局	サンタ・アナ県サンタ・アナ市セントロ南地区	725	商業地

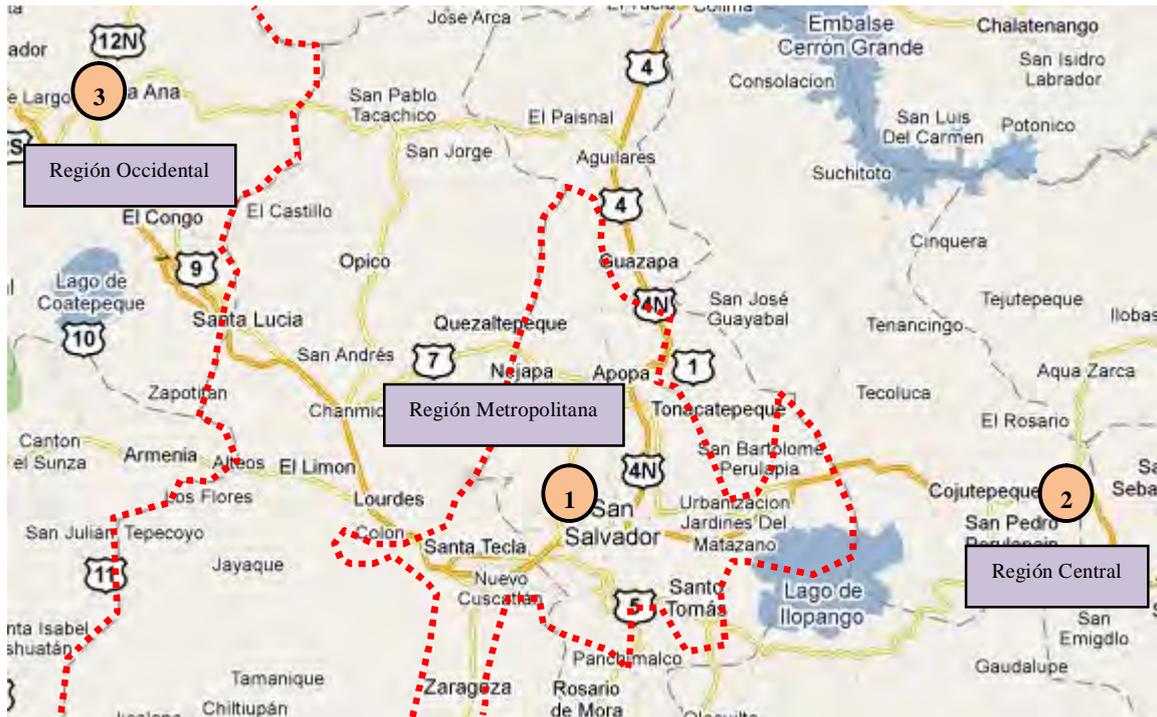


図 4-8 実践的パイロット区画の位置



サン・サルバドル県  
メヒカノス市  
コリント住宅地  
Residencial Corinto,  
Municipio de Mexicanos,  
Departamento de San Salvador



クスカトゥラン県  
サン・ラファエル・セドウロス市  
セントロ地区  
Distrito Centro,  
Municipio de San Rafael Cedros,  
Departamento de Cuscatlán



サンタ・アナ県  
サンタ・アナ市  
セントロ南地区  
Distrito Centro Sur,  
Municipio de Santa Ana,  
Departamento de Santa Ana

\* 基図は Google による

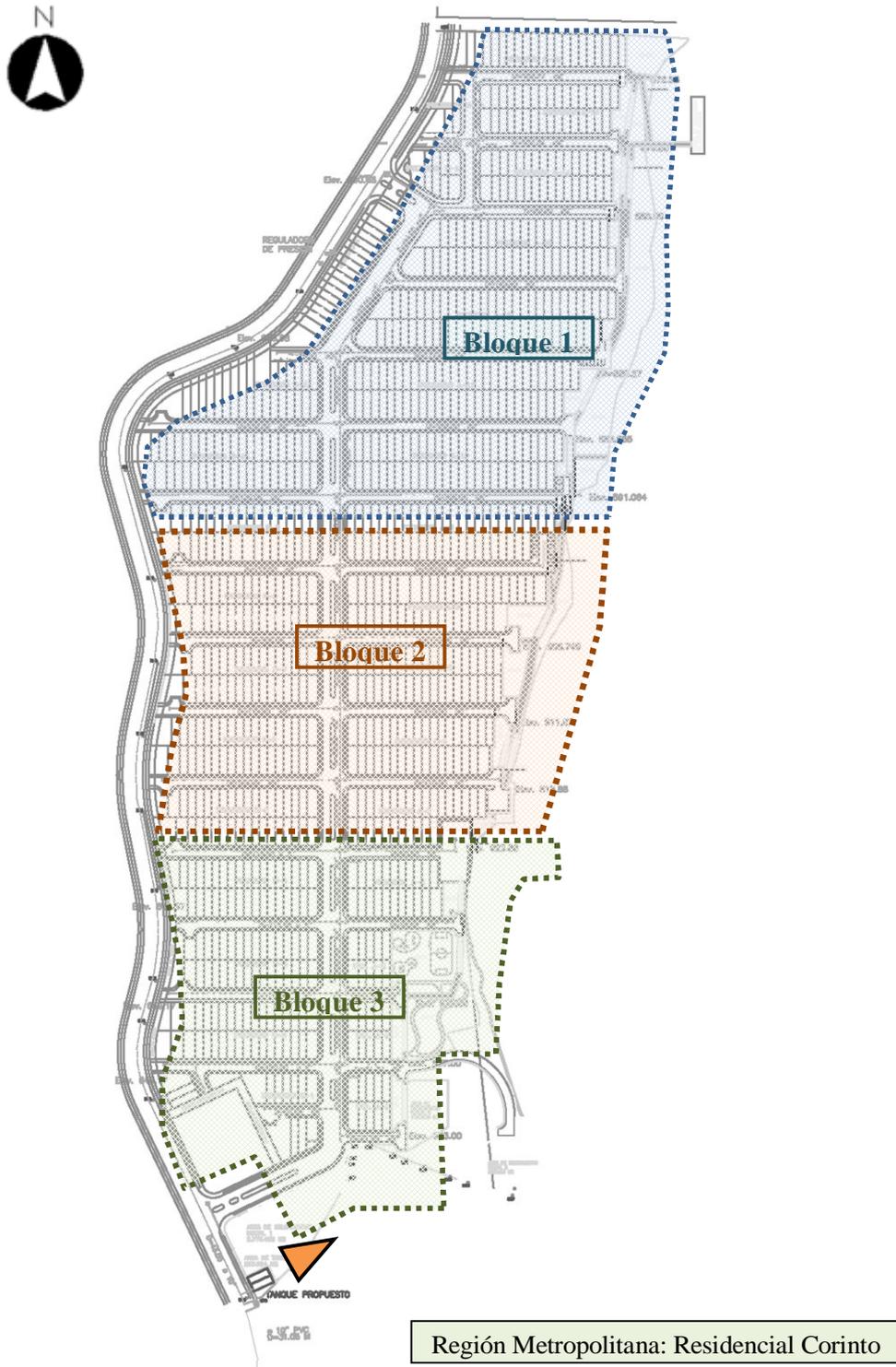


図 4-9 実践的パイロット区画(コリント住宅地)

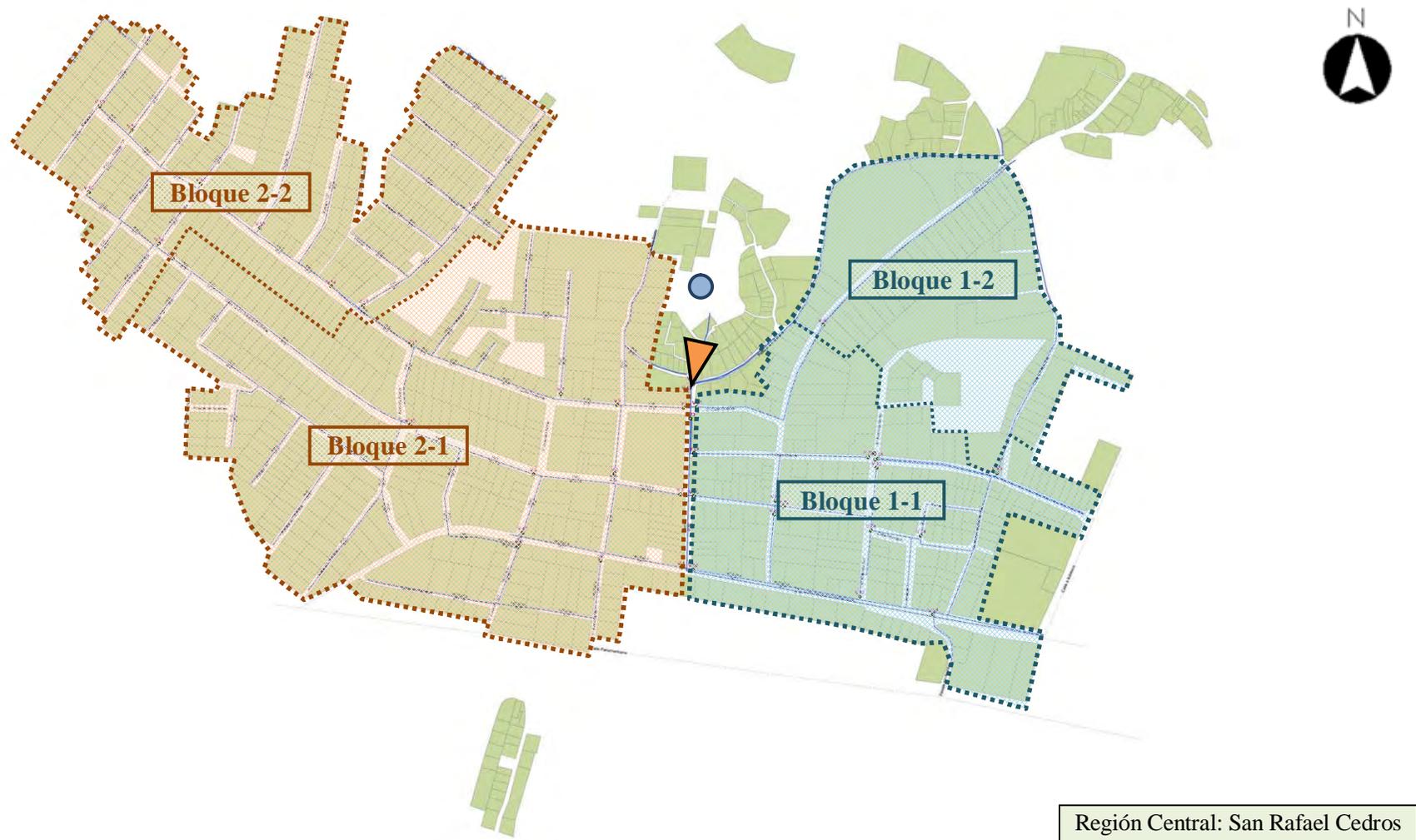


図 4-10 実践的パイロット区画(サン・ラファエル・セドウロス)

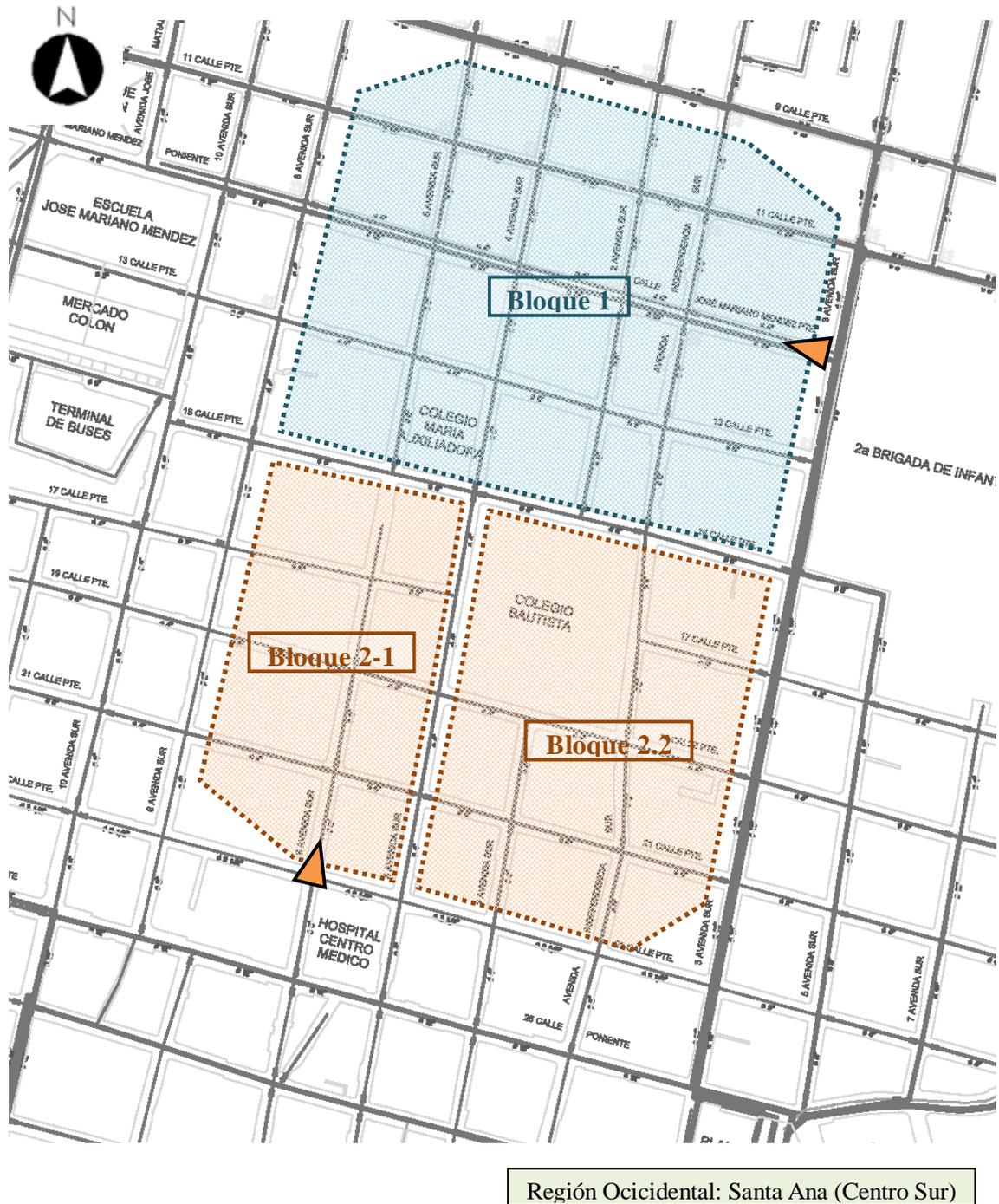


図 4-11 実践的パイロット区画(サンタ・アナ・セントロ南)

表 4-16 実践的パイロット区画配水管延長(m)

支局名 Region	口径								合計
	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	
首都圏支局 (Colinto)	3,190	0	0	890	420	120	0	0	4,620
中部支局 (San Rafael Cedros)	5,520	0	2,000	410	0	0	0	0	7,930
西部支局 (Centro Sur)	220	560	140	2,610	3,440	0	520	520	8,010

## b. 配水管網図面の整備

AND A においては、2011 年 1 月に中部支局、少し遅れて西部支局、首都圏支局に GIS システムを導入した。ソフト面でも図面整備要員やオペレータが新たに雇用され、さらに研修によって技術的な支援がなされた。

西部支局では AutoCAD のデータを GIS に移行し、現在は顧客情報を入力しているところである。首都圏支局では担当者が AutoCAD の操作に慣れていることから GIS を使わずに既存データを修正した。

首都圏支局では、実践的パイロット区画の配水管網図面を修正し、6 月末までに顧客情報、漏水、交換メータ、不法接続箇所情報が入力された。

中部支局では、Google Earth の航空画像をベースに現地測量等も加えて配水管理図を GIS システムでデータの構築を進めており、6 月末までに顧客情報、漏水、交換メータ、不法接続箇所の情報が入力された。

各支局とも、実践的パイロット区画では配水管網図に顧客情報や活動で得られた情報をデータ構築している。また、情報が不明確な箇所については現地調査を実施して情報の追加や修正を加えており、配水管網図の精度は向上している。

## c. パイロット区画の管網整備

現地調達資機材の納入が遅れたことに加え、AND A の内部手続きにも時間を要したことから、当初の計画より 7 週間以上遅れてバルブの設置工事が開始された。首都圏支局と中部支局では、すべての工事が 2011 年 2 月末に完了した。

西部支局では、実践的パイロット区画に設置するバルブの数や昼間工事に伴う制約が多いことから設置工事に時間が掛かるため、作業を 2011 年 3 月下旬の完了を目指していた。しかしながら、夜間作業の実施、作業員の増員、工事用重機のレンタルなどの許可を AND A 本部に申請してい

だが、承認が遅れてしまった。アクション・チームは 5 月上旬から、比較的交通量が少なく、断水の影響が小さい路線についてバルブの交換工事を実施していたが、全体の完了は 10 月末まで遅れた。この遅れの原因は上述の予算措置の遅れに加え、10 月上旬に国家非常事態宣言が発令されるほどの大雨の継続により、現場での作業が大幅に遅れたり、職員が他の被災地の復旧に回されたためである。



バルブ設置工事

各実践的パイロット区画で設置または交換したバルブの概要は以下のとおりである。

表 4-17 実践的パイロット区画バルブ工事数

支局名 Region	口径(mm)								計
	300	250	200	150	100	75	65	50	
首都圏支局 (Colinto)			1	1	2				4
中部支局 (San Rafael Cedros)						6		8	14
西部支局 (Centro Sur)	2	3		14	10	1	3	2	33

#### d. 必要な幹線メータの整備

マクロメータの整備は、首都圏支局、中部支局では 2011 年 2 月末に設置工事が完了している。マクロメータから流量データを収集するためにデータロガーを設置した。この作業については、モデル区画でも実施したが、設置回数が少なかったことから、設置、操作手順について再度現地で指導した。

西部支局においては、工事に関する ANDA 本部の承認の遅れ及び大雨被害により、設置工事も大幅に遅れ、11 月上旬に実施された。



マクロメータおよび漏水管理区画に設けたピットの概要は以下のとおりである。

表 4-18 実践的パイロット区画マクロメータ、メータピット数

支局名 Region	ピット区分	口径 (mm)					計
		250	200	150	100	75	
首都圏支局 (Colinto)	マクロメータ		1				1
	MNF			1	2		3
中部支局 (San Rafael Cedros)	マクロメータ					1	1
	MNF					2	2
西部支局 (Centro Sur)	マクロメータ	1		1			2
	MNF	1		1			2

#### e. 配水量の実態調査と内容分析

区画整備の完了後、流入点に設置したマクロメータで区画内の配水量を継続的に測定した。また、区画内の各使用者の5月から8月までの平均水量の総和を集計している。首都圏支局では2011年5月下旬、中部支局では6月上旬に夜間最小流量測定が実施され、アクション・チームによって夜間最小流量、無収水量が取りまとめられた。

#### f. 漏水修理/盗水管撤去/不良メータの交換

各アクション・チームの担当者が実践的パイロット区画内の顧客リストを作成し、その顧客リストを基に盗水/不良メータの分類作業を完了させている。2011年1月下旬から2月下旬にかけて漏水探查を実施した際に、顧客リストの照合と盗水/不良メータの状況を現地で照合し、盗水/不良メータの数量や交換の準備を進めた。

首都圏支局、中部支局では夜間最小流量測定調査が2011年3月に完了し、翌4月から漏水修理/盗水管撤去/不良メータの交換を順次実施してきた。漏水修理/盗水管の撤去/不良メータの交換に掛かった材料費、労務費等は費用対効果のデータとするため記録され、漏水修理、不法接続管の撤去、不良メータの交換箇所は配水管網図にフィードバックされた。

西部支局においては、夜間最少流量調査が2011年11月上旬に完了し、その直後から漏水修理、メータの交換等が実施された。



不法接続管の撤去および不良メータの交換

g. 夜間最小流量の測定

2011年3月上旬に、区画内に設けられた漏水管理区画での現状調査が実施された。

その後4月上旬までに、首都圏支局、中部支局においては、漏水探査において発見された漏水の修理、不法接続管の撤去、不良メータの交換などが、2011年5月末に完了し、夜間最小流量を測定した。

中部支局では、若干のサポートを必要としたが、アクション・チームが主体となって夜間最小流量の測定作業を実施した。首都圏支局では担当者が変更されたため、現地において調査の目的や操作方法等を指導しながら実施した。



夜間最小流量測定調査

h. 夜間最小流量減少量と漏水削減量

夜間最小流量(MNF)調査の結果をまとめたものを次図、表に示す。

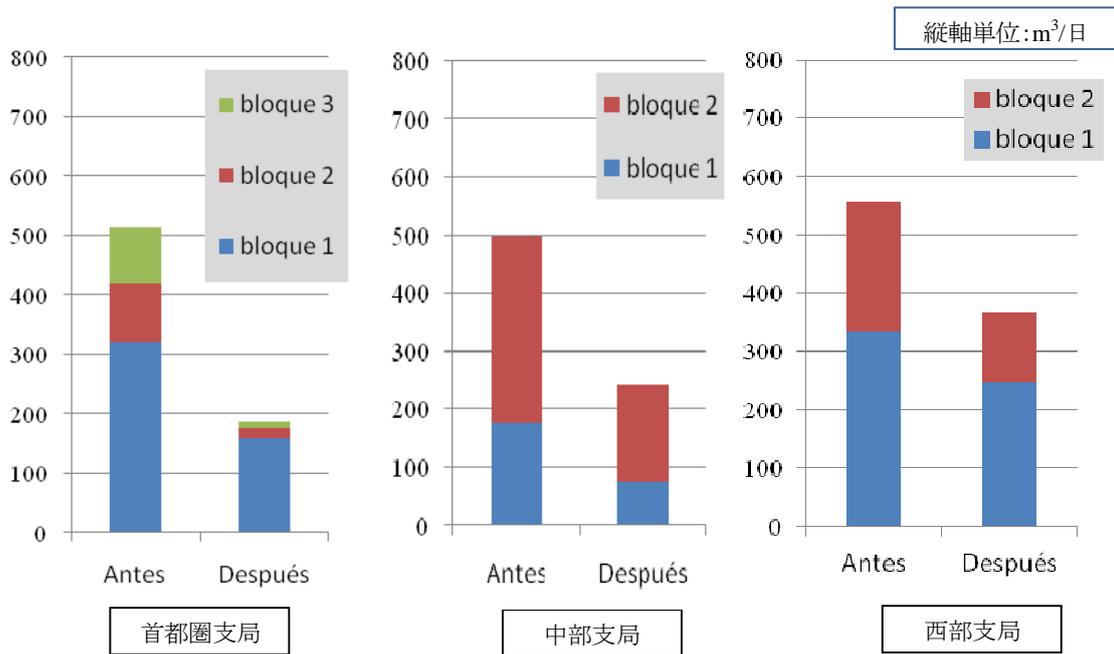


図 4-12 夜間最小流量

表 4-19 夜間最小流量減少量

支局名	夜間最小流量 (m³/日)		流量削減量 (m³/日)	削減レベル (%)
	活動前	活動後		
首都圏支局 (Colinto)	514	187	327	64%
中部支局 (San Rafael Cedros)	499	243	255	51%
西部支局 (Centro Sur)	557	367	190	34%
計	1,570	797	773	49%

夜間最小流量(MNF)は各支局によってばらつきはあるが、首都圏と中部支局では各々36% (= 187 / 514 m³/日)と49% (= 243 / 499 m³/日)に減少した。

特に首都圏支局では、配水管の漏水を修理したことで削減量が増えた。

漏水の修理後にも新たな漏水事故が発生していたことを考えれば、高水圧による影響を大きく受けていたと推察がされるが、区画内に減圧弁を2か所設置したことで、活動終了後の配水管漏水の事故は報告されていない。

## i. 無収水削減量

マクロメータによる実践的パイロット区画全体の配水量と検針水量の集計を表 4-20 に示す。首都圏及び中部支局活動前データは 2011 年 4 月時点、活動後データは同年 5 月～8 月の平均値を示している。西部支局の活動前及び活動後データは 2011 年 11 月のものである。全ての支局、パイロット区画において、パイロット区画における 35%以上の削減率を達成している事が判る。

表 4-20 無収水率削減率

項目		区画流入量	料金徴収水量	無収水量	無収水率	削減率
		m <sup>3</sup> /day	m <sup>3</sup> /day	m <sup>3</sup> /day	%	%
首都圏支局 (Corinto)	活動前	881	529	352	40%	44%
	活動後	692	538	155	22%	
中部支局 (San Rafael Cedros)	活動前	1,451	716	736	51%	51%
	活動後	989	743	246	25%	
西部支局 (Santa Ana)	活動前	1,152	615	537	47%	69%
	活動後	902	770	132	15%	
平均	活動前	3,485	1,860	1,624	47%	56%
	活動後	2,583	2,050	533	21%	

## j. メータ取替について

実践的パイロット区画において本調査で取替えた／設置したメータ数と不法接続箇所については下表のとおりである。

表 4-21 メータ取替数・不法接続箇所

支局名	顧客数	新規・取替え数	不法接続(切断)数
首都圏支局 (Colinto)	915	215 (23%)	20 (2.2%)
中部支局 (San Rafael Cedros)	1,080	121 (11%)	1 (0.1%)
西部支局 (Centro Sur)	725	104 (14%)	1 (0.1%)

顧客リストを基に、メータの稼働状況や不法接続について現地調査を実施した。動作不良のものについては取替え、メータが無い顧客には新規に設置した。その数は概ね全体の 16%に達する。

首都圏支局では作動不良メータとメータ漏水の 17 件を加えると 1/4 のメータを交換した。この区画の末端では常時 1MPa 程度の水圧が掛っており、不良メータやメータ漏水も末端の地区に多くみられた。これは、急激な水圧変動によりメータに負荷が掛かることで故障したと推察される。

また、この地区は、民間の開発デベロッパーにより長年維持管理が行われており、散水栓や共用施設にはメータ設置の申請をせずに使用しており、これらが無収水量の一因となっていた。

#### k. 漏水箇所数

本調査において発見／修理した漏水箇所は、下表のとおりである。

表 4-22 漏水箇所

支局名	配水管		給水管				計
	管	バルブ	管	バルブ	継手	メータ	
首都圏支局 (Colinto)	3	1	5	17	10	17	53
中部支局 (San Rafael Cedros)	0	0	6	18	12	3	39
西部支局 (Centro Sur)	1	0	8	23	28	3	63
計	4	1	19	58	50	23	155

漏水探査の結果からは大半が給水管で発生していたことが判る。

首都圏支局のコリント地区は 2001 年から宅地開発が始まっており、区画内の高低差が大きい。区域の末端では 1MPa 程度の水圧が掛かっていることや配水管の破裂事故がしばしば発生している。調査の結果、他の地域よりも配水管の事故率が高かった。また、メータの継ぎ手やメータ自体から漏水している割合が高かった。

中部支局、西部支局では、配水管漏水の割合は少なく、バルブおよび継ぎ手からの漏水が多かった。また、給水管の亀裂や抜けによる漏水が多く、また1か所当たりの漏水量も多かった。

#### l. 調査に係る経費について

実践的パイロット区画における本調査に係る経費は下表の通りである。

表 4-23 実践的パイロット区画活動経費

支局	首都圏支局	中部支局	西部支局	合計	平均
<b>ANDA による支出</b>					
準備作業、調査	3,194	9,852	6,670	19,716	6,572
仕切り弁取り換え、整備	1,596	10,855	35,190	47,641	15,880
給水栓メータ取り換え	3,829	13,055	29,665	46,549	15,516
ピット建設	6,208	6,821	8,096	21,125	7,042
漏水、夜間最少流量測定調査	1,713	5,537	1,606	8,856	2,952
漏水修理	1,611	1,176	9,250	12,037	4,012
広報活動	4,705	6,431	3,594	14,730	4,910
ANDA 事務費用(上記コストの 25%)	5,714	13,432	23,518	42,664	14,221
小計	28,570	67,159	117,589	213,318	71,106
<b>JICA による調達機材費用</b>					
仕切り弁及び付帯管材	21,743	15,442	29,721	66,906	22,302
マクロメータ	10,243	6,684	20,802	37,729	12,576
小計	31,986	22,126	50,523	104,635	34,878
合計	60,556	89,285	168,112	317,953	105,984

m. 費用対効果

上記調査に関わる経費、並びに無収水削減水量から、費用対効果を分析した。

表 4-24 実践的パイロット区画活動経費

	首都圏支局	中部支局	西部支局		
<b>便益・効果</b>					
活動前無収水量	352	736	537	m <sup>3</sup> /日	a
活動後無収水量	155	246	132	m <sup>3</sup> /日	b
削減無収水量	197	490	405	m <sup>3</sup> /日	c=a-b
水単価	0.48	0.48	0.48	US\$/m <sup>3</sup>	d
削減無収水量相当水料金	95	237	194	US\$/日	e=c x d
<b>費用</b>					
投入費用合計	60,556	89,285	168,112	US\$	f
<b>費用回収</b>					
費用回収日数	635	377	867	日	g=f/e
費用回収年数	1.7	1.0	2.4	年	g/365

\*水の給水(販売)単価 0.48ドル/m<sup>3</sup> は 2010 年の ANDA における総水道料金収入を、総料金徴収水量で割った平均水道料金である。

このように投資(本調査に要した経費)は最大でも数年で回収できることが判る。なお、以下の点にも留意する必要がある。

- ・ 経費の中でメータの取替え・設置費用が最も大きな割合を示すが、本来この経費は日常の管理費用に含まれているべきであり、直接的な本調査の経費とは言えない。  
管路図作成等の準備作業についても本来管路の管理作業に含まれているべきである。  
多くの(縮切り用などの)バルブが必要となったが、これらも対象となる区画内管路において本来設置されていて動作できる状態であるべきであり、管路の維持管理費用というべきである。
- ・ マクロメータなど次の調査に転用できるものもある。
- ・ 調査方法では、流量測定用のピット築造に比較的多くの経費を要している。対象とする区画内のブロック(小区画)の数を減少させること出来れば、この経費をある程度削減できる。ひいては必要となるバルブの数も削減できる。

いずれにしても、費用対効果は非常に高いといえる。

n. 住民啓発活動の実施

各支局において漏水削減活動の諸工事の際には、工事に伴う道路の通行止め、騒音、断水が発生するため、区画内の交差点等において、プロジェクトのバナーを掲示するなど、住民に協力をお願いした。



広報活動

2) 無収水削減技術にかかる研修

a. 無収水削減技術にかかる研修教材の作成

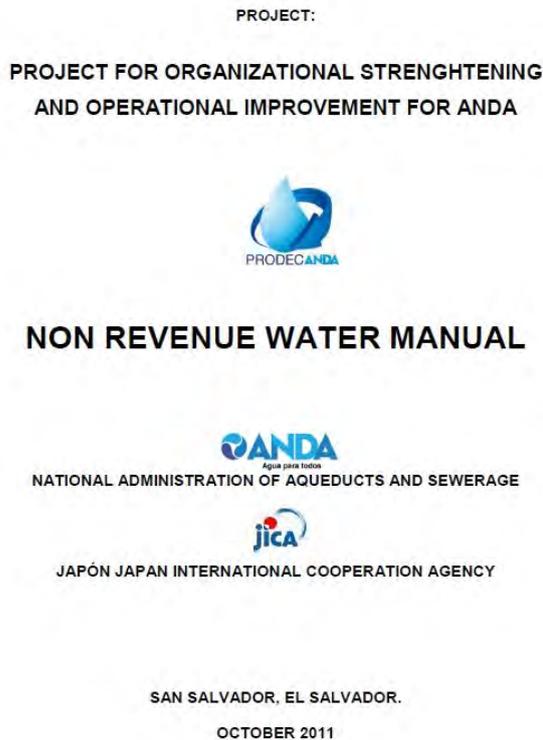
「無収水削減技術マニュアル」の作成については、2011年2月末に各アクション・チームからマニュアルの作成委員が選出され、その概要が検討された。しかし、2011年4月に首都圏支局の中心的な委員が辞任したことから、その後の進捗が見られなかった。5月下旬に専門家が到着して以降、毎週一度ミーティングを実施し、内容の取り纏めを行うことを確認した。

その後、2010年11月までミーティングを重ね、体系的なマニュアルとして完成された。



ミーティングの様子

マニュアルの表紙及びその目次は以下に示すとおりである。



目次

1. Introduction
2. Objectives
3. Methodology of Wrok for NRW Reduction
4. Equipment and Tools
5. Determination of DMA
6. Planning and Block Isolation
7. Initial Condition of DMA
8. Improvement of Distribution System
9. Initial Macro Meter Measurement
10. Leak Detection
11. Leak Repair
12. Flow Measurement after Leak Repair
13. NRW Analysis, Cost Benefit Analysis

この無収水削減に係るマニュアルは ANDA にとって初めてのマニュアルであり、体系的にまとめられ今後非常に重要な役割を果たすと考えられる。これまでモデル区画、実践的モデル区画の活動に精力的に参加してきたカウンターパートが今後の無収水削減の中心的な役割を果たすと思われるが、新しいスタッフが無収水削減活動に参加した場合、一連の活動内容を知る上で非常に有効なツールとなり得る。

b. 無収水削減技術にかかる実務研修の実施

実践的パイロット区画で夜間に漏水管理区画で夜間最小流量測定調査の実務研修を実施した。首都圏支局は、担当技術者が辞任し夜間最小流量測定調査の経験者がいなくなったことから現場において OJT を実施した。



#### c. カウンターパート機関への技術移転状況

首都圏支局では中心的な役割を担っていた技術者が辞任したことより進捗が遅れることもあったが、専門家チームや他のアクション・チームのサポートによって現場での活動を終えた。

各アクション・チームはモデル区画で得た知識を実践的パイロット区画で実施してきたことから活動の内容、方法、問題への対処方法は十分に体得したと言える。

この証左として、首都圏支局では、すでに 3 年次の後半から漏水探知の専門チームが設立され、実践的パイロット地区以外でも活動が行われている。中部支局や西部支局においても、同じような動きが出てきており、アクション・チームのメンバーが漏水探知依頼のあった場所に出向いて漏水探知を実施している。

さらに、アクション・チームは今後も継続的に無収水削減活動を現場レベルで実践するために、無収水削減マニュアルを作成した。これまでの活動を通じて得られた知識や経験をアクション・チームが主体となって、より具体的で分かりやすく纏められている。このようなことから、無収水削減活動は十分に理解され、その活動で得た知見を ANDA 内に広げていくことができるといえよう。

#### d. 無収水削減技術にかかるセミナー

これまでの本プロジェクトの活動、つまりカウンターパートによるモデル区画及び実践的パイロット区画の活動での経験を踏まえて作成された「無収水削減マニュアル」の内容を、広く ANDA スタッフの間で共有できるよう、11 月 17 日に無収水削減技術にかかるセミナーが開催された。

当該セミナーは無収水削減計画チームによって策定された「無収水削減長期計画(案)」(後述)の内容を説明するセミナーと同時に開催され、Part A で当該計画、セミナーの Part B で当該「無収水削減マニュアル」の内容について説明された。

セミナーには ANDA スタッフに加え、関連ドナー、エルサルバドル政府関係諸機関も招待されて実施され、無収水削減計画(案)及びマニュアルの内容が広く周知され、共有された。



#### 4.3 「成果 2: ANDA の無収水削減計画策定能力が向上する」に係る活動実績

##### 4.3.1 第 1 年次における活動実績

- 1) ANDA 本部に無収水削減マネジメントチームの結成  
2009 年 3 月、無収水削減マネジメントチームが技術ダイレクターをリーダーとして 3 名の構成で ANDA 本部内に設立された。

## 2) ANDA の現行の無収水対策の把握

方針を定め、目標を設定し、計画的な、無収水対策は現行では行われていない。漏水調査・修理や、違法接続の撤去等は常に対症療法的なものであり、積極的な活動は行われていない。

また、計量設備の不備から、そもそも ANDA の抱えている無収水率についても不明な部分が多い。水を生産し供給する側のメータが不備であることから、配水量の把握ができていない。消費者である顧客側の水道メータも 16% 近く設置されておらず、さらに 16% 程度が故障しているとのデータもある。よって、量の把握がまず重要であるとの共通認識を持った。

## 4.3.2 第 2 年次における活動実績

表 4-25 「無収水削減計画策定能力の向上」活動状況

PO 番号	第 2 年次の活動状況	活動実績
2-2 および 2-2-1	ANDA の現状の無収水削減対策を見直す。 無収水削減対策にかかる捕捉調査を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>無収水について議論する前に、無収水の各コンポーネント、無収水の定義等について理解を深めるため、ワークショップ(6月25日)およびチーム・ミーティングで研修</li> <li>現状の無収水削減対策を見直すために、現状の問題分析を行った。</li> </ul>

「成果 1: ANDA の無収水削減技術が向上する」に係る活動実績の 4.2.1 第 2 年次における活動実績で述べたようにダイレクター・クラスの異動があり、1 年次で結成されたプロジェクト・チームは全員が変更となった。2009 年 6 月以降、新たに 5 名のメンバーで活動を再開した。また、さらに 2010 年、新年にあたり総裁再度交代に係る人事異動があつて、一部のメンバーに変更があつた。

無収水の定義に関する理解

無収水削減計画について議論を開始する以前に、また、今年次に期待されている成果である「問題点の把握」のために、当該無収水削減計画策定チームの中で、無収水についての理解を共通のものにする必要があつた。そのために、世界共通で用いられている IWA(International Water Association)による無収水の定義(配水量分類)について研修を行い、全体配水量を構成する、コンポーネントそれぞれの定義と意味について理解を深めることに努めた。

表 4-26 無収水の定義(配水量分類)

Volumen de Insumos del Sistema	Consumos Autorizados	Consumos Autorizados y Facturados	Consumo Medido Facturado (incluyendo exportación de agua)	Agua Facturada
			Consumo no Medido Facturado	
		Consumos Autorizados y No Facturados	Consumo Medido No Facturado	Agua no Facturada
			Consumo No Medido No Facturado	
	Pérdidas de Agua	Pérdidas Aparentes	Consumo No Autorizado	
			Medición Inexacta	
		Pérdidas Reales	Fugas en la Principales de Transmisión y Distribución	
			Fugas y Rebases en los Tanques de Almacenamiento	
Fugas en las Conexiones de Servicio hasta el Punto de Medición				

研修で用いた配水量分析の構成は以下に示すものである。

これらコンポーネントを理解し、得られるデータからどのように無収水(上図: Agua no Facturada)が計算によって導かれるかについても、チーム・メンバーが確実に理解できるまで時間をかけて丁寧に研修を行った。

その結果、このチーム独自で ANDA の支局別、ANDA 全体の配水量分析を試みることができるようになった。

### 無収水削減に係る問題分析

今後作成していく無収水削減計画の出発点は、現状抱えている問題をすべて洗い出し、それらを分類し、それら問題について解決策を考えていくことであることを、チーム全員で確認を行った。問題点の認識には、上述の現状の配水量分析結果も含まれる。

問題点の抽出については、チーム全員でブレイン・ストーミングを行い、以下に示すように合計 109 もの問題点が挙げられた。さらにこれら問題点はグループ毎に分類され、中項目、大項目に整理された。

さらに、これら問題点の関係を明確にするために、kj 法なども参考にしながら、問題点の階層化の取り組みを開始した。

表 4-27 抽出・整理された無収水に係る現状の問題点リスト(1/3)

Técnicos Technical	1	Control de calidad Quality Control	1	Colocación de materiales de mala calidad Installation of poor quality materials		
		2	Sistema de medición Metering System	2	No hay macro-medición No macro-measuring	
	3	GIS	3	Micro-medición deficiente Deficient micro-measurement		
			4	Falta de una medición nocturna Lack of night measuring		
			5	Medición inexacta Inaccurate measuring		
			6	Falta de medición para agua autorizada no facturada Lack of measuring for authorized unaccounted for water		
			7	El diseño de la red no facilita la detección de fugas The network design does not make it easy to detect leaks		
			8	Falta de planos actualizados, ubicación de válvulas e hidrantes Lack of updated drawings, location of valves and hydrants		
			9	No se cuenta con un mapeo de presiones There are no pressure maps		
			10	Falta de planos de conexiones domiciliarias Lack of household connection drawings		
			11	Falta de planos de las redes Lack of network drawings		
			12	Falta de catastro de redes No land registry of networks		
			4	Instrumentación Instrumentation	13	No se cuenta con aparatos de banco de medidores There is no equipment for bench meters
					14	Colocación de medidores en las conexiones directas Installation of meters in direct connections
	15	Falta de sistema de corte de agua en tanque, que evite el rebose No equipment to prevent overflow				
	16	Falta de equipos para control de altas presiones Lack of equipment for high pressure control				
	17	No hay banco de medidores moderno para calibración de medidores No modern meter bench for meter calibration				
	18	No hay calibración sistemática de medidores No meter calibration system				
	19	La producción de agua (PTA ó pozo) no es medida con precisión Water production (WTP or well) is not measured accurately				
	20	Hay conexiones directas sin medidores There are direct connections without meters				
	21	Los fontaneros no tienen herramientas adecuadas Plumbers do not have the adequate tools				
	22	Muchos de los medidores de las acometidas domiciliarias están averiados Many water meters in house connection are broken				
	23	No hay equipo de detección de fugas There is no leak detection equipment				
	24	Falta de instrumentos para medición y control de la presión por sectores de servicio Lack of instruments for pressure measurement and control in service sectors				
	25	Falta de válvulas reguladoras de presión Lack of pressure control valves				
	26	No se usan micro-medidores modernos No use of modern micro-meters				
	5	Mantenimiento Maintenance	27	Excesivo tiempo de reacción para reparación de tuberías rotas The reaction time for the repair of the damaged pipes is too long		
			28	No hay mantenimiento preventivo de la red No preventive maintenance of the network		
		Producción Production	29	Producción de agua mayor que la demandada Water production is higher than water demand		
			30	Falta de detección de fugas en las estaciones de bombeo Lack of leak detection in the pumping stations		
			31	Bombeo directo de los pozos de la red de distribución Direct pumping from wells to the distribution network		
		Monitoreo Monitoring	32	No se revisan periódicamente las fuentes de abastecimiento The supply sources are not revised periodically		
			33	Desconocimiento del agua producida y consumida Water production and water consumed is unknown		
			34	Falta de una contabilización del agua que entra y sale Lack of flow record (influent/effluent)		
			35	Falta de indicadores de desempeño para calcular el ANF Lack of performance indicators to calculate NRW		
		Almacenamiento Reservoir	36	Rebales de tanques Overflow of tanks		
			37	Rebose de tanques Tanks overflowing		
		6		38	Rotura de tuberías por compactaciones inadecuadas Broken pipes due to inadequate compaction	
				39	Tuberías obsoletas Old pipes	

表 4-28 抽出・整理された無収水に係る現状の問題点リスト(2/3)

5	Operación Operation	Sistema de tuberías Piping System	40	Rompimiento de tuberías debido al golpe de arriete Broken pipes due to the water hammer effect
			41	Rotura de tuberías por movimientos sísmicos Broken pipes due to seismic activities
			42	No hay revisión periódica de líneas de impelencia de los principales sistemas No periodic revision of the main pipes in the main systems
		Acometidas domiciliarias Household connections	43	No hay revisión y reparación sistemática de fugas que ocurren en las cajas de micro-medición There is no systematic revision or repair of the leaks in the micro-meter chambers
			44	Pérdidas en válvulas de control en micro-medidores Losses in the control valves in micro meters
		Calidad del servicio Service Quality	45	Frecuencias con que se hacen las descargas en la conducción y en la red The frequency of the discharges in the pipes and the networks (intermittent supply)
			46	Hay muchas fugas visibles (superficiales) There are many visible (surface) leaks
		Fugas Leakage	47	Los registros de reparaciones de fugas no han sido analizados para entender la tendencia de fugas Records of leak repair were not analyzed to understand leak tendency
			48	Fugas por mala colocación de accesorios Leaks due to misplaced accessories
			49	Redes con problemas serios de fugas Networks with serious leak problems
			50	Fugas en válvulas de control en las redes de agua Leaks in control valves in the network
		Control de presiones Pressure Control	51	La presión nocturna es muy elevada Pressure is too high at night time
			52	Falta de sectorización de redes No zoning of the networks
			53	Falta de sectorización No zoning
			54	No se cuenta con una sectorización No zoning
Administrativos Administrative	1	Informática IT System	55	Actualización del sistema informático Update of the IT system
			56	No hay arreglos presupuestarios para la reducción del ANF No budgetary arrangements for NRW reduction
	2	Financieros Financial	57	Falta de recursos financieros para enfrentar el problema Lack of financial resources to face the problem
			58	Los sistemas no reciben mantenimiento preventivo The system does not get preventive maintenance
	3	Planificación Planning	59	Falta de un plan de detección de fugas no visibles Lack of a plan to detect invisible leaks
			60	Falta de un programa de control de pérdidas No loss control program
			61	Plan de mantenimiento correctivo a la red No corrective maintenance plan for the network
			62	No hay reglamento para el reemplazo periódico de los medidores There is no regulation regarding periodical meter replacement
			63	Falta de planes para detección y reparación de fugas Lack of planning for leak detection and repairs
			64	No hay un plan sistemático para la sustitución de tuberías No systematic plan for pipe replacement
	4	Relaciones públicas Public Relations	65	Las cajas de medidores están llenas de basura Meter box filled with garbage
			66	Campaña de educación sanitaria Sanitary education campaign
			67	Falta de campaña de detección de fugas dentro de las viviendas Lack of a campaign for leak detection in households
			68	Falta de campañas para que los usuarios reporten fugas de agua Lack of campaigns for users to report water leaks
			69	Falta de campañas de divulgación para el uso adecuado del agua Lack of diffusion campaigns for adequate water use
	5	Auditoría Audit	70	Falta de campaña de divulgación de fugas en medidores Lack of a diffusion campaign for the meter leaks
			71	Las actividades de relaciones públicas no son suficientes Public relation activities are not enough
			72	Falta de una auditoría a los lectores Lack of audits for meter readers
6	Comercial	73	No hay auditoría de medición No audits for the measuring	
		74	Debiera haber auditorías de agua periódicas Water audits should be conducted periodically	
		75	No hay control de grifos públicos There is no control of public taps	
		76	Control de los medidores de los grandes consumidores Meter control for high consumers	
			77	Reparto de agua en pipas Distribution of water by water tank truck
			78	No hay lectura constante de micro-medidores No constant reading of the micro-meters

表 4-29 抽出・整理された無収水に係る現状の問題点リスト(3/3)

0	Commercial	79	Información desactualizada de rutas y secuencias de conexiones The information on the connection routes and sequence is not up to date	
		80	Sistema de comercialización desactualizado por clase de usuario The commerce system per type of user is not up to date	
		81	Falta de catastro de usuarios Lack of users' record (cadaster)	
		82	Los medidores averiados no se reemplazan Broken meters remain as they are without replacement	
	7	Recurso humano Human Resource	83	Debe capacitarse al personal para que regule las conexiones ilegales The staff must be trained to control illegal connections
			84	Falta de personal que aplique ley Lack of staff to enforce the law
			85	No hay experiencia en la detección de fugas por sonido No experience in leak noise detection
			86	Pérdida de personal especializado Loss of specialized personnel
	8	Tarifa de agua Water tariff	87	Tarifas que cubran costos Tariffs to cover the costs
			88	Tarifas que mantengan su valor real en el tiempo Tariffs which keep their real value all the time
			89	La tarifa plana (consumo ajustado) puede no ser la adecuada (muy baja) The flat rate may not be adequate (too low)
			90	La tarifa del agua puede ser muy baja Water tariff may be too low
9	Política institucional Institutional Policy	91	Las tapaderas de las válvulas son cubiertas por el recarpeteo de calles Valve covers are over-laid by road pavement	
		92	No se le ha dado importancia al tema de ANF NRW topic has not been given importance	
		93	El subsidio Subsidy	
		94	Falta de apoyo y coordinación con gobiernos locales Lack of support and coordination with local governments	
		95	No hay involucramiento de las alcaldías para multar el mal uso del agua There is no involvement from the city halls to sanction (fine) the inadequate water use	
		96	Falta de política institucional para la creación de la unidad para el manejo de la reducción del ANF Lack of institutional policy for the creation of the NRW reduction management unit	
		97	Falta de un presupuesto asignado para la reducción del ANF Lack of budget allocation for NRW	
		98	No hay un equipo de trabajo especializado en detección de fugas No special team for leak detection	
		99	Falta de la unidad de ANF Lack of NRW unit	
	Legales Legal	100	Colocación de materiales de mala calidad Installation of poor quality materials	
		101	Deben crearse multas para aplicarlas The enforcement of fines must be created	
		102	Falta de mecanismos legales para proceder por conexiones ilegales Lack of legal mechanisms to regulate illegal connections	
		103	La legislación existente no es aplicada Existing legislation is not enforced	
		104	La ley de ANDA no regula el ANF The ANDA law does not regulate NRW	
		105	No hay legislación para el recurso hídrico There is no legislation for water resources	
		106	No hay legislación para penalizar las conexiones ilegales No legislation to penalize illegal connections	
		107	No hay tarifa de multas There is no tariff rate for fines	
		108	No hay términos legales para regular las conexiones ilegales No legal terms to regulate illegal connections	
		109	Revisión de la normativa vigente tarifaria Revision of the valid tariff norm	

### 4.3.3 第3年次における活動実績

表 4-30 「無収水削減計画策定能力の向上」活動状況

PO 番号	第3年次の活動状況	活動実績
2-3-1	無収水削減計画策定にかかる研修計画を策定する	<ul style="list-style-type: none"> <li>無収水削減計画の目次案をチームの協議を通じて決定し、その目次案に沿った研修計画を策定した。</li> </ul>
2-3-2	無収水削減計画策定にかかる研修教材を作成する	<ul style="list-style-type: none"> <li>研修計画の項目に沿った研修教材を作成した。</li> </ul>
2-3-3	無収水削減計画策定にかかる実務研修を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>研修計画に沿って、研修を継続的に実施した。</li> </ul>

#### 1) 無収水削減計画の章建て検討

第3年次は、第4年次に予定されている無収水削減対策長期計画(案)策定を可能とするために、研修を行うことである。しかし、漠然と一般的な、教科書的な無収水削減についての研修はあまり効果が期待できず、具体的なトピック・テーマを絞った研修の方が良いと考えた。そこで、4年次に策定される無収水削減対策長期計画(案)の内容に直結した研修を実施することとした。

これまで、無収水削減計画チームは、第1年次から第2年次にかけて、

- NRWに係る問題分析
- 問題の階層化
- 水量分析

を実施している。

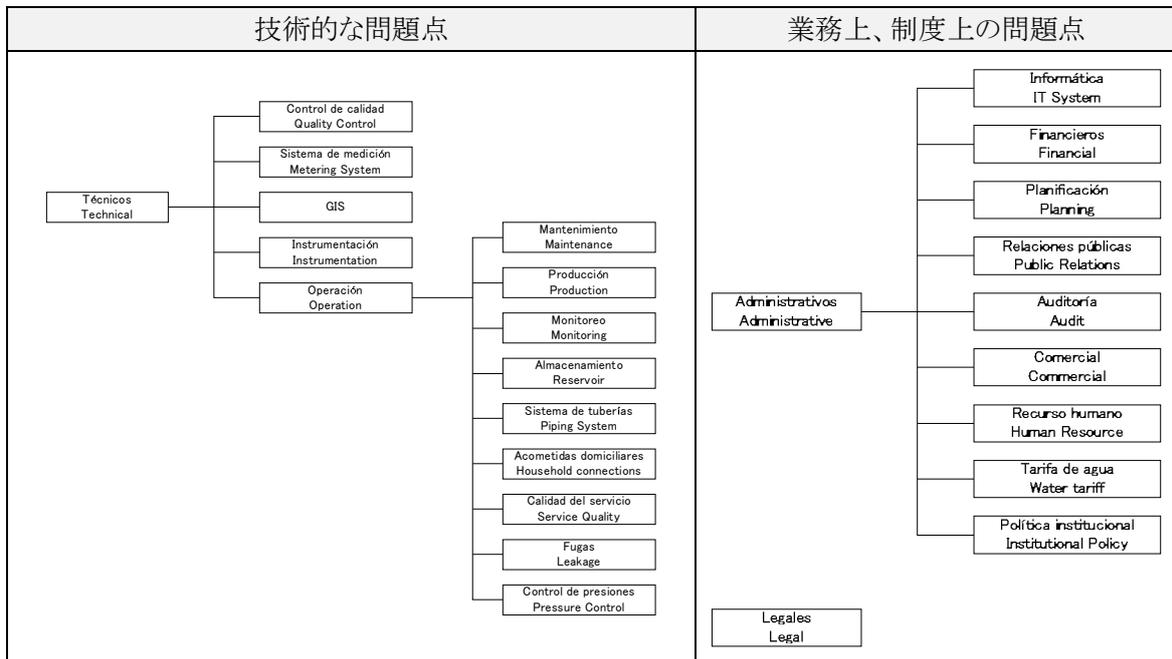
そこで、以下の方針で研修を進めることとした。

- これら第2年次の活動結果を基に、まず「無収水削減対策長期計画(案)」の大まかな構成・目次案(章建て)をチームで協議して作成する。
- この章建て、章毎に専門家が研修教材を作成して、研修を行う
- チーム・メンバーが章毎の重要ポイントをまとめ、月例進捗ミーティング等で発表しながら、章毎の知見を蓄積していくという活動を実施しながら、4年次の「無収水削減対策長期計画」策定に繋げていく。
- もちろん、3年次で策定した長期計画の章建ては柔軟に見直していくこととする。

#### 2) 無収水削減対策長期計画(案)の構成

長期計画案の構成を考える基礎となったものは、第2年次で実施された、NRWに係る問題分析結果である。問題点として100項目以上が抽出され、下表に示すように分類された。

表 4-31 第2年次における NRW に係る問題分析結果



この問題分析結果を基に、NRW 削減計画チームが作成した、最初の長期計画(案)の構成は以下の通りである。

These topics shall be part of the NRW reduction plan; among other, the following are being proposed:

1. Guidelines to develop an institutional policy to create a unit for NRW management which should be strengthened, equipped, assigned with budget, have minimum technical staff and field personnel.
2. Definition of the scopes to develop by such unit and other coordination processes in the ANDA specialized units (micro and macro measuring, list of users, drawings of the network, valves, tanks, etc.)
3. Development of definitions or concepts such as:
  - a. NRW index
  - b. Water losses and leaks
  - c. Technical and commercial losses
  - d. Operative optimization of the distribution systems and reduction of technical losses, control and reduction of losses
4. Topics to develop to obtain a diagnosis of the potable water distribution systems and apply the NRW reduction management plan.
5. Sectorization of the commercial information system and its application criteria.
6. Sectorization of the distribution network and its application criteria.
7. Definition of the ideal NRW percentage for our country or any other (including the breakdown calculation of the NRW index, criteria to consider).
8. Economic evaluation of model projects for reduction of losses.
9. Basic guidelines for the development of a strategy focused on leak reduction, and reduction of losses (defining the level of leaks and losses which ANDA must have as maximum parameter to be considered efficient).
10. Operation plans to maintain the loss and leak levels through time, with tendencies to be lowered.
11. Methodology to implement for the determination of the percentage of consumption which is not billed, considered within the water balance such as:
  - a. Measured consumption which is not billed
  - b. Consumption which is not measured and not billed
  - c. Unauthorized consumption
  - d. Inaccurate measuring
  - e. Leaks in the main transmission and distribution pipes
  - f. Leaks and overflows in the storage tanks
  - g. Leaks in the service connections up to the measuring point
12. Development of performance indicators and establishment of objectives for the follow up, monitoring and control of the unit for NRW reduction management.
13. Institutional policies for the legalization of illegal and irregular connections, non-legalized social interest communities, among other cases.
14. What is the recommended average amount of users per district or area to sectorize in km<sup>2</sup> to guarantee and excellent control of the water served and billed, with good pressure and continuous service?

この最初の構成案は、未だ長期計画としての要素が欠けていたり、ひと通りの計画としてのストーリーが掴みにくいものとなっていた。そこで、この原案について、チームで協議を行い、練り直した構成が以下のものである。

**CONTENTS TO DEVELOP FOR THE DRAFT NRW REDUCTION MANAGEMENT PLAN**

**I. POTABLE WATER LOSSES**

- General context of the NRW percentage
- Definition of technical and commercial losses
- Operative improvement of the production, purification, transmission, storage, distribution, macro and micro measuring systems
- Reduction of technical and commercial losses
- Follow up, monitoring and control of the technical and commercial losses

**II. CREATION OF THE INSTITUTIONAL POLICY**

- Concept frame
- Creation of the NRW Reduction Management Unit
- Definition of the staff of professionals and technicians which will be part of the unit
- Definition of the scope of the unit
- Annual budget allocation for operation
- Equipment and tools
- Planning of the scope of the unit for the short, medium and long term
- Continuous strengthening of the staff of professionals and technicians
- Products

**III. DIAGNOSIS OF THE SYSTEM**

- Concept frame
- Information of the commercial area
- Information of the technical-operation area

**IV. GEOREFERENCE INFORMATION SYSTEM (GIS)**

- Concept frame
- Survey on the technical record of all potable water system components
- Elaboration of planimetry and hypsometry of the system
- Establishment of the georeference information system (GIS)
- Expected results

**V. LEAK DETECTION AND REPAIRS**

- Concept frame
- Planning for visible and invisible leak detection in the mains, flow equalization, distribution networks and household connections
- Planning of the activities, materials, time and costs of repair
- Expected results of the activities

**VI. FLOW AND PRESSURE MEASUREMENT**

- Concept frame
- Development of the flow and pressure measuring activities
- Control of the information obtained as support to the mathematic simulation process of the distribution network
- Results of the activities

**VII. SECTORIZATION OF THE DISTRIBUTION NETWORK**

- Concept frame
- Objective
- Development of technical activities to isolate and improve the distribution network (districts and sub districts)
- Results of the activities

<b>VIII.</b>	<b>INSTRUMENTATION OF THE DISTRIBUTION NETWORK</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concept frame</li> <li>• Objective</li> <li>• Development of technical activities for the installation of instruments for measuring, pressure and flow regulation per defined sections</li> <li>• Results of the activities</li> </ul>
<b>IX.</b>	<b>SECTORIZATION OF THE COMMERCIAL INFORMATION SYSTEM</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concept frame</li> <li>• Development of technical and commercial activities for the survey and revision of the users' record, micro measuring survey, re-allocation of routes and sequences according to the districts and sub-districts of the network</li> <li>• Update of the commercial area database</li> <li>• Audits for the readings and processing of consumption and billing information</li> <li>• Results of the activities</li> </ul>
<b>X.</b>	<b>PUBLIC RELATIONS</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concept frame</li> <li>• Development of publicity campaigns before, during and after the achievements of the project are met and the good use and management of the water resource</li> <li>• Approach to the communities in providing information of interest to the users</li> <li>• Improve the quality of customer service</li> <li>• Results of the activities</li> </ul>
<b>XI.</b>	<b>ECONOMIC EVALUATION OF THE PROJECTS FORMULATED FOR THE REDUCTION OF NRW PERCENTAGE</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concept frame</li> <li>• Revision of necessary projects and works through surveys carried out for the improvement of economic resources (cost – benefit relation)</li> <li>• Surveys to develop for the minimum needs: Macro measuring, micro measuring, control valves to sectorize the districts and sub-districts; survey of the technical and users' records, leak detection and repairs, harmonization of reading cycles and defined operation sectors, update and integration of the GIS and SIC (Commercial Information System); operative improvement of the network and improvement of the pressure maps</li> <li>• Results of the activities</li> </ul>
<b>XII.</b>	<b>WATER AUDIT (WATER BALANCE COMPONENTS)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concept frame</li> <li>• Objective</li> <li>• Collection of all technical and commercial information of the systems</li> <li>• Calculation of the water components according to IWA, adjusted to our condition</li> <li>• Results of the activities</li> </ul>
<b>XIII.</b>	<b>FOLLOW UP AND CONTROL PROGRAM IN THE REDUCTION OF NRW PERCENTAGE</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concept frame</li> <li>• Objective</li> <li>• Follow up and control program</li> <li>• Impact project</li> <li>• Results of the activities</li> </ul>

これら章建てを考えると、概ね長期計画の構造の整理が進んだ。

しかしながら、この章建てにおいても若干項目が重複しており、また順序がストーリー展開にそぐわない部分もあったことから、下図に示されるように、チームによりさらに整理された。

BACKGROUND		INTRODUCTION		DEFINITIONS		CURRENT CONDITION		POLICIES/GOALS		PLAN		PRIORITIES		IMPLEMENTATION		EVALUATION			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1 DEFINITIONS	2 DIAGNOSIS OF THE SYSTEM	3 CREATION OF AN INSTITUTIONAL POLICY	4 IMPLEMENTATION OF THE INSTITUTIONAL POLICY	5 FLOW AND PRESSURE MEASURES	6 DETECTION AND REPAIR OF LEAKS	7 APPARENT LOSSES	8 GEOREFERENCE INFORMATION SYSTEM	9 SECTORIZATION OF THE DISTRIBUTION NETWORK	10 INSTRUMENTATION OF THE DISTRIBUTION NETWORK	11 SECTORIZATION OF THE COMMERCIAL INFORMATION SYSTEM	12 Priority of plans: high, average, low	13 Implementation of priorities	14 PUBLIC RELATIONS	15 ECONOMIC EVALUATION OF A PROJECT FORMULATED FOR THE REDUCTION OF NRW %	16 WATER AUDIT	17 FOLLOW UP AND CONTROL PROGRAM FOR THE NRW INDEX	18 RELATED WORKS	19 ANNEXES	20 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS
PLANNING				EXECUTION				FOLLOW UP AND CONTROL				ANNEXES							
1 DEFINITIONS				5 FLOW AND PRESSURE MEASURES				15 ECONOMIC EVALUATION OF A PROJECT FORMULATED FOR THE REDUCTION OF NRW %											
2 DIAGNOSIS OF THE SYSTEM				6 LEAK DETECTION AND REPAIRS				16 WATER AUDIT				19 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS							
3 CREATION OF AN INSTITUTIONAL POLICY				7 APPARENT LOSSES				17 FOLLOW UP AND CONTROL PROGRAM FOR THE NRW INDEX				20 BIBLIOGRAPHY							
4 IMPLEMENTATION OF THE INSTITUTIONAL POLICY				8 GEOREFERENCE INFORMATION SYSTEM				18 RELATED WORKS											
				9 SECTORIZATION OF THE DISTRIBUTION NETWORK															
				10 INSTRUMENTATION OF THE DISTRIBUTION NETWORK															
				11 SECTORIZATION OF THE COMMERCIAL INFORMATION SYSTEM															
				12 Priority of plans: high, average, low															
				13 Implementation of priorities															
				14 Public Relations															

図 4-13 チームにより整理された長期計画(案)章建て

この章建て構造の整理に基づいて、現時点における無収水削減長期計画(案)の目次は以下の通りとすることになった。

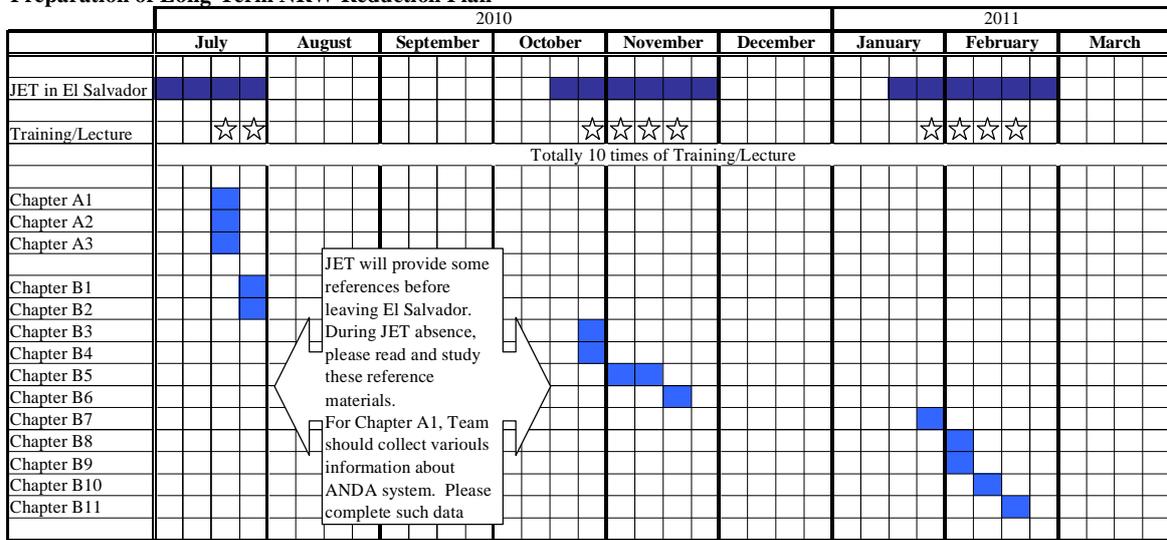
<b>Long-Term NRW Reduction Plan</b>	
<b><u>Table of Contents (Draft)</u></b>	
Preface	
<u>INTRODUCTION</u>	
<u>DEFINITIONS</u>	
<u>PART A: EXISTING CONDITION</u>	
Chapter A1	Outline of Existing Water Supply System of ANDA
Chapter A2	Existing Problem Analysis
Chapter A3	Water Audit
<u>PART B: LONG-TERM NRW REDUCTION PLAN</u>	
Chapter B1	Policy of NRW Reduction of ANDA
Chapter B2	Target of NRW Reduction
Chapter B3	Improvement of Measurement System
Chapter B4	Improvement of IT System
Chapter B5	Reduction of Real Losses
Chapter B6	Reduction of Apparent Losses
Chapter B7	Preventive Measures for NRW Reduction
Chapter B8	Public Relations
Chapter B9	Organizational Improvement
Chapter B10	Implementation of Long-Term NRW Reduction Plan
Chapter B11	Evaluation and Monitoring of Implementation

上述の章建てに基づき下図に示す研修計画を策定した。今年次中に 10 回の研修を実施し、これらの研修ですべての章に対して具体的な研修教材を作成し、研修を実施するものとした。2011 年 2 月 17 日に第 10 回目の研修を終え、下記研修計画通り、すべての研修を完了した。

この研修は非常に重要であることから、チーム・メンバーの理解度を確認しながら実施し、理解度が低いと判断した場合にはフォローアップも行った。

無収水削減長期計画(案)策定は ANDA にとってもチーム・メンバーにとっても初めての経験であることから、JICA 専門家の「エ」国派遣中にチーム・メンバーへの研修を集中して行うこととし、JICA 専門家不在中にはチーム・メンバーは研修教材の理解度を高めることに注力することとした。

**Training/Lecture Schedule of NRW Reduction Management Team for Preparation of Long-Term NRW Reduction Plan**



JET: JICA Expert Team

図 4-14 長期計画(案)研修計画

**4.3.4 第4年次における活動実績**

第4年次の活動状況を下表に示す。

表 4-32 「無収水削減計画策定能力の向上」活動状況

PO 番号	第4年次の活動状況	活動実績
2-2-1	無収水削減対策にかかる補足調査を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>特にモデル区画での実績、パイロット区画での途中実績等について、アクション・チームからの情報を得て、計画に反映させた。</li> </ul>
2-3-3	無収水削減計画策定にかかる実務研修を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>計画策定チームにより作成された原稿について、専門家チームと協議・研修を重ねながら、計画内容のブラッシュアップを計画が纏まるまで実施した。</li> </ul>
2-4	無収水削減対策の実施結果を基に全体の無収水削減対策長期計画(案)を作成する	<ul style="list-style-type: none"> <li>計画案がチームにより執筆、取りまとめられた。</li> <li>無収水削減対策にかかる無収水削減対策長期計画(案)に関して、セミナーを11月に開催した。</li> </ul>

## 1) 無収水削減長期計画(案)の作成

昨年度 3 年次に計画策定のために実施した研修は、長期計画の目次案に沿って実施し、本年度計画策定に当たっては、研修教材にそって計画を策定していけばよい様に工夫をした。しかし、今年度に入って実際に計画そのものの執筆に取り掛かると、専門家チームの想像以上に、チームメンバーは執筆に苦勞をしていた状況が見られた。

これまで、無収水に関わる基礎的知識もなく、その削減のための対処方法についても整理されてはいなかった。これらについて昨年度の研修で理解を深めたわけであるが、それらについて理解をすることに多くの労力を必要とした。

それら理解に基づいて、計画策定は想像力を働かせ一つのストーリーとしてまとめ上げ、さらに、そのためにどのようなリソースがどのタイミングで必要になってくるかということを組み立てる必要がある。その想像力をなんとか働かせながら、ANDA にとって最初の無収水削減長期計画(案)が策定された。

無収水削減長期計画(案)については、ワーキング・コミティーで議論が行われ、7月11日第1回の会議では、長期削減計画の基礎となる、ANDA の無収水削減に対するポリシー、無収水削減目標を中心に活発に議論が行われ、非常に有意義であった。

また、無収水長期削減計画(案)の中で、将来へ向けての無収水率の段階的な削減目標が示されている。この無収水率の削減に伴い、それらが料金収入に反映されてくることから、計画の効果として有収水量およびそれに伴う水道料金収入の増加についても、当該計画案に含まれている。



ワーキング・コミティー会議における計画内容の説明の様相

策定された無収水削減長期計画(案)の表紙及び目次構成は以下の通りである。

	ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (ANDA)	
	AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DE JAPÓN (JICA)	
<p>PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL (PRODECANDA)</p>		
		
<p><b>PLAN A LARGO PLAZO PARA LA REDUCCION DEL AGUA NO FACTURADA (ANF) (BORRADOR)</b></p>		
<p>OCTUBRE DE 2011</p>		
<p><b>EQUIPO DE MANEJO DE REDUCCION DEL AGUA NO FACTURADA</b></p>		
<p>PLAN A LARGO PLAZO PARA LA REDUCCION DEL AGUA NO FACTURADA (ANF) (BORRADOR)</p>		
<p><u>TABLA DE CONTENIDOS</u></p>		
PREFACIO .....		I
TABLA DE CONTENIDOS .....		III
ABREVIACIONES .....		VII
DEFINICIONES .....		VIII
INTRODUCCION .....		1
I.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO .....		1
I.2 BREVE EXPLICACION DEL PROYECTO .....		2
I.3 PROPOSITO DEL "PLAN A LARGO PLAZO PARA LA REDUCCION DEL ANF" .....		4
I.4 BREVE EXPLICACION DE LOS CONTENIDOS DEL PLAN .....		5
I.5 REVISION PERIODICA Y MEJORAMIENTO DEL PLAN .....		8
PARTE A: SITUACION ACTUAL .....		1
CAPITULO A1 BOSQUEJO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EXISTENTE DE ANDA .....		1
A1.1 REGION METROPOLITANA .....		2
A1.2 REGION CENTRAL .....		5
A1.3 REGION OCCIDENTAL .....		6
A1.4 REGION ORIENTAL .....		7
CAPITULO A2 ANALISIS DE PROBLEMAS EXISTENTES .....		9
A2.1 METODOLOGIA DEL ANALISIS DE PROBLEMAS .....		9
A2.2 RESULTADO DE LOS PROBLEMAS CATEGORIZADOS .....		10
A2.2.1 <i>Problemas técnicos</i> .....		10
A2.2.2 <i>Problemas Operacionales</i> .....		12
A2.2.3 <i>Problemas Administrativos/Institucionales</i> .....		13
A2.2.4 <i>Problemas Jurídicos (legales)</i> .....		16
CAPITULO A3 AUDITORIA DEL AGUA .....		17
A3.1 METODOLOGIA DEL ANALISIS DE LA AUDITORIA DE AGUA .....		17
A3.2 RESULTADOS DE LA AUDITORIA DE AGUA .....		19
A3.3 DIFICULTADES DE LA AUDITORIA DE AGUA BAJO LA SITUACION ACTUAL .....		23

PARTE B: PLAN FUTURO, PLAN A LARGO PLAZO PARA LA REDUCCION DEL AGUA NO FACTURADA (RANF).....	1	B7.1.2 <i>Introducción de sistema de ADM</i> .....	67
CAPITULO B1 POLITICAS DE ANDA PARA LA REDUCCION DEL ANF.....	2	B7.1.3 <i>Programa de reemplazo de tuberías</i> .....	70
CAPITULO B2 OBJETIVOS DE LA REDUCCION DEL ANF.....	6	B7.1.4 <i>Selección de material adecuado para tuberías</i> .....	70
B2.1 NIVEL INEVITABLE Y PERMITIDO DEL ANF.....	6	B7.2 CONTROL DE CALIDAD DE TUBERIAS Y DE CONEXIONES DOMICILIARES.....	71
B2.2 OBJETIVO DE LA REDUCCION DEL ANF.....	13	B7.2.1 <i>Material de tuberías para conexiones domiciliarias</i> .....	71
CAPITULO B3 MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE MEDICION.....	18	B7.2.2 <i>Calidad de trabajos de instalación</i> .....	72
B3.1 UBICACION REQUERIDA PARA MEDICION.....	19	B7.2.3 <i>Especificaciones estándar para la instalación de conexiones domiciliarias</i> .....	72
B3.2 MICRO-MEDIDORES.....	23	B7.3 PLANES DE ACCION DE MEDIDAS PREVENTIVAS.....	73
B3.3 MICRO-MEDIDORES.....	23	CAPITULO B8 RELACIONES PÚBLICAS.....	74
B3.4 PLANES DE ACCION PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE MEDICION.....	24	B8.1 NECESIDAD DE RELACIONES PÚBLICAS.....	74
CAPITULO B4 MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMÁTICA.....	27	B8.2 PLANES DE ACCION PARA RELACIONES PÚBLICAS.....	75
B4.1 NECESIDAD DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMÁTICA.....	27	CAPITULO B9 MEJORAMIENTO ORGANIZACIONAL.....	77
B4.2 SISTEMA DE INVENTARIO DE ANDA INTRODUCIENDO GIS.....	28	B9.1 ESTABLECIMIENTO DE LA UNIDAD DE REDUCCION DE ANF.....	77
B4.3 MEJORAMIENTO DE BASE DE DATOS DE LOS USUARIOS.....	29	B9.2 ACTIVIDADES DE LA UNIDAD CENTRAL DE CONTROL DE ANF.....	79
B4.4 PLANES DE ACCION PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMÁTICA.....	30	B9.3 UNIDAD DE REDUCCION DE ANF EN LAS RESPECTIVAS OFICINAS REGIONALES.....	80
CAPITULO B5 REDUCCION DE PERDIDAS REALES.....	31	B9.4 RECURSOS HUMANOS.....	81
B5.1 PERDIDAS REALES.....	31	B9.5 LOGÍSTICA REQUERIDA.....	83
B5.2 MANEJO DE PERDIDAS REALES ACTIVAS.....	32	CAPITULO B10 IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN A LARGO PLAZO PARA LA REDUCCION DEL ANF.....	85
B5.3 REDUCCION DE FUGAS DEL SISTEMA DE TRANSMISION.....	33	B10.1 TABLA DE CÁLCULOS DE CANTIDADES Y TIEMPOS PARA SU EJECUCION POR REGION DE ANDA.....	85
B5.4 REDUCCION DE FUGAS DEL RESERVORIO.....	36	B10.1.1 <i>Como se desarrolla cada una de las tablas</i> .....	85
B5.5 REDUCCION DE FUGAS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION Y CONEXIONES DOMICILIARES.....	38	B10.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	91
B5.6 PROGRAMA DE CONTROL DE FUGAS ACTIVAS.....	42	B10.3 CRONOGRAMA DE DESEMBOLOSOS ANUALES.....	93
B5.7 PROGRAMA DE CONTROL DE FUGAS ACTIVAS SISTEMA DE DISTRIBUCION Y CONEXIONES DOMICILIARES.....	43	CAPITULO B11 EVALUACION Y MONITOREO DE LA IMPLEMENTACION.....	95
CAPITULO B6 REDUCCION DE PERDIDAS APARENTES.....	45	B11.1 COMITE DE EVALUACION Y MONITOREO.....	95
B6.1 PERDIDAS APARENTES.....	45	B11.2 INDICADORES DE DESEMPEÑO (IDs).....	96
B6.2 REDUCCION DE PERDIDAS APARENTES.....	47	B11.3 ANALISIS DE AUDITORIA DE AGUA.....	99
B6.2.1 <i>Eliminación de conexiones ilegales</i> .....	47	APENDICE A1.....	1
B6.2.2 <i>Mejoramiento de condición de medidores de agua</i> .....	48	REGIÓN METROPOLITANA.....	1
B6.3 PLANES DE ACCION PARA LA REDUCCION DE PERDIDAS APARENTES.....	58	REGIÓN CENTRAL.....	19
CAPITULO B7 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LA REDUCCION DEL ANF.....	60	REGIÓN OCCIDENTAL.....	43
B7.1 MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION.....	60	REGIÓN ORIENTAL.....	51
B7.1.1 <i>Sistema de configuración y control de presión</i> .....	60	APENDICE A2 ESTIMACIONES DE GASTOS.....	66
		REGIÓN METROPOLITANA.....	67
		REGIÓN CENTRAL.....	77

削減計画冒頭の ANDA の方針としては、「ANDA の財務状況を改善し、運転維持管理能力を向上させて、顧客へのサービスを向上させるために、無収水を削減する」となっている。

数値目標としては、首都圏支局では今後 25 年間で無収水率を 25% まで低減するものとし、他の支局では今後 12 年間で無収水率 25% まで低減させるとしている。この目標を達成するために、当初 5 年間では 14~20 百万 US \$ /年の投資が必要となっている。

また、この目標が達成されるとすると、今後 10 年間で水道料金収入が約 30% 増加する見込みとなっている。

この削減計画には計量設備の改善、IT システム改善、物理的・非物理的無収水削減、予防的措置、組織改善、広報等かなり包括的に無収水の削減計画が述べられており、それぞれについて具体的なアクション・プラン、その実施スケジュール、その費用が述べられている。すでに、その中のコンポーネントの一つとしてマクロ及びマイクロメータの調達等には、他ドナーの支援が充てられるなど、具体的な実施の側面も始まっている。

## 2) 無収水削減長期計画(案)にかかるセミナー

無収水削減長期計画(案)の内容について、ANDA スタッフに広く説明し共有するために、無収水削減技術にかかるセミナーが実施された。この計画策定に実際に携わった 4 人のカウンターパートから、計画内容について説明が行われた。

なお、計画実施には財源手当てが必要であることから、関連するドナーも広く招待され、計画内容、

実施に必要な予算規模等について説明が行われた。



無収水削減長期計画(案)に係るセミナーの様様

#### 4.4 「成果 3: ANDA の節電計画策定能力が強化される」に係る活動実績

##### 4.4.1 第 1 年次における活動実績

###### 1) 「ANDA 首都圏支局に節電対策チームが組織される」について

JICA 事前調査団による現地調査は、2008 年 6 月から 7 月にかけて実施された。事前調査報告書によると、電力料金支払額の多くを占める首都圏支局に、首都圏支局長をリーダーとし、浄水場長、ポンプ場長、配水管網エンジニア、電気設備技師、オペレーターがメンバーとなる節電対策チームを組織し、節電対策(省エネルギー活動)を推進することとなっていた。一方、ANDA では 2008 年 8 月に ANDA が運営する各施設の省エネルギー化を推し進める目的で、「Direction Técnica(技術部)」の傘下に「Unidad de Eficiencia Energetica(以下、UEE 室)」が組織されていた。

このような経緯のなか、ANDA は、専門家チームのインセプションレポートの記載内容を踏まえ、本プロジェクトの節電対策チームを結成した。チームメンバーは、UEE 室長をリーダーとし、ラス・パパス浄水場長、ラス・パパス浄水場維持管理コーディネーター、配水中央コントロールセンター浄水チーム長、配水中央コントロールセンターコーディネーター、電気技師、ポンプオペレーターの 7 名が選抜された。

JICA 専門家の滞在有無に関わらず、本プロジェクト実施期間中、節電対策チームは毎週月曜日にチームミーティングを開催することとした。また、チームミーティングは出席者が議事録を作成し、JICA 専門家を含めた節電対策チームメンバー全員に議事録を配信し、プロジェクトの進捗と情報の共有を図ることとした。

## 2) 「首都圏地域上水道施設の消費電力実態が把握される」について

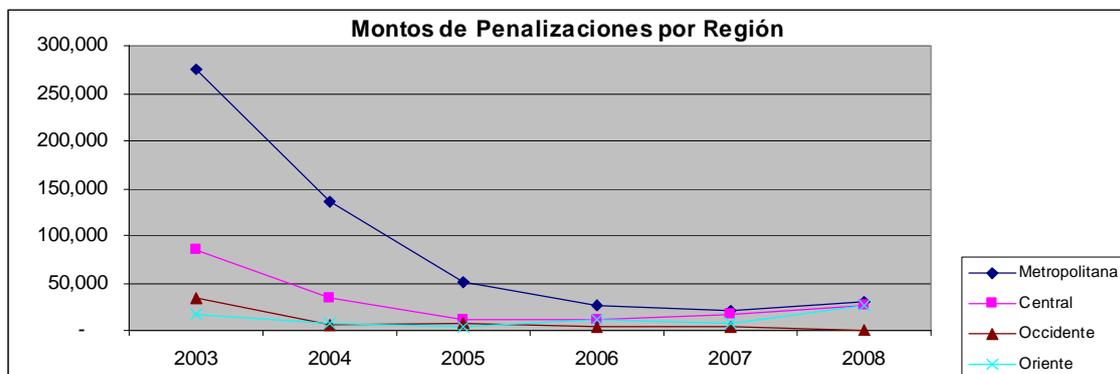
ANDAは、過去、米州開発銀行 (IDB) の支援により、首都圏および近圏の送配水系統の井戸ポンプ施設及び送水ポンプ施設(Sistema Zona Norte、Sistema Cojutepeque、Sistema Guluchapa の3送配水系統)について、省エネルギー対策のフィージビリティ調査を実施していた。

その調査結果及び UEE 室の設立に伴い、2008 年 9 月より ANDA 独自の活動で電力料金の課徴金削減活動を実施中であった。電力料金の課徴金とは、受電施設の力率が 0.9 以下である場合、その数値に伴って追加徴収される料金であり、力率の改善により減額されるか、もしくは課金されない。ANDA の当該活動では、力率の改善のみを対象として取り組みがなされており、その活動範囲は使用電力量の削減までには至っていなかった。

事前調査にて既に入手済みの首都圏支局施設一覧表に加え、本プロジェクトにおいて、節電対策チームのリーダーである UEE 室長を通じて、ANDA の電力使用量に関する各種データおよび資料を入手した。その資料より、図 4-15「ANDA 各支局の電力料金課徴金額の推移」、図 4-16「ANDA 全体の 2007/2008 年の月別電力料金額および電力使用量」を抜粋して掲載する。

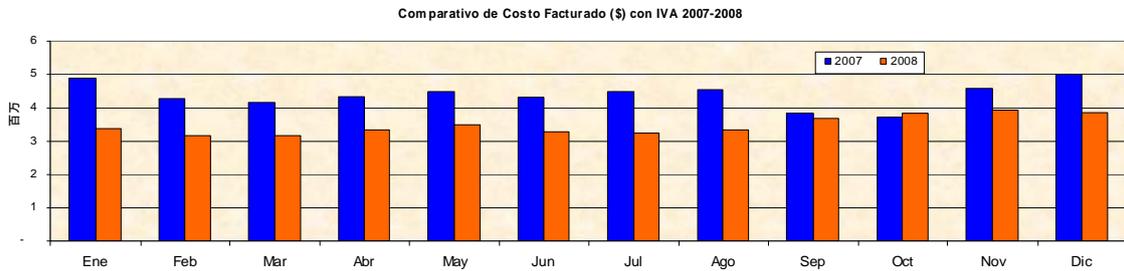
これらの図から、ANDA として電力料金課徴金の削減は継続した取り組みがなされているものの、水道契約栓数および配水量の増加に伴う給水施設の増設などによる電力使用量は増加傾向が続いていることが伺えた。

図 4-15 ANDA 各支局の電力料金課徴金額の推移



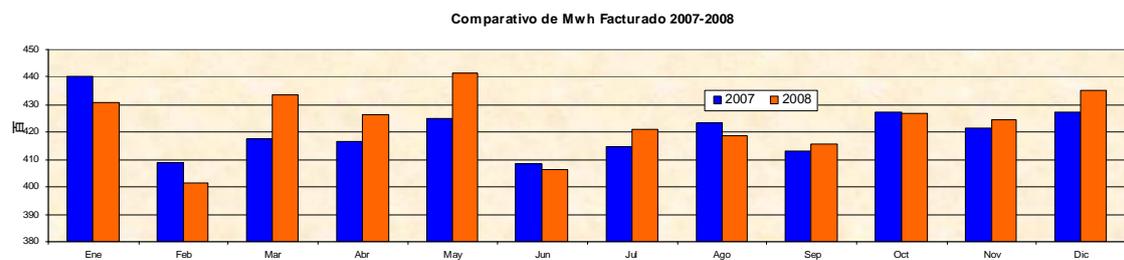
出典: ANDA

図 4-16 ANDA 全体の 2007/2008 年の月別電力料金額



出典: ANDA

図 4-17 ANDA 全体の 2007/2008 年の月別電力使用量



出典: ANDA

3) その他現地での活動・調査によって明らかになった事項

ANDA が現在使用している CAD ソフトウェア及び水理解析ソフトウェア

ANDA「Direction Técnica (技術部)」の傘下で、配水管網地図のデジタル化を担当している「Unidad de Technica」への聞き取り調査によると、首都圏の管網情報には配水池の地盤高さ、水位、およびポンプ場の地盤高さ以外の高度データは保有していなかった。

また、首都圏は 88 区画に分割し管理しているが、約 50%の区画の地図データを保有しており、その他の区画は地図データを保有していなかった。データ未保有の区画の高度情報は、AutoCAD 上の地図の等高線(contour)から読み取っていた。

現在使用している地図データの等高線間隔は 50m であり、水理解析の精度を上げるためには 1/1000 の地図データが必要となった。それら地図データは、複数地区の地図データをエリアごと一括で購入する都合から、購入にはまとまった予算が必要であったが、緊急度の高い ANDA の他事業に予算が優先的に配分されていたため、新たな地図データの購入・整備は進んでいないのが実態であった。ANDA は「National Resister Center」で地図データを購入している。

ANDA が 2009 年に使用していた CAD ソフトウェアと管網解析ソフトウェアは、それぞれ「AutoCAD MAP」と「WaterCAD 2002」であった。「WaterCAD 2002」は、ANDA 本部内の“Unidad de Technica”、“インフラセクション(2階)”、“UDES”、の3セクションが各1ライセンス持っていた。しかし、“インフラセクション(2階)”と“ UDES”には、「WaterCAD 2002」を操作できる職員がおらず、活用されている状況にはなかった。また、IDB の支援により「AutoCAD civil3D 2008」3 ライセンスと「WaterGEMS」3 ライセンスが新たに供与されており、“Unidad de Technica” の職員がすでに操作講習を受講していた。

#### 水道施設視察結果

##### ・配水中央コントロールセンター(CCS)

ANDA 首都圏支局の配水中央コントロールセンター(CCS)を調査訪問し、節電対策チームのメンバーでもある Ing. Marco Durán から説明を受けた。

ここでは、4 つのシステムをモニタリングしている。ラス・パバス浄水場施設、ラス・パバス浄水場からの送水系、Zona Norte の井戸からの送水系、旧施設 (traditional line) の送水系、の 4 系である。

ラス・パバス浄水場施設及びラス・パバス浄水場からの送水系は、モニタリングのみで、ここからは操作できない。浄水場運転管理は複雑であるため、浄水場で運転制御しているとのことであった。

通信手段は 400MHz の無線通信で行っている。事前調査報告書にあるとおり、1 時間ごとに各ポンプ場のオペレーターが無線機にて連絡し、配水中央コントロールセンターの管理オペレーターが OFFICE EXCEL フォームに入力している。

##### ・レンパ川取水ポンプ場

- ・ポンプ 2 台が点検・整備のため取り外されており、6 台運転可能な状態であった。
- ・モニターの流量計は、1,406m<sup>3</sup>/h, 2,072m<sup>3</sup>/h, 3,513m<sup>3</sup>/h (84,312m<sup>3</sup>/day) を示していた。
- ・生物繁殖防止剤注入設備を新設したばかりであり、納入メーカーによる運転・取扱い説明会が開催されていた。注入ポンプは定量ポンプ (ダイヤフラムポンプ) である。

ラス・パバス浄水場長から、ウォーターハンマーが発生してポンプ吐出管のフレキシブルジョイントのハーネスボルトが外れたり、振動のためにポンプ建屋壁にひびが入ったり、吐出管サポートが壊れたりしたとの報告があった。エアチャンバーの水位設定が適正位置にないものと思われる。

##### ・ラス・パバス浄水場

- ・ろ過池の沈澱水の濁度(3.34NTU)が原水濁度(7.57NTU)からみて高かった。
- ・送水ポンプ1台が点検・整備のため取り外され、7 台運転可能な状態であった。また、小型の送水ポンプが 2 台設置されているが、浄水場内にある高架水槽への送水ポンプである。
- ・モニターの送水流量計は、9,071m<sup>3</sup>/h (217,704m<sup>3</sup>/day)、取水ポンプ場から浄水場への導水流量計は、6,840m<sup>3</sup>/h (164,160m<sup>3</sup>/day) を示していたが、取水量と送水量のバランスを考慮すると、取水量の時間変動が大きいように思えた。

- ・薬品注入設備はよく管理されており、薬品注入ポンプは定量ポンプ(ダイヤフラムポンプ)が採用されていた。
- ・浄水池が小さく、浄水場の処理水量を送水量に合わせて変動させているものと思われた。安定した浄水場運転を行うためには、浄水場内の配水池の使用方法について検討する必要性を感じた。
- ・取水ポンプ場及び浄水場の設計・施工資料の提供を求めたが、浄水場では保管していないとのことであった。

浄水場長から緩速攪拌池からの堰落ちによるフロックの破壊(いいフロックができていたが)、薬品沈澱池までの連絡渠の流速、処理水量を増やすと溢れてしまう、薬品沈澱池への流入、等の現在抱えている問題について説明を受けた。

#### 力率計および節電対策機器の現地調達可能性について

本プロジェクト第2年次において、供与機材として本邦調達が予定されている力率計、および節電対策機器(力率改善コンデンサ、直列リアクトル)について、カウンターパートである節電対策チームリーダーと協議し、次の理由により現地調達が望ましいことを確認した。

- ① ANDA スタッフが使用する機材であり、スペイン語で操作、確認が可能であること
- ② トラブルや故障時に現地でカスタマーサービスを受けられること
- ③ 機材の納品に際し、現地にて操作・取扱説明を受けられること
- ④ プロジェクト実施後にも、ANDA にて機材の追加調達やオプション機材の調達が可能であること

力率計について、本プロジェクトで要求される仕様を満足する機材として複数メーカー、複数機種が現地調達可能であることを確認した。

現地調査にて確認された力率計は次のとおりである。

メーカー名	型 式	納 期
CIRCUTOR	AR5	約4週間
AEMC	3945-B	約4週間
FLUKE	435	約4週間
FLUKE	1735	約4週間
HIOKI	3169	約4週間
YOKOGAWEA	CW121	約4週間

ANDA の既存施設にも様々な仕様の節電対策機器が設置されている。ANDA は恒常的にこれらの機器を調達している。

#### 4.4.2 第2年次における活動実績

ANDA では、2008年8月に ANDA が運営する各施設の省エネルギー化を推し進める目的で、「Direction Técnica (技術部)」の傘下に「Unidad de Eficiencia Energética (以下、UEE 室)」が組織され、2010年3月現在も業務を継続していた。

第1年次において、ANDA は、専門家チームのインセプション・レポートの記載内容を踏まえて、UEE 室長をリーダーとし、ラス・パパス浄水場長、ラス・パパス浄水場維持管理コーディネーター、配水中央コントロールセンター浄水チーム長、配水中央コントロールセンターコーディネーター、UEE 室電気技師、ポンプオペレーターの7名のチーム・メンバーからなる本プロジェクトの節電対策チームを結成した。第2年次である2009年6月の ANDA 新総裁就任に伴い、節電対策チーム再編成が行われた。新総裁体制においても節電対策が重要視され、第1年次に結成された全チーム・メンバー7名は留任することとなった。さらに、電気施設省エネ及び水理解析の強化のために UEE 室スーパーバイザー、「Unidad Técnica」室長の2名が加わり、計9名が選抜された。

また、さらに2010年、新年にあたり総裁再度交代に係る人事異動があつて、一部のメンバーに変更があつた。

表 4-33 「節電計画策定能力の向上」活動状況

PO 番号	第2年次の活動状況	活動実績
3-1-3	調査収集情報の補足調査を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>パイロット施設選定関連情報の収集</li> <li>力率計設置施設関連情報の収集</li> </ul>
3-2-1 および 3-2-2	節電効果の高い施設を選定する 上記施設に力率計を設置し、詳細な 電力消費の実態を調査する	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要となる力率計について ANDA と協議を行い、数量・仕様について JICA 事務所に連絡し、調達を依頼</li> <li>力率計が調達され、ANDA に到着 (2009年7月16日)</li> <li>力率計使用方法についてトレーニングを実施</li> <li>力率計設置施設を選定し、設置 (機器使用ローテーション) スケジュールを策定</li> <li>電力消費の実態調査を実施</li> </ul>
3-2-3	上記の結果に基づきパイロット施設 (浄水場及び/又はポンプ場) を2~4箇所選定する	<ul style="list-style-type: none"> <li>採取データを分析し、余剰消費電力量を算出</li> <li>余剰電力消費の発生要因を抽出する</li> <li>調査施設の余剰電力消費について、適用可能な節電対策を選定</li> <li>選定した節電対策による節電効果をシミュレーション</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>シミュレーション結果から参考事例となる施設をパイロット施設として 3 箇所選定</li> </ul>
3-2-4	パイロット施設に力率改善機器及び／又はインバータモータを設置する	<ul style="list-style-type: none"> <li>節電対策に用いる機器／機材の仕様と数量を決定し、JICA 事務所へ調達を依頼</li> <li>節電対策機器が調達され、ANDA に到着(2010年1月～3月)</li> <li>パイロット施設に力率改善機器及びインバータモータを設置</li> <li>節電対策機器の取り扱いについてトレーニングを実施</li> </ul>
3-2-5	パイロット施設における節電効果を検証する	<ul style="list-style-type: none"> <li>節電対策実施後のパイロット施設の電力消費データを採取</li> </ul>
3-3-1	導送配水網(幹線)の水理解析を行う	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要となる水理解析ソフトウェアについて ANDA と協議を行い、数量・仕様について JICA 事務所に連絡し、調達を依頼</li> <li>水理解析に必要な管路基礎情報、図面、水量等の情報収集・整理</li> <li>水理解析ソフトウェア ( Bentley WaterGEMS V8i) の調達(2009年9月)</li> <li>水理解析ソフトウェアのセットアップ及び操作指導</li> <li>現地踏査による送配水系統図の更新及び現況確認</li> <li>現状の問題点の確認と整理</li> <li>管路情報の一元化の促進</li> <li>水理解析ソフトウェアを使用して導送水網(幹線)の水理解析(導送配水網水理解析は水運用システム改善(案)作成のため 2011年7月まで継続実施した)</li> </ul>
3-3-2	省エネルギーに配慮した水運用システム(水系別配水ブロック化)改善(案)を作成する	<ul style="list-style-type: none"> <li>水運用システムの改善についての方向性の説明(改善案策)</li> <li>改善案策定の着手</li> <li>水運用に必要な流量管理(流量モニタ</li> </ul>

		リング計画の策定支援) <ul style="list-style-type: none"> <li>● 導送配水網(幹線)の水理解析に基づいた水運用システム(送水系、水系別配水ブロック化)改善(案)作成のための基礎情報の整理(2011年7月まで継続実施した)</li> </ul>
3-4-1	節電計画にかかる研修計画を策定する	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 節電計画に関する問題分析を行い、その問題分析から研修でカバーされるべき必要な項目を抽出</li> <li>● 節電計画にかかる研修計画を策定</li> </ul>
3-4-4	節電にかかるワークショップ/セミナーを開催する	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ANDA 全支局を対象に節電対策の実施内容周知の目的で 2010 年 2 月 15 日にワークショップ開催</li> </ul>

ANDA 節電対策チームは、JICA 専門家の滞在有無に関わらず、これまでほぼ毎週月曜日にチーム・ミーティングを開催した。2010 年 2 月からは毎週金曜日に変更して開催していた。各担当者はその週に実施した内容を報告し、チーム全員で問題点や次週の実施予定等を協議してプロジェクト活動を実施していた。また、チーム・ミーティングの出席者が議事録を作成し、JICA 専門家を含めた節電対策チーム・メンバー全員に議事録を配信し、プロジェクトの進捗と情報の共有を図ることとしていた。

設備管理においては、ウィークリー・ミーティングにおいて「各施設の電力消費実態調査と節電効果検証」の実施内容と手順およびスケジュールについて、節電対策チームで協議した。スケジュールを表 4-34、及び表 4-35 に示す。

Ver.20090709A

The Project for Capacity Development of ANDA for Operational Improvement

**Cronograma para pruebas de campo (Detallado)**

表 4-34 「パイロット施設(候補)の電力消費実態調査と節電効果検証」実施スケジュール

	2009												2010												notas	
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
fase 1-1	Julio/1			Julio/10																						
fase 1-2	Julio/7			Julio/24																						
fase 1-3	Julio/7			Julio/21																						
fase 1-4					Ago/3																					
fase 2-1																										
fase 2-2																										
fase 2-3																										
fase 3-1																										
fase 3-2																										
fase 3-3																										
fase 3-4																										
fase 4-1																										
fase 4-2																										
fase 4-3																										
fase 5																										

表 4-35 「パイロット施設(候補)の電力消費実態調査」スケジュール

ADMINISTRACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
REGION METROPOLITANA  
CRONOGRAMA DE TRABAJO MEDICIONES ELECTRICAS E HIDRAULICAS  
CAESS 2009

PLANTA DE BOMBEO	4-Aug				4-Sep				4-Oct			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1 LA CHACRA	○											
2 CAITES DE DIABLO		○										
3 ZACAMIL 2			○									
4 CAMPESTRE			○									
5 ESTADIO					○							
6 LA MILITAR						○						
7 SAN MUGUEL MEJICANOS							○					

ADMINISTRACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
REGION METROPOLITANA  
CRONOGRAMA DE TRABAJO MEDICIONES ELECTRICAS E HIDRAULICAS  
DELSUR 2009

PLANTA DE BOMBEO	17-Aug				17-Sep				17-Oct			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
8 CIRCULO ESTUDIANTIL	○											
9 CUMBRES DE CUSCATLAN,		○										
10 POZO LA CIMA 2			○									
11 LA SULTANA			○									
12 TANQUE CALIFORNIA					○							
13 POZO EL MILAGRO						○						
14 EL MILAGRO 2							○					
15 EL PUENTE								○				
16 CUMBRES DE CUSCATLAN II								○				

CEL 2009

PLANTA DE BOMBEO	1-Aug				1-Sep				1-Oct			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1 SISTEMA LAS PAVAS	○				○							
2 SISTEMA ZONA NORTE		○			○							

また、施設の電力消費実態調査の実施に先立ち、ANDA 本部の受配電施設に於いて、調査に用いる JICA 調達機材「力率計」の取扱方法およびデータの採取方法について、トレーニングを実施した。その後、2009 年 8 月から 10 月までの期間、パイロット施設の候補施設に対して電力データの測定活動を展開した。

パイロット施設の候補に選定した施設と調査項目を表 4-36、及び表 4-37 に示す。

表 4-36 「パイロット施設」の候補施設の調査項目

電圧 (V) 電流 (A)	力率 (Cosφ、%)
有効電力量 (kW)	送水流量 (GPM) または配水流量 (GPM)
皮相電力量 (kVA)	送水圧力 (PSI) または配水圧力 (PSI)
無効電力量 (kVAR)	

表 4-37 「パイロット施設」の候補施設

No	施設名	設備	No	施設名	設備
1	La Militar	配水ポンプ場	11	La Chacra	配水ポンプ場
2	El Estadio	配水ポンプ場	12	Caites del Diablo	配水ポンプ場
3	La Miralvalle	配水ポンプ場	13	Cumbre de Cuscatlan 2	配水ポンプ場
4	La America	配水ポンプ場	14	El Milagro 1	配水ポンプ場
5	El Miragro 2	配水ポンプ場	15	La California	配水ポンプ場
6	La Gloria	配水ポンプ場	16	La Sultana	配水ポンプ場
7	El Puente	配水ポンプ場	17	Sistema Las Pavas	送水ポンプ場
8	La Crima 2	配水ポンプ場	18	Sistema Zona Norte	送水ポンプ場
9	La Zacamil 2	配水ポンプ場	19	Edificio Central ANDA	管理施設
10	La Campestre	配水ポンプ場	20		

パイロット施設の候補施設における電力消費実態調査の結果を基に、a.「エ」国で調達可能な機器、b.ANDA の通常予算範囲で実施可能な手法、c.ANDA 施設へ展開できる手法、c.「節電マニュアル」の作成に活かせる手法、などの観点から 3 つのパイロット施設と節電対策手法を選定した。選定した施設と節電対策手法を表 4-38 に、調達した節電対策機器の一覧表を表 4-39 に示す。

表 4-38 パイロット施設と節電対策手法

No.	パイロット施設名	所在地	節電対策手法
1	ANDA 本部ビル受変電施設	Centro Urbano Libertad, AMSS	力率改善コンデンサ設置
2	Caites del Diablo ポンプ場	Soyapango, AMSS	速度制御設備設置 (インバータ 200HP、他)
3	La Militar ポンプ場	San Marcos, AMSS	速度制御設備設置 (インバータ 100HP、他)

表 4-39 「節電対策機器、及び調査機器」一覧

調達機器	仕様	調達数量	使用施設
引込開閉器盤		1 面	パイロット施設 1
自動力率調整装置盤	約 90kVAR	1 面	パイロット施設 1
インバータ盤(ポンプ速度制御盤)	200HP×1	1 面	パイロット施設 2
インバータ盤(ポンプ速度制御盤)	100HP×1	1 面	パイロット施設 3
計装盤		2 面	パイロット施設 2/3
流量計および変換器	電磁式	2 台	パイロット施設 2/3
圧力計および変換器		2 台	パイロット施設 2/3
水位計(投げ込み式)	圧力式	2 台	パイロット施設 2/3
既設ポンプ盤改造		1 式	パイロット施設 2
工事材料(ケーブル、および端子)		1 式	パイロット施設 1～3
ポータブル流量計	超音波式	3 台	実態調査用
熱画像装置(サーモカメラ)		3 台	実態調査用
力率計		10 台	実態調査用

調達した節電対策機器は、2010年2月～3月にそれぞれのパイロット施設に設置され、試験・調整作業を実施後、節電対策運転を実施していた。2010年6月まで、パイロット施設の電力消費量調査を実施し、節電対策効果の検証を行う予定であった。(2011年5月まで電力消費量調査を継続して節電対策効果の検証を行った。)

水運用管理においては、水運用システム全体を把握している職員がいないため、全体送配水系統図が最新の情報に更新されていないことを再確認した。また、データの管理も適宜行われていなかった。このようなことから、ANDAとして送配水管網に関するデータを一元化して管理する必要があった。まず、水運用管理の理解を深めるためワークショップ形式の講義を節電対策チームで実施した。このあと、節電対策チームは水理解析に必要な水理条件(延長、口径、節点水量、C値、地盤高等)の整理、水運用状況の確認及び送配水系統図の更新などを継続して実施した。

節電チームに対して、調達機材(CADソフトウェア AutoCAD civil 3D、水理解析ソフトウェア WaterGEMS V8i 及びポータブル超音波流量計 3台)を活用し一連の技術移転を実施した。節電チームへ実施した技術移転の主な項目は、表 4-40 のとおりである。ANDAの節電対策チームから下記のメンバーを選定するにあたり、現在水運用に関連した業務に従事している、もしくは経験していることを考慮した。

表 4-40 水運用管理に関する ANDA の節電チームに対する技術移転内容

No	実際に技術移転を行った節電チーム・メンバーの名前	各メンバーに技術移転した内容
1	Ing. Juan Tobias Ramirez	<ul style="list-style-type: none"> <li>・購入した Water GEMS V8i による水理解析の指導</li> <li>・Auto CAD Civil 3D による送配水システム図</li> <li>・送配水システムに関する管路情報、水運用情報に関する情報の更新および確認の指導</li> <li>・設置したポータブル超音波流量計のデータ解析</li> <li>・ANDA の職掌上、水道施設情報を把握する統括的な窓口としての役割の明確化</li> </ul>
2	Ing. Marco Duran	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Zona Norte 系送配水システムに関する管路情報、水運用情報に関する情報の更新および確認の指導</li> <li>・ポータブル超音波流量計設置トレーニング</li> </ul>
3	Ing. Mario Sayes	<ul style="list-style-type: none"> <li>・送配水システムに関する管路情報、水運用情報に関する情報の更新および確認の指導</li> <li>・ポータブル超音波流量計設置トレーニング</li> </ul>
4	Ing. Rutilio Rauda	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サンサルバドル首都圏における水運用情報の更新及び確認の指導</li> <li>・ポータブル超音波流量計設置トレーニング</li> </ul>

水道施設管理においては、首都圏全体の水道施設について水道システムとしての理解を深めるためにレンパ川取水ポンプ場、ラス・パパス浄水場及び送配水施設の現地視察を節電対策チームで実施し、ANDA が節電計画にかかる研修計画を策定するための問題点の抽出、節電対策マニュアル作成のための情報の共有を図った。

浄水場職員の中には14年間勤務している職員がおり、稼働後17年経過した浄水場施設をこの職員を中心に運転・維持管理を行っていた。浄水場職員からのヒアリングによると、浄水場建設当時から入札図書、最終機器仕様書及び図面、最終建設土木図面、機器マニュアル、浄水場運転・維持管理マニュアル、等を保有していない。このような状況のため、浄水場職員は、コンサルタントや機器メーカー等から入手した資料をもとに、手探りで運転・維持管理している状態とのことであった。

浄水場施設はパイロット施設に選定されていないが、浄水場職員とレンパ川取水ポンプ場、ラス・パパス浄水場及び送水ポンプ場の運転・維持管理上の問題点の抽出をし、節電対策効果が大きいこと、また、浄水場にて実際に管理している浄水場職員から技術研修をしてほしいとの要望があり、節電対策の視点に立って技術研修を実施して、問題点に対応することを浄水場職員と合意し、ANDA 節電対策チーム・リーダーの了解を得た。この技術研修には節電対策チーム・メンバーであるラス・パパス浄水場維持管理コーディネーターも毎回参加しており、この技術研修内容を週間チーム・ミーティングで報告していた。

以下に活動状況の写真及び首都圏送配水システム系統図を示す。



ウィークリー・ミーティング:水道水供給システムの適切な運転の説明



ウィークリー・ミーティング:実態調査および節電対策の実施について、節電チームで協議



打合せ(ワークショップ形式):研修項目の選定



ANDA 本部の受配電施設における JICA 調達機材「力率計」の取扱方法のトレーニングの様子



ANDA 実施:ポンプ場における「力率計」による電力データ測定状況



ANDA 実施:ポンプ場におけるポータブル超音波流量計による流量データ測定状況



パイロット施設 1:ANDA 本部受変電施設への  
力率改善機器の設置工事の様子

パイロット施設 1:力率改善機器の操作トレーニングの様子



研修風景:水運用管理に関する講義

節電ワークショップ形式(2月15日実施):  
水運用管理についての説明



JICA 調達機材「ポータブル超音波流量計」の設置トレーニング(水運用管理に必要な流量測定)



節電チームによるプロジェクトの活動報告(水理解析)



浄水場における技術研修

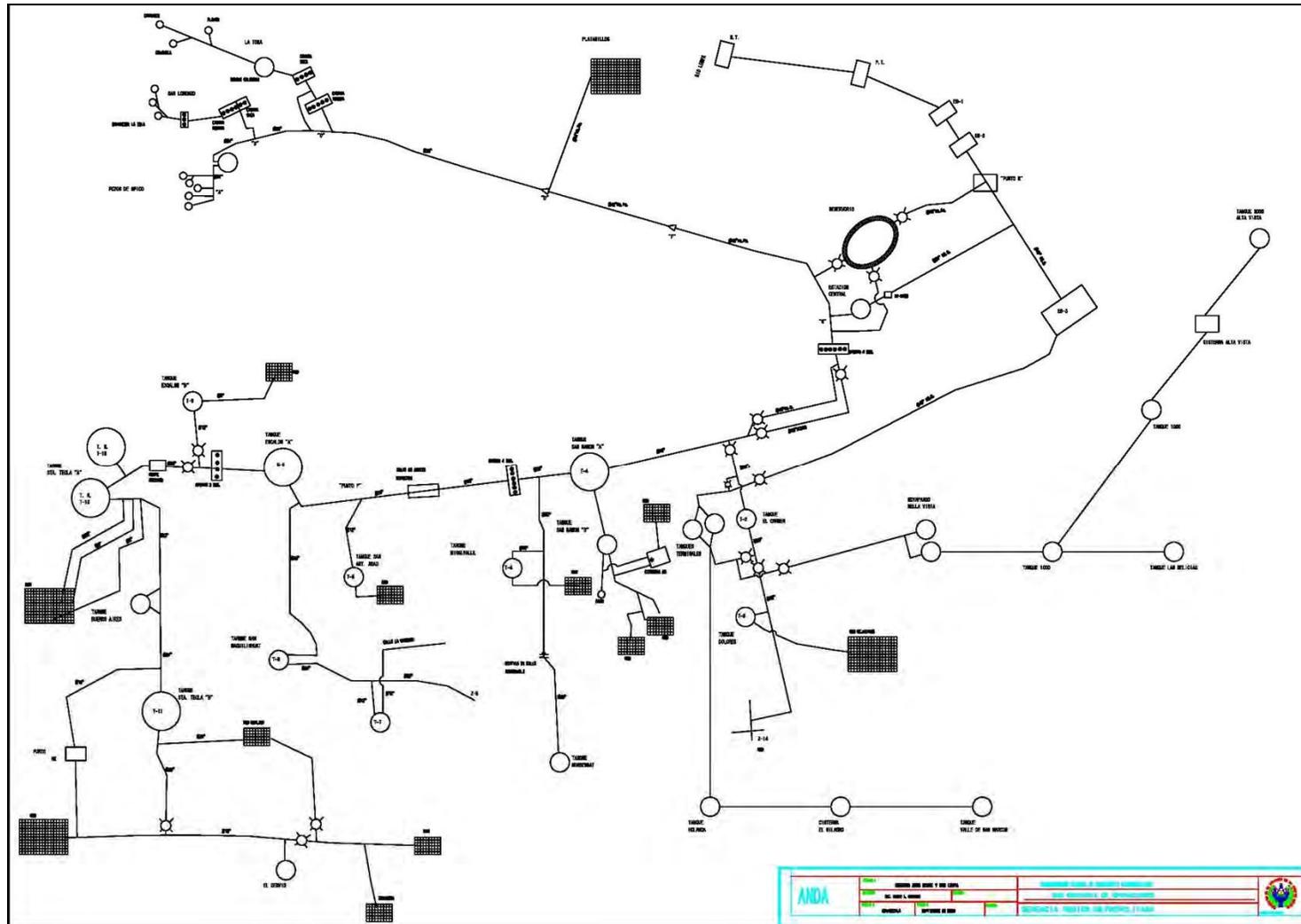
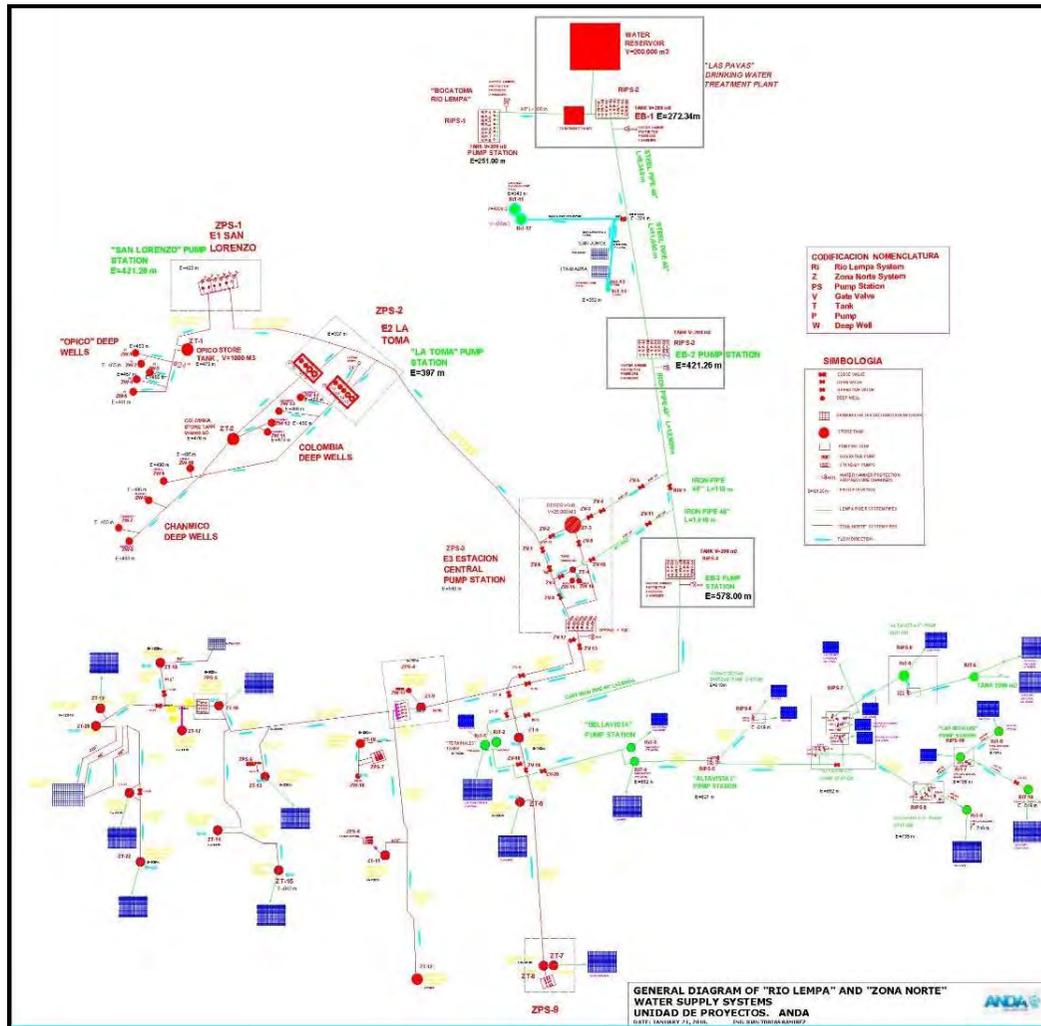


図 4-18 現在更新中の送配水システム系統図(Las Pavas 系、Zona Norte 系、Traditional 系):更新初期段階



**更新状況について**

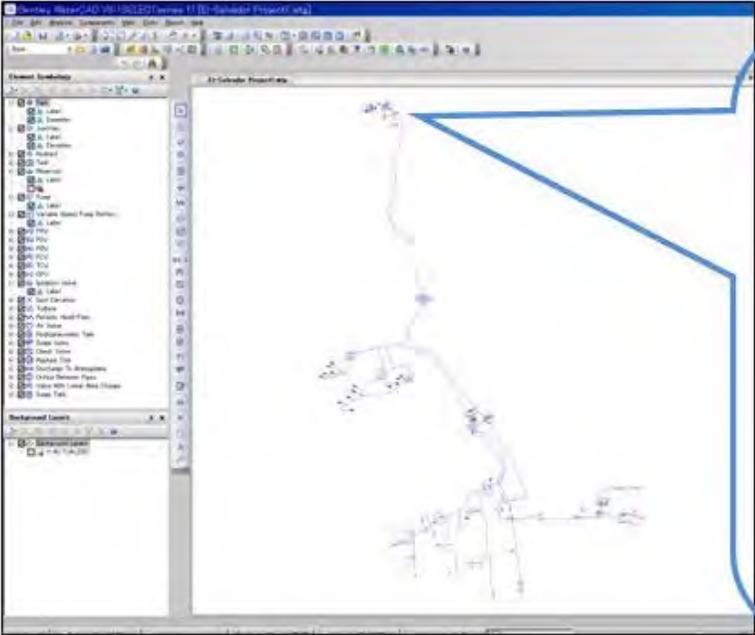
左図には、各送配水施設にコード番号が設定され、管路情報、送配水情報等入力された。

- 1) 管路情報  
 節点: 地盤高  
 管体情報: 口径、延長、管種、仕切弁

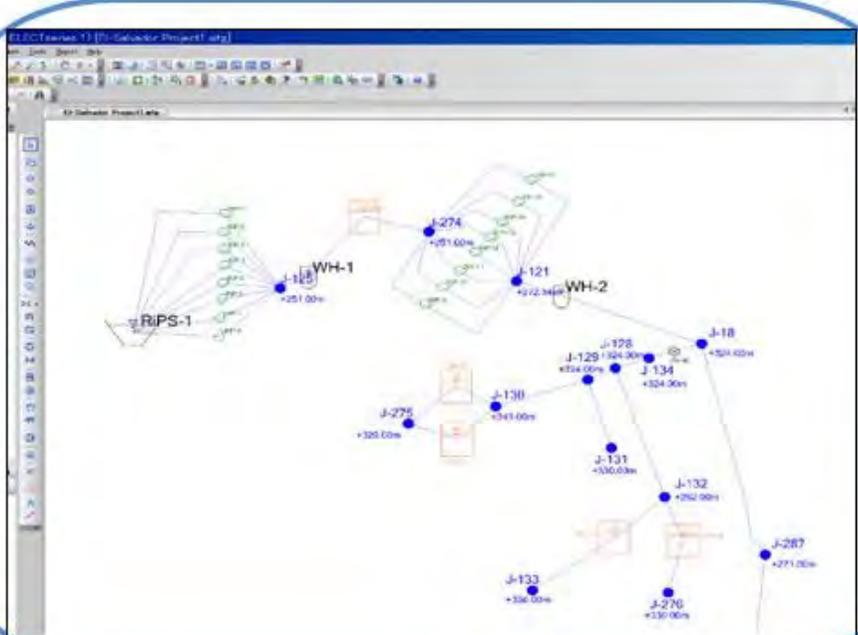
- 2) 送配水情報  
 浄水場、配水池及び井戸、湧水の施設位置や能力、ポンプの運転状況  
 水量: 人口から予測して大凡の水量を仮定

更新前は、前ページの図面から、現在は左図のようにかなり改善された。また、この更新には既存の水道施設の情報収集が必要不可欠であり、継続して情報収集が節電チームによって行われた。

図 4-19 購入した Auto CAD civil 3D による Zona Norte 系及び Las Pavas 系送配水システム図の更新:更新後



Water GEMS V8i によるモデル構築支援(その1)



Water GEMS V8i によるモデル構築支援(その2)

図 4-20 購入した Wate GEMS V8i による水理解析支援(その 1)

上図左は、Zona Norte 系及びLas Pavas 系の送配水システムの全体モデル図であり、この構築したモデル図には、各送配水施設情報(配水池、送配水管等)が入力されている(上図右)。この入力には、各施設の既存の情報収集と情報の更新が必要不可欠であり、1 回目の派遣時では、水理解析に必要な既存の水道施設情報を整理し、2 回目の派遣時にモデル図の構築支援と共に既存の情報のデータ入力支援を実施した。(活動を通して把握できなかった既存情報もあり、その場合の対処法として、代替的に推定する方法等についても技術指導を行った。)

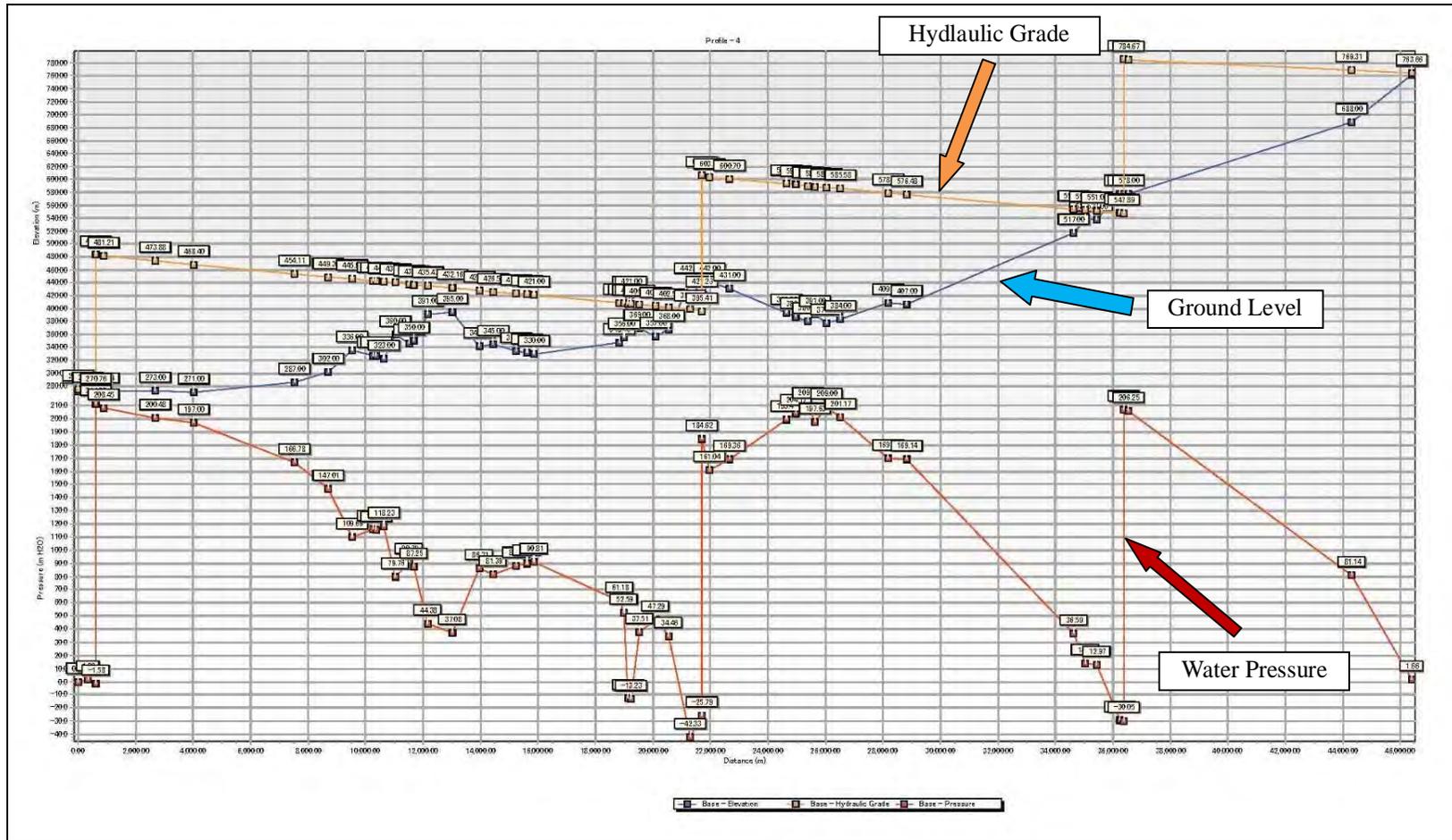


図 4-21 購入した Wate GEMS V8i による水理解析支援(その 2)

上図は Las Paavas 系の送水幹線の水理状況を示している。上り勾配のこの地形においては、ポンプ圧送方式によりどのように送水されているかが水理解析によって理解された。しかし、不明確な情報や確度が低い情報が入力されているため、既存の情報の更新の支援とともに水理解析を継続して行った。

4.4.3 第3年次における活動実績

表 4-41 「節電計画策定能力の向上」活動状況

PO 番号	第3年次の活動状況	活動実績
3-2-5	パイロット施設における節電効果を検証する	<ul style="list-style-type: none"> <li>パイロット施設 1(力率改善コンデンサ設置)、パイロット施設 2(ポンプ速度制御装置[200HP]他の設置)、及びパイロット施設 4(ポンプの運転時間短縮)について、電力消費状況を観察し、節電効果が発現していることを確認した。</li> <li>パイロット施設 3(ポンプ速度制御装置[100HP]他の設置)の節電効果の検証は2011年5月末まで継続した。</li> </ul>
3-3-1	導送配水網(幹線)の水理解析を行う	<ul style="list-style-type: none"> <li>第2年次に取りかかった導送配水網(幹線)の水理解析について、概略版の作成を2010年10月末に完了した。</li> <li>2011年2月末まで解析結果を整理し、水運用システム改善案へ編纂した。</li> </ul>
3-3-2	省エネルギーに配慮した水運用システム(水系別配水ブロック化)改善(案)を作成する	<ul style="list-style-type: none"> <li>水運用に必要な流量モニタリングを継続実施した。</li> <li>首都圏支局の各給水エリアの現況をヒアリングした。</li> <li>水系別配水ブロック化の素案作成を継続実施した。</li> </ul>
3-3-3	既存水道施設(浄水場、ポンプ場)の節電計画(案)を作成する	<ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクト・チームは支局毎の対象施設のリスタップを開始した。</li> <li>「3-3-2 水運用システム改善案」も考慮しつつ、対象施設の節電計画(案)作成に着手した。</li> </ul>
3-4-2	3-2、3-3の結果に基づいて節電対策マニュアル(研修教材を兼ねる)を作成する	<ul style="list-style-type: none"> <li>2010年7月にチーム・メンバーによるワークショップ形式でマニュアルの項目を選定し、それぞれに担当者を割り振り、資料収集を行った。</li> <li>選定したマニュアルの項目に従って、マニュアルを編纂し、2011年2月に予稿を作成した。</li> <li>予稿をプロジェクト・チーム内、ANDA関連部署でレビューした。</li> </ul>

1) パイロット施設における電力使用状況のデータ収集と効果の検証  
 節電対策機器を設置したパイロット施設は下表のとおりである。

表 4-42 パイロット施設と節電対策手法

No.	パイロット施設名	所在地	節電対策手法
1	ANDA 本部ビル受変電施設	Centro Urbano Libertad, AMSS	力率改善コンデンサ設置
2	Caites del Diablo ポンプ場	Soyapango, AMSS	速度制御設備設置 (インバータ 200HP、他)
3	El Socorro ポンプ場	San Salvador	速度制御設備設置 (インバータ 100HP、他)
4	La Universitaria ポンプ場	San Salvador	ポンプの運用見直し (運転時間の短縮)

a. パイロット施設 1 の節電効果検証

力率改善コンデンサを設置したパイロット施設 1 (ANDA 本部ビル受変電施設) では、電力会社の電力メータによる力率値が、平均 76.7% から平均 92.0% に向上した。これにより、これまで毎月支払っていた 90% を下回る低力率に課せられる課徴金 (約 1,100~1,600 ドル/月) が不要となった。



パイロット施設 1

b. パイロット施設 2 の節電効果検証

ポンプ速度制御設備を設置したパイロット施設 2 (Caites del Diablo ポンプ場) では、200HP のポンプ用電動機 2 台を 24 時間運転しており、そのうちの 1 台をインバータ駆動による



パイロット施設 2

吐出圧力一定制御で運用を行うこととした。この運用により当該ポンプ用電動機の一泊あたりの消費電力が約 400kWh 削減された。これを送水流量 (m<sup>3</sup>) あたりの消費電力量 (kWh) の指標で評価した場合、対策実施前平均値 = 0.362 kWh/m<sup>3</sup> から、対策実施後平均値 = 0.343 kWh/m<sup>3</sup> と改善された。

ポンプ場全体の消費電力量を見ても、節電対策機器を設置した 2010 年 3 月以降、前年のポンプ不具合による消費電力量が少なかった 5 月、6 月を除いて、軒並み前年同月を下回っていた。これからも節電が図られたことが確認できた。

c. パイロット施設 3 の節電効果検証



パイロット施設 3:ポンプ

同じくポンプ速度制御設備(100HP)を設置するパイロット施設3は、当初、La Militarポンプ場を選定していたが、送水配管に電磁流量計を設置する適切な場所が確保できないことから、ANDA 側と協議の上で El Socorro ポンプ場に変更した。ここでは 100HP のポンプ用電動機をインバータ駆動による吐出圧力一定制御により節電効果を検証したが、上記パイロット施設の



パイロット施設 3

変更と ANDA 側手配のポンプおよび電動機の据付作業の遅れにより、データ採取が不十分であり、2011 年 5 月まで節電効果の検証を継続した。

d. パイロット施設 4 の節電効果検証

パイロット施設4では、ポンプの運用を見直す(運転時間を短縮する)ことで消費電力の低減を図ることを目的とした。当該ポンプ場では 100HP のポンプ 1 台を 24 時間運転していたが、給水エリアには複数の他ポンプ場からの給水に加え、配水池からの給水もあった。運転状況を調査したところ、夜間・深夜時間帯の給水エリアの圧力が上昇していることから、22 時頃から明朝までの 6 時間程度のポンプ運転を休止することを試みた。



パイロット施設 4  
ポンプと管理建屋

その結果、給水エリアの給水に支障はなく、また、対策実施前後 7 ヶ月間の夜間・深夜時間帯の合計消費電力量を比較すると、対策実施前 7 ヶ月間(2009 年 12 月～2010 年 6 月)の合計消費電力量 125,509kWh に対し、対策実施後 7 ヶ月間(2010 年 7 月～2011 年 1 月)の合計消費電力量は 58,562kWh となり、53.3%の節電効果が確認できた。

パイロット施設 1(ANDA 本部ビル受変電施設):力率改善コンデンサ設置

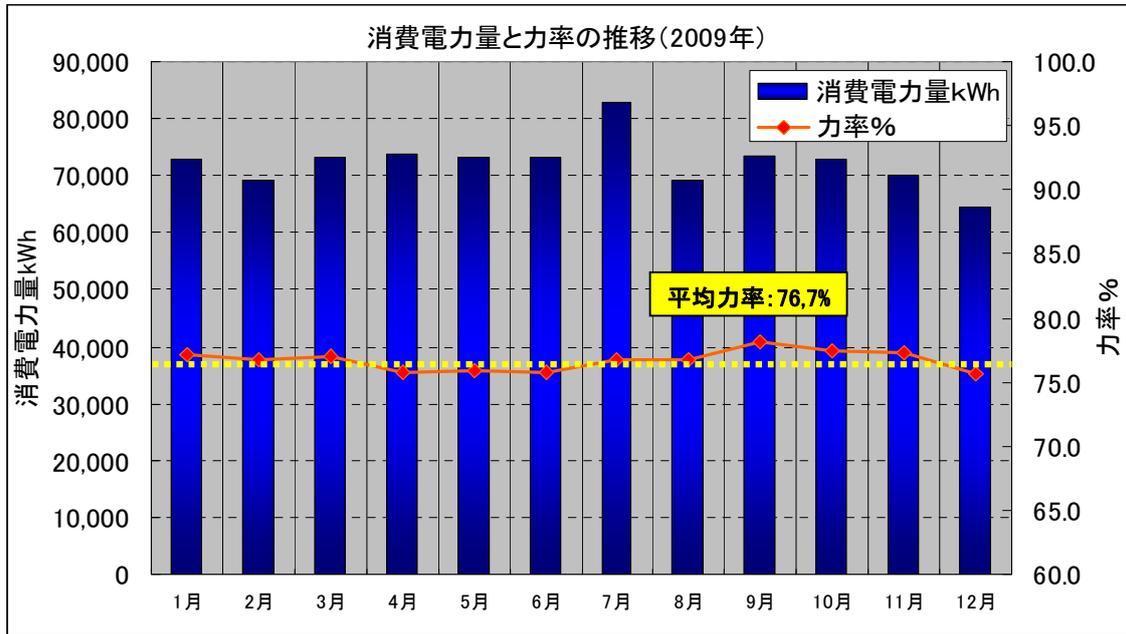


図 4-22 力率改善コンデンサ設置前の消費電力と力率の状況(2009年1月~12月)

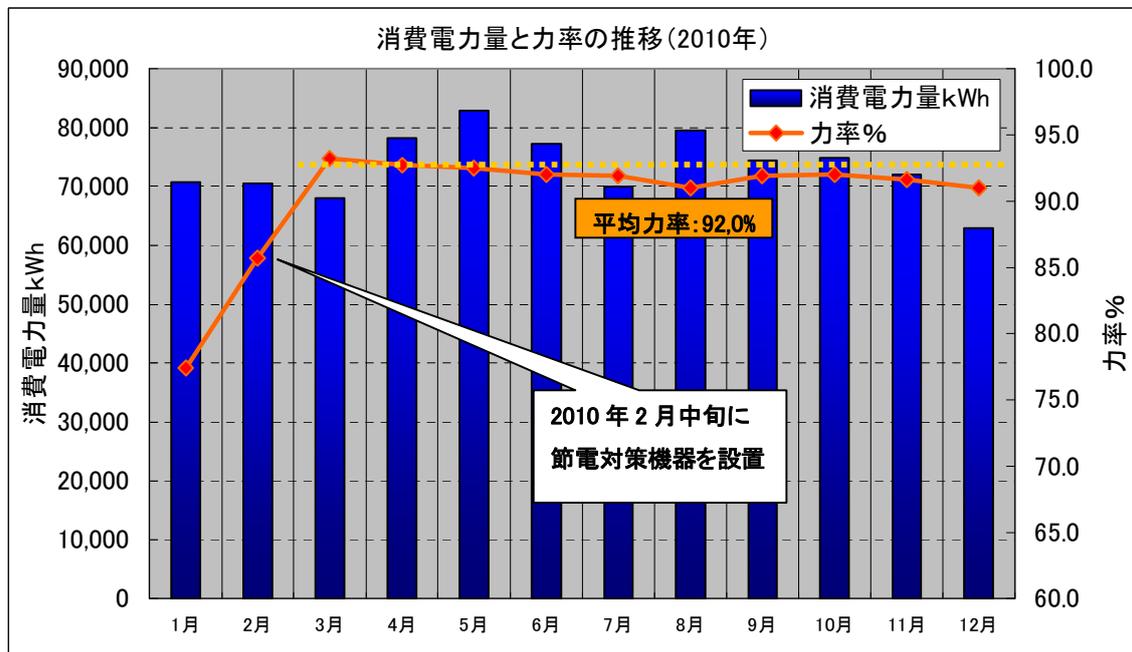


図 4-23 力率改善コンデンサ設置後の消費電力と力率の状況(2010年1月~12月)

パイロット施設 2 (Caited del Diablo ポンプ場) : ポンプ速度制御機器設置 (200HP)

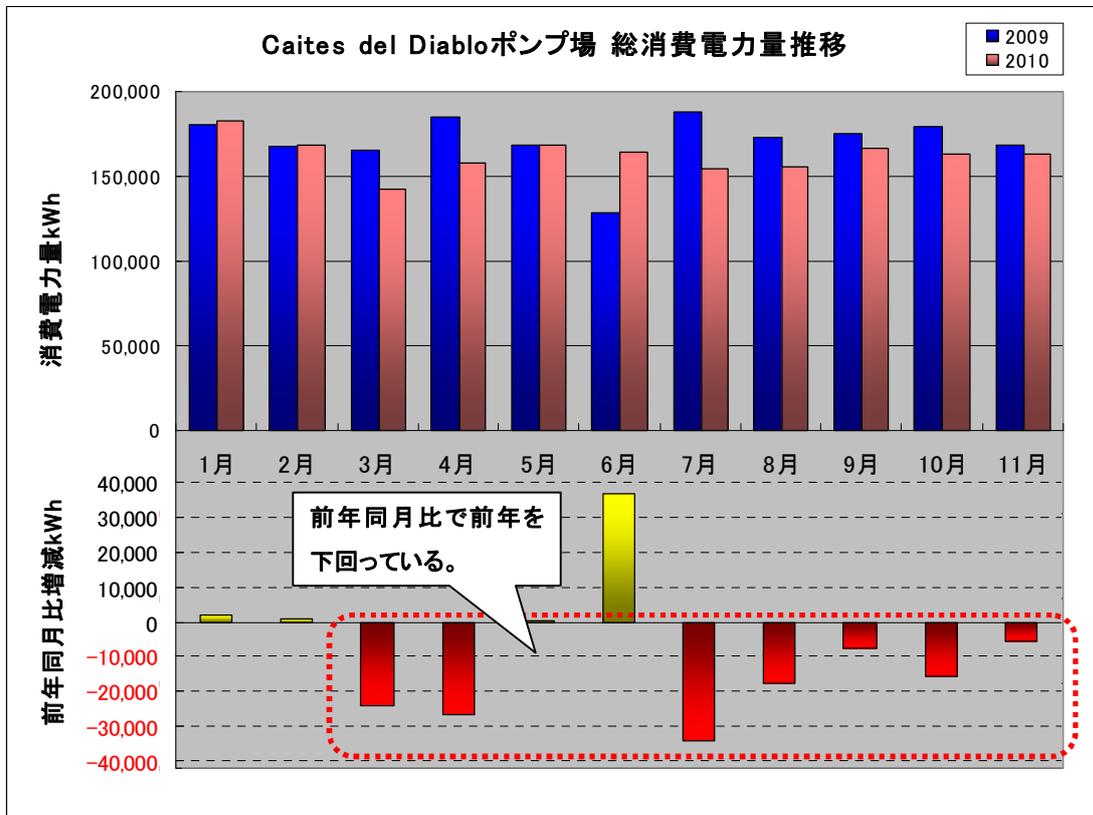


図 4-24 ポンプ場全体の月間消費電力量(kWh)の前年同月との比較

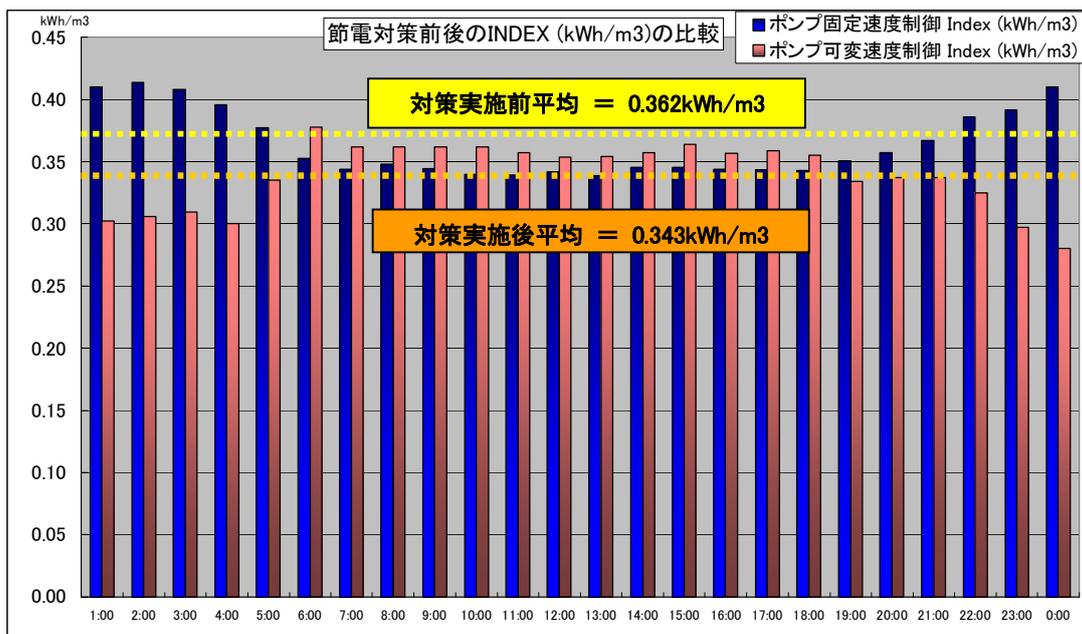


図 4-25 節電対策効果を送水流量 (m³)あたりの消費電力量(kWh)で評価

パイロット施設 4 (La Universitaria ポンプ場): ポンプの運転時間短縮

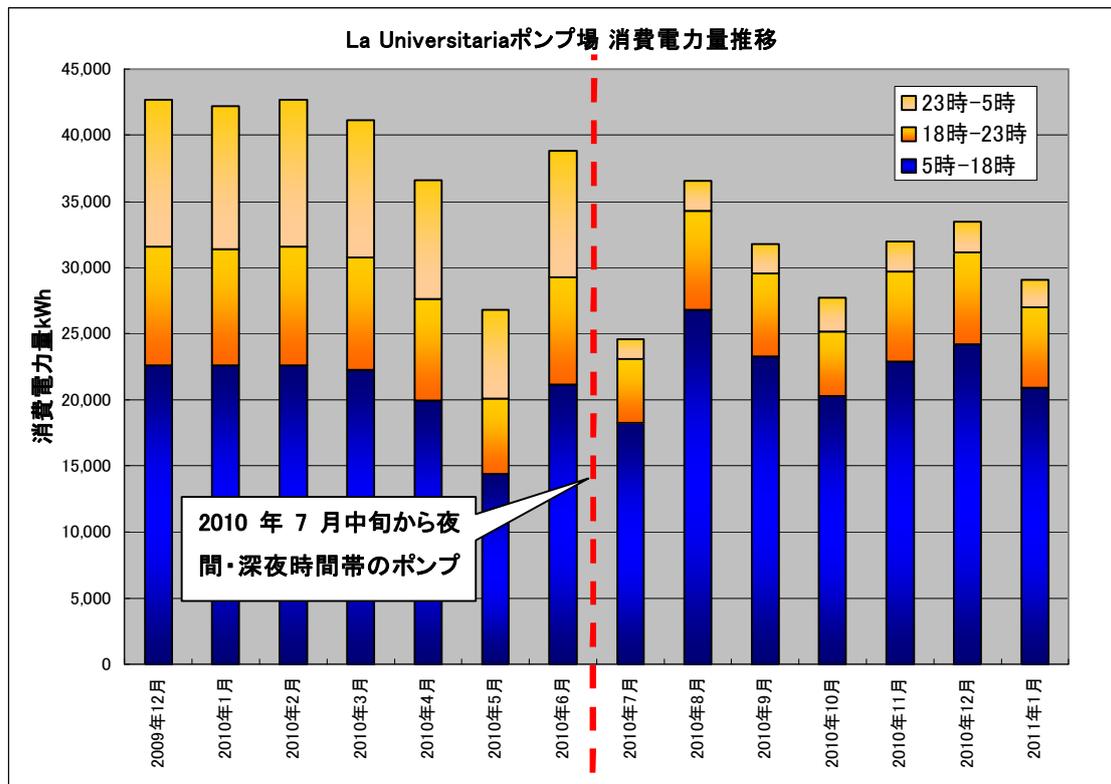


図 4-26 電力料金設定時間区分毎の消費電力量(kWh)の推移

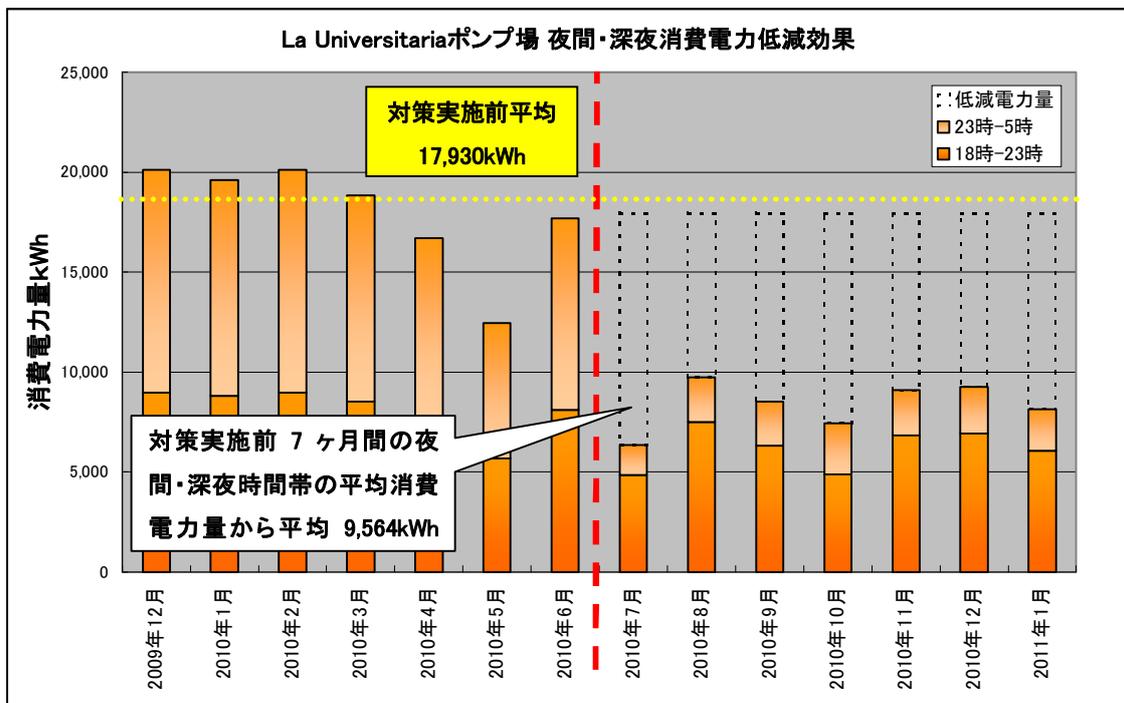


図 4-27 夜間・深夜時間帯の消費電力低減効果

#### e. 浄水場における節電効果検証

浄水場はパイロット施設に選定されていなかったが、浄水施設およびポンプ場の施設における節電を考慮した運転の検討を実施した。

2010年1月まで実施した、ろ過池洗浄方法の見直し、ろ過池洗浄間隔の適正化により、若干ではあるが、年間1,300ドルの節電効果が発現した。ろ過砂は、17年間、これまで一度も取替えがなされておらず、砂層深部まで汚染が進んでおり、洗浄後のろ過水濁度がANDA規定の1NTUを超えている。このため、浄水場では、ろ過砂更新申請をしているところである。また、ろ過砂更新の際、下部集水装置の点検も実施するよう計画している。

また、取水ポンプ場および送水ポンプ場においては、ポンプ並列運転における運転推奨範囲を示すとともに、EB-1(第1送水ポンプ場)のポンプ性能確認のための現地性能テストを実施し、ポンプ性能劣化を確認した。ポンプ改善あるいは更新等による性能改善が望まれる。

#### 2) 導送配水網(幹線)の水理解析、および省エネルギーに配慮した水運用システム(水系別配水ブロック化)改善(案)の作成

送水管路改善計画(案)の目次案について協議し、項目ごとの担当者を決定した。2010年10月末をめどに概略版を取りまとめることとした。また、送水管路改善計画(案)の目次案について、カウンターパーと協議を実施し、項目ごとの資料作成担当者を選定した。



(協議の様子)

2年次において、主にラス・パパス系の送水幹線について水理解析が実施され、管路の動水勾配なども明らかになり、流速も2m/sec以上となっていることが判明した。つまり、管路の管径の不足から、損失水頭が大きくなっている状況である。よって、3年次においては、これら送水幹線の管径を太くした場合の損失水頭を求め、それに見合ったポンプ施設を想定し、これによりどの程度の省エネルギー効果が期待できるかの解析を実施することとした。

#### ラス・パパス系取水ポンプと導水管について

ラス・パパス系取水ポンプ場においては、現在は浄水場のマイクロストレーナまで原水が揚水されている。ところが、季節的にマイクロストレーナを使用しない期間も長く、その間は着水井に直送すればポンプの揚程を減じることが期待できる。即ち、浄水場着水井に直結する導水管を新たに延長追加することにより、ポンプ運転台数を減らすことが可能となり、試算によれば、年間約97,000ドルの省エネルギー効果の可能性がある。

#### ラス・パパス系送水ポンプと送水管について

ラス・パパス系送水においては、送水ポンプ仕様の見直しによるポンプ更新、及び、浄水場に位置しているNo.1送水ポンプ場からサン・サルバドル市内の配水中央池までの約41kmの既存48"送水管に並行して新たに48"送水管を敷設することにより、管路による損失を減らすことができる。こ

れによりポンプの揚程が低減することから、年間約 1,760,000 ドルの省エネルギー効果が期待される。

ソナ・ノルテ系送水ポンプと送水管について

ソナ・ノルテ系においては、深井戸ポンプおよび送水ポンプ仕様の見直しによるポンプ更新、及び、E-2(La Toma ラトーマ送水ポンプ場)から E-3(Central 中央送水ポンプ場)間の 36”～42”送水管に並行して新たに 36”送水管を敷設することにより、ラス・パパス系と同様、ポンプの揚程が低減することから、年間約 277,000ドルの省エネルギー効果が期待される。

以上の結果を含め、送水管路改善計画(案)が作成された。以下に、現在さらに整備中の送配水系統図、WaterGEMS による解析結果および期待される省エネルギー効果を示す。

表 4-43 ラス・パパス系節電費比較表

**Rio Lempa Intake Pumping Station**

					Electricity Unit Cost =	0.054	\$/kWh
Water Level of Discharge (m)	No. of Pumps in Operation (set)	Pump Discharge Capacity (L/s)	Pump Total Head (m)	Difference of Total Head (m)	Electric Cost (\$/year)	Electric Cost Saving (\$/year)	
281	3	476.67	34.47	0	323,064	0	
279	2	715.00	28.04	6.43	227,304	97,090	

**EB-1 Transmission Pumping Station**

Pipeline	No. of Pumps in Operation (set)	Pump Discharge Capacity (L/s)	Pump Total Head (m)	Difference of Total Head (m)	Electric Cost (\$/year)	Electric Cost Saving (\$/year)
48"	7	362.40	251.38	0	3,853,013	0
48"+48"	6	433.33	195.54	55.84	2,961,720	891,294

**EB-2 Transmission Pumping Station**

Pipeline	No. of Pumps in Operation (set)	Pump Discharge Capacity (L/s)	Pump Total Head (m)	Difference of Total Head (m)	Electric Cost (\$/year)	Electric Cost Saving (\$/year)
48"	6	428.56	223.05	0	3,325,004	0
48"+48"	6	428.56	181.05	42	2,698,883	626,121

**EB-3 Transmission Pumping Station**

Pipeline	No. of Pumps in Operation (set)	Pump Discharge Capacity (L/s)	Pump Total Head (m)	Difference of Total Head (m)	Electric Cost (\$/year)	Electric Cost Saving (\$/year)
48"	6	420.07	215.44	0	3,078,337	0
48"+48"	6	420.07	198.44	17	2,835,685	242,652

**Total**

Pipeline	Electric Cost Saving (\$/year)
48"	0
48"+48"	1,857,157

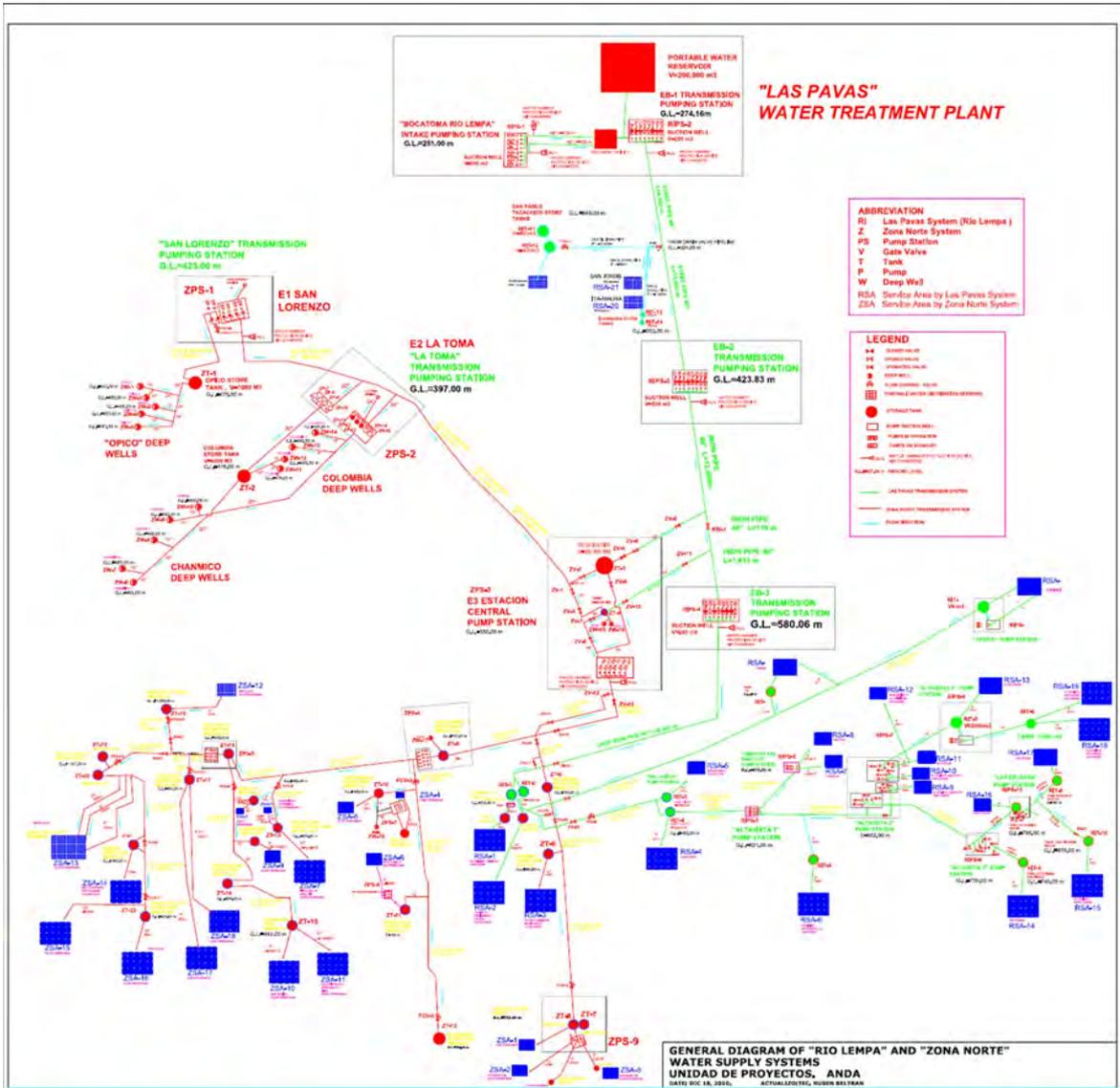


図 4-28 ラス・パバス系、ソナ・ノルテ系送配水系統図 1

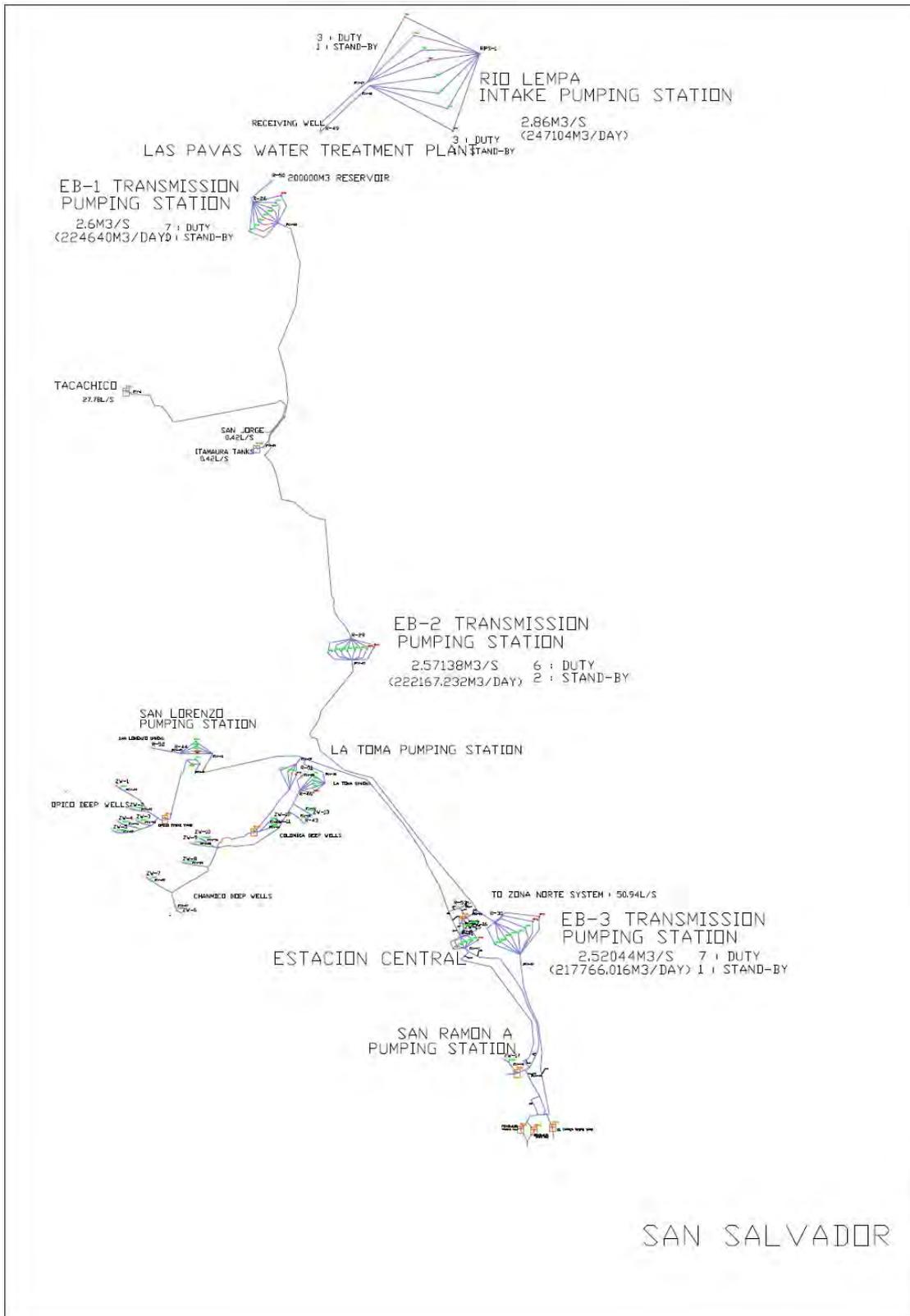


図 4-29 ラス・パバス系、ソナ・ノルテ系既設送水系統図 2 (WaterGEMS)

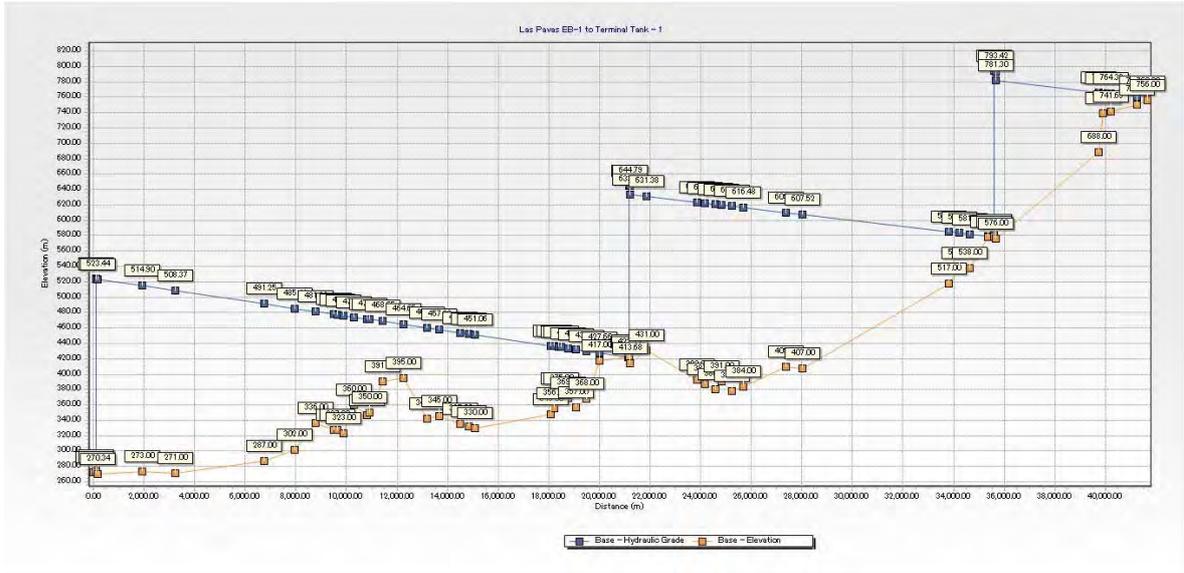


図 4-30 ラス・パバス系既設送水動水位図 (WaterGEMS 解析図)

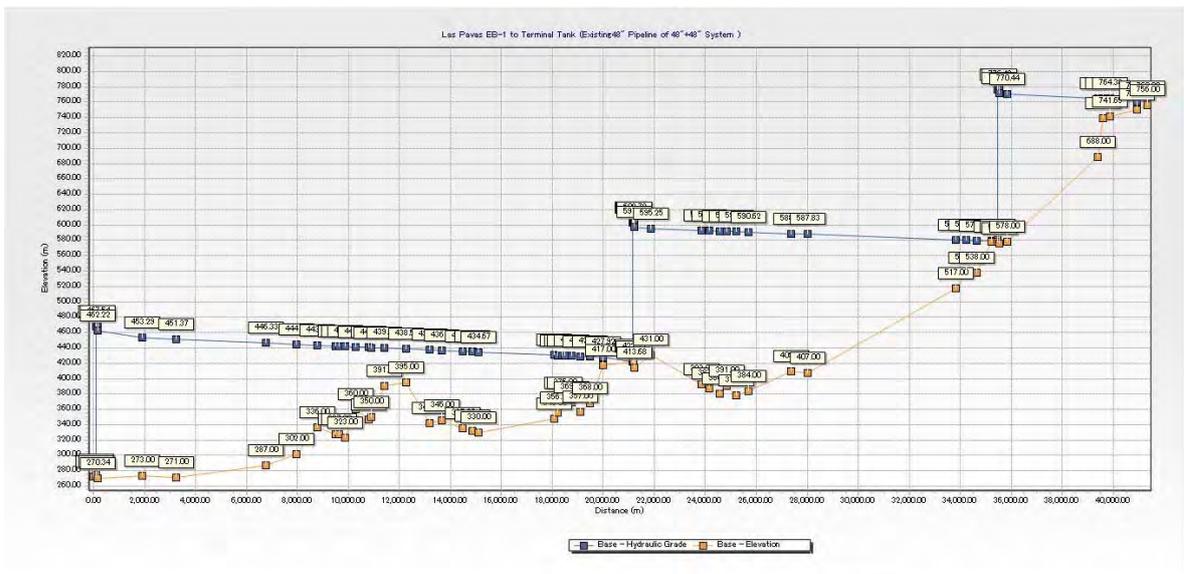


図 4-31 ラス・パバス系改善計画(48”送水管新設)送水動水位図 (WaterGEMS 解析図)

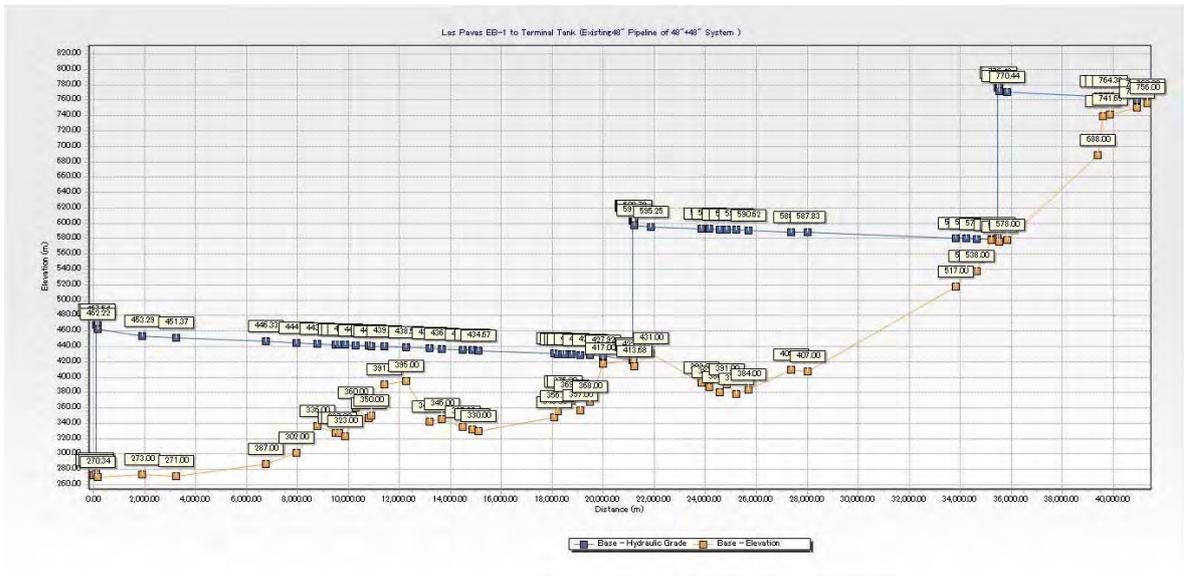


図 4-32 ソナ・ノルテ系既設送水動水位図 (WaterGEMS 解析図)

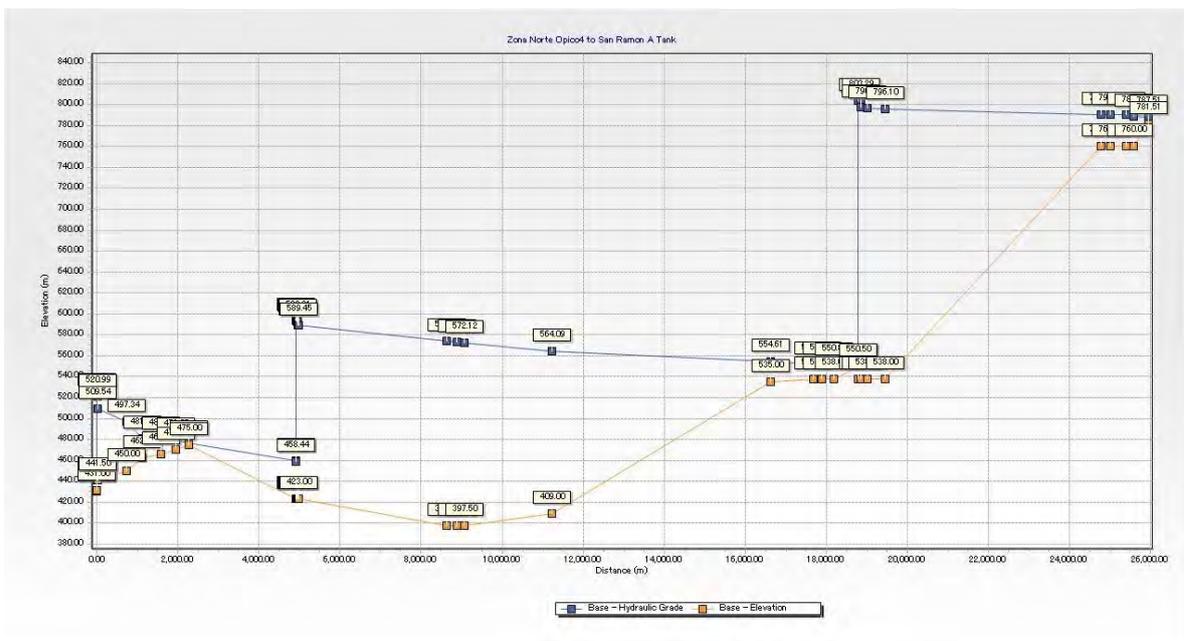


図 4-33 ソナ・ノルテ系改善計画 (36”送水管新設) 送水動水位図 (WaterGEMS 解析図)

なお、ANDAは現在2送水系(ラス・パバス系、ソナ・ノルテ系)の配水ブロック化に関して、送水管路図及び配水管網図の整備を行っている。

配水ブロック化に関しては、首都圏支局の各給水エリアの現況をヒアリングし、モデル地区(アルタ・ビスタ地区)を抽出し、その妥当性を検証し、改善案の検討を継続した。

3) 節電対策マニュアルの作成

節電効果の検証結果、節電対策活動を通じて得た知見、当国の資機材の入手状況、ANDAの予算状況、電気関係技師の技量などを勘案した上で、最適な節電対策方法を選定し、節電対策マニュアルに編纂することとした。

2010年7月より節電対策マニュアルの記載内容について、カウンターパートがワークショップ形式で節電対策マニュアルに編纂すべき内容について協議し、項目ごとに資料収集と原稿作成の担当者を決定した。

2011年2月に節電対策マニュアル(第1ドラフト)が完成した。



図 4-34 節電対策マニュアル(案)の表紙・目次



(マニュアル作成打合せの様子)

ラス・パバス浄水場はパイロット施設に選定されていないが、2年次に浄水場職員から技術研修をしてほしいとの要望があり、節電対策の視点に立って技術研修を実施してきた。

浄水場職員は、レンパ川取水ポンプ場(280kW 8台、内2台予備)、ラス・パバス浄水場、送水ポンプ場 No.1, No.2, No.3 (各 1,300kW 8台、内2台予備)の運転・維持管理を担当しており、これらの施設の問題点を抽出し、その対応策を検討した。

この研修の結果、浄水場職員によって、運転データの測定と解析、また、運転方法の改善策が、「目標設定(Target)→現状分析及び問題解決策の検討(Plan)→データ収集(Do)→解析(Check)→節電計画の立案(Act)」に整理した形で、マニュアルとして作成された。



(浄水場でのワークショップの様子)



(浄水場節電対策マニュアル(案)の表紙)

#### 4) 既存水道施設(浄水場、ポンプ場)の節電計画(案)の作成

節電マニュアルの作成に続いて、節電計画(案)の作成を開始した。

プロジェクト・チームは支局毎の対象施設のリストアップを開始し、「3-3-2水運用システム改善案」を踏まえ、対象施設の節電計画の素案作成に着手した。

#### 5) 研修/ワークショップの開催

第2年次に策定した研修計画に基づいて、カウンターパートおよび関連部署の技術者に対し次の研修を実施した。研修計画の実施実績を表 3-4-6 に示す。

- 2010年7月9日:パイロット施設2の節電対策機器操作トレーニング
- 2010年7月16日:「節電効果の検証方法」について

- 2010年7月28日:「モーターとポンプの効率の算出方法」について
- 2010年8月27日:浄水場第7回技術研修
- 2010年9月2日:浄水場第8回技術研修
- 2010年9月13日:浄水場第9回技術研修
- 2010年9月16日:浄水場第10回技術研修
- 2010年9月24日:浄水場第11回技術研修
- 2011年1月18日:浄水場第12回技術研修
- 2011年1月20日:浄水場第13回技術研修
- 2011年1月27日:浄水場第14回技術研修
- 2011年2月3日:浄水場第15回技術研修
- 2011年2月10日:浄水場第16回技術研修
- 2011年2月17日:浄水場第17回技術研修



(パイロット施設2のトレーニングの様子)

図 4-35 節電対策に係る研修実績(1)

The Project for Capacity Development of ANDA for Operational Improvement  
 Technical Training Schedule for Power Saving Activities

Legend ■ : Implementation plan (draft version) on the Project ■ : Implementation result on the Project

Rev. 0 8 Feb. 2010

	Fiscal year 2008		Fiscal year 2009					Fiscal year 2010					Fiscal year 2011					Remarks										
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>【Technical Training in Japan】</b>																												
<b>Technical training in Japan for the Power Saving Unit Team</b>																												
A																												
	Learn about basic knowledge of high efficiency equipment and latest information of energy saving technology																											
B																												
	Extend trainee's knowledge about background of energy saving system installed such as co-generation system and photovoltaic (PV) power generation system																											
C																												
	Learn about basic knowledge of pump, factor to deprave efficiency and method of maintaining for high efficiency																											
D																												
	Water supply network management method by GIS such as management of water distribution network drawing, area zoning, water pressure control, replacement system for overaged pipe and action for NRW																											
E																												
	Introduce the history of the energy-saving of the water supply facility in Japan and the adopted energy saving case examples.																											
<b>【Technical Training in El Salvador】</b>																												
<b>A Power Supply Problems</b>																												
A-1																												
	Actual condition survey method for basic information on power consumption of water supply facilities																											
A-1																												
	Measurement method of power analyzer																											
A-1																												
	Study and understanding of Electricity Business Act																											
<b>B Problems of Power Consumption Measurement</b>																												
B-1																												
	Measurement method of power analyzer																											
B-2																												
	Measurement method of power analyzer																											
<b>C Problems of Operation of Pumps and Motors</b>																												
<b>C-1 Problem of Equipment</b>																												
C-1-1																												
	Collection and usage of catalogs of high efficient equipment																											
C-1-1																												
	Measurement method of power analyzer																											
C-1-1																												
	Calculation method of condenser capacity																											
<b>C-2 Problem of Pump</b>																												
C-2-1																												
	Collection and usage of catalogs of high efficient equipment																											
C-2-2																												
	Collection and usage of catalogs of high efficient equipment																											
C-2-3																												
	Procedure of pipe network analysis using WaterGEMS																											
C-2-3																												
	Collection and usage of catalogs of high efficient equipment																											
<b>C-3 Problem of Pump Operation ( Motor Operation )</b>																												
C-3-1																												
	System design of pumping																											
C-3-2																												
	Procedure of pipe network analysis using WaterGEMS																											
C-3-2																												
	Operation planning of transmission and distribution facilities																											
C-3-3																												
	Planning of preventive maintenance																											
<b>D Problems of Survey and Design (Water Supply Network management)</b>																												
D-1																												
	Survey Method for block distribution system of water supply networks																											
D-2																												
	Procedure of pipe network analysis using WaterGEMS																											
D-3																												
	Optimum design of water supply system in consideration of power consumption																											
<b>E Problems of Water Treatment Plant Operation</b>																												
E-1																												
	Operation and Maintenance Procedure of Intake Facility																											
E-2																												
	Operation and Maintenance Procedure of Purification Facility (Flocculation)																											
E-3																												
	Operation and Maintenance Procedure of Purification Facility (Filtration)																											
E-4																												
	Operation and Maintenance Procedure of Transmission Facility																											
E-5																												
	Operation and Maintenance Procedure of Chemical Dosing Facility																											



#### 4.4.4 第4年次における活動実績

第4年次の活動状況を下表に示す。

表 4-44 「節電計画策定能力の向上」活動状況

PO 番号	第4年次の活動状況	活動実績
3-3-2	省エネルギーに配慮した水運用システム(水系別配水ブロック化)改善(案)を作成する	<ul style="list-style-type: none"> <li>3年次にモデル地区として選定した首都圏支局のアルタ・ビスタ地区の配水管網解析・ブロック化の検討実施を支援した。</li> <li>水運用改善(案)の作成に関し支援した。</li> </ul>
3-3-3	既存水道施設(浄水場、ポンプ場)の節電計画(案)を作成する	<ul style="list-style-type: none"> <li>節電計画(案)の策定に先立ち、各パイロット施設における節電効果および投資コストを比較することによって、費用対効果を検証した。</li> <li>節電計画(案)の作成を支援した。</li> <li>当該節電計画(案)をカウンターパートがワーキング・コミッティー会議で説明し、その内容が協議された。</li> <li>節電計画(案)で計画されている8つの節電プロジェクトの詳細について、テクニカル・ダイレクターに説明を行い、承認を受けた。</li> </ul>
3-4-3	節電計画にかかる実務研修(座学と演習、一部 OJT を含む)を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>節電計画にかかる実務研修の教材となる3年次に策定した節電対策マニュアル(予稿)の編集をすすめ、正式なマニュアルに纏める支援を行った。</li> <li>節電計画(案)の作成に係る実務研修を実施した。</li> </ul>
3-4-4	節電計画に係る研修とセミナーの実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>節電計画(案)について、ANDA の主要人物を対象に実施する研修の支援を行った。</li> <li>節電計画(案)について、ANDA の全支局を対象に実施するワークショップの支援を行った。</li> </ul>

##### 1) パイロット施設における節電効果の検証

節電対策機器を設置したパイロット施設は下表のとおりである。

表 4-45 パイロット施設と節電対策手法

No.	パイロット施設名	所在地	節電対策手法
1	ANDA 本部ビル受変電施設	Centro Urbano Libertad, AMSS	力率改善コンデンサ設置
2	Caites del Diablo ポンプ場	Soyapango, AMSS	速度制御設備設置 (インバータ 200HP、他)
3	El Socorro ポンプ場	San Salvador	速度制御設備設置 (インバータ 100HP、他)
4	La Universitaria ポンプ場	San Salvador	ポンプの運用見直し (運転時間の短縮)

4 年次においてもパイロット施設の計測を継続し、検証が未完了となっていたパイロット施設 3 (El Socorro ポンプ場)を含めて、4 箇所のパイロット施設すべてにおいて節電の効果が発揮されていることを確認した。

a. パイロット施設 1 (ANDA 本部ビル受変電施設)

ANDA 本部ビル受変電施設に 2010 年 2 月に設置した力率改善装置によって、力率が 2010 年 3 月から 90%以上に改善し、課徴金がゼロとなった。

表 4-46 に費用対効果分析を示す。

この表に示されるように、投資コストは約 12 ヶ月で回収できることが判った。即ち、プロジェクト遂行期間中に既に(2011 年 3 月時点)で回収完了できたことになる。



表 4-46 費用対効果分析 (ANDA 本部ビル受変電施設)

便益・効果			
2008 年課徴金	13,095.65	US\$/年	a
2009 年課徴金	16,370.99	US\$/年	b
2010 年 1 月課徴金	1,129.18	US\$	c
2008 年から 2010 年 1 月までの月平均課徴金	1,223.83	US\$/月	d=(a+b+c)/25
費用			
力率改善装置	14,600	US\$	e
費用回収			
費用回収月数	11.9	月	f=e/d
費用回収年数	0.99	年	g=f/12

表 4-47 ANDA 本部ビル電力使用状況

Month	Average Power Factor (%)	Total Power Consumption (kWh)	Monthly Max. Distribution Power (kW)	Total Electricity Bill (US\$)	Surcharge on Low Power Factor (US\$)	Ratio of Surcharge by Total Electricity Bill (%)	Remarks
2008	75.3	846,729.60	-	\$148,286.64	\$13,095.65	8.8	Before
2009	76.7	867,897.60		\$193,706.98	\$16,370.99	8.5	Before
Jan / 2010	77.4	70,766.40	302.40	\$14,465.92	\$1,129.18	7.8	Before
Feb / 2010	85.7	70,521.60	288.00	\$13,540.43	\$384.11	2.8	after
Mar / 2010	93.2	67,996.80	307.20	\$12,733.41	\$0.00	0	↑
Apr / 2010	92.7	78,201.60	364.80	\$16,437.84	\$0.00	0	
May / 2010	92.5	82,857.60	374.40	\$4,968.68	\$0.00	0	
Jun / 2010	92.0	77,169.60	345.60	\$16,637.82	\$0.00	0	
Jul / 2010	91.9	69,931.20	326.40	\$15,004.72	\$0.00	0	
Aug / 2010	91.0	79,488.00	331.20	\$16,743.59	\$0.00	0	
Sep / 2010	91.9	74,443.20	336.00	\$16,416.67	\$0.00	0	
Oct / 2010	92.0	74,760.00	340.80	\$14,861.31	\$0.00	0	
Nov / 2010	91.6	72,028.80	297.60	\$14,512.60	\$0.00	0	↓
Dec / 2010	91.0	62,846.40	268.80	\$12,247.01	\$0.00	0	after
2010		881,011.20		\$168,570.00	\$1,513.29		
Jan / 2011	92.6	75,859.20	355.20	\$15,253.49	\$0.00	0	after
Feb / 2011	92.6	77,140.80	331.20	\$15,637.92	\$0.00	0	↑
Mar / 2011	92.5	76,905.60	350.40	\$15,664.04	\$0.00	0	
Apr / 2011	89.1	79,387.20	360.00	\$17,763.59	\$0.00	0	
May / 2011	90.2	84,475.20	403.20	\$19,388.74	\$0.00	0	
Jun / 2011							↓
2011		393,768.00		\$83,707.78	\$0.00		after

b. パイロット施設 2 (Caites del Diablo ポンプ場)

パイロット施設 2 (Caites del Diablo ポンプ場) では、200HP の配水ポンプ 2 台のうち 1 台をインバータ駆動による吐出圧力一定制御 (ポンプ速度制御) で 24 時間運転している。



ポンプ速度制御装置の設置前後の平均電力料金を比較することにより、費用対効果を検討した。表 4-48 に消費電力量比較を示す。

表 4-48 消費電力量比較(Caites del Diablo ポンプ場)

2009 年月平均消費電力量	174,454.8	kWh/月	a
2010 年(2 月まで)月平均消費電力量	179,052.8	kWh/月	b
2009 年から 2010 年 2 月までの月平均消費電力量	176,753.4	kWh/月	c=(a+b)/2
2010 年(3 月から)月平均消費電力量	163,278.2	kWh/月	d
2011 年(5 月まで)月平均消費電力量	158,243.5	kWh/月	e
2010 年 3 月から 2011 年 5 月までの月平均消費電力量	160,760.9	kWh/月	f=(d+e)/2
節電できた月平均消費電力量	15,992.5	kWh/月	g=c-f
節電できた 1 日平均消費電力量	533.1	kWh/日	h=g/30

このようにポンプ速度制御装置設置後の消費電力量は、1 日平均 約 533 kWh 削減されている。  
表 4-49 に費用対効果分析を示す。

表 4-49 費用対効果分析(Caites del Diablo ポンプ場)

便益・効果			
2009 年月平均電力料金	28,090.44	US\$/月	a
2010 年(2 月まで)月平均電力料金	28,815.60	US\$/月	b
2009 年から 2010 年 2 月までの月平均電力料金	28,453.02	US\$/月	c=(a+b)/2
2010 年(3 月から)月平均電力料金	27,316.87	US\$/月	d
2011 年(5 月まで)月平均電力料金	27,188.57	US\$/月	e
2010 年 3 月から 2011 年 5 月までの月平均電力料金	27,252.72	US\$/月	f=(d+e)/2
節電できた月平均電力料金	1,200.3	US\$/月	g=c-f
費用			
インバータ速度制御装置	31,430	US\$	h
費用回収			
費用回収月数	26.19	月	i=h/g
費用回収年数	2.18	年	j=i/12

このように、投資コストは約 2 年 2 ヶ月で回収できることが判り、2012 年 6 月時点で回収完了できることになる。

また、3 年次において、配水流量 (m<sup>3</sup>)あたりの消費電力量(kWh)の指標で評価した場合、対策実施前平均値=0.362 kWh/m<sup>3</sup> から、対策実施後平均値=0.343 kWh/m<sup>3</sup> と改善されていることを確認している。

c. パイロット施設 3(El Socorro ポンプ場)

パイロット施設 3(El Socorro ポンプ場)は、パイロット施設の変更と ANDA 側手配の配水ポンプおよび電動機の据付作業の遅れにより、2011 年 1 月から 100HP 配水ポンプのインバータ駆動による吐出圧力一定制御(ポンプ速度制御)を開始した。



パイロット施設 3(El Socorro ポンプ場)  
節電対策チームによる 100HP 配水ポンプ運  
転操作説明会の様子(ポンプ説明)

パイロット施設 3 (El Socorro ポンプ場)  
節電対策チームによる 100HP 配水ポンプ運  
転操作説明会の様子(速度制御盤説明)

パイロット施設 3(El Socorro ポンプ場)においては、100HP 配水ポンプの配水流量(m<sup>3</sup>)あたりの消費電力量(kWh)の指標で評価し、100%速度運転時の平均値と吐出圧力一定制御時の平均値の差から、改善されている消費電力量を求め費用対効果を検証する。

表 4-50 費用対効果分析(El Socorro ポンプ場)

便益・効果			
100HP 配水ポンプの 100%速度運転時の指標平均値	0.272	kWh/m <sup>3</sup>	a
100HP 配水ポンプのインバータ駆動による吐出圧力一定制御時の指標平均値	0.231	kWh/m <sup>3</sup>	b
指標平均値の差	0.041	kWh/m <sup>3</sup>	c=a-b
2011 年 1 月から 5 月までの月平均配水量	153,654	m <sup>3</sup> /月	d
節電できる月平均電力量	6,300	kWh/月	e=c x d
2011 年 1 月から 5 月までの月平均電力料金単価	0.170	US\$/kWh	f
節電できる月平均電力料金	1,071	US\$//月	g=e x f
費用			
インバータ速度制御装置	26,775	US\$	h
費用回収			
費用回収月数	25	月	i=h/g
費用回収年数	2.08	年	j=i/12

このように、投資コストは約 2 年 1 ヶ月で回収できることが判り、2013 年 2 月時点で回収完了できることになる。

## d. パイロット施設 4 (La Universitaria ポンプ場)

パイロット施設 4 (La Universitaria ポンプ場)では、ポンプの運用を見直す(運転時間を短縮する)ことで消費電力の低減を図ることを目的として、夜 22 時頃から明朝 4 時までの 6 時間程度のポンプ運転を休止することを試みた。

当該ポンプ場では 100HP のポンプ 1 台を 24 時間運転している。運転状況を調査したところ、給水エリアには複数の他ポンプ場からの給水に加え、配水池からの給水もあることから、夜間・深夜時間帯の給水エリアの圧力が上昇していることが確認された。その結果、夜間・深夜時間帯に当該ポンプ場を運転停止しても給水エリアの給水に支障はなく、ポンプ運転を休止できることを確認した。

表 4-51 効果分析(新たな費用は投資していない)に示すように、対策後に節電できた月平均電力料金は US\$675.7 となり、対策前より約 11% 節電できていることがわかる。



パイロット施設 4  
(La Universitaria ポンプ場)

表 4-51 効果分析 (La Universitaria ポンプ場)

便益・効果			
2009 年 12 月から 2010 年 6 月までの月平均電力料金	6,149.8	US\$/月	a
2010 年 7 月から 2011 年 5 月までの月平均電力料金	5,474.1	US\$/月	b
節電できた月平均電力料金	675.7	US\$/月	c=a-b
1 年間の予想節電電力料金	8,108.4	US\$/年	d=cx12

## 2) 省エネルギーに配慮した水運用システム改善(案)

3 年次にモデル地区として選定した首都圏支局のアルタ・ビスタ地区の既存配水システムについて、WaterGEMS による管網解析及び配水ブロック化の検討を実施した。図 4-37 にアルタ・ビスタ地区の配水管網図を示す。

図 4-37 アルタ・ビスタ地区の配水管網図

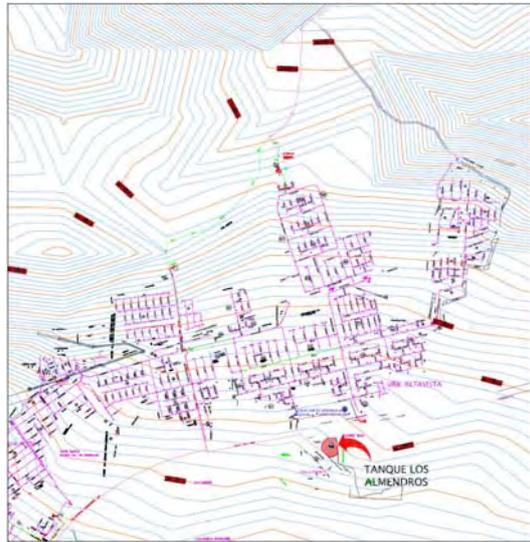


図 4-38 配水池と給水区域の関係



出典: ANDA

この地域の管網解析を実施した結果、配水池の直下流を除いて、配水池 TANQUE LAS DELICIAS から給水される区域の末端部分で低水圧地域(図 4-39 の赤い点の部分)が発生することが判明した。

図 4-39 アルタ・ビスタ地区の配水水圧分布



この低水圧地域の水圧を改善するために、節電チームの中で議論が行われ二つの改善策が提案された。

改善策 1: 配水池 TANQUE LAS DELICIAS の給水区域内の配水幹線部分で 50mm となっている部分の管路を 150mm に増径して、末端部分の水圧を改善する

改善策 2: 配水池 TANQUE LAS DELICIAS よりさらに標高の高い TANQUE VERACRUZ からの給水区域を南側に拡大(図では下方方向)させ、配水池 TANQUE LAS

DELICIAS の給水区域末端部分の低水圧地域を、配水池 TANQUE LAS DELICIAS からの給水区域に取り込む。

このような改善策の比較検討は C/P にとっては初めてのものであったが、専門家による指導で以下のように比較項目が整理された。

改善策 1 では管路の敷設費用が必要であるが、そのコストは大きくなく、電力コストの増加も伴わない。一方改善策 2 では当初の投資コストは殆ど必要無いが、標高のさらに高い TANQUE LAS DELICIAS まで給水区域を拡大した水量をポンプで揚程する必要があり、電力コストは増加する。これらの比較検討を行い、節電に配慮し、かつ水圧の均てん化のための方法を選択する考え方について技術移転が行われた。

### 3) 既存水道施設(浄水場、ポンプ場)の節電計画(案)

2011 年 3 月から作成に着手した首都圏支局の既存水道施設(浄水場、ポンプ場)の節電計画(案)は、節電対策チームの熱心な活動により、2011 年 7 月に予稿が策定され、ANDA の関係部局(技術、計画、財務、法務、総務)のダイレクターと各支局長で構成するワーキング・コミティー会議においてその内容が協議された。2011 年 11 月に最終的な節電計画(案)として取りまとめられた。

上記、節電計画に係わるワーキング・コミティー会議

は、7 月 19 日、および 9 月 1 日、9 日に開催され、節電対策チームリーダーが節電計画(案)について

プレゼンテーションを実施し、その後、質疑および協議を行う形態がとられた。この 3 回のミーティングにおいて、協議された項目は次のとおりである。



節電対策チームのウィークリー・ミーティング

- |          |                                       |
|----------|---------------------------------------|
| 7 月 19 日 | : 節電計画(案)の目的、全体構成、目標等について             |
| 9 月 1 日  | : 節電計画(案)で計画する 8 つの節電プロジェクトの概要について    |
| 9 月 9 日  | : 節電計画(案)の 8 つの節電プロジェクトの費用および節電効果について |

また、9 月 22 日に、テクニカル・ダイレクターに対し節電計画(案)の 8 つの節電プロジェクトの詳細を説明し、その内容について承認を受けた。

図 4-40 に示すとおり、節電計画(案)は、本文と附録の 2 部構成となっている。図 4-41 から図 4-43 に節電計画(案)の目次を示す。

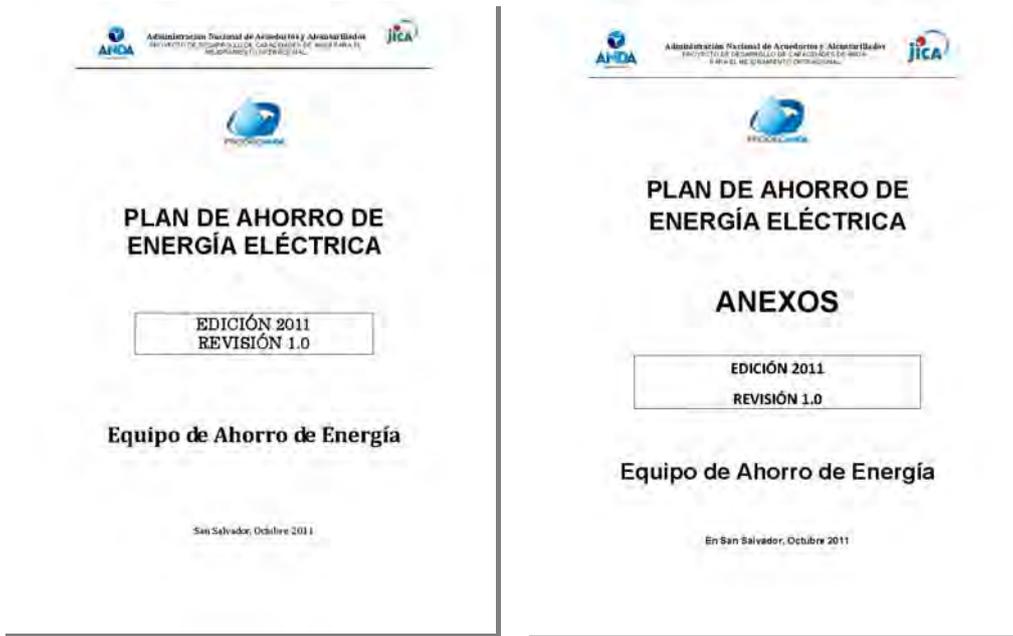


図 4-40 節電計画(案)の本文(左)の表紙と付録(右)の表紙



Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados  
PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA  
PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL



## CONTENIDO

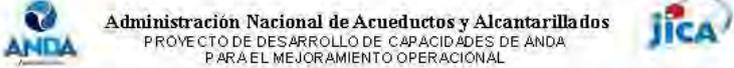
Resumen del plan.....	5
1 Política y Metas.....	5
2 Condición Existente.....	5
3 Estrategia y Beneficios del Plan.....	6
4 Implementar Programa y Cronograma de Desembolso.....	8
Sistema Las Pavas.....	8
Mejoramiento de Oficinas Administrativas.....	8
Programa de Capacitaciones.....	8
Sectorización de Red de Distribución.....	8
5 Pay-back de los Proyectos Propuestos.....	9
1 Introducción.....	11
1.1 Antecedentes.....	11
1.2 Propósitos del Plan.....	13
2 Política de ANDA y Metas del Ahorro de Energía.....	15
2.1 Política.....	15
2.2 Metas.....	15
3 Condición Existente del Consumo de Energía.....	17
3.1 Bibliografía.....	17
3.2 Condición Existente de Instalaciones y Equipos.....	18
3.3 Consumo de Energía Actual.....	18
3.4 Selección de Región objetivo e instalaciones.....	20
3.4.1 Selección de región.....	20
3.4.2 Selección de instalaciones.....	21
4 Estrategia y Beneficios del Plan.....	25
4.1 Sistema de Transmisión de Las Pavas y Zona Norte.....	25
4.1.1 Sistema de Las Pavas.....	25
4.1.2 Sistema de Zona Norte.....	27
4.1.3 Beneficios Esperados.....	29
4.2 Optimización Operativa en Planta Potabilizadora Las Pavas.....	31
4.2.1 Estanque de Filtración.....	31
4.2.2 Estación de Bombeo de Bocatoma.....	34
4.3 Sistema Tradicional.....	39
4.3.1 Uso de Variadores de Frecuencia.....	39
4.4 Mejora del Factor de Potencia.....	47
4.4.1 Sistema de Las Pavas.....	47
4.4.2 Sistema Tradicional.....	48
4.5 Mejoramiento de Oficinas Administrativas.....	50
4.5.1 Iluminación.....	50
4.5.2 Aire Acondicionado.....	52
4.6.1 Diagnóstico de Condiciones Actuales.....	54
4.6.2 Alcance.....	54

図 4-41 節電計画(案)の目次 (1/3)



4.6.3	Beneficios Esperados .....	55
4.7	Mejoras en Medición en Estaciones de Bombeo .....	56
4.7.1	Diagnóstico de Condiciones Actuales .....	56
4.7.2	Alcance .....	56
4.7.3	Beneficios Esperados .....	56
4.8	sectorización de distribución de agua potable .....	57
4.8.1	Diagnostico de condiciones actuales .....	57
4.8.2	Alcance .....	57
4.8.3	Beneficios Esperados .....	57
5.	Estimación de Costos e Implementación del Plan .....	59
5.1	Implementar Programa y Cronograma de Desembolso .....	59
	Sistema Las Pavas .....	59
	Mejoramiento de Oficinas Administrativas .....	59
	Programa de .....	59
	Capacitaciones .....	59
	Sectorización de Red de .....	59
	Distribución .....	59
5.2	Sistema de Transmisión de Las Pavas y Zona Norte .....	60
5.2.1	Implementar la Metodología .....	60
5.2.2	Implementar un Programa .....	60
5.2.3	Estimación de Costos y Presupuesto Anual .....	60
5.3	Optimización Operativa en Planta Potabilizadora Las Pavas .....	63
5.3.1	Estanque de Filtración .....	63
5.3.2	Estación de bombeo de bocatoma .....	64
5.4	sistema tradicional .....	66
5.4.1	Uso de Variadores de Frecuencia .....	66
5.4.2	Sustitución de Motores Eléctricos Existentes por Motores con Eficiencia Premium .....	68
5.5.1	Sistema de Las Pavas .....	70
5.5.2	Sistema Tradicional .....	73
5.6	Mejoramiento de Oficinas Administrativas .....	74
5.6.1	Iluminación .....	74
5.6.2	Aire Acondicionado .....	75
5.7.1	Implementar la Metodología .....	76
5.7.2	Implementar un Programa .....	76
5.7.3	Estimación de Costos y Presupuesto Anual .....	76
5.8	Mejoras en Medición en Estaciones de Bombeo de la Región Metropolitana .....	77
5.8.1	Implementar la Metodología .....	77
5.8.2	Implementar un Programa .....	77
5.8.3	Estimación de Costos y Presupuesto Anual .....	78
5.9	Sectorización de Distribución de Agua Potable .....	79
5.9.1	Implementar la Metodología .....	79
5.9.2	Implementar un Programa .....	79
5.9.3	Estimación de Costos .....	79

図 4-42 節電計画(案)の目次 (2/3)



**Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados**  
 PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA  
 PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL

---

6.	Conclusiones.....	81
6.1	Generales.....	81
6.2	Específicas.....	82
6.2.1.	Sistema de Transmisión de Las Pavas y Zona Norte.....	82
6.2.2.	Optimización Operativa en Planta Potabilizadora Las Pavas.....	82
6.2.3.	Sistema Tradicional.....	83
6.2.4.	Mejora del Factor de Potencia.....	83
6.2.5.	Mejoramiento de Oficinas Administrativas.....	83
6.2.6.	Programa de capacitaciones.....	83
6.2.7.	Mejoras en medición en estaciones de bombeo de la Región Metropolitana.....	84
6.2.8.	Sectorización de Distribución de Agua Potable.....	84

---

San Salvador 2011 Revisión de documento 1.0 Página 9

図 4-43 節電計画(案)の目次 (3/3)

節電計画(案)には次の4つの目標が設定されている。

- 目標 1: 2012年からの5年間で ANDA の電力消費量を 5%削減する(2010年基準)
- 目標 2: 2012年からの10年間で ANDA の電力消費量を 10%削減する(2010年基準)
- 目標 3: 2012年からの5年間で ANDA の全職員が節電セミナーを受講する
- 目標 4: 本節電計画の実施で得る知見を基に、更なる節電計画を策定する

また、節電計画(案)で策定された8つのプロジェクトを表 4-52 に示す。

表 4-52 節電計画(案)で策定された8つのプロジェクト

番号	節電プロジェクト	目的
1	Las Pavas 系および Zona Norte 系送水施設の改善	送水施設の省エネ対策
2	Las Pavas 浄水場の改善	浄水施設の省エネ対策
3	Traditional System の改善	ポンプ施設の省エネ対策
4	施設の力率の改善	浄水施設の力率改善
5	管理施設の節電	管理施設の省エネ対策
6	ANDA 職員の節電セミナーの受講	職員の省エネ意識向上
7	上水道施設への計測機器を設置(流量計、圧力計)	測定機器の拡充
8	配水区画のブロック化(無収水削減長期計画と連動)	24時間給水、配水圧力の均てん化

節電計画(案)より抜粋した8つの節電プロジェクトの概要と推計効果を表 4-53 に、および表 4-54 に8つの節電プロジェクトの試算費用と実施スケジュールを示す。

8つの節電プロジェクトの効果は年間電力削減量 44,306,035kWh で、電力料金に換算すると年間 \$3,134,823 と推計されている。これは、ANDA の 2010 年の電力消費量 505,570,517kWh の 8.7% にあたる。節電計画(案)の目標値である「2012年から10年間で電力消費量を10%削減する」を達成するため、当該節電計画(案)の実施で得られる知見を基に、更なる節電計画を策定することとしている。

節電対策チームは、本節電プロジェクトが今後実施されるためには ANDA 職員への節電意識向上が重要と考え、ANDA 職員の節電セミナーの受講のための予算案も計画した。

表 4-53 節電計画(案)の 8 つの節電プロジェクトの概要と推計効果

No.	Proyectos	Optimización Operativa	Sustitución de Equipo	Instalación de Tubería	Mejora del Factor de Potencial	Sustitución de la Instrumentación de medida	Mejora de sistema de Transmisión y de Distribución	Instalaciones auxiliares	Desarrollo Humano	Energía del Ahorro Estimada	Costos del Ahorro Estimada
										Kwh. / año	\$ / año
1	Sistema Las Pavas (EB1, EB2, EB3)	X	X	X						32,147,640.00	1,760,067
	Sistema Zona Norte	X	X	X						5,140,368.00	277,035
2	Planta Potabilizadora Las Pavas (Bocatoma y Filtro)	X	X							3,546,000.00	191,484.00
3	Sistema Tradicional	X	X							3,336,898.00	667,389.80
4	Mejoras en Factor de Potencia				X					-----	182,713.00
5	Mejoramiento de Oficinas Administrativas							X		10,640.00	27,919.20
6	Programa de Capacitaciones							X		124,489.35	28,215.76
7	Mejoras en Medición					X				-----	-----
8	Sectorización de Red de Distribución						X			-----	-----
<b>TOTAL AHORROS</b>										<b>44,306,035.35</b>	<b>3,134,823.76</b>

表 4-54 8つの節電プロジェクトの試算費用と実施スケジュール

No.	Proyectos	Cantidad de la Inversión	Año					Total	
			2012	2013	2014	2015	2016		2017
		\$ 120,083,359.2	6.9%	9.1%	34.5%	20.9%	14.3%	2.4%	100.0%
			\$ 8,296,627	\$ 10,931,095	\$ 41,435,396	\$ 25,087,352	\$ 17,190,468	\$ 2,829,159	\$ 120,083,359
1	Sistema Las Pavas (EB1, EB2, EB3)	\$ 71,910,260							
	Sistema Zona Norte	\$ 14,789,500							
2	Planta Potabilizadora Las Pavas (Bocatoma y Filtro)	\$ 4,100,000							
3	Sistema Tradicional	\$ 2,169,484.26							
4	Mejoras en Factor de Potencia	\$ 182,713							
5	Mejoramiento de Oficinas Administrativas	\$ 92,972							
6	Programa de Capacitaciones	\$ 38,640.00							
7	Mejoras en Medición	\$ 775,675.00							
8	Sectorización de Red de Distribución	\$ 26,024,114.91							

水運用システムの改善のために策定された「Las Pavas 系/Zona Norte 系送水施設の改善計画」

と「Altavista 地区のブロック化検討レポート」は、節電計画(案)の補助資料として位置づけられている。

図 4-44 に、Las Pavas/Zona Norte 送水施設の改善計画の表紙と Alta Vista 地区のブロック化検討レポートの表紙を示す。



図 4-44 Las Pavas/Zona Norte 送水施設の改善計画(左)の表紙と Alta Vista 地区ブロック化検討レポート(右)の表紙

#### 4) 節電計画にかかる実務研修

節電計画にかかる実務研修の教材となる 3 年次に策定した節電対策マニュアルの予稿の再検討を行った。

節電対策マニュアルはさらに改訂され、節電対策チームによる節電対策マニュアルを教材とした節電計画にかかる実務研修が、4 日間の日程で実施された。研修には、ANCA 本部、東部支局、首都圏支局、中部支局及び西部支局の担当職員が参加した。

研修では、節電対策に係る基礎知識、送配水システムの節電対策、浄水場の節電対策、ポンプ設備の節電対策、Caites del Diablo パイロット施設視察、電力及び流量の測定機器の操作説明等の講義及び実習が実施された。

 <p>8月29日研修 (送配水システムの節電対策)</p>	 <p>9月1日研修 (節電対策に係る基礎知識、 浄水場の節電対策)</p>
 <p>9月2日研修 (ポンプ設備の節電対策、 Caites del Diablo パイロット施設視察)</p>	 <p>9月5日研修 (電力及び流量の測定機器の操作説明)</p>

プロジェクト終了後は、ANDA 職員自らが節電対策活動を継続的に実施できるような技術レベルに到達することが節電対策研修の目的である。本研修の参加者からマニュアルに対するコメントが出され、節電対策マニュアルの内容をさらに見直しを実施した。

図 4-45 から図 4-48 に節電対策マニュアルの表紙と目次を示す。

図 4-45 節電対策マニュアルの表紙

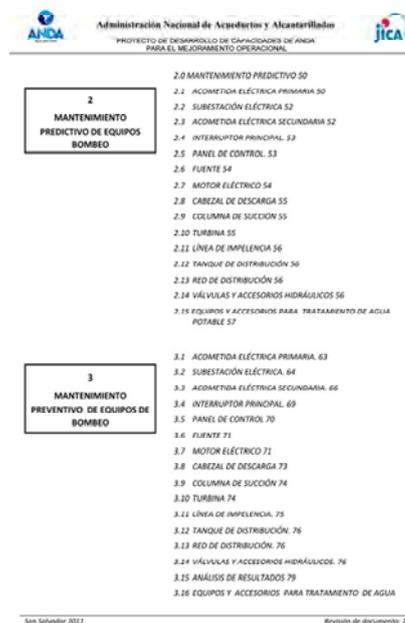
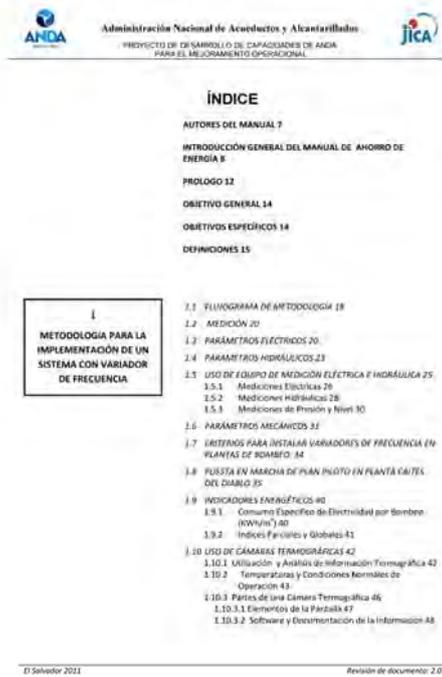
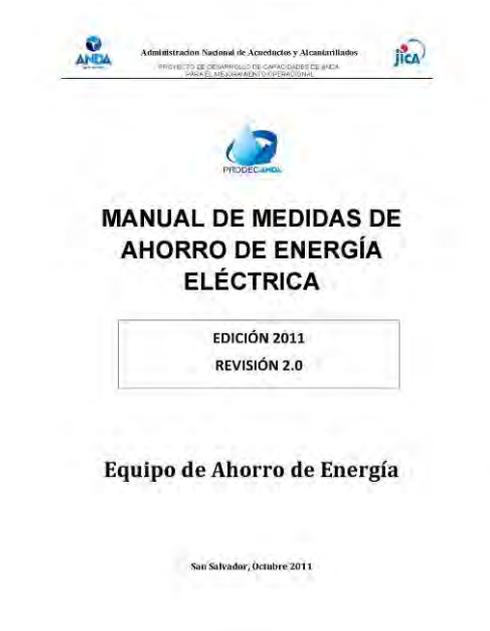


図 4-46 節電対策マニュアルの目次(1/3)

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados  
PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA  
PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL

**4 PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

**POTABLE 81**

4.1 REGISTRO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA REGIÓN METROPOLITANA 86

4.1.1 El agua y la Naturaleza 86

4.1.2 Fuentes Principales de Producción de Agua Potable de la R.M. 87

4.1.3 Reducción de la Demanda 87

4.1.3.1 Reducir la Distancia Entre la Demanda y la Necesidad en el Abastecimiento de Poblaciones 90

4.1.3.2 Programas de Ahorro de energía Eléctrica 90

4.1.3.3 Control de Pozos Profundos. 91

4.1.3.4 Control de Captaciones de agua. 92

4.2 DEMANDA DE AGUA POTABLE EN ZONA RESIDENCIAL 92

4.2.1 Demanda y necesidad 93

4.2.2 Distribución de las Demandas de Agua 94

4.2.3 Manejo de Demanda de Agua Potable. 95

4.2.4 Factores que Afectan el Consumo. 96

4.3 RED DE ABASTECIMIENTO 98

4.3.1 Red de Abastecimiento de Agua Potable. 98

4.3.2 Distribución de Agua 99

4.3.3 Principales Sistemas de Abastecimiento de la Región Metropolitana 103

4.3.4 Impacto Ambiental de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable. 107

4.4 FUNCIONAMIENTO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA DISTRIBUCIÓN. 108

4.4.1 Información de Tanques de la Región Metropolitana. 108

4.4.2 Mantenimiento de Lavado y Desinfección de Tanques y Cisternas. 108

4.4.2.1 Actividades Previas al Lavado y Desinfección. 109

4.4.2.2 Procedimiento Para el Lavado y Desinfección. 109

4.4.2.3 Actividades de Seguimiento. 110

4.4.3 Clasificación de los Requerimientos de Almacenamiento. 110

4.4.4 El Uso Diario del Volumen de Almacenamiento. 112

4.5 SECTORIZACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE 114

4.5.1 Objetivos de la Sectorización. 116

4.5.2 Plan de Sectorización 117

4.5.3 Situación de la Región Metropolitana. 118

5.1 MANTENER LA PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE ACUERDO AL PUNTO OPERACIÓN 120

5.2 OPTIMIZACIÓN DE LA OPERACIÓN Y DE LOS NIVELES DE EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS 120

San Salvador 2011 Revisión de documento: 2.0

3

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados  
PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA  
PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL

**5 FORMULACIÓN DE PLAN ESTRATÉGICO**

5.3 DIAGNOSTICO Y MAESTRO DE LOS EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS 122

5.3.1 Condiciones para la prueba 123

5.3.2 Medición de parámetros 123

5.3.3 Determinación de la eficiencia 125

5.4 FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA 125

5.5 CALIBRACIÓN DE SISTEMAS DE BOMBEO Y REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN OPERACIÓN 129

5.5.1 Evaluación de equipos de bombeo 129

5.6 ADMINISTRACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. 135

5.6.1 Definir el equipo que administrará la energía 136

5.6.2 Pasos a seguir para administrar la energía 138

5.6.3 Implementar un programa de capacitaciones para administrar la energía 138

5.6.4 Compromisos de la alta Dirección para implementar el programa de administrar la energía eléctrica 139

5.6.5 Creación de línea base para el programa de administración de la energía eléctrica 140

5.6.6 Herramientas necesarias para el programa de administración de la energía eléctrica 140

5.6.7 Establecer metas claras para el programa de administración de la energía eléctrica 141

**6 DISEÑO OPTIMIZADO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE**

6.1 DISEÑO OPTIMIZADO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 144

6.1.1 Fuente de agua potable 146

6.1.2 Equipo Electromecánico y Eléctrico 146

6.1.3 Tubería de Impulsión 147

6.1.4 Tanque de Distribución 147

6.1.5 Red de Distribución de Agua Potable 147

6.1.6 Sistema de Protección, Control y Medición 148

6.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO Y ANÁLISIS DE ARBITE HIDRÁULICO MÉTODOS 148

6.3 PARÁMETROS A CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPOS EFICIENTES PARA NUEVAS INSTALACIONES. 149

6.4 CRITERIOS PARA REALIZAR DISEÑOS EFICIENTES PARA NUEVAS INSTALACIONES O AMPLIACIONES DE LAS MISMAS 149

6.4.1 Velocidad del agua 150

6.4.2 Material de la tubería 151

6.5 DISEÑO ÓPTIMO DE EQUIPO ELECTROMECÁNICO 151

7.1 MACROMEDICIÓN 158

San Salvador 2011 Revisión de documento: 2.0

4

図 4-47 節電対策マニュアルの目次(2/3)

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados  
PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA  
PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL

**7 PLANTA DE BOMBEO**

7.2 CAPACITACIONES A OPERADORES Y A PERSONAL DE ÁREA DE MANTENIMIENTO Y JEFS DE ÁREAS DE DISTRIBUCIÓN DE REDES. 159

7.3 MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE BOMBEO 159

7.4 OPERACIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO Y REBOMBEO 163

7.4.1 Procedimiento de Operación de Equipos de Bombeo 163

7.4.2 Registro de la Operación. 166

7.4.3 Curvas Características de Bombas 167

7.4.4 Equipos de Bombeo 169

7.4.4.1 Bombas centrífugas de eje horizontal 169

7.4.4.2 Bombas de turbina de eje vertical 169

7.4.4.3 Electro Bombas Sumergibles 170

**8 ADMINISTRACIÓN**

8.1 ANÁLISIS DE CONTROL DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA 174

8.2 MONITOREO DE FACTOR DE POTENCIA 177

8.3 DIAGNÓSTICO DE LUMINARIAS Y SU USO EFICIENTE. 180

**9 HERRAMIENTAS DE TRABAJO**

9.1 HERRAMIENTAS 182

9.1.1 Características de las Herramientas 182

9.1.2 Herramienta Manual 183

9.1.3 Herramientas Mecánicas 186

9.1.4 Herramientas de medición y verificación en fabricación mecánica 187

9.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 188

9.3 INFORMACIÓN TÉCNICA 188

9.4 CALIDAD 189

9.4.1 Factores Relacionados con la Calidad 190

9.4.2 Algunos parámetros de calidad que el bien debe cumplir 190

9.5 CAPACITACIONES 190

9.5.1 Beneficios de la Capacitación a las Organizaciones 191

9.5.2 Beneficios de la Capacitación al Personal 192

9.6 SEGURIDAD 192

9.6.1 Clasificación de los Factores de Riesgo por Tipo de Actividad. 194

9.6.2 Algunas Simbologías de Factores de Riesgos. 195

9.6.3 Salud y Seguridad Ocupacional. 196

San Salvador 2011 Revisión de documento: 2.0

5

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados  
PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA  
PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL

**ANEXOS**

ANEXO 1: LISTADO DE TANQUES Y CISTERNAS DEL SISTEMA ZONA NORTE Y AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR 198

ANEXO 2: LISTADO DE PLANTAS DE BOMBEO DONDE SE NECESITA MACROMEDICIÓN 202

ANEXO 3: FORMATOS UTILIZADOS EN PLANTAS DE BOMBEO PARA REGISTRO DE LA OPERACIÓN 213

ANEXO 4: EJEMPLO DE IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO CON LA INSTALACIÓN DE UN VARIADOR DE FRECUENCIA PARA CONTROLAR LA VELOCIDAD DEL MOTOR EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO CATES DEL DIABLO. 215

ANEXO 5: EJEMPLO DE IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO CON LA INSTALACIÓN DE UN BANCO DE CAPACITORES 219

San Salvador 2011 Revisión de documento: 2.0

6

図 4-48 節電対策マニュアルの目次(3/3)

5) 節電にかかるセミナー開催

2011年11月10日、15日、16日の3日間、ANDA 節電対策チームが中心となって節電に係るセミナーを実施した。このセミナーは、ANDA 幹部職員、首都圏支局及び中部支局を対象にサンサルバドルにて、また、東部支局対象にサンミゲルにて、さらに西部支局を対象にサンタアナにて、それぞれ実施された。

2011年11月15日のANDA 幹部職員対象のセミナーには、ANDA スタッフに加え、関連ドナー、エルサルバドル政府関係諸機関も招待されて実施され、節電計画(案)及び節電マニュアルの内容が広く周知され、共有された。

ANDA 節電チームのメンバーが、首都圏支局でこれまで実施した節電対策活動や本プロジェクトで策定した節電対策マニュアルと節電計画(案)について、以下のような内容で発表した。

- (1) 節電対策マニュアル策定の背景
- (2) 節電対策マニュアルの構成
- (3) 節電対策マニュアルの活用方法
- (4) 節電計画(案)策定の背景
- (5) 節電計画実施スケジュールと必要予算
- (6) 節電計画(案)の詳細説明
  - 1) Las Pavas 系及び Zona Norte 系送水システム節電対策計画
  - 2) Las Pavas 浄水場節電対策計画
  - 3) Traditional 系配水システム節電対策計画と力率改善
  - 4) 送配水システム運転情報管理改善
  - 5) 配水ブロック化と Altavisata 給水区域の例
  - 6) ANDA 本部ビルの節電対策計画
  - 7) 節電対策研修計画



東部支局対象のセミナー  
(11月10日、東部支局にて)



ANDA 幹部職員対象のセミナー  
(11月15日、サンサルバドルにて)



各セミナーにおいて活発な質疑応答が行われ、ANDA 全支局の担当職員の節電対策活動意識が高まっていることを確認することができた。本プロジェクト終了後も、節電対策活動が他支局へも広がり、ANDA 職員自らが節電計画を作成していくことが十分期待できる。

#### 4.5 「成果 4: ANDA の下水道整備計画策定能力が開発される」に係る活動実績

##### 4.5.1 第 1 年次における活動実績

- 1) ANDA 本部に下水道計画チームが組織された  
下水道計画チームが ANDA 本部に組織された。チームは、2008 年 7 月 15 日に署名されたミニッツに従って、リーダーを技術部長、その他のメンバーとしてインフラ部長、下水道技術者の計 3 名で構成された。
- 2) 下水道計画及び下水処理技術に係る研修計画の策定  
下水道チームで下水道整備の現状と下水道施設整備計画策定に係る問題分析を行い、これらの基礎情報を基に次年度の研修計画を策定した。

下水道整備の現状及び下水道施設整備計画策定に係る問題分析では、チーム内で下水道事業運営に関するブレイン・ストーミングを行い、現状の問題点とその解決策を検討した。(図 4-49～図 4-53 参照) その後、それら解決策だけを集め、解決策同士の関連性から集団化し、大まかに法制度、計画策定、財源、人的資源、維持管理に分類した。

たとえば、維持管理の「悪い状態の管きよ」(pipes in bad condition)という問題に対する解決策の「財源」(Financial resources)と計画の「下水道管網のための土地登録の更新がない」(No updated land registry for networks)という問題に対する解決策の「機材の追加」(More equipment)は、チーム内で財源がなければ機材の追加ができないということで関連性があると考え「財源」(Financial

resources)の集団にまとめた。

このように解決策を関連性ごとに集団化し分類した。分類化後は、その分類を ANDA の下水道事業運営の改善にとって重要度の高い順に並び換え、改善策の分類の重要度図を作成した。

この重要度図では、下水道事業運営の改善のためには法整備と計画策定が車の両輪で最も重要であり、法整備は下水道計画の骨格を作成するうえで重要で、また下水道計画は法整備を進める上での青写真を描くために必要であることを明らかにした。また、この両方は環境改善のための住民の意識に強く影響を受けると考えこの両者の中間に配置した。その次に、これら両輪を支えるものとして人的及び財源的な資源が重要で、これらを整えることによって維持管理を向上させ、この向上が更なる最上位の法制度や計画策定の改善につながると考えた。

研修計画策定では、この重要度図の分類を研修項目とした。各研修項目の研修期間は、下水道チーム内で「ANDA の下水道計画策定能力が開発される」観点から、法制度は重要度が高いものの ANDA は立法機関ではないため、計画策定を最も長く、次に維持管理、最後に法制度と人的・財源的資源の順に時間を配分した。(表 4-55)

各研修項目の主な内容は以下の通りとした。

- ・ 法律(下水道のかかる法体系)
- ・ 計画策定(人口予測から建設計画までの下水道計画の概要)
- ・ 維持管理(維持管理計画の概要)
- ・ 人的・財源的資源(組織や料金制度の概要)

表 4-55 研修の計画

項目	2009年		
	5月	6月	7月
<b>4-3-2 下水道整備計画及び下水処理技術にかかわる研修教材を作成する</b>			
教材項目			
法制度	■		
人的・財源的資源	■		
計画策定	■		
維持管理		■	
<b>4-3-3 下水道整備計画及び下水処理技術にかかわる研修の実施</b>			
研修項目			
法制度	■		
人的・財源的資源	■		
計画策定	■		
維持管理		■	
<b>4-3-4 下水道整備計画策定マニュアルを作成する</b>	■		
<b>4-3-5 下水道整備計画策定にかかわるワークショップを開催する。</b>			▲

### 3) その他

ANDA 法務関係者及び技術者からの面談を通じて得た情報を、ANDA の概要、環境関連法の概要、下水道計画の状況、新規施設の状況、そして下水道の維持管理の状況の 5 項目にまとめる。

#### a. ANDA の概要

ANDA は 1961 年の ANDA 法より水道供給事業のために設立され、環境法の改正に伴い下水道がのちに加わった組織である。ANDA は規制や監視を行う組織ではなく、上下水道のサービスを提供する組織である。

下水道に関して ANDA は、下水道施設の計画・建設・維持管理運営を担っており、ANDA 法により既存の下水道システムの所有権は ANDA に移管されることになっている。しかし、移管に反対したスチト、ネパパの 2 つの地方自治体は管きょは ANDA が管理しているが、下水処理場は地方自治体が運営管理している。また、ANDA の技術規定を満たさない下水道施設についても ANDA には移管されていない。計画・建設に関しては後段で述べるが、現在 ANDA では行っていない。

下水道部門は各支部に維持管理部(Operation Department 又は Sub-management of operations)があり、ここの衛生(Sanitation)部門が下水道施設の維持管理を行っている。(図 4-54 参照) 責任者は各支部の Manager である。衛生部門の仕事は、維持管理が主であり、予算がないこともあるが計画はしていない。人員は首都圏支局で衛生課に 30 名おり、技術者は 3 名である。また、ANDA 全体の下水関連の技術者は 15 名程度である。

また、ANDA には計画・開発部(Planning and Development Directorate)に sub-management for planning があるが統計集のデータ収集及び出版が主な仕事で、計画は行っていない。

ANDA の Infrastructure Management については、上下水道の工事の入札、工事の監督、完成後の検査等を行っており、建設事業の実施部署となっている。

ANDA と他省庁との関係については、Board of Directors に Ministry of Public works と Ministry of Public Health から役員を受け入れている。このため、予算等に関してはこれらの省庁の承認が必要となり、ANDA の情報はこれら省庁に共有されている。

ANDA の上位機関は、下水道に関しては Ministry of Public Works の Infrastructure section であり、水道は Ministry of Public Health となっている。また、Ministry of Public Works は雨水排水を担当している。

#### b. 環境関連法の概要

下水道関連では主に以下の 6 つの法律及び規定がある。

環境法は、環境省と Ministry of Public Health を汚染防止とその監督を行う機関としている。そして、

両省に水環境を守るための必要な規制を行う権限を与えている。

Special Regulation of Technical Norms of Environment(環境の技術規定)は、公共水域を守る水質規定とその制度を規定している。

Special Regulation of Wastewater(排水の技術規定)は、下水が公共水域を悪化させないことを促進し、環境省をその監督を行う機関としている。

Law of Integrated Water Resource Management (包括的な水資源管理法)は、環境省に水に関する政策の調査・作成の調整を行うことを規定している。

Regulation of water quality, wastewater control and Protection Zone(水質、排水管理と保護区域の規制)は、下水処理の水質を定めている。

ANDA 技術規定は、法律ではないが、ANDA の上下水道施設の最低限備えるべき性能を明記している。

c. 下水道計画の状況

下水道計画の上位計画は urban development plan となるが、この中に下水道計画は含まれていない。また、現状で下水道計画といえるものはなく、過去において 1995 年と 2000 年に下水道に関して全国的な初期調査を行ったのみである。また、計画策定のための計画指針もなく ANDA の技術規定のみである。

d. 新規施設の状況

新規施設については、ANDA は財源の関係から新規の下水道建設は行っておらず、宅地開発を行った民間業者が新規施設の計画・建設を行っている。民間業者により建設された施設は、ANDAの技術規定を満たし、民間業者が移管を望めば ANDA に移管される。通常、移管を前提とした場合、ANDA は計画段階から民間業者にアドバイスを行う。このため、新規施設に係る ANDA の仕事は、宅地業者からの移管のための性能審査や検査を行うことである。

e. 維持管理の状況

現在 ANDA が直接行っている維持管理箇所は 60 ヶ所、委託しているものが 22 ヶ所、全部で 82 ヶ所となっている。維持管理の方法は O&M の指針はなく、問題が生じたら行うという状態で維持管理計画というものはない。また、下水道の維持管理上のデータ(不具合箇所等)は各衛生(Sanitation)部門にあり統括して ANDA 全体で管理を行う体制ではない。

一方、維持管理上で管きよの敷設換え等の工事については、その手順が統一されている。その手順は、問題の発見・評価、他の部門とともに問題の比較と重要度評価、TOR を作成、調達・入札、そして建設の管理・施工審査となっている。

ANDA 以外の下水処理施設の維持管理については、村落レベルで衛生システムがあるが、これらはほとんど維持管理が行われていない状況である。また、ANDA への移管についても、施設性能が ANDA の技術規定を満たしていないため移管できない状況である。

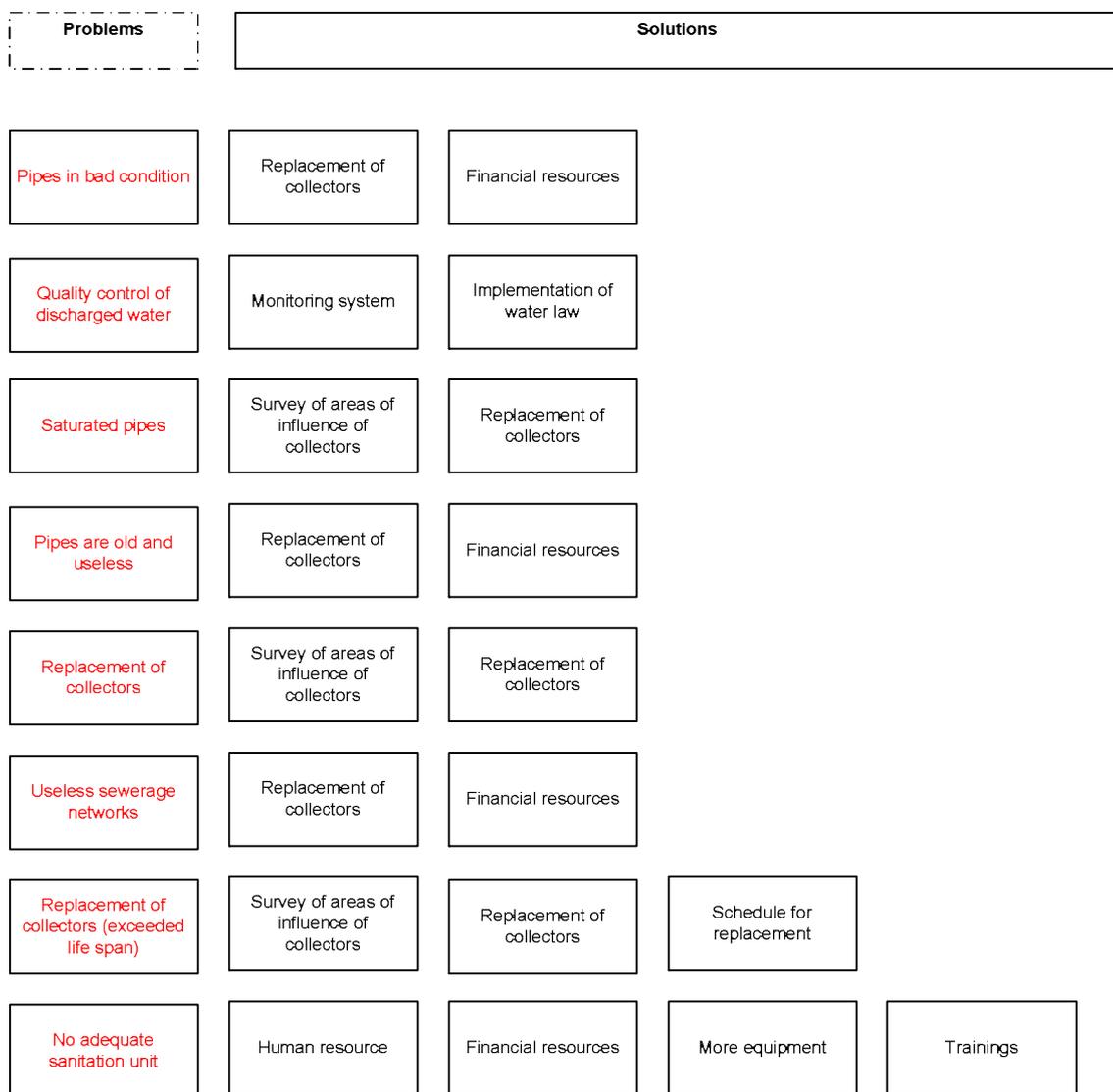


図 4-49 問題分析(維持管理)(英語)

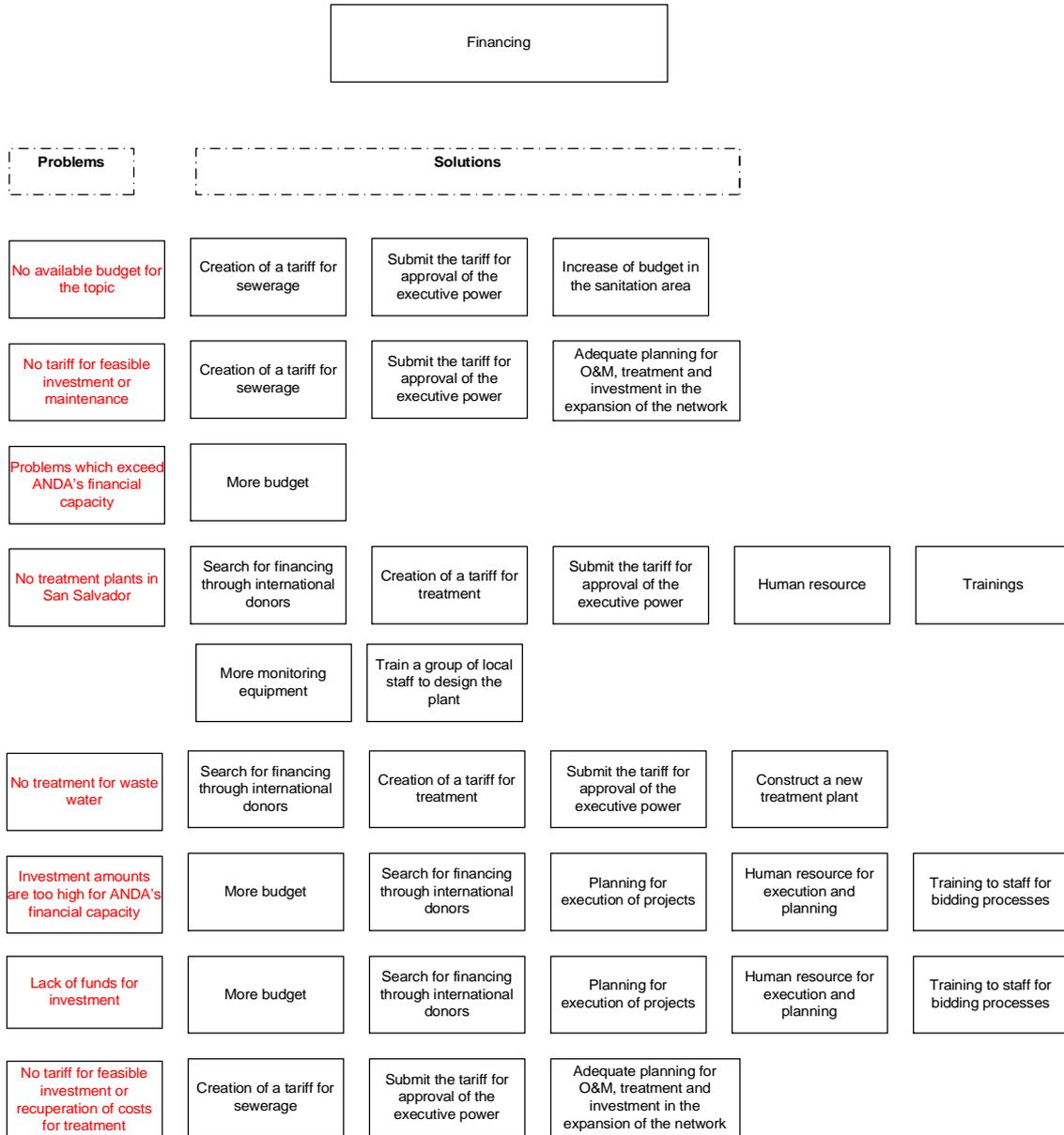


図 4-50 問題分析(財源)(英語)

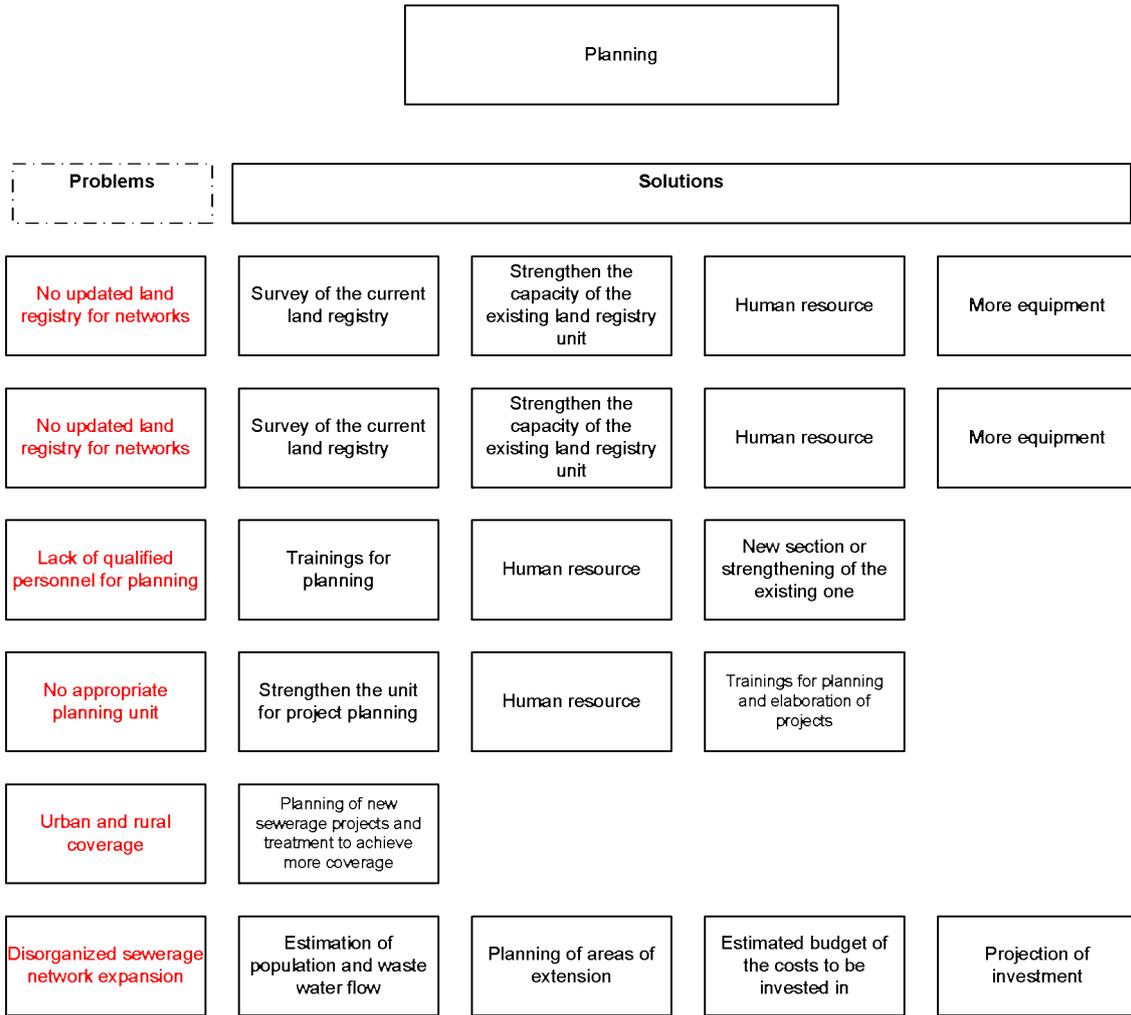


図 4-51 問題分析(計画)(英語)

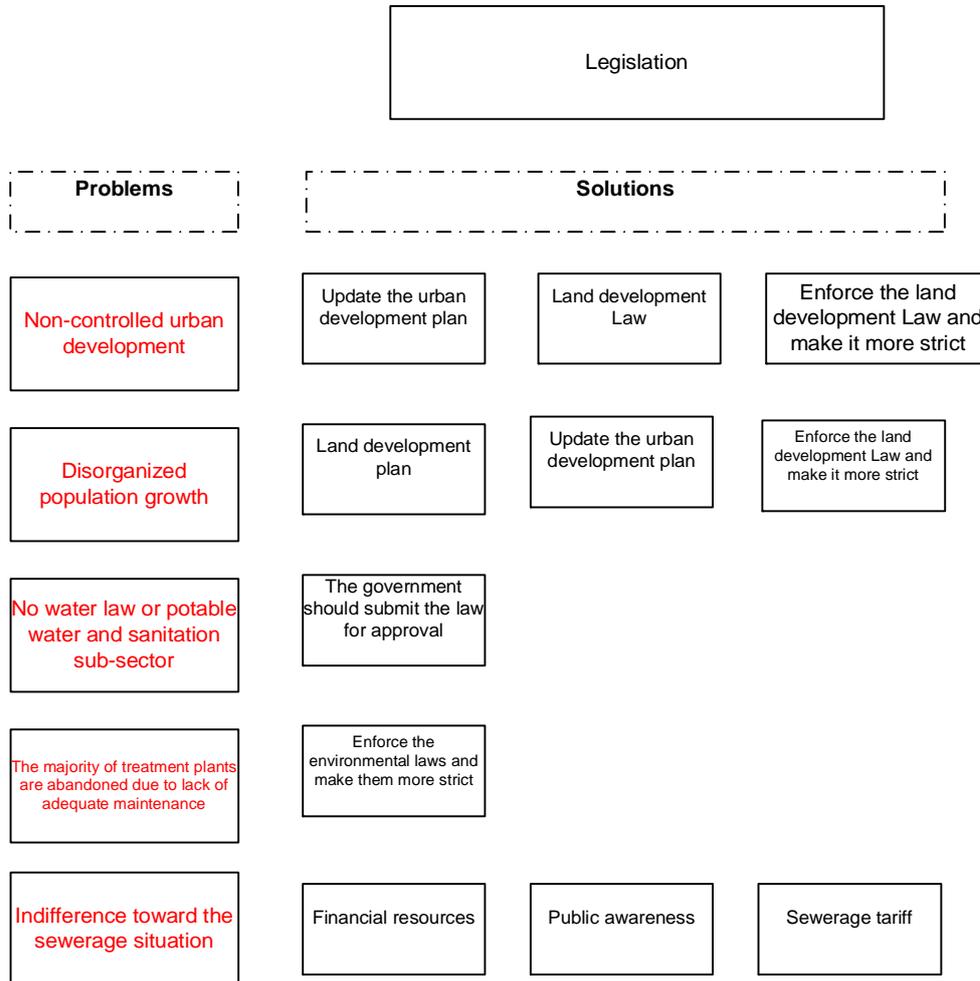


図 4-52 問題分析(法制度)(英語)

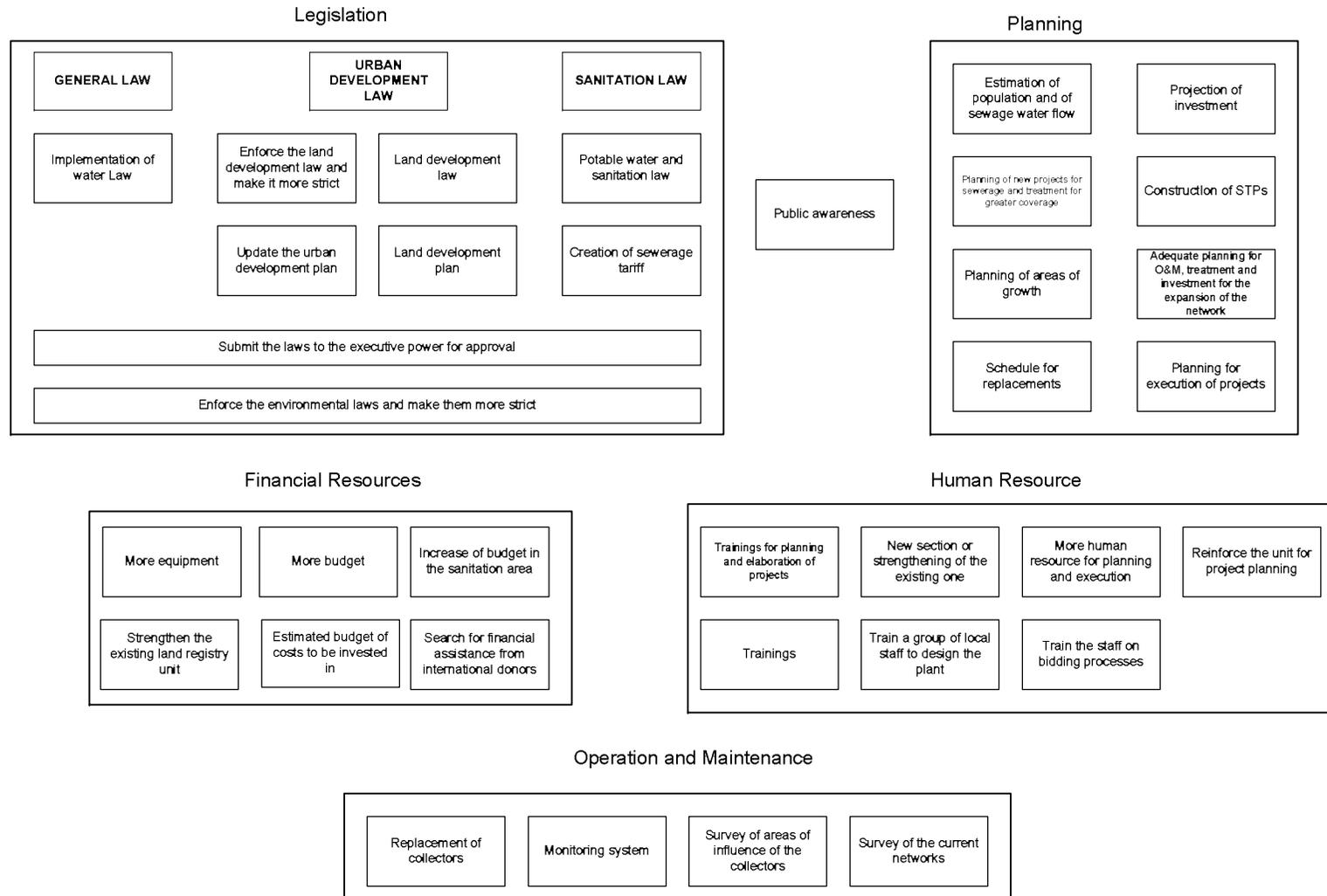


図 4-53 改善策の分類の重要度(上から下に重要度は下がる)(英語)

ANDA: Organization Structure

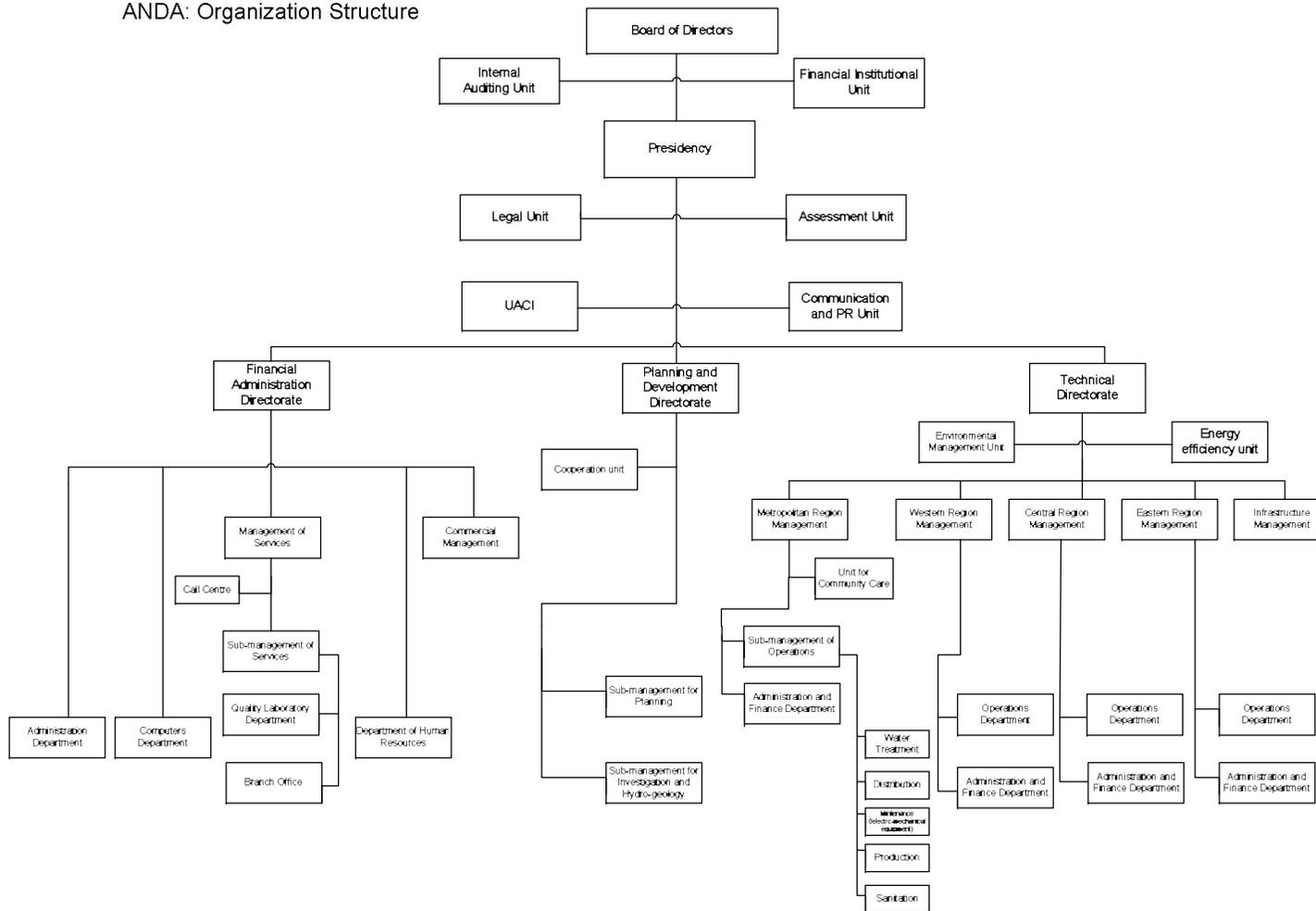


図 4-54 ANDA 組織図

## 4.5.2 第2年次における活動実績

表 4-56 「下水道整備計画策定能力の開発」活動状況

PO 番号	第2年次の活動状況	活動実績
4-2-1	調査収集情報の補足調査を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水道計画策定に関わる原単位等、計画諸元に関わる情報収集</li> </ul>
4-3-2	下水道計画及び下水処理技術にかかる研修教材を作成する	<ul style="list-style-type: none"> <li>教材を作成した</li> </ul>
4-3-3	下水道整備計画及び下水処理技術にかかる研修を実施する	<ul style="list-style-type: none"> <li>上記研修教材に基づき、研修を実施した</li> </ul>
4-3-4	下水道施設整備計画策定マニュアルを作成する	<ul style="list-style-type: none"> <li>マニュアルを完成させた</li> </ul>
4-3-5	下水道整備計画策定にかかわるワークショップ/セミナーを開催する	<ul style="list-style-type: none"> <li>活動成果の共有のためマニュアルの概要を、ANDA プロジェクト・チーム・メンバーによりセミナーで発表した</li> </ul>

第2年次の活動内容は、第1年次の下水道事業運営に関する問題分析とこれを基に作成した研修計画に沿って行った。

各活動については、「4-2-1 補足調査」では、わずかな量しか行われていない下水処理の現状についての情報収集のため、プロジェクト・チームの首都圏支局のメサ氏・ロドリゲス氏の案内により既存の下水道施設（シタデフルタ下水処理場）、放流口及び放流水域の状況を調査した。調査を行ったシタデフルタ下水処理場は、汚水はUASB+好気性ろ床+最終沈殿池+塩素滅菌で、汚泥は天日乾燥で、処理が行われていた。処理水質はBOD30～40mg/L程度となっており適正な維持管理がANDAによって行われていることを確認した。放流口はサンサルバドル首都圏の汚水を放流している2か所を調査し、収集された汚水の数パーセントしか処理されていない状況を放流水の状態から確認した。また、計画諸元の情報収集として原単位などはANDAの水道使用量などから行った。



シタデフルタ下水処理場



第一放流口



第二放流口

「4-3-2 研修教材の作成」では、1年次に行った問題分析と研修計画をもとにその内容を決定した。1年次に行った問題分析の結果は以下のとおりである。

表 4-57 下水道整備計画:問題分析の結果

項目	解決策
計画策定	1)人口と下水量の予測、2)下水道管きよ及び処理場の計画、3)発展地域の計画、4)改修計画、5)投資計画、6)下水処理場の建設、7)汚水処理区拡張のための下水施設の維持管理計画・汚水処理計画・投資計画
法制度	8)一般法、9)宅地開発法、10)衛生法
維持管理	11)現状の管きよ状態の調査、12)管きよ能力の調査、13)管きよの付設替え、14)監視システム
人的資源	15) 下水道事業実施のための担当部門の強化、16) 計画策定や実施のための訓練、17) 施設設計のための現地職員の訓練、18) 下水道部の新設または既存部門の強化、19)訓練、20) 下水道整備計画策定のための訓練
財源	21)予算の増加、22)衛生分野の予算の増加、23)他国の援助プログラムの調査、24)投資のための費用の算定

問題分析の結果、下水道事業に関する問題点の解決策は、大枠として計画策定、法制度、維持管理、人的資源、財源の5項目に分類され、研修項目はこの5項目とし、教材内容はこの解決策を網羅する形でまとめた。以下に、研修項目、教材の内容と問題分析の結果の対比を示す。

表 4-58 下水道整備計画:研修項目、教材の内容と問題分析の結果の対比

研修項目	教材の内容	問題分析の解決策
計画策定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・人口の予測</li> <li>・下水量の算定</li> <li>・管きよ設計</li> <li>・処理場の設計</li> <li>・建設費の算定</li> <li>・建設計画(財務計画を含む)</li> </ul>	1)人口と下水量の予測、2)下水道管きよ及び処理場の計画、3)発展地域の計画、4)改修計画、5)投資計画、6)下水処理場の建設、7)汚水処理区拡張のための下水施設の維持管理計画・汚水処理計画・投資計画、11)現状の管きよ状態の調査、12)管きよ能力の調査、13)管きよの付設替え、24)投資のための費用の算定
法制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・関連法制度</li> </ul>	8)一般法、9)宅地開発法、10)衛生法
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・管きよの維持管理</li> <li>・処理場の維持管理</li> <li>・設備の管理</li> <li>・支出の管理</li> </ul>	14)監視システム
人的資源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・組織の役割</li> <li>・組織内の訓練</li> <li>・住民との関係について</li> </ul>	15) 下水道事業実施のための担当部門の強化、16)計画策定や実施のための訓練、17) 施設設計のための現地職員の訓練、18)下水道部の新設または既存部門の強化、19)訓練、20) 下水道整備計画策定のための訓練

財源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日本の下水道事業の財源について</li> <li>・財源の例</li> </ul>	21)予算の増加、22)衛生分野の予算の増加、23)他国の援助プログラムの調査、
----	---	--

教材の内容は計画策定では、問題分析の計画策定の解決策が計画全般に関するものであり、維持管理の解決策の 11)～13)は管きょ設計に関連し、財源の 25)は建設計画に関連するため、これら解決策を理解する内容として、土地利用や統計を利用した人口の予測の方法、その予測に基づく下水量の算定、下水量算定に基づく管きょ及び下水処理施設設計、建設費の算定、下水道施設の段階的建設計画とした。

法制度では、問題分析の解決策が法律の制定や実行に関するものであったため、現状の下水道の法体系の改善点を探るため、現状の下水道関連法令を述べた。

維持管理では、問題分析で監視システムが解決策となっているため、監視すべき項目を管きょ、処理場、設備、支出の観点からまとめた。

人的資源では、担当部門の強化と訓練が主な解決策になっているため、組織強化のため各担当が行うべき活動と責任を組織の役割の中で説明した。また ANDA 内において持続的な人材育成を目的に組織内での訓練の目的とその内容を説明した。また、人的資源において住民とのコミュニケーション能力も大切なことから、その目的とその活動について述べた。

財源では、解決策では財源の手当てが主たる解決策のため、料金徴収を含め日本の事例を説明し、一般的な財源の種類を説明した。

「4-3-3 研修の実施」では、研修項目は 1 年次の問題分析に沿って計画策定、法制度、維持管理、人的資源、財源の 5 項目とし、その内容は教材に基づき行った。研修スケジュールは、当初週 3 回の 1 回 1 時間の計 15 時間程度を想定していたが、プロジェクト・チームの再結成が 7 月 6 日の派遣期間終了の 2 週間前になったため、研修を 4 回開催し計 13 時間行った。研修方法は講義形式を主体としたが、計画策定についてはマニュアル作成の根幹と考案、概略の計画策定が行える能力を身につけるために人口の予測、処理場施設の容量算定、汚泥処理量の算定、計画案の経済的評価については演習を行った。



研修の様子

また、研修時間が短かったため、研修で網羅できなかった計画策定の一部分(汚水量原単位の検討)と法制度については、8 月のプロジェクト・チームの独自の活動として、ANDA の水道使用量から汚水原単位の分析を行うこととした。また、法制度についてはその内容を調査し 9 月に引き続き研修を行い、そこで成果を発表することとした。

「4-3-4 マニュアルの作成」では、下水道計画チームの協議により「下水道施設整備計画」の観点と重要度の高い「計画策定」と「法制度」を中心にまとめることとし、マニュアルの内容は研修内容を踏まえ決定した。

表 4-59 に問題分析の解決策、研修の内容とマニュアルの目次を示す。問題分析の分野の「計画策定」は、マニュアルでは第一章と第三章の「下水道計画」と「下水道施設設計」に別れ、その内容は解決策の人口と下水量の予測から建設計画までを網羅した。「法制度」に関しては、問題分析において法の試行や運用を指摘していたが、研修において ANDA が行える計画策定の観点から下水道に関連する法体系を行うこととなったため、マニュアルにおいても同じ関連法の概要を述べた。「維持管理」に関しては「下水道施設整備計画」の観点からは関連が薄いが ANDA で維持管理を行っているためその経験を加えることとした。「人的資源」や「財源」については「下水道施設整備計画」に関連しないことからマニュアルには含めないこととした。

マニュアル作成の活動は、下水道計画チームで担当を決め 7 月後半から作成を開始し、9 月からは専門家を交えて 2 ヶ月ほどで作成した。主な担当は、第一章は首都圏支局のマルタ・ヌイラとクラディス・ロドリゲスが行い、第二章は環境管理課のセリア・デ・メナ、第三章と第四章は首都圏支局のフラビオ・メサが行った。

このマニュアルの作成作業において専門家は、下水道計画チームが主体的に行えるように支援することを心がけ、目次の構成や技術的な内容に対し助言を行う程度であった。

表 4-59 下水道整備計画:マニュアルの目次と問題分析の結果との対比

解決策	研修内容	マニュアル目次
<p>(計画策定)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・人口と下水量の予測、</li> <li>・下水道管きょ及び処理場の計画、</li> <li>・区域拡張のための計画、</li> <li>・改修計画、</li> <li>・投資計画、</li> <li>・下水処理場の建設、</li> <li>・汚水処理区拡張のための下水施設の維持管理計画・汚水処理計画・投資計画</li> </ul>	<p>人口予測、下水量の算定、施設設計、建設計画までの下水道計画の概要</p>	<p>第一章 下水道計画</p> <p>1-1 下水道計画概要</p> <p>1-2 計画期間</p> <p>1-3 下水道計画</p> <p>1-4 下水道計画の策定の流れ</p> <p>1-5 計画人口</p> <p>1-6 下水量</p> <p>1-7 管渠計画</p> <p>1-8 ポンプ場計画</p> <p>1-9 下水処理場計画</p> <p>1-10 代替案</p> <p>1-11 比較検討</p> <p>1-12 実施計画</p> <p>第三章 下水道施設設計</p> <p>3-1 管渠</p> <p>3-2 ポンプ場</p> <p>3-3 下水処理場</p> <p>3-4 腐敗槽</p>
<p>(法制度)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水法の施行、</li> <li>・土地開発法の厳格な運用</li> <li>・都市開発計画の更新、</li> <li>・下水道料金の設定、</li> <li>・執行機関に権限を与える法の制定、</li> <li>・環境法の執行と厳格な運用</li> </ul>	<p>下水道に関連する法体系</p>	<p>第二章 下水道計画に関連する法制度</p> <p>2-1 ANDA 法</p> <p>2-2 衛生法</p> <p>2-3 エルサルバドル基準 (NSO 13.49.01:公共水域に放流する排水)</p> <p>2-4 環境法</p> <p>2-5 下水道に関する規制</p> <p>2-6 開発行為の種類</p> <p>2-7 環境にかかわる技術的規制</p> <p>2-8 都市開発法</p> <p>2-9 エルサルバドル刑法</p> <p>2-10 灌漑排水法</p>
<p>(人的資源)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・下水道事業実施のための担当部門の強化、</li> <li>・計画策定や実施のための訓練、</li> <li>・施設設計のための現地職員の訓練、</li> <li>・下水道部の新設または既存部門の強化、</li> <li>・訓練、</li> <li>・下水道整備計画策定のための訓練</li> </ul>	<p>組織と訓練の概要</p>	

(財源) ・予算の増加、 ・衛生分野の予算の増加 ・他国の援助プログラムの調査、 ・投資費用の算定	財源や料金システムを含む諸外国の財務状況の例	
(維持管理) ・現状の管きょ状態の調査、 ・管きょ能力の調査、 ・管きょの付設替え、 ・監視システム	維持管理の概要	第四章 維持管理 4-1 維持管理概要

「4-3-5 下水道施設整備計画策定マニュアルにかかわるセミナー」については、下記のとおり開催された。

- 1) 日時:2009年10月6日 8:00-13:00
- 2) 場所:ヒルトン・プリンスホテル
- 3) 議事次第

時間	発表内容	発表者
8:00-8:15	開催挨拶	ANDA 総裁 フランシスコ・ホゼ・ゴメス
8:15-8:45	JICA プロジェクトの概要	公共事業部部长 アルフォンソ・アルマンド・ラミレス
8:45-9:30	ドラフトマニュアル第1章の説明	首都圏支局下水道技術者 マルタ・ヌイラ
9:30-9:45	休憩	
9:45-10:30	ドラフトマニュアル第2章の説明	アーネスト・カステヤノス
10:30-11:15	ドラフトマニュアル第3章の説明	首都圏支局下水道技術者 フラビオ・メサ
11:15-12:00	ドラフトマニュアル第4章の説明	環境管理課課長 クラウディア・アリアッサ
12:00-12:30	ドラフトマニュアルの今後の改良点 下水道計画マニュアルの今後予定 ANDA における下水道計画の能力 開発トレーニングスケジュール 質疑応答	フラビオ・メサ氏
12:30-12:45	専門家からの挨拶	和田徹雄
12:45-13:00	閉会の辞	ANDA 技術部長 ジャネット・ディアス氏

- 4) セミナー参加者

ANDA の総裁を含め首都圏、中部、西部、東部の各支局の技術者合計 44 名が参加した。

- 5) 主な質疑応答

主な質疑事項は以下の 3 点であった。

- a. マニュアルの位置づけについて

セミナーで発表されたドラフトマニュアルの位置づけについて質問があった。下水道チームは、今

回のドラフトマニュアルは ANDA 下水道チームで作成されたものであるため、今後 ANDA 各支部における説明会を通し、ドラフトマニュアルの改善を行い、ANDA の正式なマニュアルとしていくスケジュールを説明した。

#### b.代替案の評価方法について

代替案の評価方法は必ず重み付け評価により行わなければならないのかという質問があった。下水道チームは、評価は第三者が見ても説明できる定量的な評価が代替案評価において重要であること、重み付け評価はその定量的な評価において代表的な評価方法であるため提案したことを説明した。

#### c.維持管理について

維持管理の内容は一般論的であり、ANDA において管渠の維持管理は行っているためこのような経験をまとめる必要があるのではないかと提案がなされた。このため、今後の各支局でのマニュアルの説明会などを通じて ANDA の経験等を集約化しマニュアルに反映させていきたいと説明した。



セミナーの様子

### 4.5.3 第4年次における活動実績

#### (1) 第4年次に期待された効果

本成果4については、すでにすべての活動が第2年次に完了しており、下水道施設整備計画マニュアルが第2年次終了時に作成された。第4年次においては、その後マニュアルがどのように活用されているかをモニタリングし、その運用について必要に応じて改善策を提案した。

#### (2) 第4年次の活動状況

ANDA 下水道関係者にヒアリング等を通じてマニュアルの使用状況を調査した。その結果は以下のとおりであった。

- 中間レビューの際に適用しているのは 8 コミュニティーの下水整備に活用しているということであったが、現在もそれらの地域で継続して用いられている

- マニュアル活用上での問題点や困難な点については、特別無く、今後も予防措置に重点をおいた計画策定に用いていくべきと考えている

このように、マニュアルの使用について特段問題はない状況であった。  
マニュアルは、2011年11月、ANDA理事会により正式に承認された。

#### 4.6 本邦研修

本邦研修は下記の通り計3回実施された。

第2年次：           コースA:水道事業運営（2009年11月15日～11月21日）  
第3年次：           コースB:無収水削減対策（2010年9月5日～9月18日）  
                      コースC:節電対策（2010年10月4日～10月16日）

大統領選挙後のANDAの組織変更及び人事異動により、当初予定の本邦研修スケジュールが度々変更になり、本邦研修受け入れ機関に多大な迷惑をかけたが、好意的に対処いただき、成功裡に本邦研修が実施された。

これら3つのコースの本邦研修の研修員、目的、到達目標、主な研修内容は以下の通りである。

表 4-60 研修員受入実績

研修員氏名	配置されている分野	受入期間	研修内容及び受入機関	受入当時の役職	現在の役職及び 離職年月、離職先
Licda. Ana Guadalupe Aguilar de Cardoza	全体調整	2009年11月15日～ 2009年11月21日	Course A: マネージメント研修 日本水道事業沿革、漏水対策の歴史、東京都 都漏水防止対策、高度処理施設。	Cooperation Unit Chief	Cooperation Unit Chief
Licda. Claudia Verónica Escobar	全体調整	2009年11月15日～ 2009年11月21日	Course A: マネージメント研修 日本水道事業沿革、漏水対策の歴史、東京都 都漏水防止対策、高度処理施設。	Presidential Assistant	退職
Ing. Angel Gabriel Valdés	無収水削減技術	2009年11月15日～ 2009年11月21日	Course A: マネージメント研修 日本水道事業沿革、漏水対策の歴史、東京都 都漏水防止対策、高度処理施設。	Western Region Manager	Western Region Manager
Ing. Alfonso Armando Ramírez	無収水削減技術	2009年11月15日～ 2009年11月21日	Course A: マネージメント研修 日本水道事業沿革、漏水対策の歴史、東京都 都漏水防止対策、高度処理施設。	Infrastructure Manager	Operation Chief, CR
Ing. José Nefalí Cañas	無収水削減技術	2009年11月15日～ 2009年11月21日	Course A: マネージメント研修 日本水道事業沿革、漏水対策の歴史、東京都 都漏水防止対策、高度処理施設。	Eastern Region Manager	Eastern Region Manager
Ing. José Saúl Vásquez Ortega	無収水削減技術	2010年9月5日～ 2010年9月18日	Course B: 無収水削減研修 日本水道事業沿革、漏水対策の歴史、GIS システム、配水管理システム、東京都水道 局、横浜市水道局、ダクトイル鋼鉄管・ポン プ工場視察	Technical Director	Technical Director
Arq. Aquiles Ovidio Montoya Linares	無収水削減技術	2010年9月5日～ 2010年9月18日	Course B: 無収水削減研修 日本水道事業沿革、漏水対策の歴史、GIS システム、配水管理システム、東京都水道 局、横浜市水道局、ダクトイル鋼鉄管・ポン プ工場視察	Technical Unit Coordinator, Technical Unit, MR	退職
Lic. Mauricio Silfredo Iraheta Rodas	無収水削減技術	2010年9月5日～ 2010年9月18日	Course B: 無収水削減研修 日本水道事業沿革、漏水対策の歴史、GIS システム、配水管理システム、東京都水道 局、横浜市水道局、ダクトイル鋼鉄管・ポン プ工場視察	Technical Cooperation Unit, MR Commercial Operation Unit, MR	Technical Cooperation, Commercial Operation Unit, MR
Ing. Frederick Antonio Benítez Cardona	無収水削減技術	2010年9月5日～ 2010年9月18日	Course B: 無収水削減研修 日本水道事業沿革、漏水対策の歴史、GIS システム、配水管理システム、東京都水道 局、横浜市水道局、ダクトイル鋼鉄管・ポン プ工場視察	Central Region Manager	Central Region Manager
Ing. José Luis Hércules Avalos	無収水削減技術	2010年9月5日～ 2010年9月18日	Course B: 無収水削減研修 日本水道事業沿革、漏水対策の歴史、GIS システム、配水管理システム、東京都水道 局、横浜市水道局、ダクトイル鋼鉄管・ポン プ工場視察	Project Coordinator, Operation Department, CR	Project Coordinator, Operation Department, CR
Ing. Luis Federico Díaz	無収水削減技術	2010年9月5日～ 2010年9月18日	Course B: 無収水削減研修 日本水道事業沿革、漏水対策の歴史、GIS システム、配水管理システム、東京都水道 局、横浜市水道局、ダクトイル鋼鉄管・ポン プ工場視察	Engineer, Operation Department, CR	Engineer, Operation Department, CR
José Nefalí Batres Serpad	無収水削減技術	2010年9月5日～ 2010年9月18日	Course B: 無収水削減研修 日本水道事業沿革、漏水対策の歴史、GIS システム、配水管理システム、東京都水道 局、横浜市水道局、ダクトイル鋼鉄管・ポン プ工場視察	Groupe Chief, Operation Department, CR	Groupe Chief, Operation Department, CR
Arq. Douglas Agustín Orellana Moran	無収水削減技術	2010年9月5日～ 2010年9月18日	Course B: 無収水削減研修 日本水道事業沿革、漏水対策の歴史、GIS システム、配水管理システム、東京都水道 局、横浜市水道局、ダクトイル鋼鉄管・ポン プ工場視察	Network Engineer, Operation Department, WR	Network Engineer, Operation Department, WR
Lic. Luis Alberto Caballero Lopez	無収水削減技術	2010年9月5日～ 2010年9月18日	Course B: 無収水削減研修 日本水道事業沿革、漏水対策の歴史、GIS システム、配水管理システム、東京都水道 局、横浜市水道局、ダクトイル鋼鉄管・ポン プ工場視察	Billing Department Chief, Administration Department, WR	Billing Department Chief, Administration Department, WR
Ing. Mauricio Antonio Dominguez Flores	無収水削減計画	2010年9月5日～ 2010年9月18日	Course B: 無収水削減研修 日本水道事業沿革、漏水対策の歴史、GIS システム、配水管理システム、東京都水道 局、横浜市水道局、ダクトイル鋼鉄管・ポン プ工場視察	Sub-Manager, Decentralization Administration Unit	Sub-Manager, Decentralization Administration Unit
Lic. Guillermo Antonio Carías Guzman	無収水削減計画	2010年9月5日～ 2010年9月18日	Course B: 無収水削減研修 日本水道事業沿革、漏水対策の歴史、GIS システム、配水管理システム、東京都水道 局、横浜市水道局、ダクトイル鋼鉄管・ポン プ工場視察	Sub-Manager, Commercial Operation Sub-Management Unit	Sub-Manager, Commercial Operation Sub-Management Unit
Ing. Joaquín Mineró Gómez	節電対策・漏水削減計画	2010年10月4日～ 2010年10月16日	Course C: 節電対策 日本における省エネルギー対策、水道事業 における省エネルギー対策、電動機・イン バータ工場視察、ポンプ工場視察、配水プ ロック管理、老朽管更新、広域水運用システ ム	Manager, Engineering and Design Department	Manager, Engineering and Design Department
Ing. Manuel de Jesús Vásquez Búcaro	節電対策	2010年10月4日～ 2010年10月16日	Course C: 節電対策 日本における省エネルギー対策、水道事業 における省エネルギー対策、電動機・イン バータ工場視察、ポンプ工場視察、配水プ ロック管理、老朽管更新、広域水運用システ ム	Coordinator, Electromechanical Maintenance Department	Coordinator, Electromechanical Maintenance Department
Ing. Miguel Angel González Aparicio	節電対策	2010年10月4日～ 2010年10月16日	Course C: 節電対策 日本における省エネルギー対策、水道事業 における省エネルギー対策、電動機・イン バータ工場視察、ポンプ工場視察、配水プ ロック管理、老朽管更新、広域水運用システ ム	Engineering Supervisor, Electromechanical Design Unit	Engineering Supervisor, Electromechanical Design Unit
Ing. Mario Vicente Sayes Quijad	節電対策	2010年10月4日～ 2010年10月16日	Course C: 節電対策 日本における省エネルギー対策、水道事業 における省エネルギー対策、電動機・イン バータ工場視察、ポンプ工場視察、配水プ ロック管理、老朽管更新、広域水運用システ ム	Maintenance Coordinator, Las Pavas Water Treatment Plant	Maintenance Coordinator, Las Pavas Water Treatment Plant
Ing. Juan Tobías Ramírez Menjívar	節電対策	2010年10月4日～ 2010年10月16日	Course C: 節電対策 日本における省エネルギー対策、水道事業 における省エネルギー対策、電動機・イン バータ工場視察、ポンプ工場視察、配水プ ロック管理、老朽管更新、広域水運用システ ム	Specialized Professional, Project Formulation Unit	Specialized Professional, Project Formulation Unit

MR: 首都圏支局、Metropolitan Region  
CR: 中部支局、Central Region  
WR: 西部支局、Western Region

## 4.6.1 コースA:水道事業運営(第2年次)

表 4-61 本邦研修/コースA:水道事業運営

実施時期	2009年(平成21年)11月15日～11月21日(研修員数:5名)
目的	本研修は ANDA 幹部クラスを対象とし、無収水削減や節電対策に焦点をあてながら、水道事業運営が如何にあるべきか、日本の水道事業体のこれまで変遷を学びながら習得するものである。 日本のこれまでの水道整備の経緯を知ることにより、エルサルバドルに適用できる水道事業体制を習得する。
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水道事業経営、制度、運営・維持管理について理解を深める</li> <li>● これまでの日本の水道事業の歩み、発展過程を理解する</li> <li>● 効率的な事業運営の手法(無収水低減、省エネルギー施策等)について理解を深める</li> <li>● ANDA 事業運営について基本方針、長期運営計画の策定に資するものとする</li> </ul>
主な研修内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水道事業概要、日本の水道の歴史</li> <li>● 無収水削減対策</li> <li>● 水道事業における省エネルギー対策</li> <li>● 水運用システム</li> <li>● 高度浄水処理システム</li> <li>● 今後の無収水削減の進め方討議</li> </ul>

## 4.6.2 コースB:無収水削減対策(第3年次)

表 4-62 本邦研修/コースB:無収水削減対策

実施時期	2010年(平成22年)9月5日～9月18日(研修員数:11名)
目的	テクニカル・ダイレクターをはじめ、ANDA の無収水削減アクションチームおよび、無収水削減計画策定チームの主担当の職員を対象に日本の水道局の漏水管理や管路の整備、顧客サービスのあり方等を学ぶ。これにより、無収水対策全般の進め方はもとより、世界のトップランナーである日本の無収水削減に関する最高水準の技術を学び、研修後のプロジェクトが効果的に進められるようにする。
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 無収水対策に係る日本でのさまざまな取組みについて講習および現場視察を通し、無収水対策に関する技術・制度の知見を深める。</li> <li>● 日本の水道事業における無収水対策に関して、技術面のみならず体制・制度面についての見識を広め、エルサルバドル国において見本となるべき点や参考となる点についてそれぞれの専門を通して、今後 ANDA 全体に知見を伝播するとともに、本技プロの推進に有効に活用する。</li> </ul>

主な 研修 内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水道事業概要、日本の水道の歴史</li> <li>● GIS システム</li> <li>● 漏水探査技術</li> <li>● 管特性</li> <li>● ポンプ設備と省エネルギー対策技術</li> <li>● 配水システム管理、水道事業業務</li> <li>● 水道施設の効率運用事例</li> <li>● 今後の無収水削減の進め方討議</li> </ul>
----------------	--

コース B: 無収水削減対策本邦研修風景



GIS システムに関する講義(日水コン)



配水システム管理講義(横浜市水道局)



水道メータ維持管理実習(横浜市水道局)



浄水処理実演(東京都水道局)

4.6.3 コース C: 節電対策 (第 3 年次)

表 4-63 本邦研修/コース C: 節電対策

実施時期	2010年(平成22年)10月3日～10月16日 (研修員数:5名)
目的	節電対策チームを中心とした節電対策活動を実施している職員を対象に、日本の水道事業者が実施している水運用管理手法や、水道事業者を含む大規模事業者が広く取り組み実践している省エネルギー活動および同技術動向について知見を深めることを目的として実施する。
到達目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 日本の水道施設の様々な省エネルギー活動の現場講習/視察を通じて、研修参加者が本プロジェクトの意義について理解を深め、「節電計画(案)」と「水運用システム改善計画(案)」の策定作業手順をより具体的にとらえることができるようになる。</li> <li>● 適切な浄水施設/送水施設/配水施設の運用により省エネルギー推進が可能であることを理解し、その実践方法について見識を深める。</li> <li>● ANDA の全支局の技術者を対象に研修会を計画/実施し、個々の案件についてアドバイスできるようになる。</li> <li>● 電気設備/ポンプ設備の省エネルギー対策事例について理解し、ANDA の水道施設に適用できる省エネルギー対策手法を、より具体的にイメージできるようになる。</li> <li>● 水運用システムの効率運用による省エネルギー効果を理解すると共に、その実践のために GIS などの管網解析ツールを活用した水運用管理システムの必要性和有効性を認識し、ANDA の水道施設に適した高効率運転の計画と実践を推進するキーマンとなる。</li> </ul>
主な研修内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 最新の省エネルギー技術</li> <li>● 電気機器と省エネルギー対策技術</li> <li>● ポンプ設備と省エネルギー対策技術</li> <li>● 配水システム管理</li> <li>● 広域水道管理事例</li> <li>● 水道施設の効率運用事例</li> </ul>

コース C: 節電対策本邦研修風景



ポンプ、弁類講習(株クボタ)



浄水場視察(東京都水道局)



取水関連施設(神奈川県内広域水道企業団)



小水力発電(神奈川県内広域水道企業団)

本邦研修コースA、B及びコースCの研修において、掲げられた研修の目的を達成することができた。また、到達目標である本技術協力プロジェクトへの知見の有効活用や、エルサルバドル国内における知見の伝搬等について、日々の活動を通して実践されつつある。

#### 4.7 日本側投入実績

##### 4.7.1 専門家チーム

下表に JICA 専門家チームのメンバーを示す。

表 4-64 JICA 専門家チーム

名 前	担 当
1.間宮 健匡 Takemasa Mamiya	チーフ・アドバイザー
2.青木 保弘 Yasuhiro Aoki	無収水管理
3.岡崎 明彦 Akihiko Okazaki	無収水削減技術
4.小原 幸三 Kozo Obara	水道施設管理
5.渡辺 潤一 Junichi Watanabe	水運用管理
6.山本 朋也 Tomonari Yamamoto	設備管理
7.和田 徹雄 Tetsuo Wada	下水道計画/下水処理技術

##### 4.7.2 専門家派遣

プロジェクト 1 年次から 4 年次、プロジェクト全期間に亘る、専門家の派遣実績は以下の通りである。

表 4-65 専門家投入実績

専門家		年次	日付	日数	月数	1年次	2年次	3年次	4年次	合計
チーフアドバイザー	間宮健匡	1年次	2月11日 - 3月21日	39	1.30	1.5	6.5	5.60	4.20	17.8
			国内作業		0.20					
		2年次	6月1日 - 8月3日	64	2.13					
			9月13日 - 11月12日	61	2.03					
			1月15日 - 3月10日	55	1.83					
			国内作業		0.50					
		3年次	5月21日 - 8月3日	75	2.50					
			10月15日 - 11月28日	45	1.50					
			1月22日 - 3月7日	45	1.50					
		4年次	国内作業		0.10					
			5月25日 - 7月30日	67	2.23					
			10月5日 - 11月26日	53	1.77					
国内作業			0.20							
無取水管理	青木保弘	1年次		0	0.00	0.2	6.0	4.00	2.20	12.4
			国内作業		0.20					
		2年次	6月1日 - 8月3日	64	2.13					
			9月13日 - 11月22日	71	2.37					
			1月25日 - 3月10日	45	1.50					
		3年次	5月21日 - 8月3日	75	2.50					
			1月22日 - 3月7日	45	1.50					
		4年次	5月25日 - 7月8日	45	1.50					
			11月12日 - 11月26日	15	0.50					
			国内作業		0.20					
無取水削減技術	岡崎明彦	1年次	2月11日 - 3月12日	30	1.00	1.0	5.5	3.50	2.00	12.0
			6月1日 - 7月30日	60	2.00					
		2年次	10月9日 - 11月22日	45	1.50					
			1月20日 - 3月20日	60	2.00					
		3年次	7月21日 - 9月3日	45	1.50					
			1月7日 - 3月7日	60	2.00					
		4年次	5月25日 - 7月8日	45	1.50					
			11月12日 - 11月26日	15	0.50					
水道施設管理	小原幸三	1年次	2月11日 - 3月12日	30	1.00	1.2	3.2	3.50	3.20	11.1
			国内作業		0.20					
		2年次	6月1日 - 7月6日	36	1.20					
			1月15日 - 3月15日	60	2.00					
		3年次	8月20日 - 10月3日	45	1.50					
			1月7日 - 3月7日	60	2.00					
		4年次	6月4日 - 7月30日	57	1.90					
			10月25日 - 11月26日	33	1.10					
水運用管理	渡辺潤一	1年次		0	0.00	0.2	2.5	1.00	1.00	4.7
			国内作業		0.20					
		2年次	7月1日 - 7月30日	30	1.00					
			1月9日 - 2月23日	46	1.53					
3年次	11月26日 - 12月25日	30	1.00							
4年次	8月19日 - 9月17日	30	1.00							
設備管理	山本朋也	1年次	2月11日 - 3月12日	30	1.00	1.0	4.5	2.50	3.00	11.0
			6月10日 - 7月24日	45	1.50					
		2年次	10月9日 - 11月22日	45	1.50					
			1月25日 - 3月10日	45	1.50					
		3年次	6月20日 - 8月3日	45	1.50					
			1月10日 - 2月8日	30	1.00					
		4年次	8月16日 - 9月29日	45	1.50					
			10月13日 - 11月26日	45	1.50					
下水道計画	和田徹雄	1年次	2月11日 - 3月12日	30	1.00	1.0	2.8			3.8
		2年次	6月1日 - 7月24日	54	1.80					
			9月13日 - 10月12日	30	1.00					
合計						6.1	31.0	20.1	15.6	72.8

4.7.3 供与機材

表 4-66 専門家チーム調達機材

機材名	機材番号	個数	
距離計	C10-D	1	機
電子音聴棒	FSB-8D	3	本
相關式漏水探知器	LC-2500	1	機
配水管網用 CAD	AutoCAD Civil 3D 2009	1	セット
簡易音聴棒		6	本
ボーリングバー		3	本
金属探知機	F-90M	3	機
音聴式漏水探知機	HG-AII	6	機
給水栓用水圧測定器	O-60	9	機
ハンマドリル	PR-38E	3	台
ドリルビット	19x80mm	30	本

表 4-67 JICA 現地事務所調達機材

機材名	機材番号	個数		
PC	コンピュータ本体	HP DC5800	4	台
PC	コンピュータディスプレイ	AOC913FW	4	台
車両	ピックアップトラック	トヨタハイラックス	1	台
車両	ピックアップトラック	フォード	2	台
OA	コピーファックス複合機	XEROX Workcentre 5632	1	台
OA	UPS	FORZA	2	台
車両	プロジェクト車両	トヨタブラド	1	台
車両	ブラド予備タイヤ 4 本		4	本
車両	ブラドスペアパーツ一式		1	式
OA	LaserJet プリンター	HP P3005n	1	台
機材	力率計(Power Analyzer)	EXTECH 382095	10	台
機材	同上フレキシブル電流クランプ	EXTECH 382098	2	セット
ソフト	管網解析ソフト	WaterGEMS ペントレー社	1	本
機材	引込開閉器盤	CSH INGENIERIA	1	面

機材	力率改善コンデンサ盤	CSH INGENIERIA	1	面
機材	VVVF パネル	SEAMENS	1	面
機材	計装盤	SEAMENS	1	面
機材	流量計トランスミッター	SEAMENS	1	セット
機材	水圧計	SEAMENS	1	セット
機材	水位計	SEAMENS	1	セット
機材	VVVF パネル	CSH INGENIERIA	1	面
機材	計装盤	CSH INGENIERIA	1	面
機材	流量計トランスミッター	CSH INGENIERIA	1	セット
機材	水圧計	CSH INGENIERIA	1	セット
機材	水位計	CSH INGENIERIA	1	セット
機材	ポータブル流量計	SHENITECH STUF-200H	3	台
機材	熱画像装置(サーモカメラ)	EXTECH i5	3	台
機材	動力ケーブルおよび端子	phelps dodge	1	式
機材	制御・計装ケーブル	phelps dodge	1	式

モデル区画整備用仕切り弁等管材量(2009年9月調達、モデル区画現場敷設)

材料		サイズ(Inch)	数量
資材	仕切り弁	6	37
		4	30
		2.6	7
		2	9
資材	片フランジ短管(鋳鉄)	8	2
		6	78
		4	60
資材	片フランジ短管(PVC)	2.5	14
		2	18
資材	カップリング(PVC 管用)	8	2
		6	22
		4	56
		2.5	14
		2	18
資材	フレキシブル・カップリング(鋳鉄+PVC)	6	56
		4	4
資材	ボールバルブ	2	19
資材	分水サドル	6	12
		4	7
資材	ニップル	2	38

資材	ソケット	2	19
資材	プラグ	2	19
資材	マンホールカバー	-	15
資材	バルブカバー	-	70

パイロット区画整備用仕切り弁等管材量(2011年1月調達、パイロット区画現場敷設)

材料		サイズ(Inch)	数量
資材	仕切り弁	12	2
		10	3
		8	1
		6	17
		4	14
		3	8
		2.6	7
		2	15
資材	片フランジ短管	12	4
		10	8
		8	4
		6	36
		4	28
		3	18
		2.6	14
		2	30
資材	カップリング(PVC 管用)	8	4
		6	4
		4	6
		3	16
		2.5	14
		2	30
資材	フレキシブル・カップリング(鋳鉄+PVC)	12	4
		10	8
		6	32
		4	22
		3	2
資材	ボールバルブ	2	14
資材	分水サドル	10	2
		6	4
		4	4

		3	4
資材	ニップル	2	28
資材	ソケット	2	14
資材	プラグ	2	14
資材	マンホールカバー	-	12
資材	バルブカバー	-	78
資材	バルブキー	-	3

表 4-68 JICA 本邦調達機材

機材名		機材番号	個数	
機材	埋設管探知機	PL-960	4	台
機材	水道メータ(200mm)	AICHI SU	1	機
機材	水道メータ(150mm)	AICHI SU	3	機
機材	パルスロガー	HIOKI3639	7	台
機材	パルスロガー(コミュニベース)	HIOKI3912	7	台
機材	区画流量計		3	台
機材	水道メータ(75mm)	AICHI SU	1	機
機材	水道メータ(250mm)	AICHI SU	1	機

#### 4.7.4 現地業務費

本プロジェクト実施にかかった日本側の現地業務費を表 4-69 に示す。

表 4-69 日本側ローカルコスト負担実績

費目		2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	プロジェクト合計
<b>1</b>	<b>一般業務費</b>	<b>1,048,000</b>	<b>11,215,000</b>	<b>10,134,000</b>	<b>7,652,270</b>	<b>30,049,270</b>
1.1	備人費	353,944	7,279,077	7,896,653	5,519,139	21,048,813
1.2	機材保守・管理費		144,277	132,185	120,162	396,624
1.3	消耗品費	62,862	270,335	315,137	303,998	952,332
1.4	旅費・交通費			23,292		23,292
1.5	通信運搬費	11,068	5,382		62,154	78,604
1.6	資料作成費	155,699	620,232	527,771	248,700	1,552,402
1.7	借料損料	464,427	2,537,557	1,238,962	1,111,740	5,352,686
1.8	光熱水料					
1.9	人材養成確保費					
1.10	施設・維持管理費					
1.11	現地研修費		358,140		286,377	644,517
1.12	国内活動費					
1.13	国内再委託費					
1.14	雑費					

## 4.8 エルサルバドル側投入実績

### 4.8.1 カウンターパートの配置

プロジェクト実施のために ANDA により以下の 6 つのカウンターパート・チームが設立された。

1. 無収水削減アクションチーム 首都圏支局
2. 無収水削減アクションチーム 中部支局
3. 無収水削減アクションチーム 西部支局
4. 無収水削減計画策定チーム
5. 節電対策チーム
6. 下水道整備計画策定チーム

これら 6 つのチームメンバーのリストは以下の通りである。組織改編、人事異動等でチームメンバーにも変更があったが、それら変更も併せて表示する。

表 4-70 カウンターパート・チームチームメンバーリスト

名前	職名	期間	備考
<b>無収水削減アクションチーム:首都圏支局</b>			
José Israel Flores	支局長	2009年2月 - 2009年10月	辞職
Alfonso Armando Ramírez	支局長	2009年6月 - 2010年10月	中部支局に異動
Manuel Angel Serrano Guzmán	支局長	2010年10月 - 現在	
Julio Rosales	配水管理担当	2009年2月 - 2009年10月	辞職
Oscar Mönchez	水道メータ・マクロメータ計量担当, 営業分野	2009年2月 - 現在	
Oscar Portillo	台帳担当技術者, 技術ユニット/本部	2009年2月 - 2010年1月	東部支局に異動
Ricardo Antonio Vásquez	料金徴収・財政担当	2009年2月 - 2010年3月	辞職
Alex Landaverde	調達担当	2009年2月 - 2009年6月	辞職
Carlos Marciano	技術者	2009年2月 - 2009年10月	
Manuel Bernal	配管工	2009年2月 - 2010年10月	辞職
Mario Valiente	運転管理部副部長	2009年2月 - 2010年1月	
Eugenia Sánchez	広報部副部長	2009年5月 - 2009年10月	辞職
Aquiles Ovidio Montoya Linares	技術ユニットコーディネーター, 技術ユニット	2009年12月 - 2011年3月	
Armando Ramos	製図工, 技術ユニット	2009年12月 - 2011年3月	辞職
Dina Elena Leiva Mata	計画・マッピング担当, 技術部	2009年12月 - 現在	
Camilo Alfredo Marroquin Mazariego	営業分野技術者, 営業分野	2009年12月 - 現在	
MauricioSilfredo Iraheta Rodas	営業分野コーディネーター, 営業分野	2010年9月 - 現在	
Luis Ventura	配水管理分野担当, 配水管理分野	2010年9月 - 現在	
Manuel Beltrán	運転管理分野技術者, 配水管理分野	2010年9月 - 現在	
Miguel Efraín Hernández	調達担当	2010年9月 - 現在	
<b>無収水削減アクションチーム:中部支局</b>			
José Max Sorto	支局長	2009年2月 - 2009年6月	辞職
Frederick Antonio Benítez Cardona	支局長	2009年6月 - 現在	
Ana Cecibel Garcia de Mayorga	コラボレイト技術者	2009年2月 - 2009年10月	東部支局に異動
José Luis Carpio	管理コーディネーター	2009年2月 - 2009年10月	辞職
Luis Federico Díaz	エンジニアリング技術者, プロジェクト分野	2009年2月 - 現在	
Luis Ernesto Gutiérrez	管理コラボレイター, 財政管理	2009年2月 - 2010年10月	辞職
Eduardo Alegria	プレス担当チーフ	2009年2月 - 2009年10月	辞職
Hugo Santamaría	監督員	2009年2月 - 2009年10月	東部支局に異動
同上	運転管理チーフ, 運転管理部 / 東部支局	2009年12月 - 2011年8月	東部支局
José Neftalí Batrez Serpad	チーム・チーフ, 運転管理部	2009年2月 - 現在	
Miguel León	チーム・チーフ, 運転管理部	2009年2月 - 2009年6月	首都圏支局に異動
José Luis Hércules Ávalos	コーディネーター, プロジェクト分野	2009年10月 - 現在	
Neftalí Cañas	支局長 / 東部支局	2009年12月 - 2011年8月	東部支局
Walter Fuentes	エンジニアリング・コラボレイター, 運転管理 / 東部支局	2009年12月 - 2011年8月	東部支局
Mario Arévalo	新サービス・コーディネーター, 新サービス分野	2010年9月 - 現在	
Nathaly Colocho	調達担当, プロジェクト分野	2010年9月 - 現在	
Alfonso Armando Ramírez	運転管理チーフ, 運転管理部	2010年10月 - 現在	
<b>無収水削減アクションチーム:西部支局</b>			
Jaime del Valle	支局長	2009年2月 - 2009年6月	辞職
Angel Gabriel Valdés Jovel	支局長	2009年6月 - 現在	
Roger Calidonio	未収入担当技師	2009年2月 - 2009年6月	辞職
Edgardo Rodríguez	技術者	2009年2月 - 2009年10月	
Douglas Agustín Orellana Morán	台帳ユニット担当, 台帳分野	2009年2月 - 現在	
Luis Alberto Caballero López	料金請求コーディネーター, 料金請求分野	2009年2月 - 現在	
Edwin Linares	広報ユニット	2009年2月 - 2009年10月	辞職
Marlon Santillana	運転管理監督員	2009年2月 - 2009年10月	
Adolfo García	チーム・チーフ	2009年12月 - Dec. 2010	退職
Juan Alverto Palma	プロジェクト・工事・コーディネーター	2009年6月 - 2009年10月	辞職
José Elmer Umaña	運転管理チーフ	2009年6月 - 2010年3月	辞職
Iris Arévalo	調達担当	2009年12月 - 現在	
José Humberto Guzmán	運転管理チーフ, 運転管理部	2009年12月 - 現在	
Marlon Ernesto Guzmán Mendoza	コラボレイト技術者, 運転管理部	2009年12月 - 現在	
Roberto Raul Rodríguez	配管工, 運転管理部	2011年3月 - 現在	

無収水削減計画策定チーム				
	Jorge Antonio Rivas Mata	技術本部長	2009年2月 - 2009年6月	退職
	Yanet Margarita Díaz López	技術本部長	2009年6月 - 2010年1月	退職
	José Saúl Vásquez Ortega	技術本部長	2010年1月 - 現在	
	José Antonio Viera	施設局長, 技術本部	2009年2月 - 2009年6月	退職
	Alexander Antonio Recinos	技術ユニット, 技術本部	2009年2月 - 2009年6月	中部支局に異動
	Alfonso Armando Ramírez	施設局長, 技術本部	2009年6月 - 2010年10月	中部支局に異動
	Aura Marina Eguizabal	技術アシスタント, 技術本部	2009年6月 - 2010年1月	退職
	Roberto Recinos Hernández	プロジェクト統括ユニット・チーフ, プロジェクト統括ユニットユニット, 技術本部	2009年6月 - 現在	
	Alba Daysi Driotes de Paz	エンジニアリング・コラボレーター, エンジニアリング・設計管理局, 技術本部	2009年6月 - 現在	
	Mauricio Antonio Domínguez Flores	顧問技術者, エンジニアリング・設計管理局, 技術本部	2009年6月 - 現在	
	Joaquín Mineró Gómez	エンジニアリング・設計管理局, 技術本部	2010年1月 - 2010年12月	
	Guillermo Antonio Carías Guzmán	運転管理・営業副局長, 運転管理・営業副局, 管理本部	2010年8月 - 現在	
節電対策チーム				
	Juan Ceavega	ユニット・チーフ, 機電設計ユニット, 技術本部	2009年2月 - 2010年5月	退職
	Ana Cecibel García de Mayorga	ユニット・チーフ, 機電設計ユニット, 技術本部	2009年10月 - 現在	
	Oswaldo Pineda	ラス・ババス浄水場長	2009年2月 - 2010年1月	退職
	Mario Vicente Sayes Quijada	維持管理コーディネーター, ラス・ババス浄水場 / サン・パブロ・タカチコ	2009年2月 - 現在	
	Nelson Escamilla	生産担当, 首都圏支局	2009年2月 - 2010年10月	退職
	Marco Antonio Durán	システム・コントロール・センター, システム・コントロール・センター / ソナ・ナルテ	2009年2月 - 現在	
	Miguel Angel González Aparicio	エンジニアリング・コラボレーター, 機電設計ユニット, 技術本部	2009年2月 - 現在	
	René Castillo	ポンプ・システム運転員	2009年2月 - 2010年1月	退職
	José Hernán Cortéz	技術監督員, 機電設計ユニット, 技術本部	2009年6月 - 現在	
	José Tobías Ramírez Menjivar	特別専門員, プロジェクト統括ユニット, 技術本部	2009年6月 - 現在	
	Esteban Rutilio Rauda	生産担当 (臨時), 生産 / 首都圏支局	2011年3月 - 現在	
	Fredy Alberto Castro	運転員, 生産 / 首都圏支局	2009年10月 - 現在	
	Manuel de Jesús Vásquez Bucaro	ワークショップ・チーフ, 維持管理 / 中部支局	2010年7月 - 現在	
	Joaquín Mineró Gómez	機電局長, 技術本部	2011年3月 - 現在	
下水道整備計画策定チーム				
	Jorge Antonio Rivas Mata	技術本部長	2009年2月 - 2009年6月	退職
	Alfonso Armando Ramírez	施設局長, 技術本部	2009年6月 - 2年次末	
	José Antonio Viera	施設局長, 技術本部	2009年2月 - 2009年6月	退職
	Flavio Mesa	エンジニアリング・コラボレーター, エンジニアリング・設計管理局, 技術本部	2009年2月 - 2年次末	
	Marta María Nuila	エンジニアリング・コラボレーター, 下水分野 / 首都圏支局	2009年6月 - 2年次末	
	Gladys Rodríguez	エンジニアリング・コラボレーター, 下水分野 / 首都圏支局	2009年6月 - 2年次末	
	Celia de Mena	環境管理ユニット, 技術本部	2010年1月 - 2年次末	
	Claudia Arriaza	下水コーディネーター, 下水分野 / 中部支局	2010年1月 - 2年次末	
	Ernesto Castellanos	技術専門員, 環境管理ユニット, 技術本部	2010年1月 - 2年次末	

**Equipo General de Seguimiento**

Ana de Cardoza  
 Ana Gloria Munguia  
 Luis Alfonso Barrera  
 José Saúl Vásquez Ortega  
 Carlos Tejada  
 Thomas Dietrich Boekle  
 William Zuniga

**4.8.2 現地業務費**

本プロジェクト実施にかかったエルサルバドル側の現地業務費をに示す。

表 4-71 エルサルバドル側ローカルコスト負担実績

## Local Costs (El Salvadorian side) in US\$

	Beginning to October 2010	2011	Total
Security	8,173.67	16,000.00	24,173.67
Metropolitan Region	78,164.00	28,570.00	106,734.00
Central Region	78,859.00	67,159.00	146,018.00
Occidental	76,844.00	Not included	76,844.00
<b>TOTAL</b>	<b>242,040.67</b>	<b>111,729.00</b>	<b>353,769.67</b>

\* The budget for Western Regional Office in 2011 is not included.

注) 終了時評価報告書より抜粋

#### 4.8.3 プロジェクト運営に必要な施設の提供

ANDA は、プロジェクト実施にあたり、JICA 専門家チームの事務所スペース(必要な机・椅子類を含む)を ANDA 本部内の 5 階に用意し、これを提供した。

## 5 プロジェクト実施運営上の工夫、教訓

### 5.1 プロジェクト全般に係る工夫、教訓

#### 工夫

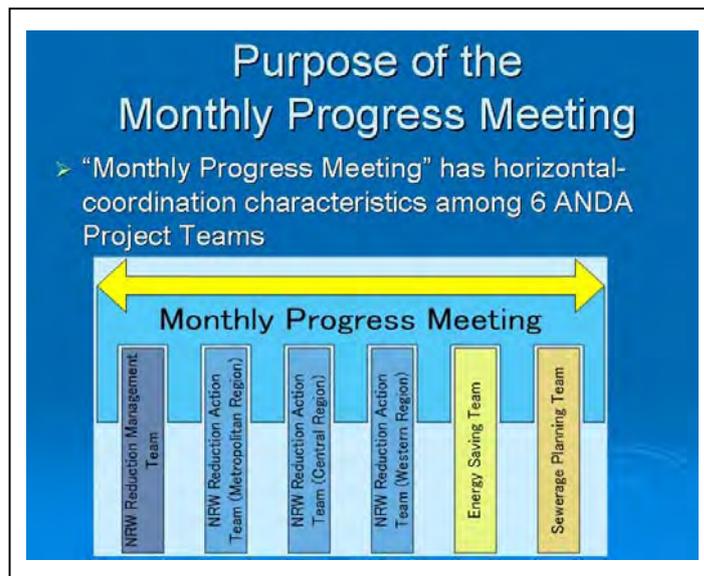
- 組織変革、人事異動対応

プロジェクト開始直後にエルサルバドル国の選挙があり、政権が交代するなどし、プロジェクト当初からプロジェクト期間中に ANDA 総裁は 2 度交代し、3 人の総裁が本プロジェクト実施中に就任した。総裁が変わる毎にダイレクタークラスの人事も異動となった。本プロジェクトを組織として推進する立場である、総裁及びダイレクタークラスの頻繁な変更は、かなりプロジェクトの進捗に影響が出る懸念されたが、総裁を含むダイレクタークラスの人事異動の度に、インセプション・レポートを用いて、プロジェクトの基本的な部分から説明・協議を行い、協力を得ることが出来たために、プロジェクトの進捗への影響は最小限に留めることができた。

- 月例進捗会議

月例進捗会議（Monthly Progress Meeting, MPM）をプロジェクト期間中できるだけ月に一回開催することとした。

本プロジェクトは、無収水、節電、下水道計画と異なるセクターの担当チーム（合計 6 チーム）がそれぞれ活動を実施することになったが、セクターが異なることから、同じプロジェクトでありながら、水平方向での情報交換や、協調が無くなってしまうことが懸念された。



そこで右図に示すように、6つのプロジェクト・チームを水平報告で連携させるための MPM を開催することにした。この MPM では、それぞれのチームが今月の活動内容、問題点、問題点をどのように解決したか、来月の活動予定等についてプレゼンテーションを行った。

この MPM により、情報共有が図られるとともに、チーム間での活動の関連性が認識され、相乗効果の発現に貢献するような効果も見られた。また、全員がプロジェクト目標に向かっていくというモチベーションの向上や、プロジェクトのオーナーシップの醸成にも寄与したと思われる。

- ワーキング・コミッティー

無収水削減マネジメント・チームは 4 年次において、「無収水削減長期計画(案)」を策定した。また、節電対策チームは、既存施設に係る「節電計画(案)」を策定した。これらの計画には、ANDA の方

針、目標等が明確に述べられるとともに、単に計画のみで終わってしまうことのないよう、具体的なアクション・プラン、その実施を裏付ける予算措置等についても言及されている。これらに関する議論は、当然のことながら、無収水削減マネジメント・チームや、節電対策チームのみでは限界があり、ANDA の主な部局が議論に参加し、実施可能な計画とすることが重要であると考え、ANDA 側に専門家チームから提案して、ワーキング・コミッティーという策定された計画について ANDA 上層部で協議を行って貰う枠組みを設けてもらうこととした。詳細については、後述(6.4.1)するが、このワーキング・コミッティーによる議論によって、計画実施可能性が大いに向上したと思われる。

- 通訳の配置

残念ながら、JICA 専門家チームの専門家はスペイン語に堪能な専門家はおらず、言語バリアが問題となる可能性があった。そこで、専門家チームの最初の乗り込み時には、日本から通訳を雇用して現地に同行させ、その日本人通訳を介して、現地エルサルバドルにおける英語⇄スペイン語の通訳の雇用、英語の堪能な調査補助員の雇用を行い、以降の業務に支障の無い体制を整えた。

幸い、雇用した通訳、調査補助員のレベルも満足のいくものであり、専門家のスペイン語のハンデューを十分カバーすることができ、コミュニケーションでの問題は殆ど起きなかった。

### 教訓

カウンターパートと一緒に仕事をしながら、カウンターパートはもちろん、日本人専門家も様々なことを学んでいく。それらの集大成として、本プロジェクトでは「マニュアル」や「計画」が策定された。

カウンターパートの頭の中には、プロジェクト活動を通して得られた経験が沢山蓄積されており、それらを紙の上に文章で表わすことにより、上述の「マニュアル」や、「計画」となってくるが、文章で表わすという作業が想像以上に困難であった。

これまで、あまり体系的に報告書等をまとめた経験が無かったせいもあると思うが、最後の計画やマニュアル作成でこれほど文章に表わすことが困難であるならば、もっと以前から活動内容や、活動経験を文章にまとめてもらい、文章化の能力開発や、それら文章を整理、組み合わせて行く活動を早い段階から始めるべきであったと考える。

## 5.2 「成果 1:ANDA の無収水削減技術が向上する」に係る工夫、教訓

### 工夫

- 実際にやって見せる、感覚をつかむ

これまで極く一部首都圏支局において、フランスの援助により無収水削減のための積極的な漏水防止活動が実施されたことはあるが、殆どのカウンターパートは、モデル区画における活動について初めての経験であった。

現場での作業開始以前に、屋内で全体的な方法論、活動のステップ、使用機器等の説明は行っ

たが、やはり座学ではあまり理解が進まなかった。現場に出て実際に専門家がやり方を示して、それを真似ながら活動をすすめることで、かなり理解のスピードが向上したと思われる。

専門家が実際にやって見せ、カウンターパートに感覚をつかんで貰う事が非常に重要であった。特に、漏水探査には、機器を通して地中の漏水音を聞くことが重要であるので、実際に現場での OJT が非常に有効であり、不可欠なものであった。

- 機材の流動的な活用

無収水削減技術アクションチームが 3 支局に各 1 チーム、計 3 チームあることから、調査機材も公平に 3 等分して各チームに提供された。例えば、6 台の漏水探知機が 2 台ずつ配置された。

ところが、夜間漏水調査を実施する場合 10 人以上のカウンターパートが参加し、そこに漏水探知機が 2 台しかなくては、効率が悪いので、他の支局のチームからも機材を総動員し、漏水探知機 6 台全てを一か所の活動に集中的に投入し、より多くの機材を使った OJT 機会を提供できるようにした。

- 費用対効果を明確にしてモチベーションを保つ

アクションチームは日々現場において、漏水調査や、給水栓メータの取り換えなど、多くの地道な作業を継続している。しかし、炎天下これらの作業はかなり厳しい作業であり、なかなか継続させるための意識をカウンターパートに持ってもらう事が難しくなってくる。

そこで、モデル区画やパイロット区画における活動前と活動後の漏水率、無収水率などを定量的にデータで示すとともに、グラフなどを用いて判り易く効果を説明することで、彼らの活動から導かれる成果を具体的に示し、モチベーションを維持できるようにした。

また、投入した人力、材料、燃料等全て価格換算し、それらを防止できた無収水量と比較して費用対効果を検証・評価することにより、投入コストが比較的短期間で回収できることがわかり、かれらの活動の意義をさらに確認することができた。

## 教訓

最終年次に、現場での活動を全て詳細に示した無収水削減マニュアルが策定されたが、活動は多岐にわたっており、2 年次から本格的な現場作業を開始した時点から、少しずつ体得した内容をマニュアルとしてまとめながら蓄積していけば、4 年次の活動がもう少し余裕を持って行えたのではないかと考える。

### 5.3 「成果 2: ANDA の無収水削減計画策定能力が向上する」に係る工夫、教訓

#### 工夫

- 無収水の理解とブレーン・ストーミングによる問題点の抽出と問題点の体系化、計画構造の

## 策定

これまで ANDA では積極的な無収水対策はあまり実施されてこなかった(もちろん、漏水個所が発見されればそれを修理すると言う受動的な対策は取られてきた)。その様な、状況で、無収水削減計画の策定と言っても何から手を付けて良いか判らず、その着手点を模索することが困難であった。

まず最初に着手したことは、対象となっている「無収水」とはなにか、その定義、無収水に含まれるコンポーネント等について明確に理解できるようにすることから活動を開始した。これは、IWA (International Water Assosiation) の無収水の定義などを紹介しながら理解を深めることとした。

無収水とは何か、どのような水が無収水とされるのかを理解した後は、現状の ANDA の状況をかえりみつつ、チームメンバーが無収水に関する問題点を、ブレインストーミングなどを通して抽出を行った。これら問題点をカテゴリーに分けて整理するとともに、問題点の解決方法を一つづ列挙しながら、これを計画として形作って行った。

- 参考資料の提供

無収水対策を本格的に考察することが初めての経験であったために、参考資料なども必要となってくる。しかし、これら資料の殆どは英語で表記されており、直接読むことが困難であった。よって、専門家チームの通訳が、これら資料をスペイン語に翻訳しながら参考資料としてカウンターパートに提供するように努めた。

- 長期計画の目次に沿った研修

問題点の抽出、その解決方法の列挙と言う段階を経て、それらを統合した形で無収水削減長期計画の枠組み・目次案が策定された。これらが 2 年次までの活動であったが、3 年次においては、この目次案の順番にそって、無収水削減計画策定のための研修を実施した。

今後策定して行く計画の構造に沿った研修を行ったことで、4 年次に実際に計画を策定・執筆する際にカウンターパートは研修内容を順番に思い出しながら策定することができた。

- 定量的な計画策定

当該長期計画の中で、計量設備の整備、老朽管路の布設替え、無収水管理区画における無収水削減対策の実施等々、具体的な活動計画が述べられている。併せて、これらの実施計画並びにそれに必要となる費用についても言及されている。

実施計画の策定に当たっては、単にこの活動は 2 年で完了という様に、漠然と計画を立てるのではなく、例えば老朽管路の布設替えであれば、既存の老朽管路延長の算定、年間に布設替えできる距離等から、定量的に実施のために要する時間を明らかにすることに努めた。費用の算定についても同様である。計画は漠然としたものではなく、常に定量的な根拠を持って策定することに留意した。

## 教訓

今回の計画策定上の基礎データとしては、プロジェクトで実施したモデル区画及び実践的区画での活動内容及びその活動に要した時間、費用、また活動から得られた効果であった。よって、参照するデータが若干限られているきらいもあり、今後計画を実施しながら計画そのものの改定が望まれるところである。

長期計画の最後の部分では、本計画の実施状況のモニタリングの方法、指標等について述べられており、それに基づいて計画実施効果を評価し、計画の改定などの必要性に言及している。しかし、さらに踏み込んで、評価のスケジュール、評価手順などもう少し詳細に示すことができれば、さらに良かったと考える。

## 5.4 「成果 3: ANDA の節電計画策定能力が強化される」に係る工夫、教訓

### 工夫

- パイロット施設の選定

パイロット施設での節電効果の良否は、カウンターパートの活動に対するモチベーションを左右するだけでなく、プロジェクトの成否にも影響することから、パイロット施設は慎重に選定する必要があった。そこで、ANDA の上水道の施設の現状と特徴を踏まえ、列記する下記の点に配慮してパイロット施設を選定した。

パイロット施設では、施設の運営や給水サービスに障害を生じさせることなく、節電対策活動を実施し、模範的な節電効果を挙げる事ができた。

#### 【パイロット施設の選定で配慮した点】

状 況: 首都圏支局が管轄する大小 130 を超える送・配水ポンプ施設からパイロット施設を選定する

選定基準: パイロット施設を選定するにあたり次の条件を適用した

- － 給水に支障をきたさないこと(パイロット設備に不具合が発生した際にバックアップが可能な設備構成)
- － 既設設備の状態が良いこと(パイロット施設として安定した連続運転が可能な状態)
- － 連続した運転データが揃っていること(消費電力量、送配水圧力、送水流量、など)
- － ポンプの速度制御運転が可能であること(給水エリアへ直接給水している施設、など)
- － 節電効果が見込めること(シミュレーションが可能な運転状況、など)
- － 節電機器の調達に必要な設備の設計図書が揃っていること(ポンプ仕様、モーター仕様、制御パネルの設計図、施工図面、など)
- － 節電機器を容易に設置できる場所があること(インバータ盤、流量計、圧力計、水位計などの設置場所)
- － 節電機器の保守に支障をきたさないこと(インバータ盤などの制御機器が屋内設置可能、など)

- パイロット施設における節電対策の OJT

パイロット施設の活動において、OJT 活動の技術習得効果をより高めることを狙って、成果1: ANDA の無収水削減技術能力向上で設定されている、JICA 専門家がカウンターパートと協同で取り組む「モデル区画」と、カウンターパートが主体的に取り組む「実践的パイロット区画」の活動形態に習い、成果3 においても「モデル・パイロット施設」と「実践的・パイロット施設」を設定した。

節電手法の1つである「インバータによるポンプ速度制御」において、CAITES DEL DIABLO ポンプ場をモデル・パイロット施設として選定し、JICA 専門家がカウンターパートと協同で節電対策を実施した。また、モデル・パイロット施設での一連の作業に倣い、カウンターパートが実践的・パイロット施設として EL SOCORRO ポンプ場を選定し、節電対策を実施した。

ANDA では、パイロット施設での節電対策活動 OJT で習得した技術と経験を活かし、新たに4つのポンプ場において、インバータによるポンプ速度制御を節電手法として適用して節電を試みている。

- カウンターパートのプレゼンテーションスキルの向上

プロジェクト活動が終了した後、カウンターパートが中心となって ANDA 全体の節電対策活動を推進することが必要である。節電対策活動の推進には、技術能力の向上のみならず、節電対策活動の目的・内容を ANDA 内で広く周知するために必要なプレゼンテーションスキルも必要である。カウンターパートは、彼らの業務を通じて、全くと言って良いほど人前でプレゼンテーションを行った経験がなく、プレゼンテーションに必要なノウハウを十分に有していなかった。

そこで、プロジェクト活動を通じてカウンターパートのプレゼンテーションスキルが向上するよう、次に挙げるミーティングやセミナーで彼らのプレゼンテーションの機会創出に配慮した。

- － プロジェクトチームの週間ミーティング(原則1回/週、3年間)
- － プロジェクトチームの月例ミーティング(原則1回/月、3年間)
- － 節電対策に係るセミナー(1日間、第2年次)
- － 節電マニュアル(1<sup>st</sup> Draft)に係るセミナー(1日間、第4年次)
- － 節電マニュアル(2<sup>nd</sup> Draft)に係るセミナー(4日間、第4年次)
- － 節電計画(案)に係るワーキングコミッティー会議(3回、第4年次)
- － 節電計画(案)に係る ANDA 技術部長向けプレゼンテーション(1回、第4年次)
- － 節電計画(案)に係る ANDA 支局向けセミナー(3日間、第4年次)
- － 節電計画(案)に係るセミナー(1日間、第4年次)

カウンターパートのプレゼンテーションスキルは経験を積む度に良くなり、第4年次に開催したプロジェクト活動の成果である節電計画(案)に係るセミナーでは、カウンターパートのプレゼンテーションスキルが高く向上していることが確認できた。

- 節電対策マニュアル、節電計画(案)策定
  - ・ 苦手な書類作成
  - ・ マニュアル着手は計画よりも半年前倒し

- ・ 著者の顔写真、連絡先を記載
- ・ 中だるみでセミナー開催

プロジェクト活動の前半期間を通じ、カウンターパートが計画策定業務や文書作成に不慣れであると感じた。そのことから、節電マニュアルや節電計画(案)の策定には予想以上に時間と手間を要することが懸念され、2010年12月から2011年3月までの期間で予定していた節電マニュアルの作成を5ヶ月前倒しにし、2010年7月から開始することにした。

節電マニュアルの作成作業は予想した通りスムーズに進まず、段階を踏んで作業を進める必要があった。マニュアルの記述内容に責任を持って取り組むよう、マニュアルに著者であるカウンターパートの顔写真と連絡先などを掲載することにした。また、カウンターパートの作業に対するモチベーションを下げないよう、節電マニュアル(1<sup>st</sup> Draft)の編集が終わった2011年5月と、節電マニュアルの最終原稿の編集作業に取り組む2011年8月に、カウンターパートによる節電マニュアル(1<sup>st</sup> Draft)に係るセミナーを開催し参加者から意見や要望を募り、節電マニュアルに活かすようにした。その結果、2011年9月に節電マニュアルの最終版(ver2.0)が完成した。

節電マニュアルの編集作業を通じて、カウンターパートが文章作成の経験を積むことができたこともあり、節電計画(案)の作成作業は2011年7月から10月までのより短期間で完了することができた。

- 浄水場での技術研修

浄水場職員の要望で、Las Pavas 浄水場で技術研修を19回にわたって行った。この研修では、浄水場施設・設備の設計上の説明を中心に行った。浄水場職員の維持管理上の問題解決が節電対策につながることを認識されるように工夫した。節電効果が見込まれるろ過池洗浄方式にスポットを当て、洗浄時間の短縮による節電効果を定量的に示すことができた。また、洗浄効果もよくなった。取水ポンプ及び送水ポンプの実揚程と全揚程の考え方を理解できるように、並列運転ポンプ性能曲線と管路損失曲線を描画して説明し、高効率な運転範囲を示した。

- 浄水場の節電対策マニュアル、節電計画(案)策定

浄水場研修においては、ブレーンストーミングにより取水施設から送水施設までの施設ごとに現状の問題点の抽出を行った。問題点からその原因と対策を検討し、PDCA サイクルの考え方により節電対策マニュアルを作成した。節電に係る施設・設備の更新計画を策定し、節電計画(案)に含めることができた。また、適切な運転維持管理が実施されれば高効率な運転が可能であり、施設・設備の寿命が長くなることが理解された。

- 現地ポンプ性能テスト

EB-1(第1送水ポンプ場)のポンプ性能確認のための現地性能テストを実施し、ポンプ性能劣化を確認した。この性能テストには節電対策チーム2名も参加した。Caites del Diablo 配水ポンプ場においても現地性能テストを実施し、節電対策チームに測定方法、ポンプ性能曲線の描き方を指導した。ポンプの性能曲線を理解することは、高効率な運転維持管理を行ううえで必要である。

## 教訓

- チーム編成について

当初、成果 3 のプロジェクトチームは、首都圏支局長をリーダーとし、浄水場長やポンプ場長、エンジニアやオペレータで構成する予定であった。プロジェクトの他 3 チームでは、技術部長や各支局長がリーダーに任命されているなかで、その業務の連動性から ANDA 独自の節電の取り組みのため 2998 年に組織された UEE 室の課長がリーダーに任命された。

ANDA の組織内で課長クラスの権限は限定されており、プロジェクト活動を進めていく上で、ANDA の他部署との調整や、プロジェクトチームのメンバーに選定されたカウンターパートをプロジェクト活動に動員するため所属部署と調整する際など、スムーズに進まないことも少なからずあった。

このような経験から、有期のプロジェクト活動における活動成果が、効果的かつ効率的に発現することが求められるプロジェクト事業において、プロジェクトチームのリーダーには、カウンターパート機関の関係部署を掌握する部門の長を充てることが望ましいと思われる。

- 準備した技術資料

浄水場職員へ準備した技術資料のほとんどが英文であったため、スペイン語通訳を通して技術内容やその適用などの説明を実施したが、節電対策マニュアルや節電計画(案)の作成作業において、提供した技術資料が十分に活用されたとはいえない。技術資料のスペイン語翻訳の必要があったと考える。

## 5.5 「成果 4: ANDA の下水道整備計画策定能力が開発される」に係る工夫、教訓

### 工夫

- 問題分析から、その解決方法を導くマニュアルの策定

無収水削減長期計画の策定と同様に、現状の ANDA の下水処理施設やシステムの状況をかえりみつつ、チームメンバーが下水道整備に関する問題点を、ブレインストーミングなどを通して抽出を行った。これら問題点をカテゴリーに分けて整理するとともに、問題点の解決方法を一つづ列挙しながら、その問題点の解決方法を導けるようなマニュアルとして形成していった。

また、下水処理には、下水の種類や、環境によって選択肢が幾つかあるが、それらの中から適正な処理方法を選定できるように、工夫を行った。

### 教訓

本プロジェクトでは下水道施設整備計画のためのマニュアル作成であったので、今後 ANDA 職員が下水道計画を策定する上で参照できるようなマニュアル、参考書という位置付けとなっている。

しかし、ANDA の組織内で下水道担当部門が明確になっていないことから、計画策定のマニュアルだけでなく、計画策定を実施に移すための組織整備等にも若干言及することが、ANDA にも良い働きかけになったと考える。

## 5.6 「本邦研修」に係る工夫、教訓

### 工夫

本邦研修ではとかく、日本の先進技術を研修員に見せて、単にその先進性に感動することで終わってしまうケースが多いように思われる。

日本の技術がそこまで進化してきた、進化せざるを得なかった、その背景・経緯を研修員の方に理解して頂くことが最も重要であると考え、それに配慮した研修計画、研修内容を策定した。

例えば、東京都の無収水率が3%台まで低下していることに多くの研修生は驚愕するが、それには全ての給水管をステンレス管等にするなど莫大な投資がかけられていることを、併せて知って頂く必要があり、そこまで投資して無収水率を下げなければならない必然性も理解して頂けるよう配慮した。

また、この非常に低い無収水率は一朝一夕に達成されたものではなく、戦後50年以上の時を経て、地道な無収水対策を継続することで達成されたことを知って頂いた。

これら経緯や背景を知ることにより、単に日本の先進性を見るだけでなく、その過程の部分でエルサルバドルに適用できることの気づきを促せたと考える。

一方でIT関連技術は世界的に早いペースで進化しているが、GISシステムなど本邦研修で紹介した事例が、即エルサルバドルのANDAにおいても導入を試みるなど、研修成果が早期に発現した項目も見られた。

### 教訓

本邦研修は講師が日本語で説明を行い、それが通訳によってスペイン語で橋渡しされるが、スペイン語通訳の力量によって、研修効果に大きな差がでることを実感した。確かに専門用語などもあり、通訳にとっては困難な業務であろうと思われるが、適宜省略して通訳され、本当に研修員に伝わって欲しかった事項が全く伝わらなかったというケースが見られる場合があった。

今後このような状況を避けるためにも、通訳に用語集や講義資料の事前説明などを充実させるべきと考える。また、研修に参加される通訳の技術レベル向上も望まれる。

## 6 開催された会議、ワークショップ及びセミナー

### 6.1 合同調整委員会(JCC : Joint Coordination Committee)会議

プロジェクト期間を通して開催された合同調整委員会(JCC)は以下の通りである。

年月日	曜日	時間	ミーティング・内容
2009年2月18日	水	14:00 - 15:00	第1回 JCC、インセプション協議
2009年6月10日	水	7:00 - 8:20	第2回 JCC、ANDA 新体制へプロジェクト説明
2010年6月18日	火	15:00 - 16:30	第3回 JCC、第3年次計画を説明
2010年10月26日	火	14:00 - 15:00	第4回 JCC、中間レビュー、ミニッツ署名
2011年3月4日	金	14:00 - 16:00	第5回 JCC、第3年活動・成果達成状況発表
2011年6月30日	木	8:00 - 10:00	第6回 JCC、第4年次計画を説明
2011年10月21日	金	8:00 - 9:30	第7回 JCC、終了時評価
2011年11月22日	金	13:30 - 14:00	第8回 JCC、プロジェクト完了時 JCC

### 6.2 月例進捗ミーティング

プロジェクト期間を通して開催された月例進捗ミーティング(MPM)は以下の通りである。

年月日	曜日	時間	ミーティング・内容
2009年7月27日	月	9:00 - 11:20	月例進捗ミーティング
2009年8月25日	火	9:00 - 11:20	月例進捗ミーティング
2009年9月22日	火	8:30 - 11:00	月例進捗ミーティング
2009年10月28日	水	14:00 - 16:30	月例進捗ミーティング
2010年2月5日	金	14:00 - 16:00	月例進捗ミーティング
2010年6月25日	金	13:30-15:40	月例進捗ミーティング
2010年7月23日	金	14:00-15:30	月例進捗ミーティング
2010年8月26日	木	13:30-15:00	月例進捗ミーティング
2010年10月22日	金	14:00-15:30	月例進捗ミーティング
2010年11月25日	木	14:00-15:30	月例進捗ミーティング
2011年2月2日	水	14:00-15:30	月例進捗ミーティング
2011年6月30日	木	10:30 - 11:45	月例進捗ミーティング

### 6.3 ワークショップ及びセミナー

プロジェクト期間を通して開催されたワークショップ及びセミナーは以下の通りである。

年月日	曜日	時間	ミーティング・内容
2009年6月25日	木	8:30 - 16:20	ワークショップ:プロジェクト概要を ANDA 新体制に説明
2009年10月6日	火	8:00 - 13:30	セミナー:下水道施設整備計画マニュアル説明会
2010年2月5日	金	10:00 - 12:00	ワークショップ:無収水削減技術
2010年2月15日	月	8:30 - 12:40	ワークショップ:節電対策活動
2011年8月29日～ 9月5日(4日間)			セミナー:節電対策マニュアル
2011年11月10日	木	10:00 - 15:00	セミナー:節電計画(案)及び節電マニュアル・セミナー、東部支局対象(於サンミゲル)
2011年11月15日	火	8:00 - 12:00	セミナー:節電計画(案)及び節電マニュアル・セミナー、ANDA 幹部職員対象(於サンサルバドル)
2011年11月15日	火	14:00 - 16:30	セミナー:節電計画(案)及び節電マニュアル・セミナー、首都圏・中部支局対象(於サンサルバドル)
2011年11月16日	水	10:00 - 15:00	セミナー:節電計画(案)及び節電マニュアル・セミナー、西部支局対象(於サンタアナ)
2011年11月17日	木	8:00 - 12:00	セミナー:無収水削減長期計画(案)及び無収水削減マニュアル・セミナー(於サンサルバドル)

### 6.4 その他の主要な会議

#### 6.4.1 ワーキング・コミッティー会議

無収水削減マネジメント・チームは4年次において、「無収水削減長期計画(案)」を策定した。また、節電対策チームは、既存施設に係る「節電計画」を策定した。これらの計画には、ANDA の方針、目標等が明確に述べられるとともに、単に計画のみで終わってしまうことのないよう、具体的なアクション・プラン、その実施を裏付ける予算措置等についても言及されている。これらに関する議論は、当然のことながら、無収水削減マネジメント・チームや、節電対策チームのみでは限界があり、ANDA の主な部局が議論に参加し、実施可能な計画とすることが重要である。ANDA の関係部局としては、技術局はもちろん、法制度、財務、人事、調達などがあげられる。

そこで、専門家チームより、これら関係部局から代表者を集めた「ワーキング・コミッティー」を設立し、無収水削減長期計画や、節電計画の内容を討議する枠組みとすることを ANDA に提案した。ANDA もこれに賛同し、ワーキング・コミッティーのメンバーが ANDA により提示された。メンバーは以下の通りである。

Licda. Ana de Cardoza	Cooperacion Internacional	国際協力局
Licda. Ana Gloria Munguía	Gerente Financiera	財務部長
Ing. Luis Alfonso Barrera	Coord. Proy Fondos Agua y Sanear	上下水プロジェクト予算調整担当
Ing. José Saúl Vásquez	Director Tecnico	技術部長
Lic. Carlos Tejada	Director Administrativo	総務部長
Ing. Thomas Dietrich Boekle	Gte. De Ingenieria y Diseno	技術・設計部長
Lic William Zuniga	Gerente Legal	法務部長

第 1 回のワーキング・コミッティー会議に引き続いて以下の通りコミッティー会議が開催された。

2011 年 7 月 11 日	月	7:30- 9:40	第 1 回ワーキング・コミッティー・ミーティング (NRW 削減長期計画について)
2011 年 7 月 19 日	火	7:30- 9:10	第 2 回ワーキング・コミッティー・ミーティング (節電計画について)
2011 年 7 月 26 日	火	7:30- 9:10	第 3 回ワーキング・コミッティー・ミーティング (NRW 削減長期計画について)
2011 年 9 月 9 日	金	12:30- 14:00	第 4 回ワーキング・コミッティー・ミーティング (節電計画について)

このように、NRW 削減長期計画について、節電計画についてそれぞれ 2 回のコミッティー会議が開催され、基本的なポリシーや計画目標について説明・協議されとともに、今後実施されていくプロジェクトや活動の内容、実施計画及びそれに要する費用・予算が説明・協議された。



ワーキングコミッティー会議の様相

これらワーキング・コミッティーのレベルで最終的な ANDA としての合意は行えなかったが、ANDA の主なダイレクタークラスが出席するコミッティー会議で説明・協議されることで、計画に対する理解、オーナーシップが醸成されたものと考えられる。

#### 6.4.2 各成果に係る会議

##### 「成果 1:無収水削減技術の向上」に係るミーティング

開催日	ミーティング種類	主な議題
【2009年】		
3月4日	ウイークリー	(首都圏支局)プロジェクト概要説明
3月5日	ウイークリー	(中部支局)プロジェクト概要説明
3月6日	ウイークリー	(西部支局)プロジェクト概要説明
6月17日	ウイークリー	(中部支局)モデル区画候補の検討
6月18日	ウイークリー	(西部支局)モデル区画候補の検討
6月22日	ウイークリー	(首都圏支局)モデル区画候補の検討
6月24日	ウイークリー	(中部支局)モデル区画候補の検討
6月26日	ウイークリー	(西部支局)モデル区画候補の検討
7月3日	ウイークリー	(中部支局)モデル区画候補の検討
7月8日	ウイークリー	(首都圏支局)モデル区画候補の検討
7月8日	ウイークリー	(西部支局)モデル区画候補の検討
7月14日	ウイークリー	(西部支局)モデル区画候補の検討
7月15日	ウイークリー	(中部支局)モデル区画候補の検討
7月15日	ウイークリー	(首都圏支局)モデル区画候補の検討
7月17日	ウイークリー	(中部支局)モデル区画候補の検討
7月29日	調査報告	(首都圏支局)現地調査の進捗報告
7月31日	調査報告	(中部支局)現地調査の進捗報告
8月12日	合同ミーティング	中部支局のモデルブロック変更について
8月18日	調査報告	(首都圏支局)現地調査の進捗報告
8月19日	ウイークリー	(西部支局)バルブの機能調査について
8月19日	調査報告	(西部支局)現地調査の進捗報告
9月8日	調査報告	(首都圏支局)現地調査の進捗
9月23日	合同ミーティング	資機材の受入れについて
9月25日	合同ミーティング	広報について
9月30日	ウイークリー	(中部支局)モデル区画のセキュリティ確認
10月14日	合同ミーティング	資機材の受入れについて
10月20日	ウイークリー	(西部支局)現地調査の進捗
10月21日	ウイークリー	(中部支局)現地調査の進捗
10月22日	ウイークリー	(首都圏支局)現地調査の進捗
11月4日	ウイークリー	(中部支局)現地調査の進捗
11月6日	ウイークリー	(首都圏支局)現地調査の進捗
11月26日	調査報告	(西部支局)現地調査の進捗報告
12月3日	調査報告	(首都圏支局)現地調査の進捗報告

12月9日	調査報告	(中部支局)現地調査の進捗報告
12月11日	調査報告	(西部支局)現地調査の進捗報告
12月16日	調査報告	(中部支局)現地調査の進捗報告
12月16日	調査報告	(首都圏支局)現地調査の進捗報告
12月17日	調査報告	(西部支局)現地調査の進捗報告
<b>【2010年】</b>		
1月25日	ウイークリー	(西部支局)現地調査の進捗
1月25日	調査報告	(西部支局)現地調査の進捗報告
1月26日	ウイークリー	(中部支局)現地調査の進捗
1月26日	調査報告	(中部支局)現地調査の進捗報告
1月27日	ウイークリー	(首都圏支局)現地調査の進捗
1月27日	調査報告	(首都圏支局)現地調査の進捗報告
2月2日	ウイークリー	(西部支局)技術部長と打合せ
2月2,3,4日	調査報告	(首都圏支局)現地調査の進捗報告
2月4,9日	調査報告	(首都圏支局)現地調査の進捗報告
2月8日	調査報告	(首都圏支局)現地調査の進捗報告
5月27日	ウイークリー	(中部支局、西部支局)モデル区画のデータ整備について
5月28日	現地調査	(首都圏支局)漏水状況調査
6月1日	現地調査	(首都圏支局)夜間最小流量調査(ブロック2,3)
6月2日	現地調査	(首都圏支局)夜間最小流量調査(ブロック4)
6月15日	現地調査	(首都圏支局)夜間最小流量調査(ブロック4)の再調査について現地打合せ
6月29日	ウイークリー	モデル区画における経費の積算について
7月6日	ウイークリー	モデル区画の調査結果について、及び、パイロット区画の候補地について
7月13日	現地調査	(中部支局)パイロット区画候補の現地調査
7月14日	現地調査	(西部支局)パイロット区画候補の現地調査
7月15日	現地調査	(首都圏支局)パイロット区画候補の現地調査
7月22日	現地調査	(首都圏支局、中部支局)パイロット区画候補のJICAセキュリティ・インスペクション
7月23日	ウイークリー	(西部支局)パイロット区画の範囲について打合せ
7月26日	現地調査	(中部支局)パイロット区画管路状況の調査
7月27日	現地調査	(西部支局)パイロット区画管路状況の調査
7月28日	現地調査	(首都圏支局)パイロット区画管路状況の調査
8月2日	現地研修	(西部支局)データロガーの取扱研修
8月3日	現地調査	(中部支局)パイロット区画管路状況の調査
8月8日	現地研修	(中部支局)データロガーの取扱研修
8月10日	現地研修	データロガー用ソフトのインストール

8月11日	現地研修	データロガー用ソフトのインストール
8月18日	現地研修	(中部支局)データロガー取扱研修その2
8月18日	現地研修	(首都圏支局)データロガーの取扱研修
11月12日	ウイークリー	活動計画について、その他
<b>【2011年】</b>		
1月14日	機材検収	現地調達資機材納入検査その1
1月17日	機材検収	現地調達資機材納入検査その2
1月17日	機材検収	現地調達資機材納入検査その2(JICA)
1月18日	機材検収	現地調達資機材納入検査その3
1月18日	機材検収	現地調達資機材納入検査その3(JICA)
1月18日	機材検収	現地調達資機材品質チェック
1月19日	機材検収	現地調達資機材品質チェック(JICA)
1月19日	ウイークリー	(西部支局)進捗状況の確認と漏水調査の指導その1
1月24日	ウイークリー	(首都圏支局)進捗状況の確認
1月25日	ウイークリー	(中部支局)進捗状況の確認
1月26日	現場研修	(中部支局)漏水調査の指導その1
1月27日	現場研修	(首都圏支局)漏水調査の指導その1
2月2日	ウイークリー	無収水削減マニュアルに関する協議と2月の活動計画
2月9,10日	現場研修	(首都圏支局)漏水調査の指導その2
2月14,15日	現場研修	(西部支局)漏水調査の指導その2
2月21,22日	現場研修	(中部支局)漏水調査の指導その2
2月24日	現場研修	(首都圏支局)漏水調査の指導その3
2月28日	現場研修	(中部支局)漏水調査の指導その3
3月1日	現場研修	(首都圏支局)漏水調査の指導その4
5月31日	現地調査	(首都圏支局)データロガー取り付け
6月2日	現地調査	(首都圏支局)データロガー回収
6月7日	ウイークリー	マニュアル作成について、及び、実践的パイロット区画の調査結果について
6月8-9日	現地調査	(中部支局)夜間最小流量調査
6月14日	ウイークリー	マニュアル作成について(2)
6月15日	現地調査	(西部支局)実践的パイロット区画視察
6月21日	ウイークリー	マニュアル作成について(3)
6月22日	現地調査	(首都圏支局)データロガー取扱い説明
6月23日	現地調査	(首都圏支局)漏水修理箇所の確認
6月29日	現地調査	(中部支局)データ解析支援
6月29日	現地調査	(首都圏支局)データ解析支援
7月4-5日	ウイークリー	マニュアル作成について(4)
7月14日	協議	費用対効果分析について(首都圏支局)

7月14日	協議	費用対効果分析について(中部支局)
10月7日	協議	費用対効果分析について(首都圏及び中部支局)
10月25日	協議	マニュアル作成について
10月31日	協議	西部支局とパイロット区画作業について
11月3日	協議	西部支局のパイロット区画作業進捗について
11月4日	協議	西部支局のパイロット区画作業について
11月4日	協議	マニュアル作成について

「成果2:無収水削減計画策定能力の向上」に係るミーティング

開催日	ミーティング種類	主な議題
<b>【2009年】</b>		
3月3日	ウイークリー	プロジェクト概要説明
7月23日	ウイークリー	2年次の活動について
7月30日	ウイークリー	スケジュールについて協議、問題分析について協議
8月13日	ウイークリー	NRWの定義(IWAのもの)について学習、現状の問題点について協議
8月20日	ウイークリー	前回の協議内容の継続
8月27日	ウイークリー	IWAによるNRWの定義に基づいて、ANDAでも分析が行われるべきであることの協議
9月3日	ウイークリー	問題分析作業
9月10日	ウイークリー	抽出された問題点の分類
9月21日	ウイークリー	マンスリー・プログレス・ミーティングの協議
9月25日	ウイークリー	首都圏支局と中部支局のモデル区画視察
10月2日	ウイークリー	西部支局と中部支局のモデル区画視察
10月15日	ウイークリー	抽出された問題点に関する議論と定義
10月22日	ウイークリー	抽出された問題点に関する議論と定義、階層化
<b>【2010年】</b>		
3月2日	ウイークリー	活動結果の確認、今後の計画
6月4日	ウイークリー	3年次の活動について 無収水削減対策長期計画(案)の章構成について協議 1回目
6月17日	ウイークリー	無収水削減対策長期計画(案)の章構成について協議 2回目
6月24日	ウイークリー	無収水削減対策長期計画(案)の章構成について協議 3回目
7月2日	ウイークリー	無収水削減対策長期計画(案)の章構成について協議 4回目
7月16日	ウイークリー	無収水削減対策長期計画(案)のためのトレーニング・レクチャ1回目

7月22日	ウイークリー	無収水削減対策長期計画(案)のためのトレーニング・レクチャ2回目
11月9日	ウイークリー	無収水削減対策長期計画(案)のためのトレーニング・レクチャ3回目
11月18日	ウイークリー	無収水削減対策長期計画(案)のためのトレーニング・レクチャ4,5回目
11月24日	ウイークリー	無収水削減対策長期計画(案)のためのトレーニング・レクチャ6回目
<b>【2011年】</b>		
1月28日	ウイークリー	無収水削減対策長期計画(案)のためのトレーニング・レクチャ7回目
2月3日	ウイークリー	無収水削減対策長期計画(案)のためのトレーニング・レクチャ8回目
2月10日	ウイークリー	無収水削減対策長期計画(案)のためのトレーニング・レクチャ9回目
2月18日	ウイークリー	無収水削減対策長期計画(案)のためのトレーニング・レクチャ10回目
5月31日	ウイークリー	無収水削減長期計画(案)の策定について
6月7日	ウイークリー	無収水削減長期計画(案)の策定について(2)
6月15日	ウイークリー	無収水削減長期計画(案)の策定について(3)
6月23日	ウイークリー	無収水削減長期計画(案)の策定について(4)
7月1日	ウイークリー	無収水削減長期計画(案)の策定について(5)
7月8日	ウイークリー	無収水削減長期計画(案)の策定について(6)
7月15日	ウイークリー	無収水削減長期計画(案)の策定について(7)
7月21日	ウイークリー	無収水削減長期計画(案)の策定について(8)
10月7日	協議	無収水削減長期計画(案)の進捗状況について
10月19日	協議	終了時評価ミッション発表資料について協議
10月31日	協議	無収水削減長期計画(案)ファイナライズについて
11月3日	協議	無収水削減長期計画(案)の費用見積もり関連最終調整
11月4日	協議	セミナー発表資料について

「成果3:節電計画策定能力の強化」に係るミーティング

開催日	ミーティング種類	主な議題
<b>【2009年】</b>		
2月16日	打合せ	チームリーダーとの打合せ(ANDA 本部ビル節電対策に関する説明)
2月27日	打合せ	電気機器代理店からポータブル電力測定器の説明
3月4日	説明会	ANDA にて電気機器代理店からポータブル電力測定器の説

		明会
3月6日	説明会	ANDAにて電気機器代理店によるポータブル電力測定器設置および測定実演(1)
3月9日	打合せ	チームリーダーとの打合せ(力率、電気料金、本邦研修)
3月9日	説明会	ANDAにて電気機器代理店によるポータブル電力測定器設置および測定実演(2)
3月9日	説明会	ANDAにて電気機器代理店によるポータブル電力測定器設置および測定実演(3)
4月2日	ウイークリー	進捗の確認
6月8日	打合せ	管網解析ソフトの選定について
6月12日	打合せ	JICA 機材調達について
6月12日	打合せ	管網解析ソフトの選定、および首都圏管網図について
6月19日	打合せ	(本部)力率計仕様及び個数
6月22日	ウイークリー (研修形式)	水道水供給システムの適切な運転の説明
6月29日	ウイークリー	第2年次プロジェクト活動の概要説明
6月30日	現地視察	送水ポンプ場、浄水場の現地視察及び打合せ
7月2日	打合せ	JICA 調達機材「力率計」の改札立会い
7月6日	打合せ	現況調査及び現地試験測定の要員選定
7月6日	ウイークリー (研修)	省エネルギー検討を継続するためのステップの説明
7月9,10日	打合せ	現況調査及び現地試験測定の詳細工程計画
7月13日	ウイークリー	省エネルギー検討のための機器台数の設置位置の説明
7月15,16,20日	研修形式	研修項目の選定
7月16日	機材検収	JICA 供与機材の検収(力率計)
7月18,20日	研修	JICA 供与機材(力率計)の操作トレーニング
7月20日	ウイークリー	パイロット施設での省エネルギー検討のための継続実施要領の説明
7月27日	ウイークリー	パイロット施設での省エネルギー検討のための継続実施要領の説明
8月10日	ウイークリー	パイロット施設での省エネルギー検討のための継続実施要領の説明
8月17日	ウイークリー	パイロット施設での省エネルギー検討のための継続実施要領の説明
9月7日	ウイークリー	パイロット施設での省エネルギー検討のための継続実施要領の説明
9月28日	ウイークリー	パイロット施設での省エネルギー検討のための調査活動の報告
10月5日	ウイークリー	パイロット施設での省エネルギー検討のための調査活動の報告
10月12日	ウイークリー	パイロット施設での省エネルギー検討のための調査活動の報告
10月19日	ウイークリー	パイロット施設での省エネルギー検討のための調査活動の報告
10月26日	ウイークリー	パイロット施設での省エネルギー対策について説明
10月29日	打合せ	JICA 調達機材について
11月9日	ウイークリー	パイロット施設の省エネルギー対策手法について
11月11日	打合せ	パイロット施設での節電効果検証スケジュールについて

11月17日	打合せ	JICA 機材調達について
11月18日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告
11月19日	研修	力率改善コンデンサの選定について
11月19日	打合せ	JICA 調達機材について
11月23日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告
11月30日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告
12月7日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告
12月14日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告
<b>【2010年】</b>		
1月18日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告
1月19日	打合せ	水理解析のための運転状況確認
1月25日	機材検収	JICA 供与機材の検収(熱画像装置)
1月29日	打合せ	節電対策機器納入業者と打合せ
1月29日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告
2月1日	ウイークリー	パイロット施設の節電対策と水理解析について
2月1日	打合せ	節電対策機器納入業者と打合せ
2月1日	打合せ	JICA 調達機材の納期確認、他
2月2日	打合せ	プロジェクト内容について説明
2月4日	機材検収	JICA 供与機材の検収(ポータブル流量計)
2月4日	研修	「浄水場の省エネルギー運転」技術研修 1
2月9日	研修	ポータブル流量計の操作トレーニング
2月10日	機材検収	JICA 供与機材の検収(ケーブル 1)
2月10日	打合せ	水理解析のための施設情報確認
2月11日	研修	「浄水場の省エネルギー運転」技術研修 2
2月12日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告
2月12日	打合せ	水理解析のための施設情報確認
2月12日	機材検収	JICA 供与機材の検収(ケーブル 2)
2月13日	機材検収	JICA 供与機材の検収(力率改善コンデンサ)
2月17日	研修	力率改善コンデンサ装置の操作トレーニング
2月18日	研修	「浄水場の省エネルギー運転」技術研修 3
2月19日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告
2月24日	研修	「浄水場の省エネルギー運転」技術研修 4
2月26日	ウイークリー	インバータについて説明、プロジェクト活動の進捗報告
3月2日	機材検収	JICA 供与機材の検収(ポンプ速度制御装置 1、及び同装置用計装機器 (1/2))
4月12日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告
4月23日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告
5月7日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告

5月17日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告
5月26日	打ち合わせ	プロジェクト活動状況について
5月27日	打ち合わせ	プロジェクト活動の進捗、および今後の活動体制について
6月4日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告
6月8日	打ち合わせ	導送配水網(幹線)の水理解析の進捗について
6月11日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告
6月18日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告
6月25日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告
6月30日	打ち合わせ	導送配水網(幹線)の水利解析の進捗について
7月2日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電対策マニュアル作成
7月9日	研修	パイロット施設2の節電対策機器操作トレーニング
7月9日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電対策マニュアル作成
7月12日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電対策マニュアル作成
7月16日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告
7月16日	研修	「節電効果の検証方法」について
7月20日	ウイークリー	節電対策マニュアル作成
7月23日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電対策マニュアル作成
7月30日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電対策マニュアル作成
8月27日	研修	浄水場第7回技術研修
9月2日	研修	浄水場第8回技術研修
9月13日	研修	浄水場第9回技術研修
9月16日	研修	浄水場第10回技術研修
9月24日	研修	浄水場第11回技術研修
11月4日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電対策マニュアル作成
11月11日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電対策マニュアル作成
11月22日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電対策マニュアル作成
12月3日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電対策マニュアル作成
12月16日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電対策マニュアル作成
<b>【2011年】</b>		
1月17日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電対策マニュアル作成
1月18日	研修	浄水場第12回技術研修
1月20日	研修	浄水場第13回技術研修
1月21日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電対策マニュアル作成
1月27日	研修	浄水場第14回技術研修
1月31日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電対策マニュアル作成
2月3日	研修	浄水場第15回技術研修
2月7日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電対策マニュアル作成
2月10日	研修	浄水場第16回技術研修

2月14日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電対策マニュアル作成
2月17日	研修	浄水場第17回技術研修
2月21日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電対策マニュアル作成
3月1日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電対策マニュアル作成
4月8日	ウイークリー	パイロット施設測定データについて(配水ポンプ場)
6月9日	研修	第18回浄水場技術研修
6月17日	ウイークリー	プロジェクト活動の進捗報告、節電計画(案)の作成について 節電対策マニュアル予稿再検討について
6月20日	研修	パイロット施設3 (El Socorro ポンプ場)にて節電対策チームによる100HP配水ポンプ運転操作説明会
6月23日	研修	第19回浄水場技術研修
6月24日	ウイークリー	節電計画(案)の作成について(2)
7月4日	ウイークリー	節電計画(案)の作成について(3)
7月8日	ウイークリー	節電計画(案)の作成について(4)
7月15日	ウイークリー	節電計画(案)の作成について(5)
7月20日	ウイークリー	節電計画(案)の作成について(6)
7月25日	ウイークリー	節電計画(案)の作成について、今後の活動について
8月19日	ウイークリー	節電計画(案)及び節電対策マニュアルの修正について
8月26日	ウイークリー	節電計画(案)及び節電対策マニュアルの修正について 節電対策マニュアルのセミナー開催について
9月5日	打合せ	ALTAVISTA 地区ゾーニングについて
9月6日	研修	ALTAVISTA 地区ゾーニングについて
9月6日	打合せ	ALTAVISTA 地区ゾーニング必要データについて
9月8日	現地調査	ALTAVISTA 地区ゾーニングについて現地状況調査
9月9日	ウイークリー	節電対策マニュアルの修正について
9月10日	打合せ	ALTAVISTA 地区ゾーニング必要データについて
9月19日	ウイークリー	節電計画(案)の修正について
9月23日	ウイークリー	節電計画(案)の修正について
10月31日	ウイークリー	節電計画(案)及び節電対策マニュアルの完成予定について 節電計画(案)に係るセミナー開催について
11月7日	ウイークリー	節電計画(案)及び節電対策マニュアル完成について 節電計画(案)に係るセミナー開催について
11月10日	セミナー	東部支局にて節電計画(案)に係るセミナー開催
11月15日	セミナー	ANDA 主要職員、外部援助機関対象の節電計画(案)に係る セミナー開催 首都圏支局、中部支局対象の節電計画(案)に係るセミナー開催
11月16日	セミナー	西部支局にて節電計画(案)に係るセミナー開催
11月21日	ウイークリー	最終ウイークリー・ミーティング

		プロジェクト終了について、今後の節電対策活動について
--	--	----------------------------

「成果 4: 下水道整備計画策定能力の開発」に係るミーティング

開催日	ミーティング種類	主な議題
【2009年】		
3月2日	ウイークリー	プロジェクト概要説明
3月3日	ウイークリー	下水道の問題分析
3月4日	ウイークリー	下水道の問題分析
3月5日	ウイークリー	下水道の問題分析
3月6日	打合せ	ANDAの下水道組織および下水道事業の現状
3月6日	ウイークリー	下水道の問題分析
3月9日	打合せ	ANDAの法的側面の現状
3月9日	ウイークリー	研修スケジュールについて
7月9日	ウイークリー	下水道計画研修(計画策定)
7月13日	ウイークリー	下水道計画研修(計画策定)
7月14日	ウイークリー	下水道計画研修(計画策定と法制度)
7月20日	ウイークリー	下水道計画研修(維持管理、人的資源、財源)
8月13日	ウイークリー	下水道計画チーム・ミーティング
8月21日	ウイークリー	下水道計画チーム・ミーティング
8月28日	ウイークリー	下水道計画チーム・ミーティング
9月3日	ウイークリー	下水道計画チーム・ミーティング
9月10日	ウイークリー	下水道計画チーム・ミーティング
9月23日	ウイークリー	下水道計画研修(8月の活動の発表)
9月24日	ウイークリー	マニュアル作成ミーティング
9月28日	ウイークリー	マニュアル作成ミーティング
9月30日	ウイークリー	マニュアル作成ミーティング
10月1日	ウイークリー	マニュアル作成ミーティング