

No.

ボリヴィア共和国

アチャカチ地区農業開発計画

基本設計調査報告書

平成 12 年 3 月

国際協力事業団
内外エンジニアリング株式会社

無償四

CR (3)

00-058

序 文

日本国政府は、ボリヴィア共和国政府の要請に基づき、同国のアチャカチ地区農業開発計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成 11 年 9 月 4 日から 10 月 13 日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、ボリヴィア国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成 12 年 2 月 5 日から 2 月 14 日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 12 年 3 月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

伝 達 状

今般、ボリヴィア共和国におけるアチャカチ地区農業開発計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成 11 年 8 月 27 日より平成 12 年 3 月 31 日までの 7 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、ボリヴィア国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 12 年 3 月

内外エンジニアリング株式会社
ボリヴィア共和国
アチャカチ地区農業開発計画
基本設計調査団
業務主任 西川 義彦

ボリヴィア共和国
アチャカチ地区農業開発計画基本設計調査
報告書 目次

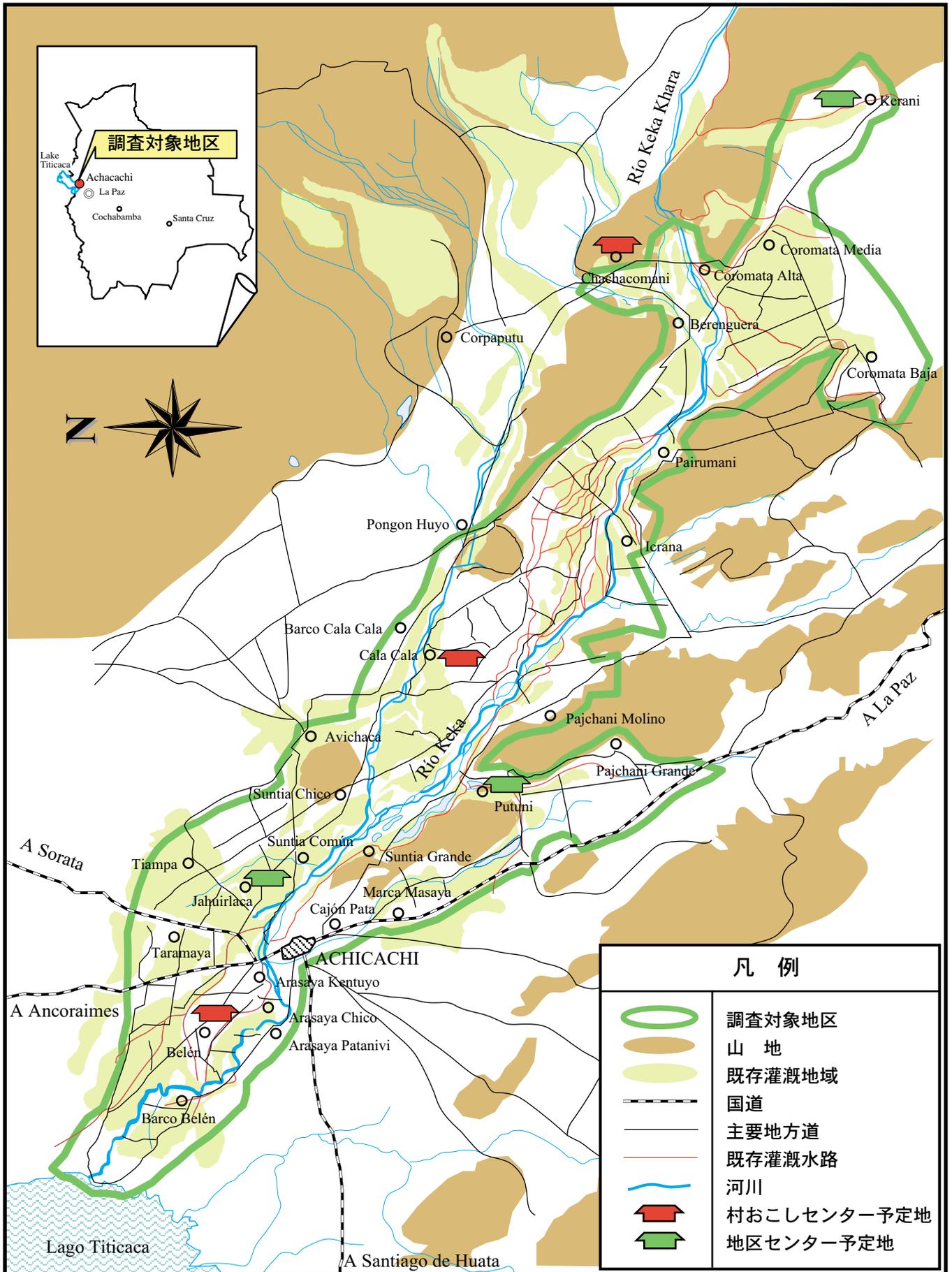
序 文
伝 達 状
位 置 図
現 況 写 真
完 成 予 想 図
略 語 表
要 約

第1章 要請の背景	1 - 1
1.1 要請の経緯	1 - 1
1.2 要請の内容	1 - 2
第2章 プロジェクトの周辺状況	2 - 1
2.1 農業セクターの開発計画	2 - 1
2.1.1 上位計画	2 - 1
2.1.2 財政事情	2 - 1
2.2 他の援助国、国際機関等の計画	2 - 2
2.3 我が国の援助実施状況	2 - 3
2.4 プロジェクトサイトの状況	2 - 4
2.4.1 自然条件	2 - 4
2.4.2 社会基盤整備状況	2 - 10
2.4.3 既存施設・機材の現状	2 - 11
2.4.4 立地条件のまとめ	2 - 14
2.5 環境への影響	2 - 15
第3章 プロジェクトの内容	3 - 1
3.1 プロジェクトの目的	3 - 1
3.2 プロジェクトの基本構想	3 - 1
3.2.1 灌漑施設	3 - 2
3.2.2 道 路	3 - 5
3.2.3 機材計画	3 - 7
3.2.4 基本構想のまとめ	3 - 10
3.3 プロジェクトの最適案に係わる基本設計	3 - 11
3.3.1 設計方針	3 - 11
3.3.2 基本計画	3 - 26
3.4 プロジェクトの実施体制	3 - 30
3.4.1 組 織	3 - 30

3.4.2	予 算	3 -32
3.4.3	要員・技術レベル	3 -32
第4章	事業計画	4 - 1
4.1	施工計画	4 - 1
4.1.1	施工方針	4 - 1
4.1.2	施工上の留意点	4 - 1
4.1.3	施工区分	4 - 3
4.1.4	施工監理計画	4 - 3
4.1.5	資機材調達計画	4 - 5
4.1.6	実施工程	4 - 5
4.1.7	相手国負担事項	4 - 7
4.2	概算事業費	4 - 8
4.2.1	概算事業費	4 - 8
4.2.2	維持・管理計画	4 - 9
第5章	プロジェクトの評価と提言	5 - 1
5.1	妥当性に係る実証・検証及び裨益効果	5 - 1
5.1.1	妥当性の検証	5 - 1
5.1.2	裨益効果	5 - 2
5.2	技術協力・他ドナーとの連携	5 - 3
5.2.1	技術協力	5 - 3
5.2.2	他ドナーとの連携	5 - 3
5.3	課 題	5 - 4

添 付 資 料

調査団氏名・所属
 調査日程
 相手国関係者リスト
 協議議事録
 当該国の社会・経済事情
 データ集
 参考資料リスト
 設計図面集



0 1.0 2.0 3.0 4.0km

調査位置図



幹線水路 No.3 (取水口)



幹線水路 No.27 (取水口)



幹線水路 No.27 取水口の
共同作業による維持管理状況



幹線水路 No.27



幹線水路 No.3 (地区内分水工)



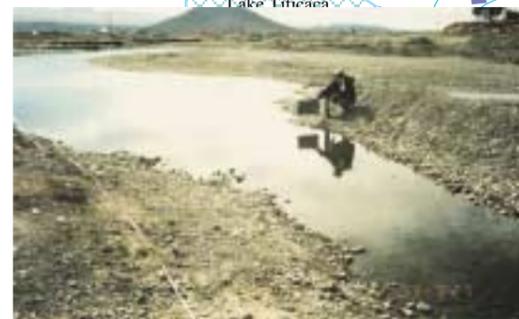
幹線水路 No.3



幹線水路 No.2



幹線水路 No.2 (地区内分水工)



幹線水路 No.2 (取水口)



幹線水路 No.9



幹線水路 No.12



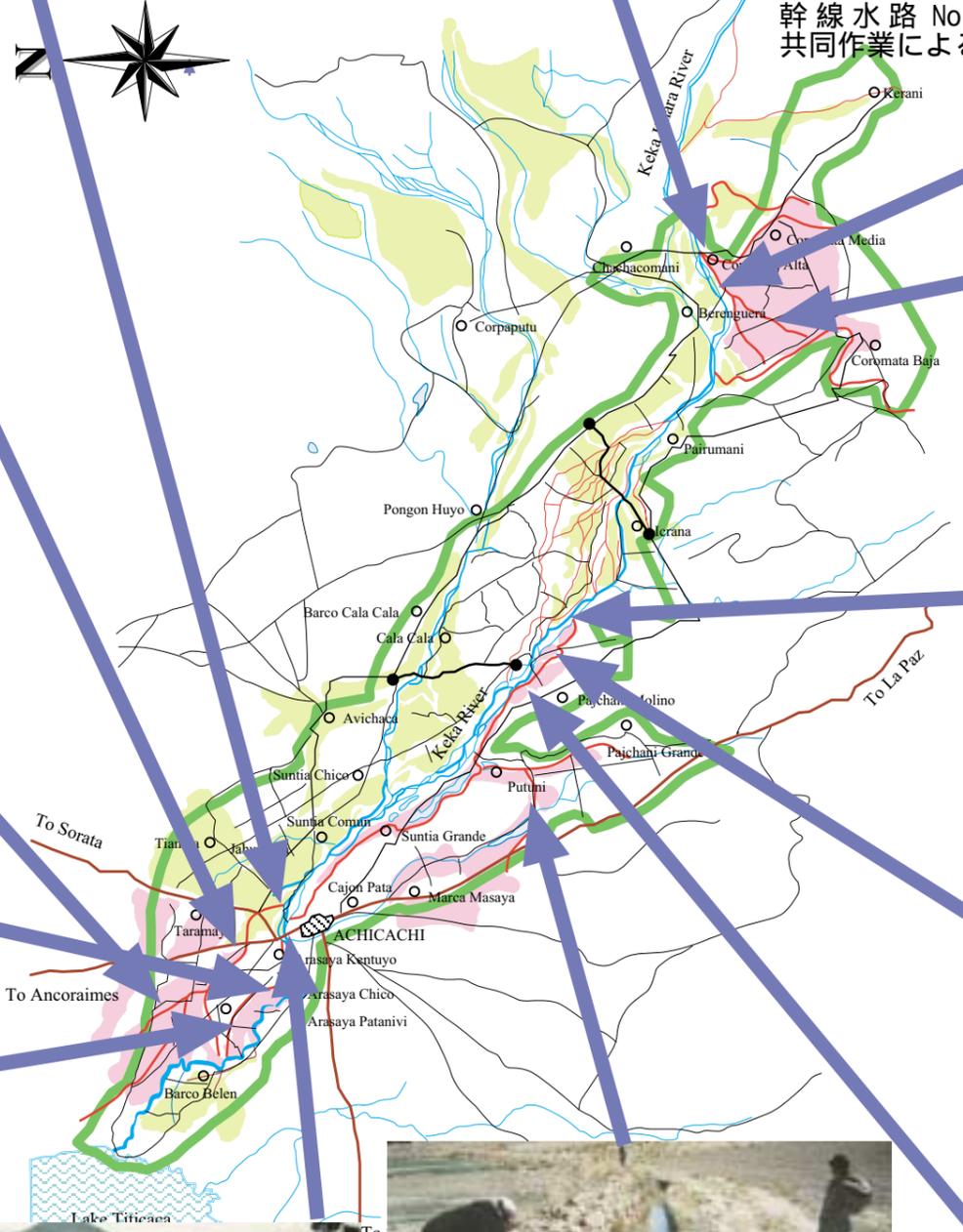
幹線水路 No.9 (取水口)



幹線水路 No.12 (取水口)



幹線水路 No.27 (分水工)



現況写真 (水路)



幹線道路 CP-2-2



連絡道 CC-5 (ケッカ川右岸)



ケッカ川を渡る路線バス



幹線道路 CP-2-1 (灌漑用水が路面に溢れ、路面悪化の要因となっている)



幹線道路 CP-2-3



幹線道路 CP-2 (ポンゴヌーヨ)



幹線道路 CP-2 (ポンゴヌーヨ~ベレンゲーラ)



連絡道路 CC-5 (ケッカ川左岸部)



幹線道路 CP-2-1 (アビチャカ集落内)



幹線道路 CP-1-1



連絡道 CC-8 (ケッカ川右岸部)



幹線道路 CP-1 (アチャカチ~カホンパタ)

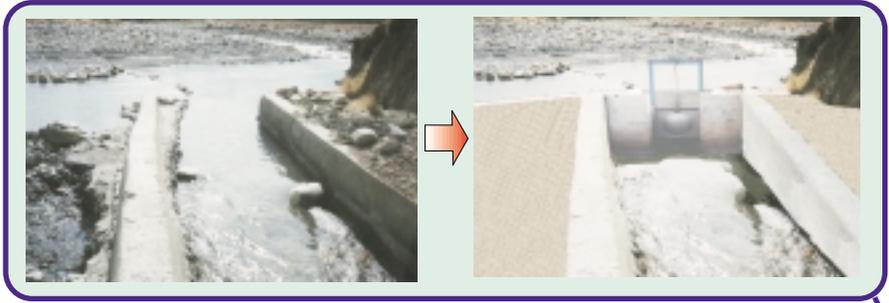


連絡道 CC-8 (ケッカ川左岸部)

現況写真 (道路)

凡 例

-  調査対象地域
-  山地
-  既存灌漑地域
-  国道
-  主要地方道
-  既存灌漑水路
-  幹線道路改修路線
-  地方道路改修路線
-  灌漑水路整備路線
-  灌漑システム改修地区
-  機材計画対象村おこしセンター
-  機材計画対象地区センター



No.27 取水工及び導水路の整備

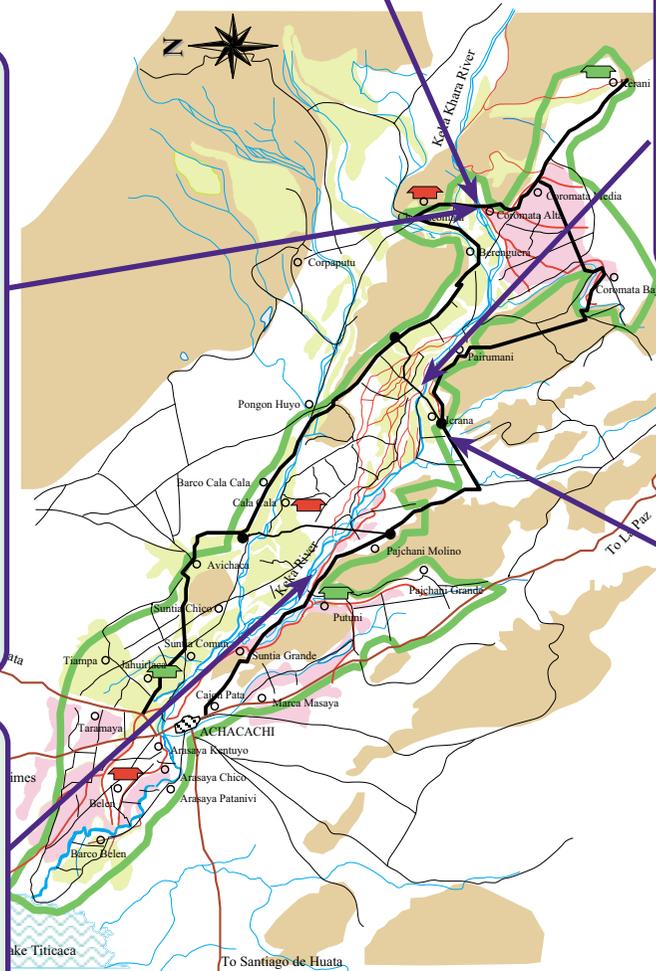
完成予想図



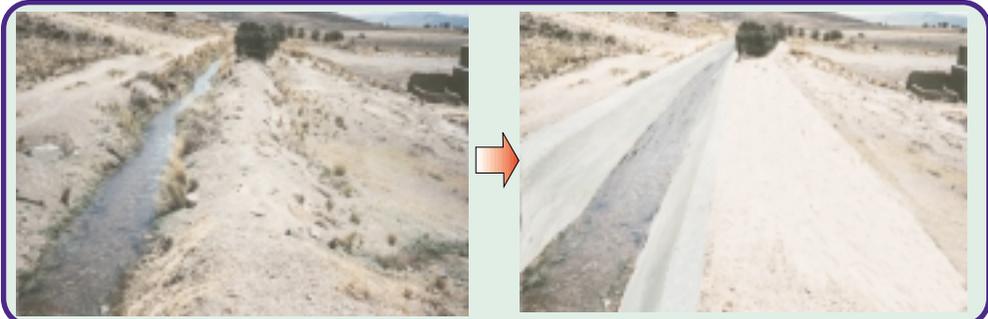
連絡道路及び潜水橋整備



ケッカ川橋整備



幹線道路改修



No.9 幹線水路及び管理用道路改修

略 語 表

行政・組織等

AUPA	ASOCIACION DE USUARIOS DEL PROYECTO ACHACACHI	アチャカチ事業利用者組合
BID	BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO	米州開発銀行
BHN	BASIC HUMAN NEEDS	ベーシックヒューマンニーズ
BM	BANKO MUNDIAL	世界開発銀行
FAO	FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION	国連食糧農業機構
FDC	FONDO DE DESARROLLO CAMPESINO	農民開発基金
FIDA	FONDO INTERNACIONAL DE DESARROLLO AGRICOLA	国際農業開発基金
FIS	FONDO DE INVERSION SOCIAL	社会連帯基金
FNDR	FONDO NACIONAL DE DESARROLLO REGIONAL	地域開発基金
IBTA	BOLIVIAN INSTITUTE OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY	ボリヴィア農業技術研究所
INE	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA	国家統計局
JICA	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	国際協力事業団
JOCV	JAPAN OVERSEAS COOPERATION VOLUNTEERS VOLUNTARIOS JAPONESES PARA LA COOPERACION CON EL EXTRANJERO	青年海外協力隊
MAGDR	MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y DESARROLLO RURAL	農牧業農村開発省
MDE	MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO	経済開発省
MDH	MINISTERIO DE DESARROLLO HUMANO	人的資源省
MDSMA	MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE	持続的開発・環境省
NGOs	NON GOVERNMENT ORGANIZATION	非営利団体
PDM	PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL	地域開発計画
POA	PROGRAMA OPERATIVO ANUAL	年次行動計画
SCS	SOIL CONSERVATION SERVICE	土壌保全局
SNC	SERVICIO NACIONAL DE CAMINOS	道路公団
UCPA	UNIDAD DE COORDINACION DEL PROYECTO ACHACACHI	アチャカチ事業調整ユニット
UMSA	UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES	サンアンドレス大学
USAID	U.S. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT	米国国際開発庁
USDA	U.S. DEPARTAMENTO OF AGRICULTURE	米国農業省
VIPFE	VICEMINISTRO DE INVERSION PUBLICA Y FINANCIAMIENTO EXTERNO	公共投資庁
YPFB	YACIMIENTO PETROLIFEROS FISCALES BOLIVIANOS	ボリヴィア石油公社

通貨単位

Bs.	BOLIVIANOS	ボリヴィアーノス
US\$	UNITED STATES DOLLAR	米ドル

社会経済

B/C	BENEFIT COST RATIO	便益費用比率
CIF	COST, INSURANCE AND FREIGHT	運賃・保険料込条件
EIRR	ECONOMIC INTERNAL RATE OF RETURN	内部収益率
ENPV	ECONOMIC NET PRESENT VALUE	純現在価値
FOB	FREE ON BOARD	本船渡し

その他

BOD	BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND	生物化学的酸素要求量
DO	DISSOLVED OXYGEN	溶存酸素

EC	ELECTRIC CONDUCTIVITY	電気伝導度
pH	HYDROGEN ION CONCENTRATION	ペーハー
GL	GROUNDWATER LEVEL	地価水位
MSL	MEAN SEA LEVEL	海拔
EL	ELEVATION ABOVE MEAN SEA LEVEL	標高
mm	MILLIMETER	ミリメートル
cm	CENTIMETER	センチメートル
m	METER	メートル
m ²	SQUARE METER	平方メートル
MCM	MILLION CUBIC METER	百万立方メートル
m ³ /s	CUBIC METER PER SECOND	立方メートル毎秒
km	KILOMETER	キロメートル
km ²	SQUARE KILOMETER	平方キロメートル
g	GRAM	グラム
kg	KILOGRAM	キログラム
ton (t)	METRIC TON	トン
ha	HECTARE	ヘクタール
°C	DEGREE CENTIGRADE	摂氏
mS/cm	MICRO SERGE PER CENTIMETER	マイクサージ 毎センチメートル
HP	HORSE-POWER	馬力
ppm	PARTS PER MILLION	ピピエム
lit. (l)	LITTER	リットル
mg/l	MILLIGRAM PER LITTER	ミリグラム毎リットル
md	MAN-DAYS	人日

要 約

ボリヴィア共和国は、国土総面積が 1.1 百万 km² で、地形及び気象条件により山岳高原地帯（標高 3,500m 以上）、渓谷地帯（1,000～2,500m）及び東部平原地帯（200～500m）の 3 地帯に大別される。人口は、1998 年の国家統計局（INE）によれば約 8 百万人である。本計画地域は山岳高原地帯に属し、ラ・パス県のほぼ中央部にあたるオマスヨス郡とロス・アンデス郡にあり、首都ラ・パスからは約 100km、標高は 3,800～4,500m である。東部をアンデス山脈に、西部をチチカカ湖に面し、地域面積は約 13 千 ha、アチャカチ市を含む人口は 3.6 万人で、乾期（4～9 月）と雨期（10～3 月）が明確に分かれており、年平均降水量 590mm のほとんどが雨期にもたらされる。年平均気温は 7.1 で、最高気温は 14.6、最低気温は -0.4 と、亜熱帯高地性の気候である。

「ボ」国経済は、1994～1998 年の 5 年間に、GDP においては年率 4.0%、一人当り GDP では年率 1.8% の成長を遂げ、1998 年の GDP は 7,709.4 百万 US\$、一人当り GDP は 969US\$ である。1998 年の GDP に占める農業セクター割合は 15.4% で、近年は減少傾向にある。対外総債務残高は、1997 年において 5,244 百万 US\$ であり、依然として国家財政は困難な状況にある。このような財政危機に対し、「ボ」国政府は経済調整に基づく構造改革を実施して、小さな政府への変換を推進している。

このような状況に対して、農牧農村開発省（1997 年当時農牧庁）は、国の農業を推進する基本戦略として「農業分野における中期開発目標 1994-1997」を掲げ、その実現のために、「中規模農村都市農業開発プログラム」を 1993 年に策定した。このプログラムは、国内の中核的農村都市地域及びその周辺地域において農業生産、生活基盤を整備することにより、貧困の緩和と大都市への人口流入の抑制を目指している。こうした状況を背景として、1995 年「ボ」国政府は、中規模農村都市農業開発プログラムにおいて優先地域と位置づけられたラ・パス県アチャカチ地域の農業開発調査を日本国政府に要請した。これを受けて日本国政府は、1996 年から 1997 年にかけて同地域の開発調査を実施した。

その後、「ボ」国政府は、大衆参加法に基づき地方分権化を推進すべく、1998 年 11 月に「国家農牧農村開発政策」を公表し、総合的、持続的及び参加型開発によって、農村部における貧困の解消を柱とした農業政策を推進しようとしている。前述の開発調査結果を同政策のモデルとして推進することとし、1998 年にラ・パス県生産開発局にアチャカチ・プロジェクト推進ユニット（UCPA）を設置して、事業化に向けた活動を開始した。また受益者による事業運営・維持管理体制を確立するために、UCPA の指導により、既存の二水利組合を統合して、アチャカチ・プロジェクト利用者組合（AUPA）が 1998 年 8 月に設立された。

かかる経緯を経て、「ボ」国政府は、開発調査において提言されたアチャカチ地域における農村・農業開発計画を推進させるため、計画の基幹部分に該当する短期目標を達成するための無償資金協力を要請してきた。

「ボ」国の要請内容は、灌漑面積 1,979ha に対する灌漑施設の改善、地域面積 13,342ha に係わる道路網の改善、及び受益戸数 4,987 戸に対する営農及び生活改善支援のための資機材導入である。要請内容は次のとおりである。

整備項目	整備内容					
1. 灌漑システム改修	- 取水施設	5	カ所	- 主要付帯施設	159	カ所
	- 水路改修 5 系統	68.7	km	- 小規模溜池	2	カ所
2. 道路改修	- 幹・連絡道路 4 路線	64.0	km	- 潜水橋	6	カ所
	- 橋梁	1	カ所	- 水路横断施設	81	カ所
3. 農業支援施設整備	- 機械格納庫	6	カ所			
4. 資機材調達	- ブルドーザー	3	台	- 展示圃場機材	3	式
	- 掘削機	3	台	- 研修用机・椅子	1800	脚
	- ダンプカー	3	台	- 人工受精機器	6	式
	- トラクター	7	台	- 精液保存器	7	式
	- 除礫機	3	台	- 去勢はさみ	16	個
	- ピックアップ	4	台	- 羊毛はさみ	16	個
	- オートバイ	15	台	- 干し草梱包機	3	台
	- ソーラ発電設備	6	式	- 視聴覚機材	6	式
	- 無線機	6	台			

この要請に対して、日本国政府は調査の実施を決定し、国際協力事業団(JICA)は、1999年9月4日から10月13日にかけて基本設計調査団を「ボ」国に派遣し、調査を実施した。調査団は測量、地質調査、揚水試験、灌漑施設及び道路施設計画、資機材調達計画、建設事情等に係わる現地調査と関連資料を収集し、さらに、「ボ」国政府関係者と要請内容について協議を行った。帰国後、現地調査結果に基づいた国内解析と検討作業により、灌漑施設計画、道路施設計画及び資機材調達計画についての基本設計と維持管理計画等の策定を行い、基本設計概要書を作成した。その後、2000年2月5日から同年2月14日まで再び調査団を現地に派遣し、「ボ」国側に基本設計概要書を説明の上、その内容について協議を行った。

基本設計の検討においては、実施機関であるラ・パス県と事業推進機関である同県内生産開発局アチャカチプロジェクト調整ユニット(UCPA)及び対象地区の受益者により構成される受益者組合(AUPA)の技術面・資金面からの運営能力を勘案し、計画対象施設が将来にわたって安定かつ健全な運営・維持管理がなされるよう、適切な規模・内容を設定することとし、次のような方針より取りまとめを行った。

灌漑施設については、既存用水路の改修により、用水の効率的利用を促進し、灌漑農業の安定と拡大を基本とする。そのため、用水の効率的利用に寄与する施設の改善を主体として整備する。整備水準に付いては、地域住人による自主的な維持管理が可能な構造とする。

地域の一体化を図る道路網の確立を基本とし、地域住民の安全性・利便性の向上を図るとともに地域経済の活性化を促進させる路線選定とする。整備水準に付いては、地域住人による自主的な維持管理が可能な構造とする。

導入資機材に付いては、事業の運営・維持管理主体である AUPA の機能強化を促進させる資機材の導入を再優先とし、現在の運営能力において十分に活用できる必要最小限の資機材とする。

整備予定施設はケッカ川等の河川と関連性が高いことから、現在の河道を変更するような施設や流れを阻害する構造物等を設置しないこととし、自然条件に配慮した施設の配置計画、設計・構造とする。

以上の結果を踏まえて、無償資金協力としての要請の妥当性、ならびに最適な規模及び内容を検討した結果、以下の諸施設の整備を行う計画とした。

項目	施設	規模・形状	内容	
1.灌漑システム 改修	(1) 取水施設	5系統、 L=130m 鉄筋コンクリート、矩形	水路幅：1.2～2.0m 通水量：0.16-2.256m ³ /s	
	(2) 幹線用水路	5系統、 L=56.4km 形状：台形 側壁：練り石積み 底版：無筋コンクリート	水路底幅：0.3m～1.5m 通水量：0.018～2.256m ³ /s	
	(3) 道路横断工	RV1タイプ：219箇所 RV2タイプ：60箇所	RC床版 B=2.0m RCパイプ L=5.0～7.0m	
	(4) 溪流横断工	RR1タイプ：20箇所 RR2タイプ：5箇所	RCパイプ L=5.0m RCパイプ L=10.0m	
	(5) 流入工	E1タイプ：29箇所 E2タイプ：15箇所	ゲート 300x300mm ゲート 500x500mm	
	(6) 分水工	C1タイプ：78箇所 C2タイプ：378箇所 Tタイプ：447箇所	ゲート 500x500mm ゲート 300x300mm 塩ビ管 100mm	
	(7) 水路防護工	L=177m	練り石積み擁壁	
2.道路改修	(1) 幹線道路	2路線、 L=53.4km	幅員：5.0～6.0m 舗装：砕石 t=5～10cm	
	(2) 連絡道路	2路線、 L=6.9km	幅員：4.0m 舗装：砕石 t=10cm	
	(3) 水路横断工	タイプ：152箇所 タイプ：177箇所 タイプ：53箇所	200-300mmRC管巻立 蓋掛けフリーウム コンクリート河床横断工	
	(4) 橋梁	L=140.3m、25連箱型暗渠 潜水橋形式	箱型内空：W5.0mxH2.0m 全幅員：5.0m	
	(5) 潜水橋	潜水橋型：1箇所 L=27m 床止工型：5箇所 L=472m	RCコンクリート RCコンクリート	
3.資機材調達	(1) センター支援 機材	ピックアップ、2800CC級	3	台
		水中モーターポンプ、32mm	3	台
		高架水槽（配水用）	3	箇所
		ソーラ発電（ポンプ用）	3	式
		コンピューター・カラープリンター	1	式
	(2) 研修用機材	椅子・机	630	脚
		ストロー鉗子	2	個
	(3) 畜産改善 支援機材	LN2保管器（液体窒素容量：29.0 lit）	1	台
		LN2保管器（液体窒素容量：30.0 lit）	1	台
		LN2保管器（液体窒素容量：2.0 lit）	1	台
		携帯用精液保存器	1	台
		ストローピンセット	2	個
		ストロー剪刀	2	個
		新型ストロー精液注入器	2	個
		シース管	10	個
		直腸検査手袋(100枚入)	20	箱
		カバークラス	10	個
		スライドグラス	10	個
		顕微鏡	1	台
		ハイフォーク	5	個
		マニユアフォーク	5	個
		耳標装着用鉗子	2	個
		耳標	5	個
		マーキングペン	5	個
		牛鼻穿孔器	1	台
		セイケンリング	10	個
		鼻環	10	個
		哺乳ピン及び乳首	10	個
		ポリプロピレン頭絡（大・小）	各1	個
		入れ墨器	1	台
	背負式草刈り機	2	台	
	ハネ秤（100kg、50kg）	各3	台	
	飼料裁断機	1	台	
(4) 展示圃場機材	気象観測機器	1	組	

当初要請のあった重機等の機材は、事業運営母体である AUPA の維持管理体制が、現時点では十分に確立されていないと判断されるため、今回の計画では導入を見合わせ、同時に機械格納庫の整備も実施しないこととした。また、小規模ため池整備に付いては、利用効率が悪く、十分な効果が確保できないため、整備対象とはしないこととした。

本計画を実施するために、「ボ」国側実施機関であるラ・パス県は、本計画の遂行に必要な要員と無償資金協力の実施に必要な処置等を講じ、これに関わる費用を負担する。

運営機関は、本調査地域に設立されているアチャカチ・プロジェクト利用者組合 (AUPA) であり、この組織は既存の水利組合を母体として結成されたものであり、整備される施設の運営及び維持管理に対応可能である。

各施設の維持管理および運営は、ラ・パス県の UCPA の指導の下に、地域統合組織である AUPA を核として、各 CRC・CA の自主運営に委ねられることとなる。現在の AUPA や CRC を構成する役員は各集落から選定されているものの、常駐職員はいない。したがって、持続的な地域運営を円滑に実施するためには、人材面からの機能強化が不可欠であると考えられる。そのためには、AUPA と CRC に組織運営を実施する常駐管理者が必要となる。当面は組織運営に必要な最小人員を確保し、プロジェクトの進捗度合いに応じて拡充して行くことが望ましい。

年間に必要な AUPA 運営の人件費は、以下のとおりとなる。

人員名	雇用期間 (箇月)	雇用 人数	雇用総数 (M/M)	人件費 (BS.)	人件費内訳	
					CRC/CA	道水路管理
管理・経理担当 (AUPA)	12	1	12	3,960	2,640	1,320
総務担当 (AUPA/CRC)	12	4	48	15,840	7,920	7,920
CRC、CA、道・水路管理	12	6	72	23,760	11,880	11,880
展示圃場管理 (CRC)	12	3	36	11,880	9,504	2,376
車両運転手 (CRC、道・水路管理)	12	3	36	11,880	3,960	7,920
合計				67,320	35,904	31,416

AUPA、CRC および CA の固定的費用は現在のところ AUPA 会費のみであるため、センター運営を円滑に行うためには、会費の増額、水路維持管理分担金や道路維持管理分担金等の徴収体制を確立する必要がある。

そのため、受益者負担金として水路維持管理分担金を年間 8Bs./戸と道路維持管理分担金を年間 8Bs./戸を徴収することとする。地区農家の平均年収は Bs.4,646 であり、各農家の維持管理に対する負担金は支払い可能である。また、これら負担金が徴収されれば自主的なセンター運営が可能となる。

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合、必要となる概算事業費総額は約 27.55 億円となり、日本側負担及び「ボ」国側負担はそれぞれ 26.95 億円及び 0.60 億円と見積られる。また本計画の全体工期は、実施設計を含め 41 ヶ月程度が必要とされる。

本計画が実施された場合の裨益効果は下記のように取りまとめられる。

灌漑用水路を土水路から練石積水路に改善することにより、農業用水の効率的利用が促進され、灌漑可能面積が 782.7ha から 893.1ha に増加する。また、水路維持管理のた

めの労力も軽減される。

幹線道路網の確立と連絡道路の整備により利便性が、橋梁の新設に伴い雨期に多発していた人身事故や交通遮断が解消されることにより安全性が大幅に改善され、地域住民 21,790 人の生活改善に直接裨益する。またこれら道路網の確立により輸送費も軽減され、地域経済の活性化を促進させる。

ラ・パス県が建設する CRC / CA にセンター支援機材を導入することにより、地域住民 21,790 人に対する生産・生活改善のための支援活動が推進される。

畜産改善器材の導入により、優良品種の導入が可能となり、地域農業の基幹である畜産経営が改善され、4,719 農家に改善効果が直接裨益する。

CRC / CA の活動を通じて、地域統合組織である AUPA の基盤が形成され、自立した組織運営体制が確立されることとなる。さらに、本件事業を基礎として、将来的な中期計画達成へ向けた行動が促進される。

本計画の実施による直接的効果は、農業生産の増大及び農家収入の向上、生活環境の改善にもつながり、また周辺経済の活性化及び「国家農牧農村開発計画」への寄与も期待されるとともに、広く住民の BHN の向上にも寄与するものであることから、本計画を無償資金協力で実施することの妥当性が確認される。

しかしながら、本計画により整備される諸施設、資機材をより効果的なものとするためには、次の諸点に留意する必要がある。

長い年月をかけて培われてきた集落組織や水利組織を基本として、地域統合のための組織である AUPA が結成されたが、比較的新しい組織のため、組織の運営体制や整備される施設の維持管理体制面において十分に確立された機構とは言い難い点があり、ラ・パス県の UCPA との連携を十分に取り、組織体制の確立を早急に図ること。

整備される施設の維持管理において、アチャカチ市やバタージャス市との連携は不可欠であるため、両市と AUPA による維持管理指針やプログラムの策定を早急を実施すること。

本地域の灌漑計画において、AUPA をはじめとして地域農民に灌漑システムの意図を十分に理解させるとともに、適正かつ公正な水運用に関する普及・指導を、CRC や CA の活動を通じて十分に実施すること。

本計画を円滑かつ確実に推進するために、事業実施機関であるラ・パス県は協議議事録において確認された事項を遅滞なく確実に履行するとともに、他の関係諸機関との緊密な協力の推進と、AUPA をはじめとする地域住民への支援と指導をこれまで以上に強化し、本計画の完成をベースとして、さらに発展させるべく中・長期計画遂行へと導くこと。

第 1 章

要請の背景

第 1 章 要請の背景

1.1 要請の経緯

ボリヴィア共和国は、地形等の自然条件により、標高 4,000m の山岳高原地帯、2,500m ~ 1,000m の渓谷地帯および 500m ~ 200m の東部平地帯の 3 地帯に大別される。1998 年における「ボ」国の人口は約 795 万人で、その約 70% が山岳高原および渓谷地帯に居住している。近 5 年における人口増加率は 2.41%、人口密度は国全体で 6.8 人/km² である。総人口の約 42% にあたる 310 万人が農業に従事し、農村地帯に居住しているものの、国家経済における農林漁業分野は GDP の 16% を占めるにすぎない。

「ボ」国の農業は、山岳高原および渓谷地帯で主に行われている従来からの伝統的農業（小規模・自給主体）と、東部平地帯において比較的新しく発展した農業（大規模・企業的経営）とに分けられる。総人口の約 70% が居住する山岳高原および渓谷地帯が現在でも同国の社会・経済にとって大きな役割を果たしているが、一方で同地帯に占める農村人口の 80% 以上が貧困状態にあり、これら貧困層の都市部への流入が過度の人口集中等の社会問題を引き起こしている。

農牧農村開発省(1997 年当時農牧庁)は、国の農業を推進する基本戦略として「農業分野における中期開発目標 1994-1997」を掲げ、その実現のために、「中規模農村都市農業開発プログラム」を 1993 年に策定した。このプログラムは、国内の中核的農村都市地域およびその周辺地域において農業生産、生活基盤を整備することにより、貧困の緩和および大都市への人口流入の抑制を目指している。こうした状況を背景として、1995 年「ボ」国政府は、中規模農村都市農業開発プログラムにおいて優先地域と位置づけられたラ・パス県アチャカチ地域の農業開発調査を日本国政府に要請した。これを受けて日本国政府は 1996 年から 1997 年にかけて同地域の開発調査を実施した。

「ボ」国政府は開発調査において提言された、アチャカチ地域における農村・農業開発計画を推進させるために、基幹部分に該当する短期目標を達成するための無償資金協力を要請してきた。

この要請に対して、日本国政府は調査の実施を決定し、国際協力事業団(JICA)は 1999 年 9 月から 10 月にかけて基本設計調査団を「ボ」国に派遣した。

本基本設計調査報告書は、現地調査の結果を踏まえ、国内解析・検討によって本計画の妥当性およびその効果を明確にするとともに、施設および資機材の最適規模および内容を検討し、基本設計、施工計画、概算事業費積算を行い、これらをまとめたものである。

1.2 要請の内容

本件の要請内容は、灌漑システム改修、道路改修、農業支援施設整備および資機材調達より構成され、以下に示す内容となっている。

工 種	施設内容	数 量
灌漑システム改修 (5システム、1,979 ha)	取水施設	5 カ所
	水路改修 (幹線水路)	57.7 km
	(支線水路)	11.0 km
	主要分水施設	123 カ所
	道路横断施設	36 カ所
	小規模溜池	2 カ所
道路改修	幹線道路(2ルート)	56.8 km
	地方道路(2ルート)	7.2 km
	橋梁	1 カ所
	潜水橋	6 カ所
	水路横断施設	81 カ所
農業支援施設整備	CRC 及び CA の機械格納庫	6 カ所
資機材調達	ブルドーザー	3 台
	掘削機	3 台
	ダンプカー	3 台
	トラクター	7 台
	除礫機	3 台
	ピックアップ	3 台
	オートバイ	15 台
	ソーラ発電設備	6 式
	無線機	6 台
	展示圃場機材	3 式
	研修用机・椅子	1800 個
	受精機器	6 式
	精液保存器	7 式
	去勢はさみ	16 個
	羊毛はさみ	16 個
	ピックアップ(UCPA用)	1 台
	視聴覚機材	6 式
	干し草用梱包機	3 台

第2章

プロジェクトの周辺状況

第 2 章 プロジェクトの周辺状況

2.1 当該セクターの開発計画

2.1.1 上位計画

本計画は、1996 年から 1997 年に我が国の技術協力により実施された「ラ・パス県アチャカチ地区農村・農業開発計画調査」で提言された、計画対象地区の持続的な発展のための施設整備のうち、短期整備計画として提案された整備内容が要請の骨子を構成している。

同調査は、国家農業行政の主務官庁である農業・農牧・農村開発省（1996 年当時は農牧庁）が、1993 年に発表した農業生産振興のための基本戦略の一つ「農牧部門開発中期基本計画 1994 - 1997」の基本プログラムである「中規模農村都市農業開発計画（PRODARCI）」を上位計画として実施された。しかしながら、中規模農村都市農業開発計画は、政権交代のために、日本の技術協力による「ラ・パス県アチャカチ地区農村・農業開発計画」のみで終了した。現在は、1998 年 11 月に発表された「国家農牧農村開発政策」により農業政策が推進されているが、基本的には地方分権化による大衆参加法を継承しているため、PRODARCI により設定されたプロジェクトを継続発展させる方向にある。

「国家農牧農村開発政策」の基本的な枠組みは次のとおりである。

- 総合的、持続的および参加型開発の理論的枠組において、農村部における貧困の客観的原因の解決を図る。
- 国家食糧保証へ寄与する。
- 生産や生産性増加および生産や市場の基盤改善への貢献や、社会的促進環境に向けた行動を支援する。
- 農村経済開発の推進、生産支援業務の改善、食糧生産やアグロインダストリーの連携強化の促進を進める。
- 南米大陸の統合や世界的グローバル化の枠組において、競合力を伴う農産物の輸出を維持推進し、農産物や畜産物そしてアグロインダストリーの製品の輸出拡大や多様化の条件を整える。
- コカ栽培の撲滅を目指して代替作物の計画を推進し、主要な不法生産地区において集中的にその活動を実施し、農村の人口流出地区やコカ栽培のポテンシャルの高い地区においてプロジェクトを実施する。

2.1.2 財政事情

「ボ」国経済は、1989～1998 年の 10 年間に、GDP においては年率 4.2%、一人当たり GDP では年率 1.8%の成長を遂げ、1998 年の GDP は 7,709.4 百万 US\$、一人当たり GDP は 968.8US\$である。しかし、農業セクターにおける GDP は年率 2.7%にすぎず、1998 年における同部門のシェアは 15.4%と年々減少傾向にある。消費者物価指数においては、1991 年以降鎮静傾向にあったが、近年は緩やかな上昇傾向を示し、それを反映して、対ドルレートも低下を続けている。

貿易収支については、1990 年以降完全な輸入超過となっており、1998 年には 655.3 百万 US\$の入超となっている。対外総債務残高についてもあまり改善の傾向は見られず、1997 年において 5,244 百万 US\$であり、そのうち長期債務が 4,570 百万 US\$と 87%を占め、依然として国家財政は困難な状況にある。長期債務のうち二国間債務は 1,420 百万 US\$、多国間債務は 2,681 百万 US\$である。

このような財政危機に対して、「ボ」国政府は経済調整に基づく構造改革を実施し、小さな政府への変換を推進している。そのため、予算規模も年率 4%程度の伸びに押さえられている。1997 年度の予算案では 611.6 百万 US\$であり、農業セクターに

対する投資額は 18.4US\$ (全体の 3.0%) が見込まれている。

対外債務に対する返済額は、1997 年において 475.2 百万 US\$であり、そのうち二
国間債務に対しては 58.9 百万 US\$、多国間債務に対しては 251.52 百万 US\$が割り当
てられている。

国家予算の推移

単位：百万 US\$

区 分	1994	1995	1996	1997	1998	1997/1994
(1)国家予算	505.4	519.7	588.7	611.6	***	1.21
(2)農業部門	16.2	17.3	19.5	18.4	***	1.14
(2)/(1)%	3.2%	3.3%	3.1%	3.0%	***	0.94

出典：INE, Anuario Estadístico

主要な経済指標は次のとおりである。

主要経済指標

区 分		単位	1994	1995	1996	1997	1998	1998/1994
GDP	GDP	百万 US\$	6,450.3	6,752.1	7,046.5	7,360.1	7,709.4	1.20
	一人当 GDP	US\$	891.3	910.7	928.1	946.7	968.8	1.09
	農業部門%	%	17.1	16.9	16.4	17.1	15.4	0.90
消費者物価指数		%	7.9	10.2	12.4	4.7	7.6	
貿易収支	輸 出	百万 US\$	985.1	1,041.4	1,132.0	1,166.5	1,104.0	1.12
	輸 入	百万 US\$	1,015.3	1,223.7	1,368.0	1,642.7	1,759.3	1.73
	収 支	百万 US\$	-30.2	-182.3	-236.0	-476.2	-655.3	21.70
債 務	長 期	百万 US\$	4,313.0	4,707.3	4,550.1	4,570.0		(1.06)
	内二国間	百万 US\$	1,763.9	1,816.5	1,583.3	1,420.8	***	(0.81)
	内多国間	百万 US\$	2,275.6	2,579.0	2,636.1	2,681.3		(1.18)
	IMF	百万 US\$	263.6	267.8	276.1	248.1	***	(0.94)
	短 期	百万 US\$	266.0	286.4	348.4	426.0	***	(1.60)
	総債務	百万 US\$	4,842.6	5,261.5	5,174.6	5,244.1	***	(1.08)
債務返済額	債務返済額	百万 US\$	347.4	371.7	412.9	475.2	***	(1.37)
	内二国間	百万 US\$	75.1	60.2	54.2	58.9	***	(0.78)
	内多国間	百万 US\$	199.8	219.8	239.3	251.5	***	(1.26)
対ドルレート		Bs./US\$	4.7	4.9	5.2	5.4	5.6	1.19

出典：Basic Socio-Economic Data, IDB, 15 November 1999

2.2 他の援助国、国際機関等の計画

「ボ」国は重債務国であり、パリクラブ債権国会議において過去 6 回の債務救済措置が実施されてきたが、1996 年には対外債務残高が約 44 億 US\$に達した。そのため、1997 年 9 月に、世銀 / IMF による重債務貧困国債務イニシアティブ(HIPIC Debt Initiative)の適応国となり、多国間および二国間援助において合計 4 億 5 千万米ドルの債務削減が合意された。このような状況において、現在経済調整に基づく各セクターの改革が進められており、各国際援助機関もこれに沿う形で協力を実施している。

「ボ」国における主要な援助機関は次のようにまとめられる。

援助形態	援助機関	援助の概要
国際機関	世界銀行	教育改革、保健改革及び法制度改革等に対して資金的・技術的支援を行い、「ボ」国に対する最大支援機関 社会投資基金(FIS)への最大資金拠出機関
	欧州共同体委員会(EU)	教育改革、基礎衛生分野(飲料水確保)、流域管理、農業、産業振興等のプロジェクトを実施
	国連開発計画(UNDP)	国家行政の近代化のための各種支援事業 農業、産業、運輸、通信、保健及び教育等のプロジェクト実施
	米州開発銀行(IDB)	保健改革及び教育改革への資金援助 現在「統合的基礎保健サービスおよびセクターの組織強化プログラム」を実施
二国間援助	米国(USAID)	民主化、経済活動参画への機会、保健、環境、麻薬対策を協力の柱として支援
	ドイツ(GTZ)	「ボ」国をパイロット国として「参加型開発と良い統治」を促進するための援助を積極的に実施 国家近代化(地方分権化、大衆参加法、法制度整備)、社会インフラ整備(教育改革、基礎衛生・保健)、農村開発、環境保全、中小企業への小規模融資を実施
	オランダ	「参加型開発」に重点をおいたプログラムの実施 特に、国家および市町村開発に重点を置いた支援を実施
	スイス	「農村生産性向上」および「天然資源の持続的運営」分野を主体に実施

本調査地区においては、NGO組織(CARTAS)がUSAIDの資金により散発的に道路補修を実施しているものの、国際機関や二国間援助計画との重複はない。

2.3 わが国の援助実施状況

わが国の「ボ」国に対する経済技術協力は、1960年代に開始され、1997年度までの累計は、技術協力：39,258百万円、無償資金協力：56,198百万円および有償資金協力：105,843百万円となっている。

これまでの技術協力は、農牧業、保健・医療等の分野で、特に貧困層の地位向上を目的とした支援を行っており、開発調査においては無償資金協力との連携を視野に入れた計画策定を実施している。無償資金協力においては、保健・医療、農業、居住環境等の基礎生活分野を中心に行っているほか、近年は「ボ」国に債務削減措置が適応されており、新規の円借款供与を停止している状況にあることから、農道整備、空港管制塔施設等の経済インフラ分野に対する協力も実施している。

農業分野への援助は食料増産援助を中心として、7件の無償資金援助が実施された。そのうち5件は地方農村部の農道整備(ポトシ、ラ・パス、チュキサカおよびオル口の全62路線、2,637km)であり、農村部地域住民の生活・文化および経済の向上に貢献している。プロジェクト技術協力としては水産・畜産分野を中心として4件実施され、現在住民参加による土壌侵食防止計画が実施されている。開発調査としては、6件の農業開発計画調査が実施されており、本案件の母体となった「ラ・パス県アチャカチ地区農村農業開発計画」が1996年から1997年にかけて実施された。機材調達としては11件実施されており、農業基盤の基礎条件を改善するために種々の農業関連機材が供与されている。

これまでのわが国の「ボ」国に対する農業セクターへの援助実績は次のようにまとめられる。

農業セクターへの援助実績

協力形態	件名等	支出等
無償資金協力	食料増産援助	76.00 億円 (1985-1998)
	養殖開発センター建設計画	8.05 億円(1986)
	コチャルンバ州野菜種子増殖計画	14.16 億円(1987)
	ホトシ農道整備計画	7.58 億円(1989)
	家畜繁殖改善計画	7.24 億円(1990)
	ラ・パス農道整備計画	7.67 億円(1990)
	チキカ及びタリ農道整備計画 カカ農道整備計画	15.65 億円(1991) 7.96 億円(1992)
技術協力	長期専門家派遣 (全分野) 短期専門家派遣 (全分野) 第三国専門家 (全分野) 日系第三国専門家 (全分野) チーム派遣実績 (全分野) 研究協力 (全分野) 青年海外協力隊 (全分野)	149 名 105 名 5 名 (1996 年度から開始) 2 名 (1997 年度から開始) 1 件 1 件 429 名(1977-1999)内農林水産 67 名
	プロジェクト技術協力	ホリグイ家畜繁殖改善(1987-1994) ホリグイ水産開発研究センター(1991-1998) ホリグイ肉用牛改善計画(1996-2000) タリ渓谷住民造林・侵食防止計画(1998-2003)
	開発調査	柑橘栽培地造成計画 1962 チャレ農業開発計画 1976 1977 サタア地区農業農村開発計画 1988-1990 森林資源管理計画 1989-1991 サタクルス県農産物流通システム改善計画 (1993-1995) ラ・パス県アチャカチ地区農村農業開発計画 (1996-1997)
機材調達	測量機械 (1965) 農機具 (1965) 灌漑ポンプ (1967) 測量用器具 (1969) 水産養殖指導普及用機材 (1981) 水産養殖機材(1982-83) 農業機材 (1984) 稲作普及用機材 (1985) 水産養殖機材(1989) 農産物加工技術研究用機材 (1997) 灌漑排水調査測定機材 (1997)	1,652 千円 (農林省農林開発企画庁) 520 千円 (コチャルンバ州立果樹栽培試験場) 2,622 千円(コチャルンバ州立果樹栽培試験場) 1,720 千円 (農地改革院) 38,753 千円 (農牧省水産研究所) 11,294 千円 (農牧省水産研究所) 41,026 千円 (熱帯農業研究センター) 4,387 千円 (熱帯農業研究センター) 72,442 千円 (農牧省水産研究所) 34,164 千円 (カブリエル・レネ・モノ大学) 5,543 千円 (農業農村開発省)

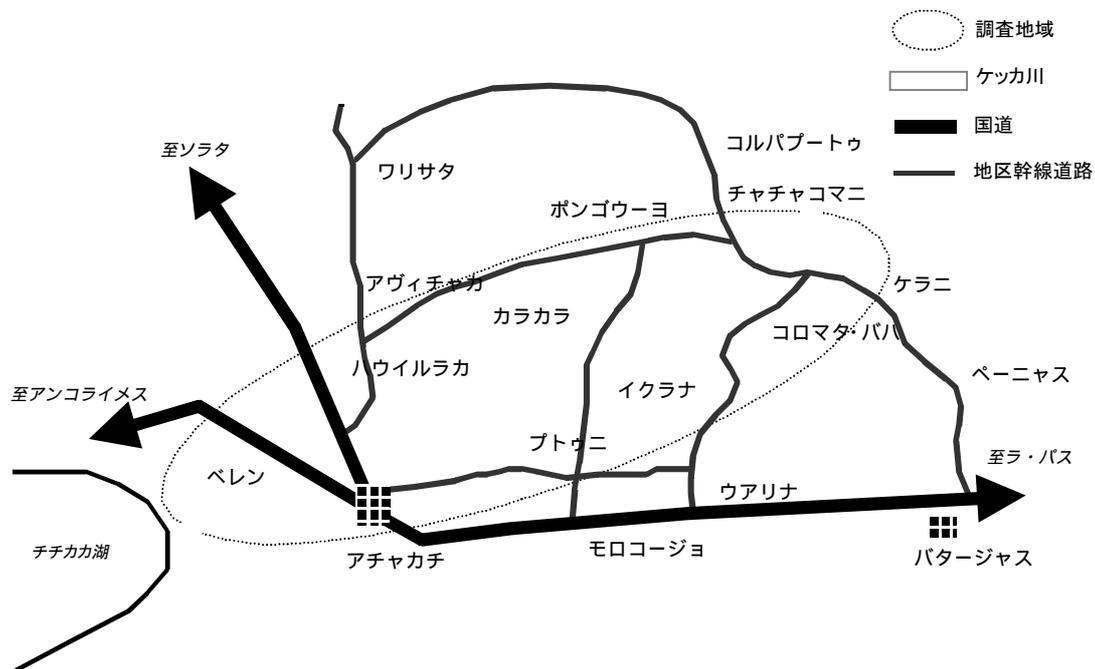
2.4 プロジェクト・サイトの状況

2.4.1 自然条件

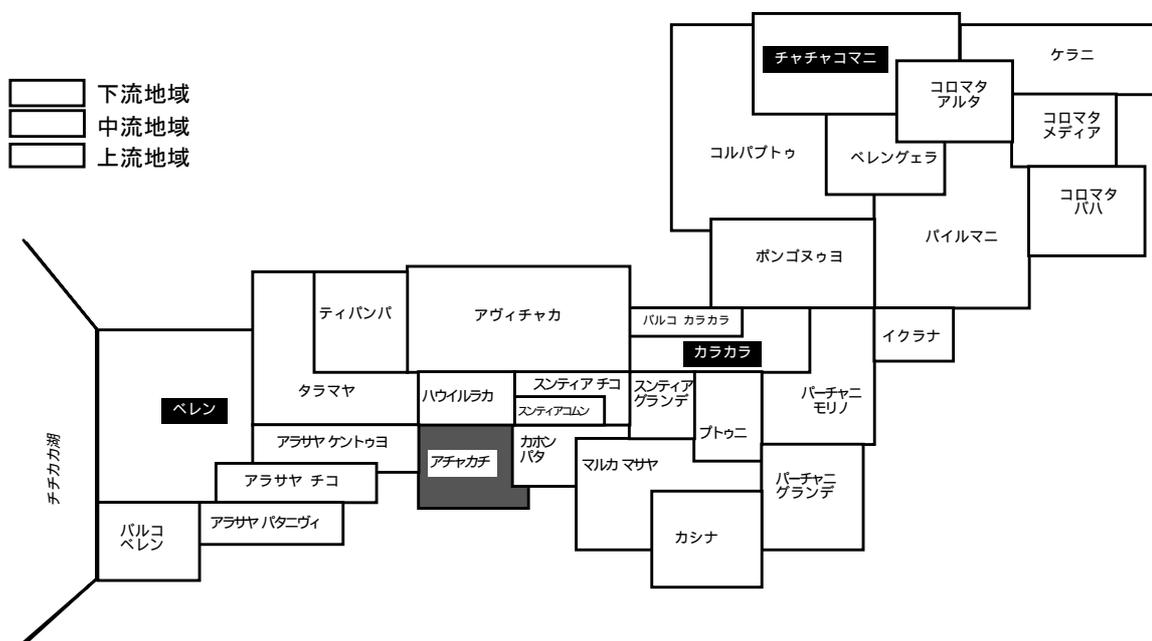
(1) 概要

本調査地域は ラ・パス県のオマスヨス郡とロス・アンデス郡に位置する。調査地域の北西部に位置するアチャカチ市はオマスヨス郡の郡都であり、対象地域の行政や経済の中心を形成している。同市は首都ラ・パスから 96km に位置する。調査対象地域はアチャカチ市およびその周辺の 30 のコミュニティより構成される。現状の問題点と開発要請に関する地域的な特性を考慮すると、調査地域はケッカ川沿いに自然社会条件、行政区分、現況営農体系から上流域、中流域、下流域の三地域に区分される。さらに、調査地域を現状の経済活動の面から観た場合、上流域はバタージャス市およびラ・パス経済圏、中流域から下流域はアチャカチ市地域を中心とした経済圏に属する。これらの状況は、行政区分、立地条件、集落の歴史的背景と調査地域内の道路網未整備等の複合により形成されている。

調査対象地域の広域的立地状況



対象地域の集落分布状況



(2) 気象

調査対象地域の気候は亜熱帯性高地気候であり、雨期・乾期の区別が明白である。年間降雨の大半が雨期に集中し、乾期に於いては乾燥した低温の日が続く。一般気象を整理すれば次表のとおりである。

年平均降雨量	590	mm	年平均気温	7.1
平均最高気温	14.6		平均最低気温	-0.4
年平均湿度	65.8	%	年平均風速	12.8
年平均日照時間	2,859.4	hr	年平均蒸発量	1,434
年間霜日数	170	days	年間降雹日数	4
				days

(3) 水 文

ケッカ川には調査地域内に3支川があり、上流からコルパ川、ハパ・ハウイラ川、チアル・ホコ川である。また、ケッカ川中央部には泉があり通年湧水がある。現在コルパ川とハパ・ハウイラ川からは洪水時を除き河川水の流入が無い。アチャカチ観測所およびケッカ川の主要取水口地点の月平均流量は、湧水や取水量等を考慮し下表の様に表示される。

(Unit : MCM)

観 測 所	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
アチャカチ	26.90	33.47	29.34	18.65	8.76	4.11	2.12	1.62	1.58	2.96	7.43	19.35	156.30
上流(コマタ・アルタ)	22.71	28.49	24.76	15.66	7.25	3.40	1.71	1.53	1.50	2.56	6.28	16.32	132.16
中流(フトウニ)	22.66	28.64	24.75	15.31	6.78	2.91	1.19	1.01	0.99	2.04	5.82	15.97	128.05
下流(パレ)	22.38	28.38	24.47	15.03	6.50	2.64	0.91	0.73	0.72	1.75	5.55	15.69	124.75

(4) 河川の状況

本計画で計画するケッカ川上の工作物はチチカカ湖の上流約17km地点及び22km地点の潜水橋No.6及びNo.4と、約28km地点に位置するケッカ橋である。チチカカ湖からケッカ橋までの平均河床勾配は約1/160と急であるが、川幅が広く深さが浅い(ミオ筋深で概ね1m前後)のために流水に対する抵抗が大きく流下能力は乏しい。施設計画地点では、ミオ筋は小さいものが複数形成されており、河岸の侵食も所々に見られる。アチャカチ市内にある国道の橋梁地点からケッカ橋に至る河床勾配は、川幅の変化とも関連してばらつきもあるが、全体を通してみると概ね次のような勾配が形成されている。

区 間	平均河床勾配	河床礫の状況(目視による)	工作物
国道 ~6.0km	1/300	2~5cm程度の小径の礫で被覆されており業者による砂利採取が盛んに行われている。	
~11.3km	1/193	2~15cm程度の小径の礫で被覆されている	潜水橋 No.6
~19.0km	1/99	2~20cm程度の中径の礫で被覆されている	潜水橋 No.4
~22.0km	1/60	5~30cm程度の大径の礫で被覆されている	ケッカ橋

河川の安定度を評価するための調査記録等はないが、唯一、国土地形図(1955年撮影、縮尺1/50,000)と、本計画の開発調査時に撮影した地形図(1996年撮影、縮尺1/5,000)が比較可能な資料である。両者に精度の差があるので詳細までは判別できないが、施設計画地点では顕著な河道の移動は見られない。ケッカ川全体を見た場合、河道の移動は主に湾曲部で認められる。次表にケッカ川及び支流の現況と旧況の比較を記す。

[ケッカ川本流]

地 点	場 所	河床勾配	河川幅	旧況との比較
チチカカ湖				
8km 地点	アチャカチ市国道		(100m)	
17km "	潜水橋 No.6	1/150	135m	河道位置の変化は少ない。河道幅は約330mとみれるが、現状の氾濫源の幅とほぼ符合する。
22km "	潜水橋 No.4	1/100	107m	河道位置の変化は少ない。河道幅は約130mと読取れ、氾濫源もしくは若干河道縮小の可能性がある。
28km "	ケッカ橋	1/100	150m	河道位置に変化はなく、旧況の河道幅も約150mと変化は無い。また、現在と同じ位置で用水の取水が行われており、安定度は高いと思われる。
29km "	" 上流	1/70	(120m)	

(注) 施設地点の河川幅は実測、()書きは地形図からの読取り

[ケッカ川支流]

地 点	場 所	河床勾配	河川幅	旧況との比較	
コルパ川	2.2km	潜水橋 No.2	1/60	45m	河道位置の変化は少なく、河道幅は判別不能。
	3.4km	潜水橋 No.3	1/50	27m	河道位置の変化は殆ど無く、河道幅は判別不能。
チアル川	7.8km	潜水橋 No.1	1/100	79m	河道位置の変化は少なく、河道幅は判別不能。
	3.4km	潜水橋 No.5	1/120	106m	河道位置の変化は少ない。河道幅は約 150m と読取れ、氾濫源もしくは若干河道縮小の可能性はある。

(注) 施設地点の河川幅は実測、()書きは地形図からの読取り。地点距離はケッカ川合流点より。

河床高の変動については、ミオ筋が浅く洗掘を受けていないこと、河川背後地との高低差がごく小さいこと、長期に亘り用水の取水が行われていること、地域住民からの聞き取り調査の結果等から、著しい変動傾向は見られず比較的安定していると考えられる。ケッカ川及びその支流とも河川状況を一変させるダム、頭首工のような工作物は無いため、今後、気象の著しい変化などの不確定な要因が発生しなければ、河床高の変動は生じたとしても小規模な範囲に留まるものと推察される。尚、ミオ筋位置については聞き取り調査からも変動が認められており、施設計画ではこの点に留意する必要がある。

(5) 土 壤

上流域の土壌は、20 cm 以下の浅い表土で、深部は礫土と小石により形成されている。水分保持力に乏しく、過乾燥下では、置換性カルシウム、マグネシウム、カリウムなどが低位から中位へ、ナトリウムは中位から高位へ変化する。中流域の土壌特性は、浅い表土と低い水分保持力で上流域と類似している。下流域の土壌は、平らな地勢の影響で、適度に深く適度に発達している。土壌構造は、クレイロームとシルトロームで、表土は黒く、深部では斑な雑色となり、十分な水分保持力をもつ。化学特性では、中性から強アルカリを示し、耕土で pH 6.7、50~60 cm の深部では pH 9.0 である。

(6) 土地利用

調査地区内の農用地は、合計で 6,585 ha あり、このうち耕地が 5,346 ha、草地在り 1,239 ha である。各流域別の土地利用の概要は次のとおりである。

単位：ha

区 分	上流域	中流域	下流域	計
河川	105.5	449.8	47.4	602.7
宅地・道路	367.4	445.5	361.0	1,182.9
草地	368.7	812.6	57.5	1,238.8
畑地	857.4	2,786.1	1,702.1	5,345.6
計	1,708.0	4,494.0	2,168.0	8,370.0

(7) 行政・人口

ボリヴィア国は 9 県から構成されている。県行政レベルと市行政レベルとの間に郡とディストリクトの 2 段階の行政レベルがあり、それぞれ郡長とコレヒドールが任命されている。ラ・パス 県は 19 郡から構成されており、調査地域はオマスヨス郡とロス・アンデス 郡にまたがり、調査地域全 31 集落の内 21 集落がオマスヨス郡アチャカチ地区に、6 集落がオマスヨス郡ウアリナ地区に、2 集落が オマスヨス郡ヴィジャ・アスンシオン・デ・コルパブトゥ 地区に、1 集落が ロス・アンデス郡ヴィジャ・サンファン・デ・チャチャコマニ 地区に、1 集落が ロス・アンデス郡ケラニ地区にある。調査地域の人口は 36,790 人で、6,610 世帯が居住する。民族的には 98%がアイマラで、残りの 2%がケチュア及びメスティーソ等で構成される。

(8) コミュニティー

コミュニティは、元来いくつかの異なった血縁集団が地縁的に結びつくように

なって形成された社会的な組織である。住民はコミュニティーを通じて日常生活を行い、発生する問題の解決を図ってきた。コミュニティーの内部では、住民は共通の利害関係を基にした経済・社会的なつながりを持ち、学校、病院、交通手段といった公共サービスを共有してきた。言い換えれば、社会的共存のために住民それぞれが役割を分担し、団結して責任を果たすよう求められてきた。

1953年の農地改革法によってコミュニティーは、伝統的・社会的な組織としての機能を残したまま公に存在が認められ、かつその存続が保証された。この法律によって、コミュニティーは住民共通の利害を代表する公的な存在となった。1994年には大衆参加法が制定され、ここで始めてコミュニティーは行政上の末端組織(OTB)としての権限を与えられた。この法律では、OTB毎に住民の代表者である監査委員を置き、市の事業を監督すると共に、コミュニティーは自らの発展のために公共事業の企画、提案及び事業監理を担当することが定められた。1995年の地方分権法では、中央政府の行政権の多くが県レベル以下の地方行政組織に移管され、コミュニティーに対しても、管轄している市の認可を得れば利用できる、独自の開発予算が割り当てられる事になった。

(9) 土地所有

1953年の農地改革法によって、土地無し層を含む小規模農家に対しても、土地を耕作に使用するという条件で土地が分配され、私有地としての所有が認められた。現在、調査地域内の1戸当たりの土地所有面積は、28haから0haまでの間にあるが、ほとんどの世帯の所有面積は3ha以下である。土地無し層は小作人として働くか、金銭で土地を借りて農業を営んでいる。1996年10月には新たな土地法(INRA Law)が制定された。この法律は、土地の所有権に関わるシステムの改善や、そのために国家農地改革組織を設立することなどを定めている。

(10) 農業

調査地域の農業の特徴である伝統的農業は、自給を中心とした作物生産と畜産との混合農業である。自給的作物は、ジャガイモ、ソラマメ、キヌア、野菜などがあり、畜産物では、羊肉、生乳、チーズなどがある。

主食のジャガイモと飼料作物の大麦及びえん麦は、調査地区の全域で栽培されているが、ソラマメ、タマネギ、野菜類とアルファルファは、下流側(下流・中下流)で見られる。一方、キヌア、オカなどの二次的な食糧作物は主に上流側(上流・中上流)で見られる。年間のジャガイモ自給の消費量は、5人家族で800~1,000kgが必要とされるが、他の作物(ソラマメ、キヌア)の自給や畜産物の自給によって、実際上のジャガイモ消費は、600~700kgと推定される。ジャガイモ生産に要する1戸当たり面積は、上流側で0.3~0.4ha、下流側で0.2haと推定される。上流側ではキヌア、下流側ではソラマメが二次的な自給食糧となっている。畜産物の自給では、羊肉の自給が年間2~4頭あり、上流側の方がやや多い。その他、チーズや生乳の自給も全域で見られ、年間の自給量は、400~500kg(生乳換算)と見積もられる。

対象地域の作物暦は、以下のとおりである。

作物	播種期	収穫期
ジャガイモ(灌漑)	9月~10月	2月~3月
ジャガイモ(非灌漑)	8月~9月	2月~3月
ソラマメ	7月~9月	3月~4月
タマネギ(灌漑)	7月~9月(移植)	11月末~12月末
キヌア	7月末~8月末	3月~4月
大麦	9月~10月	3月~4月
えん麦	10月~11月	4月~5月
アルファルファ	10月~11月	(1)1月末 (2)3月 (3)4月

上流域では、アルファルファやソラマメがほとんど見られないので、輪栽では、主として根菜類(ジャガイモ、オカ)と穀類(キヌア、大麦)の輪栽が75%を占め、いずれも収穫後約6ヶ月の休耕(fallow: 耕起後、作付けせずそのまましておく)をおこなう。中流域では、ソラマメがジャガイモや飼料作物(大麦、えん麦)の前に

作付け(60%)される。 ジャガイモと大麦の輪栽は 23%である。下流域では、ソラマメの輪栽が 66%、アルファルファの輪栽が 14%、ジャガイモと大麦の輪栽は 20%である。

対象地域における各作物の単位収量は、以下のとおりである。

ジャガイモ（上流域および中上流域）	2,500	kg / ha	
ジャガイモ（中下流域）	2,700	kg / ha	
ジャガイモ（下流域）	3,600	kg / ha	
ジャガイモ（換金作物農家）	5,000	kg / ha	
ソラマメ	720	kg / ha	（ 緑豆 ）
タマネギ	15,000	kg / ha	（ 葉付き ）
キヌア	500	kg / ha	
大麦（えん麦も同様）	2,000	kg / ha	（ 乾草 ）
アルファルファ	2,500	kg / ha	（ 生草：雨期 3 回収穫 ）

調査地域内で飼養されている主要な家畜は牛と羊である。調査地域上流の山岳高原地帯では、リヤマやアルパカの飼育も見られる。調査地域での家畜飼育上の最大の問題は、飼料不足、家畜の資質不良と矮小化に集約できる。

上流地域では、各農家の土地所有面積が 5~7 ha と広いが、耕作地は 1 ha 以下と小さく、牛 3~4 頭と羊 20~30 頭の経営形態が多い。中上流地域は、上流地域と同様の気象条件下にあり、農業の経営形態も類似している。

中下流地域は、土地所有面積約 2~4ha で、家畜飼養は牛が 4~6 頭、羊 10~20 頭と牛の飼育が多く、特に乳牛を飼養する農業者が多く見られる。土地面積が狭いため飼料の確保ができず、必然的に家畜に十分な栄養を与えることが出来ない。栄養不足と牛の資質が悪いことが重なり、搾乳牛 1 頭当たり最盛期乳量は 1 日 4~5kg で、乳期が短いため年間総量では 600~700 kg と極端に少ない。下流地域は、乳牛の飼養農業者が多く牛乳販売が農業収入の基礎となっている。しかし、牛乳の生産量は最盛期で 1 頭当たり 1 日 5~6kg、乳期が 6 ヶ月程度と短く、年間の産乳量は 700~800 kg である。

(11) 流 通

小生産者層と都市消費者との間には幾つかの中間業者が介在する。小生産者は農産物を庭先まで買い付けにやって来る小規模仲買人か、または地方市場業者に販売し、小規模仲買人と地方市場業者は買い付けた商品を大規模仲買業者に転売する。大規模業者は商品を都市に運搬し、卸売業者または直接小売業者に販売する。大規模仲買業者と運搬業者が兼業の場合も多い。零細な規模では小生産者が自力で都市市場業者や消費者に直接販売する機会もある。各層での中間マージンの割合は 1987 年度 SNAG の調査に依れば、ジャガイモの場合、小売業者が小売値の平均 38.8%、卸売業者が平均 11.6%、生産者が平均 49.6%となっている。

対地方消費者では、小生産者は農産物を小規模仲買人か、地方市場業者か、或いは地方市場で直接消費者に販売する。地方市場では物々交換が可能である。

(12) 農業支援

調査地域の農業支援サービスは地域農業開発のためには十分ではない。特に公的な制度的支援システムは機能していない。地域で行われている支援は全て非政府組織 (NGO) によって行われている。NGO の支援は点から点によって行われており、その支援単位は個々のコミュニティーで、効果は面的な地域に及んでいない。

アルティプラーノにおける公的な農業研究は、サン・アンドレス大学(UMSA)のベレン試験場で行われている。ベレン試験場では、地域社会交流プログラムのなかで農業普及を行っている。

調査地域における農業開発への融資・信用事業は、私的な融資機関と NGO が技術支援の一環として実施している。現在、公共投資・国際金融庁に登録されている全国の NGO の数は 501 組織であり、そのうち 207 組織がラ・パス県で活動を続けている。ラ・パス県では 98 組織が農業畜産開発分野、信用事業 4 組織、教育関係 141 組織、環境関係 67 組織、保健衛生 98 組織がそれぞれ活動している。調査地域での NGO 活

動は、農業、植林、畜産分野での活動が見られ、その他いくつかの活動が過去に行われた。2 コミュニティーでのビニール温室栽培、4 コミュニティーでの植林計画、1 コミュニティーでの婦人の所得創出計画が、現在実施されている。

2.4.2 社会基盤整備状況

(1) 道路・交通

ポリヴィア国での道路は、国道、県道、地方道に区分される。対象地区内の国道はラ・パスからの2号線に連なる16号線が下流地域を南北に縦断しており、アスファルト舗装が敷設されている。その他の道路は全て土道で、幅員は2~7m、横断構造物や橋梁の不備等の問題を抱え、通行不能の個所もあって、地区内道路網の形成を困難なものとしている。道路の建設・維持管理整備は県及び市が担当しているが、予算等の問題から十分な手当てはなされていない。

対象地区内の公共輸送は、地区外と同様に、郡単位の私的組織である輸送組合によって運行される路線バスが担っている。定期路線はアチャカチを起終点とする都市間と上流コルパプト及びチャチャコマニを終点としてペーニャを通過する路線があるが、いずれも対象地区の南北を通る路線で、東西に対象地区を縦断する路線はない。集落において“市”が開催される場合は臨時のバスが運行される。

(2) 上水道

調査地区内アチャカチ、ワリサタ、ウワリナの各主要都市には水道施設が整備されている。集落レベルでは7集落において共同水栓方式を含めた水道施設が整備されているが、受益者は一部の住民に限定される。集落の配置が散居状であること、水源がポンプ揚水主体となることが、集落を一体とした整備が進まない要因となっている。集落レベルの上水道整備の多くはNGOや国際機関からの援助で実施されている。

(3) 電気

対象地区内31集落の内、13集落が電力供給を受けているが、8集落では部分供給である。集落の電化は、集落の申請事業で工事費の一部地元負担があるため伸展しない側面がある。現在6集落において電化の計画が進行中で、主要個所へ電柱が集積されている。

(4) 保健・医療

アチャカチ市には緊急治療にも対応する病院がある。対象地区の集落部においては、チャチャコマニ、ケラニに保健所がある。NGOが進めている“プランアルティプレーノ”により2箇所(スンテアグランデ、コルマタ・バハ)の保健センターが施設されたが、常駐の要員はいない。今後は、本計画で施設される村おこしセンターに隣接してポリヴィア側の負担で保健所を建設する計画となっている。

(5) 教育

ポリヴィアの教育制度は、初等教育(5年)、中等教育(3年)、高等教育(4年)で、高等教育では一般及び技能コースに分けられ、技能コースは専門学校と位置付けられている。成人の非識字率は約17%であり、対象地区内における初等・中等教育での就学率は約80%となっている。31集落のなかで学校が無いのは6集落であるが、中等教

育施設は 6 集落に設置されている。

(6) 通 信

電話網はアチャカチ市だけが利用可能である。近年、携帯電話が普及しているが、対象地区内中・上流部では中継が悪く交信状況は不良である。郵便局はアチャカチ市内に一個所あるが、配達は市内地域に限定されている。

(7) 集会施設

ボリヴィアにおける行政の最末端組織であるコミュニティは、従来から構成員の合議でコミュニティの意志決定を行ってきた。近年の大衆参加法の施行は、地域開発行為がコミュニティの意志で実施可能となったことから、コミュニティ内あるいは近隣コミュニティとの協議を増加させている。対象地域で集会施設をもつコミュニティは 11 であり、集会施設を持たないコミュニティでは校庭、広場及び個人の家が集会に利用されている。

2.4.3 既存施設・機材の現状

(1) 灌漑施設

調査地域の灌漑システムは、水源から圃場まで重力灌漑方式が一般的である。一部、下流のベレン地区で携帯型のポンプを利用して水路より高位部の畑が灌漑されている。河川の豊水期を除き、各灌漑システムでは輪番灌漑が行われ、圃場レベルでは畝間灌漑が一般的である。既存の灌漑システムは、導水が可能な地域へ拡大を繰り返した結果により現状のシステムが構成され、利用可能水量から灌漑面積、施設容量が定まってははいない。

既存灌漑システムの水源は全て、ケッカ川及びその支流の表流水で、河床砂礫を積み上げた導流堤で水路への導水をおこなっている。水路は土水路が一般的であるが、部分的には石積みやコンクリートライニングの区間も見受けられる、しかし、その延長は全線でも 200m 以下である。扇状地形に位置する水路系では表土が薄く、砂礫層を水路基盤とするものが殆どで、水路内面からの漏水が多い。漏水調査結果では平均的に 0.5 lit/100m 程度で、2.0 lit/100m に達する水路もある。

幹線水路から二次水路、あるいは水路から圃場への分水に分水施設が設けられているのは極まれで、殆どは石や植物根で水路内水位を堰上げ、水路側壁を開削して圃場へ導水している。灌漑圃場の殆どは水路沿いに展開するため、幹線・支線の区別なく水路から農地所有者毎の分水が行われている。水路横断構造物では、幹線道路横断にコルゲートパイプを使用している他は、木材で水路の渡しを架けるか、あるいは水路内へ置き石を設置するのが一般的な道路横断方法となっている。

灌漑施設の維持管理は、灌漑システムに関連する各コミュニティの水利担当役 (Alcalde de Agua) が協議し、水配分、水路清掃及び取水口管理を行う。利用可能水量に比較して水需要が多いため、現状においても施設管理は十分に行われている。

無償要請がなされた 5 灌漑システム (No.27、No.12、No.9、No.3、No.2) の現状は以下の通りである。

1) No. 27 灌漑システム

No. 27 灌漑システムは 5 系統の水路、総延長約 15 km、コルマタ・アルタ、コルマタ・メディア、コルマタ・バハ周辺の 451 ha が計画対象の灌漑面積である。取水はケッカ川の上流左岸コルマタ・アルタ地点で、農民により築造された取水路（コンクリート製の U 型フリューム L=90m）がある。取水路は、河岸にせり出した丘陵の裾部に設置されているが、その中間部においては沈下により側壁の一部が内側に変位している他、側壁と底版の継ぎ目からの漏水も多く、全面的な改修が必要である。取水路につながる水路はすべて土水路で、砂礫層が主体の扇状地形上に位置するため水路からの漏水は多い。水路縦断は等高線に直角方向が主体で、平均的には 1/100 の急勾配で施設されている。水路への分水、圃場への分水にはゲートはなく草根・石塊により取水の調整を行なっている。施設的な問題点としては、ケッカ川の洪水により侵食の被害を受けている個所、雨期には湛水し水路が水没する個所等がある。

2) No. 12 灌漑システム

No. 12 灌漑システムの水路系統は 1 路線で、延長約 4.4 km、パクチャニモリノ周辺の 45 ha が計画対象の灌漑面積である。取水地点はケッカ川の中流左岸パクチャニモリノ地点で、河川に並行した半島状の丘陵の裾部に位置する。取水は、河床部に河床材を積み上げた導流堤を設け、土水路に直接導水している。取水後の水路は、3 個所の半島状の丘陵を裾部に沿って通過した後、4 個所目の半島形状を深い掘削（2～3m）で横断し、ケッカ川の支流が形成した谷に入る。谷横断迄の水路勾配は約 1/600 である。水路は谷の右岸に沿って上流部に向かった後、谷を横断して左岸に渡る。谷左岸部では約 1/200 の水路勾配となっている。本灌漑システムの主たる灌漑地はこの谷間に展開する。水路はすべて土水路で、分水ゲートは施設されていない。谷の横断部には、水路からの補給あるいは溪流からの出水を貯水する施設建設の可能性がある。

3) No. 9 灌漑システム

No.9 灌漑システムは 4 系統（スンティア・グランデ、カフォン・パタ系統 1 路線、カシナ系統 1 路線、マルカマサヤ系統 1 路線、パーチャニ・グランデ系統 1 路線）の水路、総延長約 19 km、灌漑面積 430 ha が計画対象となる。取水は、ケッカ川の中流左岸で No.12 システム水路終点付近の河川中央部に、河床材を積み上げた導流堤を設け、河川高水敷内に設けた土水路へ導水している。水路は高水敷を約 500 m 流下した後、地区内道路と並行して主要な灌漑地区へ向かう。等高線と直角方向に施設される水路の勾配は 1/100～1/300、並行する水路では 1/1000～1/3000 の水路勾配で施設されている。ケッカ川沿い水路系統の最上流部には木製ゲート（2 x 1 m、スピンドル付き）が施設されているが、その他の水路系にゲート施設はない。プトゥニ付近の湿地を水路が通過する部位には、水路からの補給によるあるいは溪流からの出水を貯水する施設建設の可能性がある。斜面沿いに水路が施設されている個所では降雨時に溪流を通して水路内に土砂が堆積する。

4) No. 3 灌漑システム

No. 3 灌漑システムは 4 系統の水路で構成され、総延長約 4.5 km、灌漑面積 212 ha が計画対象となる。取水地点はケッカ川の下流橋梁付近右岸に位置し、河川中央部ミオ筋に河床材を積み上げた導流堤を築き水路に導水している。水路は、ソラタへの幹線道路沿いを流下後、タラマヤ集落を中心とする地区を灌漑している。水路はすべて土水路で勾配は 1/700～1/500 である。水路始点部では No.3 灌漑システムの上流に位置する No.4 灌漑システムの水路が 2 個所で横断する。

5) No. 2 灌漑システム

No.2 灌漑システムは 4 系統（アラサヤ系統 1 路線、ベレン系統 3 路線）の水路、総延長約 13.5 km、灌漑面積 571 ha が計画対象となる。取水は、No.3 灌漑システムの下流で No.3 灌漑システムと同様に、河川中央部ミオ筋に河床材を積み上げた導流堤を築き水路に導水している。水路勾配は 1/500～1/1000 で土水路であるが、石積みの基礎でライニングされた溪流横断工が 1 箇所と、簡易ゲートを設けた分土工が 2 箇所ある。圃場への分水は、石や植物根で水路内水位を堰上げ、水路側壁を開削して圃場へ導水している。アラサヤ系統では、水路より上位部への圃場へ簡易ポンプで揚水している箇所が 10 箇所程度みられる。

(2) 道路

計画地域周辺で舗装されている道路は、ラ・パス市からアチャカチ市に至る国道（Camino Fundamental）のみである。要請道路は全て既存の道路で、幅員は概ね 3m から 7m 程度である。CP-2 の一部の区間を除いては根本的な整備は行われていない。また、USAID の資金協力(1997)等により路面整正や砂利の投入など部分的な補修が実施された形跡もみられるが、横断工の整備等は行われておらず応急処置程度の整備レベルである。現状の道路で最も大きな問題は、用・排水のための道路横断工が殆ど整備されていないため、水による路面の侵食や劣化が著しく、交通の障害となっている。現地調査の結果、道路横断工の数は一時的（あるいは季節的）な用水の横断箇所を含め、大小取り混ぜ約 300 箇所近くにのぼる。

計画地域における交通手段は、公共交通としてのバスの運行以外では自転車及び徒歩が一般的であり、一般車両はあまり普及していない。要請道路のなかでは、CP-2 路線のアチャカチ市内側（約 5.4km）とケラニ側の区間（約 8.5km）が定期バス運行ルートとなっており、一日あたり約 30~60 台（双方向の計）の運行頻度である。要請道路の主要 15 箇所において同時に実施した交通量調査の結果は「添付資料・データ集・C.交通量調査結果」のとおりであるが、定期バス運行ルート以外では 1 日あたり約 20 台以下の交通量である。

1) ケッカ橋

ケッカ川の橋梁計画地点では、出水期の 12 月から 3 月にはバスの通行も殆ど不能となる。バタージャス市によれば、この期間にバスが通行可能な日数はおおよそ 15 日程度とのことであり、また迂回路もないため、その間、住民は危険を冒して川を渡ることになるが、川の流が速いため毎年のように事故が発生している。また児童の通学路にもなっており、かかる状況から、住民の橋梁建設にかける期待は大きい。

ケッカ川及び支流とも全くの自然河川で、洪水防御については殆ど何の対策もなされておらず、河岸も所々で侵食の跡が確認される。現況の河川幅は約 150m で河床は 5~30cm 程度の玉石である。また、自然河川であるため川幅の変化が激しく、橋梁付近でも概ね 70m から 180m 程度の範囲で変化し、左岸側背後地とミオ筋の高低差も 2m 前後で、天井川ではないが極端に浅い川である。

2) 潜水橋

要請された潜水橋は、ケッカ川本流に 2 箇所、支流に 4 箇所（チアル川 2 箇所、コルパ川 2 箇所）である。河川はいずれも広くて浅い形状をなしており、No.3 を除いて河床のミオ筋は網状に分散し、最深部でも概ね 1m 程度の深さで流下能力に乏しい。河床の状況はケッカ川架橋地点と同様に玉石で構成されている。非出水期におけるミオ筋の水深は概ね 0.3m 程度で、車高の高い車両のみ通行が可能である。

各潜水橋地点における流域面積は次表のようである。

潜水橋	道路名	横断河川名	河川幅	流域面積	備考
No.1	CP-2	チアル川	79 m	108 km ²	
No.2	"	コルパ川	45 m	58 km ²	
No.3	"	コルパ川	27 m	56 km ²	
No.4	CC-5	ケッカ川	107 m	337 km ²	
No.5	CC-8	チアル川	106 m	116 km ²	
No.6	"	ケッカ川	135 m	629 km ²	

(3) 機 材

本調査地域における機材の整備状況は、アチャカチ市が建設用機材としてマルチドーザー、モーターグレーダーおよびダンプトラックを各1台を保有しているに過ぎない。

地域住民の統合組織であるアチャカチ・プロジェクト受益者組合（AUPA）や各集落では見るべき機材は殆ど無く、そのためCRCやCAの建設とともに、諸機材の導入に対する期待度は非常に高いものがある。

2.4.4 立地条件のまとめ

本調査地区における自然及び社会経済面より見た立地条件は次のようにまとめられる。

項 目	上流部	中流部	下流部	流域全体
関連集落数	9	15	6	30
人 口	8,994	8,201	4,595	21,790
戸 数	1,942	1,910	1,135	4,987
農 家 数	1,883	1,815	1,021	4,719
平均農家世帯員(人/戸)	4.9	4.8	4.4	4.7
平均農家労働力(人/戸)	2.2	2.2	2.1	2.2
地域面積	6,680 ha	4,494 ha	2,168 ha	13,342 ha
農用地面積	3,550 ha (灌漑面積: 2,055 ha)	3,599 ha (灌漑面積: 2,609 ha)	1,760 ha (灌漑面積: 998 ha)	8,909 ha (灌漑面積: 5,662 ha)
土壌条件	: 20%、 : 5% : 30%、 : 45%	: 35%、 : 10% : 25%、 : 30%	: 65%、 : 15% : 0%、 : 20%	
営農形態	自給のための耕種農業と自然牧野利用の肉牛、羊、リヤマ等の畜産。	自給と換金作物栽培のための耕種農業と乳牛、肉牛、豚、羊の飼育による複合経営。	乳牛と肉牛の畜産主体であるが、自給作と商品作物栽培の耕種農業の複合経営。	
主要作物	じゃがいも、キヌア、飼料作物(大麦、えん麦)	じゃがいも、そら豆飼料作物(大麦、えん麦、アルファルファ)野菜(たまねぎ、レタス、にんじん)	じゃがいも、そら豆飼料作物(大麦、えん麦、アルファルファ)野菜(たまねぎ)	
家畜飼養状況(頭/戸)	羊 19.0 肉牛 2.5 乳牛 1.6	16.9 6.3 2.5 1.9 1.6 2.3	4.8 1.8 2.6	10.5 2.1 2.1
農家経済(Bs./年)	収入 3,821 支出 3,356 差額 465	4,980 4,488 3,999 4,180	5,830 4,620	4,646 4,290 356
基礎インフラ(内は予定集落数)	電気 <5> 水道 <5> 学校 9 保健 3	9 <1> 12 12 1	6 2 3	16 <6> 17 <5> 24 4
道路施設	基幹道路2路線(49km)、連絡道路18路線(65km)、農道31路線(54km)道路網を形成しているが、全て未舗装、幅員狭く、車両通行困難。			
灌漑施設	20系統 灌漑面積: 2,055 ha 関係農家: 1,245 戸	32系統 灌漑面積: 2,609 ha 関係農家: 1,550 戸	3系統 灌漑面積: 998 ha 関係農家: 380 戸	55系統 灌漑面積: 5,662 ha 関係農家: 3,175 戸
水管理組織	Asociacion de San Juan de Chachacomani (1996年設立)	Comite Central Rio Keka (1980年設立)		流域全体の事業推進組合 AUPA に統合

項 目		上流部	中流部	下流部	流域全体	
農民組織		各集落(Community)を単位として自治組織が確立されており、集落長(Secretary General)、書記、財務、水利(Alcalde de Agua)、教育等の役員が選定され、集落の運営を行っている。各集落では道路、水路、水道、学校等の公共施設に対して、建設及び維持管理に共同作業で対応。 1998年に設立されたAUPAは各集落を統括する組織であり、持続可能な流域の発展を目指して結成された。会長の下に副会長、調整官、会計、書記、灌漑審判、教育、保健基礎衛生、スポーツ文化、農牧畜の各担当が選定されている。流域全体の組織体系は、AUPA-CRC運営委員-CA運営委員-集落委員の階層構造となっている。			2 水管理組織を母体として、流域全体の事業推進組合 AUPA が 1998 年 8 月に設立された。	
営農組織		地域の営農組織は水利用管理組織の他に、オマスヨス郡牛乳生産組織(APLEPO)がある。APPLEPO で生産された牛乳は PIL (牛乳加工会社) により集乳される。APPLEPO を統括する組織としてラ・パス県牛乳生産組織(APLEPAZ)があり、生産者に対して、買取価格と輸送を保証し、飼料作物種子や濃厚飼料購入資金の貸し付け、病害予防サービスを行う。				
流通システム		牛乳は PIL による流通システムが確立している。しかし、その他の生産物においては、小規模仲買人による庭先買い付けや地方市場業者による個別取引が主体。小規模生産者は地方市場での直接販売が主体。 地方市場は定期的開催される：アチャカチ(日)、チャチャコマニ(金)、ケラニ(木)、ワリサタ(木)、タカマラ(土)				
農業支援		ボリヴィア農牧技術研究所 (IBTA) を 1984 年に吸収したサン・アンドレス大学(UMSA) ベレン農場が、農畜産研修、農畜産技術移転、乳牛改良、畜産医薬品原価販売、家畜無料医療検診、種子生産等を通じて、地域農業の普及及び支援を行っている。				
資金支援	大衆参加法割当金	Bs.1,151,232	Bs.1,049,728	Bs.588,160	Bs.2,789,120 (Bs.128/人/年)	
	当該プロジェクト外の基金	Bs.287,808 (US\$49,198)	Bs.262,432 (US\$44,860)	Bs.147,040 (US\$25,135)	Bs.697,280 (Bs.128 の 25%)	

土壌特性： (表土発達、保水性良好、あらゆる作物に適する)
(について野菜作等単年作物に適す)
(表土が比較的浅く、保水性に欠けるが永年性牧草に適す)
(表土 20cm 以下で、礫含有率高く、保水性に乏しい。永年性牧草可)

2.5 環境への影響

環境部門を主管する省は持続開発計画省である。同省は、国家の調和した発展に関する全てのことがら、人的側面の諸条件、環境の質、自然環境の回復と維持、国家の経済に関する全ての活動を行う組織である。同省は計画および区画整理、持続開発・環境、大衆参加および地方自治強化、ジェンダー・世代・家族、先住・少数民族、保護地域の 6 部門で構成される。

環境に係わる重要な法律としては、環境基本法がある。これには、環境関連組織、環境の保護、管理に関する基準と原理の制定を含んでおり、国内の環境関連法の中心として位置づけられている。同法は、環境管理、環境保全、大気汚染物質、水質汚濁物質、放射性危険物、等の施行令からなり、自然資源の保護、保全、利用および管理に関する政策、法律および規制の作成、適用および解釈についての一般的ガイドラインを定めている。

環境影響評価(EIA)については環境法第 25 条で、公共、民間を問わず全ての工事や活動は、投資実施以前に環境影響評価のカテゴリーを決めることと規定されている。カテゴリーは以下のとおりである。

- カテゴリー : 総合的な EIA を必要とする。
- カテゴリー : 特定の EIA を必要とする。
- カテゴリー : 特定の EIA を必要としないが概念的な検討を行うことが望ましい。
- カテゴリー : EIA を必要としない。

この EIA のカテゴリーを決めるため、全てのプロジェクトにおいて環境調査表(Ficha Ambiental)を作成して、環境影響評価部に提出することが義務づけられている。FA は初期環境調査 (IEE)に相当するもので、この内容によって EIA を実施すべきかどうか環境局環境影響評価部によって決定される。

ボリヴィアでは、国立公園、野生生物保護区、野生生物避難区、野生生物サンクチュアリーの4つの保護区が規定されているが、調査対象地域にはいずれの保護区も含まれていない。

第 3 章

プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの目的

本計画は、1996年から1997年に我国の技術協力により実施された「ラ・パス県アチャカチ地区農村・農業開発計画調査」で提言された計画対象地区の持続的な発展のための施設整備の内、短期整備計画として樹立された整備内容が要請内容の骨子を構成している。

開発調査における事業目的は、(1) 地域農業生産の振興による農家経済の改善と定住条件の充足、(2) 中規模農村都市周辺の農業生産の振興による地域経済の活性化と農家の定住化促進である。この事業目的及び対象地域の現状を踏まえた対象地域における開発の方向は、(1) 営農改善・農業基盤施設の整備及び農業振興のための農業支援体制確立、(2) ケッカ川流域全体としての経済圏を確立するための社会経済基盤整備、と認識され、具体的には、既存灌漑施設・既存道路網の改良・整備、村おこしセンターを中心とする施設維持管理及び農業普及を主たる整備内容としている。

以上を受けて、本計画は、上記した開発調査での事業目的・開発の方向に沿うもので、アチャカチ市・パタージャス市を中核都市として、地域農業生産の振興による農家経済の改善と地域経済の活性化、生活環境施設の整備による定住条件の充足と地域コミュニティの再活性化とにより、地域住民の定住化促進に寄与することを目的とするものである。

3.2 プロジェクトの基本構想

本計画の策定にあたっては、実施機関であるラ・パス県生産開発局アチャカチプロジェクト調整ユニット(UCPA)及び対象地区の受益者により構成される受益者組合(AUPA)の技術面・資金面からの運営能力を勘案し、計画対象施設が将来にわたって安定かつ健全な運営・維持管理がなされるよう、適切な規模・内容を設定する。以上の基本条件及び現地調査結果を踏まえた、要請内容の各整備に係わる本プロジェクトの枠組みを次のように設定する。

工 種	要請計画	検討すべき計画		
		計画内容	建設施設	機 材
灌漑施設 改修	既存幹線水路の改良により灌漑用水の効率的利用を促進させ、営農の近代化を図る	灌漑用水の効率化を促進させる施設の改善を優先させる	取水施設整備 水路整備 分水施設整備 横断工整備	
道路改修	計画地区の一体化を促進するために、地区幹線道路および連絡道路の整備を行う	要請計画に準ずる	幹線道路整備 連絡道整備 橋梁 潜水橋 水路横断施設	
村おこし センター	UCPAにより建設される各センターに機械格納庫を設置	導入機械に応じて規模を設定する	機械格納庫	
資機材調達	営農支援の促進用資材、施設維持管理用機械およびセンター活動を増進させる資機材の整備	地域活動の重要性に応じた資機材の整備を行う		維持管理機械 営農支援機械 センター機材 展示圃場機材 酪農改善機材 視聴覚機材

3.2.1 灌漑施設

(1) 取水施設

要請のあった5灌漑システムの取水工はすべて水路流入式の取水施設であり、堰等の河川締め切り施設はない。No.27 灌漑システムのみが無筋コンクリートの水路を持つ。現況断面は B=1.9～1.5m×H=1.2～0.9m の内空断面で延長は約 90mである。ゲートは無く、水路底の不陸と側壁継ぎ目からの漏水、側壁の破損等がみられ全面的な改修が必要な状況にある。また、残る4灌漑システムの取水は、河川ミオ筋から河床材で導流堤を築き水路に導水しているが、すべて土水路である。

要請における改修は、現況の取水方式は変更せず、水路始点部をゲート付きのRC製水路に変更して取水管理を容易にする計画である。現地調査結果から、No.27及びNo.12システムでは現状水路の始点位置から、基礎が岩着し安定した取水部を構築できるが、No.2、No.3、No.9システムでは現状で河川内から水路が始まっており、改修の場合は洪水時の水位・河床移動等を勘案した始点部設定が必要である。以上の諸点を考慮した取水施設に係わる改修整備は、対象施設が将来にわたり安定した機能を発揮するためには必要不可欠と判断され、改修要請は妥当なものと思料される。

(2) 幹線水路

対象地域の水路システムは、集落単位で利用・維持・管理される水路が幹線水路であり、二次水路以降は当該水路水路利用者（数戸単位）が個別に維持管理を行っている。幹線水路長の測定結果は以下のとおりである。

灌漑システム	水路系統	延長
27	5	15,044 m
12	1	4,400 m
9	4	19,048 m
3	4	4,528 m
2	5	13,506 m
計	16	56,526 m

殆どの水路は土水路で砂礫地盤上に施設されているものが多く、水路からの漏水は通水量の15%から多いもので70%にも達する。こうした漏水は浸透による流域外への無効放流を助長し水路末端部での利用水量が制限される状況を呈している。特に、河川水量が限定される灌漑初期の水量不足が耕種・畜産生産両面で地域農業の問題となっている。

現地調査結果から、現状の水量不足が水路末端部と下流地域で発現すること、灌漑初期は河川流況が渇水時期に相当する等が確認された。水量不足緩和への対応策としては、貯水池を含む新規水源手当てが考えられるが、対象地域においては、社会・経済的観点から判断して容易に利用可能な新規水源はなく、水量不足を緩和する次善の策として、水路ライニングを含む灌漑組織の改良によるシステム利用水量の減少方策が現実的な対応と思料され、要請された幹線水路のライニング、水路付帯の分水施設・横断施設の整備は、灌漑システムとしての水利用効率を高める観点から妥当なものと思料される。

本地区の灌漑施設の整備により、各灌漑システムの改善による受益面積は、雨期において14.1%、乾期において28.7%の拡大が見込まれる。

路線	延長(km)	農家数(戸)	灌漑範囲(ha)	現況灌漑面積		計画灌漑面積		増加面積		増加率(%)	
				雨期	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期
2	13.5	140	571	128.2	13.2	164.8	17.2	36.6	4.0	28.5	30.3
3	4.5	220	212	47.6	4.9	61.2	6.4	13.6	1.5	28.6	30.6
9	19.0	287	430	152.2	36.2	195.6	46.5	43.5	10.2	28.6	28.2
12	4.4	11	45	15.9	3.8	20.5	4.9	4.5	1.1	28.9	18.4
27	15.0	170	451	438.8	184.7	451	237.4	12.2	52.7	2.8	28.5
計	56.4	828	1,709	782.7	242.8	893.1	312.4	110.4	69.5	14.1	28.7

改修整備において基本となる事項として、水路路線は基本的に現況水路の路線を踏襲するが、現地調査結果から現況水路が小さく蛇行している区間、雨期には水路が冠水する区間、現状水路が土地境界に位置せず受益者が路線変更を希望した区間については路線を変更する。水路断面は基本的に対象地域の灌漑必要水量の最大値で定めるが、現状の水利用形態も斟酌し、現状断面積に近い断面形とする。ライニングは経済性及び将来的な農民による維持管理を考慮し、ポリヴィア国で一般的な工法を採用し、水路側面を1:0.5で傾斜させた練り石積み、水路底版は無筋コンクリートで施工する。

(3) 二次支線水路

要請のあった二次支線水路整備は、幹線水路から分岐する二次支線水路の始点部100m程度を改修整備する内容で、その延長は11.0kmである。既存灌漑システムの現地調査結果から、二次支線水路に分類される水路は放牧地の自然牧野を灌漑するものが主体で、湛水灌漑に等しい手法で水利用がなされている。従って、ライニング・分水工の設置等ハードな水路組織構築はその利用形態になじまず、幹線水路からの分水後は現状の土水路による灌漑が適当と判断される。

水路区分に対して対象地区とは異なる基準を適用した場合には、幹線水路にあっても二次支線水路に分類されるものも多い。従って、二次支線水路の改修を行わなくとも本計画が指向する末端での水利用拡大を含む、水利用効率の改善は達成可能と判断できる。以上から、要請の二次支線水路整備は幹線水路整備に含まれると判断し、特に、二次支線水路を対象とした整備は計画しない。

(4) 分水工

現状の灌漑農地は水路路線沿いに展開し、分水は一筆毎に幹線水路から直接分水するものが殆どである。灌漑システムの現況調査結果から、5灌漑システム延長約56kmに対し約900個所の分水工が確認され、その配置は平均的に水路長60mに対し1個の分水工が施設されている。こうした状況は、農地所有者別に分水工を設置する、農地所有が複数筆になっても休耕等のために各筆毎に分水工を設置する、分水工を統合して支線水路を設けるには狭小な農地に漬地が発生する、地形的に幹線水路からの直接分水とした方が灌漑が容易等の条件が反映されている。また、現状の分水構造は水路側壁を開削し、草根や石塊により分水量と本線水路の水位を調節するものが殆どで、漏水や無効水の発生が常態となっている。

現況水路組織での水量損失は、これらの分水方法が大きな要因とも考えられ、現状の分水手法の改善・施設の構築は、水路ライニングとともに水路施設からの漏水・無効水軽減方策として有効と判断する。分水個所の統合は望ましいが、灌漑農地と水路位置及び上述した諸条件から難しく、基本的には現状の分水機能を保証することとする。施設計画においては、分水工での支配灌漑面積・経済性を考慮し、簡易ゲートあるいはパイプによるものの2タイプで計画する。幹線水路から幹線水路への分岐にはゲートを計画する。幹線水路における各分水個所下流には取水水位調節のためのストップ・ログ用溝を設ける。

(5) 横断構造物

現況水路の横断構造物としては、地区内幹線道路を横断するもののみが半円のコルゲートパイプあるいはRCパイプで築造されている。一般的には渡り板を架けるか置き石で水路を横断するか、水路側法を緩勾配として水路内を直接横断する等のケースが多い。現況調査を通じて確認した道路横断工の必要個所は車道横断が60個所、人及び家畜横断が約220個所で、安全な水路横断あるいは水路の機能維持を図る上でこれら横断工の新設は必要不可欠と判断する。現況で国道を水路が横断する部位はすべて半円のコルゲートパイプで施設されており、各構造部位は健全な状態にあると判断されることから、現状施設を利用する。

山腹斜面に設置されている水路が多い灌漑システム No.9 では、降水時に山腹溪流からの出水が土砂流となって水路内に流入する。現状では、出水後に流入土砂の排

除が農民により行われ、水路周辺には排除土砂が堆積している。水路の機能保持のためには、これら溪流横断個所の手当てが必要である。また、水路が小溪流や湿地を通過する部位では、余水を水路に流入させ下流域での灌漑に利用している。水路施設の改修に当たってはこれらの流入個所約 45 個所を流入工として整備し、水の有効利用を図ることとする。

(6) 小規模溜池

要請のあった小規模溜池は灌漑システム 9 及び 12 の 2 個所に計画される。計画地点の現状は雨期に湛水する凹地で、放牧地として利用されている。計画は既存灌漑システムに小規模溜池を組み込み、調整池あるいは補給水源として利用するものである。現地調査結果を基に、これら溜池予定地点での貯水可能量・利用可能水量を算定し、灌漑システムでの調整池あるいは補給水源として、その利用の有効性を確認する。

各溜池予定地点での流域面積、H-A-V は以下のとおりである。溜池の満水標高は、土地所有・家屋の存在等から No.12 システムでは EL. 3865m、No.9 システムでは EL. 3846.5m に制限される。

灌漑システム	流域面積 km ²	H - A - V		
		標高 (m)	面積 (m ²)	貯水量 (m ³)
12	2.5	3863.2	0	0
		3863.5	4,900	1,225
		3864.0	11,200	5,250
		3864.5	19,500	12,925
		3865.0	33,900	26,275
9	1.6	3845.0	0	0
		3845.5	4,600	1,150
		3846.0	22,100	7,825
		3846.5	54,800	27,050

現状の水路敷及び溜池敷の標高差が殆ど無いことから、溜池への貯水は後背地からの出水とする。溜池への流入量は 1/5 非超過確率降水量に中流域での平均流出率 0.268 を乗じたものとし、池内における蒸発量を減じた後の利用可能水量を算定すると以下のように示される。

No.12 系統

初期水位 WL : 3864.26m 初期貯水量 V : 9280m³

月	雨量 (mm)	蒸発散 (mm)	流入量 (m ³)	WL1			蒸発散 (m ³)	灌漑 (m ³)	流出量 (m ³)	WL2	
				V(m ³)	WL(m)	A(m ²)				V(m ³)	WL(m)
7	5.3	107	3,551	12,831	3864.49	19,334	2,069	7,600	0	3,162	3863.74
8	10.3	126	6,901	10,063	3864.31	16,346	2,060	7,600	0	404	3863.30
9	19.9	134	13,333	13,737	3864.53	20,364	2,729	7,600	0	3,408	3863.77
10	26.8	155	17,956	21,364	3864.82	28,716	4,451	7,600	0	9,313	3864.26
11	35.6	148	23,852	26,275	3865.00	33,900	5,017	7,600	6,890	13,658	3864.53
12	67.5	114	45,225	26,275	3865.00	33,900	3,865	7,600	32,608	14,810	3864.57
1	81.8	115	54,806	26,275	3865.00	33,900	3,899	7,600	43,341	14,777	3864.57
2	60.7	103	40,669	26,275	3865.00	33,900	3,492	7,600	29,171	15,183	3864.58
3	51.5	115	34,505	26,275	3865.00	33,900	3,899	7,600	23,413	14,777	3864.57
4	20.0	112	13,400	26,275	3865.00	33,900	3,797	7,600	1,902	14,878	3864.57
5	15.9	110	10,653	25,531	3864.97	33,036	3,634	7,600	0	14,297	3864.55
6	7.6	95	5,092	19,389	3864.74	26,412	2,509	7,600	0	9,280	3864.26
Total	402.9	1434	269,943				41,418	91,200	137,324		

No.12 灌漑システムに計画する溜池では、年間で水利用を行う場合は日量で 7600/30=253m³、9 月から 3 月の灌漑期のみの利用では 17500/30=583m³ が利用可能となる。

No.9 系統

初期水位 WL : 3865.99m 初期貯水量 : 7740m³

月	雨量 (mm)	蒸発散 (mm)	流入量 (m ³)	WL1			蒸発散 (m ³)	灌漑 (m ³)	流出量 (m ³)	WL2	
				V(m ³)	WL(m)	A(m ²)				V(m ³)	WL(m)
7	5.3	107	2,273	10,013	3846.06	26,024	2,785	4,400	0	2,828	3845.63
8	10.3	126	4,417	7,245	3845.96	20,700	2,608	4,400	0	237	3845.10
9	19.9	134	8,533	8,770	3846.02	23,408	3,137	4,400	0	1,233	3845.51
10	26.8	155	11,492	12,725	3846.13	30,602	4,743	4,400	0	3,581	3845.68
11	35.6	148	15,265	18,847	3846.29	41,066	6,078	4,400	0	8,369	3846.01
12	67.5	114	28,944	27,050	3846.50	54,800	6,247	4,400	10,263	16,403	3846.22

1	81.8	115	35,076	27,050	3846.50	54,800	6,302	4,400	24,429	16,348	3846.22
2	60.7	103	26,028	27,050	3846.50	54,800	5,644	4,400	15,326	17,006	3846.24
3	51.5	115	22,083	27,050	3846.50	54,800	6,302	4,400	12,039	16,348	3846.22
4	20.0	112	8,576	24,924	3846.44	50,876	5,698	4,400	0	14,826	3846.18
5	15.9	110	6,818	21,644	3846.36	45,644	5,021	4,400	0	12,223	3846.11
6	7.6	95	3,259	15,482	3846.20	35,180	3,342	4,400	0	7,740	3846.99
Total	402.9	1434	172,764				57,907	52,800	62,057		

No.9 灌漑システムに計画する溜池では、年間で水利用を行う場合は日量で $4400/30=147\text{m}^3$ 、9月から3月の灌漑期のみ利用では $9800/30=327\text{m}^3$ が利用可能となる。

堤体は上流法面勾配 1:2.0、下流法面勾配 1:1.5 とし、上流法面は空石張り構造とすると、溜池の利用・施設に係わる概要は以下のようにまとめられる。

灌漑システム	灌漑面積 (ha)	溜池での灌漑面積 (ha) 貯水量/			ダム諸元				
		年間利用	灌漑期利用	灌漑総量 (%)	堤高 (m)	有効水深 (m)	貯水量 (m ³)	堤長 (m)	築堤量 (m ³)
12	45	5	12	8	3.3	1.8	26,275	320	8,000
9	204	3	7	2	3.0	1.5	27,050	890	15,200

No.12、No.9 両灌漑システム取水地点の上流にはケッカ川伏流水の湧出があり、取水地点での河川流出は下流地区に比較して安定している。溜池での貯水による利用で観ると、幹線水路が1本で構成され輪番灌漑が行われていない No.12 システムでは調整池の必要性は低い。一方、システムとしての灌漑面積が小さいため (45ha) 貯水は全灌漑面積の約 1/4 をカバーでき補給水源としては有効であるが、幹線水路のライニングによる送水の安定と溜池の築造による補給水源の確保を同時に行うことは、他灌漑システムの施設整備水準に比較して整備内容が突出することとなる。また、No.9 灌漑システムでの溜池は、幹線水路が4系統に分岐し輪番による水利用が行われているため調整池の必要性は高いが、地形上貯水量が制限されること及び利用水位が低く幹線水路との連結が不可能であること等から、建設したとしても、調整池あるいは補給水源としてその利用の有効性は低い。

以上の検討結果から、要請のあった灌漑システムへの小規模溜池の建設は、必要とする投資に対しその効果は低く、その効用を享受する農民は極く少数に限定されることから、計画する灌漑システムの整備水準を踏まえた場合は過大な施設と判断され、無償協力の対象からは除外する。

3.2.2 道 路

(1) 幹線道路

要請された幹線道路整備は、ケッカ川の左岸に位置する全長 24.2 km の CP1 と、右岸からケッカ川上流で左岸にわたり計画地区の最東端ケラニに至る全長 29.2 km の CP2 で構成される。路線はすべて既存道路で、部分的には補修用砂利が投入されているが土道が主体であり幅員は概ね 3~7m である。現地調査の結果から、現状の道路構造としての最も大きな問題は、用・排水のための道路横断工が殆ど整備されていないため流水による路面の浸食や劣化が著しく、これらが車両交通の障害となっていることが明らかとなった。対象地域における物流や人事交流による地域一体化のためには、交流の基本となる既存幹線道路の改修整備による幹線道路網の確立は必要不可欠であり、要請内容は妥当なものと判断される。

要請では、幹線道路幅員は 6.0 m となっているが、現地調査結果では、かならずしも全線一様の幅員構成とする必要性は認められないことから、道路区間毎の機能分担に従い幅員構成を設定する。

(2) 連絡道路

ケッカ川が地区の東西方向に流下するため、地区内の東西方向道路に比較してケ

ツカ川を横断する既存の南北方向道路はあまり発達していない。要請された連絡道路は、左右岸の幹線道路を起終点とし、南北方向に配置されている既存の2路線計6.9kmである。両路線ともに、道路側溝・道路横断構造物が無く流水による路面の損傷が多く、多くの個所でみられる。要請の整備対象連絡道路は、幹線道路網における長辺方向約20kmをおおよそ三等分する位置にあり、地区内道路網の形成、CRCへのアクセス等の観点からは整備路線として妥当なものと判断される。しかしながら、両路線ともに大規模な河川横断箇所があり、通常の路線整備より多くの投資を必要とする。従って整備計画の樹立においては、交通量や河川状況及び維持管理等を十分勘案し、地区の状況に即した整備水準を設定する必要がある。

(3) 橋 梁

要請の橋梁施設は、幹線道路 CP2 のチャチャコマニ～コルマタ・アルタ間のケツカ川に計画される。現地調査の結果から以下の点が明らかとなった。

- 1) 架橋地点はケツカ川上流部集落とバタージャス市やラ・パス市を結ぶ基幹道路線上に位置し、定期のバス路線となっている。
- 2) 架橋地点の河川幅は約150mで、河道には複数のミオ筋が形成され、河岸と主要なミオ筋との高低差は約2mである。
- 3) 雨期の増水時には、車両や徒歩での横断は不可能で、この期間の車両事故や徒歩横断者の死傷事故が毎年繰り返されている。
- 4) 現状でケツカ川を横断する橋梁は、約20km下流アチャカチ市内の1橋のみである。
- 5) 下流は既存のアチャカチ市橋梁、上流は要請の橋梁架橋によりケツカ川が常時横断可能となり、地区内の幹線道路網が形成される。

以上の諸点から、ケツカ川上流部での橋梁施設整備の必要性は高く、要請は妥当なものと判断する。整備計画樹立に当たっては、架橋地点の地形、河川の状況、利用目的、利用頻度、裨益人口、流通状況等を考慮し、適正な構造・規模を設定し、過大な施設とならないよう留意する必要がある。

(4) 潜水橋

潜水橋は、幹線道路(CP2)路線上に3ヶ所、連絡道路路線上に3ヶ所の計6ヶ所が要請されている。地区内の道路網形成のためには、橋梁計画地点を除くケツカ川本流2ヶ所、支川4ヶ所の横断が必須である。現状におけるこれら河川横断ヶ所の高水敷部路線は定まっているが、低水敷部路線はミオ筋の変化に追従して渡河可能な地点へと変化している。河川横断箇所の河道は、広く・浅い形状で、河床のミオ筋は網状に分散し河道部も30～140mと長い。こうした河川形状での通常の橋梁建設は、多大な建設費が必要となる。一方、渡河地点での現状及び将来的な通行量からは、橋梁建設は過大施設と判断され、従って、通常の橋梁に代わる次善の施設としての潜水橋の設置は妥当なものと判断される。

(5) 横断構造物

要請においては81箇所の道路横断構造物が整備対象として計上されている。整備要請路線の全線にわたる現地調査の結果、既存の水路施設は、多くが横断構造物としての施設を持たずに道路面を横断し、何等かの横断構造物を必要とする個所は約400ヶ所弱に及ぶ。既存道路の車両による通行不能箇所や凹部での湛水箇所は、これら横断構造物の不足から生じており、地区内道路網を確立するためには、横断構造物の設置による道路機能の保持が必要不可欠と判断される。改修整備では、それぞれの横断工の特質に応じた構造とするとともに、維持管理が容易な施設となるよう配慮する必要がある。

(6) 道路整備構想

以上の観点より、現地調査の結果と解析を基本として、整備水準、整備構造を設定し、道路機能の保全と利便性の向上を図るものとする。整備内容は次のように構想

される。

施設内容	工種	要請	調査結果
道路改修	幹線道路(2ルート)	56.8 km	53.4 km
	連絡道路(2ルート)	7.2 km	6.9 km
	橋梁	1 箇所	1 箇所
	潜水橋	6 箇所	6 箇所
	道路横断工	81 箇所	382 箇所

3.2.3 機材計画

本計画で要請された機材は、以下の7分野より構成されている。

施設維持管理用機材
 営農支援用機材
 センター支援機材
 研修用機材
 人工授精用機材
 干し草梱包用機材
 展示圃場用機材

これらの検討に当たっては「ボ」国側の提示している優先順位を尊重しつつ、地域の統合組織であるAUPAの機能を強化し、組織体系確立に寄与すること
 「ボ」国側で建設される各センターの目的および活動内容に見合ったものであること
 整備される各施設の運営・維持管理の持続性に寄与すること
 地域の営農および生活改善に実効性の有るもの
 相手国側で無理無く運用・操作、維持管理ができるものであること
 等を主眼に必要最小限の機材および数量を選定することとする。

1) 施設維持管理用機材

本基本設計の道路網整備計画では、砂利舗装による整備を基本としているため、毎年の維持管理作業が必要となる。また、灌漑システムについても、河床材で作られた導流堤により、河川から側面取水が行われるため、洪水時に導流堤が流され取水が困難となり、年間数回の導流堤の再構築作業が必要となる。

しかし、現時点ではAUPAの組織が未成熟であることや重機のオペレーターが組織内に育成されていない等の点より、重機の導入は、現体制ではその維持管理に無理があり、時期尚早であると判断される。現在は集落毎の出役体制で維持管理が行われており、当面はそれに対応可能である。必要性が明確となり、組織的な体制が確立した時点で導入を検討することとする。よって、今回は整備対象としない。

また、維持管理用機材の導入を実施しないため、CRCに建設予定である機械格納庫も整備対象としないこととする。

2) 営農支援用機材

近年換金作物の栽培が盛んとなり、伝統的な牛耕では、均等耕起・碎土が出来ず発芽率が不均一となること、労働時間が多くなり家族労働力では賄えない、換金作物の適期植え付けに支障がでる、等によりトラクターの活用による圃場準備作業は高いニーズがある。一方、耕地の多くが旧河川の氾濫域であったため、耕地に礫が多く存在しトラクター作業の導入を阻んでいる状況にもある。したがって、トラクターの導入による除礫の促進と圃場準備作業の効率化は、地域営農改善に寄与し、生産性向上と農家経営の安定化に必要性は高いと判断される。

しかし、現在のAUPAやCRC運営委員会の組織体系においては、営農支援機材の運営・維持管理組織が確立されているとはいえず、またオペレーターや機材整備体

制等の基礎条件が未確立な状況にあるため、機材の導入は時期尚早であると思われる。

したがって、これら営農支援機材の導入の必然性や組織体制が十分に機能していることを確認された時点で検討されるべきであり、今回の計画では導入を行わないこととする。

3) センター支援機材

センター支援機材の目的は、AUPA と CRC および CA で行われる会議、研修、営農巡回指導、施設管理等に係る組織体系の確立と円滑な運営のために設けるものである。そのために、機動性や営農支援の機能を向上させるピックアップトラックの整備は重要であると判断される。また、地区内の集落が散在しているため、通信連絡手段としての無線機の利用は機動性を向上させるために必要であると思われるが、利用体系やその効率性が十分に確立されていない状況にあるため、早期の導入には問題がある。

以上より、AUPA・CRC・CA等の基礎機能を充実させる機能を最優先整備課題とし、ピックアップトラックの導入を図り、その他の機材は今回整備対象としないこととする。

4) 研修用機材

CRC および CA の主要な活動として、研究・研修の実施があげられている。研修課題は、農業生産研修、経済活動および経営研修、生活改善研修等があげられ、プロジェクト調整機関やサンアンドレス大学ベレン試験場、市役所等が研修準備を行う。研修内容は、地域における問題点を中心に課題が選定され、その原因を究明し解決方法を検討する形で実施する計画である。

また、現在アルティプラノにおける公的な農業研究組織は、サンアンドレス大学ベレン試験場（UMSA）がある。本地域に密接したサンアンドレス大学ベレン試験場（UMSA）は、地域社会交流プログラムを持ち、現在も活動を行っている。

これら CRC および CA で実施される研究・研修を効果的に行うため、研修に必要な机と椅子の整備を行う。また、PC 機材は、水管理、組織化のためのデータ等整理、研修資料作成等に活用するため、センター支援機材として、AUPA に導入を計画する。

5) 人工授精用機材

計画対象地区の農業の特徴は、自給を中心とした作物生産と畜産の複合経営であり、農家の主要な現金収入源は、上流側では羊、中流域では羊または牛乳、下流側では牛乳が第一位となっており、畜産が農家経済上重要な位置を占めている。しかし、調査地域の家畜飼育上の最大の問題点は、飼料不足、家畜の資質不良であり、農家経営の採算性を困難にしている。したがって、農家経済の改善のためには、上・中流域で牡羊の去勢化の導入、中・下流域で人工授精による乳牛の品質改良が重要な課題である。

一方、人工授精を始めとする畜産改善器材に付いては、UMSA や JOCV 等の支援を得られることが確実であるため、これら器材の導入は有効に活用可能であると判断される。またこれらの器材の導入によって、その効果が早期に発現されることから、本計画での導入を実施することとした。

6) 干し草梱包用機材

前述したように、調査地域の家畜飼育上の最大の問題点は、飼料不足、家畜の資質不良である。したがって、農家経済の改善のためには、牡羊の去勢化の導入および人工授精による乳牛の品質改良と共に冬季の飼料確保が非常に重要である。

しかし、AUPA や CRC での運用計画が十分に確立されていない現状において、

機材のみの整備を行うことは時期尚早と判断され、十分な運用計画の確立と整備の必要性が確認された時点で導入すべきであり、今回は整備の対象としない。

7) 展示圃場用機材

上・中・下流のCRCでは、建物と併せて展示圃場の設置が計画されている。展示圃場では、将来の営農形態を考慮した作付けが行われ、一步進んだ営農技術により作物が栽培され、現地条件との適合性や経済性等が実証、展示される。この展示圃場の運営は、地元で選ばれた意欲的な農家が行い、新たな技術の習得および習得技術の普及等を行う。

展示圃場による営農改善の実習は、地域農業経営の向上のために重要ではあるが、その研修計画や実行組織が未成熟であるため、今回の計画においては、展示圃場の基礎情報を得るため、気象条件を把握する観測施設のみを整備することとする。

地下水利用のためのポンプ施設は、センター用の飲用水供給施設として活用を図ることとし、センター支援機材として整備する。F/S調査時に設置したベレンとカラカラの観測井は口径が小さく、水中ポンプの設置が困難であるため、再掘削を行うものとする。

以上の観点より、要請と構想計画の機材対比表は以下のとおりまとめられる。

番号	名 称	単 位	数 量		備 考
			要 請	計 画	
1.施設維持管理用機材	1 フォルトーザ 15ton	台	3	-	AUPAの機能が未成熟であるため、導入の必要性や組織の確立を確認して、導入を検討する。
	2 掘削機 0.35m ³	台	3	-	
	3 ダンプトラック 2ton	台	3	-	
2.営農支援用機材	1 トラクター 90 PS級	台	7	-	AUPAの機能が未成熟であるため、導入の必要性や組織の確立を確認して、導入を検討する。
	2 ティスクロー 26"×4	台	7	-	
	3 ティスクロー 20"×24枚	台	7	-	
	4 除け機 除け深度20cm	台	3	-	
3.センター支援機材	1 ヒックアップ(2800級)	台	4	3	各農家への営農・生活改善指導、UCPA・AUPA・UMSA等との連絡に活用。 運営・維持管理の組織が未確立であり、導入は時期尚早である。
	2 モーターバイク(125cc)	台	15	-	
	3 ソーラ発電システム	式	6	-	
	4 無線機	台	7	-	
4.研修用機材	1 コンピュータ	台	3	1	地域情報の管理用と組織機能確立のためにAUPAに設置。センター支援機材として整備する。 ラ・パス県において設置されるCRC・CAの農業支援・生活改善研修用に導入。 時期尚早
	2 カラープリンター	台	3	1	
	3 研修用椅子・机	個	1800	630	
	4 視聴覚機材(TV)	台	6	-	
	5 視聴覚機材(VHS)	台	6	-	
5.人工授精用機材	1 人工授精器具	組	6	1	人工授精に付いては、UMSAやJOCVを通じて技術移転が可能であり、導入後より実施効果が現れるため、畜産改善のために導入を図る。
	2 精液保存容器	組	6	1	
	3 去勢器具	個	16	-	
	4 羊毛刈取器具	個	16	-	
6.干し草梱包用機材	1 ティスクロー：作業幅1.6m	台	3	-	運用組織や利用携帯が確立していないため、導入には時期尚早である
	2 ワイカロー：作業幅2.2m	台	3	-	
7.展示圃場用機材	1 水中モーターポンプ 口径32mm	台	3	3	センター用の飲用水源として設置する。センター支援機材として整備する。 ポンプ稼動用に導入
	2 高架水槽	所	3	3	
	3 ソーラ発電システム	式	3	3	
	4 灌漑改善用機材	式	3	-	技術体系・運用体系が未確立のため、導入は時期尚早 下流はベレン試験場データ使用、中流と下流で微気象の変化は起こらないので上流のみ設置し、手動読み取りとする
	5 気象観測機材	台	3	1	

3.2.4 基本構想のまとめ

以上の要請内容に係わる検討結果を踏まえ、対象地区における農業生産の振興による農家経済の改善と定住条件充足に資するための整備計画の最適案は以下のとおりである。

項目	細目	数量	
(1) 灌漑施設	取水工整備	5 個所	
	水路整備	56.4 km	
	分水工整備	1 式	
	横断工整備	1 式	
(2) 道路施設	幹線道路整備(2路線)	53.4 km	
	連絡道路整備(2路線)	6.9 km	
	橋梁整備	1 個所	
	潜水橋整備	6 個所	
	横断工整備	1 式	
(3) 機材	センター支援機材	ピックアップ、2800 級	3 台
		水中モーターポンプ、32mm	3 台
		高架水槽	3 個所
		ソーラ発電	3 組
		コンピューター	1 台
		カラープリンター	1 台
	研修用機材	椅子・机	630 組
	畜産改善支援機材	人工授精器具等	1 式
	展示圃場用機材	気象観測機材	1 組

3.3 プロジェクトの最適案に係わる基本設計

3.3.1 設計方針

計画する施設の基本設計は、以下の方針に基づき行う。

- 1) 自然条件に対する方針
整備予定施設はケッカ川等の河川と関連性が多いことから、現在の河道を変更するような施設や流れを阻害する構造物等を設置しないこととし、自然条件に配慮した施設の配置計画、設計・構造とする。
- 2) 社会条件に対する配慮
本地域は、大半を占めるアイマラ語族による地域社会を形成しており、そのため特異な生活習慣や歴史・文化を保持している。特に集落社会を守るための組織や互助組織が発達しており、これらの組織が生活や生産の基盤となっている。したがって、これら組織を基本として、生活習慣や歴史・文化を生かし、整備される施設の運営、維持管理が円滑に行われるように配慮する。
- 3) 建設事情に対する方針
整備予定地のアチャカチ地域は「ボ」国の政治経済の中心都市であるラ・パス市に96kmと近いこと、建設資材、建設熟練労働者はラ・パス市からの調達が可能である。ラ・パス市を中心として、能力水準の高い建設会社が多数存在し、事業実施に問題はない。ケッカ川は礫材を多く産出するため、これらを路床材や骨材として活用することとするが、その採取に関する許認可は関連部局と協定ができており特に問題とならない。また、環境管理計画については環境管理部局に管理計画を提出しており認可される予定である。
- 4) 現地業者、現地資材に対する方針
建設資材は、現地で入手可能な資材の活用を基本とし、材質・耐久性・コストを総合的に検討した上で採用する。現地業者の技術レベルに配慮し、工期が短く施工が容易な工法を採用する。
- 5) 維持・管理能力に対する方針
整備される施設や導入される資機材はAUPAが中心組織となり各CRC運営委員会によって管理運営されることとなるため、その運営にあたる要員の技術レベルと予算に配慮し、運転、点検、保守の容易で維持管理経費の少ない施設・機材の設計を行う。
- 6) 機材選定に対する方針
本計画で要請されている機材には、維持管理用機材を除き、取り扱いに高度の技術・熟練を要するもの、あるいは調達に困難が予想されるような特殊なものはない。したがって機材の基本設計にあたっては、(a)運用・操作にあたる要員の技術レベルに対応したものであること、(b)維持管理費を極力軽減し得ること、(c)環境や取り扱いによって影響を受けやすい機材は避ける、(d)現地で消耗・補修用部品が入手可能であることを基本とした整備内容とする。
- 7) 工期に対する方針
整備延長や工種が多いこと、無償資金協力の円滑な推進と受け入れ機関であるラ・パス県との状況を考慮して、本件実施には期分けにより実施する必要がある。したがって、期分け計画は次のように想定した。なお、検討のための基本となるコンポーネントの配分は次のように設定した。

区 分	灌漑システム	取水工	幹線道路	連絡道路	橋梁	潜水橋	砂利舗装
資機材調達	-	-	-	-	-	-	-
土木工事 1	2 システム(19.4km)	2 箇所	13.5km	3.8km	-	2 箇所	-
土木工事 2	3 システム(37.0km)	3 箇所	39.9km	3.1km	1 箇所	4 箇所	全整備路線

以上より、期分け構想はこれらの組み合わせによって検討される。

Case	期分	コンポーネント	問題点
	1期	資機材調達	ラ・パス県によるCRCの建設完了まで調達資機材の運用に遅れが生じる。
	2期	土木工事1	
	3期	土木工事2	
	1期	資機材調達 + 土木工事1	CRCの建設完了後に機材を調達するようにタイミングの調整が必要。
	2期	土木工事2	
	1期	土木工事1	最も一般的である。
	2期	土木工事2 + 資機材調達	

Case は事業の早期実現が図られ、先方政府にボリヴィア側受け持ち工事の促進を促し、事業実現のインパクト効果は大きい。しかし、ラ・パス県によるCRC建設が完了していなければ、有効な機材運営が実施できない欠点がある。したがって、現地ラ・パス県の受け入れ状況等を考慮して、Case が妥当であると思料される。

以上の基本方針に基づき、現況調査とその解析結果により各整備項目に係わる整備方向は次のように示される。

(1) 灌漑施設整備

1) 水源水量

本計画対象地域周辺での長期間にわたる河川流量観測はケッカ川アチャカチ流観所(下流国道架橋地点)で1967年7月から現在まで行われている。流量観測は水位標の読み取りで、日一回の観測されている。現状の水利用解析に当たっては、アチャカチ流観所資料を基本として、湧水・既存灌漑システムでの取水を考慮した上流・中流・下流での取水可能量を算定した。灌漑計画での確率年は5年非超過確率年とすると、上流・中流・下流での取水可能量は以下の様に示される。

項目	単位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
アチャカチ	m ³ /s	6.91	9.15	6.44	2.98	1.42	0.66	0.39	0.36	0.30	0.51	1.33	3.31	-
上流	m ³ /s	5.75	7.67	5.31	2.45	1.15	0.53	0.31	0.33	0.38	0.42	1.10	2.72	-
中流	m ³ /s	5.74	7.73	5.30	2.32	0.99	0.37	0.14	0.15	0.20	0.24	0.92	2.56	-
下流	m ³ /s	5.52	7.62	5.18	2.21	0.89	0.28	0.02	0.05	0.10	0.11	0.81	2.43	-
アチャカチ	MMC	18.50	22.14	17.25	7.74	3.81	1.70	1.06	0.97	0.79	1.36	3.45	8.88	87.65
上流	MMC	15.39	18.56	14.21	6.36	3.09	1.37	0.82	0.89	0.99	1.13	2.85	7.29	72.95
中流	MMC	15.38	18.70	14.21	6.00	2.64	0.96	0.37	0.41	0.53	0.63	2.39	6.86	69.08
下流	MMC	15.06	18.44	13.88	5.73	2.37	0.73	0.05	0.14	0.27	0.30	2.10	6.51	65.58

2) 作物用水量

計画対象地区の作物用水量の算定にあたっては、対象地区内ベレン気象観測所資料を用い、修正ペンマン法で算定した。その概要は以下のとおりである。

項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ETo (mm)	4.1	4.4	4.3	4.3	3.6	3.2	3.4	4.3	4.9	5.0	4.9	4.4

各作物別用水量は、現状の栽培作物及び計画で提言される作物(気象・土壌等の自然条件から新規に導入される作物はなく、基本的に現状の栽培作物の栽培面積が変化する)から、以下のように示される。栽培作物の作物係数及び有効雨量算定についてはFAOの“灌漑排水技術書”に準拠した。また、灌漑効率は現状の灌漑手法が畝間灌漑で計画においてもこれを踏襲することから圃場レベルで60%とし、搬送効率は現状の土水路からライニング水路に変化することから90%、総合灌漑効率は54%とする。

作物	粗用水量 (mm)	最大必要水量 (l/sec/ha)	
ジャガイモ	594	0.56	
大麦、カラス麦	506	0.47	
ソラマメ	947	0.64	
タマネギ	557	0.64	
ニンジン	617	0.58	
レタス	594	0.70	
アルファルファ	2,093/年	909/11月～4月	0.89

現況土地利用と作付け作物を基にした対象地区内の営農類型は、基本的に雨期（10月から3月）1作で、アルファルファの場合は年間を通じて栽培される。各類型の単位面積当たりの用水量は以下のように示される。

営農類型	粗用水量 (mm)	最大必要水量 (l/sec/ha)
Type A (上流地区)	653	0.53
Type B (中流地区)	749	0.54
Type C (中流地区)	724	0.55
Type D (下流地区)	820	0.57
Type E (下流地区)	840	0.56
Type F (中流地区)	1007	0.61

また、月間の必要単位用水量は以下のとおりである。

項目	単位：l/sec/ha											
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
Type A	0.05	0.06	0.07	0.27	0.53	0.47	0.33	0.35	0.23	0.05	0.05	0.04
Type B	0.09	0.11	0.13	0.31	0.54	0.48	0.33	0.36	0.25	0.10	0.09	0.08
Type C	0.07	0.09	0.11	0.34	0.55	0.48	0.33	0.36	0.21	0.08	0.07	0.06
Type D	0.10	0.15	0.23	0.37	0.57	0.47	0.30	0.38	0.28	0.11	0.09	0.08
Type E	0.11	0.16	0.23	0.36	0.56	0.47	0.32	0.40	0.30	0.12	0.10	0.09
Type F	0.19	0.24	0.31	0.56	0.61	0.49	0.31	0.36	0.21	0.21	0.19	0.16

3) 水収支

既述した各取水地点での利用可能量と各流域別の単位面積当たり粗用水量から、各流域別の5年非超過確率における灌漑可能面積は以下のように示される。計算では上流地区には営農類型 Type A、中流地区には Type B、下流地区には Type E を適用して算定している。

項目	単位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
上流	河川流量	m ³ /s	5.75	7.67	5.31	2.45	1.15	0.53	0.31	0.33	0.38	0.42	1.10	2.72
	単位用水量	l/s	0.33	0.35	0.23	0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.07	0.27	0.53	0.47
	灌漑可能面積	ha	17424	21914	23087	49000	23000	13250	6200	5500	5429	1556	2075	5787
中流	河川流量	m ³ /s	5.74	7.73	5.30	2.32	0.99	0.37	0.14	0.15	0.20	0.24	0.92	2.56
	単位用水量	l/s	0.33	0.36	0.25	0.10	0.09	0.08	0.09	0.11	0.13	0.31	0.54	0.48
	灌漑可能面積	ha	17394	21472	21200	23200	11000	4625	1555	1364	1538	774	1704	5333
下流	河川流量	m ³ /s	5.52	7.62	5.18	2.21	0.89	0.28	0.02	0.05	0.10	0.11	0.81	2.43
	単位用水量	l/s	0.32	0.40	0.30	0.12	0.10	0.09	0.11	0.16	0.23	0.36	0.56	0.47
	灌漑可能面積	ha	17250	19050	17267	18417	8900	3111	181	313	434	305	1446	5170

理論上の灌漑可能面積の最小値は、上流・中流では栽培初期の9・10月に生じる。下流では7月に生じるが栽培初期においても灌漑可能面積は少ない。既存灌漑システムの現状の受益面積と対比すると、上流域では現況灌漑面積 779ha に対し灌漑可能面積の最小は 1556ha、中流域では現況灌漑面積 1695ha に対し灌漑可能面積の最小は 774ha、下流域では現況灌漑面積 998ha に対し灌漑期における灌漑可能面積の最小は 305ha であり、中・下流域では利用可能水量以上の農地が灌漑システムに取り込まれている。

現状の灌漑システムは、河川沿いの導水が容易な農地でシステムの基盤が出来上がった後、分水により導水が可能な農地へ拡大を繰り返して現状のシステムが成立している。この事は、水利用形態に反映されており、河川沿いのシステム成立当初からの農地の灌水には利用のための制限は少ないが、新たにシステムに取り込まれた農地では、時間・昼夜間・曜日等による利用の制限がある。こうした灌漑システムの成立過程を反映した対象地域での灌漑は、作物用水量に基づく灌水ではなく、農民間での

利用調整を基本とした各水路系毎の時間灌水で灌漑システムが成り立っており、豊水期にはできるだけ多くの用水をシステム内に取り込む施設構成となっている。また、各灌漑システムの下流域では、上流域の排水や湿地の水を取り込み利用水量を補完している。

従って、灌漑施設整備に当たっての水路断面は、当該地点の支配灌漑面積に単位用水量を乗じた値を水路容量決定の基本とするが、現状の輪番制等の水利用形態を勘案して水路容量を定める。

4) 施設容量

現状の圃場への分水は幹線水路からの直接分水が殆どで、灌水は間断日数7日で行われている。従って、水路容量は間断日数7日の純灌漑水量に圃場・搬送損失を見込んだ容量とする。また、現状で午前・午後の輪番が行われている水路系（灌漑システム9の分岐幹線水路）においては、12時間送水での水路容量とする。上・中・下流別の営農類型に基づく作物消費水量（ETcrop）、純灌漑水量、圃場灌漑水量、搬送損失を見込んだ単位用水量は以下のとおりである。

流域	営農類型	ETcrop mm/month	純灌漑水量		圃場灌漑水量 l/s/ha	単位用水量 l/s/ha
			mm	l/s/ha		
上流	A	73.7	17.2	1.99	3.32	3.69
中流	C	76.5	17.8	2.06	3.44	3.82
下流	E	79.0	18.4	2.13	3.56	3.95

分水工の設計流量は圃場灌漑水量とする。

5) 水路及び付帯施設整備

(a) 取水工

取水工は水路始点部をゲート付きのRC製水路で計画する。No.27システムは現状水路の始点位置から道路横断箇所（橋梁）通過迄を取水工改修範囲とする。計画される橋梁との取り合いは、左岸取付け道路下に暗渠構造の水路を敷設して現況水路に取りつける。No.12システムは現状水路の始点位置から10m間とする。No.2、No.3及びNo.9システムは現状で河川内から水路が始まっており、洪水時の水位・河床移動等を勘案し改修施設始点部は河川高水敷からとし、10m間を取水工として整備する。

(b) 水路

幹線水路は灌漑システムでの損失水量を減少させ、水利用効率を高める観点からライニングによる整備を行う。ライニングは経済性及び将来的な農民による維持管理を考慮し、ボリヴィア国で一般的な工法を採用し、水路側面を1:0.5で傾斜させた練り石積み、水路底版は無筋コンクリートで施工する。水理的には、常流水路で粗度係数は0.025を採用し、装工断面内で設計流量を流下させる。装工断面内で余裕高が不足する場合は、水路両岸に土羽部を設け設計流量以上の水位上昇に対応する。各灌漑システム別の用水系統模式図を「添付資料・データ集・D項」に示す。

既述した施設容量及び用水系統から、各灌漑システムでの水路容量（起点部）は以下のようにまとめられる。

システム	水路系統	灌漑面積	設計流量	備考
27	27-1	450.5	1.660	
	27-2	43.7	0.161	
	27-3	153.5	0.566	
	27-4	70.2	0.259	
	27-1-1	92.6	0.342	
12	12	45.0	0.166	
9	9-1	430.1	1.642	
	9-2	51.5	0.394	
	9-3	31.2	0.238	
	9-4	41.1	0.314	

システム	水路系統	灌漑面積	設計流量	備考
3	3	211.7	0.836	
	3-1	38.3	0.151	
	3-2	9.2	0.036	
	3-1-1	4.6	0.018	
2	2-1	571.2	2.256	
	2-2	376.6	1.487	
	2-3	105.5	0.416	
	2-4	278.0	1.098	
	2-4-1	138.8	0.548	

また、水路断面としては、計画の水路容量及び現況の水路勾配から以下の 16 タイプが適用される。

タイプ	底幅 (m)	上幅 (m)	高さ (m)	内法勾配
1	1.50	2.50	1.00	1:0.5
2	1.50	2.10	0.60	1:0.5
3	1.10	2.10	1.00	1:0.5
4	0.90	1.50	0.60	1:0.5
5	0.70	1.70	1.00	1:0.5
6	0.70	1.30	0.60	1:0.5
7	0.60	1.50	0.90	1:0.5
8	0.60	1.30	0.70	1:0.5
9	0.60	1.40	0.80	1:0.5
10	0.60	1.20	0.60	1:0.5
11	0.60	1.10	0.50	1:0.5
12	0.50	1.20	0.70	1:0.5
13	0.50	1.10	0.60	1:0.5
14	0.40	1.00	0.60	1:0.5
15	0.40	0.90	0.50	1:0.5
16	0.30	0.80	0.50	1:0.5

(c) 分水工

分水工は、ゲート式及びパイプ式の 2 タイプとする。幹線水路が分岐する場合及び分水が圃場への分水であっても 2 戸以上の農家あるいは 1 筆以上の農地をカバーする場合にはゲート (タイプ C) とする。圃場への分水で農地が 1 筆のみの場合はパイプ (タイプ T) とする。分水工の設計対象流量は既述した圃場灌漑水量とし、各タイプの適用は基本的に以下のように定める。

タイプ	分水能力	ゲート規格 (mm)	パイプ口径 (mm)
C1	$q > 20 \text{ l/sec}$	500x500	
C2	$10 \text{ l/sec} < q < 50 \text{ l/sec}$	300x300	
T	$q < 10 \text{ l/sec}$		100

(d) 道路横断工

道路横断工は、人・畜道と車輦道に分け、前者は幅 2m の RC 板を水路に渡す構造 (タイプ RV1)、後者は水路を RC パイプとして 5~7m の道路横断 (タイプ RV2) を計画する。RC パイプ口径は水路断面を基準として下表のように定める。現況で国道を水路が横断する部位はすべて半円のコルゲートパイプで施設されており、各構造部位は健全な状態にあると判断されることから、現状施設を利用する。

水路底幅 (m)	横断工パイプ口径 (mm)	連 数
0.3	500	1
0.4	600	1
0.5	700	1
0.6	800	1
0.7	1000	1
0.9	600	2
1.1	800	2
1.5	1000	2

(e) 流入工

水路が小溪流や湿地を通過する部位では、余水を水路に流入させ下流域での灌漑に利用している。水路施設の改修に当たってはこれらの流入個所を流入工として整備し、水の有効利用を図る。構造は水路流入式とし、呑口部にはゲートを施設する。流入水量の大きさにより2つのタイプを設け、小流量には0.3x0.3mのゲート付き水路(延長1m、タイプE1)、それ以外の流入には0.5x0.5mのゲート付き水路(延長3m、タイプE2)で計画する。

(f) 溪流横断工

山腹斜面に設置されている水路が多い灌漑システムでは、降水時に山腹溪流からの出水が土砂流となって水路内に流入する。山腹に位置する水路にあってはその機能を将来にわたって保持するため、溪流横断個所には溪流横断工を施設する。構造は、溪流横断個所の水路をRCパイプとしその上面に玉石コンクリート及び蛇籠で溪流横断部を築造する。溪流の大きさにより2タイプ(タイプRR1延長5m、タイプRR2延長10m)の横断工を計画する。RCパイプ口径は道路横断工の選定基準に準ずる。

(g) 水路防護工

No.27 灌漑システムの27-1及び27-2水路上流部に、ケッカ川の洪水により水路側面域に侵食の被害を受けている個所がある。水路が安定して機能を発揮するためには、これら侵食個所の防護が必要であり、侵食個所全体を現状の河床材で盛りたて、盛り立て部の河岸部は練り石積み擁壁で保護する計画とする。

(2) 道路整備

1) 整備水準

道路の整備水準は、「ボ」国における整備基準を参考に、本計画道路の位置付け、交通の状況等を勘案して決定する。

「ボ」国の道路網は以下に分類される。本計画の要請道路は、ラ・パス県によれば、すべて市町村道クラスに相当するCamino Vecinalに位置付けられている。また、「ボ」国の県道級以下の道路整備は、国の道路管轄機関であるSNC(Servicio Nacional de Caminos)から県あるいは市に委ねられて実施される。

道路網区分	性格	建設	メンテナンス
Red Fundamental	県都を結ぶもの、あるいは隣国と連絡する道路(国道級)	SNC	SNC
Red Prefectural	郡都と郡都を結ぶもの、あるいはRed Fundamentalを連絡するもの(県道級)	県	県
Red Vecinal	上記以外(市町村道級)	市	市

道路の規格(整備レベル)は以下の6等級に分類されるが、上記の道路タイプとの直接的な関連性は無く、また規格もある程度柔軟に運用されている。

規格	車両交通量(台/日)	車線	設計速度(km/hr)	車道幅員(1車線幅)	路肩幅員(片側)	推奨する舗装タイプ
0	>15,000	2車線以上	120~60	3.65~3.5	3.50~2.50	コンクリート舗装
A	>5,000	2車線以上	100~40	3.65~3.5	3.50~2.50	アスファルト舗装
B	>1,500	1~2車線	100~40	3.65~3.5	3.50~0.50	アスファルト舗装
	>700	1~2車線	100~30	3.65~3.35	3.00~0.50	簡易舗装
	>300	1~2車線	80~20	3.50~3.00	3.00~0.50	砂利舗装
	<200	1~2車線	60~20	3.35~3.00	3.00~0.50	土砂

本計画で改修する道路は、現行の定期バス路線については大型バスの運行頻度も

かなりあるが、その他の区間では車両の交通量は極めて低く、「ボ」国の規格では全てグレードに該当する。また今後、中・長期（延べ15年）の開発期間内において、計画地域の物流の進展や、新規のバス路線が開通したとしても、住民の生活が急速に車社会へ移行するとは考えにくい。従って、整備水準としては全ての区間において100台未満と推定される。従って、整備水準としては全て単車線とするが、それぞれの区間の特質を勘案して以下に示す整備レベルを設定する。

- 幹線道路のうち、大型バスが定期運行する区間 : 現状でも4mから7m程度の幅員があり、大型バス同士の離合が可能な全幅6.00mを確保する。
- その他の幹線道路 : 現状で散見される大型トラックと、道路改修後には普及が見込まれるミニバス等の小型車両の離合が可能な全幅として5.00mを確保する。
- 連絡道路 : 「ボ」国の道路整備の最低水準である全幅4.00mを確保する。

整備道路の幅員及び整備延長は下表のように整理される。

路線名	区間	整備延長(km)	有効幅員/全幅員(m)	備考
CP-1	全区間	24.2	4.00 / 5.00	幹線道路
CP-2	CP-2-1	5.4	5.00 / 6.00	" / 定期バス路線
	CP-2-2	15.3	4.00 / 5.00	幹線道路
	CP-2-3	8.5	5.00 / 6.00	" / 定期バス路線
	(小計)	29.2		
CC-5	全区間	3.1	3.00 / 4.00	連絡道路
CC-8	全区間	3.8	3.00 / 4.00	連絡道路
延長計		60.3		幹線道路 L=53.4km 連絡道路 L=6.9km

幹線道路のうち、山裾を走る一部の区間では岩盤が路頭している個所がみられるが、これらの区間では整備単価が高額になるため道路幅員を4.00mに抑えることとし、区間延長が200mを超える個所では中間に待避所を設けることで安全性を確保する。

2) 路面強化

計画道路では、道路に沿って用水路が平行している区間が多いが、総体的に路面高と水路高に差がないため、灌漑最盛期の水面上昇時には道路に溢水して路面を損傷している個所が多々見られる。係る区間では盛土による路面の嵩上げを行うことで、路面を保護する。

また、路面の耐久性を高め、特に降雨による路面の泥濘化を避けるため砂利舗装を計画する。全般に交通量が少ないため舗装厚は10cmを標準とするが、大型バスの定期路線で土質的に泥濘化の激しい区間では15cm、既に補修用砂利が投入された形跡が見られる区間では5cm厚の砂利を補給する計画とする。また、以下に示すCP-2の山越えルートの一部の区間と、CC-8の右岸からケッカ川高水敷にいたる区間では縦断勾配が12%を超えるため、安全性を確保するために急傾斜地でも施工が可能なコンクリート舗装を計画する。

- コンクリート舗装 CP-2 : 12.25km 地点 ~ 250m
- CC-8 : 2.35km 地点 ~ 100m

コンクリート舗装は交通量が少ないことから1層路盤の簡易舗装とし、以下の条件に基づいて設計する。

- 路床の設計 CBR : CP-2 : CBR=12 (仮定値: 風化岩と土砂の混合地盤)

CC-8 : CBR=10 (仮定値 : 比較的良好な地盤)

- 期待する路盤の地盤係数 $K_{30}=1471\text{kN/m}^2$ (交通量区分 : 大型車 40 台/日未満)
- 路盤材 : クラッシャーラン (修正 CBR 30)
- コンクリートの設計基準曲げ強度 $=3923\text{kN/m}^2$

以上の条件に基づき、路盤の厚さは CP-2 で 15cm、CC-8 で 20cm、またコンクリート版の厚さは 15cm とする。なお、両者とも斜面上の道路であるため、1.5%の横断片勾配を設けて路面排水を行う。

3) 道路横断工

整備対象道路では用・排水路が道路を横断している個所が多数あるが、このうち横断構造物が整備されていない個所が現況で約 300 箇所あり、交通の障害となっている。道路横断工は以下の 3 つのタイプに分類して整備する。

暗渠型横断工タイプ & : 用・排水の区分なく現状で水路の形状をなしている個所に設ける。全般に水路と道路の高低差がないため、小規模なものは 300mm 以下のコンクリート管を巻き立てた管渠形式(タイプ)とし、中規模以上のものは蓋掛けフリーフォーム形式(タイプ)として路面の局所的な凹凸を抑制する。

河床横断工タイプ : 現状では河道を形成していないが、地形的に低く、降雨時にのみ雨水が道路を横断する個所に設ける。現況の構造は、流水の通過部分を玉石で強化しているものの耐久性がないため、本計画ではコンクリートで被覆した一種の潜水橋(河床横断工)形式で整備する。

本計画で整備する道路横断工は、接続道路の横断工も含め以下のように整理される。

道路名		タイプ	タイプ	タイプ	計
幹線道路	CP-1	62	61	22	145
"	CP-2	58	98	20	176
連絡道路	CC-5	12	5	6	23
"	CC-8	20	13	5	38
計		152	177	53	382

4) 平面・縦断計画

本計画で整備する道路の平面・縦断線形は、以下の理由により、基本的に現道の線形を踏襲することとし、車両の走行上問題の有る個所については次項に示す安全施設を設けることで対処する。

- () 全て既設道路の改修であり、路線変更を伴わない
- () 整備水準の低い土砂道であるため、車両の速度が低速に抑えられる

5) 安全施設

計画道路には、地形上あるいは線形上の問題を処理するために、必要な個所に以下の安全施設を設ける。

施設名	設置目的	設置個所	
		路線名	位置等
待避所	車両の離合出来ない範囲が200m以上連続している個所	CP-1 CP-2	14.2km 12.35km
ガードレール	急カーブと急な坂路が複合している個所	CP-2 CC-8	12.25km~ (L=30m) 2.35km~ (L=30m)
標識(カーブ)	見通しのきかない急カーブ	CP-2 CC-8	12.25km 2.35km
標識(急勾配)	見通しのきかない縦断凸部	CP-1 CP-2 CC-5 CC-8	8.4km, 11.3km 11.25km, 12.25km 2.5km 2.35km
標識(警笛)	見通しのきかない急カーブ及び縦断凸部	CP-1 CP-2 CC-5 CC-8	8.4km, 11.3km 11.25km, 12.25km 2.5km 2.35km
河岸根固め工	道路に沿った河岸が侵食されている個所	CP-1 CP-2 CP-2	3.5km~(L=20m) 11.1km~(L=120m), 11.5km~(L=80m) 20.4km~(L=50m)

(3) ケッカ橋

1) 設計洪水量

設計洪水量は流域内平均最大日雨量データから求める。1949年から1992年(1956~1959年は欠測)における年最大日雨量から求められる各確率雨量は以下のとおりである。

50年確率	: R24=63.4 mm/日
10年確率	: R24=50.0 mm/日
5年確率	: R24=43.5 mm/日
2年確率	: R24=32.9 mm/日

ピーク洪水量は次式により求める。また、各確率洪水量は下表のようである。

$Q = re \cdot A / 3.6$	Q : ピーク洪水量(m ³ /s)
	A : 流域面積(km ²)
$re = F \cdot r$	re : 洪水到達時間内の平均有効降雨強度(mm/hr)
	F : 流出係数(=0.8)
	r : 洪水到達時間内の平均降雨強度(mm/hr)
$tp = 200 \cdot A^{0.22} / re^{0.35}$	tp : 洪水到達時間(min)
$r = R24 / 24 \times (24 / t)^{0.5667}$	R24 : 24時間雨量(mm)
	t : 仮定する洪水到達時間(hr)

施設名	対象洪水 生起確率	流域面積 A (km ²)	到達時間 tp(hr)	降雨強度 r (mm/hr)	有効降雨強度 re (mm/hr)	洪水量 Q (m ³ /s)
ケッカ橋	1/50	263	6.4	6.38	5.10	373
	1/10	"	7.2	4.65	3.72	272
	1/5	"	7.6	3.90	3.12	228
	1/2	"	8.7	2.70	2.16	158

また、橋梁セクションにおける洪水別流況は以下のとおりである。

洪水確率	洪水量(m ³ /s)	河川勾配	粗度係数	流速(m/sec)	洪水位(EL-m)
1/50	373	1/100	0.04	2.44	3971.00
1/10	272	"	"	2.17	3970.80
1/5	228	"	"	2.04	3970.70
1/2	158	"	"	1.81	3970.50

2) 構造形式の検討

ケッカ橋の基本構造形式としては、橋梁形式の他、潜水橋、歩道付き河床横断工等が考えられるが、検討に際しては特に以下の状況を考慮する必要がある。

- ・ 定期バス路線であり、1日当り30台程度の車両の交通量がある。
- ・ 徒歩、自転車での横断も1日当り推定100人程度あり、また学童の通学路ともなっている。
- ・ 降雨記録からの推測では、年間で40日以上はバスの通行が困難で、特に出水期では連続3日から1週間程度の交通遮断状態がしばしば発生するも、約20km離れたアチャカチ市の橋梁以外に迂回路がないため、孤立状態となる。
- ・ 河川の増水により孤立する集落は4集落、約1,000戸(5,000人)で、病気、災害などの緊急時に支障がある。
- ・ 出水期にも危険を冒して川を横断するため毎年のように事故が発生している。
- ・ ケッカ川は全域にわたり既にかかなりの滞砂があり、今後の河床変動にも配慮する必要がある。

それぞれの形式での比較諸元と整備方針は以下に示すとおりである。

形 式	橋 梁	潜 水 橋	河 床 横 断 工
施設概要	6径間連結PC合成I桁橋 全幅=5.6m	25連RCボックスカルバート 全幅=5.0m、内空高=2.00m	車道部=4.0m、有効幅員 =1.5mの歩道橋併設
対象洪水	T=1/50 相当	T=1/50 相当	T=1/50 相当
経 済 性 (相 対 比 率)	2.50	1.00	0.70
整備方針	<p>(1) ケッカ橋は、常時、車両が渡河可能な構造とすることにより、地域住民の生活環境の改善、物流、営農のみならず、人道的見地からも大きな効果が期待できるものであり、橋梁または潜水橋による整備が不可欠である。</p> <p>(2) 河床変動については、過去40年間の左岸幹線用水の取水実績からみて、今後著しい気象の変化やダム建設等の例外的な要因が発生しなければ、大きな変動は無いと考えられる。しかし、洪水量に比して河川幅が広いため確率洪水水位間の変化は小さく、多少の変動でも上部工が洪水により冠水する可能性があり、橋梁形式とした場合でも冠水を前提とした構造とすることが必要である。</p> <p>(3) 建設コストの比較では、潜水橋と橋梁の比率は約1:2.5で圧倒的に潜水橋が有利となる。維持管理面では、河床の滞砂が進行した場合には何れの形式においても排除する必要があるため、両者に大きな差は生じない。</p> <p>(4) 本計画では、機能的な面での優劣に差が無いため、潜没可能な橋梁としての構造的な安定性と経済性で有利な潜水橋形式で整備する。</p>		

3) 基本構造

(a) 幅員構成

橋梁地点の交通量は大型バスが約80%を占め、その通行頻度は9時から16時の間で時間当たり2~3台である。従って橋梁の車道部幅員は定期大型バス1台を対象として決定する。また、橋長が長いので、計画地域の一般的な交通手段である自転車や、通学児童を含む歩行者が一時的に退避可能なスペース考慮して幅員を決定する。

$$\begin{aligned}
 \text{車道部幅員} & : \text{車道部幅員} = \text{車道幅員} + \text{両側路肩幅} (0.50 \sim 0.25\text{m} \times 2) \\
 & \quad \text{車道幅員} = \text{車両幅員}(2.50\text{m}) + \text{両側余裕幅} (0.30\text{m} \times 2) \\
 & \quad \quad \quad = 3.10\text{m} \\
 & \quad \text{車道部幅員} = 3.10\text{m} + (1.00 \sim 0.50\text{m}) \\
 & \quad \quad \quad = 3.60\text{m}
 \end{aligned}$$

よって、両側の車止め幅の0.50mと歩行者の退避スペースとして0.90mを見込み、全幅員は5.00mとする。

(b) 通水断面と流下可能量

箱型断面の単断面の内空幅は、中壁による河積阻害を極力小さく抑えるため、断面規模としては最大級の 5.00m とする。内空高は、底版の高さを河床のミオ筋の高さに一致させ、また維持管理を容易にするため現河床の滞砂面から頂版まで 1.30m の高さを確保すると 2.00m となる。この時、頂版下面の標高は EL3971.30m で、一方、50 年確率の洪水水位は WL=3971.00m であるから 0.30m の余裕があるが、洪水流下時の水面の波打ち等を考えると、この状況が安全に通行できる限界と考えられる。

(c) 安全施設

橋面には歩行者の安全を守るための安全柵と、車両の落下を防止するための車止めを設ける。安全柵の構造は、洪水流の越水時に浮遊物等による大きな外力から潜水橋本体の損傷を避けるため比較的強度の弱い鋼製パイプによる簡易構造とし、車止めは、本体と一体となる鉄筋コンクリート製の円柱構造とする。また、中壁の上流側は、洪水時に流下する玉石の衝突により本体部分が損傷しないよう、25cm 厚の鉄筋コンクリートで補強する。基礎は、河床の洗掘や低下から本体を守るため、ミオ筋から 2.0m の深さまでカットオフを設ける。

(d) 護岸、護床

潜水橋の上下流は、潜水橋により一時的に流速が増加するため洗掘の危険があり、現場製作による玉石コンクリート製の護床ブロックで保護する。ブロックの表面は、現在の河床と粗度を近似させるため、表面は現場調達の花石を使って被覆する。

左岸上流側の護岸は、鏡壁を近接する地山に貫入させて潜水橋背面への流水の進入を防止する。下流側は、護床ブロックの施工範囲まで鏡壁を設けるとともに、取付け道路本体を練り石積み擁壁で直接保護する。右岸の護岸は、鏡壁の上下流に、護床ブロックと同じものを張り、可撓性のある護岸を構築する。

(4) 潜水橋

1) 設計洪水量

各潜水橋地点における設計洪水量は、ケツカ橋と同様の手法で求める。

施設名称	対象洪水 生起確率	流域面積 A (km ²)	到達時間 t p(hr)	降雨強度 r (mm/hr)	有効降雨強度 re (mm/hr)	洪水量 Q (m ³ /s)
潜水橋 No.1	1/2	108	6.7	3.21	2.57	77
潜水橋 No.2	1/2	58	5.6	3.62	2.89	47
潜水橋 No.3	1/2	56	5.6	3.62	2.89	45
	1/5	"	4.9	5.23	4.18	65
	1/10	"	4.6	6.27	5.02	78
潜水橋 No.4	1/2	337	9.3	2.58	2.06	193
潜水橋 No.5	1/2	116	6.9	3.15	2.52	81
潜水橋 No.6	1/2	629	11.1	2.29	1.83	320

2) 整備水準と構造形式

潜水橋は元来、橋梁に比べ整備水準の低い河川横断工であるため、一般的に対象とする洪水確率は 1/2 年から 1/10 年程度が採用されるが、各潜水橋地点における現況河川断面内の洪水流下能力は以下のである。

潜水橋 番号	該当道路	洪水 確率	洪水量 (m ³ /sec)	河川勾配	粗度係数	河川幅 (m)	河川断面内 流下能力 (m ³ /sec)
No.1	CP-2	1/2	77	1/100	0.04	79	19
No.2	CP-2	1/2	47	1/60	0.04	45	33
No.3	CP-2	1/5	65	1/50	0.04	27	79
No.4	CC-5	1/2	193	1/100	0.04	107	42
No.5	CC-8	1/2	81	1/120	0.04	106	49
No.6	CC-8	1/2	320	1/150	0.04	135	80

上記の如く、潜水橋 No.3 を除いては河川断面内で 1/2 確率洪水量の流下能力を有さず、潜水橋を整備するためには河道内に掘り込み式の低水路を新たに建設する必要がある。一方、河床の滞砂状況から考えると、掘り込みによる低水路及び潜水橋は洪水時の送流砂による堆積が予見され、長期に亘り持続的に施設の整備効果を発現するのは困難であると判断される。

本計画では、河道が 1/5 年確率洪水量以上の流下能力を有して新たな低水路を設ける必要が無く、さらにケッカ橋の延長線上、定期バス運行ルート上にあつて、潜水橋の整備とケッカ橋の整備が相乗効果を発揮する No.3 については潜水橋形式 (Type-A とする) で整備する。その他の潜水橋は、滞砂の影響が比較的少なく、滞砂した場合でも復旧が比較的容易で、施設機能を完全に失効する危険性の低い河床横断工の形式 (Type-B とする) として整備し、車両の河川横断を現在の状況より改善することを主体とする。

3) 幅員

No.3 の車道部の幅員はケッカ橋と同様であるが、橋長が短いので特には歩行者スペースをとらず、若干の余裕をみて 4.0m とする。その他の潜水橋では車両の通行頻度が少ないので、大型車 1 台のみの通行を考慮して以下とする。

$$\begin{aligned} \text{車道幅員} &= \text{車両幅}(2.5\text{m}) + \text{両側の余裕幅}(0.3\text{m} \times 2) = 3.1\text{m} \\ \text{車道部幅員} &= \text{車道幅員}(3.1\text{m}) + \text{両側の路肩幅員}(0.25\text{m} \times 2) = 3.6\text{m} \end{aligned}$$

また、両側には車止め (地覆) を設けるが、潜水橋のタイプにより以下のように計画する。

潜水橋 No.3 : 0.25m の車止めを 1.0m 間隔で両側に設置する。
 上記以外の潜水橋 : 常時冠水した状態であるため、小流量時には歩行者が通行出来る様片側の車止めの幅員を 0.55m とし、もう一方の車止めは 0.25m を 1.0m 間隔で設置する。

潜水橋 番号	形式	河川 幅 (m)	接続道路規格 (及び全幅員)	幅員構成			
				下流側車 止め幅(m)	車道部幅 員(m)	上流側車 止め幅(m)	全幅員 (m)
No.1	Type-B	79	幹線道路(5.0m)	0.55	3.60	0.25@1.00	4.40
No.2	Type-B	45	幹線道路(5.0m)	0.55	3.60	0.25@1.00	4.40
No.3	Type-A	27	幹線道路(6.0m)	0.25@1.00	4.00	0.25@1.00	4.50
No.4	Type-B	107	連絡道路(4.0m)	0.55	3.60	0.25@1.00	4.40
No.5	Type-B	106	連絡道路(4.0m)	0.55	3.60	0.25@1.00	4.40
No.6	Type-B	135	連絡道路(4.0m)	0.55	3.60	0.25@1.00	4.40

4) 潜水橋 No.3

潜水橋 No.3 地点における河川の流況は以下のとおりである。

設計洪水量(T=1/5) : 65 m³/sec
 現況河床高 : 96.90 m (仮標高)
 洪水時の水位 : 98.10 m (")

洪水時の水深 : 1.20m (最深部)
 洪水時の平均流速 : 2.95 m/sec
 洪水時の水面幅 : 27 m
 河床勾配 : 1/50

通水部は流積阻害の少ない鉄筋コンクリートの箱型構造とし、耐久性を確保するために最小壁厚を 30cm として単断面の内空幅は 3.00m とする。また内空高は 1/5 年確率洪水時の水深に若干の余裕を見て 1.30m とする。箱型断面の数は、河積に死水部を設けないよう河川全幅とし、8 連で計画する。

5) その他の潜水橋

No.3 以外の潜水橋は河床横断工の形式とする。路面高は洪水位の堰上げが生じないように現況のミオ筋程度の高さとする。河川状況からみて河床は低下傾向にはないが、局所的に流速が大きくなり掃流力が増すためミオ筋から 2.0m の深さまで止水壁を設ける。潜水橋の上下流及び護岸の埋戻し部分は、安定した状態になるまで洗掘を受けやすいので護床ブロックを設置する。護床ブロックの個体の寸法は洪水に対して安定なものとする。

安定条件 : $W > 3.77A \cdot V^2/2g$
 ブロック個体の寸法 : 1.0m(B) x 1.0m(L) x 0.50m(H)
 ブロック個体の重量 : $W = 1.0 \times 1.0 \times 0.5 \times 2.35 = 1.2 \text{ ton}$
 流水がブロックに衝突する時の流速 : $V = 3.17\text{m/s}$ (最大となる No.3 の 10 年確率洪水時の流速)
 流水が衝突する面積 : $A = 1.0 \times 0.5 = 0.50 \text{ m}^2$
 以上より $W = 1.2\text{ton} > 3.77 \times 0.50 \times 3.17^2 / 19.6 = 0.97 \text{ ton}$ -OK-

(5) 機材整備

1) センター支援機材

地域を統括する組織として AUPA (アチャカチプロジェクト利用者組合) が結成されているが、研修、営農指導、施設管理等の面での機能が未成熟であるため、統合組織としての AUPA の機能強化を図る必要がある。そのためには、AUPA と CRC および CA との連携を明確に且つ密にすることが重要であるといえる。しかし、現状では各 CRC や CA および AUPA との距離が離れており、効率的な交通手段が確立されていないために、効率的な連携が困難な状況にある。

このような状況から、CRC および CA の活動を円滑に推進し、AUPA との連携を強化するために、交通・運搬機能を整備することとし、ピックアップトラックによる機動性の向上を図ることとする。導入するピックアップトラックは、4000m の高地であること、本計画で整備される道路以外は十分に整備されておらず、路面の凹凸が激しく、また河川を横断する個所が多い等の自然条件より、2800cc 級の高馬力を有する機種とする。

機 種	排気量	エンジン形式
ピックアップトラック	2800cc 級	ディーゼルエンジン・ターボ仕様

また、センター活動を円滑に実施するために、地下水利用による飲料水供給施設の整備を実施する。動力源としては、ソーラ発電による水中モーターポンプによるものとする。主要諸元は次のとおりである。

計画給水量：無償資金協力地下水開発案件に係る基本設計調査ガイドライン (第 部 設計ガイドライン) より、ラテンアメリカ地域の日平均消費水量 (最低値) である 70 lit./day を基本水量とする。研修実施時に約 100 名の参加者が利用すると仮定し、消費水量は 7,000 lit./day とする。

高架水槽容量：1日消費水量（7m³/日）相当とし、鉄筋コンクリート製とする。

設計揚水量：「平均日射が2日続けば、空の高架水槽を満杯にし、翌日が無日照であったとしても消費水量は確保される」仕様とし、7 m³/day × 1.5 = 10.5 m³/day となる。

基準日射量：対象地域の緯度（約 16°）から、太陽電池の設置角度は 15°（北向）とすれば、ソーラーポンプシステムの計画に用いる基準日射量は、傾斜面日射量が最低となる 2月の日平均日射量：4.86 kW・Hr / m²・day となる。

単位：kW・Hr / m²・day

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
全天日射量	5.34	4.98	5.10	5.36	4.80	4.41	4.61	5.32	6.07	6.65	6.74	5.98	5.44
傾斜面日射量	5.03	4.86	5.24	5.81	5.50	5.20	5.37	5.92	6.40	6.63	6.44	5.59	5.67

ポンプ定格運転時の吐出量：一般的なソーラーポンプシステムの場合の一日積算推定揚水量（Q_{day}）は、 $Q_{day} (m^3 / day) = q (Lit / min \text{ ポンプ定格運転時の吐出量}) \times (60/1000) \times \text{一日積算日射量} (kW \cdot Hr / m^2 \cdot day) \times 0.6$ と計算される。

したがって、 $Q_{day} = 10.5 m^3/day$ 、基準日射量 = 4.86 kW・Hr / m²・day であるので、 $\text{ポンプ定格運転時揚水量} (Lit / min) = 10.5 / \{(60/1000) \times (4.86 \times 0.6)\} = 60.0 (Lit/min)$ となる。

実揚程：H_s = 15m(井戸水深) + 3m(井戸地点と高架水槽地点の標高差) + 7m(高架水槽高) = 25m

直管部摩擦損失：H_f は、ヘーゼンウィリアムズ式において、管内径を 50mm、流速係数を 140、管路長を 700m とすれば、 $H_f = 10.666 \times 140^{-1.85} \times 0.05^{-4.87} \times (60_{(Lit/min)} / 60_{/1000})_{(m^3 / day)}^{1.85} \times 700 = 4.88m$

ポンプ定格揚程(H)：バルブやエルボ等における雑損失を H_f の 20% 程度と仮定して、 $H = 25 + 4.88 \times 1.2 = 30.9 \sim 31m$ 、ポンプ口径は 32mm とする。

ソーラパネルユニットは、必要電力 1920W_p から 120W 級を 16 枚使用する。

いっぽう、AUPA には地域運営のための基礎データの収集や営農及び生活改善のための資料作成等の目的のためにパソコン及びプリンターを導入する。利用目的から、導入機種は標準的な機器構成とする。導入機器の諸元は次のとおりである。

機器	仕様	備考
パソコン	OS : MicroSoft Windows 98 (西語) CPU : Intel Pentium III 450Mhz 互換 HDD : 4.3Gb メモリ : 32Mb CD : x32 FDD : 3.5", 1.44Mb CRT : 14"	
プリンター	A4 版カラーインクジェット シートフィーダー付き 解像度 600dpi 予備インクカートリッジ 50 組	
アプリケーションソフト	MS-Office 2000 (西語) Adobe Illustrator 8.0 (西語) Adobe Acrobat 4.0 (西語)	

2) 研修用機材

CRC および CA の主要な活動として、各地区の施設の維持管理や運営のほかには農業や生活の指導・研修の実施があげられている。研修課題は、農業生産研修、経済活動および経営研修、生活改善研修等があげられ、プロジェクト調整機関であるラ・パス県やサンアンドレス大学ベレン農場、市役所等が研修準備を行うこととなる。研修内容は、地域における問題点を中心に課題が選定され、その原因を究明し解決方法を検討する形で実施される。

これら CRC および CA で実施される指導・研修を効果的なものとするため、研修用機材を計画する。研修機材としては、最低限研修に必要な机、椅子と、AUPA に導入される PC 機材を用いて、営農及び生活改善のための研修用資料作成等を行うこととする。

導入する機材は次のとおりである。

機材名	チャチャコマニ CRC	カラカラ CRC	ベレン CRC	ケラニ CA	プトゥニ CA	ハウイルラカ CA	計
研修用机	30	30	30	10	10	10	120
研修用椅子	100	100	100	70	70	70	510

3) 畜産支援機材

家畜人工授精の推進は、本地域において最も重要であると共に、短期間に効果が発現され、営農改善に資するところが大きい。各 CRC・CA における人工授精・畜産改善プログラムも UMSA や JOCV の協力の基に実施可能であり、そのため下記に示す必要最小限の資機材の導入を実施する。

番号	機材名	数量	利用目的
1.人工授精支援機材			
1	ストロー鉗子	2	液体窒素保管器内の凍結精液を扱う
2	LN2 保管器 (液体窒素容量 29.0 lit)	1	凍結精液を保管する
3	LN2 保管器 (液体窒素容量 30.0 lit)	1	凍結精液を保管する
4	LN2 保管器 (液体窒素容量 2.0 lit)	1	現場で人工授精を実施する際に凍結精液を小分けにして運搬する
5	携帯用精液保存器	1	現場で人工授精を実施する際に、凍結精液融解や氷水で融解し長時間の運搬に利用
6	ストローピンセット	2	凍結精液を扱う
7	ストロー剪刀	2	凍結精液ストローの切断開封
8	新型ストロー精液注入器	2	融解後の凍結精液を子宮内に注入する器具
9	シース管	10	精液注入器に装着して、人工授精を実施するための消耗品
10	直検手袋	20	人工授精実施の際に、直腸挿入側の手につけるビニール手袋
11	カバーグラス	10	融解後の精液の活力を確認する
12	スライドグラス	10	融解後の精液の活力を確認する
13	顕微鏡	1	融解後の精液の活力を確認する
2.家畜改善機材			
14	ハイフォーク	5	乾草や農業副産物の調整作業
15	マニユアフォーク	5	堆肥管理作業用
16	耳標装着用鉗子	2	家畜個体識別用耳標装着器具
17	耳標	5	家畜人工授精用耳標 (雌牛に装着)
18	マーキングペン	5	耳標用ペン
19	牛鼻穿孔器	1	セイケンリングや鼻環装着に使用
20	セイケンリング	10	雌牛管理用の鼻環
21	鼻環	10	雄牛管理用の鼻環
22	哺乳ビン及び乳首	10	子牛育成用哺乳ビン
23	ポリプロピレン頭絡 (大・小)	各 1	牛管理のために頭に装着
24	入れ墨器	1	人工授精で生まれた子牛に使用
25	背負式草刈り機	2	牧草収穫及び野草・灌木の除去
26	パネ秤 (100kg、50kg)	各 3	飼料等の秤量
27	飼料裁断機	1	青刈り飼料の裁断

4) 展示圃場用機材

展示圃場用機材としては、上流部チャチャコマニに設置される CRC に、気象観測施設を設置し、営農改善のためや施設維持管理のための基礎データを収集し、効率的な地域運営に活用することとする。

項 目	台 数	備 考
1. 温湿度計	台 1	全て手動読み計器とする。
2. 風速風向計	台 1	
3. 雨量計	台 1	
4. 日照計	台 1	
5. 百葉箱	器 1	

3.3.2 基本計画

前項の設計方針に基づき、本計画の各コンポーネントに係わる基本計画は以下のとおりである。

(1) 取水施設

取水施設は水路流入式タイプで、手動鋼製ゲートを呑み口に施設する。水路は RC 製で各灌漑システム別の主要寸法は以下のように計画する。

灌 漑 システム	取水路			取付区間長 (m)	水路起点断面			
	水路幅(m)	水路高(m)	延長(m)		底幅(m)	上幅(m)	高さ(m)	法勾配
27	2.00	1.00	90.00	5.00	1.50	2.10	0.60	1:0.5
12	1.20	0.80	10.00	5.00	0.70	1.30	0.60	1:0.5
9	2.00	1.00	10.00	5.00	1.50	2.50	1.00	1:0.5
3	1.50	1.00	10.00	5.00	0.70	1.70	1.00	1:0.5
2	2.00	1.00	10.00	5.00	1.50	2.50	1.00	1:0.5

灌漑システム 27 及び 12 については、岩露頭部での施工となることから、基礎面は無筋コンクリートで置き換える。その他のシステムは、河岸段丘部の平坦部での設置となり置き換えはしない。また、取水工前面は、灌漑システム 27 及び 12 では捨て石張りとし、その他は既存水路が前面に連なることからふとん籠で既存土水路を保護する。

(2) 水 路

幹線水路整備の延長及び計画断面形状は次表のとおりである。計画断面は、水路側壁部が 1 : 0.5 で傾斜させた練り石積み、水路底版は無筋コンクリートで計画する。

灌 溉 システム	水路系	延 長 (m)	灌漑面積 (ha)	設 計 流 量 (m ³ /s)	水路勾配	水				路 タイプ
						水深 (m)	底幅 (mm)	上幅 (mm)	高さ (mm)	
27	27-1	110	450.5	1.660	1/1001	0.495	1500	2100	600	2
	27-1	1,800	297.0	1.096	1/70	0.476	900	1500	600	4
	27-1	323	222.3	0.820	1/100	0.445	900	1500	600	4
	27-1	1,277	100.0	0.369	1/100	0.391	500	1100	600	13
	27-1	2,118	80.9	0.299	1/300	0.475	500	1100	600	13
	27-2	1,005	43.7	0.161	1/90	0.309	300	800	500	16
	27-3	526	153.5	0.566	1/70	0.372	700	1300	600	6
	27-3	1,074	81.1	0.299	1/70	0.311	500	1100	600	13
	27-3	900	54.7	0.202	1/80	0.292	400	900	500	15
	27-3	840	38.5	0.142	1/100	0.297	300	800	500	16
	27-4	1,000	70.2	0.259	1/60	0.310	400	1000	600	14
	27-4	700	60.1	0.222	1/80	0.308	400	1000	600	14
	27-4	1,281	50.1	0.185	1/150	0.385	300	800	500	16
	27-1-1	2,000	92.6	0.342	1/120	0.443	400	1000	600	14
total		14,954	1795.2							
9	9-1	2,007	430.1	1.642	1/300	0.689	1500	2500	1000	1
	9-1	900	354.5	1.354	1/1000	0.883	1500	2500	1000	1
	9-1	731	319.3	1.220	1/500	0.810	1100	2100	1000	3
	9-1	452	267.2	1.020	1/150	0.659	700	1700	1000	5
	9-1	1,128	264.4	1.010	1/1000	0.740	1500	2500	1000	1
	9-2	2,820	51.5	0.394	1/1100	0.676	700	1700	1000	5
	9-2	3,250	17.3	0.132	1/1100	0.389	600	1200	600	10
	9-3	1,400	31.2	0.238	1/3000	0.729	600	1500	900	7
	9-3	1,100	14.0	0.107	1/3000	0.510	500	1200	700	12
	9-4	1,390	41.1	0.314	1/500	0.471	700	1300	600	6
	9-4	1,625	28.7	0.110	1/500	0.307	500	1100	600	13
	9-4	585	18.1	0.069	1/500	0.311	300	800	500	16
	9-4	500	12.8	0.049	1/140	0.176	300	800	500	16
	9-4	1,150	8.2	0.031	1/800	0.224	300	800	500	16
total		19,038	1858.4							
12	12	2,690	45.0	0.166	1/600	0.339	700	1300	600	6
	12	300	22.3	0.085	1/600	0.248	600	1100	500	11
	12	1,400	16.9	0.057	1/180	0.207	300	800	500	16
	total		4,390	84.2						
3	3	1,463	211.7	0.836	1/650	0.889	700	1700	1000	5
	3	445	147.9	0.584	1/450	0.709	600	1500	900	7
	3	950	58.8	0.232	1/450	0.417	600	1200	600	10
	3	597	18.5	0.073	1/450	0.266	400	900	500	15
	3-1	620	38.3	0.151	1/450	0.406	400	1000	600	14
	3-2	243	9.2	0.036	1/450	0.207	300	800	500	16
	3-1-1	200	4.6	0.018	1/450	0.136	300	800	500	16
	total		4,518	489.0						
2	2-1	362	571.2	2.256	1/500	0.974	1500	2500	1000	1
	2-1	878	464.6	1.835	1/500	0.861	1500	2500	1000	1
	2-1	1,850	86.4	0.341	1/300	0.465	600	1300	700	8
	2-1	200	83.2	0.329	1/100	0.328	600	1300	700	8
	2-1	550	68.9	0.272	1/800	0.542	600	1300	700	8
	2-2	1,477	376.6	1.487	1/450	0.882	1100	2100	1000	3
	2-2	923	53.6	0.212	1/700	0.497	500	1200	700	12
	2-2	650	10.3	0.041	1/700	0.254	300	800	500	16
	2-3	1,400	105.5	0.416	1/1000	0.733	600	1500	900	7
	2-3	600	44.3	0.174	1/1000	0.548	400	1000	600	14
	2-3	700	37.7	0.149	1/400	0.390	400	1000	600	14
	2-3	625	24.3	0.096	1/1000	0.394	400	900	500	15
	2-4	526	278.0	1.098	1/800	0.874	1100	2100	1000	3
	2-4	955	90.0	0.356	1/800	0.631	600	1400	800	9
2-4-1	1,800	138.8	0.548	1/450	0.549	900	1500	600	4	
total		13,496	2433.4							

(3) 水路付帯施設

水路に付帯する、分木工、道路横断工、溪流横断工、流入工、水路防護工の各水路別の配置を次表に示す。付帯工が施設される位置の水路タイプ及び付帯工の目的から定まる条件により、付帯工の各タイプが選定される。設計方針の項で定めた選定基

準により各付帯工の個所あるいは延長は下表のように示される。

灌漑システム	水路	道路横断工		溪流横断工		流入工		分水工			水路防護工 (m)
		RV1	RV2	RR1	RR2	E1	E2	C1	C2	T	
27	27-1	5	6	-	-	-	1	4	33	33	137
	27-2	-	-	-	-	-	-	2	4	21	40
	27-3	4	4	-	-	-	-	2	36	28	-
	27-4	2	3	-	-	-	-	4	17	30	-
	27-1-1	1	1	-	-	-	-	1	5	3	-
	小計	12	14	0	0	0	1	13	95	115	177
12	12	10	2	-	-	1	-	-	39	16	-
	小計	10	2	0	0	1	0	0	39	16	0
9	9-1	7	3	-	-	13	-	2	46	28	-
	9-2	41	1	-	-	3	-	-	61	26	-
	9-3	23	-	2	2	-	-	2	31	6	-
	9-4	25	3	15	3	3	-	1	25	112	-
	小計	96	7	17	5	19	0	5	163	172	0
3	3	14	8	2	-	6	10	20	9	23	-
	3-1	5	-	-	-	-	-	8	2	15	-
	3-2	1	1	-	-	-	-	-	5	8	-
	3-1-1	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-
	小計	24	9	2	-	6	10	28	16	52	0
2	2-1	15	8	-	-	3	3	10	6	14	-
	2-2	15	10	1	-	-	1	6	16	16	-
	2-3	28	3	-	-	-	-	11	17	51	-
	2-4	7	3	-	-	-	-	4	6	1	-
	2-4-1	12	4	-	-	-	-	1	20	10	-
	小計	77	28	1	0	3	4	32	65	92	0
合 計		219	60	20	5	29	15	78	378	447	177

(4) 道路改修

本計画により実施される道路整備の内容は次のようにまとめられる。

道路区分	路線名	整備延長(km)	有効幅員/ 全幅員(m)	路面舗装	大規模 河川横断工	小規模水路等 横断工(個所)
幹線道路	CP-1	24.2	4.00/5.00	砕石 t=5~10cm	-	145
	CP-2-1	5.4	5.00/6.00	砕石 t=5~10cm	-	43
	CP-2-2	15.3	4.00/5.00	砕石 t=5~10cm コンクリート t=15cm	潜水橋 No.1 潜水橋 No.2	83
	CP-2-3	8.5	5.00/6.00	砕石 t=5~10cm	ケッカ橋 潜水橋 No.3	50
	CP-2 小計	29.2				176
	計	53.4			4箇所	321
連絡道路	CC-5	3.1	3.00/4.00	砕石 t=10cm	潜水橋 No.4	23
	CC-8	3.8	3.00/4.00	砕石 t=10cm コンクリート t=20cm	潜水橋 No.5 潜水橋 No.6	38
	計	6.9			3箇所	61
合計		60.3			7箇所	382

(5) ケッカ橋整備

ケッカ橋整備に掛る諸元は次のとおりである。

名称	洪水量 (m ³ /s)	生起 確率	通水部断面諸元						アプローチ延長 (m)	
			単断面内空		連数	延長(m)	幅員(m)		左岸	右岸
			幅(m)	高(m)			車道部	全幅		
ケッカ橋	373	1/50相当	5.00	2.00	25	140.30	4.50	5.00	35.99	11.09

(6) 潜水橋整備

整備される潜水橋の諸元は次のとおりである。

潜水橋タイプ A (潜水橋形式)

潜水橋 番号	洪水量 (m ³ /s)	生起 確率	通水部断面諸元						アプローチ延長(m)			
			単断面内空		連数	延長(m)	幅員(m)		左岸		右岸	
			幅(m)	高(m)			車道部	全幅	TypeA	TypeB	TypeA	Type B
No.3	65	1/5 相当	3.00	1.30	8	27.00	4.00	4.50	8.00	8.00	8.00	8.00

潜水橋タイプ B (河床横断工形式)

潜水橋 番号	洪水量 (m ³ /s)	生起 確率	河川幅員 (越流長) (m)	道路部幅員 (m)		アプローチ延長(m)			
				車道部	全幅	左岸		右岸	
						Type -A	Type -B	Type -A	Type -B
No.1	77	1/2	79	3.60	4.40	17.50	8.00	17.50	8.00
No.2	47	1/2	45	3.60	4.40	17.50	8.00	17.50	8.00
No.4	193	1/2	107	3.60	4.40	17.50	8.00	17.50	8.00
No.5	81	1/2	106	3.60	4.40	17.50	8.00	17.50	8.00
No.6	320	1/2	135	3.60	4.40	17.50	112.00	17.50	45.00

(7) 機材

要請内容に基づき、各資機材の使用目的、需要および作業量を検討した結果、導入資機材は以下のとおり決定する。

導入機材配分表

番号	名 称	単位	合計	AUPA	CRC			CA		
					チャ チャ コ マ ニ	カラ カラ	ベレン	ケラニ	プトウ ニ	ハウイ ルラカ
1.	センター支援機材									
1.	ビックアップ 2800級	台	3	-	1	1	1	-	-	-
2.	水中モーターポンプ 32mm	台	3	-	1	1	1	-	-	-
3.	高架水槽	箇所	3	-	1	1	1	-	-	-
4.	ソー発電システム	式	3	-	1	1	1	-	-	-
5.	コンピュータ	台	1	1	-	-	-	-	-	-
6.	カープリンター	台	1	1	-	-	-	-	-	-
2.	研修用機材									
1.	研修用椅子・机	個	630	-	130	130	130	80	80	80
3.	畜産支援機材									
1	人工授精機材	式	1	-	-	-	1	-	-	-
2	畜産改善機材	式	1	-	-	-	1	-	-	-
4.	展示圃場用機材									
1.	温湿度計	台	1	-	1	-	-	-	-	-
2.	風速風向計	台	1	-	1	-	-	-	-	-
3.	雨量計	台	1	-	1	-	-	-	-	-
4.	日照計	台	1	-	1	-	-	-	-	-
5.	百葉箱	器	1	-	1	-	-	-	-	-

3.4 プロジェクトの実施体制

3.4.1 組織

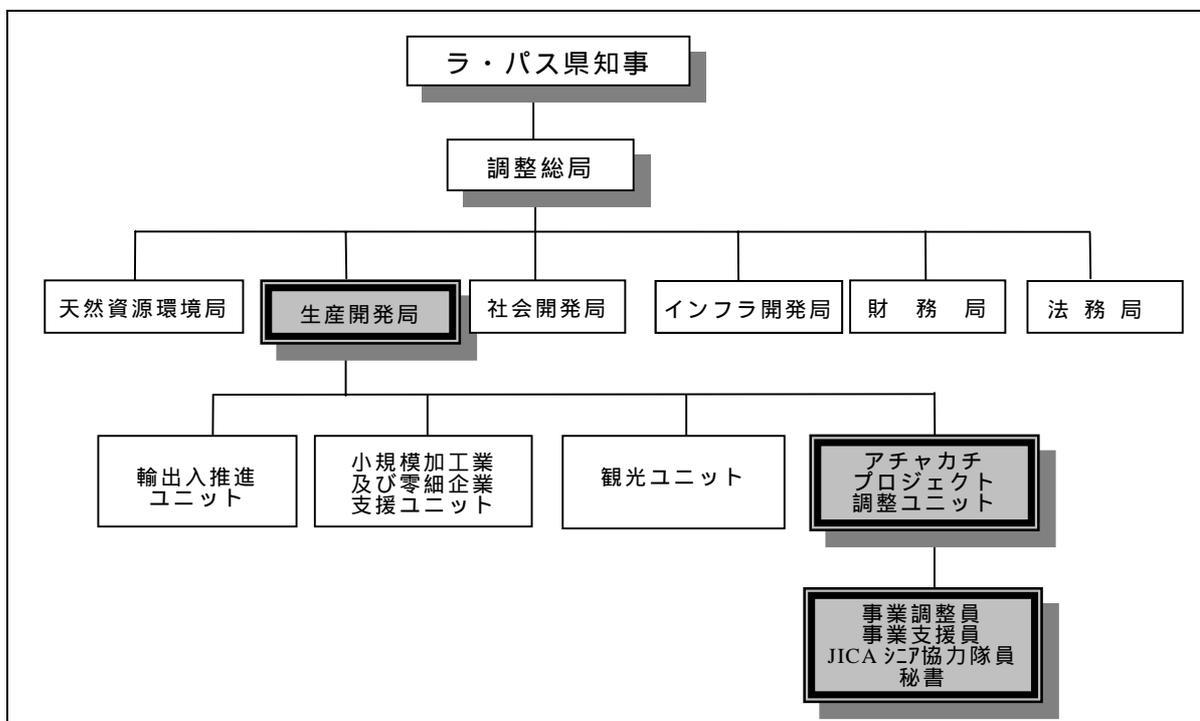
(1) UCPA

アチャカチプロジェクト調整ユニット（UCPA：Unidad de Coordinación del Proyecto Achacachi）は、開発調査である「アチャカチ地区農村・農業開発計画調査」の提言を受けて、1997年に同調査でのカウンターパート職員を中心にして、同調査の結果を具体的に推進するために、本事業の実施機関であるラ・パス県の生産開発局に設置された組織である。

UCPAは、住民参加型で事業を推進させる大衆参加法を具体的に活用するために、住民の組織化と事業の取り組みを支援する組織である。現在「ボ」国では、構造調整に伴う機構改革を推進しており、特に地方分権化のもとで事業実施部門を第三者機関に委託して民営化を強力に推し進めている。UCPAのスタッフは現在4名で構成され、地域住民に対して事業実施に向けた支援活動を実施している。

これまでのUCPAの主要な活動は、流域全体を統括する維持管理組織の構築と実施のための営農・生活改善支援プログラムの作成である。流域全体の維持管理組織としては、二つの水利組合を母体として、1998年8月に「アチャカチ・プロジェクト受益者組合（AUPA：Asociación de Usuarios del Proyecto Achacachi）」を設立させ、流域が一体となったプロジェクト推進のための受け皿が確立されることとなった。ここでいう「アチャカチ・プロジェクト」とは、開発調査で提言された短期整備計画から長期整備計画にわたる全事業の実施を目指している。

また、UCPAでは本プロジェクトの根幹となる「村興しセンター」、「地区センター」の実施設計を行い、その資金援助をFDCに申請し、本プロジェクトの具体的な推進を図っている。営農・生活改善支援プログラムの作成においては、農牧農村開発省の専門化集団やサンアンドレス大学ベレン農場等との連携の下に、具体的な支援プログラムを作成中である。



(2) AUPA

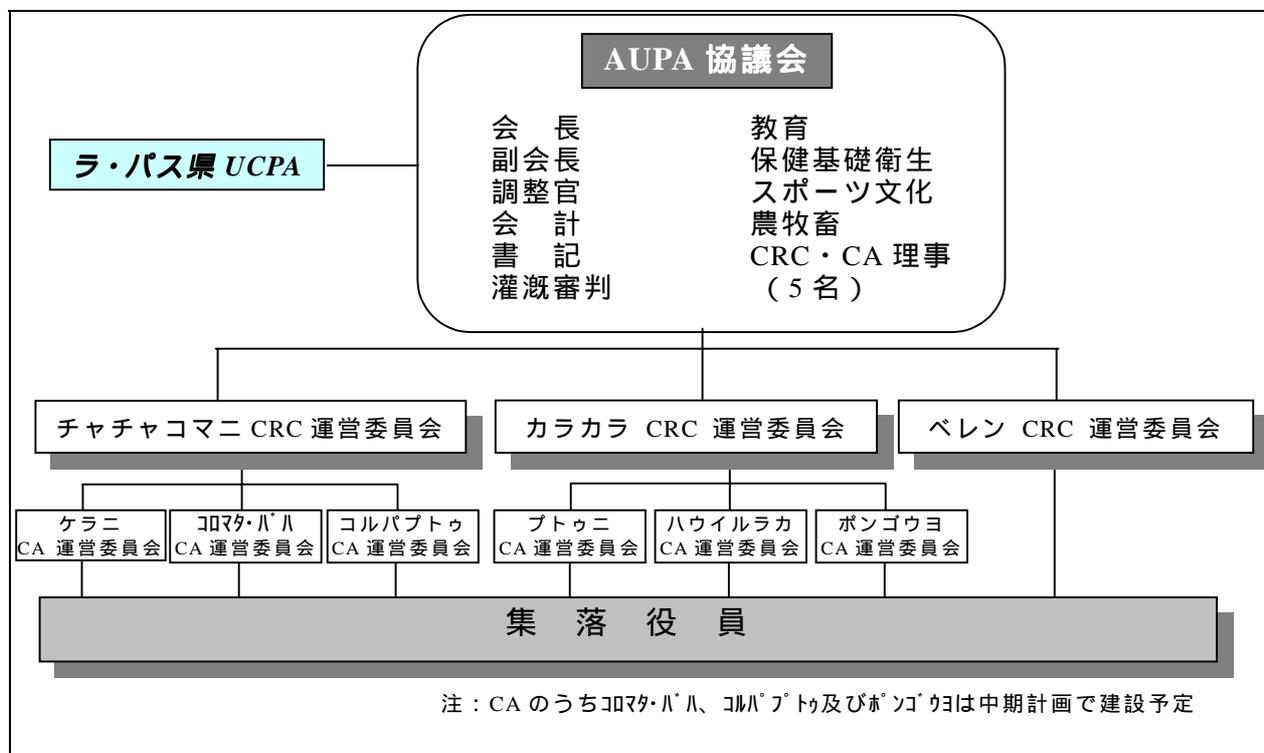
AUPA は UCPA の指導の下に、既存の中央ケッカ川水利組合とチャチャコマニ水利組合を母体として、流域全体としての統一組織として 1998 年 8 月に結成され、1999 年 4 月に国によって公認された。

AUPA は公共的権利を有する非営利団体であり、CRC や CA を活用することによって、生産性の改善、収入の向上、生活環境の改善を図り、最終的には経済及び生産ユニットを構成することを目的としている。そのために実施する事業は次のとおりである。

- 灌漑用水の有効な活用
- 地域の総合開発を促進するために、医療サービス、教育、生産等の環境の改善
- ケッカ川及び支流の流水利用者の結集
- 組合員の各段階（郡・県・国）での権利の保全
- 組合員の社会経済的な環境改善の促進のための灌漑・農牧畜・保健・教育等の整備に係わる融資・技術協力や手続きを行う。
- CRC 委員会において作成される灌漑システムにかかわるオペレーションマニュアルやメンテナンスマニュアルにより、システムの最適で有効な管理を行う。

AUPA の委員会は、会長、副会長、調整官、会計、書記、灌漑審判、教育担当、保健基礎衛生担当、スポーツ文化担当、農牧畜担当、各 CRC・CA 理事の計 15 名で構成されている。CRC と CA には委員会が設けられ、委員長・調整官・会計・書記・理事の構成である。また、各集落には集落長・水路長・教育長・保健長等が設けられており、これらの役員が CRC や CA の役員を兼務することとなる。

AUPA の流域全体の構成は次のようにまとめられる。



本計画により実施される施設の維持管理は、統合組織である AUPA の下で、これまでの水利組合による水管理・灌漑施設管理や集落毎の道路や集会施設および学校施設に対する維持管理等の共同作業経験を生かし、各地区の CRC 委員会によって実施

される。

各 CRC 単位での施設維持管理および運営方針は次のとおりとなる。
 施設維持管理用機材による道路・水路の保守と管理および新規整備の実施
 営農支援機材の維持管理と地区営農環境の改善
 センター支援機材の維持管理および機材活用による営農・生活環境の改善
 展示用圃場の管理と営農技術の研修

3.4.2 予算

アチャカチ・プロジェクトの担当部局である UCPA の予算推移と今後の予算手当ては次のようである。これらの予算は全て、アチャカチ・プロジェクト推進のために支出される。

単位：Bs.

区 分	1996	1997	1998	1999	2000
人件費	45,000	270,000	98,000	207,500	645,500
事務所経費	9,560	10,360	13,260	14,520	16,500
資機材費	-	-	9,400	10,900	28,300
調整活動費	-	-	67,340	136,580	55,200
合計	54,560	280,360	188,000	369,500	745,500

一方、ラ・パス県が実施する CRC や CA の本体事業はラ・パス県の資金と FDC の基金によって賄われることとなる。現在、県は FDC に対して実施計画書を提出しており、FDC 側からは、本計画に対する無償資金協力が確定した時点で、FDC 資金により CRC および CA の建設資金が提供される協定が確定している。したがって、CRC および CA に対する資金的な裏づけは確立しているといえる。

一方、市レベルにおいては、大衆参加法により事業資金が支給され、市の財源となっている。同資金は、市域の国勢調査人口レベルに応じて支給され、その額は 1999 年において住民一人当たり年間 128Bs. である。したがって、この資金が市域レベルにおける事業実施のための財源となる。

アチャカチプロジェクトの実施に対して、ラ・パス県と関連市域（アチャカチ市およびバターリヤス市）の協定により、裨益市は十分なカウンターパート資金を割り当てることを約束し、2000 年度以降予算に計上されることとなった。

大衆参加法にかかる予算の推移は次のようである。

単位：千 Bs.

区 分	1998	1999	2000
全国	1,122,494	1,275,890	1,236,129
アチャカチ市	10,496	11,933	11,561
バターリヤス市	2,998	3,407	3,301

3.4.3 要員・技術レベル

各施設の維持管理および運営は、UCPA の指導の下に、AUPA を統合組織として、各 CRC の自主運営に委ねられることとなる。これは「ボ」国の大衆参加法の根本原則であり、地域住民の参加を促すことにより、自主的に地域の改善を図ろうと意図しているためである。その結果、地域住民には一定の地域管理能力が培われてきているといえる。例えば、灌漑施設の維持管理・新規整備、道路の維持管理補修、学校施設や集会施設の維持管理補修、水道施設の建設や維持管理等があげられ、一定の技術レベルを保有しているが、一方では重機や営農機械の運転および維持管理に対しては殆ど経験が無く、その技術レベルは低いといえる。これらは、これまで活用できる機会が皆無であったためであり、青壮年層を中心として技術取得の意欲は高く、能力的にも

十分対応は可能であると思料される。

自立可能で持続的な地域開発を目指すためには、これらの技術的な地域定着は本計画の意図するところであり、これらの技術を取得することにより地域における就業機会の創設にも繋がり、地域定住化の大きな布石ともなるといえる。そのためにも、UCPA や AUPA での入念な技能者養成プログラムが必要であり、これからの大きな課題であるといえる。

現時点での各種技術レベルと今後の対策をまとめれば次のようになる。

必要技術	レベル	要員	対策
灌漑施設の維持管理	高い	有	既存の技術を活用できる。
灌漑施設の新設	中位	有	既存の技術を活用し研修により施工技術の高度化を図る。
道路の維持管理	高い	有	既存の技術を活用できる。
道路の整備	中位	有	既存の技術を活用し研修により施工技術の高度化を図る。
重機の運転	無し	無	当面はオペレーターを雇用するも、OJT や研修を通じて、地区固有のオペレーターを育成する。
営農機械の運転	中位	有	機械保有者の経験を生かすとともに、研修を通じて人材を育成する。
人工授精技術	低い	無	サンアンドレス大学(UMSA)の協力を得てリーダーの育成を図り、技能者を地域に拡大して行くことが重要である。
灌漑技術	低い	有	展示圃場の研修により技術を拡大させる。UMSAとの共同実験や実習が必要である。また、UMSAの指導の下に、技術普及のためのリーダーの養成が不可欠である。
自動車の運転	低い	有	研修による免許の取得を奨励。
モーターバイク	低い	有	比較的容易に取得可能
無線機	低い	有	現在活用中の集落有り、容易に取得可能
PC等の活用	低い	有	UCPA や UMSA の研修を通じて技術のレベルアップと新規技術者の養成を行う必要がある。

第4章

事業計画

第5章

プロジェクトの評価と提言

第5章 プロジェクトの評価と提言

5.1 妥当性に係る実証・検証および裨益効果

5.1.1 妥当性の検証

本計画を我が国の無償資金協力として実施する妥当性を検討するにあたり、地区の立地条件をまとめれば次のようである。

条件項目	特 性 分 析
灌漑条件	55ヶ所の灌漑システムと水管理組織が存在し、既に灌漑農業が成立している。長年灌漑手法に馴染んでおり、整備される灌漑施設を十分に活用でき、水管理や効率的な用水の運用により、営農の近代化を図れる。
土壌条件	変化に富む土壌であるが、適地適作で対応しており制限要因とは考えられない。
営農条件	農・牧の複合経営である。現在の生産性は低いが、営農支援組織の確立により生産性の向上が図れる。
流通条件	牛乳以外は個人流通である。地方市場での販売が主体であり、販路が不安定であるが、道路条件の改善や営農支援組織の確立によって効率的な流通体系が確立される。
道路条件	整備水準は低いものの道路網は確立している。また、集落毎の共同作業により、定期的に維持管理を実施しており、施設を維持管理する必要性を認識している。
農業支援条件	ラ・パス県 UCPA が組織化を支援し、UMSA ベレン農場が核となり普及・支援を実施する体制である。また第三者により実施される生産プロジェクトの策定作業を進めており、組織的な支援体制が可能となる。
農民組織条件	各集落の水管理組織を統合する広域的な水利組合があり灌漑施設の維持管理を行ってきた。この水利組合と各集落の自治組織をベースとして、地域をまとめる組織 AUPA が設立され、地域開発推進のための基礎的体制が確立されている。一方、営農組織としては牛乳生産組合があり地域的に活動を行っている。
資金条件	道路・水路の維持管理や AUPA 組合費の拠出を農民個人が行っており、受益者負担の必要性を認識している。一方、大衆参加法による基金が活用でき、施設や資機材の維持管理面での資金的背景が確立されている。

上記立地条件総括表より判断して、営農、流通、道路条件に不足部分が認められるが、無償資金協力を受け入れる素地は備えていると判断される。また、これらの不足部分は本事業が実施されることにより改善される事項であり、整備される諸施設、資機材は有効に活用可能であると思料される。

以上をふまえて、無償資金協力として実施する妥当性は次のようにまとめられる。

本計画地区内の受益者は、貧困層を含む小農が大半を占め、受益者 4,987 戸全体の BHN 向上に寄与するものと考えられる。

本地区は首都圏に比較的近く、古くから農牧業を主体にした経済圏が形成されてきた。そのため、灌漑施設や道路網も確立されており、本計画はそれら施設の改修が主体となるため、施設整備の即効性があると考えられる。

本計画はラ・パス県生産開発局が主体となって実施し、アチャカチプロジェクト受益者組合 AUPA による自立的維持・運営をすることとしており、AUPA では組合費の徴収や道路・水路の維持管理に対する受益者負担も認識されており、自立的運営に対する農民の意欲も高い。

国際機関や他国の援助機関との援助の重複はないが、農牧省が推進している牛乳改善プロジェクトとの連携を図り、地区内牧畜業の改善が円滑に実施されることが期待される。

5.1.2 裨益効果

前述の地域立地条件より、本計画を実施した場合、次のような裨益効果が期待できる。

(1) 裨益対象

本計画の裨益対象、範囲及び規模は次のとおりである。(表 5-1 参照)

関連集落数	: 30 集落	総人口	: 21,790 人
総戸数	: 4,987 戸	農家戸数	: 4,719 戸
農地面積	: 8,909 ha	灌漑面積	: 5,662 ha

(2) 直接的な裨益効果

灌漑用水路を土水路から練石積水路に改善することにより、農業用水の効率的利用が促進され、灌漑可能面積が 782.7ha から 893.1ha に増加する。また、水路維持管理のための労力も軽減される。

灌漑用水路の改修によって増加する灌漑面積は 110.4ha と見積もられ、この面積に伝統的な作物であるジャガイモを栽培した場合、少なくとも $110.4\text{ha} \times 2,500\text{kg/ha} = 276,000\text{kg}$ の増収が期待できる。さらに、本計画による諸施設の整備や CRC/CA における営農支援活動の実施による営農改善効果が期待でき、これらの改善効果を基に自立的な AUPA 組織の運営が促進される。

幹線道路網の確立と連絡道路の整備により利便性が、橋梁の新設に伴い雨期に多発していた人身事故や交通遮断が解消されることにより安全性が大幅に改善され、地域住民 21,790 人の生活改善に直接裨益する。またこれら道路網の確立により輸送費も軽減され、地域経済の活性化を促進させる。

ラ・パス県が建設する CRC/CA にセンター支援機材を導入することにより、地域住民 21,790 人に対する生産・生活改善のための支援活動が推進される。

畜産改善器材の導入により、優良品種の導入が可能となり、地域農業の基幹である畜産経営が改善され、4,719 農家に改善効果が直接裨益する。

CRC/CA の活動を通じて、地域統合組織である AUPA の基盤が形成され、自立した組織運営体制が確立されることとなる。さらに、本件事業を基礎として、将来的な中長期計画達成へ向けた行動が促進される。

(3) 事業の波及効果

基幹作物の安定的自給を促進させるとともに、CRC での営農支援活動により野菜等の作物及び畜産品の生産技術が改善され、自給促進及び増産による収入増が期待される。

「むらおこしセンター」活動の中で、生活改善・農業技術・各種機械の運転・

保守管理技術・環境等の社会教育や技術訓練を実施し、明日の農村を担う人材の育成が図れることが期待される。また、センター活動を通じて、女性のプロジェクトへの参加を促し、女性の社会経済的地位の向上を促進されることが期待される。

本事業の建設期間中には、熟練労働者及び農民などから成る未熟練労働者の建設労働力としての雇用機会が創出される。

雇用された農民が、建設作業を通して取得した技術は、農民による灌漑システムや道路等の運営・維持・管理作業に役立つ事が期待される。

5.2 技術協力・他ドナーとの連携

5.2.1 技術協力

本事業の実施及びラ・パス県により建設される CRC と CA により、農牧業を核とした地域開発のための基礎条件は整備されることになる。しかし、整備される施設・資機材をより効果的・効率的に機能させるためには、本地域に対する農牧業支援や生活改善面での技術協力は不可欠である。そのため、UCPA では、耕種・畜産両面にわたる営農改善や生活改善のための支援プログラムを策定し、維持管理主体である AUPA を通じて実施しようとしている。

UCPA は、「ボ」国のサン・アンドレス大学(UMSA)等の技術協力関連機関との連携を推進させるとともに、日本へも技術協力を要請している。その結果、1999年に青年海外協力隊から、協力隊員によるチーム派遣の可能性を調査するために、シニア隊員(村落開発普及)がプログラムオフィサー(PO)としてUCPAに着任した。そして、本計画推進に必要な活動分野と内容の検討を行い、2000年度には人工授精、飼料作物、食用作物の3分野からなる隊員派遣計画が策定された。

5.2.2 他ドナーとの連携

「ボ」国においては、FAO、UNDP、BID等の国際機関を始めとして、アメリカ、ドイツ、オランダ等の先進諸国が農業部門のさまざまな分野で、農業の近代化に向けての援助を実施している。これらの経験と知識の集積のもとに、新たなプロジェクトが創設されているが、「ボ」国は変化に富む地帯区分を有しており、自然条件や社会経済条件が地帯区分ごとに異なるため、ドナー間の連携が必ずしも円滑に行われているとは言い難い面がある。特に、山岳地帯に属する広大なアルティプラーノにおいてはこの傾向が強い。

しかし、農牧業農村開発省がオランダの援助によって実施している「アルティプラーノ牛乳開発計画(PDLA: Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano Boliviano)は、優良品種の導入による牛乳の生産性を改善しようとするものであり、本地域のように牛、羊を基本とする農業振興を目指すところでは、その経験と技術を吸収するためにも、PDLAとの十分な連携を確立する必要がある。

一方、CRC や CA における農牧業支援や人間開発、保健衛生等の活動を円滑に行うには、他ドナーとの連携が不可欠であるため、実施プログラムを作成する上において十分に留意すべきであろう。

5.3 課題

本計画の実施による直接的効果は、農業生産性及び農家収入の向上、生活環境の改善にもつながり、また周辺経済の活性化及び「国家農牧農村開発計画」への寄与も

期待されるとともに、広く住民の BHN の向上にも寄与するものであることから、本計画を無償資金協力で実施することの妥当性が確認される。

しかしながら、本計画により整備される諸施設、資機材をより効果的なものとするためには、次の諸点に留意する必要がある。

長い年月をかけて培われてきた集落組織や水利組織を基本として、地域統合のための組織である AUPA が結成されたが、比較的新しい組織のため、組織の運営体制や整備される施設の維持管理体制面において十分に確立された機構とは言い難い点があり、ラ・パス県の UCPA との連携を十分に取り、組織体制の確立を早急に図ること。

整備される施設の維持管理において、アチャカチ市やバタージャス市との連携は不可欠であるため、両市と AUPA による維持管理指針やプログラムの策定を早急を実施すること。

本地域の灌漑計画において、AUPA をはじめとして地域農民に灌漑システムの意図を十分に理解させるとともに、適正かつ公正な水運用に関する普及・指導を、CRC や CA の活動を通じて十分に実施すること。

本計画を円滑かつ確実に推進するために、事業実施機関であるラ・パス県は協議議事録において確認された事項を遅滞なく確実に履行するとともに、他の関係諸機関との緊密な協力の推進と、AUPA をはじめとする地域住民への支援と指導をこれまで以上に強化し、本計画の完成をベースとして、さらに発展させるべく中・長期計画遂行へと導くこと。

表5-1 計画コンポーネント別受益戸数

	集落	人口	戸数	受益戸数			受益面積 (ha)		
				CRC	灌漑	道路	地区面積	農地面積	灌漑面積
1	チャチャコマニ	2,314	630	630	-	630	1,577	911	654
2	コルバプートウ	1,500	250	250	-	250	1,429	642	494
3	ベレンゲラ	230	40	40	-	40	396	213	144
4	ケラニ	2,500	420	420	-	420	668	275	105
5	コルマタ・アルタ	400	70	70	58	70	296	165	135
6	コルマタ・メデア	500	138	138	98	138	888	502	457
7	コロマタ・バハ	900	200	200	65	200	330	183	66
8	パイルマニ	500	160	160	-	160	572	398	131
9	イクラナ	150	34	34	-	34	112	102	95
10	パーチャニ・モリーノ	300	80	80	76	80	782	502	240
11	パーチャニ・グランデ	670	90	90	73	-	412	383	116
12	プトウニ	180	39	39	36	39	225	152	92
13	カラカラ	550	240	240	-	240	713	634	358
14	バルコ・カラカラ	35	14	14	-	14	422	260	139
15	ボンゴ・ヌーヨ	1,337	380	380	-	380	1,180	654	339
16	アビチャカ	1,700	300	300	-	300	375	352	234
17	ティバンバ	500	123	123	-	123	190	181	175
18	スンティア・コムン	149	22	22	-	22	45	24	23
19	スンティア・グランデ	300	65	65	-	65	210	148	99
20	スンティア・チコ	180	30	30	-	30	179	145	131
21	ハウイル・ラカ	700	150	150	-	150	229	211	210
22	マルカ・マサヤ	600	145	145	-	-	232	228	183
23	カシナ	900	200	200	22	-	74	65	22
24	アラサヤ・チコ	250	80	80	78	-	155	132	58
25	アラサヤ・ケントウヨ	160	40	40	40	-	170	140	67
26	アラサヤ・パタニヴィ	170	40	40	-	-	133	118	23
27	カホンパタ	100	32	32	-	32	96	86	22
28	ベレン	2,000	500	500	140	-	501	447	423
29	バルコ・ベレン	515	125	125	-	-	359	337	215
30	タラマヤ	1,500	350	350	220	-	392	319	212
	Total	21,790	4,987	4,987	906	3,417	13,342	8,909	5,662

第4章 事業計画

4.1 施工計画

4.1.1 施工方針

本計画の事業実施機関は、ラ・パス県庁である。本計画の工事及び資機材調達は、入札で選定された日本の業者によって実施され、設計・施工監理は日本のコンサルタントの雇用によって進められる。

本工事に必要とされる建設資材のうち、一般的な土木・建設資材は「ボ」国内で調達するが、現地調達が困難なガードレール、吸出し防止シートは、日本または第三国より輸入する。

工事中建設機械については、一般的なものはほぼ現地調達も可能であるが、簡易コンクリートプラント、骨材製造プラント、トラックミキサ、コンクリートバケット等は現地調達が不可能なため、日本または第三国より持ち込む。

計画地区の過去5年間の年平均降雨量は415mmと少なく、降雨が雨期に集中しているため、乾期の降雨による工事中止日数は5年間平均で2日間と非常に少ない。また、雨期についても工事中止日数が16日間と少なく、降雨に係わる施工条件は非常によい。しかし、河川内工事については、雨期の降雨時に河川水位が急上昇し、施工に支障をきたすため、降雨の多い12月~3月は行わない。

また、施工現場が高地的であるため（標高3,800 m~4,000 m）、重機の作業能力低下が生じると共に、低地に居住する特殊作業員や各種作業技師を施工に従事させた場合、心肺機能の違いから高山病の発生や労働能力の低下を起こすことが予想されるため、これらを配慮した施工計画とする。

現地のAクラスに登録されている建設業者は、道路工事・橋梁工事・建築工事等、一般的な土木・建築施工、灌漑用水路及び付帯施設工事等については、殆ど問題がない。しかし、ポンプ施設及びソーラー発電設備の据え付け・調整等には経験が少なく、日本からの技能工派遣が必要となる。一方、詳細設計等に必要な測量・土質調査等の業務は現地業者により実施可能である。

4.1.2 施工上の留意点

(1) 一般事項

カウンターパート機関であるUCPA（アチャカチプロジェクト調整ユニット）とは常にコミュニケーションを図り、特に住民側からの要望や施工中の問題については必ずUCPAを介してその処理を行うことで、円滑な工事の推進を図る。

工事に必要な用地は予め「ボ」国側で調達されるが、事前に工事内容の説明会を開催する、土地の譲渡や借地の同意書の確認を行う等の配慮で、地元住民とのトラブルが発生しないよう努める必要がある。

車両の通行が少ない地域であるため住民に交通道德が欠けており、工事車両による事故には十分な注意が必要である。

(2) 灌漑システム整備

現況水路は工事中にあっても送水が中断できない場合がある。施工計画における工事工程は現状の水利用形態を基礎としていることから、工事開始にあたっては該当する水路組織と工事工程・工事方法に関して十分な説明を行い、工事工程及び受益者の利用の両者に不都合が生じないように留意す

る。

各圃場分水工及び人・畜道の設置位置は、B/D 段階での圃場利用に基づいて設定されている。圃場の休閒地利用等によっては、工事時点で設置位置が移動する可能性もあることから、工事開始にあたって受益者との十分な協議により設置位置の確認を行う。

水路掘削残土の処理は管理道路への盛土流用の他、残土発生現場周辺で処理する計画であり、工事にあたっては具体的な処理場所について、関連受益者に確認を行う。

(3) 道路整備

工事中は一時車両の交通を遮断するため、工事案内板その他で広報する必要がある。但し、定期バス路線では幅員の半分ずつの施工として通路を確保しなければならない。

路線の変更は、原則として行わない。

道路に並行あるいは横断する既設の用水路について、道路拡幅により付替えの必要があるものについては灌漑作業との調整を図る必要がある。また、断面は現況寸法での復旧を原則とする。

路面高上げのための盛土は極力乾期の施工とするが、雨期の中の施工では適切な含水量の範囲で作業を行わなければならない。

砂利舗装は工事の最終工程で行い、工事車両による損傷を避ける。

家屋等への出入りのための水路横断工は、原則として既設のものについて復旧する。

(4) 橋梁整備

河川内工事は原則として非出水期に行う。また、基礎地盤は必ず目視による確認を行った後、次の工程に移行する。

工事期間中は橋梁位置の下流側にバスが通行できる規模で仮の横断通路を設ける必要がある。

大量のコンクリートを連続して打設するので、品質管理は特に綿密に行う必要がある。

左岸下流側にある上水道の集水渠は河床から 3m の埋設深があるが、濁水が混入するようであれば適切な処置を採る必要がある。

左岸幹線用水路は必要な期間中、仮設水路を設ける必要がある。

河川は通年にわたり表流水が途切れることは無く、河川内工事の期間中は適切な仮回し流路を設けて工事の安全性の確保、工程の厳守に努めなければならない。

工事期間中は周辺の一般人、特に学童の見物が多いと予想され、安全管理には十分注意する必要がある。また、工事作業員についても安全教育を徹底する必要がある。

河川の流量は常時チェックし、出水の予測を立てて安全管理を行うとともに、必要に応じて仮設工の補修・補強を図る。

河床は出来るだけ従前の状況に戻して流況が大きく変化しないようにする。

(5) 潜水橋整備

河川内工事は原則として非出水期に行う。また、基礎面の地盤は必ず目視により土質的に問題がないか確認する必要がある。

工事は適切な仮回し流路を確保して行う。

工事期間中は、施工位置の近傍に仮の通路を設ける必要がある。

河川の流量は常時チェックし、出水の予測を立てて安全管理を行うとともに、必要に応じて仮設工の補修・補強を図る。

河床は出来るだけ従前の状況に戻して流況が大きく変化しないようにする。

4.1.3 施工区分

本計画の遂行における日本国側および「ボ」国側の施工区分は次のとおりである。

工 事 区 分	区 分	
	日本側	ボリヴィア側
1. 道路・橋梁・潜水橋整備 1) 改修道路拡幅部の用地の提供 2) 資材置き場等仮設用地の確保 3) 幹線道路2路線・連絡道路2路線整備 4) 潜水橋6ヶ所・橋梁1ヶ所の工事 5) 河川内工事に関して必要な手続きおよび許可申請 6) 礫質土、岩砕の処分場所の確保 7) 道路・橋梁・潜水橋工事に係る広報活動 8) 工事に伴う防塵対策等環境整備		
2. 灌漑用水路整備 1) 水路および管理道路用地の提供 2) 資材置き場等仮設用地の確保 3) 幹線水路システムの整備 4) 工事中の灌漑用水手当の調整（断水又は暫定通水） 5) 河川内工事に関して必要な手続きおよび許可申請		
3. CRC・CA整備 1) CRC・CA用地の提供 2) CRC・CA本体施設・設備工事 3) フェンス、門扉の設置 4) ピックアップの購入 5) 研修用机・椅子の購入 6) パソコン及びプリンターの購入 7) 水中モーターポンプの購入・設置 8) ソーラーパネルの購入・設置 9) 高架水槽の設置 10) 気象観測機器の購入 11) 人工授精機材の購入 12) 畜産改善機材の購入		
4. 日本の外国為替銀行に対するB/A手数料の支払い		
5. 輸入関税等手続き 1) ボリヴィア国までの輸送費 2) 免税および通関手続き 3) 内陸輸送費（チリ国アリカ港から現場まで）		
6. ボリヴィア国内での本計画の建設関連業務に係わる出入国・滞在のための手続き上の便宜		
7. 無償援助による施設および資機材の適切かつ効果的運営管理		
8. 無償援助に含まれない施設の建設、機材の運搬に係わる全ての経費の負担		

4.1.4 施工監理計画

(1) 詳細設計および入札業務

E/N 締結後直ちに「ボ」国ラ・パス県とコンサルタント契約を行い、実施設計に掛かる綿密な協議を経て作業に着手する。現地調査時に、実施工程について打ち合わせを行い、ラ・パス県は建設・仮設用地の確保、用地買収、仮事務所の確保等の手配を工事に間に合うよう実施する。実施設計に掛かる作業は次のとおりである。

・補足現地調査（現地業者に委託して実施）

項 目	作業内容	補足調査の必要理由
測量調査 縦断測量 平面測量	・潜水橋（6箇所） L=2.3 km ・取水工地点 A=6,000 m ² (1/100)	B/D 時調査の補足詳細測量 B/D 時調査の補足詳細測量
土質調査 ホーリング	・橋梁、潜水橋 No.3（各2本） 深さ 10 m 標準貫入試験 40 回 コア採種	D/D 時の精度確保のため

・ 詳細設計

- 1) 測量および土質調査に基づく基本設計の確認
- 2) 詳細設計に基づく事業費の確認

・ 入札関連書類の作成および入札・契約手続き

- 1) 入札用設計図面の作成
- 2) 建設工事および資機材調達の入札関連書類の作成
- 3) 請負業者選定の入札は、入札実施に先立ち施主の承認を得るものとする。

業者選定は先ず、入札参加資格審査を実施する。この公示は施主の名で日本の主要建設関係の日刊紙に掲載する。入札参加資格審査書は、コンサルタントが配布する。次に入札参加資格審査を通過した業者に対し入札図書が配布される。業者の入札書はコンサルタント会社が受け付け、「ボ」国ラ・パス県関係者立ち会いのもとで開封される。開封後、直ちに評価を行い、契約交渉業者を決定するとともに契約書案を作成する。

(2) 施工監理

本計画の工事契約締結後、コンサルタントの総括責任者は施工業者及び施主と、工事工程について、協議・確認を行う。また、総括責任者は、各年度工事の開始期間・終了期間および重要工事期間に駐在して、全体的な監理を行うとともに、関係機関に報告し協議する。常駐監理者は着工後、現地に駐在し、工事を監理するとともに、施主および JICA、在ポリヴィア日本国大使館に対し、定期的に施工状況を報告する。本計画は工事量が多いため現地駐在監理者に加え、1・2期の工事が重複する期間等には別途スポット監理者を派遣する。施工監理の遂行に当たっては、工事の円滑な進捗と最良の成果を期し、所定期限内の工事完成を達成するよう努める。施工監理業務の概要は下記のとおりである。

・ 業者契約に掛かる助言・指導

入札参加業者の資格審査、入札実施及び入札書の評価、請負業者選定における支援および業者契約の立ち会い。

・ 施工図等の審査・検査

請負業者の提出する施工図、工事許可願い、材料見本、機械仕様書等の書類審査、工場加工品の検査。

・ 工事の指導・検査

施工計画および工程の検討・指導、工事進捗状況の把握および指導、施工途中での中間検査および竣工検査の実施。

・ 支払承認

工事中および工事完成後の工事費の部分支払証明書および完成証明書発行に必要な出来高の確認・検査。

・ 工事進捗報告

工事月報を作成し、工事進捗状況を施主および在ポリヴィア日本国大使館、JICA へ定期報告を行うとともに、本計画の遂行に係る重要な問題が発生した場合は速やかに報告・協議を行って処理し、工事の円滑な実施を図る。

・ 完成施設等の引き渡し

工事或いは資機材の調達が完了し、契約条件が遂行されていることを確認のうえ、施設等の引き渡しに立ち会う。

4.1.5 資機材調達計画

建設工事に必要な資機材で、現地調達可能なものは原則として現地調達とし、機材の品質が工事工程を大きく左右するもの、入手困難なもの、現地調達が不可能なものは日本または第三国より輸入する。本工事では大半の資機材の現地調達が可能であるが、日本または第三国から輸入する機材は、簡易コンクリートプラント、骨材製造プラント、トラックミキサ、コンクリートバケット等であり、資材については現地で入手不可能なガードレール、吸出し防止シートである。

工事に係る主な資機材の調達区分は次のとおりである。

科 目	材料または機械	調 達 区 分	
		現 地	日本または第3国
本設資材	セメント、骨材 鉄筋、型枠 燃料 管類 煉瓦、コンクリート管 鋼製ゲート ガードレール 吸出し防止シート		
建設機械	バックホウ ブルドーザ ダンプトラック トラクターショベル モーターグレーダ トラックミキサ 振動ローラ コンクリートブレーカ 空気圧縮機 クレーン コンクリートバケット 簡易コンクリートプラント 骨材製造プラント 水中ポンプ、発電機		

調達資機材の調達区分は次のとおりである。

科 目	材料または機械	調 達 区 分	
		現 地	日本または第3国
調達資機材	ピックアップ 水中モーターポンプ ソーラーパネル パソコン及びプリンター 気象観測機器 研修用機・椅子 人工授精機材 畜産改善機材		

日本または第三国からの資機材は海上輸送となり、チリ国アリカ港に陸揚げされ、トレーラにてラ・パス税関に移送され、その後現場まで陸送される。アリカ港から現場までの道路はアスファルト舗装されており、橋梁等も補強する必要は特にないため、輸送に問題はない。

4.1.6 実施工程

本計画の実施は日本国政府の無償資金協力の手順に基づき行われるが、整備量が多く、単年度での実施は困難であるため、期分けして実施することが考えられる。

第一期工事においては、実施設計に 4.0 ヶ月、機材調達および土木工事に 15.0 ヶ月を要する。さらに、第二期工事においては、実施設計に 4.0 ヶ月、土木工事に 23.5 ヶ月を要する。橋梁・潜水橋工事は、雨期を挟んで 3 度の乾期を必要とする。

本計画の事業実施工程は次表のようにまとめられる。

事業実施工程表

期	項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
一 期 工 事	実 施 設 計	現地確認	■											
		D/Dおよび入札図書作成		□	□	□								
		入札図書承認				■								
			(計4.0ヶ月)											
	第 1 年 次	準備工	■	■										
		灌漑施設工事2システム			■	■								
		幹線・連絡道路工事			■	■								
	資機材調達		■	■	■	■								
			(計3.0ヶ月)											
	第 2 年 次	灌漑施設工事2システム	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		幹線・連絡道路工事	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		潜水橋工事2ヶ所	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
資機材調達		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
検査・引渡し													■	
		(計12.0ヶ月)												
二 期 工 事	実 施 設 計	現地確認	■											
		D/Dおよび入札図書作成		□	□	□								
		入札図書承認				■								
			(計4.0ヶ月)											
	第 1 年 次	準備工	■											
		灌漑施設工事3システム		■	■	■	■							
	幹線・連絡道路工事			■	■	■	■							
			(計3.5ヶ月)											
	第 2 年 次	潜水橋工事4ヶ所	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		灌漑施設工事3システム	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		幹線・連絡道路工事	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		橋梁工事	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		(計12.0ヶ月)												
第 3 年 次	潜水橋工事4ヶ所	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	灌漑施設工事3システム	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	幹線・連絡道路工事	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	橋梁工事	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	検査・引渡し												■	
		(計8.0ヶ月)												

注 □ 国内作業 ■ 現地作業

4.1.7 相手国負担事項

本事業が実施される場合の「ボ」国側の負担事項は、以下のとおりである。

- a) 本計画実施および実施後の責任機関の組織化及びカウンターパートの任命と配置
- b) 日本国の銀行と銀行取極（B/A）を締結し、取極に基づいた銀行業務に係る手数料の負担
支払い授權書(A/P)の通知手数料
支払い手数料
- c) 認証された契約に基づき行われる製品および役務の供給に携わる日本人に対して、「ボ」国の滞在期間中、課せられる課税、内国諸税を免除すること。
- d) 本計画実施のために輸入される資機材及び部品に係る輸入税、手続き費用の免除、及び通関事務処理の迅速な遂行
- e) 認証された契約に基づき生産物および役務の供給に関連して、「ボ」国に入国し滞在する日本人に対して、その入国、滞在に必要な便宜を供給すること。
- f) 無償資金協力によって建設される施設および購入される資機材の適切かつ有効な維持管理および使用
- g) 施設の建設および資機材の運送と設置に必要な全ての費用のうち、日本の無償資金協力で負担されない費用の負担
- h) 適切かつ効果的な運用と維持管理を行うためのプロジェクトの職員の確保と年間維持管理予算の確保
- i) 本プロジェクトサイトの内外にて、広報手段、看板等を使用し、効果的な広報を行うこと
- j) 本工事の実施に必要な環境管理計画の承認の取得
- k) 施設建設用地の取得
- l) 工事期間中、工事に必要な仮設事務所、倉庫、資材置場及び仮設用地の確保

4.2 概算事業費

4.2.1 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合、必要となる事業費総額は約27.55億円となり、先に述べた日本と「ボ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記に示す積算条件によれば、次のとおり見積られる。

(1) 日本側負担事業費

事業費区分	第1期	第2期	合計
(1) 建設費	6.98 億円	16.59 億円	23.57 億円
ア.直接工事費	4.13	10.98	15.11
イ.共通仮設費	1.01	2.33	3.34
ウ.現場経費	1.38	2.18	3.56
エ.一般管理費	0.46	1.10	1.56
(2) 機材費	0.41	0	0.41
(3) 設計監理費	1.29	1.68	2.97
合計	8.68	18.27	26.95

(2) 「ボ」国側負担事業費

1) CRC 建設	: US\$139,841	(16.2 百万円)
2) CA 建設	: US\$110,159	(12.8 百万円)
3) 営農支援	: US\$219,210	(25.4 百万円)
4) 銀行取極(B/A)手数料	: US\$ 46,544	(5.4 百万円)
合計	US\$515,754	(59.8 百万円)

(3)積算条件

- 積算時点 平成 11 年 10 月
- 為替交換レート
1US\$ = 116.02 円
1US\$ = 5.85 Bs.
1Bs. = 19.83 円
- 施工期間：二期による工事とし、各期に要する実施設計、工事および機材調達の期間は、施工工程に示したとおりである。
- その他：本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い実施されるものとする。

4.2.2 維持・管理計画

(1) 維持運営体制

各施設の維持管理および運営は、ラ・パス県庁の UCPA の指導の下に、地域統合組織である AUPA を核として、各 CRC の自主運営に委ねられることとなる。

しかし、現在の組織形態では、AUPA と各 CRC の機能分担が明確でなく、組織的にまとまりを欠く結果となっている。そこで、AUPA と CRC の連携を明確にし、地域運営を円滑に行うために各組織の機能強化を図ることが必要である。

以上の観点から、地域運営組織としての機能強化を図るために、次のような機能分担を明確にした組織の再編成が必要となろう。

機能区分		UCPA	AUPA	CRC
管理部門	組合員台帳の整備			
	水利権台帳の整備			
	土地台帳の整備			
	組合費の賦課徴収			
	庶務会計一般			
	年間予算の編成			
	大衆参加法資金申請			
運営部門	水利調整			
	用水計画の樹立			
	営農支援計画の樹立			
	生活改善計画の樹立			
	営農支援計画の実施			
	生活改善計画の実施			
	各種施設維持管理計画			
維持管理部門	水管理の実施			
	水利施設維持補修			
	道路施設維持補修			
	CRC・CA 維持補修			
	車両維持補修			

注】 : 主担当、 : 補助、 : 支援・調整

(2) 要員計画

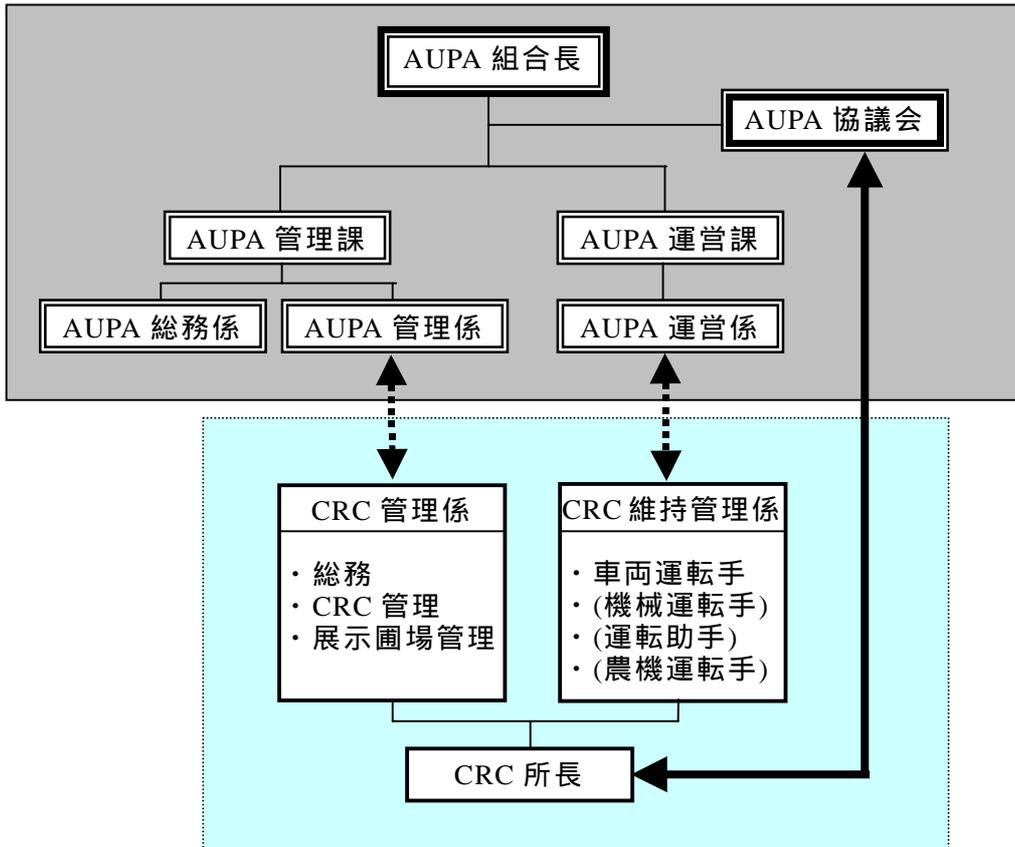
現在の AUPA や CRC を構成する役員は各集落から選定されているものの、常駐職員はいない。したがって、持続可能な組織運営を円滑に実施するためには、人材面からの機能強化が不可欠であると考えられる。そのためには、AUPA と CRC に組織運営を実施する常駐管理者が必要となる。当面は組織運営に必要な最小人員を確保し、プロジェクトの進捗度合いに応じて拡充して行くことが望ましい。

職 種	現 況			計 画		
	UCPA	AUPA	CRC	UCPA	AUPA	CRC
ラ・パス県からの支援（専任）	1			1		
AUPA 委員会		16			15	
CRC 委員会			10			10
運営部門	管理・経理担当				1	
	総務担当		1		1	3
	CRC/CA 管理人					6
	展示圃場管理人					3
維持管理						3
合 計	1	17	10	1	17	25

注】 : 常駐

現時点では施設維持管理用機械や営農支援用機械は導入されないが、将来的な地域運営や営農支援の充実および農家経営の改善による農家の自立化には不可欠な機械であるため、そのオペレーションや維持管理のための要員を育成して行く必要がある。

以上より、AUPA 及び CRC の組織体系は次のように設定される。



(注) ()書きは将来体制の予定人員

(3) センター人件費

各 CRC および CA には、管理人をそれぞれ 1 名ずつ年間を通じて雇用する。また、CRC では管理人の他に施設監視および連絡要員として、1 名を年間雇用すると共にセンター支援のための作業員を年間雇用する。年間に必要なセンターの人件費は、以下のとおりとなる。

人員名	雇用期間 (箇月)	雇用 人数	雇用総数 (M/M)	人件費 (BS.)	人件費内訳	
					CRC/CA	道水路管理
管理・経理担当 (AUPA)	12	1	12	3,960	2,640	1,320
総務担当 (AUPA/CRC)	12	4	48	15,840	7,920	7,920
CRC、CA、道水路管理	12	6	72	23,760	11,880	11,880
展示圃場管理 (CRC)	12	3	36	11,880	9,504	2,376
車両運転手 (CRC、道水路管理)	12	3	36	11,880	3,960	7,920
合計				67,320	35,904	31,416

(4) 運営収支

AUPA、CRC および CA の固定的費用は現在のところ AUPA 会費 (3Bs./戸/年、4,719 戸*3Bs. = 14,157Bs.) のみであるため、センター運営を円滑に行うためには、会費の増額、水路維持管理分担金や道路維持管理分担金等の徴収体制を確立する必要がある。また公的な基金としては、本プロジェクトを推進して行くために、アチャカチ市およびバタージャス市によって確約されている、受益住民に対する大衆参加法割当金の 25% (Bs.697,280) が活用できる。しかし今回の運営収支の検討にあたっては、受益住民の資金による運営体制を確立する観点から、この基金は運営原資としては取り扱わないこととした。

したがって、各施設の日常的な維持管理を CRC・CA 活動の一環として組織的に行うこととなるため、受益者負担金として水路維持管理分担金を年間 8Bs./戸と道路維持管理分担金を年間 8Bs./戸を徴収することとする。地区農家の平均年収は Bs.4,646 であり、各農家の維持管理に対する負担金は支払い可能と考えられる。

上記の必要経費および年間収入を整理すると以下のとおりとなり、自主的なセンター運営が可能である。

収 入		支 出	
・ AUPA 会費	BS. 14,157	・ センター運営費	Bs. 35,904
・ 水路維持管理分担金	BS. 37,752	・ 道路及び水路管理費	Bs. 31,416
・ 道路維持管理分担金	BS. 37,752	・ 車両運転経費	Bs. 18,165
収入合計	BS. 89,661	支出合計	Bs. 85,485

当面の道路及び灌漑水路に係わる維持管理は、従前の集落単位による出役と補修用資材に付いては大衆参加法基金にて対応可能であるが、大規模な補修等が必要な場合には、アチャカチ市及びバターリヤス市における年次行動計画(POA)に組み入れて実施するものとする。