

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TRABAJO DIRIGIDO

**ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN – SISTEMA DE MICRORIEGO DE LA
COMUNIDAD DE PALCOMA DEL MUNICIPIO DE TAPACARI,
DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA**

GUADALUPE COPA MAMANI

La Paz – Bolivia

2011

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN – SISTEMA DE MICRORIEGO DE LA
COMUNIDAD DE PALCOMA DEL MUNICIPIO DE TAPACARI,
DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA**

*Trabajo Dirigido presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

GUADALUPE COPA MAMANI

Asesor:

Ing. Juan Flavio Veliz Huarachi

Revisores:

Ing. M.Sc. Paulino Ruiz Huanca

Ing. M.Sc. Carmen Gabriela Montoya Martínez

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador

DEDICATORIA



A mis padres Juan y Flora(f) por su amor y comprensión, esfuerzo y lucha constante para darme una educación. Porque son mi inspiración y ejemplo de lucha y esfuerzo.

A mis hermanos Marco Antonio, Gladys, Juan Carlos, Gimena por su cariño, amistad y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS



A la Facultad de Agronomía, por acogerme en la casa del saber y brindarme la formación profesional.

Al plantel docente de la Carrera de Ingeniería Agronómica a quienes les debo mi formación profesional.

Un especial agradecimiento al Ing. Juan Flavio Veliz Huarachi por haberme brindado el tiempo, los consejos, su experiencia, los conocimientos y su apoyo constante en su condición de asesor en la elaboración y culminación del presente trabajo.

A mi Revisor Ing. M.Sc. Paulino Ruiz Huanca por su colaboración, confianza, profesionalismo, los consejos y correcciones que me brindo para la culminación del presente trabajo..

A mi Revisor Ing. M.Sc. Carmen Gabriela Montoya Martínez por su apoyo desinteresado, sabiduría, profesionalismo y amistad que me brindo durante la realización del presente trabajo.

Un agradecimiento especial a las familias y autoridades de la Comunidad de Palcoma que sin su apoyo y su participación activa no hubiese sido posible la realización de este estudio.

A todas las personas, amigos y compañeros que de alguna u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	10
1.1 Objetivos	11
1.1.1 Objetivo general.....	11
1.1.2 Objetivos específicos	11
II. MARCO TEÓRICO	13
2.1 Contexto Normativo.....	13
2.1.1 Los Recursos Hídricos en la Constitución Política del Estado.....	13
2.1.2 Normativas en el sector riego.....	13
2.2 Marco Conceptual	14
2.2.1 Importancia de la agricultura en PIB	14
2.2.2 Zonas agroecológicas de Bolivia con demanda de riego.....	14
2.2.3 Uso del agua y sistemas de riego en la agricultura	15
2.2.4 Cuencas hidrográficas	15
2.2.5 Riego	15
2.2.6 Potencialidades del riego	16
2.2.7 Sistema de riego	17
2.2.8 Gestión del sistema de riego.....	17
2.2.9 Proyecto de riego.....	17
2.2.10 Guías para la elaboración de proyectos mayores y menores.....	18
2.2.11 Características de un Estudio de Identificación	19
III. SECCIÓN DIAGNÓSTICA	20
3.1 Descripción de la zona de estudio	20
3.1.1 Localización y ubicación geográfica	20
3.1.1.1 Vías de acceso.....	20
3.1.2 Características de la cuenca de aprovechamiento	24
3.1.2.1 Datos generales	24
3.1.2.2 Fisiografía	24
3.1.3 Condiciones socioeconómicas de la población	24

3.1.3.1	Aspectos sociales.....	24
3.1.3.1.1	Población	24
3.1.3.1.2	Estabilidad poblacional.....	25
3.1.3.1.3	Composición de la población según etnias.....	26
3.1.3.1.4	Lenguaje	26
3.1.3.1.5	Nivel de pobreza	27
3.1.3.1.6	Salud.....	27
3.1.3.1.7	Servicios básicos.....	29
3.1.3.1.8	Educación	29
3.1.3.1.9	Organizaciones sociales existentes.....	29
3.1.3.2	Aspectos económicos.....	31
3.1.3.2.1	Tenencia de tierra y área cultivable por familia.....	31
3.1.3.2.2	Actividades económicas principales	31
3.1.3.2.3	Distribución de roles agroproductivos dentro de la familia	32
3.1.3.2.4	Acceso a crédito.....	33
3.1.4	Descripción agropecuaria y del mercado	33
3.1.4.1	Infraestructura del sistema de riego actual	33
3.1.4.2	Sub sistema agrícola.....	34
3.1.4.2.1	Cultivos, destino y valor de la producción.....	34
3.1.4.2.2	Calendario agrícola	35
3.1.4.3	Sub sistema pecuario	36
3.1.4.4	Nivel tecnológico	37
3.1.4.5	Acceso a ferias y mercados.....	38
3.1.5	Características fisiográficas y agroclimáticas	38
3.1.5.1	Fisiografía	38
3.1.5.2	Cobertura Vegetal	38
3.1.5.3	Precipitación pluvial y temperatura	39
3.1.6	Recurso Agua: Disponibilidad y Calidad	40
3.1.6.1	Características de la cuenca de aporte.....	40
3.1.6.2	Derechos de terceros	40
3.1.6.3	Fuente de agua (caudal)	40
3.1.6.4	Calidad del agua	42
3.1.7	Recurso suelo.....	44
3.1.7.1	Erosión.....	44

3.1.8	Sistema de Riego Actual.....	45
3.1.9	Situación ambiental actual	45
3.2	Metodología.....	46
3.2.1	Fase de inmersión inicial a campo	46
3.2.1.1	Reunión inicial y planificación de actividades	46
3.2.2	Trabajo de campo.....	47
3.2.2.1	Diagnostico de la situación actual de la comunidad.....	47
3.2.2.1.1	Encuesta	47
3.2.2.1.2	Taller Comunal.....	47
3.2.2.2	Relevamiento de información Técnica para el estudio.....	47
3.2.2.2.1	Diseño participativo del proyecto.....	47
3.2.2.2.2	Disponibilidad de agua, Aforo.....	48
3.2.2.2.3	Levantamiento Topográfico.....	48
3.2.2.2.4	Diseño participativo de ubicación de obras de arte.....	48
3.2.2.2.5	Instrumentos de valoración social – Documentos Legales.....	49
3.2.3	Trabajo de gabinete	49
3.2.3.1	Determinación del área de riego incremental.....	49
3.2.3.2	Diseño de las obras.....	49
3.2.3.3	Cómputos métricos.....	50
3.2.3.4	Análisis de Precios Unitarios	50
3.2.3.5	Calculo del presupuesto de infraestructura.....	50
3.2.3.5.1	Calculo del Presupuesto de acompañamiento, supervisión.....	51
3.2.3.5.2	Evaluación socioeconómica y financiera de la implementación del	51
3.2.3.6	Elaboración de la ficha ambiental.....	51
IV.	SECCIÓN PROPOSITIVA.....	52
4.1	Producción Agropecuaria	52
4.1.1	Producción agrícola esperada.....	52
4.1.2	Destino de la producción (mercado y autoconsumo).....	52
4.1.3	Valorización de la producción.....	53
4.1.4	Incremento del Valor Neto de la producción.....	54
4.2	Determinación del área de riego incremental.....	55
4.2.1	Área de riego incremental	55
4.2.2	Demanda de agua	56

4.2.2.1	Calculo de evapotranspiración potencial (ETo).....	57
4.2.2.2	Requerimiento de riego a nivel parcelas.....	58
4.3	Gestión del sistema de riego propuesto.....	60
4.3.1	Organización.....	60
4.3.2	Derechos de agua.....	60
4.3.3	Operación y mantenimiento	61
4.3.4	Distribución del agua	61
4.4	Diseño participativo de las obras del sistema de riego	62
4.4.1	Análisis de alternativas	62
4.4.1.1	Justificación de la alternativa elegida	63
4.4.2	Diseño de infraestructura	63
4.4.2.1	Estudios Básicos	63
4.4.2.1.1	Levantamiento Topográfico	64
4.4.2.1.2	Estudios geotécnicos.....	64
4.4.2.2	Diseño de obras principales	64
4.4.2.2.1	Diseño de la obra de captación (Jalsuri, Ura K’ochi).....	64
4.4.2.2.2	Diseño de las obras de conducción	65
4.4.2.2.3	Diseño de las obras de arte.....	66
4.4.2.2.4	Materiales de construcción locales (Bancos de Préstamo)	66
4.4.3	Estrategias de Ejecución: logística, modalidad y cronograma	67
4.4.3.1	Modalidad de Ejecución de obras.....	67
4.4.3.2	Procesos constructivos.....	67
4.4.3.3	Cronograma de ejecución.....	68
4.4.4	Cómputos métricos de las obras propuestas	68
4.4.5	Especificaciones técnicas	69
4.5	Acompañamiento / Asistencia Técnica Integral	69
4.5.1	Acompañamiento a la ejecución de obras.....	69
4.5.1.1	Objetivo	70
4.5.1.2	Metodología	70
4.5.1.3	Actividades principales del servicio de acompañamiento.	71
4.5.1.4	Estrategia de ejecución de los servicios de ATI.....	77
4.6	Presupuesto y Estructura Financiera.....	77
4.6.1	Presupuesto de Obras	78
4.6.1.1	Precios Unitarios	78

4.6.1.1.1	Costo de los Materiales	78
4.6.1.1.2	Costo de Mano de Obra	79
4.6.1.1.3	Costo de Herramientas y Equipo	79
4.6.1.1.4	Gastos Generales	79
4.6.1.1.5	Utilidad	79
4.6.1.1.6	Impuestos.....	79
4.6.1.1.7	Beneficios Sociales	80
4.6.1.2	Presupuesto de obras civiles de proyecto	80
4.6.1.3	Presupuesto de Asistencia Técnica Integral (ATI)	80
4.6.1.4	Presupuesto de supervisión de obras.....	80
4.6.1.5	Estructura Financiera	83
4.7	Evaluación Socioeconómica y Financiera.....	84
4.8	Evaluación Ambiental	85
4.8.1	Reglamentación de la Ley del Medio Ambiente N° 1333.....	85
4.8.2	Impactos sobre aguas y tierras en el área de influencia del proyecto.....	86
4.8.3	Ficha ambiental.....	87
V.	SECCIÓN CONCLUSIVA	88
5.1	Conclusiones.....	88
5.2	Recomendaciones.....	91
VI.	BIBLIOGRAFÍA	10

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Vías de Acceso.....	23
Cuadro 2.	Población de la comunidad por sexo	25
Cuadro 3.	Recurrencia a los Servicios de Salud en la Comunidad Palcoma	28
Cuadro 4.	Autoridades existentes de Acuerdo a sus Usos y Costumbres	30
Cuadro 5.	Roles por género en la producción agrícola.....	32
Cuadro 6.	Roles por género en la actividad pecuaria	33
Cuadro 7.	Estructura del sistema agrícola en la comunidad de Palcoma	35
Cuadro 8.	Calendario Agrícola de la comunidad de Palcoma.....	35
Cuadro 9.	Estructura subsistema pecuario.....	36
Cuadro 10.	Especies nativa Silvestres	39
Cuadro 11.	Precipitación Pluvial y Temperatura.....	40
Cuadro 12.	Disponibilidad de agua en las vertientes Jalsuri y Ura K'ochi.....	41
Cuadro 13.	Cálculo de caudal medio mensual y anual según la precipitación pluvial	41
Cuadro 14.	Análisis Físico Químico del agua	42
Cuadro 15.	Cedula de cultivo.	52
Cuadro 16.	Mercados y Ferias	53
Cuadro 17.	Destino de la producción (en porcentaje).....	53
Cuadro 19.	Área Bajo Riego Optimo (ABRO).....	56
Cuadro 20.	Calculó de Evapotranspiración	58
Cuadro 21.	Descripción de la distribución de agua por turnos/semana	61
Cuadro 22.	Descripción de las capacidades y características del Aspensor $\frac{3}{4}$ "	62
Cuadro 23.	Presupuesto General de obras civiles.....	81
Cuadro 24.	Presupuesto Asistencia Técnica Integral	81
Cuadro 25.	Presupuesto Supervisión de Obras	83
Cuadro 26.	Estructura financiera por entidad	83
Cuadro 27.	Indicadores Financieros y socioeconómicos	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Estado Plurinacional de Bolivia.....	21
Figura 2. Mapa departamento de Cochabamba	21
Figura 4. Ubicación de la comunidad.....	22
Figura 5. Vías de Acceso	23
Figura 6. Organigrama Comité de Riego	60

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1. Documentos Legales
Anexo 2. Datos Climáticos y análisis de agua
Anexo 3. Aforo y Hidrología
Anexo 4. Balance Hídrico (ABRO)
Anexo 5. Estudio de Suelos
Anexo 6. Memoria de calculo
Anexo 7. Cómputos Métricos
Anexo 8. Presupuesto
Anexo 9. Agro economía
Anexo 10. Especificaciones Técnicas
Anexo 11. Cronograma
Anexo 12. Topografía
Anexo 13. Ficha Ambiental
Anexo 14. Memoria Fotográfica
Anexo 15. Planos Constructivos

RESUMEN

Agua para riego para la producción agrícola es una de las propuestas estratégicas que se viene trabajando en el país desde diferentes sectores y programas con el propósito de mejorar la calidad de vida de las familias campesinas, y también la seguridad y soberanía alimentaria de los habitantes de nuestra Bolivia.

El objetivo de este trabajo ha sido realizar el Estudio de Identificación – Sistema de Microriego de la Comunidad de Palcoma, el cual se elaboró bajo los lineamientos de la Guía para la elaboración de proyectos de riego menores del SENARI.

Esté trabajo propone la implementación de un sistema de microriego que contribuirá a mejorar la calidad de vida de 40 familias de población de la comunidad de Palcoma, mediante el incremento de la producción de papa, cebolla y avena en 8,2 ha de cultivo bajo riego óptimo.

Para el sistema de microriego se aprovecharán dos vertientes que se encuentran en la jurisdicción de la comunidad, cuyos caudales son: Ura Kochi 1, 41 l/s y Jalsuri 1,12 l/s., asimismo, la calidad de estas aguas se sitúa en la clasificación C1S1.

La infraestructura será implementada en un tiempo de 3 meses y contempla la construcción de 2 obras de toma, 2 desarenadores, 1 cámara rompedora, 16 cámaras de distribución, 3536 m de aducción principal, 13 pasos de quebrada, 518 m de distribución 4 cámaras de punta y 40 juegos de aspersores.

El costo de la infraestructura asciende a 42,247.98 \$us y el presupuesto de acompañamiento y supervisión a 7, 166.40 \$us. La evaluación realizada indica que el VAN privado y social son mayores a cero y el TIR privado y socioeconómico está alrededor del 25%, los cuales son superiores a la tasa de interés de oportunidad, de acuerdo a estos datos se entiende que la propuesta de inversión es rentable. Asimismo, la ficha ambiental realizada para la propuesta cae en la Clasificación III.

Por otro lado, viendo los criterios de elegibilidad el costo por familia beneficiada de esta propuesta asciende a 1,056 \$us, siendo el parámetro para altiplano 2,500 \$us.

SUMMARY

Irrigation water for agricultural production is one of the strategic proposals have been working in the country from different sectors and programs aimed at improving the quality of life of rural families, and food security and sovereignty of the people of our Bolivia.

The aim of this study was to perform the Study of Identification - the micro-irrigation system Palcoma Community, which was prepared under the guidelines of the Guide for the development of minor irrigation projects SENARI.

This paper proposes the implementation of a micro-irrigation system will help improve the quality of life of people of 40 families Palcoma community by increasing the production of potatoes, onions and oatmeal in 8.2 ha of crops under irrigation optimally.

For the micro-irrigation system is two-fold advantage found in the jurisdiction of the community, whose flows are: Kochi Ura 1, 41 l / s Jalsuri 1.12 l / s. also the quality of these waters is in C1S1 classification.

The infrastructure will be implemented in a period of 3 months and 2 includes construction of intake works, 2 grit chambers, 1 chamber rompepresion, plenums 16, 3536 m main headrace, 13 steps ravine, 518 m of distribution 4 cameras point and 40 sets of sprinklers.

The infrastructure cost of \$ 42,247.98 comes to us and the accompanying budget and oversight to \$ 7,166,40. The evaluation indicates that the social and private NPV is greater than zero and the private and socioeconomic IRR is around 25% which is higher than the rate of opportunity, according to this data is understood that the proposed investment is profitable. Also, the environmental tab conducted for the proposed fall into the classification III.

On the other hand, viewing the eligibility benefit per family cost of this proposal amounts to \$ 1.056, being the benchmark for \$ 2.500.

I. INTRODUCCIÓN

Sin duda el agua es el recurso básico vital para los seres vivos y la naturaleza, es indispensable para la vida y el mantenimiento de los sistemas ecológicos de nuestro planeta. El agua en la agricultura es un factor de producción indispensable, un déficit hídrico en el suelo influye negativamente en los rendimientos y productividad de los cultivos, afectando así la situación económica, social, ambiental de las familias rurales, que dependen del sector agropecuario.

La zona del altiplano se caracteriza por practicar la agricultura a secano, dependiendo la producción particularmente del comportamiento de la precipitación, sin embargo, los efectos del cambio climático como la variabilidad de temperatura y precipitación espacial y temporal presentes en la actualidad, hace necesario la búsqueda de estrategias para aumentar la disponibilidad de agua mediante la identificación de fuentes de agua para riego.

Es conocido que el aprovechamiento de agua para riego en la producción agrícola proporciona diversos beneficios entre los cuales se puede mencionar: aumento de la disponibilidad de agua, incremento de las áreas de riego, incremento de la producción, mayor seguridad alimentaria, mayor excedente para el mercado, ingresos más elevados, disminución de la migración. Asimismo, el desarrollo del riego para la agricultura contribuye en la reducción de la pobreza.

En Bolivia existen 5,743 sistemas de riego, de los cuales 4,349 son sistemas de riego, micro y pequeños. Estos sistemas de riego llegan a beneficiar a 217,975 usuarios, alcanzando un área regada de 226.500 ha, área que representa alrededor del 11% del total de superficie cultivada por año (2.100.000 ha)¹

¹ Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (2000). Inventario Nacional de Sistemas de Riego.

El presente Estudio de Identificación - Sistema de Microriego Palcoma se realizó ante la necesidad de contar con información técnica clara, precisa y necesaria plasmada en un documento, a través del cual se tome la decisión de iniciar la gestión para su inversión o rechazó de la propuesta.

El estudio realizado responde a la demanda de los pobladores de la comunidad Palcoma de mejorar la disponibilidad de agua para la agricultura, a través de la implementación de un sistema de microriego, que aumente la disponibilidad de agua para los cultivos y se obtenga mayor producción, incrementando los ingresos y contribuyendo a mejorar las condiciones de vida de las familias de la zona.

La propuesta se enfoca en el aprovechando las vertientes existentes en la comunidad, ubicada a una distancia de 1- 3 Km de la fuente a las áreas de riego, en la actualidad el agua de las vertientes no son aprovechados por los pobladores de la comunidad debido a las características topográficas de lugar y la distancia hasta las áreas de riego.

Los pilares que sustentan el trabajo son la búsqueda de una alternativa estratégica que permita una eficiencia optima en el uso del recurso agua para riego como elemento vital y estratégico para la seguridad alimentaria, mejoramiento de la producción y la productividad agropecuaria y la lucha contra la pobreza.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Elaborar el Estudio de Identificación para la implementación de un Sistema de Microriego en la Comunidad de Palcoma del Municipio de Tapacari, departamento de Cochabamba.

1.1.2 Objetivos específicos

- Describir las características socioeconómicas, agroproductivas, fisiográficas y hídricas de la zona de estudio.
- Diseñar las obras de ingeniería del sistema de microriego.
- Determinar los costos de inversión del sistema de microriego.
- Elaborar los lineamientos de la gestión de sistema de riego
- Evaluar económica, social y ambientalmente la implementación del proyecto.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Contexto Normativo

2.1.1 Los Recursos Hídricos en la Constitución Política del Estado

Art. 373. El agua constituye un derecho fundamentalísimo para la vida. Los recursos hídricos en todos sus estados, superficiales y subterráneos, constituyen recursos finitos, vulnerables, estratégicos, y cumplen una función social, cultural y ambiental. El estado reconocerá, respetará y protegerá los usos y costumbres de las comunidades, de sus autoridades locales y de las organizaciones indígena originaria campesinas sobre el derecho, el manejo y la gestión sustentable del agua².

2.1.2 Normativas en el sector riego

- **Ley de Riego 2878³**, la ley tiene por objeto establecer las normas que regulan el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos en las actividades de riego para la producción agropecuaria y forestal.

- **Decretos Reglamentarios:**

Decreto Supremo N 28817, establece el marco general e institucional.

Decreto Supremo N 28818, Reconocimiento de los derechos de uso y aprovechamiento de recursos hídricos para riego.

Decreto Supremo N 28819, Reglamenta la gestión de los sistemas de riego, su administración y manejo.

² Constitución Política del estado, promulgada el 12 de febrero del 2010

³ Ley de promoción y Apoyo al Sector Riego para la Producción Agropecuaria y Forestal, Ley de 8 de octubre de 2004.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Importancia de la agricultura en PIB

Durante los últimos 15 años la participación del sector agrícola en el Producto Interno Bruto (PIB) del país estuvo entre el 13% y 17% de promedio anual, por encima de los aportes de las actividades mineras y petroleras. El 80% de la PEA rural está dedicada a actividades agropecuarias⁴.

La producción campesina de los valles, cordillera y altiplano está dedicada primero al consumo familiar, segundo al abastecimiento del mercado interno nacional y tercero al inicio de un proceso de exportación, a pesar de las condiciones geográficas, hidrológicas, ambientales y la falta de políticas de estado.

2.2.2 Zonas agroecológicas de Bolivia con demanda de riego

El 78% de la población boliviana se concentra en el 40% del territorio nacional, principalmente en la región del Altiplano con el 52% de la población y el 27% del territorio, y en los valles con 26% de población y el 13% del territorio, evidenciando una gran presión al desarrollo y a los recursos naturales. La primera región con adversas condiciones meteorológicas para el desarrollo de una agricultura permanente y la segunda con condiciones fisiográficas y topográficas limitadas, en ambas regiones se concentra cerca del 45% de la fuerza laboral del país y esta es la que posee la mayor experiencia en la gestión del riego. En el Plan Nacional de Desarrollo de Riego se define como área de prioridad para riego, a este conjunto de regiones, que por sus características climáticas presenta un mínimo de 6 meses de déficit hídrico al año, periodo en que la escases de agua representa un obstáculo mayor para el desarrollo de las actividades agrícolas⁵.

⁴ VRHyR, 2009. Plan Nacional de Desarrollo de Riego.

⁵ VRHyR (2009). Plan Nacional de Desarrollo del Riego 2007-2011.

2.2.3 Uso del agua y sistemas de riego en la agricultura

Bolivia tiene aproximadamente 226.500 hectáreas bajo riego, área que representa alrededor del 11% del total de la superficie cultivada por año (2.100.000 ha). En el país existen más de 5.000 sistemas de riego, la mayor parte de ellos están ubicados en los valles y el altiplano. El sector agrario es el mayor usuario del agua con el 86% de las extracciones totales, mientras que el agua para otros usos que se distribuye a partir de las redes de agua potable, solamente alcanza al 14%⁶.

2.2.4 Cuencas hidrográficas

Bolivia pertenece a tres grandes cuencas hidrográficas: la cuenca amazónica, la cuenca del río de plata y la cuenca endorreica del altiplano. Estas cuencas disponen de abundantes recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos⁷.

Sin embargo, su distribución temporal, espacial, altitudinal y la enorme variación hidrológica micro-regional, dificultan el aprovechamiento y la gestión eficiente del agua, es decir hacen difícil la derivación de las aguas para la explotación agrícola en zonas donde la concentración poblacional, el desarrollo de mercados y la presencia de infraestructura básica de apoyo lo justifican.

2.2.5 Riego

El riego, se define como la aplicación artificial del agua al suelo, con el fin de suministrar a las especies vegetales la humedad necesaria para su desarrollo, de tal manera que no sufra disminución en sus rendimientos y productividad⁸.

En el sentido más amplio, el riego puede definirse como la aplicación de agua al terreno con los siguientes objetivos:

⁶ Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (2000). Inventario Nacional de Sistemas de Riego.

⁷ VRHyR, 2010. Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas de Bolivia.

⁸ Van (2002). Disponibilidad, uso y calidad de los Recursos Hídricos en Bolivia.

- Proporcionar la humedad necesaria para que los cultivos puedan desarrollarse
- Refrigerar el suelo y la atmósfera para de esta forma mejorar las condiciones ambientales para el desarrollo vegetal.
- Disolver sales contenidas en el suelo.
- Reducir la probabilidad de formación de drenajes naturales.
- Dar temperatura a la tierra

2.2.6 Potencialidades del riego

El sector agropecuario participa en el desarrollo rural y nacional, suministrando alimentos para la población y materias primas para la agroindustria, generando empleo e ingresos para las familias de los productores agropecuarios.

En este ámbito, el riego contribuye al desarrollo agropecuario cumpliendo las siguientes funciones⁹:

- Disminuye los riesgos climáticos proporcionando agua para asegurar las cosechas.
- Incrementa la seguridad alimentaria y posibilita el abastecimiento de productos para el mercado local.
- Incrementa la producción y productividad agropecuaria, en algunos casos genera capacidades agroexportadoras.
- Posibilita el aumento de los ingresos agrícolas.
- Intensifica el uso de la tierra
- Genera empleo familiar y disminuye la migración
- Permite la diversificación de los cultivos por otros de mayor rentabilidad y/o calidad nutritiva
- Posibilita una mayor inversión social

⁹ Estudio realizado por Jauregui *et al.* (2009). Efecto del riego en los ingresos económicos de las familias.

2.2.7 Sistema de riego

El sistema de riego es considerado como un conjunto interrelacionado de elementos físicos o infraestructura, área regable y usuarios, ubicados en un espacio territorial con el propósito de aprovechamiento de una fuente de agua con fines productivos de forma oportuna en cantidad y calidad adecuada¹⁰.

2.2.8 Gestión del sistema de riego

La gestión del sistema de riego es el conjunto de decisiones y actividades concomitantes, orientadas a que las fuentes de agua de un sistema de riego puedan ser aprovechadas en las parcelas de cultivos en los caudales apropiados, la calidad requerida, en la cantidad necesaria y en el momento oportuno.

Asimismo, la gestión campesina del sistema de riego, es el conjunto de costumbres, usos y practicas campesinas, decisiones y actividades concomitantes, relacionadas con la organización, administración, operación y mantenimiento del sistema de riego y distribución de las aguas y que están orientadas al uso y aprovechamiento de las fuentes de agua para fines de uso agroproductivo y forestal¹¹.

2.2.9 Proyecto de riego

Propuesta de un conjunto de acciones destinadas a incorporar, ampliar, mejorar o simplemente modificar en algún aspecto los elementos de un sistema de riego y/o las condiciones de gestión existentes y por correspondencia la cantidad o forma de dotación de agua con fines productivos agropecuarios¹². El propósito de los proyectos de riego no es la construcción de infraestructura; éste es solo un medio

¹⁰ Salazar *et al.* (2010). Sustentabilidad y autogestión de sistemas de riego.

¹¹ Ley de Riego 2878. Ley de promoción y apoyo al sector riego para la producción agropecuaria y forestal.

¹² Montaña, H. (2010). Gestión de Sistemas de Riego Campesinos.

para hacer llegar el agua hasta la planta y contribuir al bienestar de las familias campesinas.

2.2.10 Guías para la elaboración de proyectos mayores y menores

El Viceministerio de Recurso Hídricos y Riego (VRHyR) y el Servicio Nacional de Riego (SENARI), con participación del Programa de Desarrollo Agropecuario (PROAGRO), han preparado las Guías para la Elaboración de Proyectos Mayores y Menores, con la finalidad de complementar las normativas básicas generales que rigen los estudios de Preinversión establecidos por el Órgano Rector Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).

Según dicha normativa, se consideran proyectos menores los que tienen un costo de inversión menor a un millón de Bolivianos, los cuales reciben el nombre de Estudio de Identificación (EI), y proyectos mayores los que tienen un costo de inversión mayor a un millón de Bolivianos, que reciben el nombre de Estudio Técnico, Económico, Social, Ambiental (TESA)

El directorio del SENARI, en uso de sus específicas funciones y facultades resolvió aprobar las Guías de Preinversión para proyectos de Riego, el mismo que adquiere la calidad de instrumento oficial para la elaboración de proyectos. También, aprobó que todas las instituciones, organismos, empresas y organizaciones relacionadas con el sector, ejecute estudios de riego aplicando de carácter obligatorio el instrumento oficial¹³.

¹³ Resolución administrativa del Directorio N 050/2008. sesionada a los 3 días de diciembre de 2008.

2.2.11 Características de un Estudio de Identificación

El Estudio de Identificación (EI) para proyectos de riego menores (con costo inferior al millón de Bs.) es un estudio a nivel de diseño final que justifica y permite la ejecución del proyecto debiendo por tanto obtener los siguientes resultados¹⁴:

- Una solución viable para el uso y aprovechamiento de agua en la producción agrícola mediante la construcción o el mejoramiento de un sistema de riego menor.
- Una solución técnica y socialmente aceptable, económicamente rentable, social y ecológicamente sostenible, y libre de factores de riesgo que impidan su ejecución.

Sus resultados específicos son:

- Diseño final de Ingeniería de las obras principales, de las obras auxiliares de las obras complementarias.
- Costos de inversión, supervisión y acompañamiento
- Funcionamiento del futuro sistema de riego definido, con costos, resultados productivos.
- Evaluación socioeconómica, evaluación financiera, privada, evaluación técnica, y evaluación ambiental
- Organización campesina requerida.

¹⁴ Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego y Servicio Nacional de Riego (2010). Guías de Pre inversión.

III. SECCIÓN DIAGNÓSTICA

3.1 Descripción de la zona de estudio

3.1.1 Localización y ubicación geográfica

La comunidad de Palcoma se encuentra en el Cantón Challa del Municipio de Tapacari de la Provincia Tapacari del Departamento de Cochabamba. Geográficamente se ubica en el paralelo 17°35'42" de latitud sur y 66°40'36" de longitud oeste¹⁵, a una altitud de 4128 m.s.n.m.

La comunidad pertenece a la cuenca mayor del Amazonas, cuenca de 2do nivel del Rio Grande y cuenca del 3er nivel Rio Caine, microcuenca del Rio Tapacari.

3.1.1.1 Vías de acceso

La principal vía de acceso de la ciudad de Cochabamba a la Comunidad de Palcoma, es por la carretera interdepartamental Cochabamba – La Paz en el Km 123 donde está ubicado la tranca de Confital, de ahí se desvía hacia el este por camino de tierra hasta el Cruce de Nasak'ara, del cual se desvía al norte hasta llegar a la comunidad de Palcoma, tal como se puede observar en la figura 5.

También se puede ingresar desde la localidad de Pongo (km 100) siguiendo el camino que se dirige hacia Villa Pereira, hasta el cruce de Nasak'ara.

¹⁵ Datos obtenidos en la zona con GPS

Figura 1. Mapa Estado Plurinacional de Bolivia



Figura 2. Mapa departamento de Cochabamba

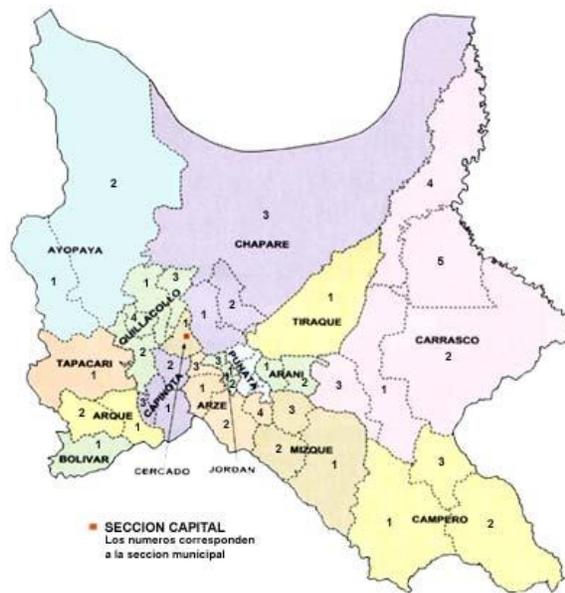


Figura 3. Mapa Provincia Tapacari

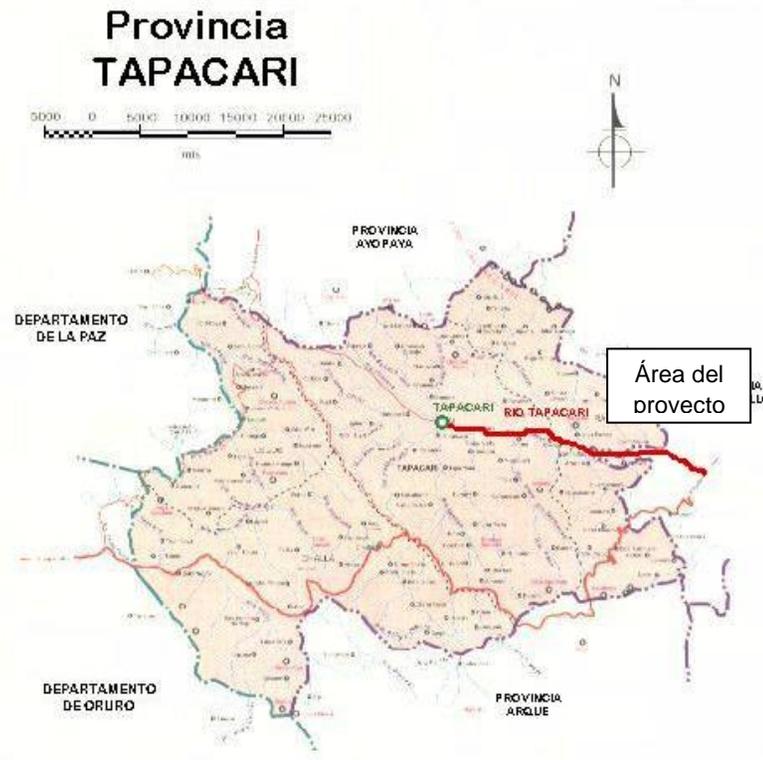
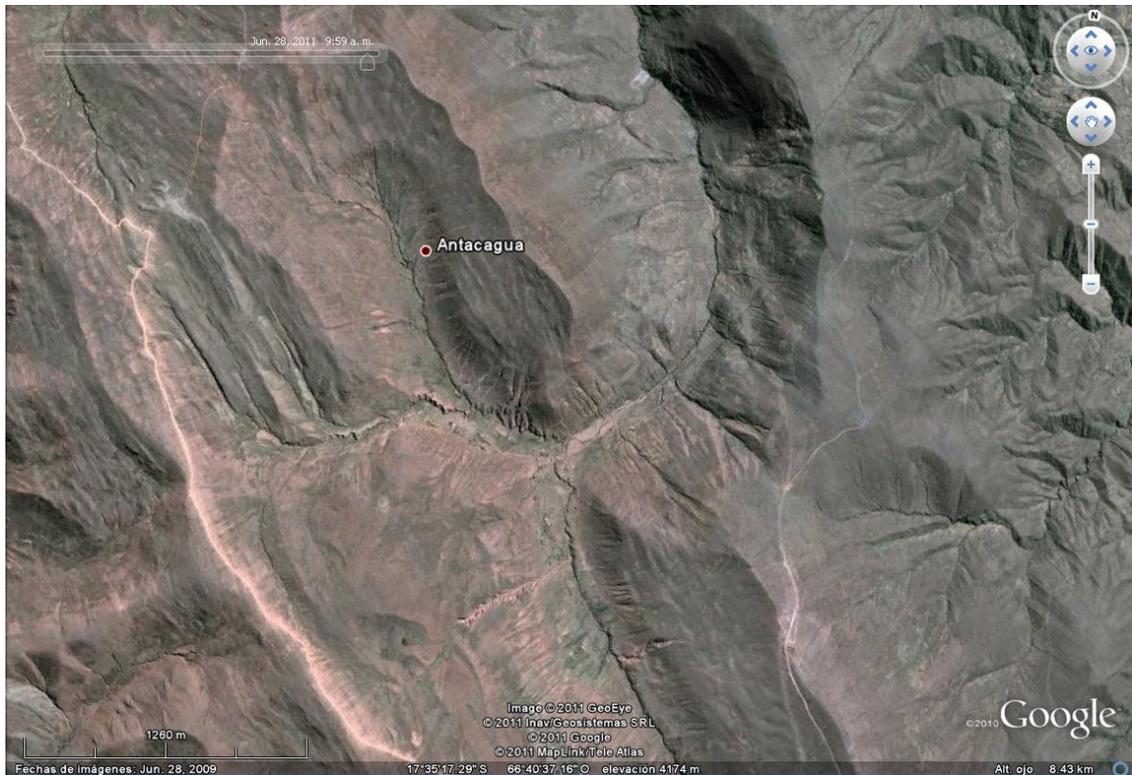


Figura 4. Ubicación de la comunidad

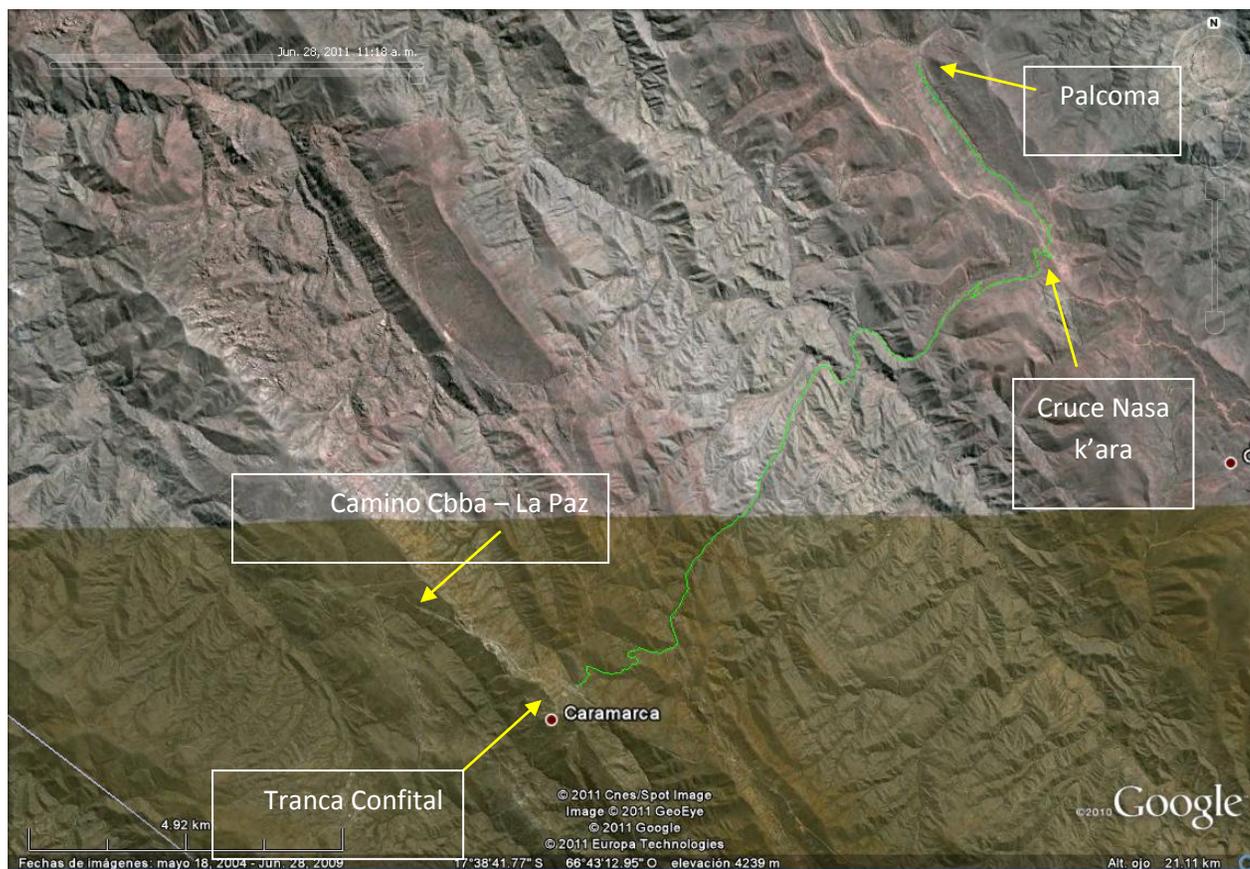


Cuadro 1. Vías de Acceso

Tramo	Distancia (Km.)	Tiempo (Hr)	Estado
Cochabamba – Confital	123	2:30	Asfaltado, transitable durante todo el año
Confital - Cruce Nasa k'ara	14	00:20	Tierra, Transitable todo el año
Cruce Nasa k'ara – Palcoma	2,3	00:10	Tierra, Transitable todo el año

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5. Vías de Acceso



3.1.2 Características de la cuenca de aprovechamiento

3.1.2.1 Datos generales

La cuenca hidrográfica se encuentra en la carta geográfica N° 6241 III, el área de aporte calculada de esta cuenca es de 1,60 Km² con una altura máxima de 4385 m.s.n.m. y una altura mínima de 4070 m.s.n.m.

En la comunidad viven de forma permanente aproximadamente 30 familias, sin embargo, la lista de afiliados a la comunidad asciende a 53 familias¹⁶.

3.1.2.2 Fisiografía

Las vertientes tomadas en cuenta esta ubicadas en la parte alta de la comunidad con capacidad de abarcar las áreas para el riego.

La zona presenta vegetación de pajonal en las partes bajas y especies de porte bajo en las laderas y alturas, en consecuencia el 60 % de la cuenca presenta una vegetación. El subsuelo de esta zona es un 60% roca, la pendiente media de la quebrada es de 30% empezando de moderada a fuerte a medida se continua aguas arriba.

3.1.3 Condiciones socioeconómicas de la población

3.1.3.1 Aspectos sociales

3.1.3.1.1 Población

En la comunidad de Palcoma viven 53 familias, de acuerdo a datos de la encuesta realizada el promedio de integrantes por familia es 4,6, haciendo un total de

¹⁶ Dato obtenido del Acta de Afiliados, se encuentra en el libro de actas de la comunidad de la gestión 2011.

población 261 habitantes entre hombres y mujeres, tal como se puede observar en el cuadro 2.

Cuadro 2. Población de la comunidad por sexo

Comunidad	Nº de familias	Mujeres	Hombres	Población Total
Población Total Comunal	53			244
Sector Ura K'ochi	20	47	48	95
Sector Jalsuri	20	44	46	90
TOTAL población beneficiaria	40	91	94	185

Fuente: Elaboración propia en base al diagnóstico.

L@s beneficiari@s del sistema de riego ascienden a 40 usuarios, el resto no participara por diferentes motivos entre ellos la migración que practican hacia las ciudades más pobladas.

3.1.3.1.2 Estabilidad poblacional

En la comunidad se reportan dos tipos de migración: la migración temporal y la migración definitiva o permanente.

Los habitantes de la zona emigran a distintos lugares tanto dentro del propio cantón como a otros puntos geográficos del país en su conjunto. Este movimiento migratorio, influye sin duda, de manera importante en la económica de las familias del lugar.

Este flujo de búsqueda de fuentes de trabajo para lograr ingresos adicionales a los obtenidos en la labor agropecuaria, tiene como objetivo principal conseguir ingresos

económicos para cubrir los gastos de alimentación, vestimenta y la compra de algún bien.

Entre las causas principales de la migración según las propias expresiones son: la falta de tierra, poca producción, deficiencia de dinero. Adicionalmente, los otros criterios vertidos indican como la causa de la poca producción a las heladas, granizadas y las variaciones en cantidad y tiempo de las lluvias.

Los emigrantes hombres van a trabajar como jornaleros en actividades agrícolas del oriente (algodón, arroz, caña de azúcar, coca y otros) o como cargadores, y otros en actividades de construcción. Las mujeres llegan a trabajar como empleadas domesticas. La población que migra por razones de estudio es muy baja. La incidencia de migración es más elevada en edades comprendidas de 15 a 39 años.

3.1.3.1.3 Composición de la población según etnias

La declaración de identidad de la Comunidad Originario Palcoma Junt'utuma, asumida como proceso de reconocimiento colectivo expresado en sus instituciones sociales culturales y políticas ligado a su estructura de organización territorial y ancestral descansa en su afirmación como Pueblo Indígena Originario, dicha declaración fue obtenida en el taller participativo donde la comunidad de manera consensuada expreso su identificación como: comunidad Originario Palcoma Juntutuma Ayllu Aransaya "B" Suyu Sura., siendo tramitado ante el Registro de Identidad del Pueblo Originario (RIPIO).

3.1.3.1.4 Lenguaje

La población de la comunidad de Palcoma habla en su totalidad el idioma Quechua, aproximadamente un 45% de la población habla quechua y español, y un 10% de la población es trilingüe (habla quechua, aymara y español).

3.1.3.1.5 Nivel de pobreza

En 1992, el mapa de pobreza de Bolivia indicaba que casi tres cuartas de los hogares se encuentran en situación de pobreza, el 33% en pobreza moderada y 37% en pobreza extrema (5% de marginalidad y 32 de indigencia). La pobreza afecta principalmente al área rural siendo su población constituida a 94% de pobres mientras que en el área urbana esta proporción baja a 51% ¹⁷.

En el municipio de Tapacari la Incidencia de Pobreza es muy alta, se registra en situación de pobreza a 98.5 % de su población y 94% de su habitantes se sitúan en Población de Extrema Pobreza¹⁸. Los datos nos permiten deducir que los ingresos económicos percibidos por las familias son bajos, y no les alcanza para cubrir las necesidades básicas de familia.

La población de Tapacari que se encuentra en situación de indigencia es 68%, y el Índice de Insatisfacción de vivienda, servicio eléctrico y agua, educación y salud alcanza un 97%.

3.1.3.1.6 Salud

La población de Palcoma tiene una concepción propia de la salud humana. Así, por ejemplo, las enfermedades en la concepción campesina no son solamente anomalías físicas o fisiológicas del cuerpo, sino que son también desequilibrios espirituales y psicológicos que son ocasionados generalmente por la mala relación entre el ser humano, los seres supranaturales (dioses, divinidades, almas) y la naturaleza (la pachamama, el rayo).

En este sentido la curación de algunas enfermedades que frecuentemente se presentan en el área rural requieren de tratamientos que curen los males de espíritu

¹⁷ MDH, 1994. Citado por FAO 2001, Perfiles Nutricionales por Países-Bolivia.

¹⁸ INE, 2001. Censo Nacional de Población y Vivienda

como la como la pérdida de ánimo o susto de las personas, el cual requiere de un tratamiento especializado que la medicina científica o académica no realiza. Por ello y otras razones de tipo económico y cultural, la medicina tradicional es el principal medio para el tratamiento de la salud humana de la población de la comunidad de Palcoma.

Cuadro 3. Recurrencia a los Servicios de Salud en la Comunidad Palcoma

Recurrencia a Servicios de Salud	% Población
Jampiri - Yatiri – Curandero	78.2
Servicios Públicos - Centro de Salud	6.6
Servicios privados	1.6
No atienden su salud	7.9
Sin especificar	6
Total	100

Fuente: Elaboración propia en base a diagnóstico realizado.

En la medicina convencional o científica, la situación se refleja esencialmente en el binomio madre – niño ya que estos grupos son los más vulnerables. El binomio madre – niño está afectado principalmente por causas y enfermedades propias de la pobreza, como son la falta de educación en salud, las enfermedades infecciosas y las complicaciones de parto¹⁹, en ese marco el trabajo del servicio de salud se orienta prioritariamente a la atención del binomio madre-niño.

Para la atención médica la población acude al acude al Centro de Salud de Confital ubicado a 17.7 Km desde la comunidad, que cuenta con un Auxiliar Enfermer@. En casos extremos y de gravedad los pacientes son trasladados a la ciudad de Oruro o Cochabamba.

¹⁹ Información recopilada de informante clave del centro de salud.

3.1.3.1.7 Servicios básicos

La comunidad cuenta con una red de distribución de agua que abarca un 80% de las familias, el resto se aprovisiona de pozos o ríos. La mayor parte de las viviendas (70%) tienen energía eléctrica. Un 30% de la población de la población cuenta con letrinas para la eliminación de excretas y el resto lo hace a campo abierto.

3.1.3.1.8 Educación

El índice de analfabetismo en la comunidad es elevado y alcanza al 62% de la población, sin embargo, el 44% de la población es analfabeta por desuso (asistió a la escuela y hoy no se acuerda como leer ni escribir).

En lo que se refiere a establecimiento educativo, existe en la comunidad una Escuela hasta el grado 5to de primaria, y cuenta con un Profesor(a), el número de alumnos alcanza a 15. Asimismo, en el mismo establecimiento existe una guardería o Wawauta.

3.1.3.1.9 Organizaciones sociales existentes

De acuerdo a los usos y costumbres que rige en la comunidad existe el respeto a la autoridad originaria, en base a un proceso de reconstitución existe la dualidad como las mismas autoridades lo comprenden y también los comunarios. En el cuadro 4 se puede observar los cargos de las autoridades originarias existentes en la comunidad.

La autoridad originaria es denominada Mallku y Mamataj'lla, orgánicamente pertenecen a la Marca Challa, y están afiliados a la organización de Federación de Ayllus de Cochabamba y estructuralmente a nivel nacional al CONAMAQ.

Cuadro 4. Autoridades existentes de acuerdo a sus Usos y Costumbres

AUTORIDAD	ROLES Y FUNCIONES
Alcalde Originario	<p>Subordina, cuida a toda la comunidad, convoca a la reuniones, acude a reuniones con municipio y otros. Sirve a la comunidad con respeto mutuo.</p> <p>Es elegido en el mes de febrero por elección y faltando un año, según la experiencia por THKI hace cumplir la justicia, cumple con usos y costumbres el 21 de junio.</p> <p>Para comenzar la chacra hace ayunar todo el día y para cosechar también.</p> <p>Siembra, cosecha, junta'ku.</p> <p>Rendición de cuentas en el mes de enero, visita a los mojones, hace muyta.</p> <p>Hace cumplir con los trabajos comunales.</p>
Kuraj Jilakata (Tata Kamana)	Cuida la chacra, cumple con misiones, captura aportes para el alcalde.
Mama Jilakata	Cumple con misiones de mensajes.
Sullka Jilakata	Tiene las mismas funciones que el Kuraj Jilakata.

Fuente: Elaboración propia en base al diagnostico.

En la comunidad existe también la estructura sindical, actualmente solo se reconoce en la comunidad al Secretario General que en jerarquía está por debajo de las autoridades originarias, tiene relación con la Subcentral de Antakawa, perteneciente a Challa y a la Provincial de Tapacari, y de estos a la Federación de Campesinos de Cochabamba.

La reconstitución y restitución de autoridad originaria se viene desarrollando desde el año 2002.

La elección es por usos y costumbres y de acuerdo al turno, es que se elige a las autoridades originarias como se encuentra en reconstitución es nueva esta forma de

elección ya que antes se constituía en Sindicato Agrario, y su forma de organización era por mas por instancia de aclamación o bien por designación.

3.1.3.2 Aspectos económicos

3.1.3.2.1 Tenencia de tierra y área cultivable por familia

La comunidad rige el manejo de las tierras en función a sus usos y costumbres, el territorio esta dividido en 35 aynokas ubicadas en la parte alta donde se practica la actividad ganadera y cultivo de cebada, y la parte baja donde se practica los otros cultivos como la papa, haba, y otros.

En cada gestión agrícola se trabaja con dos aynokas nuevas y dos del anterior año agrícola, aprovechando el descanso y fertilidad de los suelos para los cultivos más importantes (papa).

El acceso o derecho al uso de la tierra se adquiere tomando en cuenta la edad, sexo, estado civil, y la participación en la gestión de la comunidad, también se hereda el derecho a la tierra. La comunidad cede parcelas desde 0.1 a 1.5 ha/familia, superficie en la cual puede desarrollar sus actividades agrícolas.

3.1.3.2.2 Actividades económicas principales

La base económica de las familias campesinas indígenas de Palcoma se basa fundamentalmente en la actividad agropecuaria, siendo la principal la producción agrícola, seguida de la actividad ganadera.

El cultivo de la papa, cebada y avena son fundamentales para la seguridad alimentaria y de ingresos económicos para la familia.

La actividad pecuaria se caracteriza por la crianza de ganado ovino, camélido y bovino usado principalmente para trabajos agrícolas (yuntas).

3.1.3.2.3 Distribución de roles agroproductivos dentro de la familia

Las actividad agrícola y pecuaria de la familia son desarrolladas con participación de los miembros del hogar, es muy particular el caso en que se contrate fuerza de trabajo extra familiar.

Los roles o tareas agrícolas realizadas por hombres y mujeres no son muy exclusivos del sexo, de acuerdo a los datos recopilados, en el cuadro 5, se puede observar que tanto hombres y mujeres realizan las mismas actividades, esto se puede explicar tomando en cuenta que los hombres son los que generalmente migran, y en ausencia de ellos las mujeres asumen las actividades agrícolas.

Cuadro 5. Roles por género en la producción agrícola

Agricultura	Papa mishka	Avena	Cebada	Oca	Haba	Tarwi
Siembra	HM	HM	HM	HM	HM	HM
Labores culturales	Hm(*)	Hm	Hm	Hm	Hm	Hm
Cosecha	Hm	HM	HM	H	HM	Hm
Almacenamiento		Mh				
Venta	HM	H	Hm	---	Hm	H

Fuente: Elaboración propia en base al diagnóstico.

H=Sólo Hombres; M= solo mujeres; N= solo niños; Hm=Más hombres pero también Mujeres; HM=Hombres y Mujeres por igual; Mh= Más Mujeres pero también

El cuadro 6, muestra que en la actividad pecuaria, el manejo de los toros es una actividad generalmente del hombre, el manejo de las llamas es compartido entre ambos géneros, y el manejo de los ovinos generalmente es realizado por mujeres y niños.

Cuadro 6. Roles por género en la actividad pecuaria

Pecuaria	Bovinos	Camelido(llama)	Ovino
Alimentación	---	Hm	MN
Cuidado	H	Hm	MN
Sanidad	H	Hm	---
Venta	H	---	MN

Fuente: Elaboración propia en base al diagnóstico.

H=Sólo Hombres; M= solo mujeres; N= solo niños; Hm=Más hombres pero también Mujeres; HM=Hombres y Mujeres por igual; Mh= Más Mujeres pero también

El componente de transformación de productos agrícolas (chuño, pito) y pecuarios (charque, tejidos) es realizado generalmente por hombres y mujeres, siendo la elaboración de tejidos una actividad casi exclusiva de las mujeres.

3.1.3.2.4 Acceso a crédito.

En lo referente a crédito, prácticamente no tienen acceso, y de darse, la cabeza visible sería el hombre, sin embargo, la decisión de endeudarse es de ambos y la administración de los recursos está en manos de la mujer pero también del hombre.

3.1.4 Descripción agropecuaria y del mercado

3.1.4.1 Infraestructura del sistema de riego actual

En la actualidad los productores de la Comunidad de Palcoma no tienen una infraestructura de riego. Las condiciones del terreno, la pendiente, la distancia (3 Km) y ubicación de la fuente de agua no favorecen el aprovechamiento a través de un canal de tierra.

3.1.4.2 Sub sistema agrícola

El sistema de producción de area de estudio, se caracteriza por la sucesión de cultivos de papa, oca, papalisa, cebada forraje y grano, tarwi, quinua y haba. El cultivo la papa es el principal cultivo de importancia económica y el resto son complementarios.

Se ha identificado que en la comunidad se practica la siembra asociada y la rotación de cultivos, la aplicación de abonos naturales como estrategias para el manejo y conservación del suelo.

La tecnología usada en las actividades agrícolas es de tipo tradicional, la yunta es usado particularmente para el arado, siembra y aporque de los cultivos.

El uso de fertilizantes y productos químicos para el control de plagas y enfermedades en los cultivos es casi nulo, de ahí la preferencia de los consumidores de la papa en los mercados de Oruro y Cochabamba. Sin embargo esto no quiere decir que los cultivos no sean atacados por plagas y enfermedades, sino que el ataque es en menor grado que en otras zonas.

3.1.4.2.1 Cultivos, destino y valor de la producción

En el cuadro 7, se muestra la superficie cultivada por la familia y esta alcanza aproximadamente a 1,5 ha, la papa, avena y cebada son sembradas en mayor extensión respecto a los demás cultivos. Todos los cultivos son importantes para la familia, pero el que tiene sin duda su importancia económica la papa.

Cuadro 7. Estructura del sistema agrícola en la comunidad de Palcoma

Producto	Sup. Cultivada	Rend. Tn/ha	Cantidad Q – destino (qq)			Precio Bs/qq	Valor Bruto de la producción (Bs)		
			Cosech.	Autoc.	Venta		Autocon	Venta	Total
Papa	0.40	5.5	46.2	28.0	18.0	100.0	2800.0	1800.0	4600.0
Avena	0.50	2.0	21.0	16.0	5.0	20.0	320.0	100.0	420.0
Cebada grano	0.30	1.0	6.3	5.0	0.0	60.0	300.0	0.0	300.0
Oca	0.05	3.5	3.7	2.5	1.0	80.0	200.0	80.0	280.0
Papalisa	0.03	3.3	2.1	2.1	0.0	60.0	126.0	0.0	126.0
Haba	0.02	2.0	0.8	0.8	0.0	120.0	96.0	0.0	96.0
Quinua	0.03	0.8	0.4	0.4	0.0	160.0	64.0	0.0	64.0
Tarwi	0.02	1.5	0.6	0.6	0.0	120.0	72.0	0.0	72.0
TOTALES	1.5						3978	1980	5958
PARTICIPACION							67 %	33. %	100%

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas.

3.1.4.2.2 Calendario agrícola

En el cuadro 8, se puede observar que la producción agrícola se caracteriza por su marcada estacionalidad, lo que origina drásticas fluctuaciones de precios en el mercado, abararantose los precios de los productos en la época de cosecha, los mismos que benefician a los intermediarios, y no a los productores. es esencial buscar estrategias que nos permitan adelantar las cosechas, y conseguir mejores precios en los mercados.

Cuadro 8. Calendario Agrícola de la comunidad de Palcoma

Cultivo	Meses del año												
	Marzo	Agos.	Sep.	Octub.	Nov.	Dic.	Enero	Febre.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio
Papa	Arado terreno	Waj'ta Pachamama	Rastreado o Mullido de la parcela		Siembra		Aporque	Fiesta de la candelaria y Carnavales	cosecha			Seleccion	chuño
Avena					Siembra						cosecha		
Cebada					siembra						cosecha		Trilla
Oca					siembra				Apoque		cosecha		
Papaliza					siembra				Aporque		cosecha		
Quinua					siembra						cosecha		Trilla
Haba					siembra						cosecha		Trilla
Tarwi					siembra						cosecha		Trilla

Fuente: Elaboración propia en base al diagnostico realizado

3.1.4.3 Sub sistema pecuario

Como se muestra en el cuadro 9, el subsistema pecuario en el área de la comunidad de Palcoma se caracteriza por la tenencia de ganado camélido (llamas), ovino, bovino y en ganado menor se distingue a los chanchos, gallinas y cuyes.

Cuadro 9. Estructura subsistema pecuario

Tipo de Ganado	Cantidad	Destino producción		Precio Bs/cabeza	Valor de la producción (Bs)			
		Autoc.	Venta		Autocon	Venta	Total (Bs)	Total (\$us)
Llamas	40	5.0	2.0	250.0	1250.0	500.0	1750.0	250.0
Ovejas	30	8.0	2.0	150.0	1200.0	300.0	1500.0	214.3
Toros-Vacas	2	0.0	0.0	600.0	0.0	600.0	600.0	85.7
Chanco	2	2.0	0.0	200.0	400.0	0.0	400.0	57.1
Gallina	4	4.0	0.0	20.0	80.0	0.0	80.0	11.4
Cuy	5	5.0	0.0	10.0	50.0	0.0	50.0	7.1
Burros	2	2.0	0.0	80.0	160.0	0.0	160.0	22.9
TOTALES					3140	1400	4540	648.6
PARTICIPACION (%)					69 %	31 %	100 %	100 %

Fuente: Elaboración propia en base al diagnóstico realizado

Las familias poseen en promedio 40 cabezas de ganado camélido (llamas) y 30 cabezas de ganado ovino (ovejas). La mayor parte del ganado es destinado al autoconsumo y constituyen una importante fuente de proteínas.

La cantidad de toros que posee cada familia es poca, sin embargo, es importante recalcar que las familias practican el engorde de ganado, compran toros de 1 a 2 años de edad y mantienen hasta los 4 años de edad, luego lo venden, y nuevamente se inicia el ciclo. Durante el tiempo que mantienen los toros, estos constituyen la principal fuerza de tracción en las actividades preparación de suelo y siembra de los cultivos.

La crianza de ganado menor se realiza principalmente para el autoconsumo, en carne y huevo (gallina). La crianza de burro se realiza exclusivamente para el

traslado de cargas de productos hacia las parcelas o hacia las ferias.

El pastoreo de ganado camélido y ovino se realiza en grandes extensiones de baja productividad, cuantitativamente son predominantes en la comunidad. El sistema de crianza es extensivo por que los animales generalmente pastan en las lomas, se alimentan de pastos y malezas, por las condiciones existentes en la comunidad la alimentación para el ganado es insuficiente, debido a que las praderas están deterioradas por las constantes sequías y el inadecuado manejo a la que son sometidas. Generalmente, las montas se efectúan durante el pastoreo y no es controlado por lo que se puede deducir que existe el problema de consanguinidad.

Respecto a los forrajes complementarios usados en la alimentación están la cebada y avena, sin embargo, cantidad de forraje ofertado es baja, debido a los bajos rendimientos de los mismos.

La explotación de camélidos, ovinos y bovinos, al margen de contar con problemas y limitaciones es considerada por las familias como una actividad de gran importancia, se la reconoce como una verdadera caja de ahorros o alcancía utilizada para gastos de viajes, enfermedades, fiestas y otras emergencias, principalmente cuando algunos factores exógenos y endógenos entorpecen la producción agrícola.

3.1.4.4 Nivel tecnológico

La tecnología utilizada en actividades agrícolas se reduce al uso de tracción animal y tracción humana, esto debido a accesibilidad del camino para maquinaria y la económica de las familias, además de otro factor importante, la topografía de los terrenos.

La fertilidad del suelo, es manejada aplicando abonos naturales de llama, ovejas y vacunos. Se practica la rotación de cultivos. No se practica el uso de productos químicos para fertilizar ni para el control de plagas y enfermedades.

Las semillas para la siembra son seleccionadas por las propias familias de la cosecha anterior, pocas veces recurren a la compra de semilla de otras comunidades cercanas, no se ha observado el uso de semilla certificada.

3.1.4.5 Acceso a ferias y mercados

Los comunarios de Palcoma acuden a ferias cercanas, como la feria en la comunidad de Confital, la cual se realiza cada semana, ahí es donde comercializan los productos excedentes y se abastecen de productos de consumo extraprediales.

3.1.5 Características fisiográficas y agroclimáticas

3.1.5.1 Fisiografía

Fisiográficamente el territorio del Municipio de Tapacari, pertenece a la región montañosa de Los Andes, correspondiente al sector septentrional de la cordillera oriental de los andes bolivianos, situándose específicamente en la cordillera de Cochabamba.

La comunidad de palcoma presenta un paisaje fisiográfico montañoso, de topografía accidentada y la presencia de quebradas, con pendientes esparcadas y altitudes variables y un complejo sistema hidrográfico y ecológico. Los terrenos son ondulados, tienen una vegetación de pradera bajo y en las partes bajas están pajonales y matorrales de porte mediano.

3.1.5.2 Cobertura Vegetal

La cobertura vegetal se caracteriza por presentar cubiertas de gramíneas duras en macollos y plantas de porte bajo, arrosietadas, postradas y en cojines entre los macollos. En lugares bajos crecen arbustos y matorrales de porte bajo, mientras que en las laderas y la cima se observa una pradera de porte bajo y algo denso, dominada por gramíneas cortas y plantas arrosietadas. En el cuadro 10 se indica las especies predominantes en la comunidad.

Cuadro 10. Especies nativa Silvestres

Nombre local	Nombre científico	Familia
Condorchinoqa	<i>Alchemilla pinnata</i>	Rosaceae
Pampa wira wira	<i>Belloa piptolepis</i>	Asclepiadaceae
Pampa wira wira	<i>Belloa subspicata</i>	Asclepiadaceae
Cebadilla	<i>Bromus catharticus</i>	Gramineae
Orqo paqu o Sikuya paqu	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	Gramineae
Llapa Chapi	<i>Cardionema ramosissima</i>	Campanulaceae
Huaylla ichu	<i>Calamagrostis heterophylla</i>	Gramineae
Manka P'aki	<i>Facelis plumosa</i>	Asclepiadaceae
Chilliwa	<i>Festuca dolichophylla</i>	Gramineae
Gsultak Gsultak	<i>Geranium sessiliflorum</i>	Geraniaceae
Anu siki	<i>Hypochoeris meyeniana</i>	Hydrophyllaceae
Qhota chiji	<i>Junellia minima</i>	Verbenaceae
Salvia	<i>Lepidium meyeri</i>	Leguminosae
Falso anu kara	<i>Mancoa hispida</i>	Malvaceae
Suni q'ayara	<i>Plantago sericea</i>	Plantaginaceae
Sikuya ichu	<i>Stipa ichu</i>	Gramineae
Paqu	<i>Stipa inconspicua</i>	Gramineae
T'asa paqu	<i>Stipa ruprestri</i>	Gramineae
Kailla	<i>Tetraglochin cristatum</i>	Rosaceae
Layu layu	<i>Trifolium amabile</i>	Leguminosae

Fuente: Elaborado en base al PDM del Municipio de Tapacari.

3.1.5.3 Precipitación Pluvial y Temperatura

Como se muestra en el cuadro 11, la zona presenta una precipitación pluvial media anual de 429 mm, la temperatura máxima es de 29,1°C y la mínima de 9,4°C, lo cual nos lleva a determinar que el clima de la zona es frígido. Los fenómenos climáticos descritos son muy característicos de la zona andina de Bolivia.

Cuadro 11. Precipitación Pluvial y Temperatura

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
P media anual (mm)	109.0	79.4	57.5	21.3	4.0	0.9	6.4	9.3	19.0	23.3	30.6	68.9	429.4
Tmin (°C)	27.4	28.3	29.1	29.2	29.0	28.3	27.9	29.5	30.0	30.4	30.5	29.6	29.1
Tmax (°C)	12.3	12.5	11.9	10.9	7.1	4.2	3.7	5.9	9.0	11.2	12.1	12.2	9.4

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI-Oruro (2001-2010)

3.1.6 Recurso Agua: Disponibilidad y Calidad

3.1.6.1 Características de la cuenca de aporte

La microcuenca Palcoma pertenece a la cuenca mayor del amazonas, sus aguas escurren producto de la precipitación pluvial y escorrentías existentes de la cuenca, la misma que desemboca en predios de la misma comunidad.

Las aguas de las vertientes Jalsuri y Ura K'ochi no están siendo actualmente utilizadas para la producción agrícola, mas es aprovechada por el ganado durante el pastoreo en la zona.

3.1.6.2 Derechos de terceros

Aguas arriba no existen otras comunidades, por lo tanto no existen otros usuarios. Aguas abajo el cauce aporta al río Tapacari; por tanto, tampoco existen otros usuarios.

3.1.6.3 Fuente de agua (caudal)

El caudal de agua en las vertientes de donde se pretende captar el agua para fines de riego es²⁰:

²⁰ Los aforos fueron realizados con participación de la comunidad en el mes de agosto

- Ura k'ochi, con 1.41 l/s
- Jalsuri, con 1.12 l/s

Cuadro 12. Disponibilidad de agua en las vertientes Jalsuri y Ura K'ochi

Fuente de Agua: Jalsuri						Volumen total (m3):					
Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
4,924.80	2,999.81	2,946.24	2,592.00	2,678.40	2,592.00	8,035.20	16,070.40	14,515.20	10,713.60	7,776.00	5,356.80
Fuente de Agua: Ura k'ochi						Volumen total (m3):					
Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
4,406.40	3,749.76	3,214.08	2,851.20	2,678.40	2,592.00	8,035.20	16,070.40	14,515.20	10,713.60	7,776.00	5,356.80

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la información obtenida en reuniones con la población de Palcoma, el caudal de agua en ambas vertientes se mantiene durante el año, si bien disminuye en época de estiaje (agosto – noviembre), este se mantiene permanente hasta el inicio de la época de lluvias.

Cuadro 13. Cálculo de caudal medio mensual y anual según la precipitación pluvial

URA K'OCHI													
Registro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Pp. Media Anual (mm)	109	79.4	57.5	21.3	4	0.9	6.4	9.3	19	23.3	30.6	68.9	429.4
Área cuenca (km2)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Coef. Escorrentía	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Descarga (m3)	3,288	2,397	1,734	643	119	27	193	280	574	702	924	2,078	12,958
Aporte (lt/seg)	1.23	0.99	0.65	0.25	0.04	0.01	0.07	0.1	0.22	0.26	0.36	0.78	0.41
JALSURI													
Registro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Pp. Media Anual (mm)	109	79.4	57.5	21.3	4	0.9	6.4	9.3	19	23.3	30.6	68.9	429.4
Área cuenca (km2)	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Coef. Escorrentía	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Descarga (m3)	4,487	3,271	2,366	878	163	36	263	382	783	957	1,260	2,836	17,681
Aporte (lt/seg)	1.68	1.35	0.88	0.34	0.06	0.01	0.1	0.14	0.3	0.36	0.49	1.06	0.56

Fuente: Elaboración propia en base a Datos del SENAMHI-Oruro

Como se puede observar en el cuadro 13, el caudal medio anual disponible es de aproximadamente 0.41 para Ura k’ochi y 0.56 para Jalsuri, lo cual está acorde con el requerimiento neto de agua por las cédulas de cultivo.

3.1.6.4 Calidad del agua

El agua para riego es un importante factor de salinización del suelo, cuando no es manejado correctamente. Todas las aguas de riego tienen un contenido mayor o menor de sales solubles.

La Conductividad Eléctrica “CE” es una forma de expresar el contenido de sales totales.

La Relación Adsorción de Sodio y los residuos de sodio y carbonatos “Residual sodium carbonate – RSC”, que indican el riesgo de sodificación del suelo, Contenido en Boro, etc.

La muestra de agua fue tomada en ambas vertientes, sector de la toma de agua y fue enviada para su análisis físico químico a laboratorio de la FCAYP - UMMS, obteniéndose los siguientes resultados:

Cuadro 14. Análisis Físico Químico del agua

Parámetro	Resultado	
	Ura k’ochi	Jalsuri
Ph	6.9	6.6
C.E, $\mu\text{S}/\text{cm}$	54	24
Sodio (Na) mg/l	0.05	0.05
Potasio (K) mg/l	0.07	0.03
Calcio (Ca) mg/l	0.24	0.10
Magnesio (Mg) mg/l	0.26	0.10
CLASE	C1 – S1	C1 – S1

Fuente:Laboratorio de Suelos y Aguas, UMSS.

pH: El pH del agua de las fuentes está entre 6.6 a 6.9 que es ligeramente acida a neutro, está dentro de los parámetros de clasificación de cuerpos de agua como apta para riego y consumo humano.

Conductividad Eléctrica “CE”: Las aguas se clasifican en 4 categorías de acuerdo al contenido de sales solubles, estas son:

C1 – Agua de baja salinidad: Puede usarse para riego de la mayor parte de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad que se desarrolle salinidad. Esta entre los rangos de 0 a 250 $\mu\text{mhos/cm}$ o $\mu\text{S/cm}$, con una concentración en sales de aproximadamente 0.2 g/l.

Las aguas de las vertientes, después de analizarlos en el Laboratorio de suelos y aguas de la FCAyP UMSS, arrojaron los siguientes resultados: CE = 54 y 24 $\mu\text{S/cm}$, concluyendo que las aguas de las vertientes se encuentra en la categoría C1 agua de baja salinidad.

Relación Adsorción de Sodio “RAS”: Este índice indica la posibilidad de que el agua de riego provoque la sodificación del suelo, lo que depende de la proporción de sodio (Na) respecto a los demás cationes.

El RAS se define de la siguiente ecuación:

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \text{ meq/l}$$

Las aguas de las vertientes, tiene los siguientes resultados:

$$RAS_{\text{Ura k'chi}} = 0.1 \text{ meq/l}$$

$$RAS_{\text{Jalsuri}} = 0.158 \text{ meq/l}$$

Después de realizar los cálculos respectivos, tenemos que las aguas provenientes de las vertientes que serán utilizadas para riego son bajo en sodio.

Según la clasificación del agua de riego (US Salinity Laboratory), tenemos que las aguas de las vertientes corresponden a una clasificación de **C1S1**, el cual indica que puede ser utilizado como agua apta para riego.

3.1.7 Recurso suelo

Los suelos en las serranías, en general son poco profundos a moderadamente profundos, limitados por rocas, con muchas piedras en la superficie y en el perfil; moderadamente bien drenados; de textura franco arenosa, franca, franco arcillosa la capa arable, franco arcillo arenosos, arcillosos, arenoso francos los horizontes inferiores; pardo amarillento el horizonte superior, pardo amarillento oscuro los horizontes inferiores; pobres en nutrientes, por el bajo contenido de materia orgánica, el fósforo y potasio se presentan en cantidades moderadas; reacción moderadamente ácida. En la Clasificación Taxonómica estos suelos son Lithic Ustorthents.

3.1.7.1 Erosión

Existen sectores que tienen serios problemas de erosión, especialmente en áreas con pendientes escarpadas, con poca cobertura vegetal, causados por el sobrepastoreo del ganado y por la habilitación de tierras agrícolas en zonas frágiles. Esta erosión es a causa de factores climáticos.

Los mayores problemas de erosión en surcos y cárcavas se observan rocas aflorantes de lutitas, que es un material deleznable.

3.1.8 Sistema de Riego Actual

En la actualidad la comunidad no cuenta con infraestructura de riego.

3.1.9 Situación ambiental actual

De acuerdo a la información obtenida en el Plan de Desarrollo Municipal, del estudio realizado sobre la caracterización vegetal se puede determinar el uso del espacio de acuerdo a sus características agro ecológicas.

La zona de estudio presenta unidades vegetales en un relieve irregular, complejo, donde el tipo de material perteneciente a la última glaciación es moderadamente consolidado, con altas presiones por parte de los comunarios a las unidades; pendientes moderadas donde la cobertura vegetal es moderadamente densa a poco densa, también influye que los procesos erosivos jueguen un papel importante. Sin embargo otros factores como el inadecuado manejo de los suelos en zonas de cultivo temporal principalmente contribuyan en la reactivación de los procesos erosivos en algunos casos e iniciación en otros, haciendo inclusive que se activen algunos que ya estaban consolidados o con cierto grado de consolidación.

La fuente de agua de riego tiene una formación natural (quebrada) y por tanto existen vertientes en la parte alta, que aportan a la cuenca, principalmente cuando existen precipitaciones pluviales; estas aguas son catalogadas de óptima calidad (C1S1), por lo que no representan ningún riesgo de salinización del suelo agropecuario.

En varios sectores de la parte alta se puede evidenciar afloramientos rocosos, así como en el mismo curso del río.

3.2 Metodología

El estudio fue desarrollado con un enfoque de investigación cualitativa de alcance descriptivo no experimental con diseño transeccional.

La metodología desarrollada, consistió en la organización del trabajo en 3 etapas:

- La fase de inmersión inicial y preparatoria
- La fase de campo
- La fase de gabinete

3.2.1 Fase de inmersión inicial a campo

3.2.1.1 Reunión inicial y planificación de actividades

Esta etapa consistió en la realización de una reunión comunal, en coordinación con autoridades locales (Mallku y Secretario General), con el propósito de recoger la demanda de la comunidad y definir los posibles alcances del estudio. El desarrollo de la reunión se realizó de manera participativa, y los alcances del estudio fueron definidos respetando los usos y costumbres de la comunidad.

En función a las palabras expresadas por los comunarios acerca del problema y la idea de implementar un sistema de riego, se realizó la planificación de actividades que implica el trabajo de campo de la realización del Estudio de Identificación (diagnostico, diseño participativo de infraestructura, el aforo, el levantamiento topográfico)

También se realizó recorridos por la comunidad con autoridades originarias y informantes claves para delimitar e identificar áreas estratégicas como la fuente de agua, áreas futuras de riego y el área de aporte de la cuenca.

3.2.2 Trabajo de campo

3.2.2.1 Diagnostico de la situación actual de la comunidad

3.2.2.1.1 Encuesta

La técnica que se uso para la recolección de información fue la encuesta estructurada, la misma que fue elaborada para recopilar información de indicadores sociales (número de habitantes, hombres, mujeres, roles, salud, educación), económicos (actividad principal, tenencia de tierra, precio de venta, comercialización), productivos (cultivos, área cultivada, rendimiento, tecnología utilizada, destino de la producción), través de los cuales se describió la situación actual de la comunidad.

La encuesta fue aplicada en las viviendas de las familias siguiendo en método aleatorio simple a una muestra de 30% de las familias de la comunidad.

3.2.2.1.2 Taller Comunal

Se llevo a cabo un taller con participación de familias de la comunidad, para una investigación aplicada, dando un carácter de autodiagnóstico, con la finalidad de elaborar los costos de producción de los principales productos, el calendario agrícola, recoger información general de vías de acceso, población comunal, centros de salud. Además se validar la información de las boletas de encuestas.

3.2.2.2 Relevamiento de información Técnica para el estudio

3.2.2.2.1 Diseño participativo del proyecto.

En coordinación con autoridades y base de la comunidad se realizo el diseño participativo de la infraestructura y las alternativas.

3.2.2.2 Disponibilidad de agua, Aforo

Con participación de productores locales en las fuentes de Jalsuri y Ura K'ochi se realizó el aforo para determinar cuanta de agua hay en cada fuente, para realizar los posteriores cálculos hidráulicos.

Para la obtención del caudal del agua se utilizó el método Volumen – Tiempo, el cual según Centro A.G.U. A. (Centro andino para la Gestión y Uso del Agua) 2003, se determina bajo la siguiente fórmula:

$$Q = V/T$$

donde: Q: Caudal (l/s)
V: Volumen (l)
T: Tiempo (s)

3.2.2.3 Levantamiento Topográfico.

Con el apoyo de los productores y futuros usuarios del sistema de riego se realizó el levantamiento topográfico para obtener el relevamiento del terreno para realizar el diseño de las obras de infraestructura. Se hizo el levantamiento topográfico de de las áreas de emplazamiento de la infraestructura, así como de las áreas de riego.

3.2.2.4 Diseño participativo de ubicación de obras de arte

Teniendo el relevamiento del área de influencia del proyecto, en concertación y consenso con la comunidad beneficiaria y bajo el criterio técnico se definió las obras a construirse en el sistema de microriego, las cuales son:

- Obra de captación
- Aducción principal
- Cámara desarenadora
- Pasos aéreos
- Cámara rompedora
- Cámaras de distribución
- Ubicación de los hidrantes
- Sistema de aplicación (aspersores)

3.2.2.2.5 Instrumentos de valoración social – Documentos Legales

En diferentes etapas del estudio se realizó actas de compromiso y conformidad que respaldan la realización del presente estudio:

- Derecho de uso de agua de la comunidad, en el cual la comunidad certifica la propiedad de la vertiente de agua.
- Certificación de propiedad de las parcelas para el sistema de microriego Palcoma.

3.2.3 Trabajo de gabinete

La fase de gabinete consistió en organizar, procesar, analizar bajo diferentes métodos y programas la información obtenida en la fase de campo.

3.2.3.1 Determinación del área de riego incremental

Se uso el Programa ABRO 02 versión 3.1 del sector riego, para calcular el área que puede regarse óptimamente con el agua disponible de las fuentes en un ciclo agrícola. Los datos utilizados fueron la temperatura, características de los cultivos, y la disponibilidad de agua para el sistema de riego.

3.2.3.2 Diseño de las obras

Con la información del levantamiento topográfico, y la determinación de la oferta de agua se realizó la elaboración del diseño de las obras de arte que consisten en:

Obras de Toma

Obras de aducción

Obras de distribución

Obras de aplicación

Para esta actividad se utilizaron el siguiente software:

- Software IN ROAD
- Software MACROSTATION
- Software Auto CAD español versión 2009.

3.2.3.3 Cómputos métricos.

Se realizó el cálculo de los cómputos métricos con base en el diseño de las obras de infraestructura, se calculó los volúmenes y cantidades de los materiales e insumos a utilizarse en la construcción de la infraestructura del sistema de riego, tomando tramos y actividades.

3.2.3.4 Análisis de Precios Unitarios

Se realizó el análisis y cálculo de los precios unitarios de los materiales, requerimiento de mano de obra y requerimiento de equipo por unidad básica, en todas las obras que comprende el sistema de microriego.

3.2.3.5 Calculo del presupuesto de infraestructura

En base los precios unitarios y cómputos métricos de las obras que comprende la infraestructura del sistema de riego se obtuvo el presupuesto general o inversión que se requiere para la implementación de la infraestructura del sistema de riego.

3.2.3.5.1 Cálculo del Presupuesto de acompañamiento, supervisión.

Todo estudio de sistema de riego debe contemplar en su presupuesto final el presupuesto de acompañamiento y supervisión, por lo cual se añadió al presupuesto total de inversión los mencionados presupuestos.

3.2.3.5.2 Evaluación socioeconómica y financiera de la implementación del Sistema de riego

Con la disponibilidad de información de los costos de infraestructura y producción se realizó la evaluación socioeconómica y financiera utilizando las Planillas parametrizadas (VAN, TIR).

3.2.3.6 Elaboración de la ficha ambiental

Se elaboró la ficha ambiental de los impactos que podría ocasionar la implementación del sistema de riego, para ello se hizo uso del programa computacional Procedimientos Computarizados para la Evaluación de Impactos Ambientales del Ministerio²¹ (PCEI).

²¹ PCEI del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. 1994. Versión 1,2.

IV. SECCIÓN PROPOSITIVA

4.1 Producción Agropecuaria

4.1.1 Producción agrícola esperada

En base al análisis de la información obtenida y de reuniones con la comunidad, se ha identificado los cultivos relevantes tanto por su superficie cultivada como por la lógica de producción de las familias entre los cuales se encuentran el cultivo de la papa y la avena, sin embargo, por la capacidad productiva, existencia de mercado de consumo, e interés de las familias se incorpora a la cedula de cultivo con proyecto al cultivo de la cebolla. En el cuadro 15, se puede observar la cedula de cultivos con sus respectivas características que toma en cuenta el proyecto.

Cuadro 15. Cedula de cultivo.

Cultivos	Área Cultivada (ha)	Área Óptimamente Regada (ha)	Rendimiento (tn/ha)
Papa precoz	3.50	2.89	11.50
Avena forraje	3.50	2.89	3.60
Cebolla cabeza	3.00	2.06	8.00
Total	10.00	8.26	

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Destino de la producción (mercado y autoconsumo).

El mercado de consumo de los productos agrícolas, se constituye en las ferias aledañas a la comunidad. La feria de Confital es el principal escenario para la comercialización agrícola, y en grandes volúmenes la producción es trasladada a las ferias de la ciudad de Oruro y Cochabamba. En el Cuadro 16 se indica las ferias a las que concurren con mayor frecuencia la población para comercializar su producción agrícola y para abastecerse de productos para el hogar.

Cuadro 16. Mercados y Ferias

Lugar Feria/mercado	Tipo de feria	Día
Confital	Semanal	Martes
Pongo	Semanal	Sábado
Quillacollo	Todo el tiempo	Domingo

Fuente: Elaboración propia.

Los precios de los productos, generalmente lo determina la oferta y demanda del producto en el mercado y en menor grado el costo de transporte al mercado local. Las posibilidades de comercialización de la producción en el lugar ya se han dado, para la papa el precio promedio fluctúa en 30 Bs/@, y cebolla 16 Bs/@. La papa de la zona alta de Tapacari es muy apreciada por la población de la ciudad de Cochabamba y Quillacollo.

Según la propuesta del componente agrícola y de acuerdos de las reuniones sostenidas con los beneficiarios, se ha determinado estimar el destino de la producción de acuerdo al siguiente cuadro.

Cuadro 17. Destino de la producción (en porcentaje)

Cultivos	Destino de la producción			
	Autoconsumo %	Mercado %	Semilla %	Perdida %
Papa	15	70	10	5
Avena	85	0	10	5
Cebolla	5	90	0	5

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Valorización de la producción.

La producción agrícola en la comunidad está conformada por los cultivos de papa, papalisa, avena, cebada, haba, quinua, la producción obtenida es destinada para cubrir las necesidades de autoconsumo familiar.

Para fines de la implementación del sistema de microriego se puntualizó la valorización de cultivos en los cultivos priorizados por la comunidad, y técnicamente viables.

En el cuadro 18, se presenta los cultivos priorizados y un análisis del Valor Actual Neto con intervención del sistema de microriego, considerando la superficie a ser explotada bajo riego óptimo de 8,2 ha, se tiene un Valor Neto de Producción de 5,281.44 \$US.

Cuadro 18. Valor Neto de la Producción Agrícola Futura

Cultivo	Valor Neto de la Producción (\$us.)					Valor
	Con Proyecto					Neto
	Ha	Cost/ha	Total costo	Ingr/ha	Total Ingr	(\$us)
Papa	3.50	1,807.59	6,326.56	2,852.00	9,982.00	3,655.44
Avena	3.50	292.40	1,023.40	414.00	1,449.00	426.00
Cebolla	3,00	1,120.99	3,362.97	1,520.99	4,562.97	1200,00
Total	10		11.978,87		15,993.90	5281.44

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4 Incremento del Valor Neto de la producción

Como efecto del incremento de las áreas bajo riego y consecuentemente el incremento de la producción agrícola, el Valor Neto de la Producción se incrementará en 5,281.44 \$US.

El análisis de la evaluación de los beneficiarios agrícolas que generará el proyecto se ha tomado en consideración dos aspectos importantes.

Primero: La propuesta de inversión permitirá asegurar la subsistencia y el acceso al mercado.

En terrenos donde se realiza el cultivo a secano, actualmente está supeditado a sequías estacionales, situación que provoca pérdidas de productividad y en muchas ocasiones pérdidas totales de la cosecha, poniendo de esta manera en riesgo inclusive la misma subsistencia de la familia, ya que por una parte se pierde la producción destinada al autoconsumo y por otra parte, se pierde la posibilidad de comercializar su producción.

Segunda: El proyecto se plantea como paliativo a factores limitantes.

Como factor limitante es importante considerar la tenencia de la tierra, caracterizada por una tendencia hacia el minifundio y la parcelación, en estas circunstancias el riego puede atenuar este factor limitante ya que permite una mayor productividad por superficie cultivada, evitando de manera directa la disminución de los ingresos familiares y de manera indirecta la migración campo-ciudad.

4.2 Determinación del área de riego incremental

4.2.1 Área de riego incremental

La propuesta de construcción del sistema de microriego, proporcionará un conjunto de beneficios en favor de los agricultores de la zona, al lograr ampliar la superficie cultivada con el consiguiente incremento de la producción agropecuaria y de los ingresos netos de los beneficiarios, también se incrementará aunque de manera reducida el empleo de la mano de obra desocupada.

Con la finalidad de establecer el efecto del sistema de riego, se determinó el área incremental bajo riego óptimo, como se explica a continuación:

En primer término se estimó el número de hectáreas de acuerdo a la cédula de cultivos establecida y las condiciones de eficiencia del sistema y que pueden ser regadas en forma óptima (sin déficit hídrico), en las situaciones “Sin” y “Con” proyecto. Una vez calculados los balances hídricos para las situaciones Sin y Con proyecto mediante la utilización del software ABRO 3.1 preparada por el PRONAR, la misma que se muestra en anexos y establecidas las áreas regadas en forma óptima, por diferencia se obtuvieron el número de hectáreas incrementales.

Los resultados obtenidos se puede observar en el cuadro 19, en la situación actual (sin proyecto) no se tiene riego (0 has bajo riego), y con las obras de construcción propuestas, captando la totalidad del caudal de la vertiente Jalsuri y Ura K’ochi se espera regar óptimamente 8.2 has.

Cuadro 19. Área Bajo Riego Optimo (ABRO)

Cultivos	ABRO S/P (ha)	ABRO C/P (ha)	Incremento (ha)
Papa	0	3.50	3.50
Avena	0	3.50	3.50
Cebolla	0	3.00	3.00
Total		8.26	8.26

Fuente: Elaboración propia

Dada las condiciones climáticas de la zona andina y la disponibilidad de agua para riego en forma optima y oportuna se pretende realizar siembras adelantadas del cultivo de la papa, seguida de avena y cebolla. El riego para los diferentes cultivos será complementario.

4.2.2 Demanda de agua

4.2.2.1 Cálculo de evapotranspiración potencial (ET_o)

El concepto de evapotranspiración (ET) se refiere a la suma de agua evaporada de la superficie del suelo y transpirada por la planta hacia la atmósfera.

El cálculo de evapotranspiración, ya sea por medio de métodos directos e indirectos, constituye el primer paso para conocer y predecir los efectos del clima en la evaporación del cultivo de referencia. Pero para tener en cuenta los efectos de las características del cultivo sobre las necesidades de agua es necesario conocer los coeficientes de cultivo (k_c) con objeto de relacionar la evaporación del cultivo de referencia (ET_o) con la evaporación del cultivo (ET_c).

$$ETR = k_c * ET_o$$

Las condiciones de disponibilidad de agua, hacen que el proceso de producción se realice en un permanente déficit hídrico, la falta de nutrientes en el suelo y la falta de incorporación de fertilizantes acorde a los requerimientos es una constante en estos sistemas de producción. Por otro lado, estas condiciones de cultivo retardan el ritmo de desarrollo de los cultivos y ni siquiera en la etapa de pleno desarrollo se logra una cobertura total del área cultivada.

Estos factores, hacen que las familias campesinas logren cosechas por debajo del óptimo pero con un mínimo de uso de agua. Los valores de requerimientos de riego de los cultivos, calculado con el K_c de la FAO siempre estarán por encima de los requerimientos por las condiciones antes mencionadas.

Los valores de K_c utilizados para la determinación de los cultivos se encuentran debidamente clasificados por zonas en la planilla del Cálculo de Área Bajo Riego Óptimo (ABRO)

En el cuadro 20, se muestra los cálculos realizados para la obtención de la Precipitación efectiva, Evapotranspiración Potencial y el Requerimiento de Riego de los cultivos.

Cuadro 20. Cálculo de Evapotranspiración

		AREA NETA (ha) 26,00												
		FACTOR DE AREA 0,8260												
		CAPACIDAD MAXIMA (l/s) 4,00												
		Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	ANUAL
		30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	365
ET (mm/día)		3.11	3.09	3.67	4.30	4.89	5.20	4.97	4.41	4.34	4.18	3.97	3.45	
ET (mm/mes)		93.41	95.79	113.84	129.10	151.53	156.08	154.12	136.75	121.40	129.65	119.14	106.84	1,507.65
Prec. (mm)		0.90	6.40	9.30	19.00	23.30	30.60	68.90	109.00	79.40	57.50	21.30	4.00	429.80
Prec. Efec. (mm)		0.00	0.00	0.00	4.90	7.91	13.02	39.83	67.90	47.18	31.85	6.51	0.00	219.10
Kc (Avena (forraje))		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.75	1.15	0.60	0.00	0.00	
ETR (mm)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53.94	102.56	139.61	77.79	0.00	0.00	373.90
Req. Riego (mm)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.11	34.66	92.43	45.94	0.00	0.00	187.14
Req. Neto (m3)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	407.94	1,002.00	2,672.08	1,328.14	0.00	0.00	5,410.17
Kc (Cebolla (cabeza))		0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	1.16	1.38	1.16	1.14	
ETR (mm)		87.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	157.26	140.82	178.92	138.20	121.80	824.80
Req. Riego (mm)		87.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	89.36	93.64	147.07	131.69	121.80	671.36
Req. Neto (m3)		2,175.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,214.26	2,320.44	3,644.34	3,263.33	3,018.05	16,636.11
Kc (Papa (precoz))		0.00	0.00	0.00	0.20	0.50	1.02	1.30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	
ETR (mm)		0.00	0.00	0.00	25.82	75.76	159.20	200.35	82.05	0.00	0.00	0.00	0.00	543.16
Req. Riego (mm)		0.00	0.00	0.00	20.92	67.85	146.18	160.52	14.15	0.00	0.00	0.00	0.00	409.63
Req. Neto (m3)		0.00	0.00	0.00	432.01	1,401.18	3,018.59	3,314.74	292.15	0.00	0.00	0.00	0.00	8,458.66
Kc (Papa (precoz))		0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.50	1.02	1.30	0.60	0.00	0.00	0.00	
ETR (mm)		0.00	0.00	0.00	0.00	30.31	78.04	157.20	177.77	72.84	0.00	0.00	0.00	516.15
Req. Riego (mm)		0.00	0.00	0.00	0.00	22.40	65.02	117.37	109.87	25.66	0.00	0.00	0.00	340.31
Req. Neto (m3)		0.00	0.00	0.00	0.00	184.99	537.05	969.46	907.51	211.94	0.00	0.00	0.00	2,810.96

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.2 Requerimiento de riego a nivel parcelas

Una vez conocida la precipitación efectiva y la evapotranspiración esperada, el requerimiento de riego al nivel de las parcelas expresado en l/s/ha, se obtuvo del cociente entre la necesidad de riego de los cultivos y la eficiencia de riego el requerimiento de riego fue estimado sobre la base del cálculo por medio de la diferencia entre ambos parámetros.

El requerimiento total real de agua a nivel parcelario fue estimado tomando en cuenta las siguientes eficiencias:

- Eficiencia de Captación
- Eficiencia de Conducción
- Eficiencia de Distribución
- Eficiencia de Aplicación

Eficiencia de Aplicación (Ea)

En el área de riego se practicara el método de riego por aspersión, se estima para el proyecto una eficiencia de aplicación del 80%.

Eficiencia de distribución (Ed)

La eficiencia de distribución es definida como el promedio entre la cantidad de agua que se recibe en la entrada del campo y la cantidad que sale de la cabecera (conducción). Para la distribución del agua a través de tubería se asume 95% de eficiencia.

Eficiencia de Conducción (Ec)

La eficiencia de conducción está definida por la relación entre el volumen de agua entregado a nivel de cabecera y el volumen de agua captado en la fuente.

Se asume un valor de 95 % como eficiencia de conducción por que el proyecto contempla la aducción a través de tubería PEAD.

Eficiencia de Captación (Ecap)

Se asume una eficiencia de Captación del 95%, por que la obra de captación propuesta nos permitirá captar la totalidad del caudal.

La eficiencia total de riego para el proyecto será:

$$E_{riego} = E_a * E_d * E_c * E_{cap}$$

$$E_{riego} = 0.80 * 0.95 * 0.95 * 0.95$$

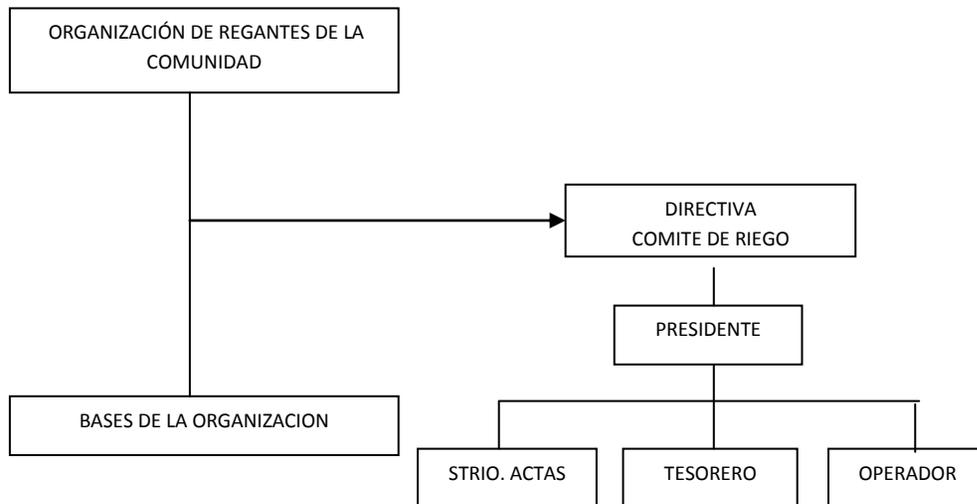
$$E_{riego} = 0.68$$

4.3 Gestión del sistema de riego propuesto

4.3.1 Organización

La gestión del Sistema de riego estará a cargo de la organización de regantes y/o comité de riego conformado en Asamblea General de la comunidad, el mismo que contará con el apoyo de las autoridades sindicales y de las bases. Los representantes de la Directiva serán elegidos democráticamente y de acuerdo a los usos y costumbres que rigen en la comunidad.

Figura 6. Organigrama Comité de Riego



4.3.2 Derechos de agua

Los derechos de agua de riego se adquirirá respetando los usos y costumbre de la comunidad, sin embargo, el trabajo aportado durante la construcción de las obras será uno de los criterios tomados en cuenta para la adquisición de los derechos y turnos de riego de parte de las familias.

4.3.3 Operación y mantenimiento

Para la operación y mantenimiento de la infraestructura, los usuarios del sistema, aportaran en efectivo y en especie (mano de obra), estos aportes servirán para la reparación de la infraestructura hidráulica, las actividades de mantenimiento y la operación durante la distribución de los turnos de agua estará a cargo del comité de riego.

4.3.4 Distribución del agua

La distribución del agua se realizará por turnos, es decir que la asamblea general y el comité de riego acordara fechas y horas para la distribución de la misma según el caudal que se tiene, en el primer rol de turnos estarán los comunarios que cumplieron con el 100% de los trabajos en mano de obra no calificada, y de esta manera se realizará la rotación.

En el cuadro 21, se muestra la propuesta para la distribución del agua a los usuarios, donde 1 turno se establece por un tiempo de 4 horas, cada usuario de acuerdo a la capacidad y especificidad del aspersor podría regar $\frac{1}{2}$ ha en un tiempo promedio de 4 horas, por tanto 3 usuarios regarían sus cultivos en un día. Cada fuente de agua va a beneficiar a 20 familias, como cada día 3 usuarios riegan, en una semana los 20 usuarios tendrían cada uno un turno de riego.

Cuadro 21. Descripción de la distribución de agua por turnos/semana

	Lunes	Martes	Mier.	Jueves	Viernes	Sabado	Domin.	Total Turnos
Turnos/día Ura K'ochi	3	3	3	3	3	3	2	20
Turnos/día Ura Jalsuri	3	3	3	3	3	3	2	20
Total de Usuarios del Sistema de Riego								40

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 22. Descripción de las capacidades y características del Aspersor ¾”

Ura K'ochi							
Presion (m.c.a.)	20	25	30	35	40	45	50
Caudal de descarga (l/h)	990	1130	1240	1340	1430	1500	1570
Caudal de descarga (l/s)	0.28	0.31	0.34	0.37	0.4	0.42	0.44
Caudal disponible (l/s)	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41
N° de aspersores funcionando	5	4	4	4	4	3	3
Radio Mojado/ aspersor (m ²)	13.2	13.6	14	14.2	14.5	14.7	14.9
Jalsuri							
Presion (m.c.a.)	20	25	30	35	40	45	50
Caudal de descarga (l/h)	990	1130	1240	1340	1430	1500	1570
Caudal de descarga (l/s)	0.28	0.31	0.34	0.37	0.4	0.42	0.44
Caudal disponible (l/s)	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
N° de aspersores funcionando	4	4	3	3	3	3	3
Radio Mojado/ aspersor (m ²)	13.2	13.6	14	14.2	14.5	14.7	14.9

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Diseño participativo de las obras del sistema de riego

4.4.1 Análisis de alternativas

Dadas las características propias del área, la única alternativa técnica que da solución al problema es la construcción de un sistema de micro riego, a través de la captación de las aguas de las vertientes Ura k'ochi y Jalsuri.

Alternativa 1. Captación de las aguas del quebrada Palcoma provenientes de los dos lados en un solo sector con una obra de toma, transportar el agua captada a través de tubería (3 km) hasta las áreas de cultivo hasta boca de finca, y por supuesto considerando la construcción de todas las obras de arte necesarias y suficientes, de modo de lograr un sistema de riego fácil de operar. Se lograría alcanzar una cobertura al 100% de los terrenos susceptibles de ser regados y con un nivel de servicio, hasta el nivel de parcelas.

Alternativa 2. Reunir las aguas de las vertientes a través de tomas individuales en cada vertiente (4 Km) y reunirlos en un desarenador para trasladarlo a través de tubería PEAD hasta las áreas de cultivo ubicada en las cercanías de las viviendas de la comunidad.

Alternativa 3. Elegir la vertiente que tiene un flujo permanente durante todo el año en cada una de las quebradas, construir tomas en cada una y trasladarlo a través de tubería PEAD hasta las áreas de cultivo ubicadas en las cercanías de las viviendas de la comunidad.

Para este caso, se deben realizar dos trazos separados cada uno con su fuente, toma, aducción, distribución y familias participantes definidos.

4.4.1.1 Justificación de la alternativa elegida

De las alternativas identificadas, junto a los miembros de la comunidad beneficiaria y sus autoridades, se expuso de las bondades y desventajas desde el punto de vista técnico y económico cada una de las alternativas visualizadas; luego de ardua discusión, la comunidad escogió la primera alternativa (III), por tanto se han diseñado las obras en función de consenso esta alternativa, el cual solo se considera la toma, aducción, pasos de quebrada, cámaras de distribución y sistema de aplicación.

La comunidad ha colocado en claro que no requiere tanque de almacenamiento, debido a la dificultad del traslado de materiales hasta el lugar de la obra y por que las aguas abastecerán a las parcelas de las familias participantes en cada tramo.

4.4.2 Diseño de infraestructura

4.4.2.1 Estudios Básicos

4.4.2.1.1 Levantamiento Topográfico

Se realizó con la utilización de una Estación Total Sokkia, Libreta de campo, prismas ópticos y GPS, e incluyen:

1. Croquis de ubicación de la comunidad con el detalle de accesos viales.
2. Levantamiento topográfico altimétrico de la obra de toma a detalle.
3. Levantamiento topográfico altimétrico del Área de Riego.
4. Planilla de coordenadas.

La planimetría, incluidas las curvas de nivel, se presenta simultáneamente con el diseño de la obra de toma, franja del canal principal y las parcelas del área de riego, en los planos. El área de estudio comprende al sector del lado izquierdo de la comunidad de Palcoma aguas abajo, las planillas de coordenadas se muestran en Anexo 12.

4.4.2.1.2 Estudios geotécnicos

Para la ubicación de las estructuras en el proceso de levantamiento de información de campo se han seleccionado los lugares más adecuados, preferentemente con presencia de roca, de modo que oferten una alta capacidad portante. No se realizaron estudios geotécnicos especializados debido a que la ubicación de la obra de toma está emplazada sobre roca firme.

4.4.2.2 Diseño de obras principales

4.4.2.2.1 Diseño de la obra de captación (Jalsuri, Ura K'ochi)

Las características de la quebrada de la vertiente menor a 2 m , pero con pendiente media a alta, han dado buen resultado las tomas de derivación lateral, el cauce en

la zona del proyecto tiene una pendiente de 15% ideal para una toma de este tipo, está pendiente permitirá una auto limpieza del canal de captación.

Para la protección se ha diseñado un muro lateral y un azud derivador con perfil greager ingreso por una abertura de 0.25*0.30 m con rejilla que sale a una cámara canal desde donde se deriva a través de tubería de 1 ½” hasta el desarenador.

Para el desfogue se tiene una canal con una compuerta con tornillo sinfín que tiene salida al mismo cauce en caso de no requerir el agua en el sistema.

4.4.2.2 Diseño de las obras de conducción

Ura K’ochi

Luego de la obra de captación se realizó el diseño para el traslado del agua a través de tubería de 1 ½” hasta un desarenador de la progresiva 0+000 a 0+010. El desarenador permitirá evacuar las partículas que ingresen en la toma, estará provista de una compuerta tipo gusano.

Posterior al desarenador se continua con la tubería principal de la progresiva 0+010 a la 1+568 con tubería PEAD de 1 ½” con capacidad de conducir hasta 4 l/s.

Se tienen una cámara rompe presión de acuerdo al cálculo hidráulico en la progresiva 0 + 636, considerando la presión de trabajo de la tubería PEAD de 60 bar.

También se han instalado cámaras de derivación cada 200 m las cuales también servirán como hidrantes para la conexión del juego de aspersion.

Se ha tomado 200 m debido a que los juegos de aspersion consideran la provisión de 100 m abarcando la totalidad de las áreas bajo la línea de aducción principal.

Jalsuri

Luego de la obra de captación se realizó el diseño para el traslado del agua a través de tubería de 1 ½" mediante 2 ramales, que nos permitirán llegar a las áreas optimas de riego.

Posterior a la toma se continúa con la tubería por dos ramales de la progresiva 0+00 a la 0+750 y de 0+00 a 1+426 con tubería PEAD de 1 ½" con capacidad de conducir hasta 4 l/s.

También se ha considerado la construcción de cámaras de derivación cada 200 m las cuales también servirán como hidrantes para la conexión del juego de aspersión.

Se ha tomado 200 m debido a que los juegos de aspersión consideran la provisión de 100 m abarcando la totalidad de las áreas bajo la línea de aducción principal.

Las obras hidráulicas se pueden observar a más detalle en el (anexo 15)

4.4.2.2.3 Diseño de las obras de arte.

La topografía de la zona presenta varias quebradas, en tal sentido se ha realizado pasos de quebrada para longitudes de 6, 9,15, 18, 21 y 36 m (anexo 6).

4.4.2.2.4 Materiales de construcción locales (Bancos de Préstamo)

Los bancos de préstamo de piedra se ubican en el mismo lugar teniendo buena calidad de piedra de origen metamórfico.

La grava se ubica en la localidad de Paria (Oruro) en grandes cantidades.

La arena se ubica en la localidad de Paria (Oruro), los volúmenes de la arena de buena calidad son reducidos. En la cambio la arena de mala calidad es abundante y requerirá un lavado previo.

4.4.3 Estrategias de Ejecución: logística, modalidad y cronograma

4.4.3.1 Modalidad de Ejecución de obras

La modalidad de ejecución del proyecto de micro riego Palcoma será mediante licitación pública a Empresas Constructoras legalmente establecidas, de acuerdo a las normas de adjudicación vigentes en el país.

4.4.3.2 Procesos constructivos.

Los requerimientos de equipos, materiales y herramientas necesarios para la construcción de la obra se encuentran detallados en las Especificaciones Técnicas de construcción (Anexo 10).

El equipo principal que se considera necesario para la ejecución del proyecto es el siguiente:

- Una volqueta de 8 m³
- Una mezcladora de hormigón de 300 litros a gasolina
- Una vibradoras de chicotillo para hormigón a gasolina
- Una camioneta de 1.0 tonelada
- Equipo topográfico
- Equipos y herramientas menores

En forma previa a la construcción de las obras, debe coordinarse con las autoridades responsables de la obra y autoridades de la comunidad sobre aspectos

de utilización de los materiales locales de los yacimientos existentes de agregados y derecho de vía y otros de logística.

La secuencia constructiva propuesta es la siguiente:

1. Movilización del personal, equipo de la Empresa Constructora
2. Instalación de faenas, que comprende la instalación de campamentos, mejoramiento de caminos, construcción de caminos y facilidades requeridas para iniciar la construcción de las obras en la época de estiaje.
3. Se iniciará con el replanteo de la obra de toma y la línea de aducción
4. Excavación del cuerpo de la toma y aducción.
5. Luego se ejecutará la construcción de la obra de toma y obras de arte de hormigón, cuidando minuciosamente la exactitud de las cotas.
6. Paralelamente a la instalación de la aducción se ejecutará las obras de arte: cámaras, pasos quebrada.

4.4.3.3 Cronograma de ejecución

El cronograma presentado en el Anexo 11 refleja todo el proceso constructivo previsto para la ejecución de las obras del proyecto.

Se estima que la construcción de obras demorará un tiempo de 3 meses, con grupos de trabajo en 2 frentes.

4.4.4 Cómputos métricos de las obras propuestas

En el Anexo 7, se detallan los cómputos métricos, organizados por módulos, en estrecha concordancia con las partes características de un sistema de microriego.

Las actividades agrupadas que componen las obras propuestas están organizadas en 6 módulos los mismos que a saber son:

- Trabajos preliminares
- Obra de toma
- Desarenador
- Tubería de conducción.
- Distribución
- Obras de Arte

4.4.5 Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas de las actividades de construcción de las obras se encuentra en el anexo 10.

4.5 Acompañamiento / Asistencia Técnica Integral

4.5.1 Acompañamiento a la ejecución de obras

Durante la ejecución del proyecto se prevé la participación activa de una Entidad de apoyo a la comunidad para el desarrollo comunitario la cual es de Acompañamiento a la fase de ejecución del proyecto, que apoyara en todo momento a la comunidad beneficiaria.

El servicio de acompañamiento mas allá de apoyar a la organización de los usuarios para cumplir con los aportes de mano de obra no calificada comprometida al proyecto, deberá trabajar intensamente con los usuarios para una propuesta de gestión del futuro sistema de riego, respetando usos y costumbres e insertando otras, posteriormente incidir en la operación y mantenimiento de la nueva infraestructura (distribución de los turnos, regulación del caudal, aforos de caudales, largadas, etc.) y principalmente realizar prácticas en riego parcelario

(riego por surcos, inundación y riego presurizado) y proponiendo la siembra de nuevos cultivos bajo riego.

4.5.1.1 Objetivo

Coadyuvar al fortalecimiento de la organización de riego, implementando mecanismos y formas propias organizativas de las comunidades beneficiarias, para un uso adecuado de la infraestructura y un manejo del agua según los derechos adquiridos por los usuarios, dotando de agua en forma organizada a los beneficiarios y mejorar la producción agropecuaria bajo riego con frecuencias y turnos adecuados para los cultivos de la eco región y de esta forma mejorar el nivel de vida de los campesinos.

4.5.1.2 Metodología

La Entidad de Acompañamiento o Asistencia Técnica Integral “ATI” desarrollara el trabajo del servicio, basándose en una interacción continua con las instituciones involucradas Empresa Constructora “EC”, Entidad Financiadora “EF”, Alcaldía Municipal “HAM”, Supervisión de Obras “SO, Comunidad Beneficiaria “CB”, etc., apoyando al desarrollo de capacidades de gestión de la organización de riego y los beneficiarios.

En este contexto, plantea una metodología dinámica y horizontal de interacción de todos los sujetos involucrados en el proceso, para ello se usarán instrumentos metodológicos como ser: reuniones informales, charlas, cursos talleres donde exista amplia participación de los usuarios, que le permitan hacer conocer sus inquietudes, sus ideas para el desarrollo y consolidación del proyecto, fortaleciendo a la organización de los usuarios, que tendrá a su cargo tareas relativas a la organización de los turnos de riego, para cubrir las frecuencias respectivas, la operación y mantenimiento del sistema de riego.

Así mismo, se propone el viaje de intercambio de experiencias a un sistema de riego, con características similares al de Palcoma, donde existan charlas entre comunarios y puedan compartir y asimilar experiencias positivas y negativas para consolidar una organización de riego fortificada y autogestionaria.

4.5.1.3 Actividades principales del servicio de acompañamiento.

La entidad de Acompañamiento trabajara bajo cuatro ejes fundamentales al obtener los objetivos planteados, los cuales son:

a) Apoyo a la CB en, planificación, seguimiento, control y consolidación de aportes de comprometidos.

En esta actividad se definirá una estrategia de implementación del proyecto concertada con la comunidad, para lo cual la entidad de acompañamiento debe conocer el proyecto en su generalidad, encargándose de planificar con todos los actores involucrados en el proyecto.

El aporte comunal se ha definido partiendo de las siguientes premisas:

- Los trabajos de la comunidad deben ser tales que no requieran especialización.
- Tratar de crear Ítems independientes para los aportes comunales.
- Organización de grupos de trabajo, según requerimiento del cronograma de trabajo de la E.C.

La participación de la comunidad no solo se limitara a los aportes en mano de obra y materiales locales, más importante es participar en la toma de decisiones de la obra, en la planificación y organización para su puesta en marcha del proyecto. Se realizará talleres con la comunidad para la planificación respectiva de la ejecución

del proyecto en el que se determinará la cantidad de jornales aportados por los usuarios, que consolidará los derechos al agua para riego.

La programación de los trabajos en la ejecución estará relacionada con el cronograma de ejecución de obras tomando en cuenta el calendario agrícola y fechas de costumbres y tradiciones de la comunidad, lo cual garantizará el normal desarrollo de las actividades.

b) Apoyo a la CB en su interacción con relación a la Empresa Constructora, Municipio y Entidad Financiadora; durante la fase de ejecución y post ejecución:

La entidad de acompañamiento adecuará su plan de trabajo a las formas de organización existente y vigente en la comunidad, la cual tiene definidas realizar reuniones o asambleas cada fin de mes o cuando las necesidades así los requieran. Este dato se tomará en cuenta para no provocar cambios en sus actividades rutinarias.

De acuerdo a calendarios de reunión establecidos por la comunidad (mensual) y si las actividades durante la ejecución requieren una amplia participación se realizaran reuniones cada 15 días.

El inicio de las reuniones será antes de la ejecución de las obras que consistirán en:

Reuniones explicativas de la concepción del proyecto hacia la CB y apoyar en el cumplimiento de los acuerdos entre la CB, EC y E.F, para el cual se levantarán actas de reuniones, archivos de contratos y convenios entre la CB y la EP; EP con el EF y EP con la EC, dichas reuniones serán convocadas por la organización existente en la comunidad en coordinación con la ATI.

Las reuniones de la ATI, EP, EC y EF serán llevados acabo los primeros días de cada semana, en el que se evaluará las diferentes actividades realizadas y por realizar; al mismo tiempo se programara visitas en el transcurso de la ejecución de las obras para tener conocimiento del avance y/o problemas que podrían surgir.

Esta reunión será dirigida por la entidad de acompañamiento para lo cual se pondrá en conocimiento a los miembros de las entidades involucradas con la debida anticipación; pudiendo realizarse reuniones de carácter extraordinario o de emergencia si el caso así lo aconseja, para lo cual los miembros participantes serán informados oportunamente

c) Apoyo a la Comunidad Beneficiaria en el desarrollo de capacidades para la gestión del sistema de riego.

Para esta actividad la ATI realizara un diagnostico de la situación actual del proyecto, el cual permitirá tener una visión de la organización comunal y sus actividades.

Otra actividad importante es el viaje de intercambio de experiencia, que serán programados con los usuarios, la comunidad elegirá en una reunión general a representantes idóneos para realizar el viaje, quienes a su retorno transmitirán las experiencias adquiridas al resto de los componentes de las familias que no participaron del viaje y a comunidades aledañas.

Los objetivos principales de este intercambio de experiencias son:

- Motivar el intercambio de experiencia entre usuarios de diferentes comunidades, relacionados con la organización comunal (riego).
- Conocer otras formas organizativas de usuarios en la Operación, Mantenimiento y Distribución del agua en el o los sistemas de riego.

- Conocer y adaptar formas de organización (tareas, multas, aynis y etc.) de los usuarios para el mantenimiento de la infraestructura física de riego.
- Buscar a través del intercambio de experiencia prácticas técnica campesinas para la gestión de riego que lleven a la autosostenibilidad del sistema.
- Adoptar formas de riego y producción, adecuadas a la zona del proyecto.

Los eventos de capacitación a los usuarios del Sistema Microriego Palcoma, tendrán continuidad durante y después de la ejecución de las obras. Esta capacitación se realizará en períodos donde los usuarios podrán disponer de tiempo, ajustándose al calendario agrícola, garantizando así la asistencia de los usuarios sin mermar sus propias actividades.

Los cursos serán referidos al manejo de agua (riego presurizado) operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica y las prácticas respectivas, para la sostenibilidad de la gestión campesina, complementados con eventos teórico – prácticos, sobre aspectos productivos y en coherencia con sus usos y costumbres, adecuados a cada sistema de producción. Los talleres se llevaran a cabo en la comunidad, cuyo tiempo de duración dependerá del tema y la aplicación de las mismas en la práctica de campo.

Los objetivos que se persigue con la realización de talleres es el siguiente:

- Reflexión y auto evaluación con los usuarios sobre el sistema de riego, su operación y sus posibles mejoras.
- Capacitar en conocimientos de prácticas que mejoren la operación y mantenimiento del sistema.
- Reforzar la institucionalidad de la organización de regantes.
- Definir los derechos de acceso al agua.

d) Productos: Resultado de todo el proceso de acompañamiento.

La ATI después de una dinámica interacción con los beneficiarios, durante el periodo de ejecución y en base a consultas, consideraciones y acuerdos respetando usos y costumbres en las formas organizativas y de manejo, distribución del agua y operación de la infraestructura, debe dotar de instrumentos, prácticos, sencillos, de fácil comprensión a los usuario para una gestión auto sostenible del sistema de riego, para esto se plantea realizar lo siguiente:

Elaboración de Estatutos y Reglamentos de la gestión del sistema de riego.

Una organización para su funcionamiento debe contar con instrumentos de carácter técnico- normativo que orienten y definan en forma clara y precisa las actividades y tareas a desempeñar. La formulación y aprobación de un documento amplio y consensuado en Asambleas Generales, que responda a la realidad de la comunidad, plasmados en un Estatuto y reglamento interno de la organización de riego.

La elaboración de los estatutos y reglamentos de la CB estará basada en la organización existente, que tiene un alto grado de flexibilidad, reciprocidad, acuerdos mutuos y etc., en el que participarán activamente miembros de CB y EA.

A demás dichos estatutos y reglamentos serán aprobados en la asamblea general de CB con representación de las organizaciones (sindicato) y de sus autoridades originarias que le den validez moral y avalada por la EP en calidad de observador (garante y/o dirimidor en caso de presentarse conflictos internos en la comunidad).

Elaboración del manual O+M (técnico y de usuarios)

El manual de O+M, hará referencia a todos los elementos introducidos con la construcción del nuevo sistema (Obra de toma, compuertas, válvulas o llaves de

paso, tubería de conducción de PVC, estructuras de H⁰C⁰ y H⁰A⁰ y otras obras de infraestructura hidráulica) detallando la forma de operar, distribuir y mantener los mismos; este será de fácil entendimiento, con dibujos ilustrativos de la actividad planteada.

La elaboración de manual de O+M técnico reflejara las características de construcción de las obras hidráulicas, formas de operación y distribución con todos los cálculos necesarios y de fácil comprensión, para lo cual se considerará principalmente los derechos al agua de riego, turnos, tiempo de riego, épocas de limpieza, etc. Es así que en el manual se identificará los elementos introducidos describiendo su operación y forma de mantenerlos para preservar la infraestructura de riego.

Cuando finalice la implementación de esta propuesta de acompañamiento en O+M se espera que la comunidad tenga la capacidad de operar y mantener el sistema de riego en su conjunto (infraestructura de riego aspectos organizativos, derechos, distribución, etc.) y que puedan aplicar el proceso de ajuste en sus diferentes componentes cuando fuera necesario.

e) Asesoramiento en Desarrollo Agrícola (en función a requerimiento)

La ATI en forma conjunta con los usuarios deberá identificar los problemas que se advierten en el manejo del agua al nivel terciario, vale decir distribución y aplicación a escala predial, así como el apoyo a la producción; mediante los talleres, seminarios y eventos programados en el Plan General de trabajo.

Durante las reuniones y talleres de concertación así como del diseño participativo desarrollados en forma conjunta entre la comunidad y equipo técnico del estudio, se han identificado preliminarmente algunos problemas que aquejan a los pobladores de los cuales se han priorizado para que la ATI priorice en sus acciones de apoyo a la comunidad beneficiaria.

- Uso manejo de los suelos.
- Laboreo de suelos.
- Uso y manejo de los recursos naturales relacionados con el medio ambiente.
- Uso y manejo de agroquímicos y fertilizantes químicos.
- Adopción y uso de semillas mejoradas.
- Control de plagas, enfermedades y malezas.
- Manejo de agua al nivel de parcela.
- Tecnología de cosecha y postcosecha.
- Mercadeo de productos.
- Aspectos organizacionales.
- Aspectos de operación y mantenimiento de los componentes del sistema.
- Aspectos de género y generacionales.
- Tecnología de control de la erosión y la pérdida de la fertilidad de los suelos.
- Tecnología de control de los fenómenos climáticos (granizo, heladas y vientos).

4.5.1.4 Estrategia de ejecución de los servicios de ATI.

El servicio de acompañamiento estará a cargo de una entidad (firma consultoras o consultor individual) con experiencia en asistencia técnica especializada en la implementación de proyectos de riego y desarrollo organizacional para la autogestión del sistema por los usuarios. Esta Entidad deberá ser seleccionada mediante convocatoria pública, sus actividades serán realizadas de manera secuencial.

4.6 Presupuesto y Estructura Financiera

4.6.1 Presupuesto de Obras

Considerando que los materiales, los ítems de mano de obra calificada y equipo van a provenir de la ciudad de Cochabamba, debido al factor costo de transporte, se han considerado los precios de mercado de esta ciudad.

Los costos y presupuestos de la infraestructura del proyecto fueron obtenidos, mediante el procesamiento de los volúmenes de obra de captación, conducción, distribución y aplicación.

4.6.1.1 Precios Unitarios

El precio unitario, está compuesto por la suma de los siguientes rubros, cuyo detalle se encuentra en el anexo 8.

- costo de materiales
- costo de mano de obra
- desgaste de herramientas y equipos
- gastos generales
- utilidades
- impuestos de ley
- beneficios sociales

4.6.1.1.1 Costo de los Materiales

El costo de los materiales, son un aspecto muy importante dentro del análisis del costo total del mismo, debiendo considerar la actualización de los mismos, la disponibilidad, el precio en el mercado y la predisponibilidad del traslado o puesta en obra de los mismos.

4.6.1.1.2 Costo de Mano de Obra

Un aspecto importante dentro de la mano de obra, es el rendimiento promedio que los obreros puedan realizar, en función a la experiencia de los mismos en obras similares, dicho factor es muy importante, puesto que nos brinda la posibilidad de establecer el tiempo adecuado de la duración del proyecto.

4.6.1.1.3 Costo de Herramientas y Equipo

Para la determinación del costo de herramientas y equipo, se requiere considerar el costo horario de la maquinaria y equipo, y su respectivo rendimiento, además del porcentaje sobre el costo total de la mano de obra correspondiente a las herramientas y equipo menor.

4.6.1.1.4 Gastos Generales

Los gastos generales están representados por un porcentaje sobre el valor total de la obra, el mismo que está en función a diversos factores como la localización del proyecto, las garantías requeridas, el costo de propuestas y contrato, gastos administrativos y profesionales, riesgos, etc. en nuestro caso según lo señalado adoptaremos un porcentaje de gastos generales de 10 % sobre el costo total del proyecto.

4.6.1.1.5 Utilidad

La determinación del porcentaje de utilidad que percibe una Empresa, es atribución de los responsables de la misma. De acuerdo a las condiciones y grado de dificultad de la obra este porcentaje varía entre el 10% al 20 %., en el caso particular del proyecto adoptaremos un 10%.

4.6.1.1.6 Impuestos

Como en todo tipo de contratos que signifiquen ganancias económicas, la construcción de una obra debe considerar el Impuesto a las Transacciones (I.T.) que es del 3.09 % y el I.V.A que es el 13% según disposición de leyes vigentes.

4.6.1.1.7 Beneficios Sociales

Para la determinación del porcentaje de cargas sociales, sobre el jornal o salario básico, se consideraran varios aspectos que están debidamente regulados por Leyes, Decretos, Resoluciones, etc., cuya obtención del porcentaje, es un proceso secuencial de cálculo. Para el presente proyecto se tomará el 49 %.

4.6.1.2 Presupuesto de obras civiles de proyecto

En el cuadro 23, se presenta el costo de inversión desglosado por obras, que alcanza a la suma de **\$US 42,247.78**. El detalle desglosado de los costos se puede encontrar en el anexo 8.

4.6.1.3 Presupuesto de Asistencia Técnica Integral (ATI)

El cálculo del costo del servicio de Asistencia Técnica Integral se realizó en función al tiempo de ejecución del componente de obras (3 meses), cuyo presupuesto alcanza a 3,988.\$us, y está detallado según las principales actividades del servicio, el mismo se presenta en el cuadro 24.

4.6.1.4 Presupuesto de supervisión de obras

El costo de la Supervisión se presenta en el cuadro 25 y se ha establecido de acuerdo al presupuesto de la tabla siguiente, el cual tiene una relación al presupuesto de las obras civiles en el 8,65 % del costo de las obras civiles, determinándose en \$us 3,178.50 el presupuesto para el profesional de Supervisión.

Cuadro 23. Presupuesto general de obras civiles

N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$us)	COSTO TOTAL (\$us)
1	INSTALACIONES GENERALES				468.05
1.1	REPLANTEO Y CONTROL LINEAS DE ADUCCION	m	4,255.00	0.11	468.05
2	OBRA DE TOMA (URA K'OCHI)				387.88
2.1	EXCAVACION DE 0-2 M SUELO DURO	m3	15.96	8.02	128.00
2.2	Hº.Cº. (1:2:3 - 50% PIEDRA)	m3	0.77	104.14	80.19
2.3	REVOQ. EXTERIOR	m2	8.24	12.29	101.27
2.4	REVOQUE Y ENLUCIDO	m2	0.64	13.94	8.92
2.5	ACCESORIOS TOMA URA K'OCHI	glb	1.00	69.50	69.50
3	CAMARA DESARENADORA				690.20
3.1	EXCAVACION DE 0-2 M SUELO DURO	m3	0.90	8.02	7.22
3.2	EMPEDRADO Y CONTRAPISO	m2	2.26	18.32	41.40
3.3	Hº.Cº. (1:2:3 - 50% PIEDRA)	m3	0.72	104.14	74.98
3.4	HORMIGON ARMADO (HºAº)	m3	0.21	536.99	112.77
3.5	REVOQ. EXTERIOR	m2	5.49	12.29	67.47
3.6	REVOQUE Y ENLUCIDO	m2	4.50	13.94	62.73
3.7	ACCESORIOS CAMARA DESARENADORA	glb	1.00	323.63	323.63
4	CAMARA ROMPEPRESION				690.20
4.1	EXCAVACION DE 0-2 M SUELO DURO	m3	0.90	8.02	7.22
4.2	EMPEDRADO Y CONTRAPISO	m2	2.26	18.32	41.40
4.3	Hº.Cº. (1:2:3 - 50% PIEDRA)	m3	0.72	104.14	74.98
4.4	HORMIGON ARMADO (HºAº)	m3	0.21	536.99	112.77
4.5	REVOQ. EXTERIOR	m2	5.49	12.29	67.47
4.6	REVOQUE Y ENLUCIDO	m2	4.50	13.94	62.73
4.7	ACCESORIOS CAMARA DESARENADORA	glb	1.00	323.63	323.63
5	ADUCCION (URA K'OCHI)				10,534.09
5.1	EXCAVACION DE 0-2 M SUELO DURO	m3	226.60	8.02	1,817.33
5.2	PROVISION Y COLOCADO TUBERIA PEAD 1 1/2"	ml	1,487.00	2.93	4,356.91
5.3	RELLENO MANUAL C/TIERRA CERNIDA	m3	141.12	6.49	915.87
5.4	ACCESORIOS CÁMARA DE DERIVACION	GLB	6.00	170.06	1,020.36
5.5	Hº.Cº. (1:2:3 - 50% PIEDRA)	m3	2.81	104.14	292.63
5.6	REVOQ. EXTERIOR	m2	8.16	12.29	100.29
5.7	PASO AEREO 6 M	glb	1.00	73.43	73.43
5.8	PASO AEREO L = 9 M	glb	2.00	329.79	659.58
5.9	PASO AEREO L = 15 M	glb	1.00	321.67	321.67
5.1	PASO AEREO L = 21 M	glb	2.00	488.01	976.02
6	DISTRIBUCION Y APLICACIÓN (URA K'OCHI)				6,492.57
6.1	EXCAVACION DE 0-2 M SUELO DURO	m3	78.10	8.02	626.36
6.2	PROVISION Y COLOCADO TUBERIA PEAD 1"	ml	518.00	1.48	766.64
6.3	RELLENO MANUAL C/TIERRA CERNIDA	m3	77.70	6.49	504.27
6.4	Hº.Cº. (1:2:3 - 50% PIEDRA)	m3	0.29	104.14	30.20
6.5	REVOQ. EXTERIOR	m2	3.52	12.29	43.26
6.6	ACCESORIO CÁMARA TOMA PUNTA	glb	4.00	106.41	425.64
6.7	SISTEMA DE ASPERSION 3/4"	glb	20.00	204.81	4,096.20
7	OBRA DE TOMA (JALSURI)				1,289.80
7.1	EXCAVACION DE 0-2 M SUELO DURO	m3	8.45	8.02	67.77
7.2	Hº.Cº. (1:2:3 - 50% PIEDRA)	m3	7.09	104.14	738.35
7.3	REVOQ. EXTERIOR	m2	26.75	12.29	328.76
7.4	REVOQUE Y ENLUCIDO	m2	3.10	13.94	43.21
7.5	ACCESORIOS TOMA JALSURI	glb	1.00	111.71	111.71
8	CAMARA DESARENADORA				690.20
8.1	EXCAVACION DE 0-2 M SUELO DURO	m3	0.90	8.02	7.22
8.2	EMPEDRADO Y CONTRAPISO	m2	2.26	18.32	41.40
8.3	Hº.Cº. (1:2:3 - 50% PIEDRA)	m3	0.72	104.14	74.98
8.4	HORMIGON ARMADO (HºAº)	m3	0.21	536.99	112.77
8.5	REVOQ. EXTERIOR	m2	5.49	12.29	67.47
8.6	REVOQUE Y ENLUCIDO	m2	4.50	13.94	62.73
8.7	ACCESORIOS CAMARA DESARENADORA	glb	1.00	323.63	323.63
9	ADUCCION (JALSURI)				16,908.79
9.1	EXCAVACION DE 0-2 M SUELO DURO	m3	312.14	8.02	2,503.36
9.2	PROVISION Y COLOCADO TUBERIA PEAD 1 1/2"	ml	2,049.20	2.93	6,004.16
9.3	RELLENO MANUAL C/TIERRA CERNIDA	m3	312.14	6.49	2,025.79
9.4	Hº.Cº. (1:2:3 - 50% PIEDRA)	m3	3.43	104.14	357.20
9.5	REVOQ. EXTERIOR	m2	2.24	12.29	27.53
9.6	REVOQUE Y ENLUCIDO	m2	3.20	13.94	44.61
9.7	ACCESORIOS CÁMARA DE DERIVACION	GLB	9.00	170.06	1,530.54
9.8	PASO AEREO 6 M	glb	4.00	73.43	293.72
9.9	PASO AEREO L = 18 M	glb	1.00	427.63	427.63
9.10	PASO AEREO L = 21 M	glb	1.00	488.01	488.01
9.11	PASO AEREO L= 36 M	glb	1.00	3,206.24	3,206.24
10	APLICACIÓN (JALSURI)				4,096.20
10.1	SISTEMA DE ASPERSION 3/4"	glb	20.00	204.81	4,096.20
TOTAL (En \$us)					42,247.98
TOTAL (En Bs)					294,890.90
PORCENTAJE					100.00

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 24. Presupuesto Asistencia Técnica Integral

Tiempo asistencia técnica		3 meses			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (Bs)	COSTO (Bs)
1	PERSONAL				17,867.50
1.1	Consultor Asistente técnico	Día	90.00	175.00	15,750.00
1.2	Transporte Asistente técnico	viaje	15.00	105.00	1,575.00
1.3	Fotografías	Foto	50.00	1.75	87.50
1.4	Vivienda	Mes	3.00	105.00	315.00
0.1	Seguros	Mes	3.00	70.00	70.00
0.2	Teléfono y correo	Mes	3.00	70.00	70.00
2	EVENTOS DE ASISTENCIA				2,590.00
2.1	Talleres	Día	15.00	140.00	2,100.00
2.2	Material de escritorio	Global	1.00	490.00	490.00
3	PRACTICAS DE CAMPO				6,685.00
3.1	Consultor Asistente técnico	Día	10.00	105.00	1,050.00
3.2	Riego Barb	Día	3.00	105.00	315.00
3.3	Surcado	Día	3.00	105.00	315.00
3.4	Siembra	Día	3.00	105.00	315.00
3.5	Aplicación de abonos	Día	5.00	105.00	525.00
3.6	Aplicación de plaguicidas	Día	5.00	105.00	525.00
3.7	Riego	Día	10.00	105.00	1,050.00
3.8	Cosecha	Día	10.00	105.00	1,050.00
3.9	Post Cosecha	Día	5.00	105.00	525.00
3.10	Conservación y manejo de suelos	Día	3.00	105.00	315.00
3.11	Insumos y Materiales de campo	Global	1.00	700.00	700.00
4	FORTALECIMIENTO A LA ORGANIZACIÓN				700.00
4.1	Talleres	Día	5.00	140.00	700.00
	TOTAL Bs.				27,842.50
	TOTAL \$us				3,988.9

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 25. Presupuesto Supervisión de Obras

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTO.	P.U. (Bs)	TOTAL (Bs)
1.1	Ingeniero Supervisor	mes	1	5940.62	5940.62
1.2	Alquiler vivienda	mes	1	98.98	98.98
1.3	Equipos (computadora, impresora)	mes	1	198.03	198.03
1.4	Servicios telefónicos	minuto	25	0.42	10.5
1.5	Material de escritorio	glb	1	297.01	297.01
1.6	Traslado a la base de trabajo	pasaje	8	39.62	316.96
1.7	Alimentación	días	16	34.65	554.4
SUBTOTAL TOTAL MENSUAL					7,416.50
	Período de ejecución	mes	3	7,416.50	22,249.50
TOTAL SUPERVISIÓN (Bs)					22,249.50
TOTAL SUPERVISIÓN (\$us)					3,178.50

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.5 Estructura Financiera

Como se puede observar en el cuadro 26, donde se muestra la estructura financiera por entidad, alcanzando un costo total que incluye el gasto con la empresa constructora, el supervisor de obra y la entidad de Asistencia Técnica Integral, sumando un gasto total en \$US de 49,515.4.

Cuadro 26. Estructura financiera por entidad

Entidad	TOTAL (\$us)	TOTAL (Bs.)
Inversion Infraestructura	42,248.0	294,890.9
Supervision	3,178.5	22,249.5
Asistencia Tecnica Integral	3,988.9	27,842.5
TOTAL	49,415.4	344,982.9

Fuente: Elaboración propia.

4.7 Evaluación Socioeconómica y Financiera

La evaluación socioeconómica y financiera de la propuesta Construcción Sistema de Micro riego Palcoma, se ha realizado en base a la metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Sistemas de Riego, elaborado por el Ministerio de Hacienda – Sistema Nacional de Inversión Pública, sector riego, utilizando para el efecto las Planillas Parametrizadas, con el cual se indica para un periodo de retorno 20 años, cuyo detalle se adjunta en el Anexo 9.

Cuadro 27. Indicadores Financieros y socioeconómicos

INDICADORES FINANCIEROS

Indicador	Valor
VACP	56,358.91
VANP	39,323.31
CAEP	7,931.45
TIRP	13%
RBC Privado	25.30%
	1.70

INDICADORES

SOCIOECONÓMICOS

Indicador	Valor
VACS	54,730.68
VANS	41,815.40
CAES	7,637.06
TIRS	13%
RBC Social	25.50%
	1.75

INDICADORES DE COSTO EFICIENCIA

Indicador	Valor
CAEP / Población Beneficiada	22.79
CAEP / Area Beneficiada	974.38
CAEP / Mts ² Construidos	66.10
Costo de Inversión / Hectárea	5,114.77
Costo de Inversión / Familia	558.41

Indicador	Valor
CAES / Población Beneficiada	21.94
CAES / Area Beneficiada	938.21
CAES / Mts ² Construidos	63.64

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores del Valor Actual Neto financiero o privado (VANP) de \$us 39,323.31 y el Valor Actual Neto Socioeconómico (VANS) de \$us 41,815.40 son mayores a cero, indican que el proyecto es rentable para el sector privado y el país en su conjunto. Por otra parte las tasas Internas de Retorno Privada de 25.30 % y socioeconómico de 25,50 %, que son superiores a las tasas de interés de

oportunidad del 12.81 % respectivamente, indican que los dineros invertidos en el proyecto rinden más que la tasas de interés de oportunidad. Los indicadores de Relación Beneficio/Costo Privado y Socioeconómico presentan valores de 1,70% y 1,75 % mayores a 1, indican en ambos casos que los Beneficios son mayores a los Costos, también señalan que el proyecto de construcción del Sistema de Microriego Palcoma es rentable.

4.8 Evaluación Ambiental

El Art. 1 establece que el objeto de esta norma es proteger y conservar el Medio Ambiente y los Recursos Naturales, regular las acciones del hombre en su relación con la naturaleza y promover el desarrollo sostenible para mejorar la calidad de vida de la población²².

4.8.1 Reglamentación de la Ley del Medio Ambiente N° 1333

Existen actualmente cuatro Reglamentos que operativitas los objetivos que plantea la Ley del Medio Ambiente, en esta etapa del proyecto se considera el siguiente reglamento:

a) Reglamento General de Gestión Ambiental

Las normas son de alcance general están todos los Reglamentos a que se hará referencia más adelante en este trabajo, y entre las de alcance particular, encontramos la Ficha Ambiental, la Declaratoria de Impacto Ambiental, el Manifiesto Ambiental, la Declaratoria de Adecuación Ambiental, las Auditorias Ambientales, y las Licencias y Permisos ambientales.

Según el Art. 53, la Ficha Ambiental es el documento técnico que marca el inicio del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, es un documento de declaración

²² Ley del Medio Ambiente .Ley 1333. Promulgada el 27 de abril de 1992.

jurada que incluye información sobre el proyecto, obra o actividad, la identificación de impactos clave y la identificación de la posible solución para los impactos negativos. Indica el nivel de categoría del EEIA²³.

4.8.2 Impactos sobre aguas y tierras en el área de influencia del proyecto

La implementación del proyecto puede provocar cambios en el medio ambiente (sedimentación, salinización, problemas sociales, etc.) debido a sus características ambientales, donde existe una variabilidad fisiográfica que determina a su vez una diversidad agro ecológica y heterogeneidad en los recursos naturales, asimismo el clima irregular y estacional, es el factor con mayor influencia en la producción de los cultivos.

En líneas generales, los problemas potenciales que se pueden presentar durante la ejecución del Proyecto están directamente asociados a la Fase de Construcción y a la Operación del Sistema, considerando las prácticas agrícolas y de riego (no muy distantes de las producidas por la obra misma sobre otros factores ambientales) y que pueden presentar problemas degradativos del medio ambiente, son los siguientes:

- Si bien el Sistema de Riego, no introduce impactos ambientales de intensidad negativa, los posibles impactos que podrían ser identificados, tienen como salvaguardias las medidas de prevención o mitigación, a ello se suma las acciones de asistencia técnica y capacitación que se deben proveer en todo proyecto, para que los posibles efectos adversos puedan ser identificados oportunamente antes de que los proyectos prosigan en su ejecución.
- Debido a que se trata de un Proyecto Nuevo, se espera que estos impactos sean positivos pero con posibles problemas de operación y mantenimiento y de alteraciones en el entorno del área de proyecto que

²³ Reglamentación a la Ley 1333. Reglamento General de Gestión Ambiental. D.S. 24176 de 8 de diciembre de 1995.

podría producir impactos negativos si no se efectúan las acciones de prevención y/o mitigación previstas.

4.8.3 Ficha ambiental

La ficha ambiental elaborada de acuerdo al contenido del programa denominado Procedimientos Computarizados para la evaluación de Impactos Ambientales (P.C.E.I.), nos indica que el proyecto se ubica en la clasificación III, que quiere decir que no requiere de E.I.A. pero si de planteamiento de medidas de mitigación (ver anexo 14. Ficha Ambiental).

V. SECCIÓN CONCLUSIVA

5.1 Conclusiones

De los resultados obtenidos y su análisis, se llegó a las siguientes conclusiones

- La comunidad de Palcoma se encuentra en la zona andina del departamento de Cochabamba a una altitud de 4,128 m.s.n.m. La zona se caracteriza por practicar una agricultura de subsistencia, la principal actividad económica es la agrícola seguida de la actividad pecuaria. La comunidad tiene entre sus potenciales agrícolas el cultivo de la papa, avena y cebada, siendo la papa uno de los principales productos comercializados por las familias, el mismo que es apreciado en los mercados de Cochabamba por su textura y rapidez en la cocción. La avena es el principal insumo en la producción pecuaria de la comunidad así como de la región, donde las familias se dedican al engorde de ganado bovino criollo.
- La zona de estudio se caracteriza por presentar dos épocas muy marcadas la época lluviosa de 3 a 4 meses y la seca de 7 a 8 meses. Esta caracteriza muy corta de la época lluviosa, influye en la época de siembra de los cultivos, particularmente de la papa, las familias realizaban las primeras siembras en inicios del mes de octubre, sin embargo, en los últimos años la siembra se ha atrasado hasta fines de noviembre o principios de diciembre.
- En la comunidad existen varias fuentes de agua, estratégicas para la producción agrícola, dos son las principales fuentes de agua en cuyas vertientes los caudales son permanentes en la época de estiaje. La vertiente Jalsuri tiene un caudal de 1.12 l/s y la vertiente Ura K'ochi con un caudal de 1.41 l/s. Ambas vertientes han sido identificadas participativamente para el uso y aprovechamiento de agua para riego para la producción agrícola.

Asimismo, el análisis de agua realizada de las fuentes indica que las agua de las vertientes Jalsuri y Ura K'ochi son de Clase C1-S1, que pueden ser usados en cualquier tipo de suelo sin causar salinidad.

- El diseño de las obras de ingeniería del Sistema de Microriego Palcoma, la misma que responde a las necesidades y acuerdos con la comunidad, comprende las siguientes acciones de implementación:

2 obras de toma tipo derivación lateral

1 desarenador

1 cámara rompepresión

16 cámaras de distribución

3536 m de aducción principal de 1 ½"

13 pasos de quebrada

518 m de distribución con tubería PEAD de 1"

4 cámaras de punta

40 juegos de aspersión

- La implementación de las obras de ingeniería del Sistema de Microriego que comprende la construcción: tomas, cámara desarenadora, cámaras rompepresión canal de aducción, y sistema de aplicación, tendrá un costo de inversión de \$US 42,247.98.
- El presupuesto total de la propuesta de inversión lo constituye el presupuesto de infraestructura, presupuesto de supervisión y presupuesto de Asistencia Técnica Integral, sumando el presupuesto de las entidades involucradas (42,248; 3,178; 3,988) el presupuesto total es de \$us 49,415.4.

- La gestión del sistema de riego constituye un elemento principal en el funcionamiento del sistema mismo para que el agua disponible pueda ser aprovechado de la manera más óptima y eficiente en los cultivos, para lo cual se plantea la conformación de una organización de riego o comité que riego, que tendrá a su cargo cumplir y hacer cumplir normas establecidas por la asamblea general de regantes y transcritas en el Estatuto Organico y Reglamento Interno. Asimismo, a la cabeza del comité de riego y la asamblea se tomaran decisiones de derecho de agua, distribución y turnos, y actividades de operación + mantenimiento del sistema de riego, a fin de darle sostenibilidad al sistema de riego. Sin embargo, se propone que uno de los criterios para el derecho al agua sean las horas de trabajo aportado en la construcción del sistema de riego, también se propone para cada sector (Jalsuri y/o Ura K'ochi) 3 turnos de 4 horas por día.
- De acuerdo a la evaluación socioeconómica y financiera, los indicadores del Valor Actual Neto privado (VANP) de \$us 39,323.31 y el Valor Actual Neto Socioeconómico (VANS) de \$us 41,815.40 indican que el proyecto es rentable para el sector privado y el país en su conjunto. Por otra parte las tasas Internas de Retorno Privada de 25,30 % y socioeconómico de 25,50 %, indican que los dineros invertidos en el proyecto rinden más que la tasas de interés de oportunidad. Los indicadores de Relación Beneficio/Costo Privado y Socioeconómico presentan valores de 1,70% y 1,75 % mayores a 1, este indicador también señala que el proyecto de construcción del Sistema de Microriego Palcoma es rentable.

El estudio realizado establece que la Implementación del Sistema de Microriego Palcoma es factible técnica, social, económica, y ambientalmente, en virtud a que estos manifiestan su viabilidad, y que además la propuesta ha sido socializada y consensuada con las autoridades y bases originarias de la comunidad de Palcoma.

5.2 Recomendaciones

Las recomendaciones que se realizan son:

- El comportamiento del clima de hoy no es como hace 20 o 50 años atrás, las lluvias en la zona altiplánica se han concentrado en unos cuantos meses (3 a 4 meses), y las demanda sobre este recurso es cada vez más creciente, asimismo, las temperaturas presentan distorsiones extremas, por lo cual la oferta de agua ha disminuido, y las lluvias no llegan a cubrir el requerimiento de agua de los cultivos. Por lo anterior mencionado es importante y imprescindible seguir buscando alternativas que aumentan la disponibilidad de agua para riego y con mayor eficiencia en el riego, con el propósito de hacer más eficiente el uso del agua.
- Es importante promover en la elaboración de una propuesta de inversión, en este caso la construcción de un sistema de microriego, la participación activa de la comunidad y su involucramiento en las actividades de relevamiento de información, levantamiento topográfico, diseño participativo de las obras, y validación del proyecto, con el propósito de que la comunidad se empodere del proyecto.
- Es importante tomar en cuenta los derechos de las fuentes de agua para riego, para que en el futuro no se tenga problemas con terceros, para lo cual, es necesario que se cuente con un acta o documento que certifique la propiedad de la fuente y su autorización colectiva de la comunidad para el uso y aprovechamiento del agua en el sistema de microriego.
- Se recomienda apoyar a las comunidades con la elaboración de documentos que les permitan justificar ante instancias la implementación de un sistema de riego, nacida del propio sentir o necesidad de las familias rurales.

VI. BIBLIOGRAFIA

AGRUCO, 2000. Diagnóstico participativo de la Subcentral Chullpa K'asa y Challa. Cochabamba –Bolivia. 130 p.

Beekman, W. 2002. Un análisis de los conflictos durante el Diseño Final del Proyecto Palca. Reporte de Investigación. Universidad Wageningen. Centro AGUA. Cochabamba-Bolivia. 300 p.

Centro andino para la gestión y uso del agua (CENTRO A.G.U.A.), 2003. Riego y sistemas de riego. 178 p.

Centro andino para la gestión y uso del agua (CENTRO A.G.U.A.), 2004. Modulo V. Formulación de Proyectos de Microriego. Cochabamba – Bolivia. 210 p.

Constitución Política del Estado promulgada el 7 de febrero del 2009.

FAO, 1976. Necesidades de Agua de los Cultivos . Estudio FAO: Riego y Drenaje n 24. Roma – Italia. 194 p.

Honorable Alcaldia Municipal de Tapacari, 2003. Plan de Desarrollo Municipal. AGRUCO. Cochabamba-Bolivia. 67 p.

Hernandez, R. 2003. Metodologías de Investigación. Mc Graw. México. 295 p.

Instituto de Programación para la Gestión del Agua, IPROGA. 2000. IX Encuentro de riego andino. Seminario Internacional: Tecnología del riego. Perú. 14 p.

Jáuregui, P.; Olivares, R.; Colque, L. 2009. Efecto del riego en los ingresos económicos de las familias. PRONAR. Cochabamba-Bolivia. 57-61 p.

Laura, V. 2000. Balance Hídrico. PRONAR. Bolivia. 70 p.

Lujan, J.; Garcia, V.R. , 2000. Sistemas de riego por aspersión. Madrid España. 219 p.

Medinacelli, A. 2001. Guia para la formulación de Proyectos. Cooperación Técnica Alemana. Cbba. – Bolivia. 102 p.

Ministerio de Agua y Medio Ambiente, 2009. Plan Nacional de Desarrollo de Riego. Viceministerio de Riego. La Paz – Bolivia. 71 p.

Montaño, Hernan 2010. Gestión de Sistemas de Riego Campesinos. PROAGRO. Cochabamba – Bolivia. 30 p.

Olivares, R. 2000. Evaluación socioeconómica – social y Estudios Complementarios. PRONAR. 58 p.

Programa Nacional de Riego (PRONAR), 2000. Inventario Nacional de Sistemas de Riego. PRONAR. Cochabamba-Bolivia. 5 p.

Salazar, L.; Saravia, R.; Rafael, R.. 2010. Sustentabilidad y Autogestión de Sistemas de Riego. PROAGRO. 2010. 13 p.

Van, P., 2002. Disponibilidad, uso y calidad de los Recurso Hídricos en Bolivia. CEGIAB. Bolivia. 34 p.

Viceministerio de Recursos Hídricos y Servicio Nacional de Riego (VRHR), 2009. Guía para la elaboración de proyectos de riego menores. MDMA y VRHR. La Paz-Bolivia.35 p.

Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego, 2010. Delimitación y codificación de unidades hidrográficas de Bolivia. La Paz-Bolivia.