

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



TRABAJO DIRIGIDO

**“CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LA LAGUNA CHARAÑA
(SEGUNDO LAGO) ZONA ANARI, DE LA COMUNIDAD MARQUIRIVI DEL
MUNICIPIO DE ACHOCALLA”**

MARCELO MIGUEL TORRES CUEVAS

**La Paz – Bolivia
2012**

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

**CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LA LAGUNA CHARAÑA
(SEGUNDO LAGO) ZONA ANARI, DE LA COMUNIDAD MARQUIRIVI DEL
MUNICIPIO DE ACHOCALLA**

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

MARCELO MIGUEL TORRES CUEVAS

Asesor:

Ing. Rolando Céspedes Paredes

Tribunal Examinador:

Ing. Genaro Serrano Coronel

Ing. M.Sc. Paulino Ruiz Huanca

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador:

**La Paz – Bolivia
2012**

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado muy especialmente a mi madre Irma Cuevas Díaz quien con su esfuerzo y dedicación, apoya incondicionalmente el transcurso de mi vida.

A la memoria de mi adorada abuelita Emeteria Enma Díaz Paniagua, cuyo recuerdo me alienta cada día.

AGRADECIMIENTOS

La obra que hoy me toca presentar tiene muchos protagonistas, que con su apoyo, experiencia, consejo y amistad se constituyen en la energía imprescindible para su realización:

A Dios por darme el don de la vida y por haberme dado salud para terminar esta obra.

A toda mi familia por creer en mí.

A la Universidad Mayor de San Andrés, especialmente a la Facultad de Agronomía por todo el conocimientos que me entregó, a sus autoridades, docentes, personal administrativo y alumnos por su colaboración y amistad.

A la Ing.M.Sc Teresa Ruiz Díaz coordinadora del Plan Extraordinario de Titulación de Antiguos Estudiantes no Graduados (PETAENG) 2011, a la Ing.PH.D. Carmen del Castillo coordinadora 2012, y al personal administrativo.

Un agradecimiento especial a mi asesor Ing. Rolando Céspedes Paredes por su cooperación durante la elaboración del presente trabajo.

A los señores revisores: Ing. Genaro Serrano Coronel, Ing.M.Sc. Paulino Ruiz Huanca, por sus sugerencias y orientación en los momentos más oportunos del trabajo de tesis.

A todos los amigos y compañeros que a lo largo de los años enriquecieron mi vida con su presencia.

RESUMEN

La presente investigación se propuso: la caracterización del sistema de riego de la laguna Charaña (segundo lago) zona Anari, de la Comunidad Marquirivi del Municipio de Achocalla, mediante la descripción de su infraestructura, de las obras de captación, conducción y distribución; de su modo de organización, administración, operación y mantenimiento del sistema con un total de 96 usuarios. Obteniendo información que permitió analizar el estado de la fuente de agua y la infraestructura de la red de riego, describir el tipo de derecho al agua y sus características, el tipo de organización para la gestión del agua, los conflictos actuales y potenciales. Además posibilitó la comprensión de la dinámica entre la oferta y la demanda de agua, con el fin de asegurar el equilibrio ambiental y responder a la demanda social, económica y principalmente productiva, en lo social un análisis de la problemática en la zona en torno al riego, proponiendo soluciones tanto técnicas como sociales sin alterar la legitimidad de las organizaciones socialmente reconocidas. Concluyendo que este trabajo constituye una herramienta de información que permite comprender la lógica de organización y experiencia en el manejo de las aguas de riego en las comunidades del valle húmedo del Municipio de Achocalla.

Se diseñen propuestas para responder a las exigencias de los nuevos escenarios de la producción agrícola, que sirvan para planificar el uso eficiente del recurso, garantizando su existencia en términos de cantidad y calidad. Sustentándose en la organización e infraestructura existente. Recomendando capacitación en cuanto a organización y mantenimiento.

ÍNDICE

| | | |
|------------|---|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. | Planteamiento del problema..... | 1 |
| 1.2. | Justificación..... | 2 |
| 1.3. | Objetivos..... | 3 |
| 1.4. | Metas..... | 3 |
| II. | MARCO TEORICO | 4 |
| 2.1. | Contexto Normativo..... | 4 |
| 2.1.1. | Constitución Política del Estado..... | 5 |
| 2.1.2. | Ley de Ordenamiento del Poder Ejecutivo (LOPE)..... | 6 |
| 2.1.3. | Ley No 2878, Ley de Promoción y Apoyo al Sector Riego..... | 7 |
| 2.1.4. | Decretos Supremos 28817,28818 y 28819 Reglamentarios de la ley No 2878..... | 8 |
| 2.1.5. | Plan Nacional de Desarrollo de Riego para “vivir Bien”..... | 9 |
| 2.2. | Marco Conceptual..... | 11 |
| 2.2.1. | Riego..... | 11 |
| 2.2.2. | Gestión de agua..... | 11 |
| 2.2.3. | Gestión de riego..... | 11 |
| 2.2.4. | Sistema de riego..... | 12 |
| 2.2.5. | Gestión de sistemas de riego..... | 13 |
| 2.2.6. | Organización de regantes u organización de usuarios..... | 14 |
| 2.2.7. | Operación y mantenimiento..... | 14 |
| 2.2.8. | Inventario y superficie de riego en Bolivia..... | 15 |
| 2.2.9. | Necesidades de riego en Bolivia..... | 16 |
| 2.2.10. | Área bajo riego optimo (ABRO)..... | 17 |
| 2.2.11. | Ficha de identificación y validación de proyectos de riego..... | 17 |
| 2.2.12. | Aspectos metodológicos aplicados a sistemas..... | 18 |
| 2.2.12.1. | Caracterización..... | 18 |
| 2.2.12.2. | Sondeo..... | 19 |
| 2.2.12.3. | Encuestas dinámicas..... | 19 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 2.2.13. | Caracterización de los elementos de sistemas de riego..... | 19 |
| III. | SECCIÓN DIAGNÓSTICA..... | 22 |
| 3.1. | Materiales y métodos..... | 22 |
| 3.1.1. | Localización y ubicación..... | 22 |
| 3.1.1.1. | Macrolocalización..... | 22 |
| 3.1.1.2. | Características fisiográficas..... | 24 |
| 3.1.1.3. | Microlocalización..... | 25 |
| 3.1.2. | Características del lugar..... | 26 |
| 3.1.2.1 | Ecología..... | 26 |
| 3.1.2.2. | Suelo..... | 26 |
| 3.1.2.3. | Clima..... | 26 |
| 3.1.2.4. | Aspectos económicos y productivos..... | 28 |
| 3.1.2.5. | Historia de la cuenca de Achocalla..... | 30 |
| 3.1.2.6. | Historia de la laguna..... | 30 |
| 3.1.3. | Materiales y equipos..... | 32 |
| 3.1.4. | Metodología..... | 32 |
| 3.1.4.1. | Procedimiento del trabajo..... | 33 |
| | Etapa I: Preliminar..... | 33 |
| | a) Socialización del trabajo..... | 33 |
| | b) Recolección de información..... | 34 |
| | Etapa II: Trabajo de campo..... | 34 |
| | a) Descripción de la infraestructura de riego..... | 34 |
| | b) Descripción del derecho al agua..... | 35 |
| | c) Descripción de la organización de usuarios..... | 35 |
| | d) Descripción de los sistemas de producción..... | 36 |
| | Etapa III: Post campo..... | 36 |
| | a) Sistematización de datos..... | 36 |
| IV. | SECCIÓN PROPOSITIVA..... | 37 |
| 4.1. | Aspectos propositivos del trabajo dirigido..... | 37 |
| 4.2. | Análisis de resultados..... | 38 |
| 4.2.1. | Características estructurales del sistema de riego..... | 38 |

| | | |
|----------|--|----|
| 4.2.1.1. | Aportantes de la obra de captación | 39 |
| 4.2.1.2. | Obra de almacenamiento (laguna Charaña)..... | 41 |
| 4.2.1.3. | Obra de regulación presa reguladora..... | 42 |
| 4.2.1.4. | Canal de conducción (canal principal)..... | 43 |
| 4.2.1.5. | Canales de distribución (canales secundarios)..... | 45 |
| 4.2.2. | Caracterización de la organización..... | 48 |
| 4.2.2.1. | Antecedentes del sistema normativo y los derechos del agua..... | 48 |
| 4.2.2.2. | Historia del sistema de riego..... | 48 |
| | (Transcripción del libro de actas)..... | 49 |
| 4.2.2.3. | Modalidad de nuevos usuarios..... | 51 |
| 4.2.2.4. | Modalidad de transferencia del derecho..... | 52 |
| 4.2.2.5. | De los derecho y obligaciones de los usuarios..... | 52 |
| 4.2.2.6. | Asamblea y reuniones..... | 53 |
| | a) Asamblea del mes de abril..... | 54 |
| | b) Asamblea del mes de agosto..... | 55 |
| 4.2.3. | Caracterización de la administración..... | 56 |
| 4.2.3.1. | Funciones y responsabilidades..... | 56 |
| 4.2.3.2. | Alcalde de agua..... | 57 |
| 4.2.3.3. | Jilaqata..... | 57 |
| 4.2.3.4. | Usuarios “base” | 58 |
| 4.2.4. | Caracterización de la operación..... | 59 |
| 4.2.4.1. | Las reglas de reparto y la lógica de distribución del agua de riego... | 59 |
| 4.2.4.2. | Reglas de distribución del agua..... | 60 |
| 4.2.4.3. | Turno de riego..... | 60 |
| 4.2.4.4. | El grado de movilidad del agua..... | 61 |
| 4.2.4.5. | Características de distribución del flujo..... | 61 |
| 4.2.4.6. | Organización de la distribución..... | 62 |
| 4.2.4.7. | Horarios y tiempos de distribución..... | 62 |
| 4.2.4.8. | Frecuencia de la distribución..... | 63 |
| 4.2.5. | Caracterización del mantenimiento..... | 63 |
| 4.2.6. | Área bajo riego optimo (ABRO)..... | 64 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 4.2.6.1. | Cédula de cultivo..... | 64 |
| 4.2.6.2. | Épocas de riego..... | 66 |
| 4.2.7. | Cronograma de organización, administración, mantenimiento y operación..... | 66 |
| 4.3. | Análisis de la sustentabilidad del sistema de riego..... | 67 |
| 4.3.1. | Valoración de la sustentabilidad del sistema de riego..... | 68 |
| 4.3.2. | Sustentabilidad de la organización de usuarios..... | 68 |
| 4.3.3. | Sustentabilidad de la fuente de agua..... | 69 |
| 4.3.4. | Valoración de las condiciones de operación..... | 70 |
| 4.3.5. | Valoración de los derechos del agua..... | 70 |
| 4.3.6. | Valoración de la distribución..... | 70 |
| 4.3.7. | Valoración de la infraestructura y el mantenimiento..... | 71 |
| 4.3.8. | Valoración del área de riego..... | 71 |
| 4.3.9. | Valoración de la producción agropecuaria..... | 71 |
| V. | SECCIÓN CONCLUSIVA..... | 73 |
| VI. | BIBLIOGRAFÍA..... | 76 |

ÍNDICE FOTOGRÁFICO

| | | |
|-------------------|--|----|
| Fotografía N° 1: | Vista de la región de cabecera de valle húmedo..... | 25 |
| Fotografía N° 2: | Presas de la laguna..... | 31 |
| Fotografía N° 3: | Presa actual en funcionamiento..... | 32 |
| Fotografía N° 4: | Presa laguna Allancacho..... | 40 |
| Fotografía N° 5: | Canal lago Negro..... | 40 |
| Fotografía N° 6: | Primera limpieza laguna Charaña..... | 42 |
| Fotografía N° 7: | Filtraciones presa reguladora..... | 43 |
| Fotografía N° 8: | Tanque sobre el canal principal..... | 43 |
| Fotografía N° 9: | Desmoronamiento sobre el canal principal..... | 44 |
| Fotografía N° 10: | Red secundaria dañada..... | 45 |
| Fotografía N° 11: | Canal principal..... | 46 |
| Fotografía N° 12: | Canal secundario..... | 46 |
| Fotografía N° 13: | Reunión general mes de abril..... | 55 |
| Fotografía N° 14: | Alcalde de Agua y Jilaqata encabezando Asamblea..... | 59 |
| Fotografía N° 15: | Organización para trabajos de mantenimiento..... | 59 |
| Fotografía N° 16: | Reunión de solicitud de agua..... | 60 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | | |
|--------------|---|----|
| Cuadro N° 1: | Sistema de riego y área regada por categoría..... | 16 |
| Cuadro N° 2: | Datos mensuales de precipitación..... | 27 |
| Cuadro N° 3: | Datos mensuales de las temperaturas..... | 27 |
| Cuadro N° 4: | Tamaño y uso de la tierra..... | 28 |
| Cuadro N° 5: | Superficie aproximada de cultivos bajo riego y secoano..... | 29 |
| Cuadro N° 6: | Características generales del sistema de riego de la laguna Charaña..... | 37 |
| Cuadro N° 7: | Cédula de Cultivo..... | 65 |
| Cuadro N° 8: | Componentes para el Análisis de la Sustentabilidad..... | 72 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|--------------|--|----|
| Figura N° 1: | Esquema de un sistema de riego según VRHR-PROAGRO..... | 13 |
| Figura N° 2: | Representación esquemática de un sistema de riego campesino según Apollin y Eberhart..... | 21 |
| Figura N° 3: | Esquema de las etapas del procedimiento del trabajo..... | 33 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| | | |
|---------------|--|----|
| Gráfica N° 1: | Tamaño y uso de la tierra..... | 28 |
| Gráfica N° 2: | Superficie aproximada de cultivos bajo riego y secoano.... | 29 |

ANEXOS

- Anexo N° 1: Guía para el diagnóstico de sistemas de riego
- Anexo N° 2: Métodos de recolección de información para el diagnóstico de sistemas de riego
- Anexo N° 3: Área bajo riego óptimo
- Anexo N° 4: Ficha para la identificación y validación de proyectos de riego

CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LA LAGUNA CHARAÑA (SEGUNDO LAGO) ZONA ANARI, DE LA COMUNIDAD MARQUIRIVI DEL MUNICIPIO DE ACHOCALLA

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Los programas y proyectos de riego, fácilmente olvidan que las comunidades campesinas, tienen toda una historia de organización y experiencia en el manejo del agua de riego. En los Andes bolivianos, la mayor parte de los sistemas de riego son antiguos o fueron construidos durante la época colonial, en el siglo pasado o a principios de este siglo. Por lo tanto, cualquier modificación tanto técnica como social, genera una alteración en la historia del sistema de riego.

Estas modificaciones responden a problemáticas con múltiples factores, tanto externas como internas: construcción de caminos, urbanización del área rural, factores climáticos, el derecho de propiedad de la fuente de agua, la rehabilitación física de la infraestructura, nuevos ingresos, la reforma de los repartos y turnos del agua, la redefinición de las normas y reglas de operación, los nuevos sistemas de producción y el fortalecimiento de las organizaciones de usuarios. En fin, toda modificación no se puede limitar a trabajos de ingeniería civil, sino que debe considerar las interrelaciones entre los componentes del sistema, para adoptar estrategias de intervención que reconozcan y se sustenten en lo existente.

Los usuarios del sistema de riego en estudio tienen una estructura organizativa básica, Alcalde de Agua y Jilaqata, por lo que reciben apoyo del Municipio de Achocalla, con la dotación de bolsas de cemento, que son empleadas en el revestimiento del canal principal, y los aportes que se logran por concepto de multas como único ingreso para encarar las obras de mejoramiento de la infraestructura.

1.2. Justificación

El riego en las zonas de los valles interandinos, constituye una práctica muy antigua cuyas fuentes naturales no son suficientes para cubrir las necesidades de agua de los cultivos, por tal razón se van construyendo diferentes estanques y obras de almacenamiento, uno de estos sistemas tradicionales se encuentra en la zona Anari de la comunidad Marquirivi del Municipio de Achocalla.

La laguna Charaña que sirve como embalse del sistema de riego, viene experimentando un proceso de colmatación, reduciendo su capacidad de almacenar agua hecho que se va agravando por la excesiva demanda de agua en el período seco que comprende desde el mes de abril hasta noviembre. Generando presión social y técnica sobre los componentes del sistema de riego.

Los usuarios del sistema motivados por la decisión de preparar las parcelas para una siembra temprana principalmente de zanahoria, nabo, arveja, haba y papa con la finalidad de cosecharla cuando su demanda en el mercado es alta y su precio es mayor, esto ocurre en los meses de noviembre y diciembre debido a las fiestas de fin de año.

La gestión de los recursos hídricos demanda un conocimiento pleno de la cantidad, calidad, distribución y acceso al uso del agua, de manera particular el agua de uso agrícola que mayormente se dedica al riego, el conocimiento de estos factores nos permitirá entender el modo de organización, e identificar las amenazas a los sistemas de riego.

El presente trabajo dirigido plantea analizar el sistema de riego de la laguna Charaña (segundo lago) del Municipio de Achocalla, a partir de este estudio se podrá comprender mejor las características del riego campesino, propios de la comunidad y proponer alternativas técnicas destinadas a mejorar la gestión de riego, apoyar el desarrollo tanto técnico como social del sistema.

1.3. Objetivos

Objetivo General

- Caracterizar el sistema de riego de la laguna Charaña (segundo lago) zona Anari, de la Comunidad Marquirivi del Municipio de Achocalla.

Objetivos Específicos

- Describir y evaluar las características estructurales de las obras de captación, conducción y distribución del sistema de riego.
- Caracterizar el tipo de organización, administración, operación y mantenimiento del sistema de riego.
- Determinar el área bajo riego óptimo del sistema en estudio.

1.4. Metas

- El sistema de riego de la laguna Charaña, evaluado en sus características estructurales, obras de captación, conducción y distribución.
- El sistema de riego de la laguna Charaña, caracterizado en su organización, administración, operación y mantenimiento.
- Un cronograma, operación y mantenimiento.
- Calculo del área bajo riego óptimo del sistema.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Contexto Normativo

La legislación relativa a recursos hídricos tiene sus antecedentes en el Decreto del 19 de diciembre de 1825, que establece la necesidad de proteger y cuidar los manantiales y nacientes de los ríos. En noviembre de 1874 se dictó un Decreto Supremo que establece la servidumbre de los acueductos a favor de sus usuarios y el 28 de noviembre de 1906 se promulgó la Ley de Aguas, actualmente en vigencia.

La Ley de Aguas de (1906) dispone que el recurso hídrico, es un bien accesorio a la tierra y que la propiedad del agua corresponde a quien posea la propiedad del predio. El Código Civil (1976) ratifica este concepto, pese a que contradice a la Constitución Política del Estado promulgada el 28 de octubre de 1938, que establece que el Estado tiene el dominio originario sobre los recursos naturales renovables y no renovables, así como de todas las fuerzas físicas susceptibles de aprovechamiento económico. La vigencia de este precepto constitucional fue ratificada en el artículo 136 de la Constitución Política del Estado, reformada en febrero de 2004. También ratificada en el artículo 373 de la Constitución Política del Estado Plurinacional aprobada en febrero de 2009.

La normativa que rige el riego en Bolivia es:

- Constitución Política del Estado Plurinacional.
- La Ley de Ordenamiento del Poder Ejecutivo (LOPE).
- La Ley No 2878, Ley de Promoción y Apoyo al Sector Riego para la Producción Agropecuaria y Forestal.
- Los Decretos Supremos 28817, 28818 y 28819 Reglamentarios de la Ley No 2878.
- Plan Nacional de Desarrollo del Riego “Para Vivir Bien”.

2.1.1. Constitución Política del Estado Plurinacional

La Constitución Política del Estado Plurinacional, Promulgada el 7 de febrero de 2009, otorga al recurso agua una figura social y estatal diferenciada, en varios de sus artículos hace referencia a los recursos hídricos y a los sistemas de riego, la administración de estos, entre los más importantes tenemos:

Artículo 373. II. Los recursos hídricos en todos sus estados superficiales y subterráneos, constituyen recursos finitos, vulnerables, estratégicos y cumplen una función social, cultural y ambiental. Estos recursos no podrán ser objeto de apropiaciones privadas y tanto ellos como sus servicios no serán concesionados y están sujetos a un régimen de licencias registros y autorizaciones conforme a ley.

Artículo 374. II. El Estado reconocerá, respetará y protegerá los usos y costumbres de las comunidades, de sus autoridades locales y de las organizaciones indígena originaria campesina sobre el derecho, el manejo y la gestión sustentable del agua.

Artículo 375. II. El estado regulara el manejo y gestión sustentable de los recursos hídricos y de la cuenca para riego, seguridad alimentaria y servicios básicos, respetando los usos y costumbres de las comunidades.

En varios artículos la Constitución da competencias a las entidades territoriales, gobiernos departamentales autónomos, gobiernos municipales, autonomías indígena originaria campesinas sobre el mantenimiento y administración de los sistemas de riego. En base e estas competencias la Asamblea Legislativa del Departamental de La Paz elabora el Estatuto Autonómico, aprobado en grande el 13 de julio 2011 y que se encuentra en proceso de socialización, en su artículo 78 da los lineamientos específicos en torno el riego.

Artículo 78. Riego (Estatuto Autonómico)

El Gobierno Autónomo Departamental de La Paz elaborará, financiará y ejecutará proyectos de riego de manera concurrente y coordinada con el Nivel Central del Estado y las entidades territoriales autónomas, e implementara la institucionalidad del riego prevista en la Ley del sector, complementando las tecnologías modernas con las prácticas de tecnologías milenarias.

2.1.2. Ley de Ordenamiento del Poder Ejecutivo (LOPE)

Ministerio de Agua (MDA)

Según Decreto reglamentario de la Ley LOPE D.S. No 28631 y la Ley No 2878, crea el Ministerio del Agua como institución cabeza de sector (en sustitución del ex Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios) en el marco de sus atribuciones tiene las responsabilidades de: Planificar, formular, ejecutar, evaluar, fiscalizar y aprobar de manera concertada con el Directorio del SENARI, las políticas, normativas, planes y programas para el desarrollo del riego; gestionar financiamiento nacional y de la cooperación internacional para impulsar el desarrollo del riego; fomentar, programar, promover y delegar la asistencia técnica, la capacitación de recursos humanos, la investigación aplicada y los programas de organización para la gestión de riego; y promover la descentralización participativa en el desarrollo del riego a través del SENARI y los SEDERÍ's en los niveles Nacional, Departamental, Municipal y los directorios de cuencas en el marco de la Ley No 2878 y sus reglamentos (PNDR, 2009).

Por otro lado, se debe mencionar que la tutela para el sector de riego en el Gobierno pasó del Ministerio de Desarrollo Rural y Medio Ambiente (MDRAMA), ahora Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT), al Ministerio de Agua ahora Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), que abarca los subsectores riego, cuencas y saneamiento básico, donde el riego paso a depender del Viceministerio

de Riego (VMR). La fusión del sector riego con el sector de manejo de cuencas bajo un solo ministerio es un avance importante hacia la visión integral, empero, se originó una separación institucional del riego con la actividad agropecuaria productiva que se quedó en el MDRyT (Chipana et al, 2010).

Dicho Viceministerio (VMR), es responsable de llevar adelante las políticas nacionales en materia de riego, con la misión en el ámbito nacional de lograr que el riego sea un dinamizador efectivo del Vivir Bien, siendo accesible a todos los campesinos originarios e indígenas, con énfasis en los más pobres; normando, aplicando con justicia y equidad; otorgando y reconociendo derechos de uso de agua.

En el ámbito de las inversiones, promover y ampliar las inversiones nacionales, departamentales y municipales en el sector, logrando una mayor cobertura de los sistemas de riego, para contribuir a la soberanía alimentaria. En el ámbito institucional, contribuir al fortalecimiento de los actores sociales y su participación en los niveles y espacios de decisión, ampliando el acceso a la información y los servicios de asistencia técnica y capacitación.

2.1.3. Ley No 2878, Ley de Promoción y Apoyo al Sector Riego para la Producción Agropecuaria y Forestal

El 8 de octubre de 2004, se sancionó la Ley No 2878 de Promoción y Apoyo al Sector Riego, que junto con sus decretos reglamentarios constituyen la normativa base del sector. El objetivo de esta ley es:

“establecer las normas que regulan el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos en las actividades de riego para la producción agropecuaria y forestal, su política, el marco institucional, regulatorio y de gestión de riego, otorgando y reconociendo derechos, estableciendo obligaciones y procedimientos para la

resolución de conflictos, garantizando las inversiones comunitarias, familiares, públicas y privadas” (Art. 1).

Según Bustamante (2006), esta Ley representa un avance significativo en relación a las políticas de reconocimiento de los derechos consuetudinarios sobre el agua en general y riego en particular. Sin embargo, también menciona que dicha Ley de alguna manera es un mecanismo de defensa y de asignación de más poder a un solo sector, que son los usuarios, en desmedro de otros sectores, dentro de los cuales se encuentran aquellos que no tienen agua.

Mediante esta norma se crea el Servicio Nacional de Riego (SENARI).

“Crease el Servicio Nacional de Riego (SENARI), como entidad autárquica bajo tuición del Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios, con autonomía administrativa y de gestión, personería y patrimonio propio con la responsabilidad de regular, planificar, gestionar y promover la inversión pública para el desarrollo de riego y la producción agropecuaria y forestal bajo riego” (Art. 7).

El Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios, hoy Ministerio de Medio Ambiente y Aguas, como cabeza de sector, tiene las siguientes atribuciones y obligaciones en el ámbito de riego. (ART. 3) a). Formular y aprobar de manera concertada con el Directorio del SENARI, las políticas, normativas, planes y programas para al desarrollo del riego.

2.1.4. Decretos Supremos 28817, 28818 y 28819 Reglamentarios de la Ley No 2878

El 2 de agosto de 2006, el Presidente Evo Morales Ayma, en un histórico acontecimiento aprueba y entrega los Decretos Supremos reglamentarios en la localidad de Ucureña, Cochabamba. D.S. No 28817 reglamenta el marco institucional, incluyendo a las organizaciones sociales y productivas en la

planificación, decisión y control social; en tanto que el D.S. No 28818 reglamenta lo relativo a los derechos de uso y aprovechamiento de recursos hídricos para riego y el Decreto Supremo No 28819, reglamenta la gestión de los sistemas de riego respecto a la administración y manejo de la infraestructura, el respeto y establecimiento de servidumbres y gestión de proyectos de riego orientada a mejorar la eficiencia y equidad (PNDR, 2009).

La Ley No 2878 de Promoción y Apoyo al Sector Riego del año 2004, reglamentada con los Decretos Supremos No 28817 (Marco Institucional), No 28818 (Reconocimiento y Otorgación de Derechos de Uso y Aprovechamiento de Recursos Hídricos para el Riego) y N° 28819 (Gestión de Sistemas de Riego, Proyectos y Servidumbres) del año 2006 constituye un aporte a la normativa de este sector. El principal elemento que presenta es el registro mediante el cual se reconoce el derecho de uso y aprovechamiento de las fuentes de agua con fines de riego a pueblos y organizaciones indígenas, originarias campesinas, colonizadores, ayllus, Organizaciones Económicas Campesinas, asociaciones de pequeños productores agropecuarios y forestales y otras formas de organización social comunitaria y los usos que realizan (Chipana et al, 2010).

2.1.5. Plan Nacional de Desarrollo del Riego para “vivir bien”

El (PNDR) se constituye en un elemento fundamental para impulsar el desarrollo del riego en Bolivia en el marco de las políticas y lineamientos estratégicos del Plan Nacional de Desarrollo (PND).

Uno de los objetivos principales del PND es el mejoramiento de las condiciones de vida de la población del área rural, contribuyendo el riego decisivamente al logro de este propósito implementando la política Agua para la producción.

El Plan Nacional de Desarrollo del Riego permitirá incrementar la superficie bajo riego y mejorar la eficiencia, equidad, sostenibilidad, producción y productividad del

uso del agua y suelo con fines agrícolas, adoptando la cuenca como unidad de planificación de las inversiones de riego (PNDR, 2009).

Objetivo superior:

Incrementar el ingreso de los productores agropecuarios, reducir la pobreza y mejorar la seguridad alimentaria de la población rural, mediante el apoyo a sistemas agrícolas productivos competitivos y sostenibles ambiental, social y culturalmente.

Objetivo General:

Incrementar la producción, productividad y competitividad agrícola, aumentando la disponibilidad de agua para riego y mejorando la eficiencia de su aplicación.

Objetivos específicos:

- Incrementar la superficie agrícola regada mediante el uso más eficiente de las fuentes de agua, del suelo, la construcción y mejoramiento de infraestructura y la innovación tecnológica en riego.
- Fortalecer las instancias del sector riego a nivel nacional, departamental y municipal para lograr acciones coordinadas en la asignación de recursos económicos públicos, privados y de la cooperación internacional.
- Fortalecer las instancias públicas y privadas para incorporar la temática del riego en la gestión integral de los recursos hídricos.
- Fomentar la investigación, capacitación, asistencia técnica en riego, promoviendo el uso integral del agua, el suelo y el medio ambiente en el ámbito de cuenca.
- Promover el desarrollo y fortalecer las capacidades de gestión de las organizaciones de usuarios y productores a nivel de sistemas de riego y de cuenca, para el uso más eficiente de las fuentes de agua.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Riego

Riego es el proceso de aplicar artificialmente agua al suelo para abastecer las necesidades de las plantas, para su desarrollo normal. El proceso de riego consistirá entonces en la técnica de armonizar una condición prácticamente estática del suelo con una condición dinámica del agua, dentro de los límites entre los cuales la planta encuentra un medio apropiado para su desarrollo normal (Dúla, 1993).

D.S. 28817 (2006), define al riego, como, la aplicación de agua al suelo, relacionada con fines productivos agropecuarios y forestales para: a) suavizar las parcelas de producción; b) adecuar los suelos para el desarrollo de los cultivos; c) proporcionar la humedad para el desarrollo de los cultivos; d) conservar humedad ante sequías de corta duración; e) refrigerar el suelo y la atmósfera.

2.2.2. Gestión de agua

G. Gerbrandy (1995), citado por Apollin *et al.* (1998), define el concepto de Gestión de Agua, como el conjunto de acuerdos, reglas y actividades que posibilitan que el agua sea distribuida entre los distintos usuarios y sus parcelas en forma organizada y adecuada al riego de los sistemas de cultivo que implementan. En particular, uno de los elementos claves de la Gestión del Agua en los sistemas de riego campesino es la distribución de los derechos del agua entre los usuarios.

2.2.3. Gestión de riego

Hupper (1989), citado por Salazar (1994), define la gestión de riego, como el proceso de diseñar y controlar sistemas socio técnicos en conformidad con la situación, donde el diseño incluye las actividades humanas dirigidas a la creación

de un sistema socio técnico y manteniendo su viabilidad a largo plazo. Además define al control, como el proceso de guiar un sistema de tal forma que asume un estado deseado. Entonces gestión de riego, tiene como función la capacidad de diseñar y controlar los sistemas de riego, siendo la directa responsable de ejecutar estas funciones de organización, formada para este fin.

2.2.4. Sistema de riego

Jean Luc Sabatier y Thierry Ruf (1991) citado por Apollin et al. (1998), define así el sistema de riego como un “**producto social, históricamente constituido**”. Si bien el agua de riego está sometida a las leyes hidráulicas e hidrológicas, cuando la maneja un campesino, obedece más que todo a las leyes y reglas sociales del grupo que la aprovecha.

Álvarez (1985) citado en Lara (1990), señala que desde un punto de vista de ingeniería, un sistema de riego es un conjunto de estructuras necesarias para captar, conducir y distribuir el agua en el suelo, aplicando una lámina que supla deficiencias de humedad exigidas por las plantas durante un ciclo vegetativo así como también las estructuras de evacuación y excedentes de agua.

Los sistemas de riego se definen como un conjunto de elementos físicos, biológicos, socio-económicos y culturales, interrelacionados, ubicados en un espacio territorial, determinados y dispuestos en torno al aprovechamiento de una fuente de agua, mediante diversas obras administradas bajo la gestión de una organización de usuarios con la finalidad de usar, mejorar y conservar el agua aplicada en un proceso productivo de agricultura bajo riego y drenaje (Gandarillas 1997, citado por Serrano 2007).

Podemos concluir, que un sistema de riego es el conjunto de elementos físicos e infraestructura, áreas de riego y organización de usuario diferenciado de otros, ubicado en un espacio territorial determinado y dispuestos con el propósito del

aprovechamiento de una fuente de agua con fines productivos agropecuarios y forestales, basados en acuerdos y normas convenidas por ley o según usos y costumbres (D.S., 28817).

2.2.5 Gestión de sistemas de riego

Se define como 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 cultivo en los caudales apropiados, la calidad requerida, en la cantidad necesaria y en el momento oportuno (D.S., 28817).

Según VRHR-PROAGRO, 2010, define gestión de sistema de riego como un conjunto de procesos y/o actividades que se desarrollan y decisiones que se toman en torno al objeto de dotar de agua para la producción agropecuaria.

Las actividades están relacionadas principalmente con la administración, operación, distribución y mantenimiento de un sistema de riego con el propósito de que el agua destinada con fines productivos pueda ser entregada de forma adecuada y oportuna.



Figura N° 1: Esquema de un sistema de riego según VRHR-PROAGRO, 2010

2.2.6. Organización de regantes u organización de usuarios

Es una estructura organizativa conformada por los usuarios o usuarios de un sistema de riego, creada con la finalidad de gestionar el sistema de riego, mantener y administrar la infraestructura, conservar y proteger las fuentes de agua aplicadas a procesos productivos de agricultura bajo riego. Organizaciones como asociaciones, comités, cooperativas y otras formas de carácter comunitario, sustentadas y reconocidas en estatutos y reglamentos internos o por su constitución de acuerdo a usos y costumbres (D.S., 28817).

2.2.7. Operación y mantenimiento

Para aumentar su vida útil, todo sistema de riego requiere proteger y conservar sus obras y equipos mediante actividades de operación y mantenimiento. En sistemas tradicionales, estas actividades suelen efectuarse como procedimientos rutinarios, de acuerdo con reglas no escritas que todo usuario conoce y está de acuerdo en cumplir.

Los procesos de operación y mantenimiento se definen de la siguiente manera:

Operación: es una labor permanente que realizan los usuarios en el manejo de las diferentes obras hidráulicas de una infraestructura de riego, con el fin de lograr la distribución de agua según los derechos y obligaciones que corresponde a cada usuario, acorde a los requerimientos de las plantas y tratando de optimizar la eficiencia del uso del agua.

Mantenimiento: es la tarea continua y/o periódica, cuya finalidad es conservar y prolongar en buen estado el conjunto de obras hidráulicas y equipos de riego. En los sistemas colectivos estas tareas deben ser coordinadas por las organizaciones de usuarios, con una buena definición entre las responsabilidades colectivas y las individuales.

Las actividades de mantenimiento se diferencian en función del objetivo, el periodo en el cual se ejecutan y las actividades que implican:

- **Mantenimiento rutinario:** actividad ejecutada en forma permanente por los usuarios, destacando la limpieza de la infraestructura de riego en general y la reparación de las partes dañadas.
- **Mantenimiento preventivo:** actividad que permite prevenir daños en el futuro, mediante limpiezas periódicas de sedimentos, reservorios, cámaras de carga y/o rompe presión, filtros, engrasado y repintado de partes metálicas y válvulas de redes y emisores.
- **Mantenimiento de emergencia:** actividad a ejecutarse en forma rápida cuando se presentan daños ocasionados por factores externos (clima, hombre, animales) que comprometen el funcionamiento de la infraestructura de riego. Limpieza de los deslizamientos en los canales y reservorios, reposición inmediata de tuberías rotas, válvulas, filtros, bombas, líneas móviles de riego y emisores. (D.S., 28817).

2.2.8. Inventario y superficie de riego en Bolivia

Según el Inventario Nacional de Sistema de Riego efectuado por el PRONAR, hasta el año 2000 existían aproximadamente 5743 sistemas de riego, de los cuales 5.459 están en funcionamiento y 284 no funcionan, del total de 5.350 son de uso agrícola y 109 de uso pecuario, 271.900 familias son beneficiadas alcanzando una superficie de 226.500 hectáreas bajo riego (Inventario Nacional de Sistemas de Riego 2000).

Los sistemas se clasifican en las siguientes categorías:

- Microsistemas, que presentan un área regada entre 2 a 10 ha.
- Pequeños, sistemas que cuentan con un área regada entre 10 a 100 ha.

- Medianos, sistemas con un área regada entre 100 a 500 ha.
- Grandes, sistemas con áreas regadas mayores a 500 ha.

Los microsistemas suman 1.733 que riegan 10.528 hectáreas (5%); los pequeños son 2.616 sistemas que riegan 86.638 hectáreas (38%); los medianos comprenden 326 que riegan 65.945 hectáreas (29%); y los sistemas grandes llegan a 49 que riegan 63.455 hectáreas (28%). El detalle de número de sistemas de riego por categoría y área regada se presenta en el (Cuadro N° 1).

Cuadro N° 1: Sistema de riego y área regada por categoría

| Categoría | N° de sistemas | Hectáreas regadas | Porcentaje (%) |
|--------------|----------------|-------------------|----------------|
| Micro | 1.733 | 10.528 | 5 |
| Pequeño | 2.616 | 86.638 | 38 |
| Mediano | 326 | 65.945 | 29 |
| Grande | 49 | 63.455 | 28 |
| Total | 4.724 | 226.566 | 100 |

Fuente: PRONAR 2000.

2.2.9. Necesidad de riego en Bolivia

Las regiones que por sus características climáticas presentan un mínimo de 6 meses de déficit hídrico al año, en las cuales la escasez de agua representa el obstáculo mayor para el desarrollo de los cultivos, la cual hace necesario la aplicación de agua de riego. Las zonas agro ecológicas identificadas con déficit hídrico son aquellas cuyos niveles de precipitación son menores a la evapotranspiración. Estas regiones presentan alrededor del 40% del territorio nacional (PRONAR, 1998).

2.2.10. Área bajo riego óptimo (ABRO) o área óptimamente regada

El cálculo del Área Bajo Riego Óptimo (ABRO), es un criterio de elegibilidad de los proyectos de riego, para fines de planificación y uso eficiente de los recursos en la inversión pública.

Área calculada de manera teórica. Es el área que se puede regar de manera óptima con el agua disponible en un ciclo agrícola y en un sistema de riego o proyecto determinado. Área calculada a partir de asumir células y calendarios de cultivo también teóricos o proyectados (D.S., 28817).

El valor del área incremental, expresa el efecto directo de las acciones del proyecto sobre la situación productiva del sistema de riego. Por consiguiente, el ABRO es un indicador que depende de varios factores relacionados con las condiciones climáticas, las características de los diferentes cultivos y de la disponibilidad de agua para el sistema de riego.

El área incremental, es la diferencia entre el área bajo riego óptimo en la situación con proyecto, menos el área bajo riego óptimo en la situación sin proyecto. Esta área, es el resultado del incremento de agua de riego, debido al mejoramiento de las eficiencias del sistema. Por tanto, el valor del área incremental expresa el efecto directo del incremento de agua sobre la situación productiva de sistemas de riego nuevo, mejorado y/o ampliado.

2.2.11. Ficha de identificación y validación de proyectos de riego

El programa Nacional de Riego estableció el uso de la Ficha de Identificación y Validación de Proyectos de Riego (FIV) para la obtención de información básica que permita analizar la conveniencia o no de continuar con la preparación de un proyecto de riego, como paso inicial del proceso.

La FIV consiste en un formulario tabulado, en el cual se recaba información de la situación actual en cuanto a área regable, aptitud de los suelos para el riego, calidad del agua, número de beneficiarios, infraestructura existente, gestión actual del sistema existente y los aspectos productivos.

El llenado de la FIV se basa en visitas de campo y en la obtención de información directa de los usuarios, dirigentes de la zona y del Municipio. Los resultados esperados son la identificación de una demanda de riego, sus posibles soluciones, y el análisis preliminar de la factibilidad técnica y social del proyecto, con una recomendación sobre la continuación, postergación o abandono del proyecto.

2.2.12. Aspectos metodológicos aplicados a sistemas

2.2.12.1. Caracterización

Garaycochea (1989), indica que es innegable que gran parte del conocimiento y entendimiento que se puede lograr de los sistemas en estudio está relacionada con la información que se obtenga de ellos. En la metodología de investigación en sistemas, la caracterización tiene mucho que ver con los aspectos relacionados a datos e información, para ser más preciso, con su recolección y análisis. Además indica lo indispensable que resulta la etapa de caracterización; como una forma de lograr un conocimiento y entendimiento del sistema o sistemas.

León Valverde & Quiroz (1994), señalan que los objetivos de la caracterización son el de conseguir información técnica de referencia sobre las prácticas productivas y la productividad en el lugar de estudio, además de entender el proceso de toma de decisión de los productores en relación con el funcionamiento de sus sistemas de producción y por último identificar los principales factores limitantes (físicos, biológicos, sociales y económicos) y las posibilidades de generar alternativas para los sistemas caracterizados.

2.2.12.2. Sondeo

El sondeo es un método utilizado para caracterizar los sistemas e identificar la situación de los productores. A partir de los resultados es posible identificar y plantear algunas alternativas primarias o problemas prioritarios de los entrevistados. Su inconveniente es el corto tiempo en la obtención de información, la cual podría tener un sesgo. Este se minimiza si se incorpora personal que conoce el área de sondeo y a los productores. León Velarde & Quiroz (1994).

2.2.12.3. Encuestas dinámicas

La encuesta dinámica tiene mayor ventaja frente a los otros métodos. Este método es el seguimiento de las acciones que realiza un productor en su sistema. Constituye la fuente primaria de entendimiento del sistema de riego y la generación de alternativas tecnológicas.

El primer aspecto a definir, para la implementación de este método, es lo referente al tiempo mínimo requerido para obtener información sobre las variables dinámicas de mayor influencia dentro del sistema de producción, las cuales no pudieron ser medidas con la información previa, la encuesta o el sondeo. Su mayor inconveniente es el tiempo que se requiere para obtener información. León Velarde & Quiroz (1994).

2.2.13. Caracterización de los elementos del sistema de riego

Según Apollin, Eberhart (1998). La caracterización comprende realizar el análisis y diagnóstico de un sistema de riego campesino, con la finalidad de adecuar las estrategias y actividades de apoyo a las Juntas de Usuarios y Usuarios, requiere tomar en cuenta los distintos elementos constitutivos del sistema de riego:

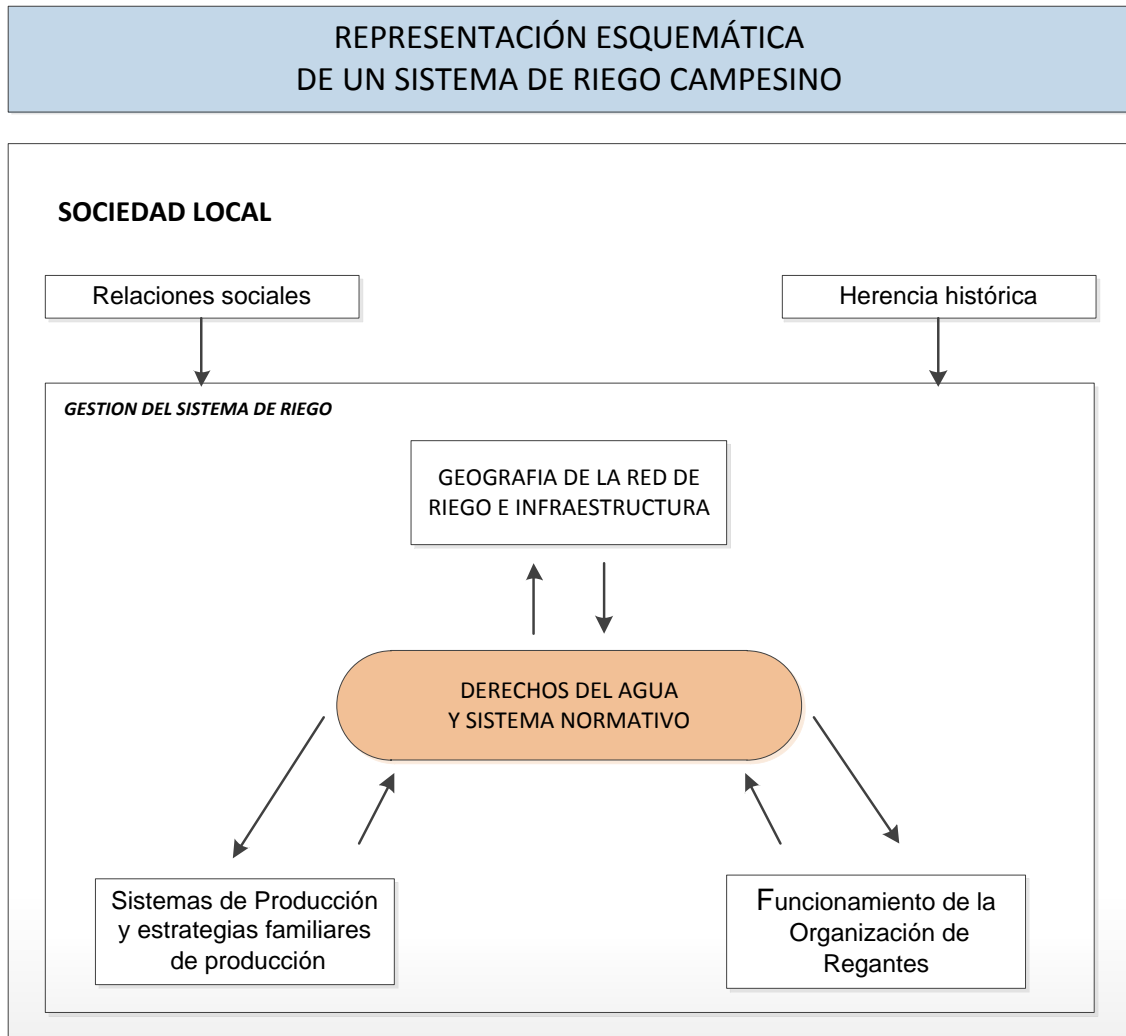
- El sistema normativo y los derechos del agua
- La geografía de la red de riego
- Los sistemas de producción y las estrategias familiares de producción
- La organización de usuarios

La gestión del sistema de riego depende de las características de cada uno de estos elementos, pero también de la interacción entre ellos. En efecto, la gestión del riego forma un sistema coherente en el que los elementos son interdependientes: la transformación de uno de ellos interfiere sobre las características de los otros, en consecuencia, sobre el funcionamiento de todo el sistema.

Entre estos elementos, el sistema normativo y, en particular los derechos del agua representan elementos centrales puesto que organizan el funcionamiento global del sistema. Por esta razón se ubican al centro del esquema que representa el sistema de riego.

Finalmente, estos elementos son una consecuencia de las relaciones sociales y de la historia local. Por lo tanto, la interpretación del funcionamiento del sistema de riego pasará por un análisis histórico del contexto social que influyó e influye sobre la gestión de riego.

Figura N°2: Representación esquemática de un sistema de riego campesino según Apollin y Eberhart.



III. SECCIÓN DIAGNOSTICA

3.1. Materiales y métodos

3.1.1. Localización y Ubicación

3.1.1.1. Macrolocalización

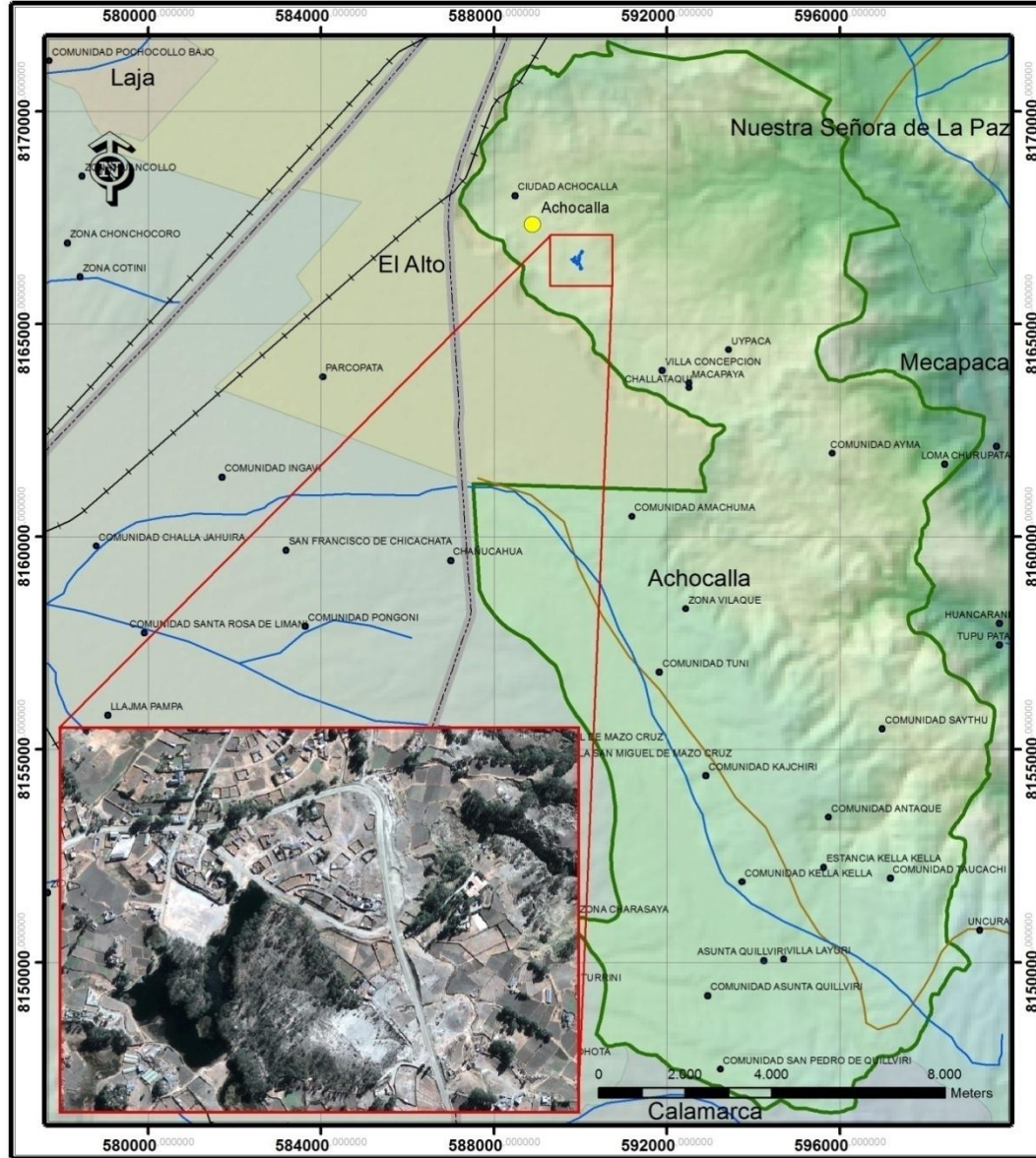
El municipio de Achocalla, área de interés del presente estudio, es la capital de la Tercera Sección de la provincia Murillo del Departamento de La Paz. Según el Instituto Geográfico Militar (1994), geográficamente se encuentra localizada entre los 16°33´ y 16°37´ de Latitud Sur y entre los 68°06´ y 68°11´ de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich. A una altura aproximada de 3.700 m.s.n.m.

Dista aproximadamente 19 kilómetros de la ciudad de La Paz, de la cual se encuentra comunicada por carretera asfaltada estable durante todo el año. La Cuenca se extiende a partir de los flancos de la Ceja de El Alto y termina en el río Achocalla a la altura de Mallasilla al Sur de la ciudad de La Paz.

El municipio de Achocalla limita al Norte con la ciudad de El Alto, al Noreste y Este con la Ciudad de La Paz y el Municipio de Mecapaca, al Sur con el Municipio de Mecapaca y el Municipio de Calamarca (Provincia Aroma), al oeste con el Municipio de Viacha (Provincia Ingavi).

El Municipio de Achocalla tiene una extensión aproximada de 339,6 km².

Administrativamente al Municipio de Achocalla está constituida por tres cantones: Achocalla, Villa Concepción, Asunta Quillviri, con 26 comunidades.



MAPA DE UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO



3.1.1.2 Características fisiográficas

Según el Plan de Desarrollo Municipal, 2007, el Municipio de Achocalla puede ser dividido en tres regiones:

a) Región alta o del altiplano

Esta región se caracteriza por presentar suelos aptos para la agricultura y la producción de forrajes para la ganadería, se encuentra en altitudes aproximadas que varían entre 3.953 a 4.283 m.s.n.m., presenta pendientes bajas de 5 a 10%, con clima frío y temperaturas entre 8 a 12 °C, comprende las siguientes comunidades: Amachuma, Layuri, Ventilla, Tuni, Kajchiri, Kella Kella, Taucachi, Tacachira, Chañocagua y Parcopata.

b) Región media o cabecera de valle húmedo

Los terrenos son ligeramente planos y ondulados con pendientes que varían de 20 a 30%, sus suelos son aptos para la agricultura y producción de forraje, la mayor parte de los terrenos de esta región se encuentran con cultivos bajo riego debido a la existencia de vertientes permanentes, asimismo se encuentran las lagunas de Pacajes, Charaña y Allancacho.

La temperatura promedio de la zona está entre los 15 a 20 °C, a una altitud que varía de 3.459 a 3.952 m.s.n.m., comprende las siguientes comunidades: Pucarani, Pacajes, Marquirivi, Cututo, Allancacho, Magdalena Kayo, Charani y Aucancota.

Se caracteriza por la producción de hortalizas netamente para la comercialización, las mismas favorecidas por las fuentes de agua que alimentan los sistemas de riego, lográndose que las parcelas se cultiven hasta en dos oportunidades al año, entre las especies comúnmente cultivadas están la zanahoria, nabo, haba, arveja y papa y en menor proporción cebada, avena, cebolla y otros (Fotografía N° 1).



Fotografía N° 1: Vista de la región cabecera de valle húmedo

c) Región baja o cabecera de valle seco

Esta región presenta alturas que varían entre los 2.800 a 3.458 m.s.n.m., presenta topografía ondulada y pendientes mayores a 30%, existen algunas terrazas aluviales con frecuencia terrenos muy erosionados y seccionados a lo largo del río Achocalla, los suelos son profundos de textura media a moderadamente fina, la temperatura de esta región varía de 18 a 23 °C.

La escasez de recursos hídricos hace que la producción agrícola sea en menor escala, en esta región se encuentran las siguientes comunidades: Cañuma, Saytu, Uypaca, Ayma, Pocollita, Huancarami y parte de Amachuma.

3.1.1.3. Microlocalización

La comunidad Marquirivi se divide en 5 zonas: Viscachani, Umalaca, Carcanavi, Huayhuasi y Anari, dentro de estas cinco zonas funcionan cinco sistemas de riego, tres de estos tienen como fuente de agua la laguna de Allancacho, uno como fuente de agua el lago Negro con un área de 0,69 hectáreas, y el último la laguna Charaña

(segundo lago) con un área de 3,38 hectáreas aproximadamente de espejo de agua.

3.1.2. Características del lugar

3.1.2.1. Ecología

Según Holdrige (1967), citado por Sejas (1969), caracteriza a la micro Cuenca de Achocalla como una faja montaña templada con vegetación de transición de estepa a la de bosque húmedo, dicho autor menciona además que el clima de la región corresponde al tipo sub húmedo lluvioso mesotérmico. La región presenta déficit de humedad en invierno, y un moderado exceso en verano.

Sejas (1969), afirma también que la zona presenta heladas regulares desde el mes de mayo hasta el mes de septiembre, y que la humedad relativa del ambiente oscila entre 50 y 70%. La organización SEMTA (Servicio Múltiple de Tecnología Aplicada) (1995), cuyo trabajo en la región se mantuvo por varios años, menciona que la temperatura media de la zona es de 10,4 °C y la precipitación media anual es 554,6 milímetros.

3.1.2.2. Suelo

La zona se caracteriza por presentar variadas clases de textura predominando la Franco-Arcillo-Limoso, Arcillo-Arenoso, Franco-Limoso y Franco-Arcillo-Limoso, siendo aptos para el cultivo de hortalizas principalmente zanahoria, lechuga cebolla, haba, nabo, arveja, maíz, cebada y papa. El pH de los suelos en esta zona está en el rango de 7 a 8.

3.1.2.3. Clima

En la comunidad de Marquirivi las características climáticas son variables, debido a, su cercanía al altiplano, su topografía ondulada pasando por terrazas, terminando en laderas.

Se reconocen dos épocas claramente marcadas en el clima de un año, una época seca – fría donde las temperaturas mínimas en las noches pueden llegar a cero grados y las precipitaciones son mínimas corresponde a los meses de mayo, junio y julio; y otra lluviosa – cálida en donde aumentan las temperaturas y las precipitaciones esta época comprende los meses noviembre, diciembre y enero, haciendo posible el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas y silvestres, en la transición entre estas dos épocas se observan climas intermedios, pudiendo variar de acuerdo a las características climáticas de cada año.

Según información proporcionada por el Servicio Múltiple de Tecnología Aplicada (SEMTA) los datos de precipitación y temperatura se muestran en los siguientes cuadros (Cuadro N°2 y N°3).

Cuadro N° 2: Datos mensuales de precipitación

| GESTIÓN 2011 | | | | | | | | | | | | | TOTAL |
|--------------------------|----|-----|----|----|---|---|---|----|----|----|----|----|-------|
| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | |
| PRECIPITACIÓN mm/ mes | 70 | 107 | 62 | 23 | 0 | 0 | 3 | 22 | 32 | 30 | 45 | 94 | 488 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos del SEMTA

Las precipitaciones en la gestión 2011 alcanzó los 488 mm/año, 13 mm por encima de lo que señala el INIDEN (Instituto de Investigación y Desarrollo Municipal) en el Plan de Desarrollo Municipal 2001, señala que la precipitación promedio anual alcanzó a 475 mm/año.

Cuadro N° 3: Datos mensuales de las temperaturas

| GESTIÓN 2011 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| MESES | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | 23 | 21 | 22 | 20 | 17 | 16 | 16 | 20 | 21 | 23 | 23 | 24 |
| TEMPERATURA MÍNIMA EN °C | 5 | 6 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 |

Fuente: elaboración propia en base a datos del SEMTA.

3.1.2.4. Aspectos económicos – productivos

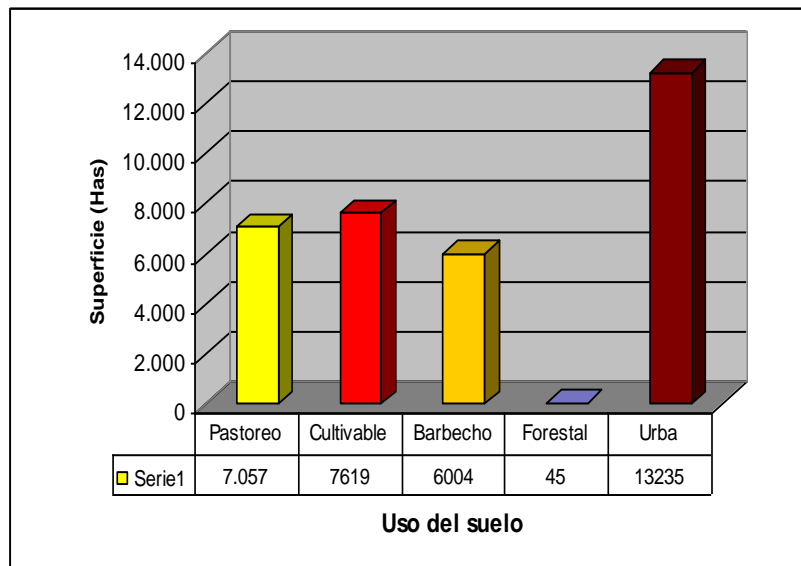
Plan de Desarrollo Municipal 2007, el uso del suelo en la sección municipal es de carácter agropecuario, siendo la agricultura la de mayor relevancia socioeconómica, sin embargo la superficie que se destina es inferior en comparación a la urbanización. El 22% de la superficie tiene como propósito la agricultura, le sigue el pastoreo con el 21%, posteriormente se encuentra la superficie que es barbechada con el 18% y un 0,14% bajo la actividad forestal (Cuadro N° 4 y Grafica N°1).

Cuadro N° 4: Tamaño y uso de la tierra

| Uso | Tamaño (ha) | Porcentaje (%) |
|--------------|--------------|----------------|
| Pastoreo | 7057 | 21 |
| Cultivable | 7619 | 22 |
| Barbecho | 6004 | 18 |
| Forestal | 45 | 0,14 |
| Urbanización | 13235 | 39 |
| Total | 33960 | 100 |

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal, 2007

Grafica N° 1: Tamaño y uso de la tierra



Fuente: Plan de Desarrollo Municipal, 2007.

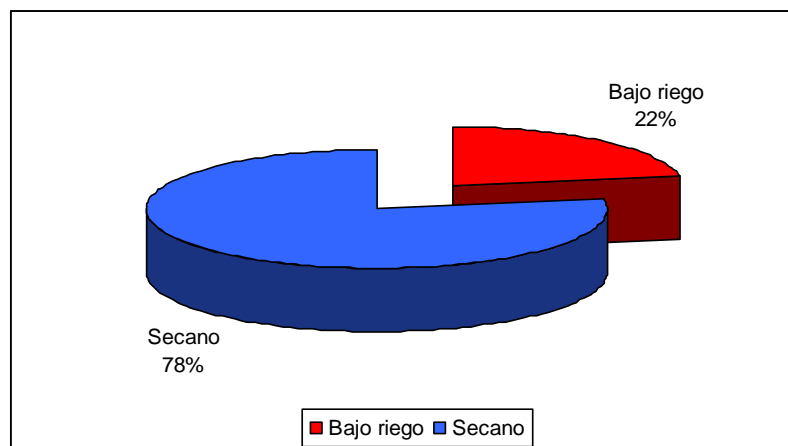
- a) **Superficie cultivada por familia.**- El promedio de superficie cultivada para la Sección es de 0,8 hectáreas por familia, cifra que varía de acuerdo a la comunidad y la condición económica de la familia.
- b) **Superficie cultivable bajo riego y seco.**- La superficie estimada bajo riego es de 1.698 hectáreas que en términos porcentuales significa el 22% del total de la superficie cultivable, la misma que llega a 7.619 hectáreas (Cuadro N°5) y (Grafica N°2).

Cuadro N° 5: Superficie aproximada de cultivos bajo riego y seco

| Cultivos | Superficie (ha) | Porcentaje (%) |
|-------------------------|-----------------|----------------|
| Bajo riego | 1698 | 22 |
| Secano | 5921 | 78 |
| Superficie Total | 7619 | 100 |

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2007.

Grafica N° 2: Superficie aproximada de cultivos bajo riego y seco



Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2007

3.1.2.5. Historia de la cuenca de Achocalla

La Cuenca de Achocalla antes de 1952 se dividía en 4 haciendas: a) Hacienda de la familia Valverde, ubicada en lo que hoy es la Comunidad de Pucarani (Plaza Principal); b) La hacienda de la familia Fernández, que se encontraba frente al Lago Principal, corresponde a la Comunidad de Pacajes; c) La hacienda Junthuma, lo que hoy es la zona Junthuma; d) La Hacienda de Celso Clavel Vega (familia Clavel), que abarcaba gran parte de lo que hoy es la Comunidad de Marquirivi.

Posterior a la Reforma Agraria todo el valle de Achocalla fue dividido entre 102 comunarios, de esta distribución alcanzaron a tener más de cinco hectáreas como propiedad distribuidas en las diferentes comunidades, es importante mencionar que solo se distribuyeron tierras cultivables, como pago al abogado que saneo los papeles le cedieron el bosque con una superficie aproximada de 8 hectáreas, que colinda con la laguna Charaña.

3.1.2.6. Historia de la laguna e infraestructura

Con respecto a la historia de la laguna, existen varias versiones de familiares de los hacendados y de comunarios de la tercera edad.

Señalan que el nombre más antiguo de la laguna es **Laguna Chara Khota** que viene de la lengua aymará que significa Chara-pierna y Khota-laguna, por la forma de pierna, de aquí se derivan los nombres de laguna Charaña o laguna Charani que se manejan dentro de la comunidad de manera indistinta, los visitantes a Achocalla lo conocen como segundo Lago.

La laguna Charaña fué embalsada, en la época de las haciendas con la construcción de una presa para derivar agua para uso de riego y consumo de animales. Esta presa al presentar problemas de funcionamiento, en 1972 fue remplazada con la construcción de una segunda presa que se encuentra a cinco

metros por delante de la anterior, hecho que se puede evidenciar en la inscripción en el vaciado.

Se instaló una llave de paso en la base de la presa la que permitía la salida de agua de manera más controlada, pero esta fue retirada el año 2011 al presentar problemas de taponamiento.



Fotografía N° 2: Presas de la laguna

En las Fotografías N° 2 y N° 3, se aprecian las dos construcciones que embalsan la laguna, en dos periodos diferentes, cuando la laguna está seca a inicios del mes de diciembre y se tiene que sacar el agua con el uso de bombas, y cuando la laguna rebalsa a mediados del mes de abril.



Fotografía N° 3: Presa actual en funcionamiento

3.1.3. Materiales y equipos

| Materiales | Equipos |
|------------------------|------------------------------|
| Tablero de campo | GPS |
| Encuestas | Huincha métrica de 50 metros |
| Material de escritorio | Cámara fotográfica |
| Cartas IGM | Computadora |
| Imágenes de satélite | Impresora |
| | Cronómetro |

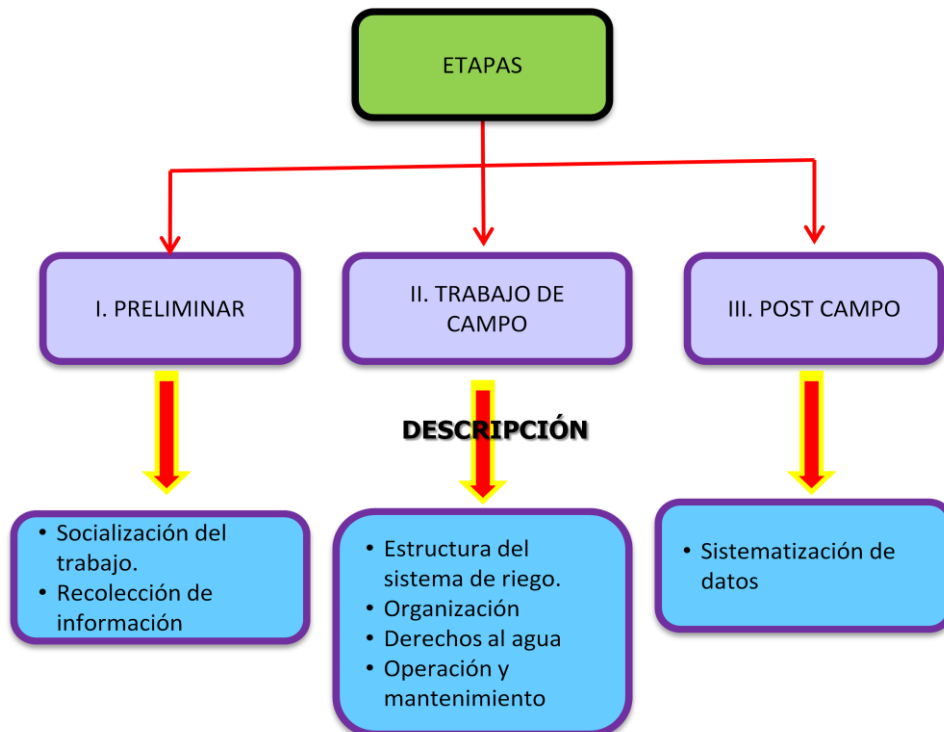
3.1.4. Metodología

Para la ejecución del presente trabajo dirigido se aplicó la metodología descriptiva, que consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción de las actividades, apoyado en visitas de campo, sondeos, encuestas, conversación con los usuarios, etc. (Mendioca, 1998 en Macías, 2011)

3.1.4.1. Procedimiento del trabajo

El estudio se realizó en tres etapas: 1º preliminar, 2º trabajo de campo y 3º Post-campo, las que se detallan a continuación:

FIGURA Nº 3: ESQUEMA DE LAS ETAPAS DEL PROCEDIMIENTO DEL TRABAJO



Etapa I: Preliminar

a) Socialización del trabajo

Una de las primeras actividades fue tener un acercamiento con las autoridades y los usuarios del sistema de riego, para socializar la necesidad y las ventajas de la caracterización del sistema de riego.

Para encarar estas actividades se participó en las dos reuniones anuales (Asambleas) que generalmente se desarrollan los fines de semana cercanos a la primera quincena del mes de abril y de agosto, también las reuniones de solicitud de agua que se realizan los días domingo a las 7 de la mañana, visitas de campo y en entrevistas con los usuarios más antiguos de la zona y ex autoridades.

b) Recolección de Información

Información Primaria: apoyado con entrevistas y encuestas.

Información Secundaria: la recolección de información bibliográfica y experiencias de campo disponibles y necesarias para el desarrollo del presente trabajo.

Asimismo, la preparación del equipo para llevar a cabo el trabajo de campo, elección del material y técnicas de trabajo

Etapas II: Trabajo de campo

El trabajo de campo permitió la descripción y el análisis de los distintos elementos constitutivos del sistema de riego.

- Infraestructura del sistema de riego
- El sistema normativo y los derechos del agua
- La organización de usuarios
- Los sistemas de producción

a) Descripción de la Infraestructura de riego

Se utilizaron diferentes técnicas para realizar la evaluación de la red de riego, analizar la conformación de los bloques hidráulicos y la historia de la implementación de la infraestructura de riego, se proponen algunos elementos para

estudiar el funcionamiento y la eficiencia de la infraestructura desde un punto de vista técnico y social

Evaluación de obras hidráulicas

- Obras de toma de agua (Método volumétrico)
- Sistemas de conducción (Canal principal)
- Sistemas de distribución (canales secundarios)

Determinación de la eficiencia de conducción

- Método volumétrico

b) Descripción del derecho al agua

Se refiere al origen, conservación y transferencia del derecho al agua. Cómo y cuando se crea el derecho al agua, cuales son las normas de conservación y transferencia del derecho. Si el derecho está ligado a la tierra o al usuario. Siendo todos estos acuerdos en base a los usos y costumbres vigentes en la actualidad.

c) Descripción de la organización de usuarios

Para entender el funcionamiento del sistema de riego, un eje central de análisis es el estudio del sistema normativo, es decir: el conjunto de normas y reglas establecidas por la organización de usuarios, socialmente aceptadas y modificadas en el transcurso de la historia, las que organizan el funcionamiento del sistema de riego y posibilitan una gestión colectiva del recurso. El sistema normativo se refiere, principalmente a las reglas de:

- Operación de la fuente
- Distribución del agua entre los usuarios
- Mantenimiento de la red

- Resolución de conflictos
- Gestión económica del sistema (cuotas)

La evaluación del funcionamiento de la organización de usuarios se centra principalmente en el análisis de los siguientes elementos:

- Normatividad reglamentos y estatutos
- Representatividad, modalidades de elección, rotaciones de cargo.
- Las normas, reglas y modalidades de funcionamiento interno de la organización,
- Las reglas existentes y funciones de los diferentes actores para la operación y mantenimiento de sistema

d) Descripción de los sistemas de producción

Los sistemas de producción de las familias campesinas; que sembrar, cuando y donde, es particular para cada familia, la toma de decisión se basa en un análisis en base a los recursos con que se cuente: tierra, agua para riego, capital, y finalmente mano de obra sea esta familiar o contratada.

- La decisión de la cedula del cultivo en función de la oferta de agua de riego y superficie disponible.
- El cálculo del Área Bajo Riego Optimo (ABRO).

Etapas III: Post campo

a) Sistematización de datos

Es el trabajo de gabinete propiamente, es la etapa de análisis, interpretación y evaluación de la información obtenida en el campo de manera permanente, para luego ser procesada en forma de texto, cuadros, diagramas, etc.

IV. SECCIÓN PROPOSITIVA

4.1. Aspectos propositivos del Trabajo Dirigido

Relación resumida de los resultados obtenidos.

Cuadro N° 6: Características generales del sistema de riego de la laguna Charaña

| | |
|-----------------------------|--|
| Tamaño del sistema de Riego | <ul style="list-style-type: none">El sistema de riego pertenece a la categoría microsistema de riego. (PRONAR, 2000) con un área inferior a las 10 hectáreas. |
| Zonas beneficiadas | <ul style="list-style-type: none">Zona de Anari Comunidad Marquirivi, zona de Cañuma |
| Condiciones de acceso | <ul style="list-style-type: none">Vía troncal El Alto – Mallasilla. 7 km camino asfaltadoAcceso estable durante todo el año. |
| Altitud Zona agroecológica | <ul style="list-style-type: none">3720 m.s.n.m. Cabecera de valle, clima templado |
| Aspectos climáticos | <ul style="list-style-type: none">Temperatura media 10,4 °C y la precipitación media anual 488 mm. Humedad relativa del ambiente oscila entre 50 y 70%. Heladas en entre mayo a agosto. Granizo entre septiembre a noviembre y nevadas entre agosto y septiembre. |
| Fuente de agua | <ul style="list-style-type: none">Laguna Charaña, superficie de 3,38 hectáreas, profundidad aproximada de 2 metros, volumen de 67600 m³, calidad de agua buena. |
| Fisiografía y suelos | <ul style="list-style-type: none">Paisaje compuesto por serranías y valles, suelos coluvio aluviales, con permeabilidad moderada. Con pH que varía de 7 a 8Texturas Franco-Arcillo-Limoso, Arcillo-Arenoso, Franco-Limoso y Franco-Arcillo-Limoso. |
| Infraestructura | <ul style="list-style-type: none">Presa reguladora de H°Cº ancho de muro 0,25 m, largo 7 m y altura 2,3 mCanal principal de sección rectángulas de 30 x 25 cm, de H°Cº con una longitud de 790 m. Canal secundario de tierra 858 m de longitud |
| Área bajo Riego | <ul style="list-style-type: none">Área de influencia del sistema de riego 13,53 hectáreasÁrea bajo riego 8,52 hectáreas.Area Bajo Riego Optimo ABRO: 10.64 has. |
| Tradición de riego | <ul style="list-style-type: none">Con amplia experiencia en riego, 60 años |
| Nº de usuarios | <ul style="list-style-type: none">94 usuarios2 de modo provisional (nueva figura de los últimos años) |
| Organización para riego | <ul style="list-style-type: none">Alcalde de Agua, Jilaqata, Usuarios |
| Derechos de agua | <ul style="list-style-type: none">Tienen derecho al agua todos aquellos que están inscritos en la lista de usuarios del libro de actas y hacen uso de este derecho, su expresión es demanda por turnos, es decir. Se riega hasta terminar la parcela y se prioriza según la necesidad del cultivo. Solo en épocas de escasez se limita el turno por horas, con el uso de bombas. |
| Acceso al agua | <ul style="list-style-type: none">Tenencia de tierra, herencia, trabajo al partido y alquiler de tierra. |
| Modalidad de distribución | <ul style="list-style-type: none">Por turnos según la lista con intervalos de una semana. |

| | |
|------------------------------------|--|
| Épocas de riego | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Riego suplementario, desde mayo hasta el inicio de las lluvias, la distribución es bajo lista. ▪ Riego complementario los meses que no se riega bajo lista hasta el final de la época de lluvias, la solicitud es de modo personal hacia el Alcalde de Agua |
| Tipo de mantenimiento | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Preventivo y rutinario. Dos veces por año ▪ 1ra limpieza: mediados del mes de Abril ▪ 2do limpieza: mediados del mes de Agosto ▪ Ambas con fecha fija para el mantenimiento |
| Aportes | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Jornales y dinero (cuotas y multas) |
| Cultivos bajo riego | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Siembra grande: zanahoria, nabo, arveja, haba y papa ▪ Siembra postrera: papa, nabo, cebada, etc |
| Nº de cosechas por año | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dos cosechas por año |
| Épocas de siembra | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Siembra grande: junio a agosto ▪ Siembra postrera: diciembre a enero |
| Destinos de la producción | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zanahoria, nabo, arveja y haba para la venta en los mercados de El Alto y La Paz ▪ Papa para autoconsumo y semilla ▪ Cebada como forraje para ganado lechero |
| Tipos de riego | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Preparación: para barbecho y para la siembra ▪ Riego al cultivo |
| Métodos de riego | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inundación y surcos |
| Caudales manejados | <ul style="list-style-type: none"> ▪ De 10 a 23 l/s |
| Idioma | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aymara y castellano principalmente. |
| Actividades económicas principales | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Agricultura, comercio y transporte. |

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Análisis de resultados

En base a la revisión bibliográfica y trabajo de campo realizado en el área de estudio se obtuvieron los siguientes resultados según los objetivos planteados:

4.2.1. Características estructurales del sistema de riego

La descripción y evaluación de las características estructurales del sistema de riego se tomó como base la caracterización de la infraestructura de la red de riego para el mismo, se hizo uso de imágenes satelitales como una herramienta adecuada para una primera etapa de diagnóstico. Se trabajó con una imagen satelital a una escala 1:3.000, Proyección UTM, Datum WGS 84, lo que permitió identificar:

- Aportantes de la obra de captación
- La obra de almacenamiento (laguna Charaña)
- La obra regulación o presa reguladora
- Canal de conducción (canal principal)
- Canales de distribución (canales secundarios)
- Área de influencia del sistema de riego
- Área bajo riego
- Parcelas de los usuarios

La infraestructura de la red de riego nos permitió de mejor forma comprender la lógica de la distribución, por medio de la ubicación geográfica de los diferentes elementos constructivos de la red como: obra de captación, canal principal, obras de reparto y red secundaria.

Si bien un sistema de riego se caracteriza por una infraestructura que le permite captar, conducir y distribuir el recurso agua, no se puede considerar únicamente como una construcción de ingeniería civil. Como lo destaca Gerben Gerbrandy (1995) “se necesitan más elementos que la única infraestructura de riego para que el agua llegue hasta los cultivos” y, en particular, deben existir acuerdos y reglas para la distribución del agua entre los diferentes usuarios.

4.2.1.1. Aportantes de la obra de captación

Los principales aportantes a la obra de captación de la laguna Charaña son dos:

Laguna de Allancacho: que se encuentra en la comunidad del mismo nombre que colinda con la comunidad de Marquirivi, del rebalse de la misma se alimentan sistemas de riego en la comunidad de Marquirivi, cuando el rebalse no es utilizado para riego, es encausado hacia el lago Negro que colinda con la laguna Charaña, alimentándolo con caudales que varían de acuerdo a la época (Fotografía N°4).



Fotografía N° 4: Presa laguna Allancacho

El lago Negro esta conectados a la laguna Charaña, por un canal rustico que hace más de diez años lo trabajaron los usuarios, lo que permite alimentarlo a través de esta conexión (Fotografía N° 5).



Fotografía N° 5: Canal lago Negro

- **Vertiente Junthuma;** también se constituye en un aportante gracias a acuerdos intercomunales, estas aguas son encausadas hacia la laguna Charaña.

4.2.1.2. Obra de almacenamiento (laguna Charaña)

Las morrenas terminales, formadas durante el último periodo glacial en la cordillera, han dejado una gran cantidad de lagunas, las cuales fueron utilizadas para acumular aguas de lluvias y de vertientes, estas lagunas se han empleado en la época de la colonia para regar las tierras, es el caso de la laguna Charaña que pasó a la administración de los comunarios que en 1952, con diez usuarios, que también heredaron la presa que regula las largadas de agua para riego.

La laguna tiene un espejo de agua aproximado de 3,38 hectáreas, con una profundidad estimada de 2 m, al inicio del trabajo se propuso realizar la batimetría, que consiste en cuantificar el volumen del agua que se puede acumular en la laguna. Al presentarse problemas de límites entre las dos comunidades Marquirivi y Pacajes que comparten la propiedad. El año 2011 por gestiones del Alcalde de Agua, se logró por primera vez realizar la limpieza de la laguna, con el objetivo de ampliar la capacidad de almacenamiento de la laguna, hecho que fue observado por la zona vecina (Charani), que colinda con la zona de Anari (Fotografía N° 6).



Fotografía N° 6: Primera limpieza laguna Charaña

4.2.1.3. Obra de regulación, presa reguladora

Las aguas de la laguna Charaña en la época de las haciendas eran aprovechadas para regar 5 hectáreas de alfalfa, actualmente este es un bosque con plantaciones de eucalipto, también era aprovechada para consumo del ganado lechero.

En esta misma época, se construyó una pequeña presa, esta funcionó por varios años y posteriormente fué remplazada por una nueva en 1972 que fue construida bajo la administración de la organización de usuarios, con las siguientes características, un muro de H⁰C⁰: ancho de 0,25 m, largo de 7 m y altura de 2,3 m, con tres orificios a través de las cuales se realizan las largadas del agua de riego.

La presa presenta pérdidas por filtración (Fotografía N° 7), tanto en su estructura como en sus orificios, estas filtraciones fueron cuantificadas por el método volumétrico, aprovechando un estanque que se encuentra sobre el canal principal bajo los siguientes pasos:



Fotografía 7: Filtraciones presa reguladora



Fotografía 8: Tanque sobre el canal principal

1er. Paso: Se encausó las pérdidas por filtración por el canal principal hasta un tanque (Fotografía N° 8).

2do. Paso: Encausado el flujo, se procedió a medir el caudal de entrada al tanque, estimándose en 13,96 l/min que representa en volumen de 20,10 m³/día, de pérdida por filtración de la obra de regulación.

Esto representa el 7,3 % del volumen total de almacenamiento.

4.2.1.4. Canal de conducción (canal principal)

El canal principal tiene una extensión 790 metros de los cuales un 98% están revestidos con cemento hecho que se logro en tres periodos diferentes:

- En el año 2002, se revistió el tramo B, con una longitud de 120 m, con dotación de cemento por el Gobierno Autónomo Municipal de Achocalla, la asociación contribuyó como contra parte con arena, piedra y mano de obra.
- El año 2010, se revistió el tramo C, con una longitud de 500 m, distribuyendo el trabajo, bajo lista a 4 m por usuario.
- El Año 2011, se revistió el tramo A, con una longitud de 170 m, con trabajo comunal y dotación de cemento por el Gobierno Autónomo Municipal de Achocalla.

a) Construcción tramo C

El canal principal presenta a lo largo de su trayecto, diferencias sustanciales en su estructura, dimensiones, pendientes y calidad propiamente, debido a que fue construido por los mismos usuarios por tramos designados según lista, mismo que no tuvo un seguimiento técnico, que sin embargo no deja de ser funcional en su eficiencia de conducción y distribución.

b) Construcción tramo A y B

Los tramos A y B fueron construidos con la participación de los usuarios de modo colectivo, las mujeres participaron en el acarreo de material y los hombres con conocimientos básicos de construcción en el revestido del canal.

En el canal se identificaron secciones con riesgos de desbordamientos, estas ya han ocasionado problemas de taponamiento provocando pérdidas de agua y conflictos en la distribución, por lo mismo se ha programado su manteniendo en la próxima actividad del 13 de agosto del 2012 (Fotografía N° 9).



Fotografía N° 9: Desmoronamiento sobre el canal principal

4.2.1.5. Canales de distribución (canales secundarios)

Los canales secundarios del sistema tienen una longitud 858 m, que se extienden a lo largo del área de influencia de riego, derivan del canal principal distribuyendo el agua a los bloques hidráulicos. Estos canales son de tierra con un ancho entre 30-35 cm y una altura de 20 cm aproximadamente.

La red de canales secundario sufrió grandes alteraciones en la gestión 2011, causado por la apertura de un camino vecinal que atraviesa al área de influencia del sistema de riego, provocando grandes pérdidas de agua al haberse destrozado en 4 tramos de la red secundaria, hecho que se solucionara con el entubado de estos tramos, comprometido por el Gobierno Autónomo Municipal para la gestión 2012 (Fotografía N°10).



Fotografía N° 10: Red secundaria dañada

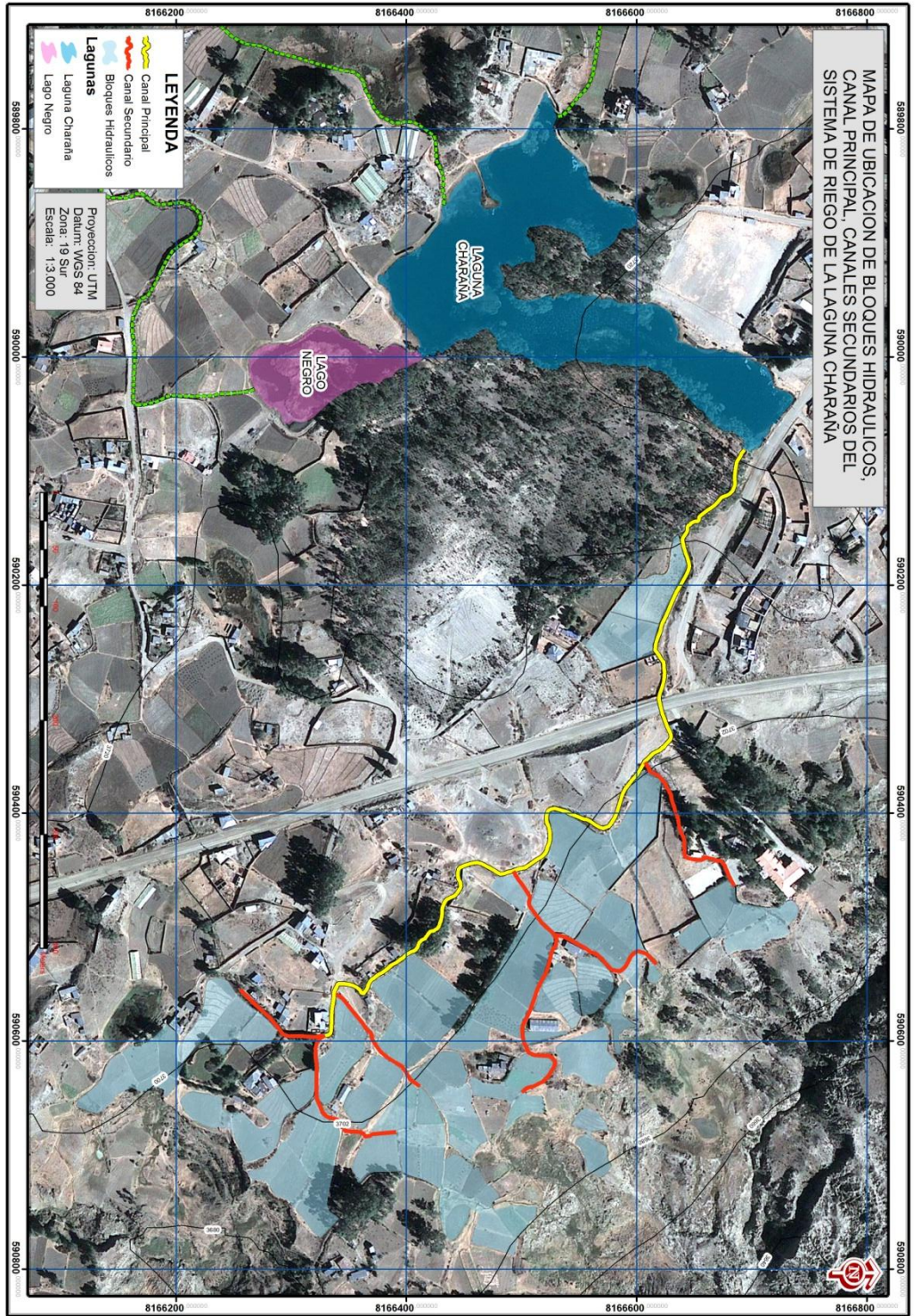
La red de riego al ser una construcción física, modificada y ampliada en el transcurso de la historia. Es un “testigo objeto” de la construcción histórica y social del sistema de riego y de la comunidad. Así, un buen conocimiento de la red de riego, de sus diversas obras de infraestructura, representa la base para entender la funcionalidad del sistema de riego que garantiza su sostenibilidad.



Fotografía N° 11: Canal principal



Fotografía N° 12: Canal secundario



4.2.2. Caracterización de la organización

En la caracterización del tipo de organización es importante reconocer el sistema normativo, se analizaron varios elementos indispensables para entender el derecho al agua y las obligaciones de los usuarios, según la concepción campesina:

- Características de los derechos del agua, a través de un estudio histórico.
- Derechos y las obligaciones de los usuarios.
- Reglas de reparto y la lógica de distribución de las aguas.

4.2.2.1. Antecedentes del sistema normativo y los derechos del agua

En el sistema de riego de la laguna Charaña, con una antigüedad de 60 años de funcionamiento y servicio a la comunidad, los derechos del agua fueron creados históricamente: durante la construcción, implementación y la gestión del sistema.

Los derechos actuales y el propio trazado de la red de riego reflejan usos y costumbres de manejo del agua, entre los usuarios y acuerdos organizativos entre distintos grupos sociales.

El conjunto de estas normas están supeditadas al modo de ingreso, de los derechos y obligaciones de los usuarios, que se convierten así en el fundamento del derecho al agua, aceptado por el aspirante a ser usuario del sistema.

4.2.2.2. Historia del sistema de riego

El estudio del sistema de riego campesino de la laguna Charaña, requiere del estudio integral de la infraestructura, caracterización de la gestión del agua, así como de la recreación histórica del manejo social del agua para entender cómo esta sociedad está regando, se organizó y sigue organizándose frente a cambios

agro económicos eventuales y crisis de la oferta de agua por el incremento de la demanda.

La evolución histórica de las reglas sociales en las comunidades, en cuanto al reparto del agua y a su organización, como un elemento fundamental para prever el futuro de estos sistemas.

Para guardar y conservar la historia del sistema de riego, desde su construcción, tradición de riego, derechos de agua adquiridos y consolidados durante los 60 años; en Asamblea general se decidió centralizar en un solo libro de actas, debidamente notariado la gestión de todos los Alcaldes.

Por su importancia se presenta la transcripción del Libro de Actas:

(Trascripción del acta de apertura)

En la ciudad de El Alto de la Paz a horas nueve y treinta del día dieciocho de Diciembre de mil novecientos noventa y ocho años, yo la suscrita notario de fe pública de primera clase procedí a la apertura del libro Actas de la localidad de Marquirivi Zona Anari jurisdicción Achocalla, provincia Murillo del Departamento de La Paz, para el registro de los comunarios que corre de fojas 1 al 200 útiles de lo que doy fe. En anexo.

(Trascripción del libro de actas)

Achocalla La Paz de la tercera sección de la Provincia Murillo Comunidad Marquirivi zona Anari.

Según el libro de actas señala que “En reunión general realizada en fecha 19 de junio de 1999. Todos los usuarios de riego de agua acordaron que se copiara del libro de actas anterior al nuevo libro, porque el libro antiguo ya estaba muy en

desuso. Al libro nuevo se registrará todos los Alcaldes de aguas que trabajaron en beneficio de la zona”.

Primer Alcalde de Agua.- “En reunión general del 13 de Agosto de 1952 fue elegido Primer Alcalde de Agua Don Carlos Condori y ejerció su cargo durante 3 años 1953, 1954 y 1955 con un número de usuarios 10 usuarios de agua.”

Segundo Alcalde de Agua.- “En la limpieza de acequia y reunión general del 13 de Agosto de 1955 fue también elegido un nuevo Alcalde de Agua. A Don Estanislao Gamboa y la mencionada autoridad de agua de riego trabajo 2 años 1956 a 1957, con una base de usuarios 18 personas y luego renunció a su cargo”.

Tercer Alcalde de Agua.- “Don Cipriano Quispe fue elegido después de la renuncia del Alcalde saliente Estanislao Gamboa, en la fecha 13 de Agosto de 1956, ya que en la fecha indicada se acostumbra elegir al Alcalde de Agua. Don Cipriano Quispe también ejerció su cargo como Alcalde de Agua durante dos años 1957 y 1958, y luego de cumplir con el trabajo nombrado también renunció. Don Cipriano Quispe trabajo con 27 personas que eran los usuarios del agua”.

Cuarto Alcalde de Agua.- “En una reunión general del 13 de agosto de 1958, fue elegido Don Miguel Carrillo como un nuevo Alcalde de Agua, y Don Miguel ejerció su cargo de Alcalde durante 5 años del año 1958 hasta el año 1963, y el trabajó con una base de 34 personas y luego renunció”.

Quinto Alcalde de Agua.- “El quinto Alcalde fue nombrado a Don Mateo Chipana después de una larga reunión del 13 de agosto de 1963, pues Don Mateo ejerció su cargo durante 36 años y en esos años de trabajo fueron también elegidos por la base un colaborador al Alcalde que es el jilaqata y durante los 36 años varios fueron los que hicieron el cargo de jilaqata. Don Mateo empezó a trabajar como Alcalde de Agua con 34 personas y terminó con una base de 78 personas (usuarios)”.

En la presente transcripción, se evidencia como el sistema de riego fue evolucionando y consolidando según usos y costumbres principalmente en número de usuarios, como en la gestión de riego al reconocer las figuras del Alcalde de Agua y del jilaqata, como autoridades encargadas de administrar el agua de riego y el mejoramiento del sistema de riego propiamente

Un sistema de riego, antes de ser una obra de ingeniería civil, es una construcción social que lleva a un grupo humano, hombres y mujeres a definir colectivamente las modalidades de acceso al agua y la conservación de los derechos del agua, así como las obligaciones y reglas que todos deben cumplir para mantener y conservar el acceso a este recurso. Estas normas se derivan de acuerdos sociales y relaciones de poder entre usuarios. Dentro de estas relaciones son muy importantes aquellas, producto de las diferencias de acceso a la tierra, de la condición de género, de las diferencias económicas y sociales.

4.2.2.3. Modalidad para nuevos usuarios

Para los nuevos usuarios la modalidad de ingreso es con solicitud escrita, dirigida a la Asamblea General a través del Alcalde de Agua, es un acto formal y personal que se realiza una vez al año el 13 de agosto, por el cual el solicitante explica su intención de ingresar como usuario del sistema de riego, explicando en qué condiciones llegó a la zona y de quién compro la parcela y otros antecedentes.

Esta solicitud será puesta en consideración de la Asamblea General. Dependiendo de los conflictos y trabajos que anteceden esta reunión y de la claridad y humildad del solicitante se tiene dos opciones que decide la asamblea:

- a) **Rechazado:** al ser rechazado el solicitante tiene la opción de intentarlo el siguiente año, siempre y cuando no haya incurrido en faltas, como robo de agua u otra situación considerada como muy grave, figura que casi de modo definitivo lo imposibilita de acceder al derecho al agua de riego.

- b) **Aceptado:** en caso de que la solicitud sea aceptada el solicitante pagará su ingreso en la modalidad que se maneje ese año, en bolsas de cemento o en cajas de cerveza, cantidad que se fijara en la reunión y el nuevo usuario será ingresado en la lista de usuarios, también su nombre será ingresado en la lista como futuros Jilaqatas. Aceptando los derechos y las obligaciones de un usuario según usos y costumbres.

Dados los conflictos que se han ido generando los últimos años, por la falta de agua al final del periodo seco, frecuentemente se propone la idea de cerrar la lista, y no aceptar nuevos ingresos, solo se aceptan de modo provisional y cambios de nombre.

4.2.2.4. Modalidad de transferencia del derecho

La transferencia del derecho o cambio de nombre es una medida administrativa, que solo se acepta por:

- a) Herencia en vida, como anticipo.
- b) Fallecimiento.
- c) División de la parcela, creándose así un nuevo usuario.

4.2.2.5. De los derechos y obligaciones de los usuarios

Los derechos y obligaciones de los usuarios están normados por los usos y costumbres de la comunidad, entendiéndose como las prácticas sociales o comunitarias conocidas y aceptadas, relacionadas con el uso y aprovechamiento de fuentes de agua con fines agropecuarios y con la gestión de sistemas de riego, basadas en autoridades naturales o constituidas, procedimientos y normas convenidas.

Los derechos de los usuarios son:

- Estar inscrito en lista de usuarios (libro de actas)
- Al agua en calidad, cantidad y frecuencia determinada
- A ser elegido Alcalde de Agua
- A voz y voto en las reuniones y asambleas
- A participar en las decisiones colectivas
- A participar en las reuniones sin discriminación
- A tomar decisiones con respecto al manejo del agua

Las obligaciones de los usuarios son:

- Participar en las reuniones
- Participar en los trabajos de mantenimiento del sistema de riego
- Cumplir con el pago de cuotas
- A ser elegido Jilaqata
- Respeto a las reglas de distribución y/o reparto
- Pago de multas u otras sanciones aprobadas por la asamblea.

Por esto, los derechos, las obligaciones y las normas establecidas por las comunidades campesinas no siempre se rigen por las leyes oficiales que fija el Estado para el manejo de las aguas, en las comunidades campesinas existen sistemas legales y normas que resultan de la historia de estos sistemas de riego, de las relaciones sociales existentes, y de los usos y costumbres todavía vigentes.

4.2.2.6. Asambleas y reuniones

En el sistema de riego, se realizan anualmente dos asambleas generales y reuniones semanales de solicitud de agua.

Para las asambleas la convocatoria se realiza de manera verbal y comunicados de radio.

a) Asamblea del mes de abril

La reunión se programa cercana a la primera quincena del mes de abril, la fecha es comunicada a todos los usuarios, aprovechando las reuniones de distribución o al paso, esta reunión es denominada **chika larqa alle**, esta tiene los siguientes objetivos:

- Control de asistencia
- Organización de grupos de trabajo
- Trabajo de mantenimiento de los canales primario y secundarios
- Reunión informativa
- Control de asistencia

Los grupos de trabajo de limpieza inician la actividad a primeras horas de la mañana en la cola del canal principal, aproximándose a la fuente de agua, luego se forman nuevos grupos que se encargarán de limpiar los canales secundarios, con los usuarios de estos canales. Terminando así en la fuente de agua, lugar donde da inicio la reunión del mes de abril, el Alcalde de Agua rendirá informe de las actividades que ha realizado desde que fue posesionado, hace ocho meses (agosto del año pasado), de no presentarse ningún otro tema se procede a tomar la lista y la reunión finaliza.

La reunión del mes de abril, es una reunión informativa en la que se aprovecha de realizar el mantenimiento rutinario, se procura que sea en fin de semana para lograr la mayor cantidad de asistencia (Fotografía N° 13)



Fotografía N° 13: Reunión general mes de abril

b) Asamblea general del mes de agosto

Esta asamblea se convoca similar a la anterior, la fecha de reunión fija el 13 de agosto, esta es la reunión más importante de la organización de usuarios y sin duda la reunión más difícil, esta reunión es denominada **larqa alle** o reunión de limpieza de acequia.

Esta reunión se desarrolla bajo el siguiente orden:

Inicia en la fuente de agua avanzando sobre el canal principal limpiándolo realizando así el mantenimiento preventivo a la época de lluvias, solo se limpia el canal principal, terminando en el lugar de reunión, donde según usos y costumbres el Jilaqata invita un plato tradicional a todos los usuarios, terminada esta invitación y da inicio la reunión, la conduce el Alcalde saliente bajo el siguiente orden del día:

- Lectura del acta anterior
- Informe del Alcalde de Agua saliente
- Asuntos varios

- Nuevos ingresos
- Nombramiento del nuevo Alcalde y Jilaqata

La modalidad de elección del Alcalde de Agua, es según usos y costumbres por votación o por aclamación.

Luego de haberse nombrado un nuevo Alcalde o haber ratificado al anterior por su buena gestión al frente de la organización de usuarios. Posteriormente se nombra al Jilaqata según la lista existente, de no estar presente o no poder cumplir con esta obligación se solicitaran voluntarios entre los que falten cumplir este rol, la nuevas autoridades son posesionadas por el Alcalde y el Jilaqata salientes.

Luego de la elección y posesión de las autoridades, como costumbre para celebrar a sus nuevas autoridades, cada usuario al momento de pasar lista entrega una botella de cerveza y más las cajas de cerveza de los nuevos ingresos para compartir conjuntamente.

4.2.3. Caracterización de la administración

En la organización la Directiva Alcalde de agua y Jilaqata son solidariamente son responsables de conservar y mejorar la infraestructura de riego en su gestión para el buen funcionamiento del sistema conjuntamente con los beneficiarios de base. Asimismo en asambleas y reuniones administran la toma de decisiones por consenso en el manejo del agua para evitar conflictos que dañen la relación entre los usuarios.

4.2.3.1. Funciones y responsabilidades

4.2.3.2. Alcalde de Agua

El Alcalde de Agua es quien asume la mayor responsabilidad, es el actor fundamental de la administración y operación del sistema de riego, su familia le colabora en algunas de estas obligaciones al existir una fuerte estructura familiar, se puede concluir que el cargo no solo recae sobre la persona, sino sobre la familia.

Es el representante de la organización de usuarios ante la comunidad en las reuniones generales, es quien transmite las necesidades, las inquietudes de los usuarios frente a estas instancias, es quien gestiona la cooperación, es el responsable de conducir las reuniones generales y las reuniones de distribución.

El Alcalde de Agua en la distribución:

- Elaboración de la lista de distribución
- Operar la fuente de agua
- Es quién entrega el caudal
- Es quién vigila el flujo
- Cobra el aporte económico por operación del sistema

4.2.3.3. Jilaqata

El Jilaqata es una figura que se fue construyendo dentro de la organización, es un colaborador del Alcalde, fue evolucionando y básicamente cumple dos funciones:

- Reemplazar al Alcalde en caso que este no pueda cumplir con sus obligaciones y su familia no pueda reemplazarlo, o en casos de enfermedad, fallecimiento e incumplimiento de sus obligaciones, quien deberá terminar el periodo para el que fueron elegidos.

- Es el encargado de proporcionar un almuerzo de confraternidad comunitaria para todos los usuarios del sistema el día de la reunión general a mediados del mes de agosto, este cargo según usos y costumbres es una obligación que deberán cumplir todos los usuarios según lista.

En algunos casos una sola persona puede asumir simultáneamente los dos cargos, se dio la gestión 2010.

Se ha identificado que existe una relación de poder en torno a estos dos cargos, principalmente de Alcalde de Agua ya que quien ostenta este cargo podrá favorecer en la distribución a sus familiares o allegados, lo que genera conflictos dentro la organización de usuarios. Para evitar estos conflictos se escoge con mucho cuidado a la persona que cumplirá este cargo.

4.2.3.4. Usuarios “base”

El rol de los usuarios es tan importante como la de Alcalde o Jilaqata, ya que es el cuerpo o como ellos dicen es la “base” de la organización, sobre ellos también pueden recaer todas las obligaciones de las autoridades ya que ante la falta de estos, los usuarios pueden representar, administrar, operar y mantener el sistema de riego, no se limitan a regar sus parcelas, sino que velan por la organización.

En muchas ocasiones los usuarios se encargan de una de las más importantes actividades como es la recarga de la fuente de agua, conduciendo el agua de otras fuentes hacia la laguna, actividad que generalmente se hace de noche cuando el agua no es aprovechada al terminar en el río.



Fotografía N° 14: Alcalde Agua y Jilaqata encabezan Asamblea



Fotografía N° 15: Organización para trabajos de mantenimiento

4.2.4. Caracterización de la operación

Para lograr un mejor entendimiento del modo de operación del sistema de riego, es importante describir las reglas de reparto.

4.2.4.1. Las reglas de reparto y la lógica de distribución del agua de riego

Una vez adquirida la condición de usuario del sistema de riego, sea esta de modo definitivo o de modo provisional, la expresión de este derecho se plasma en el turno de riego con el que el usuario podrá solicitar agua, el día domingo a las siete de la mañana en el lugar destinado para este efecto, programando así el día de riego durante la semana, esto en los periodos que el agua se distribuye bajo lista nueve meses del año desde mayo hasta enero (Fotografía N°14).



Fotografía N° 16: Reunión de solicitud de agua

4.2.4.2. Reglas de distribución del agua

En la zona de estudio se identificó que las reglas de distribución de agua, funcionan bajo los siguientes criterios:

- Turno de riego
- El grado de movilidad del agua
- Las características del flujo
- La organización del flujo
- Los horarios y tiempos de distribución

4.2.4.3. Turno de riego

Cada usuario hace uso de su turno de riego cada dos semanas en los periodos de distribución por turnos según listas que se dan en 9 meses al año. La solicitud de turno de riego en época de lluvias se hace de modo personal y no bajo lista comprendida en los meses de diciembre a febrero, esto se da cuando la obra de captación rebalsa.

El turno de riego no está ligado a la superficie, es decir que el turno riego termina cuando se termine de regar su parcela. Las familias con mayor superficie tienen acceso a un mayor volumen de agua, no existiendo una perfecta proporcionalidad entre la superficie y el derecho del agua.

4.2.4.4. El grado de movilidad del agua

Se pueden diferenciar dos situaciones características:

- **El agua está ligada a la parcela.** Un usuario no tiene derecho a mandar el agua en otra parcela.
- **Fuerte movilidad del agua.** Las normas permiten al usuario mandar el flujo a cualquier parcela de la familia. Esta modalidad se cumple solo si es autorizada por la Asamblea General.

4.2.4.5. Características de distribución del flujo

Los usuarios utilizan el flujo entero no dividido (monoflujo), dependiendo de la extensión de la parcela, las parcelas grandes no comparten el flujo, ya que esto implicaría destinar más horas al riego.

Los usuarios dividen el caudal (diflujo y multifujo), cuando este no puede ser manejado, compartiendo una fracción del flujo con uno o varios usuarios, esto dependerá del tamaño de la parcela y del manejo de grandes caudales recibidos, los cuales pueden causar problemas de erosión hídrica.

También esto dependerá de la capacidad de operación de la fuente de agua y la variación del caudal en la fuente según la temporada (estiaje o época de lluvias), influenciando sobre el manejo de los caudales para la distribución entre usuarios.

Otro factor que también afecta en el criterio de la selección del monoflujo y multiflujo, es la ubicación en la lista de solicitud de agua, quién esta antes o después en la lista, su voluntad de compartir o no el flujo.

4.2.4.6. Organización de la distribución

En el sistema de riego, la distribución se realiza según un orden que corresponde a la lista de distribución, esta lista se elabora a criterio del Alcalde o solicitud de los usuarios, bajo los siguientes criterios: a la sucesión de las parcelas sobre el canal principal (cola del sistema) y en bloques hidráulicos, el orden de distribución es organizado preferentemente comenzando por la cola del canal principal, luego por bloques hidráulicos hasta terminar de regar, evitando así que al agua vuelva a la cola, terminando en las parcelas ubicadas cerca de la fuente de agua.

Cuando no se logra el consenso en la elaboración de la lista de distribución, esta se hace de acuerdo al orden de la lista.

Muchas veces se logran formas intermedias de distribución entre estas dos situaciones, siempre dependiendo del criterio del Alcalde de Agua y la voluntad de los usuarios de ubicares en la lista de distribución, existiendo usuarios que tienen la costumbre de regar al inicio, conocedores de las ventajas y desventajas de esta ubicación.

4.2.4.7. Horarios y tiempos de distribución

La elaboración de la lista de distribución se hace los días domingo a las siete de la mañana en el lugar de costumbre, dependiendo la cantidad de usuarios que solicitan agua para riego se los organiza por días, agrupándolos generalmente entre ocho solicitantes por día, dependiendo la cantidad de usuarios, se regará de lunes a viernes, solo en casos excepcionales se regará sábado o domingo.

El horario de distribución inicia a primeras horas de la mañana, dependiendo la época, el usuario (de su capacidad de operar la fuente), y su cercanía a la fuente de agua, existiendo usuarios que riegan desde las cinco de la mañana hasta terminar de regar, pasando así el flujo al siguiente en la lista, hasta el último, terminando al final de la tarde momento en que el Alcalde cierra la fuente.

El tiempo y horario es variable, al no existir un tiempo estrictamente definido para cada usuario, el tiempo es necesariamente variable de un turno al otro, cada usuario puede usar el flujo “hasta terminar su parcela”. Según el tamaño de la parcela, el cultivo implementado, las fases de desarrollo del cultivo, la duración del riego de cada usuario es variable dependiendo del caudal recibido.

En épocas que se considera que el agua va a escasear, se limita el turno de riego a tres horas por usuario como máximo, esto se da a finales del mes de noviembre. En la peor época de escasez, el agua se extrae con el uso de bombas, la limitante en tiempo es la capacidad económica ya que el precio por hora de bombeo fluctúa entre 25 a 30 Bs/hora.

4.2.4.8. Frecuencia de la distribución

Entendiéndose que la frecuencia de distribución es el tiempo entre dos riegos a la misma parcela, en el sistema la frecuencia está dada por el periodo de solicitud, que es cada dos semanas, esta frecuencia es manejada por el criterio del usuario, pudiendo regar en el mejor de los casos cada 10 días y en el peor cada 18 días, un criterio para mantener una frecuencia homogénea es solicitar el agua el mismo día cada semana regando así cada catorce días.

4.2.5. Caracterización del mantenimiento

Tanto el mantenimiento preventivo como rutinario, preceden a las dos reuniones generales, el mes de abril se da el mantenimiento rutinario, ya que en este mes el

sistema funciona para riego complementario, es decir se riegan las parcelas ocasionalmente.

En agosto el mantenimiento es preventivo esperando el inicio de las lluvias, en este periodo el sistema se encuentra en pleno funcionamiento para riego suplementario ya que la totalidad de las parcelas están sembradas y el agua se distribuye todas las semanas, bajo lista.

4.2.6. Área Bajo Riego Optimo (ABRO)

Entre las condiciones impuestas por el BID para el financiamiento de proyectos de microriego una de las más importantes es la referida a la Hectárea Incremental, valor que determinará el monto total máximo de inversión y cuyo calculo, reviste especial interés para el análisis de sistemas de riego.

El cálculo de la Hectárea Incremental pretende demostrar el efecto directo del agua, sobre la situación productiva del sistema analizado. Por lo tanto es un indicador que será determinado por todos aquellos factores, (cultivos, evapotranspiración, precipitaciones, caudales disponibles, eficiencias, etc.), que tienen que ver con el riego. Los resultados del ABRO para el sistema de riego es de 10,64 hectáreas para los cultivos zanahoria, nabo, arveja, haba y papa (Ver en anexos reporte de resultados).

4.2.6.1. Cédula de Cultivo

La cédula de cultivos conforma una matriz que describe y cuantifica todos los cultivos, y correspondientes superficies, que se desarrollan BAJO RIEGO durante un año agrícola dentro del área de influencia de riego.

Para elaborar la cédula de cultivo es necesario conocer los cultivos implementados o por implementarse, la superficie por cultivo y la época de siembra.

Los cultivos más importantes en la siembra grande son: la zanahoria, nabo, haba, arveja y papa, marginalmente se siembra cebada entre los más destacados, las superficies variaran de año en año, según la decisión de los comunarios.

En la siembra postrera los más importantes son la papa, nabo y cebada, ocasionalmente cebolla y otros.

Cuadro N° 7: Cédula de Cultivo

| N° | CULTIVO | ACTIVIDADES | MESES | | | | | | | | | | | |
|----|-----------|------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY |
| 1 | PAPA | Roturación del terreno (arado) | | X | | | | | | | | | | |
| | | Nivelación del terreno (rastreado) | | X | | | | | | | | | | |
| | | Abonado y siembra | | | X | | | | | | | | | |
| | | Aporque | | | | | X | | | | | | | |
| | | Riego | | | | X | X | X | | | | | | |
| | | Cosecha | | | | | | | | X | | | | X |
| 2 | HABA | Roturación del terreno (arado) | | | | | | | | | | | | |
| | | Nivelación del terreno (rastreado) | X | | | | | | | | | | | |
| | | Abonado y siembra | | X | | | | | | | | | | |
| | | Fumigado | | | | X | | | | | | | | |
| | | Riego | X | X | X | X | X | X | | | | | | |
| | | Cosecha | | | | | | | | X | | | | |
| | ZANAHORIA | Roturación del terreno (arado) | X | | | | | | | | | | | |
| | | Nivelación del terreno (rastreado) | X | | | | | | | | | | | |
| | | Abonado y siembra | | X | | | | | | | | | | |
| | | Fumigado | | | | X | | | | | | | | |
| | | Riego | X | X | X | X | X | X | | | | | | |
| | | Cosecha | | | | | | | | X | | | | |
| 4 | ARVEJA | Roturación del terreno (arado) | | | X | | | | | | | | | |
| | | Nivelación del terreno (rastreado) | | | X | | | | | | | | | |
| | | Abonado y siembra | | | X | | | | | | | | | |
| | | Riego | | | | X | X | X | X | | | | | |
| | | Cosecha | | | | | | | | | X | | | |
| 5 | NABO | Roturación del terreno (arado) | | | X | | | | | | | | | |
| | | Nivelación del terreno (rastreado) | | | X | | | | | | | | | |
| | | Abonado y siembra | | | X | | | | | | | | | |
| | | Riego | | | X | X | X | X | | | | | | |
| | | Cosecha | | | | | | | | X | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6.2. Épocas de Riego

La principal época de riego en el sistema analizado inicia el mes de mayo con la preparación para barbecho y para la siembra terminando al inicio de las lluvias (noviembre – diciembre), en caso de presentarse periodos secos en medio de las lluvias (veranillos) también se regara de modo ocasional. Época en la cual el sistema es suplementario al que denominaremos siembra grande.

Otra época no menos importante es aquella en que el sistema funciona de modo complementario que inicia a finales del anterior la denominada siembra postrera, periodo en el cual se riega ocasionalmente.

4.2.7. Cronograma de organización, administración, mantenimiento y operación

Los problemas identificados en el sistema de riego campesino de la laguna Charaña de la zona Anari de la comunidad Marquirivi van tanto desde lo técnico hasta lo social, dentro del sistema se identifican los distintos elementos constitutivos que hacen de este un sistema de riego.

La asociación de usuarios de la laguna desde mucho tiempo atrás viene haciendo prácticas de mantenimiento de su sistema de riego, sobre todo referidas a la limpieza de sus canales. Esta práctica ha demostrado ser la más eficiente bajo todos los aspectos que se toman en cuenta en el mantenimiento de canales.

La implementación de un programa de mantenimiento deberá discutirse conjuntamente con los usuarios. En base al programa tradicional establecido y ampliado a la limpieza de todos los canales. Se deberá implementar una participación equitativa de los usuarios de las diferentes áreas de riego para realizar tareas de mantenimiento definido.

4.3. Análisis de la sustentabilidad del sistema de riego

La sustentabilidad del sistema de riego, nos indica el grado de seguridad o inseguridad respecto a la continuidad de las condiciones de gestión existentes en un sistema de riego.

La seguridad está relacionada directamente con la permanencia de los componentes del sistema de riego y la existencia de procesos dinámicos, estrategias, habilidades y equilibrios para asegurar su duración, se deben tomar en cuenta factores externos que inciden en el desempeño y la gestión del sistemas de riego.

Se realizó el diagnóstico y la valoración de la sustentabilidad del sistema de riego a partir del análisis previo de sus elementos constitutivos y de los aspectos de su gestión. El análisis de cada uno de estos componentes fue realizado a partir de la identificación de un conjunto de factores que inciden en ellos.

Con el propósito de ordenar la información se establecieron tres criterios:

- La gestión
- Agro económicos
- Valoración de la sustentabilidad

En cuanto a la gestión se tomaron datos generales del sistema de riego, fuente de agua, derechos, organización, operación y distribución, infraestructura y mantenimiento, y efectos del entorno ambiental y económico.

Para lo agro económico, la descripción de los sistemas de producción, indicando los cambios en los siguientes aspectos: cédula de cultivo, calendario agrícola, número de riegos, rendimientos, precios agrícolas y finalmente la comercialización.

Para así poder entender el efecto del riego en el incremento de los ingresos de las familias campesinas.

Finalmente la valoración de la sustentabilidad requiere un análisis previo de los elementos constitutivos de la gestión del sistema de riego.

Los componentes para la valoración de la sustentabilidad, que son los denominados duros son: la fuente de agua, la infraestructura, el área de riego y la organización de los usuarios.

4.3.1. Valoración de la sustentabilidad del sistema de riego

Los componentes para el análisis de la sustentabilidad son los siguientes:

- La organización de usuarios
- La fuente de agua
- Las condiciones de operación
- La situación de los derechos de agua
- Las condiciones de distribución
- El estado de la infraestructura y su mantenimiento
- El área de riego
- Las condiciones de la producción agropecuaria

Los componentes permiten dar una visión integral de la sustentabilidad del sistema.

4.3.2. Sustentabilidad de la organización de usuarios

La organización de riego presenta una Alta sustentabilidad. Tiene acuerdos y reglas establecidas que se cumplen, además existe continuidad en las funciones para administrar sus recursos y gestionar el agua de riego.

La organización de usuarios del sistema de riego encargado de la gestión de riego, funciona de modo específico e independiente de la comunidad así como los otros cuatro sistemas que operan en la comunidad Marquirivi.

Las reuniones generales están claramente determinadas los meses de abril y agosto, con la participación de todos los usuarios bajo lista, las actividades para cada reunión también están determinadas, por lo que su desarrollo es normal.

Es transparente la rotación de los cargos ya que son elegidos en reunión general buscando el consenso de toda la base de usuarios.

Se tiene la capacidad de convocar a los usuarios para trabajos de emergencia o trabajos comunales dentro del área de riego, aprovechando las reuniones de solicitud de agua los días domingo o por mensajes radiales.

La organización de riego es reconocida por el conjunto de usuarios y cuenta con mecanismos establecidos para la toma de decisiones, pero al no tener las normas y reglamentos de forma escrita presenta una gran flexibilidad en la toma de decisiones.

4.3.3. Sustentabilidad de la fuente de agua

La sustentabilidad en cuanto a la fuente de agua es Media; es confiable en calidad y cantidad, la laguna Charaña es compartida con zona Charani, de la comunidad Pacajes quienes si bien no usan el agua para riego, la aprovechan como atractivo turístico los fines de semana con el alquiler de botes, venta de comidas y bebidas.

En reunión entre Autoridades; Secretarios Generales de las comunidades de Pacajes y Marquirivi, Presidentes de las juntas de vecinos Anari y Charani y Alcalde de Agua, se decidió que cualquier trabajo sobre la laguna Charaña se asumiría de manera coordinada y concertada para descartar posibles conflictos.

4.3.4. Valoración de las condiciones de operación

En cuanto a la valoración de las condiciones de operación la sustentabilidad es Media. Las condiciones de operación están claramente atribuidas al Alcalde de Agua, en base a sus conocimientos y capacidades para asumir la responsabilidad de la operación del sistema, existe riesgo de interrupciones en la operación por arrastre de sedimentos y deslizamientos sobre el canal principal, interrumpiendo la distribución, estas son subsanadas con la organización de trabajos de mantenimiento.

4.3.5. Valoración de los derechos del agua

En cuanto a los derechos al agua la sustentabilidad es Alta; los derechos están establecidos claramente y son reconocidos por los usuarios. El derecho es adquirido al ingresar la lista de usuarios y este se va consolidando a través de los jornales invertidos durante la construcción y rehabilitación de las obras del sistema de riego. La transferencia del derecho está claramente normada y es reconocida por los usuarios y la comunidad.

4.3.6. Valoración de la distribución

En cuanto a la distribución del agua la sustentabilidad es Alta; la distribución de agua de riego es organizada según bajo lista, con reuniones semanales para este efecto. Las normas de distribución responden a los “usos y costumbres” que ha adoptado la organización de usuarios, cuyas características son equidad, transparencia y flexibilidad y respetada por la mayoría de los usuarios y acomodada a la infraestructura de riego.

4.3.7. Valoración de la infraestructura y el mantenimiento

En cuanto a la infraestructura y el mantenimiento presenta sustentabilidad Alta. Las obras están en buenas condiciones pese a su antigüedad esto en referencia a la presa reguladora aunque ya presenta filtraciones, que han sido medidas y sobre la cual se trabajará cuando el nivel del agua baje, el canal principal presenta signos prematuros de deterioro, debido a la modalidad que se empleo en su construcción.

Las jornadas de mantenimiento son positivas, ya que al tener el canal principal revestido luego de su limpieza se realizan trabajos preventivos en otros sectores que se van identificando por parte de los usuarios como del Alcalde.

4.3.8. Valoración del Área de Riego

En cuanto al área de riego la sustentabilidad es Alta. El área de influencia del sistema de riego alcanza las 13,53 hectáreas, de las cuales 8,52 corresponden al área bajo riego, pudiéndose incrementar el área regable ya que existen propiedades que no cuentan con riego, pero ante la posibilidad de escasez de agua se limita su ingreso.

4.3.9. Valoración de la Producción Agropecuaria

En cuanto a la producción agrícola y pecuaria la sustentabilidad es Alta. Esta se ve fortalecida con la oferta de agua para riego, la mayoría de la producción es destinada a la comercialización tanto en la ciudad del El Alto en Villa Dolores y en la ciudad de La Paz en el mercado de la zona Chijini, esto para los productos: zanahoria, nabo, arveja y haba, una pequeña parte de esta producción es para el autoconsumo o para el pago de jornales con productos como en el caso de la papa que es esencialmente para autoconsumo.

Parte de la producción agropecuaria está asociada a la lechería, esto se da más en el periodo de lluvias ya que la siembra de cebada es importante en esta época, también se emplean en la pecuaria los rastrojos de la producción.

En base a los resultados obtenidos de sustentabilidad y valoración podemos concluir que el sistema de riego de la laguna Charaña en la mayoría de sus componentes analizados presenta una Alta Sustentabilidad.

Cuadro Nº 8: Componentes para el Análisis de la Sustentabilidad

| COMPONENTES | FACTORES | | VALORACIÓN | | |
|------------------|---|--|------------|-------|------|
| | | | ALTA | MEDIA | BAJA |
| Organización | Funciones /necesidades Acuerdos, Transparencia Transferencia de conocimientos | Disponibilidad de recursos, normativas, instrumentos y capacidades humanas | A | | |
| Fuente de agua | Disponibilidad (ciclos), Derechos de posesión Calidad | Seguridad de acceso, Acceso de oportunidad | | M | |
| Operación | Responsabilidades | Transparencia | | M | |
| | Acuerdos | Disponibilidad de recursos normativas/ instrumentos y capacidades humanas | | | |
| | Transferencia de conocimientos | | | | |
| Derechos de agua | Acuerdos, Transparencia | Gestión, Usuarios mujeres | A | | |
| Distribución | Gestión, | Transparencia | A | | |
| | Responsabilidades, Acuerdos, Transferencia de conocimientos | Disponibilidad de recursos y capa- cidades humanas | | | |
| Infraestructura | Calidad de la obra, Mantenimiento preventivo | Mantenimiento rutinario | A | | |
| | Posesión | Funcionalidad | | | |
| | | Operación | | | |
| Área de riego | Superficie de riego | Área regable | A | | |
| Producción | Suelos Clima, Agua | Ingresos por producción y seguri- dad alimentaria | A | | |

ESCALA DE VALORACIÓN

Alta= Seguridad y continuidad de los procesos y elementos

Media= Procesos o situaciones que tienden a l inseguridad

Baja=Condiciones críticas de gestión e inseguridad

V. SECCIÓN CONCLUSIVA

Finalizado el trabajo de investigación, podemos indicar las siguientes conclusiones:

- Los campesinos de la zona de estudio han desarrollado a lo largo de los años un enorme conocimiento en el manejo de las aguas de riego y la gestión del sistema de riego basado en usos y costumbres que se van transmitiendo de generación en generación ya que viene funcionando hace 60 años.
- El sistema de riego de la laguna Charaña (segundo lago) zona Anari, de la comunidad Marquirivi, tiene una organización exclusiva en torno al riego, reconociéndose las figuras de Alcalde de Agua y Jilaqata como autoridades encargadas de la administración, operación y mantenimiento del sistema de riego.
- La organización conformada por 94 usuarios, para conservar su derecho al agua realizan mantenimiento de la infraestructura de la red de riego, tanto preventivo como rutinario que anteceden a las dos reuniones generales los meses de abril y agosto.
- Las decisiones, lineamientos y trabajos de la organización se toman en las dos reuniones generales que son precedidas por el Alcalde de Agua y el Jilaqata que se desarrollan la primera quincena del mes de abril y agosto. En la reunión del mes de agosto denominada Larqa alle es donde se reciben la solicitud de ingreso y se realiza la elección de las nuevas autoridades.
- El Alcalde de Agua es la autoridad encargada de planificar la forma de distribución, reparto y control del agua de riego, el cual ejerce su cargo una gestión, pudiendo ser reelegido en más de una oportunidad, teniendo como reemplazante en caso de emergencia al Jilaqata.

- En la comunidad Marquirivi funcionan cinco sistemas de riego que operan de modo independiente, sin embargo conjuntamente solicitan cooperación del Gobierno Autónomo Municipal de Achocalla para encarar obras de mejoramiento de sus infraestructuras.
- La laguna Charaña se constituye como principal fuente de agua del sistema de riego, cuyas dimensiones aproximadas son: superficie de 3,38 hectáreas, profundidad 2 metros y con capacidad de almacenamiento estimada de 67.600 m³.
- El sistema de riego en los 60 años de funcionamiento, ha sido mejorado parcialmente en su infraestructura; con la construcción de una nueva presa reguladora de hormigón ciclópeo hace 40 años; con el revestido del canal principal de sección rectangular con una longitud 790 m, en la última década y ampliación paulatina de los canales secundarios que alcanzan 858 metros. Esta infraestructura riega 8,52 hectáreas. El área de influencia del sistema alcanza 13,53 hectáreas beneficiando a 94 usuarios.
- El método de riego a nivel de la parcela es el riego por superficie para los cultivos de: zanahoria, nabo, arveja, haba, cebada y por surcos para la papa. La frecuencia de riego varía entre productores no pudiendo ser menor a los 10 días ni mayor a los 18 días, ya que se solicita agua cada dos semanas.
- El cultivo de zanahoria es el más importante en la zona alcanzando al 40% de la superficie cultivada, esto debido a su importancia económica, ya que llega a tener precios elevados que varían de 200 a 300 Bs por carga de 8 a 10 arrobas. Le siguen el nabo la arveja y el haba.
- Se tienen dos cosechas por año, producto de las dos siembras: siembra grande y siembra postrera, la siembra grande se inicia en junio hasta agosto y la siembra postrera inicia de diciembre a enero.

- El sistema de riego tiene una fuerte estructura organizativa al respetarse las decisiones y acuerdos internos, los usuarios son conscientes que son responsables tanto de mantener y conservar el buen estado de la infraestructura, lo que garantiza la provisión de agua para riego.

RECOMENDACIONES

En base a los resultados y las conclusiones del presente trabajo, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Cualquier modificación tanto técnica como social deberá sustentarse y respetar el tipo de administración y organización según usos costumbres, que si bien puede presentar deficiencias técnicas, socialmente cumple con su propósito, dotar de agua para riego a los usuarios en la cantidad necesaria.
- Ampliar las investigaciones en el sistema de riego, para lograr un conocimiento más preciso de su funcionamiento orientado más a la parte técnica, el presente trabajo por limitaciones de tiempo y el excesivo celo con respecto al agua para riego no logro abarcar, si se demuestra que el agua alcanza para regar más hectáreas esto provocaría conflictos, entre los usuarios y las comunidades.
- Dirigir investigaciones orientadas a reconocer y valorar el rol de la mujer en el riego campesino, que si bien figuran un 26% en la lista de usuarios, en la realidad más del 80% de las actividades son realizadas por mujeres en torno al riego.
- La organización del sistema de riego debe fortalecerse y consolidarse a través de la elaboración y aprobación consensuada de un Reglamento Interno y Estatuto Orgánico para garantizar su sostenibilidad.

VI. BIBLIOGRAFÍA

APOLLIN, F, et. al (1998) Metodología de análisis de diagnóstico de sistema de riego campesino. Ed. RURALTER. Quito-Ecuador.

CÉSPEDES. R. (1995) Descripción y análisis del sistema de riego tradicional en la comunidad Jatichulaya-Prov. Bautista Saavedra, Departamento de La Paz. Tesis de Grado UMSA-Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.

CHIPANA et. Al (2010) Riego en los países del Cono Sur. Ed. BID.

CLAVIJO, G. (2001) Efecto de solución de Nitrato de Amonio y Densidad de siembra, sobre el contenido proteico de la cebada (*Hordeum vulgare*), producida en sistema hidropónico. Tesis de Grado. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia.

DÍAZ, H. (1994) Producción campesina bajo riego. Ed. PEIRAV. UMSS. Cochabamba Bolivia.

DÚLA, N. (1963) Apuntes de irrigación. Facultad de Ciencias Agronómicas UMSS. Ed. FAO. Cochabamba Bolivia.

GERBRANDY, G. HOOGENDAM, P (1988) Aguas y Acequias. Ed. PLURAL. Cochabamba-Bolivia.

GTZ-PROAGRO, (2008) Efectos del riego en los ingresos en las familias campesinas. Ed. GTZ-PROAGRO. Cochabamba-Bolivia.

GTZ-PROAGRO, (2010) Sustentabilidad y autogestión de sistema de riego. Ed. GTZ-PROAGRO. Cochabamba-Bolivia.

LARA, V. (1990) Mejoramiento de la unidad de riego pucusoni (pequeña obras hidráulicas). Tesis. UMSS. Cochabamba Bolivia.

MACA, (2005) Políticas Publicas de Riego. Ed. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. La Paz-Bolivia.

MACA, (2002) Manual del Usuario ABRO 3.3. Ed. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. La Paz-Bolivia.

MACA, (2005) Guía para la elaboración de proyectos de microriego. Ed. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. La Paz-Bolivia.

MACA, (2005) Memoria de Programa Nacional de riego. Ed. Programa Nacional de Riego. La Paz-Bolivia.

MAGDR, (2000) Inventario Nacional de Sistemas de riego. Ed. Programa Nacional de Riego, Cochabamba Bolivia.

MMAyA (2009) Plan de Nacional del desarrollo del riego “Para Vivir Bien” 2007-2011. Ed. Vice Ministerio de Riego. La Paz-Bolivia.

MAGDER (2003) Plan de riego Bolivia 2002-2007. Ed. CAT-PRONAR. Cochabamba-Bolivia.

MONTES DE OCA, I. (1992) Sistema de riego y agricultura en Bolivia. Ed. HISBOL. La Paz Bolivia.

PRONAR, (1997) Curso Taller “Diseño de Sistema de riego y preparación de proyectos”. CAT- PRONAR. Cochabamba-Bolivia

PRONAR, (2004) Investigación Aplicada. Revista N° 4. Ed. PRONAR. La Paz-Bolivia.

PRONAR, (2004) Investigación Aplicada. Criterios para Diseñar la Distribución de Agua en Proyectos de Riego. Ed. PRONAR. CAT-PRONAR. La Paz-Bolivia.

SÁNCHEZ, C. (2005) Sistema de riego. Uso Manejo e Instalación. Ed. RIPALME. Lima-Peru.

SALAZAR, F. (1994) Introducción de elementos conceptuales sobre derecho de agua en la gestión campesina de riego. Ed. PEIRAV. UMSS. Cochabamba Bolivia.

SERRANO, G. (2010) Ingeniería de riego y drenaje. Ed. UMSA-Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.

SEJAS, J. LINO, J. (1969) Informe Hidrológico y agronómico del valle de Achocalla. Editorial del Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. La Paz Bolivia.

SEMTA (Servicios Múltiples de Tecnologías Apropriadas). (1995) Diagnostico de microcuenca de Achocalla. Editorial SEMTA. La Paz Bolivia.

SERRANO, G. (2007) Diseño y construcción de obras hidráulicas, análisis, presupuestos y proyectos. Facultad de Agronomía UMSA. La Paz Bolivia.

ANEXOS

Plan Nacional de Desarrollo del Riego

“... Para Vivir Bien”



República de Bolivia



Ministerio del Agua
Viceministerio de Riego



Servicio Nacional de
Riego

FORMULACION FICHA DE IDENTIFICACION Y VALIDACION

“PROYECTO DE MEJORAMIENTO SISTEMA DE MICRORIEGO LAGUNA CHARAÑA-ACHOCALLA”

Promovido por:
Gobierno Autonomo Municipal de Achocalla
Comunidad Marquirivi-Zona Anari
Cantón Achocalla

Elaborado por:
Univ. Egr. Marcelo Torres Cuevas



gtz

FICHA DE IDENTIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DE PROYECTOS DE RIEGO (FIV)

Día Mes Año
 Fecha de llenado: 10 08 2012

IDENTIFICACIÓN

| | |
|----------------------------|--|
| Nombre del proyecto | Mejoramiento sistema de microriego Laguna Charani-Achocalla |
|----------------------------|--|

Alcance del proyecto

Mejoramiento Ampliación Rehabilitación Nuevo

Localización del proyecto

| | | | |
|---------------|-----------|------------------------------|---------------------|
| Departamento: | La Paz | Cuenca de la fuente de agua: | Laguna Charaña |
| Provincia: | Murillo | Cuenca mayor inmediata* | Cuenca Achocalla |
| Municipio : | Achocalla | Cuenca principal* | Endorreica-Titicaca |

*Según clasificación y codificación oficial del Viceministerio de Cuencas

| | | | |
|--------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------|
| Condición agroecológica: | Altiplano () | Valles altos (X) | Chaco () |
| | Valles mesotérmicos () | Llano () | |

Ubicación geográfica del área del proyecto

| | Desde | | Hasta | |
|-------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | Grados-minutos | UTM | Grados-minutos | UTM |
| Latitud, N | 16° 33´ | 536526 E | 16° 37´ | 537911 E |
| Longitud, E | 68° 06´ | 8257879 N | 68° 11´ | 8259403 N |
| Altitud | 3,720 m.s.n.m. | | 3,702 m.s.n.m. | |

Nota: Adjuntar croquis de ubicación en carta IGM 1:50:000

Vías de acceso al área del proyecto (zona de riego y sitios de emplazamiento de obras)

| Tramo | Distancia (km) | Tiempo (horas) | Material de la vía | Estado |
|--------------------------|----------------|----------------|--------------------|--------|
| Capital La Paz-Achocalla | 23 | 1 | Asfalto | B |
| Achocalla-Laguna Charaña | 4 | 0,25 | Asfalto | B |

Valores Posibles Para Estado: **(B)**ueno, **(R)**egular, **(M)**alo

PARTE I: SITUACIÓN ACTUAL DEL AREA DEL PROYECTO

1.1. Características de la cuenca de la fuente de agua

| | | | | | | | |
|--|----------|------------------|--------|----------------|-------|------|-------|
| Nombre de la cuenca | | Cuenca Achocalla | | | | | |
| Área de la cuenca (km ²) | | | | | | | |
| Altitud (m.s.n.m.) | | Máxima | 4,000 | Mínima | 3.702 | | |
| Lluvia media anual | 488 (mm) | Nombre estación | | Estación SEMTA | | | |
| Población (Nº de habitantes asentados en el área de la cuenca) | | 6000 | | | | | |
| Uso del suelo*(%) | | AT: 18% | AI: 21 | PI: 21 | PE: 0 | F: 1 | O: 39 |

*Uso de suelo: (AT) Agrícola temporal, (AI) Agrícola intensivo, (PI) Pastoreo intensivo, (PE) Pastoreo extensivo, (F) Forestal, (P) Pastizal, (O) Otros. (No cultivables)

1.2 Descripción de la fuente de agua (incluir fotografías de la fuente)

| Tipo | Nombre | Caudal según época (l/s) | | Volumen anual (m3) |
|------|----------------|--------------------------|----------|--------------------|
| | | Seca | Lluviosa | |
| E | Laguna Charaña | 15 | 25 | 67.600 |
| | TOTAL | | | 67.600 |

Tipo de Fuente: (R) Río, (V) Vertiente, (S) Subterránea, (E) Embalse, (Q) Quebrada, (D) Deshielo
En caso de existir más fuentes de agua, insertar filas

Aforo de la fuente de agua

| Nombre de la fuente | Fecha de medición/ muestreo | Aforo (l/s) |
|---------------------|--------------------------------|-------------|
| Laguna Charaña | 10-mayo-2012 | 15 |
| | | |

Presentar en anexos el método de aforo y los valores encontrados

Calidad del agua

| Nombre de la fuente | pH | C.E. mmhos/cm | RAS | Clase de agua |
|---------------------|------|------------------|------|-------------------------------|
| Laguna Charaña | 6,05 | 51,70 | 2,27 | C ₁ S ₁ |

C.E.= Conductividad eléctrica; RAS = Relación de adsorción de sodio

Describir los riesgos que podrían afectar la disponibilidad y calidad del agua en la fuente (disminución de caudal, contaminación, sedimentos, otros)

Podría presentarse disminución del caudal por efectos de colmatación de la laguna por arrastre de maleza y material local (sedimentos), sobre todo en la época de lluvias, riesgo que puede ser subsanado con la concientización para realizar actividades de mantenimiento de la cuenca donde se encuentran las principales fuentes aportantes.

Condición de uso de la fuente

| | | | | |
|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| ¿Compartida? | Si | <input checked="" type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ¿Con quién? (nombre) | Acuerdo | | Conflictos* (sí o no) | Ubicación |
| Comunidad Pacajes, Zona Charani | Documento privado y actas | | Si | F |
| | | | | |

Ubicación:(AR)Aguas Arriba(AB)Aguas Abajo(F)En la fuente

*Descripción del conflicto:

* La fuente laguna Charaña es compartida por comunidades: Charani de la comunidad Pacajes y Anari de la comunidad Marquirivi, cuyo aprovechamiento es de diferentes formas; Anari para riego y Charaña como atractivo turístico.

¿Cuenta con registro de derechos de agua? Si No

1.3.Descripción de la zona de riego

1.3.1.Área de riego

| Concepto | | Área (ha) |
|--|-------------------------|-----------------|
| Ar | Área Regable | 13,50 |
| Ara | Área Media Anual Regada | 8.5 |
| Lluvia media anual en la zona de riego: 488 (mm) | | Estación: SEMTA |

1.3.2 Población y tenencia de la tierra en el área regable (entrevista a informantes clave)

| Comunidades o zonas de riego | Número de familias | Tenencia de tierra (ha/familia) | |
|----------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------|
| | | Menor a 1 ha | Mayor a 1 ha |
| Comunidad Marquirivi; zona Anari | 94 | 94 | 0 |
| | | | |

1.3.3.Producción agropecuaria

| Cultivos bajo riego (Cultivos de mayor importancia por superficie) | | | | |
|--|-----------|-------------|-------------|--------------------|
| Cultivos | Área (ha) | Mes Siembra | Mes Cosecha | Rendimiento (t/ha) |
| Zanahoria | 3,4 | Junio | diciembre | |
| Nabo | 1,2 | Julio | Noviembre | |
| Arveja | 1,2 | Septiembre | Enero | |

| | | | | |
|------|-----|-------|-----------|--|
| Haba | 1,7 | Julio | Enero | |
| Papa | 0,8 | Julio | Diciembre | |

| Cultivos a temporal (principales cultivos según su orden de importancia) | | | | |
|--|-----------|-------------|-------------|--------------------|
| Cultivos | Área (ha) | Mes Siembra | Mes Cosecha | Rendimiento (t/ha) |
| Nabo | 2 | Diciembre | Abril | |
| Papa | 3,5 | Enero | Mayo | |
| Cebada | 1,5 | Enero | Junio | |

| Especie | Nº cabezas por familia | Precio por cabeza (Bs) |
|---------|------------------------|------------------------|
| Bovinos | 0 | 0 |
| Ovinos | 0 | 0 |
| Cerdos | 0 | 0 |

Lugar de comercialización: (Finca, Feria local, Mercado municipal, Mercado urbano, Exportación, etc.)

La Paz; Mercados de Chijini.

El Alto; Mercado Villa Dolores Calle N° 6

1.3.4. Uso de Tecnología (en %)

| | | | | | |
|-------------|----|------------|----|------------|--|
| Tradicional | 90 | Mecanizada | 10 | Intermedia | |
|-------------|----|------------|----|------------|--|

Método de aplicación del riego:

| | | | | | |
|----------|-----|-----------|--|-------|--|
| Gravedad | 100 | Aspersión | | Goteo | |
|----------|-----|-----------|--|-------|--|

1.3.5. Características del suelo en el área de riego

Topografía:

Plana a suave (0% a 2%) ladera (2% a 5%)

Inclinada (5% a 10%) ladera (> 20 %)

Profundidad del suelo:

Superficial (<20 cm) a moderado (20 a 80 cm) Profundo (>80 cm)

Riesgos en el área de riego (marcar con X la celda correspondiente)

| Riesgo | % del área total de riego | Grado de riesgo | | | |
|--------|---------------------------|-----------------|-------|------|---------|
| | | Alto | Medio | Bajo | Ninguno |
| | | | | | |

| | | | | | |
|-------------------------|-----|---|---|---|---|
| Aneamiento | 2 | | | X | |
| Salinización | 0 | | | | X |
| Erosión | 10 | | | X | |
| Contaminación | 0 | | | | X |
| Heladas | 100 | X | | | |
| Sequías | 100 | X | | | |
| Granizadas | 60 | | X | | |
| Inundaciones (crecidas) | 0 | | | | X |

Grado de Riesgo: Alto=Probabilidad de daños/pérdidas totales, Medio=Probabilidad de daños/pérdidas parciales, Bajo=Probabilidad de daños/pérdidas leves

1.4. Infraestructura de Riego Existente

1.4.1. Presas de almacenamiento

| Tipo | Nombre | Año de construcción | Estado de mantenimiento | Capacidad (m ³) |
|------|----------------|---------------------|-------------------------|-----------------------------|
| CG | Laguna Charaña | 1972 | R | 67.600 |
| | | | | |

Tipo de Presa: (R) Rústica, (TC) Tierra Compactada, (CG) Concreto-gravedad, (En) Enrocado,

Estado de Mantenimiento: (B) Bueno, (R) Regular, (M) Malo

1.4.2. Estanques, atajados, qhotañas, qochas y otros

| Tipo | Material de Construcción | Año de construcción | Estado de mantenimiento | Capacidad (m ³) |
|-------|--------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |

Material de construcción: (TC) Tierra Compactada (H) Hormigón (MP) Mampostería de Piedra

Estado de Mantenimiento: (B)ueno, (R)egular, (M)alo

1.4.3. Obras de captación

| Tipo | Material de Construcción | Año de construcción | Estado de Mantenimiento | Capacidad (l/s) |
|-------|--------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |

Tipo: (TD) Toma Directa, (PD) Presa Derivadora, (GF) Galería Filtrante, (T) Tajamar,

(TT) Toma Tirolesa, (EB) Estación de bombeo.

Material de Construcción: (R) Rústico, (H) Hormigón (MP) Mampostería de Piedra,

1.4.4. Obras de conducción / distribución

| Tipo | Longitud (km) | Año de construcción | Material de Construcción | Estado de Mantenimiento | Capacidad (l/s) |
|------|---------------|---------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|
| GP | 0,790 | 2011 | H°Cº | R | 25 |
| SG | 0,858 | ----- | T | R | 20 |

Tipo Gravedad: (GP) Principal, (GS) Secundario, (GT) Terciario.

Tipo Presurizado: (PP) Principal, (PS) Secundario, (PT) Terciario; (S) Sifón

Material de Construcción: (T) Tierra, (HC) Hormigón Ciclópeo, (MP) Mampostería de Piedra. (P) PVC o polietileno, (M) Metal

1.4.5 Riesgos que afectan la infraestructura existente

| Infraestructura | Riesgo identificado | Grado de riesgo | | |
|-------------------------|------------------------|-----------------|-------|------|
| | | Alto | Medio | Bajo |
| Presas de regulación | Grietas y filtraciones | | X | |
| Conducción/distribución | Grietas | | X | |

Describir el grado de riesgo al que esta expuesta la infraestructura:

1.5. Gestión del Sistema de Riego

1.5.1. Organización para la gestión del sistema de riego

Asociación Comité Cooperativa Sindicato
 OTB Capitanía Organización originaria
 Otros

h) Cargos principales: (Presidente, VicePresidente, Secretario de Actas, etc.)

Alcalde de Agua y Jilacata

i) Documentos para la Gestión del Sistema:

Estatutos Reglamentos Libro de actas Ninguno

1.5.2. Derechos de agua según usos y costumbres

Modalidad de adquisición del derecho:

Afiliación Comunal Dotación Aporte

Herencia Prestación de servicio Otros

Derechos de agua asignados a:

Persona Natural () Persona Jurídica () Terreno ()

Número de familias usuarias con derechos al Sistema de Riego: (94)

Nota: adjuntar lista de usuarios por comunidad/zona de riego

1.5.3. Distribución de agua

Periodo Lluvioso (verano): Por turno: Frecuencia (días): Demanda Libre:
 Periodo Seco (Invierno): Por turno: Frecuencia (días): 14 Demanda Libre:

1.5.4. Mantenimiento Existe mantenimiento? Si () No ()

| Mes | Tipo de mantenimiento (Rutinario, de Emergencia, Preventivo) |
|--------|---|
| Abril | Rutinario |
| Agosto | Preventivo |

PARTE II: EL PROYECTO

2.1 Concepto de proyecto

En la zona Anari de la comunidad Marquirivi, cuenta con sistema de riego que viene funcionando hace 60 años, este presenta daños en su infraestructura, principalmente perdidas por captación, conducción y distribución, que deben ser mejorados a través de un proyecto mejoramiento y rehabilitación.

La comunidad tiene tradición de riego que es ejercida a través de su gestión de riego según usos y costumbres.

Alcance con el sistema de riego mejorado:

- Presa reguladora
- 3 Camara desarenadora
- Sistema de conducción principal: tubería PVC de 8", en longitud de 1100 m.
- Sistema de conducción secundario: tubería PVC de 6", en longitud de 2000 m.
- 50 cámaras de distribución
- 4 pasos vehiculares.

Resultados del proyecto (Infraestructura principal):

El proyecto obtendrá un volumen de: m³/de agua por año
 Cubriendo un total de: hectáreas regadas

Y beneficiará a un total de: familias

2.2 Entidad promotora y solicitante del proyecto: Gobierno Municipal de Sorata

| | | | |
|--|----------------------------------|-----|--|
| Municipio o Prefectura: Gobierno Autónomo Municipal de Achocalla | | | |
| Dirección | Plaza Principal de Achocalla s/n | | |
| Teléfono | | Fax | |
| E-mail | | | |

PDM

| | |
|----|-------------------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input checked="" type="checkbox"/> |

Año

Los beneficiarios conocen los alcances y características de la idea de proyecto Si No

2.3 Oferta de agua del proyecto

Descripción de la fuente de agua:

| Tipo | Nombre | Q* (l/s) | V* (m3) |
|---------|----------------|-------------|------------|
| Embalse | Laguna Charaña | 15 | 67,600 |

Tipo: (R) Río, (V) Vertiente, (S) Subterránea, (E) Embalse, (Q) Quebrada, (D) Deshielo
* Representa los caudales o volúmenes medios de aprovechamiento propuestos.
(Describir la disponibilidad de agua para el proyecto).

La disponibilidad de agua en la laguna Charaña permanente.

2.4 Infraestructura propuesta

- Presa reguladora
- 3 Camara desarenadora
- Sistema de conducción principal: tubería PVC de 6", en longitud de 1100 m.
- Sistema de conducción secundario: tubería PVC de 4", en longitud de 2000 m.
- 50 cámaras de distribución
- 4 pasos vehiculares.

2.4.1 Croquis de las obras propuestas (Ver en anexos)

2.4.2 Cómputos métricos estimados

| Obra | Cantidad | Unidad |
|--|----------|----------|
| • Presa reguladora | 1 | Global |
| • Cámara desarenadora | 3 | Unidades |
| • Sistema de conducción principal: tubería PVC de 6" | 1100 | MI |
| • Sistema de conducción secundario: tubería PVC de 4". | 2000 | Unidades |
| • Cámaras de distribución | 50 | MI |
| • Pasos vehiculares. | 4 | Unidades |

2.4.3 Presupuesto estimado de obras (Costos directos)

| Obra | Unidad | Cantidad | Costo unit. (\$us) | Costo total (\$us) |
|--|----------|----------|--------------------|--------------------|
| Instalación de faenas y replanteo | Global | 1 | 1500 | 1500 |
| Presa reguladora | Global | 1 | 2500 | 2500 |
| Cámara desarenadora | Unidades | 3 | 1100 | 3300 |
| Sistema de conducción principal: tubería PVC de 6" | mL | 1100 | 28 | 30800 |
| Sistema de conducción secundario: tubería PVC de 4". | mL | 2000 | 20 | 40000 |
| Cámaras de distribución | Unidades | 50 | 150 | 7500 |
| Pasos vehiculares. | Unidades | 4 | 500 | 2000 |
| | | | | 87600 |

2.4.4 Tiempo estimado de ejecución (meses): 5 meses

2.4.5 Costos estimados del proyecto (\$us)

| Concepto | Preinversión \$us | Inversión \$us |
|-----------------|-------------------|-----------------|
| Costos directos | 7008,00 | 87600 |
| Supervisión | | 4380 |
| Acompañamiento | | 6132 |
| TOTAL | 7848,96 | 98112,00 |

2.4.6 Conclusión sobre la validez de la idea del proyecto y categorización

La implementación del presente proyecto será de mucha relevancia para mejorar el nivel de vida de la comunidad de Anari, por el potencial productivo de los terrenos de cultivo y diversificación de cultivos, por lo tanto, la implementación del proyecto es de fundamental importancia para el desarrollo de la comunidad.

2.4.7 Identificación de los riesgos que podrían afectar la infraestructura propuesta

Riegos físicos, como controlar posibles erosiones por efecto de torrenteras producto de las lluvias, y realizar el mantenimiento y limpieza del curso del río en el sector de la toma.

Aspectos que se consolidará y fortalecerá con una gestión de riego sostenible y autogestionable.

2.4.7 Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones:

- La comunidad de Anari, se encuentra ubicada en una zona con potencial productivo muy alto principalmente en la producción de hortalizas que cubren demandas de la ciudad del Alto y ciudad de La Paz.
- Con la infraestructura planteada y topografía presente en las áreas de riego puede implementarse métodos de riego presurizado.
- Existe gran expectativa en la comunidad para apoyar y emprender e implementar el proyecto de riego para mejorar la situación de la producción agrícola.

Recomendaciones:

De todo lo anteriormente expuesto, se recomienda la implementación del sistema de riego descrito, que tendrá un efecto directo en el aumento de los rendimientos, diversificación de cultivos y se logrará mejorar el nivel de vida de los pobladores de la comunidad.

Responsable del llenado del formulario:

| | |
|---------------------|---------------------------------|
| Nombre | Ing. Luis Alberto Torres Cuevas |
| Institución | Consultor |
| Cédula de identidad | |
| Firma | |

| | |
|---------------------|----------------------------------|
| Nombre | Univ. Egr. Marcelo Torres Cuevas |
| Institución | Consultor |
| Cédula de identidad | 2532980 L.P. |
| Firma | |

