

PLAN VII

PROYECTO DIPECHO

BINACIONAL PERÚ - BOLIVIA



INVENTARIO Y DIAGNÓSTICO HIDROLÓGICO EN COMUNIDADES VULNERABLES EN EL ALTIPLANO LAPAZ Y ORURO



ORGANIZACION DE LAS
NACIONES UNIDAS
PARA LA ALIMENTACION
Y LA AGRICULTURA



Financiado por:



Ayuda Humanitaria y
Protección Civil

Proyecto: “Preparación y reducción de riesgos en respuesta a los eventos climáticos extremos y los problemas de disponibilidad de agua en comunidades vulnerables del altiplano de Bolivia y Perú”.

Elaboración:

CENTRO AGUA de la Universidad Mayor de San Simón – Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Revisión Técnica:

Einstein Tejada

Ibert Lugones

Revisión y Edición:

Rosse Mary Noda Videá

Diseño y diagramación:

Pilar Montesinos

Diseño de Tapa:

Pedro Felipe Condori Miranda

Foto de portada:

Rosse Mary Noda Videá

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene, no implica, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión del material contenido **en esta publicación para fines educativos y otros no comerciales** sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, siempre que **se especifique claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción para reventa y otros fines comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor.**

**PREPARACIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO
EN RESPUESTA A LOS EVENTOS CLIMÁTICOS
EXTREMOS Y PROBLEMAS DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA EN COMUNIDADES VULNERABLES
DEL ALTIPLANO DE PERÚ Y BOLIVIA**



Índice

1.	ANTECEDENTES	5
1.1.	Objetivos	5
1.2.	Metodología	6
2.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	9
2.1.	Ubicación	9
2.2.	Clima	9
2.3.	Zonificación Socioeconómica	10
2.4.	Seguridad Alimentaria	11
2.5.	Aspectos Organizativos	12
3.	RECURSOS HÍDRICOS	23
3.1.	Cuencas y Sub-cuencas	23
3.1.1.	Cuenca del río Mauri	23
3.1.2.	Cuenca del Desaguadero Medio	25
3.1.3.	Cuenca del Lago Poopó	25
3.1.4.	Cuenca del Salar de Coipasa	26
3.2.	Los Recursos Hídricos en el Área de Estudio	27
3.2.1.	Inventario de Fuentes de Agua	27
3.2.2.	Situación de los Recursos Hídricos en los Municipios de Estudio	28
3.2.3.	Inventario de Sistemas de Riego	29
3.3.	Diagnósticos de Sistemas de Riego	30
3.3.1.	Tipología de Sistemas de riego	30
3.3.2.	Sistemas de Micro-riego por Bombeo	31
3.3.3.	Sistemas de Micro-riego con Vertientes	33

3.3.4. Sistemas de Micro-riego con Aguas de Escurrimiento en Ríos	34
3.3.5. Embalse de Suministro de Agua para Abrevado	36
3.3.6. Sistemas de Micro-riego de Bofedales	36
3.3.7. Calidad del agua para riego	38
3.3.8. Gestión de los Sistemas de Riego	39
3.4. Conclusiones y Recomendaciones	39
4. ESTRATEGIA DE MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS	59
4.1. Meta Estratégica	59
4.2. Ejes Temáticos	59
4.2.1. Generación de Información Básica	60
4.2.2. Mejoramiento de la Eficiencia de uso del agua	61
4.2.3. Estudio e Implementación de Nuevos Sistemas de Riego	62
4.2.4. Manejo de cuencas transfronterizas	63
5. BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXO 1	67
ANEXO 2	79
ANEXO 3	101
ANEXO 4	104

1. ANTECEDENTES

La región andina de Bolivia y Perú es afectada por extremas bajas temperaturas asociadas con sequías recurrentes resultando en desastres climáticos que afectan ambos países sin distinción de fronteras. Un ejemplo son los efectos del fenómeno de “El Niño” ocurrido el 2009 y 2010 que afectaron a la producción, la infraestructura y a la población, generando impactos negativos en la producción, las tasas de crecimiento económico y la competitividad de ambos países.

Las comunidades alto-andinas presentan muchas debilidades para enfrentar y responder a los desastres climáticos y sus municipios no presentan capacidades para manejar y administrar sus fondos, especialmente en estados de emergencia. Esta situación empeora por la poca accesibilidad a los datos meteorológicos y la falta de medidas preventivas para enfrentar las emergencias climáticas.

La FAO ha estado trabajando y apoyando la seguridad alimentaria en Bolivia y Perú desde 1978 y, hasta la fecha, ha implementado 32 proyectos de emergencia y participado en 4 proyectos de emergencia a nivel regional. Estos proyectos de emergencia se han centrado en la asistencia y rehabilitación a los sectores agrícola y ganadero afectados por desastres de tipo climático.

El Centro AGUA es un centro de Enseñanza e Investigación de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias «Martín Cárdenas», de la Universidad Mayor de San Simón (Cochabamba-Bolivia), especializado en la investigación interdisciplinaria con énfasis en riego y la problemática del agua en la región. Ha participado en proyectos de ayuda humanitaria ante eventos de sequía recurrente en el Chaco Cruceño, en los aspectos relacionados al inventario de fuentes de agua, diagnósticos de la gestión de sistemas de agua y en apoyo al fortalecimiento de los comités de agua.

Por los antecedentes presentados, la FAO y el Centro AGUA acuerdan colaborar en la ejecución de acciones que permitan reducir la vulnerabilidad, de las comunidades alto-andinas, debidas a la falta de agua mediante la promoción de sistemas mejorados de manejo de sistemas de agua.

1.1. Objetivos

El objetivo mayor es reducir la vulnerabilidad, de comunidades alto-andinas, debida a la falta de agua mediante el mejoramiento de sistemas de suministro de agua.

Para la consecución del objetivo planteado se esperan los siguientes objetivos secundarios:

- Realizar un inventario de fuentes de agua en 781 comunidades seleccionadas.

1 El estudio se realizó en 78 comunidades incluyendo las de los municipios de Charazani y Curva en el Norte de La Paz. El presente informe solo considera los resultados de las comunidades del altiplano sur tanto del inventario como de los diagnósticos. Los resultados para el Norte de La Paz se presentan en un Anexo.

- Elaborar 24 diagnósticos y balances hídricos en comunidades vulnerables priorizadas en base a los estudios de inventario.
- En base a los diagnósticos, apoyar en la selección de sistemas para construir o rehabilitar micro-sistemas de distribución de agua en pequeña escala en las comunidades vulnerables priorizadas.
- En los sistemas seleccionados para construir o rehabilitar durante la ejecución del proyecto, apoyar en la organización de Comités de Agua.
- En base a las experiencias recogidas, desarrollar una estrategia simple para el manejo de los recursos hídricos.

1.2. Metodología

Una de las tareas centrales fue la recopilación de información secundaria generada en estudios realizados para el área de proyecto. Por su ubicación en la cuenca endorreica del Lago Titicaca, río Desaguadero y Lago Poopó, los estudios del Sistema TDPS fueron una fuente importante de información. Otra fuente importante de información fue el estudio Escenarios de Uso y Asignación del Agua en la Cuenca de los ríos Mauri y Desaguadero elaborado por Molina y Cruz (2008).

La realización del Inventario de fuentes de agua y su registro en fichas de inventario y mapas parlantes ha sido realizada por 3 técnicos de campo² contratados para tal efecto y las actividades o pasos cumplidos son los siguientes:

- Trabajos previos o de preparación
- Visita de reconocimiento y de contacto con informantes clave.
- Entrevista a informantes clave y levantamiento de información en mapa parlante y en fichas de registro.
- Procesamiento de la información.

Los resultados se presentan en el Informe del Inventario de Fuentes de Agua y en el Mapa de Fuentes de Agua. En el **Anexo 1** se presenta un ejemplo de la ficha de inventario utilizada y del mapa parlante generado además de los cuadros resumen del inventario de fuentes.

Para la elaboración de los diagnósticos de sistemas de riego se realizaron las siguientes actividades:

- Trabajos preparatorios.
- Selección de sistemas de riego.

2 Los técnicos de campo que generaron la información del inventario de fuentes de agua y de los diagnósticos de sistemas de riego son los Ingenieros Agrónomos Alan Camacho, Jesús Jiménez y Ronald Argote.

- Levantamiento de información de campo para el diagnóstico.
- Procesamiento de la información de campo en Fichas Diagnóstico.
- Identificación de problemas en la infraestructura y en los aspectos sociales de gestión en los sistemas y de las demandas de los usuarios.
- Diseño de obras simples y presupuesto de obras.
- Estudio hidrológico de las micro-cuencas de aporte y balance hídrico.

Los resultados se presentan en el Informe de Diagnóstico de Sistemas de Riego y en el Mapa de Sistemas de Riego. En el **Anexo 2** se presenta un ejemplo de la ficha de diagnóstico aplicada así como los cuadros resumen de los resultados.

En el **Anexo 3** se presentan los cuadros resumen del análisis hidrológico de las micro-cuencas de aporte y los resultados de los análisis de aguas de las fuentes de agua de los sistemas de riego estudiados.

En el **Anexo 4** se presentan los resultados obtenidos para las comunidades de los municipios de Charazani y Curva ubicados en el Norte de La Paz.

2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Ubicación

El área de estudio comprendió 78 comunidades ubicadas en 7 municipios del departamento de Oruro y 5 municipios del departamento de La Paz³, cuya ubicación se presenta en la Figura 1, donde se puede ver que los municipios de Charazani y Curva se ubican en el norte de La Paz y corresponden a cabecera de valles mientras que los restantes 10 municipios corresponden a la región altiplánica.

2.2. Clima

El clima en la zona altiplánica, debido al factor de la altitud mayor a 3400 msnm, es frío inclusive durante el verano. La precipitación en el sector del río Mauri que corre por la parte sur de los municipios de estudio de La Paz y norte de los de Oruro, es de 400 mm año con decrecimiento paulatino hasta 200 mm en dirección sur hacia el Salar de Coipasa. En la **Figura 2** se presenta el mapa de isoyetas promedio anuales.

Las isotermas de la **Figura 3** muestran que la temperatura media anual varía entre 7,8°C y 11,8°C. En el Cuadro 1 se presenta el comportamiento de los principales elementos climáticos.

En el área de proyecto, de acuerdo al informe del TDPS los vientos son variables en direcciones y velocidades, especialmente en el sector del lago Poopó. En el salar de Coipasa las calmas alcanzan por lo general valores muy altos, superiores al 67% y, en algunos meses cercanos al 100%.

La humedad relativa en general es baja y varía entre el 42 y el 47%. Durante el período de estiaje, en los meses de junio a octubre, la humedad de aire es por lo general igual o inferior al 50% en toda la región, mientras que en la estación de lluvias (diciembre - marzo) puede alcanzar hasta los 70%. A nivel diario, en general, la humedad relativa tiene un comportamiento inverso a la temperatura, baja al comienzo de la tarde y más elevada en la noche.

La radiación solar global es de 518 cal/cm².día en Patacamaya, en el sur. No obstante, ella cambia significativamente en el transcurso del año y varía desde 457 en junio hasta 596 en noviembre. La insolación es de 2.752 horas de sol al año en Patacamaya, con una distribución en el año igualmente contrastada entre verano e invierno pues el número promedio de horas de sol por día cambia de 8,8 en julio a 5,5 en enero.

3 Los Municipios de estudio son: Charazani y Curva en el norte de La Paz, Charaña, Calacoto y Santiago de Callapa en el altiplano de La Paz y Corque, Santiago de Andamarca, Belén de Andamarca, Curahuara de Carangas, San Pedro de Totora, Huayllamarca y Choquecota en el departamento de Oruro.

La evaporación de la región registrada en tanques de evaporación clase «A», se ha estimado en valores muy elevados que fluctúan por año en un promedio de 1.900 mm en el área altiplánica del proyecto.

Uno de las limitaciones climáticas más importantes es la ocurrencia de heladas tal como puede verse en la **Figura 4**, la zona de estudio presenta entre 150 y 300 días con helada al año y, en algunos sectores al sur de Charaña, con más de 300 días de helada al año.

Finalmente en la **Figura 5** se presenta la clasificación climática del área de proyecto donde se puede ver que las unidades presentes son:

C(d)C : Semilluvioso y frío, con todas las estaciones secas

Este clima aparece en una estrecha franja de la parte norte del área de trabajo, en las cercanías de la comunidad de Calacoto. En esta zona las temperaturas medias anuales se estiman entre 5 y 6°C, con mínimas medias inferiores a 0°C, pudiendo alcanzar hasta -4°C. Esto hace que las heladas se manifiesten durante casi todo el año. Tales condiciones hacen que las actividades agrícolas sean restringidas.

D(d)C : Semiárido y frío, con las estaciones secas.

Este tipo de clima impera en la mayor parte del área de trabajo, con una precipitación total anual inferior a 400 mm que incluso llega a 200 mm hacia el Sudoeste. La temperatura media anual varía entre 5 y 8°C y las mínimas medias son inferiores a 0°C. El número de días con heladas fluctúan entre 150 y 300 al año. La principal diferencia con el anterior tipo climático es la mayor sequía, debido a la drástica disminución de la precipitación.

2.3. Zonificación Socioeconómica

En el estudio de zonificación elaborado para el Sistema TDPS se realizó una zonificación socioeconómica que define áreas homogéneas que presentan condiciones socioeconómicas semejantes y que tienen diferencias con otras que se encuentran en áreas colindantes. La variabilidad espacial está dada por la presencia de asentamientos poblacionales ocupados en actividades económicas, servicios de salud, educación, así como del suministro de agua potable, alcantarillado y el grado de integración vial interna y externa, aspectos que conforman el componente socioeconómico.

Para la zonificación socioeconómica, en el estudio del Sistema TDPS se utilizaron una serie de variables como el tamaño de la población, su distribución y la densidad, servicios sociales como la salud y educación; servicios básicos: abastecimiento de agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, medios de comunicación y accesibilidad.

La integración y ponderación de las variables señaladas pudieron identificar 6 clases de unidades socioeconómicas relacionadas a las actividades productivas, primarias, secundarias y terciarias y de acuerdo a la existencia de servicios sociales, servicios públicos y accesibilidad. En el área de proyecto se identifican 3 unidades socioeconómicas que se presentan en la **Figura 6** y cuyas características se describen a continuación:

Unidad Socioeconómica 4

Se caracteriza por tener como actividad económica principal la ganadería extensiva, una densidad poblacional media a baja, con déficit en los servicios sociales y públicos, con accesibilidad media a baja.

Esta unidad está localizada principalmente alrededor de las unidades 3, se encuentra ampliamente distribuida en los municipios de Calacoto, Santiago de Callapa y Corque.

Unidad Socioeconómica 5

La actividad principal es el aprovechamiento de los recursos forestales y arbustivos, la densidad poblacional es baja, sin servicios sociales ni públicos, con una accesibilidad baja.

Esta Unidad se presenta principalmente en los municipios de Charaña, Curahuara de Carangas, Totorá, Huayllamarca y San Antonio de Andamarca, debido a que gran parte del territorio tiene escasa intervención antrópica y presenta características naturales acentuadas.

Unidad Socioeconómica 6

Esta Unidad comprende principalmente las áreas protegidas donde las actividades económicas están dadas por la recolección de productos del bosque, el aprovechamiento de los recursos naturales está sujeto a planes de manejo. La densidad poblacional es muy baja, no tienen servicios sociales ni públicos y la accesibilidad es muy baja.

La Unidad se encuentra cubriendo grandes extensiones en los municipios de, Belén de Andamarca y Choquecota.

Las categorías asignadas para la zonificación socio-económica son coherentes con los resultados del mapa de uso del suelo, elaborado el 2010, donde el uso generalizado es de agropecuaria extensiva con áreas muy pequeñas de agricultura extensiva (Curahuara de Carangas), sectores de inundación en Santiago de Andamarca y sectores significativos sin uso en Charaña, tal como se puede ver en la **Figura 7**.

2.4. Seguridad Alimentaria

De acuerdo al estudio de Vulnerabilidades elaborado por PNUD 2002, todos los municipios del área de estudio, excepto Charaña, presentan alta vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria de acuerdo al índice aplicado y que considera, por una parte, la exposición al riesgo que puede provocar situaciones de inseguridad alimentaria, y por otra, los indicadores de la capacidad de responder a los mismos.

En el marco conceptual de dicho trabajo se indica que la inseguridad alimentaria es comprendida como la probabilidad de una disminución aguda en el consumo de alimentos por debajo de ciertos valores críticos. La vulnerabilidad es entonces resultado de la exposición a factores de riesgo y de procesos socioeconómicos que determinan la capacidad de la población para enfrentar esos riesgos.

Los riesgos considerados en el estudio fueron: sequías, heladas e inundaciones. En el Cuadro 2 se presentan los factores de riesgo y sus indicadores para los municipios de estudio.

Las variables seleccionadas para el indicador de capacidad de respuesta fueron los siguientes: producción, acceso económico y acceso físico, utilización de los alimentos.

Los indicadores de producción están referidos al potencial agrícola y el potencial forestal. En el Cuadro 3 se presentan los indicadores de producción, donde el potencial agrícola fue asignado en función a la aptitud de los suelos y el potencial forestal en base a la información del Mapa de Potencial Forestal.

Como variables para los indicadores de acceso se consideraron el ingreso valorado en base al ingreso real per cápita a nivel de municipios, elaborado por UDAPSO y PNUD (1997), y el porcentaje de población en extrema pobreza (INE, Censo de 1992). Los indicadores de uso utilizados son: tasa de analfabetismo y el grado de hacinamiento de los hogares. En el Cuadro 4 se presentan los indicadores de acceso y los de uso.

El Indicador de Capacidad de Respuesta resulta de la simple suma de los diferentes indicadores, valorados cualitativamente por rangos en quintiles. En términos generales, el método empleado otorga una misma importancia a todos los componentes de la capacidad de respuesta.

En los indicados cuadros se puede ver que los valores asignados a los municipios son bajos y uniformes, excepto en los indicadores de acceso donde se puede ver una mejor situación para el municipio de Charaña en lo referente a los indicadores de acceso lo que le permite contar con una mejor capacidad de respuesta.

2.5. Aspectos Organizativos

Uno de los principales resultados del presente trabajo fue establecer que, en algunos de los municipios de estudio, coexisten por lo menos dos formas organizativas o de autoridad lo que, en algunos casos no permitió considerar a la “comunidad” como unidad territorial de estudio.

Los ejemplos más interesantes al respecto son los municipios de Santiago de Andamarca, Curahuara de Carangas, Calacoto y Santiago de Callapa, donde la distribución territorial no corresponde a comunidades sino a otras denominaciones: Marcas, Ayllus, Zonas.

En Santiago de Andamarca las unidades territoriales corresponden a comunidades, subdivididas en Alljus que, a su vez, se sub-dividen en Doctrinas por lo que su estructura organizativa se basa en una **organización comunal**, para todos los ayllus, con los siguientes cargos y funciones:

- Mallku de Marka: es la máxima autoridad indígena de la comunidad de Andamarca, su función principal solucionar conflictos limítrofes de la comunidad y ayllus, representar a la comunidad ante diferentes autoridades, a la CIDOB y a la CTCBS, solucionar problemas al interior de la comunidad. Es elegido en forma anual mediante voto de los 7 ayllus.

- **Mallku de Consejo:** antes llamado corregidor es la autoridad política, su función principal solucionar problemas al interior de la comunidad y de los ayllus, representar a la comunidad ante autoridades locales, departamentales y nacionales.
- **Tatamanis:** llamados anteriormente Jilacatas, son la máxima autoridad al interior de los Ayllus, su función principal es resolver conflictos de: al interior de los ayllus (problemas entre doctrinas y familias), de límites entre ayllus, llamar a reuniones del ayllu, realizar cobros a los usuarios (aportes) en caso de no poder resolver el caso se deriva al Mallku de Consejo, si este no resuelve el problema se lleva ante el Mallku de Marka.
- **Comisionados:** son los representantes de cada Doctrina; son el brazo operativo del Tatamani, función: cobro de aportes a las familias y entregar al Tatamani, anunciar a las familias sobre reuniones en el Ayllu.

En Curahuara de Carangas la organización administrativa y política se basa en considerar las dos parcialidades originarias: Aransaya y Urinsaya, que se dividen en Ayllus los que a su vez se conforman por varias zonas y/o centros poblados⁴. Los representantes originarios son:

- Los Mallkus de Marka y consejo como autoridad originaria a nivel municipal, es el que coordina con el gobierno municipal y juntos gestionan proyectos y tratan temas que competen a nivel municipal. También es la autoridad que media entre los jilacatas de comunidades y el gobierno municipal.
- Los Tamanis de Ayllu y Sullkas como autoridad originaria de los ayllus y también se constituyen en los miembros del Consejo de Autoridades Originarias y realizan el control social de la gestión municipal. Informan de todas las actividades relacionadas a la gestión municipal a sus bases. La forma de elección es por turno o lista de acuerdo a las sayañas, la duración del cargo es por un año.

Adicionalmente, en el caso de Curahuara de Carangas, la distribución territorial es fragmentada, es decir que una comunidad tiene territorios en distintos lugares y separados tal como puede verse en la **Figura 8**.

En Santiago de Callapa la división política y/o territorial se basa en la organización sindical campesina así tenemos que a cada Cantón corresponde una Sub-Central Agraria⁵ conformada por numerosas Zonas⁶. Es importante señalar que existen que pertenecen a una subcentral y tienen su territorio en otra sub-central.

El Municipio de Charaña está también organizado en las parcialidades de Aransaya y Urinsaya, cada cual conformada por 3 Allyus que se sub-dividen a su vez en varias estancias cada cual conformada por numerosas estancias. Las autoridades originarias en el municipio de Charaña son:

4 En Curahuara de Carangas cada parcialidad está conformada por 7 Allyus.

5 Las Sub-Centrales conforman entre ellas la Central Agraria Santiago de Callapa

6 En Santiago de Callapa se contabilizan 11 Sub-centrales y 59 zonas que corresponderían a comunidades

- El Mallcu como representante de todos los Ayllus, tiene un mandato de dos años y la elección es en forma rotativa por Ayllus, cuya función es busca el bienestar y progreso de la Marka (Charaña), convocar autoridades originarias Jilakatas y Sullkajilatas, gestionar proyectos productivos para la Marka.
- El Jilakata como representante del Ayllu, tiene mandato de un año calendario y la elección en forma rotativa por zonas, la función principal buscar el bienestar y desarrollo del Ayllu.
- Cada zona está representada por una autoridad originaria Sullkajilakata, elegido por las bases de las estancias y tiene mandato de un año calendario, cuya función es buscar el bienestar y progreso de las estancias, convocar reuniones, solucionar problemas internos dentro las estancias, recibir y atender visitas (Instituciones).

La división política-administrativa de Calacoto consiste en 13 cantones y 16 ayllus o comunidades originarias sin embargo también se la organiza en base a 2 marcas: Marca Calacoto y Marca Ulloma con 11 y 8 ayllus respectivamente, cada cual conformado por numerosas zonas. Cada Ayllu elige su autoridad originaria denominada Sullkamallku cuya función es buscar el bienestar y progreso de las estancias que conforman el ayllu, convocar reuniones, solucionar problemas internos entre las estancias, recibir y atender a las visitas (instituciones).

En los restantes municipios prevalece la organización administrativa del municipio, los cantones y las comunidades.

Cuadro 1. Comportamiento de los principales elementos climáticos

VARIABLES	PERIODO		
	Húmedo (DIC-MAR)	Seco (MAY-AGO)	Transición (SEP-NOV)
Precipitación media (mm)	200 a 400	2,9 a 8,3	17,3 a 26,1
Temperatura Media (°C)	7,8 a 10,6	5,0 a 7,1	8,9 a 11,8
Temperatura Máxima (°C)	20,0 a 23,0	14,8 a 16,4	17,3 a 19,9
Temperatura Mínima (°C)	0,9 a 4,5	-5,9 a -3,2	-0,7 a 2,6

Fuente: Macro-zonificación Ecológica Económica del Sistema TDPS

Cuadro 2. Indicadores de Riesgo

N°	Municipio	Vulnerabilidad Relativa	Sequia	Helada	Inundación
1	Calacoto	Alta	4 de 5 años	180-270	0%
2	Charaña	Alta	4 de 5 años	270-330	0%
3	Santiago de Callapa	Alta	1 de 2 años	180-270	Menos de 30%
4	Charazani	Alta	1 de 4 años	0	0%
5	Curva	Alta	1 de 10 años	0	0%
6	Corque	Alta	1 de 2 años	180-270	0%
7	Choquecota	Alta	1 de 2 años	180-270	0%
8	Curahuara de Carangas	Alta	4 de 5 años	270-330	0%
9	Andamarca	Alta	1 de 2 años	180-270	31 y 50%
10	Belén de Andamarca	Alta	4 de 5 años	270-330	0%
11	Totora	Alta	1 de 2 años	180-270	0%
12	Huayllamarca	Alta	1 de 2 años	180-270	Menos del 30%

Fuente: Estudio de Vulnerabilidades a la inseguridad Alimentaria, PNUD 2002.

Cuadro 3. Indicadores de Producción

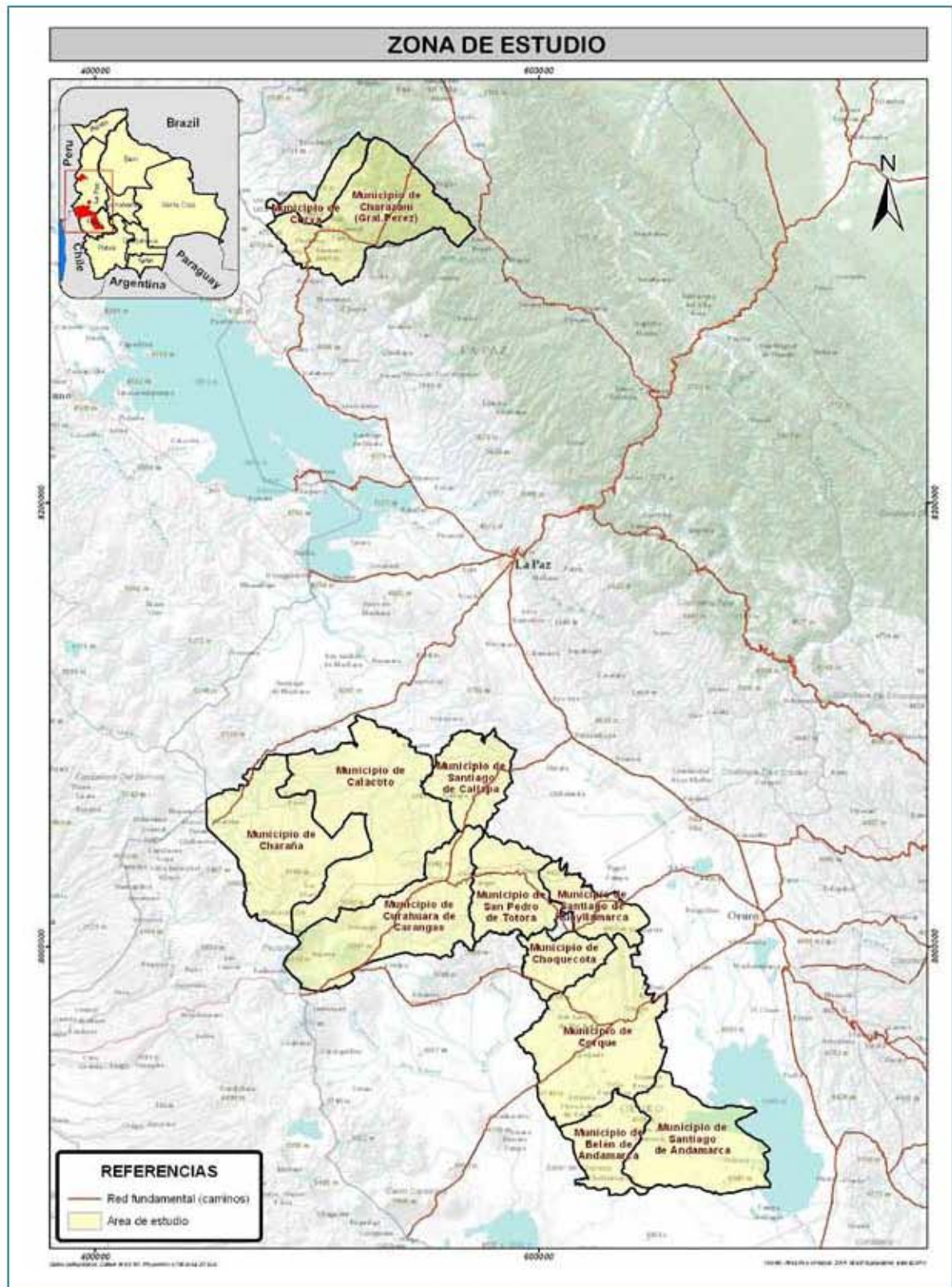
N°	Municipio	Vulnerabilidad Relativa	Potencial agrícola	Potencial forestal
1	Calacoto	Alta	Muy Bajo	Pobre
2	Charaña	Alta	Muy Bajo	Pobre
3	Santiago de Callapa	Alta	Muy Bajo	Pobre
4	Charazani	Alta	Muy Bajo	Pobre
5	Curva	Alta	Limitado	Pobre
6	Corque	Alta	Muy Bajo	Pobre
7	Choquecota	Alta	Muy Bajo	Pobre
8	Curahuara de Carangas	Alta	Muy Bajo	Pobre
9	Andamarca	Alta	Muy Bajo	Pobre
10	Belén de Andamarca	Alta	Muy Bajo	Pobre
11	Totora	Alta	Muy Bajo	Pobre
12	Huayllamarca	Alta	Muy Bajo	Pobre

Fuente: Estudio de Vulnerabilidades a la inseguridad Alimentaria, PNUD 2002.

Cuadro 4. Indicadores de Acceso y de Uso

N°	Municipio	Vulnerabilidad Relativa	% Población Extrema Pobreza	Ingreso anual Per Cápita	Tasa analfabetismo	Hacinamiento
1	Calacoto	Alta	75,8%	697	0,21	76,68
2	Charaña	Media	54,7%	1.320	0,15	77,17
3	Santiago de Callapa	Alta	85,9%	691	0,39	81,69
4	Charazani	Alta	83,8%	734	0,49	86,95
5	Curva	Alta	83,1%	606	0,52	87,58
6	Corque	Alta	64,7%	893	0,28	78,22
7	Choquecota	Alta	64,7%	869	0,28	81,85
8	Curahuara de Carangas	Alta	69,9%	811	0,27	77,53
9	Andamarca	Alta	65,9%	847	0,33	76,51
10	Belén de Andamarca	Alta	67,8%	827	0,35	76,24
11	Totora	Alta	59,0%	716	0,27	88,73
12	Huayllamarca	Alta	68,8%	947	0,31	81,63

Fuente: Estudio de Vulnerabilidades a la inseguridad Alimentaria, PNUD 2002.



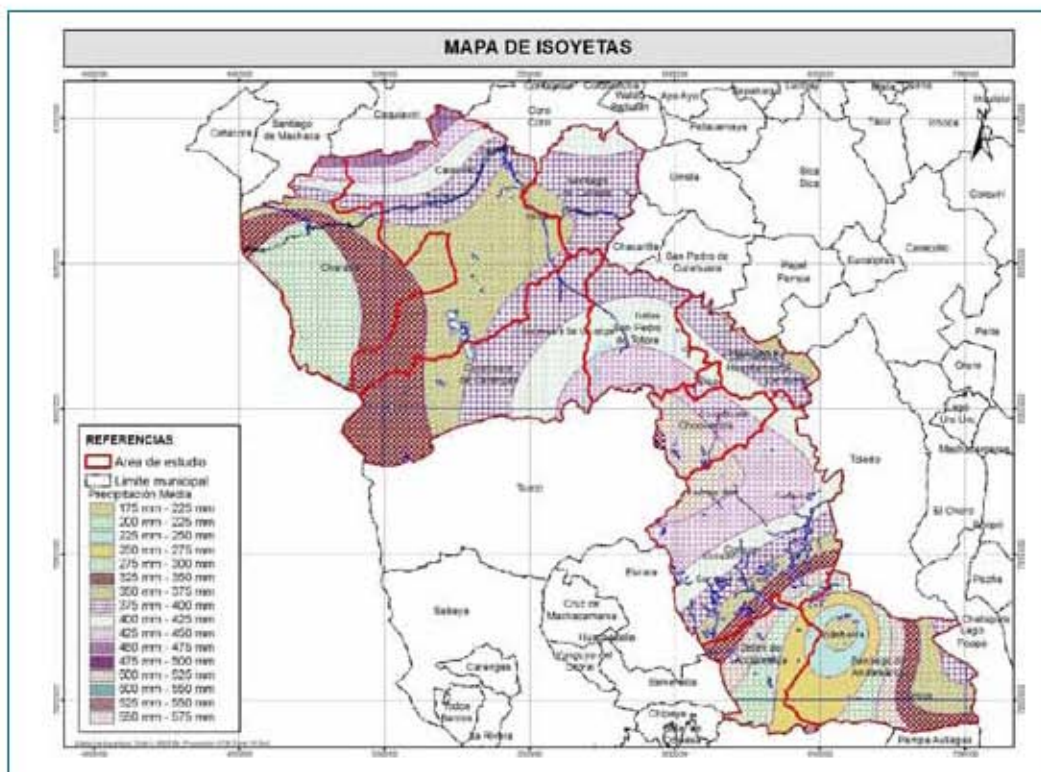


Figura 2. Mapa de Isoyetas (TDPS)

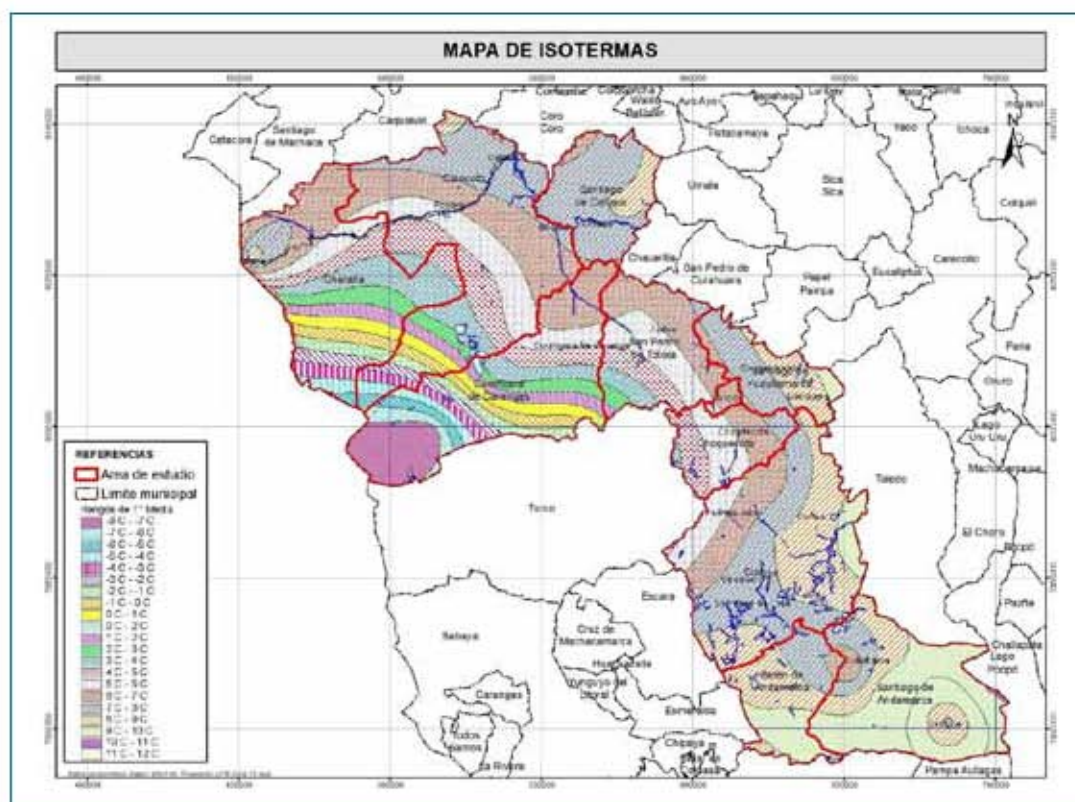


Figura 3. Mapa de Isotermas (TDPS)

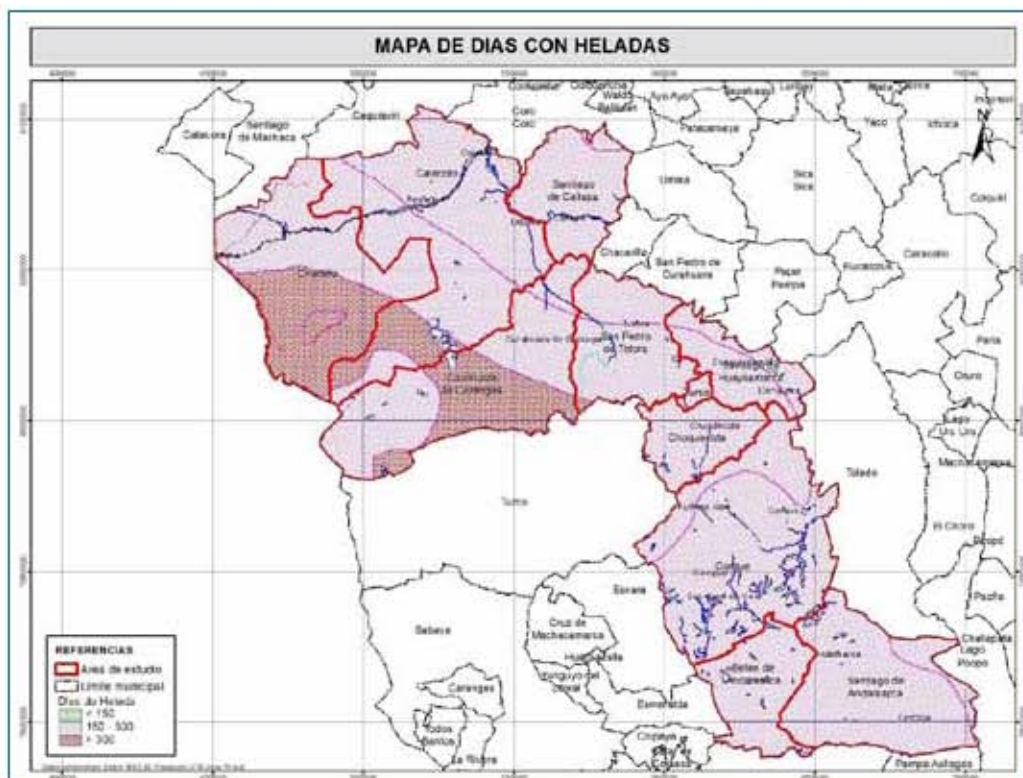


Figura 4. Mapa de Días con Heladas (TDPS)

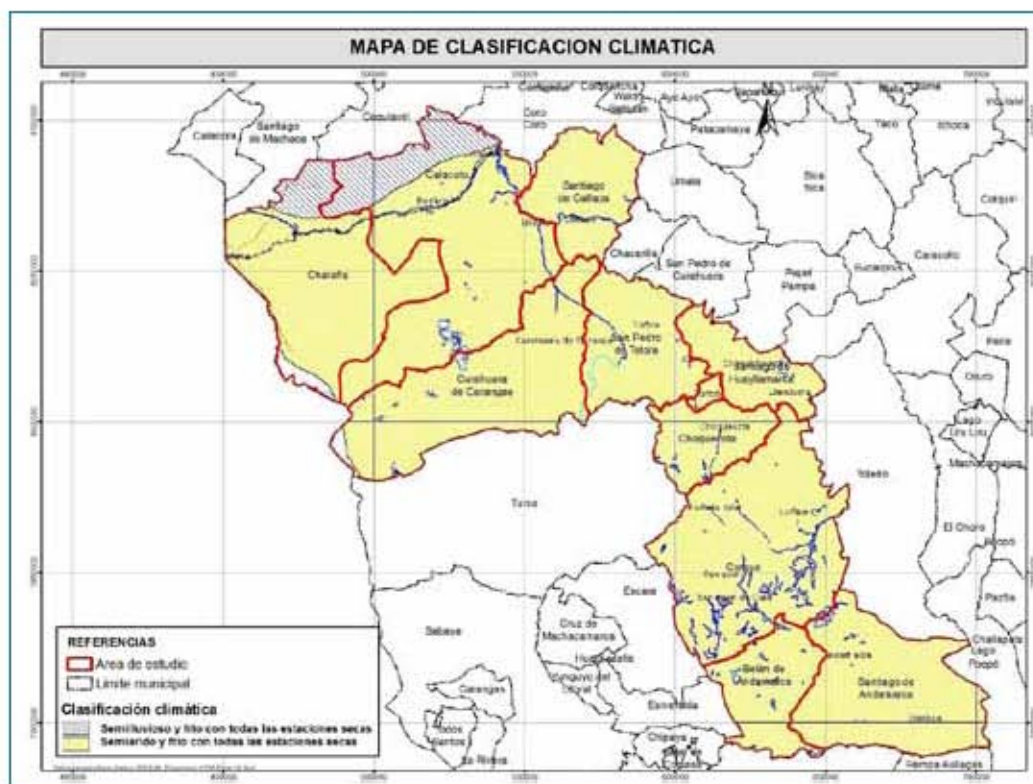


Figura 5. Mapa de Clasificación Climática (TDPS)

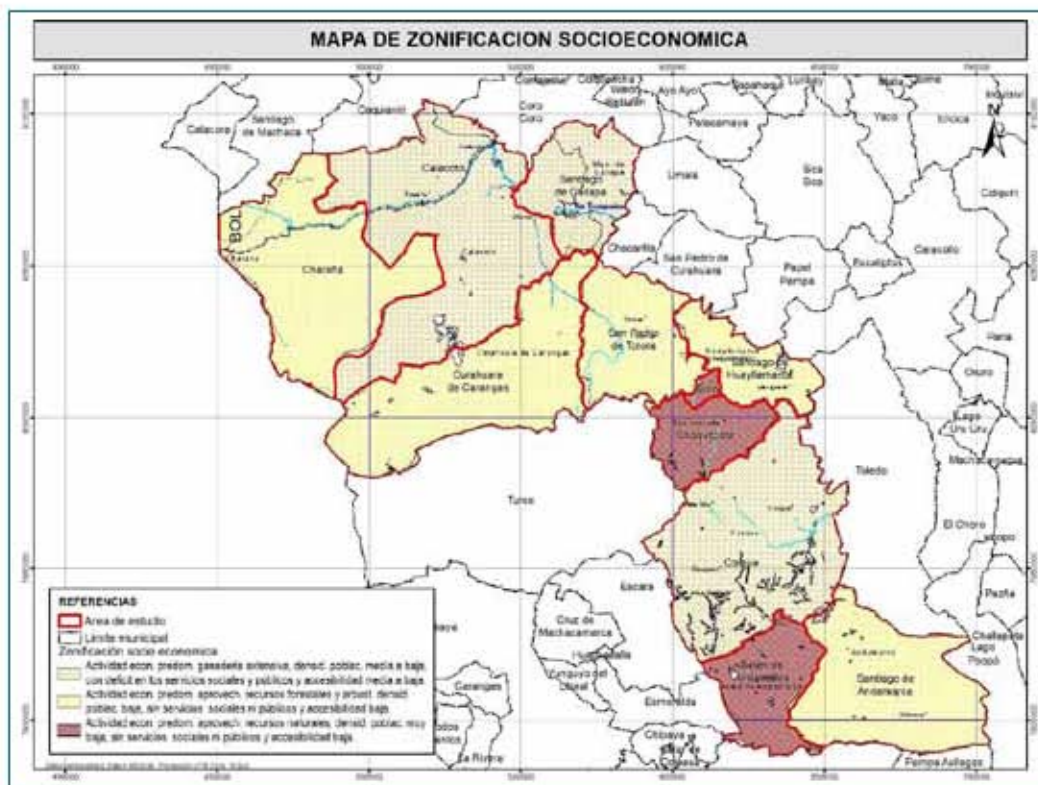


Figura 6. Mapa de Zonificación Socioeconómica (TDPs)

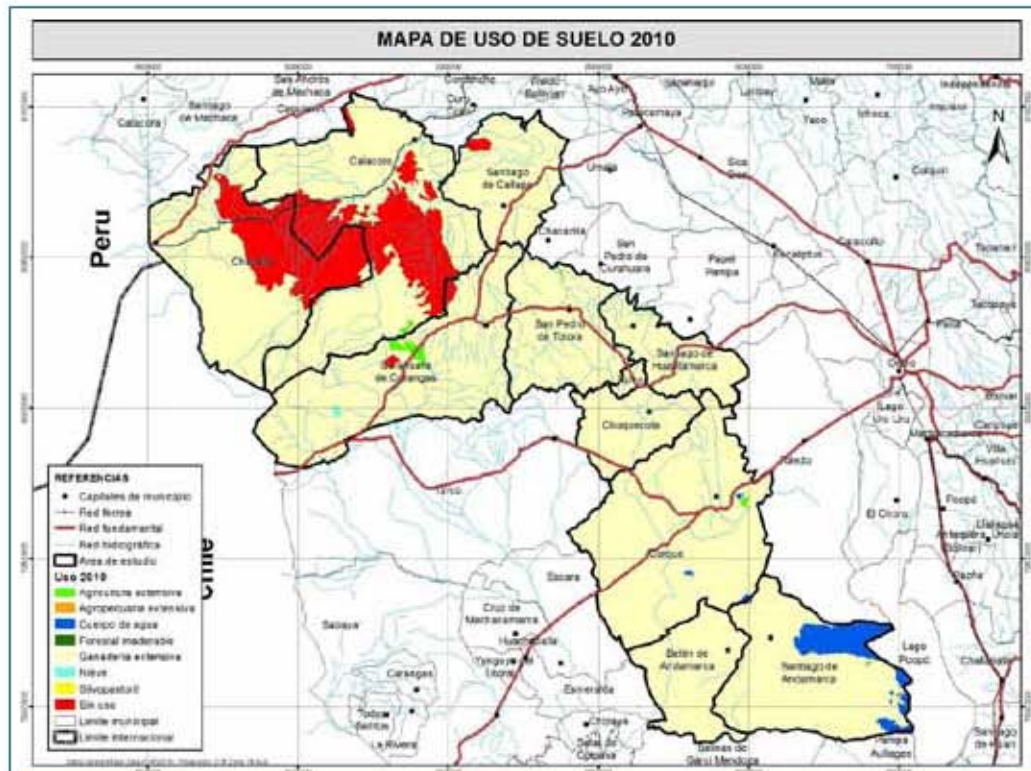


Figura 7. Mapa de Uso del Suelo (2010)

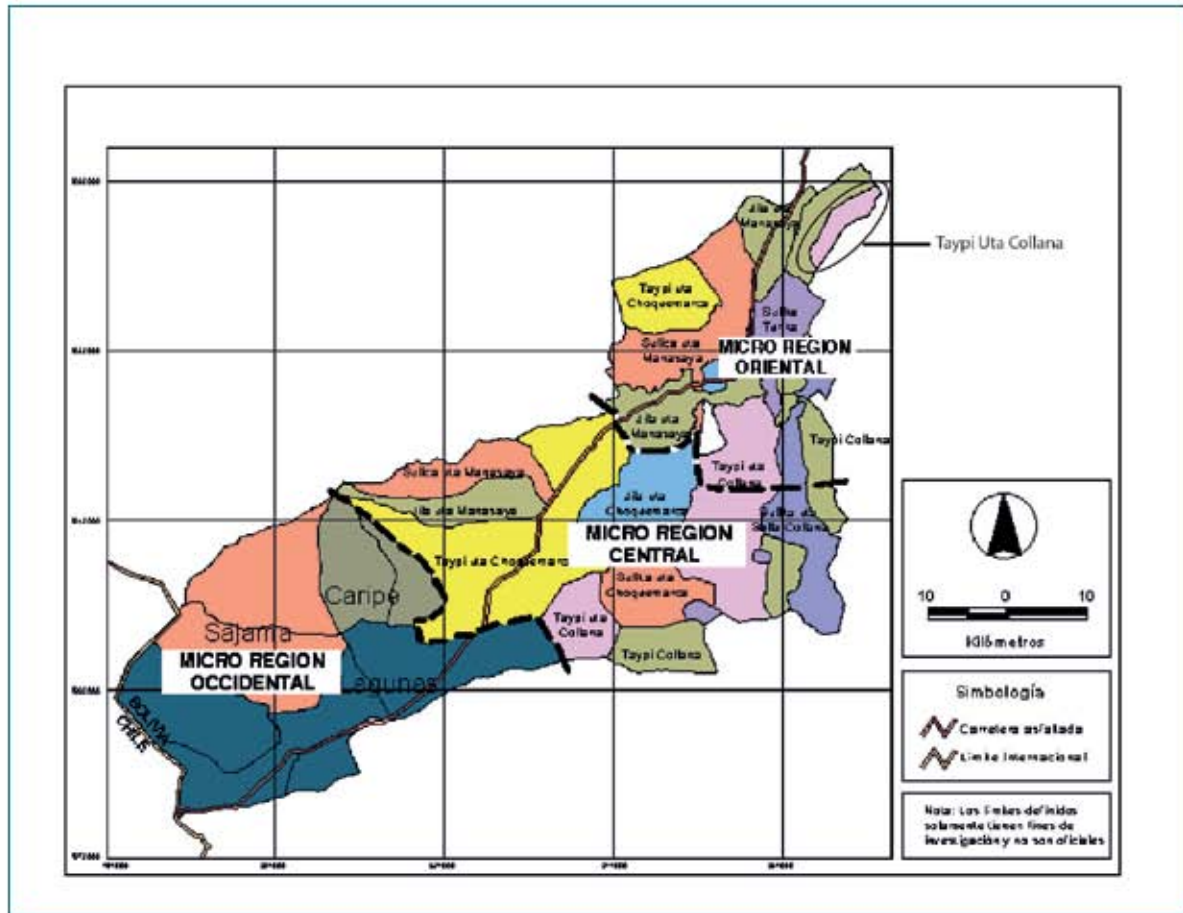


Figura 8. Mapa de Alljus de Curahuara de Carangas (PDM Municipal)

3. RECURSOS HÍDRICOS

3.1. Cuencas y Sub-cuencas

El sector altiplánico⁷ del área de proyecto se ubica en la cuenca endorreica del altiplano conformada por el sistema hidrográfico Lago Titicaca, río Desaguadero, Lago Poopó y Salar de Coipasa denominado Sistema TDPS.

Los municipios de estudio se ubican específicamente en el margen derecho (sur-oeste) del río Desaguadero y corresponden a las cuencas: Mauri, Desaguadero Medio, Lago Poopó y Salar de Coipasa con 9.917, 11.850, 23.743 y 33.135 Km² de superficie respectivamente. En la Figura 9 se presentan las cuencas indicadas y el área ocupada por los municipios en las mismas.

3.1.1. Cuenca del río Mauri

La cuenca del río Mauri comprende territorios de Perú, Bolivia y Chile. En el sector boliviano comprende los municipios de Charaña y el sector oeste de Calacoto en el departamento de La Paz. La superficie total de la cuenca es de 9.917 Km² con una altitud máxima de 6222 msnm en el nevado Paricanota y una altura mínima de 3792 msnm en la estación hidrométrica de Calacoto sobre el río Mauri.

El principal río es el Mauri con una longitud total de 198 Km y una curva hipsométrica que indica que es una zona madura, con alta erosión en cabecera, inestable en su parte baja y con un índice de compacidad que caracteriza la zona con alta irregularidad.

El río Mauri o Maure nace a 4800 m en el extremo noroeste de la cuenca ubicada en territorio peruano y al ingresar a territorio boliviano recibe, por su margen izquierda, al río Cusi Cusini y, 30 km más abajo en el sector de Abaroa, confluye con el río Caquena, que drena una cuenca más grande que la del río Mauri.

Posteriormente el río Mauri continúa en dirección este, siguiendo un curso encajonado y recibe varios cursos de agua, como los ríos Vilcapalca o Tiquerani, Chaullani y Muru Aramaya por la margen derecha y los ríos Kankavi y Nasani por la margen izquierda.

Nueve kilómetros más abajo del puente Rosario, el río Mauri recibe a su afluente más importante, el río Achuta o Blanco, que drena una extensa cuenca de la margen derecha. Desde la confluencia con el río Blanco hasta la confluencia con el río Desaguadero en Calacoto, el río Mauri discurre por la planicie altiplánica siguiendo un curso de suave pendiente. Su cauce se hace muy ancho y poco profundo y las márgenes a ambos lados están sujetas al riesgo de inundaciones.

7 El estudio comprendió, además de los municipios del altiplano, los municipios de Charazani y Curva ubicados en el norte de La Paz y que corresponden a la micro-región de valles inter-andinos.

En el estudio Escenarios de uso y asignación del agua (Molina, 2008) se ha subdividido la cuenca del río Mauri en 6 sub-cuencas según la estación hidrométrica que las controla y en el Cuadro 5 se presentan sus principales características donde puede verse que los caudales específicos de las sub-cuencas de cabecera es más alto que los correspondientes a las micro-cuencas bajas.

El caudal específico de Abaroa Caquena es el más bajo con 0,7 l/s-km² que corresponde al valor medio de la cuenca del río Desaguadero, de l/s-km². En el mismo estudio se han generado los caudales promedio mensuales que se presentan en el Cuadro 6.

Los datos de los cuadros anteriores muestran la presencia de caudales significativos tanto en el río Mauri como en sus afluentes cuyo uso principal es para consumo del ganado y el riego de bofedales mediante tomas laterales ubicadas en los ríos tributarios.

El río Caño o Khulla Uta tiene su origen en manantiales situados en Perú y, al ingresar a Bolivia, sus aguas son usadas para regar bofedales, mediante tomas rústicas y canales de tierra. La ganadería es la principal actividad y medio de subsistencia, tanto en la cuenca del río Caño como en las de los ríos Uchusuma y Caquena.

En años recientes y con financiamiento de diversos organismos, se construyeron tomas mejoradas que actualmente no funcionan por fallas de construcción o diseño y los pobladores se han visto forzados a reconstruir las tomas rústicas. Las mayores dificultades de los usuarios se presentan en el lugar de la toma donde deben sortear el efecto de las crecidas y la movilidad del cauce principal.

Los bofedales son los principales “usuarios” del agua en la cuenca del río Mauri, por lo que, en el estudio de Escenarios de uso y asignación de agua (Molina, 2008) se realizó un inventario de bofedales por cuencas y sub-cuencas para estimar su demanda de agua.

Los bofedales se ubican principalmente en depresiones a orillas de ríos y riachuelos donde existe agua permanente, o donde existe una napa freática superficial. También es posible encontrar bofedales en las laderas de cerros o colinas donde existe bastante humedad gracias a la existencia de vertientes que alimentan estos sitios. En algunos casos, los bofedales han sido formados o mejorados con ayuda de canales de riego que conducen el agua de manera artificial, desde algunas fuentes de aguas (ríos, quebradas, vertientes y otros) hasta sitios adecuados.

Como en gran parte de la cuenca del río Mauri no es posible desarrollar la agricultura, debido a las condiciones climáticas adversas reinantes (presencia de heladas casi todo el año, déficit hídrico), altitud y otros, la existencia de bofedales y otro tipo de pasturas, permite que la cría de camélidos (alpacas y llamas) sea la principal actividad de la zona.

En base al procesamiento digital de imágenes satelitales, visitas de campo y evaluación de otros trabajos y estudios, se han determinado que los bofedales en la cuenca del Mauri, ocupan una superficie de 4.201 Ha en territorio boliviano.

Los municipios de estudio: Charaña, Calacoto y norte de Cuaruahua de Carangas cubren la totalidad del área de la cuenca del río Mauri.

3.1.2. Cuenca del Desaguadero Medio

La cuenca del Desaguadero Medio se ubica totalmente en territorio boliviano y, en el área de proyecto, comprende los municipios de Santiago de Callapa y el sector este de Calacoto en el departamento de La Paz y los municipios de Totora y el sector norte de Curahuara de Carangas del departamento de Oruro.

La superficie total de la cuenca es de 11.852 Km² con una altitud máxima de 5021 msnm en el cerro Cusin Chuta y la mínima de 3712 en la estación hidrométrica de Chuquiña.

El río principal es el Desaguadero con una longitud de 170 Km entre la estación de Calacoto y la estación de Chuquiña. En su curso recibe los aportes del río Caranguilla sobre su margen derecha.

La curva hipsométrica indica que es una cuenca madura, con alta erosión en cabecera e inestable en su parte baja. El índice de compacidad muestra una cuenca irregular. Los caudales promedio anuales estimados para tres estaciones del río Desaguadero: Calacoto, Ulloma y Chuquiña muestran valores de 39,9, 58,8 y 77,7 m³/seg respectivamente.

A partir de la confluencia con el río Mauri, el río Desaguadero sufre cambios morfológicos significativos. Su pendiente aumenta con respecto al tramo aguas arriba de Calacoto, y con ello, su velocidad de flujo. Se observa también que el tamaño medio del material del cauce del río Desaguadero se incrementa, debido a los aportes de sedimentos más gruesos, provenientes sobre todo del río Blanco.

En el estudio Escenarios de Usos y asignación del agua (Molina, 2008) se obtuvieron y analizaron series de caudales medios mensuales para el periodo 1965-2005 en 15 estaciones de las cuencas del río Desaguadero obteniéndose los valores promedio de todo el periodo que se muestran en el Cuadro 8.

La presencia de caudales significativos en la parte media del río Desaguadero ha permitido la implementación de numerosos sistemas de riego y el desarrollo de una agricultura bajo riego cuyo uso del agua se circunscribe a los meses de agosto a noviembre.

Se han registrado 21 sistemas de riego que permiten regar 5.183 Ha donde los cultivos más importantes son: alfalfa y pradera con áreas menores dedicadas al cultivo de cebada, avena, quinua, haba y papa.

El área de estudio que comprende comunidades seleccionadas de los municipios de Santiago de Callapa, Calacoto, Curahuara de Carangas y Totora, se ubica en el tramo inicial del río Desaguadero Medio por lo que no se incluye ninguno de los sistemas que usan aguas del Desaguadero.

3.1.3. Cuenca del Lago Poopó

La sub-cuenca del Lago Poopó ocupa el sector suroriental del altiplano y comprende los municipios de Huayllamarca, Andamarca y la parte oriental de Corque. La superficie que ocupa es de 23,743 Km², con un perímetro de 1010 km. la latitud máxima se presenta en el cerro Jatun Mundo Khorihuarani con 5438 msnm. y la mínima es de 3686 msnm.

El curso principal se inicia en la estación de Chuquiña, aguas abajo el río Desaguadero se divide en dos brazos. Por el brazo derecho desemboca en el lago Poopó, y el brazo izquierdo desemboca en el lago Uru Uru, que también desemboca en el lago Poopó. El lago Poopó, también recibe los aportes de los ríos Caracollos afluente del Uru Uru, así como de los ríos Huanuni y Machacamarca por la parte norte y Marquez por el Sur. El primero con una longitud de 98 Km. y el segundo con 121 Km.

La superficie del lago Poopó es de 2.824 Km² con un perímetro de 330 Km, su profundidad varía entre 0,5 – 2,5 m. la superficie del espejo de agua es muy variable, pero mayor a los 500 Km², a causa de las variaciones de su profundidad. El lago Uru Uru tiene una superficie de 260 Km² y un perímetro de 128 Km con dimensiones máximas de ancho y largo de 11 y 32 Km. respectivamente.

La curva hipsométrica indica que esta zona es madura, con erosión media en cabecera y estable en la parte baja. El índice de compacidad muestra una zona con irregularidad alta.

En el estudio Evaluación Ambiental del Lago Poopó (2004), se realizó el balance hídrico de la cuenca del lago Poopó obteniendo los resultados que se presentan en el Cuadro 9.

En la parte final del río Desaguadero hasta su ingreso al lago Poopó se han registrado 5 sistemas de riego que suministran agua a 4.416 Ha para el riego de alfalfa y praderas fundamentalmente.

Las comunidades de estudio, en los municipios de Huayllamarca, Corque y Santiago de Andamarca se ubican fuera de la influencia del río Desaguadero en faldas de pequeñas serranías.

3.1.4. Cuenca del Salar de Coipasa

La sub-cuenca del Salar de Coipasa es receptora de los aportes de todo el sistema y se encuentra en territorios de Bolivia y Chile. Comprende el sector occidental del municipio de Corque, la parte sur de Curahuara de Carangas además de los municipios de Choquecota y Belén de Andamarca en el departamento de Oruro.

La sub-cuenca tiene una superficie de 33.135 Km² y un perímetro de 1.162,6 km. la altitud máxima es de 6542 msnm en el nevado del Sajama y la mínima es de 3653 msnm en la laguna Coipasa.

Esta cuenca está drenada por los ríos Lauca, que tiene un recorrido hasta la estación de Huachacalla de 175 Km y que, en su recorrido recibe como afluentes, por su margen izquierda a los 116 Km. al río Sajama de 70 Km. de longitud, posteriormente por la misma margen recibe al río Turco, a los 175 Km.

En épocas de excedencia las aguas del lago Poopó pasan a la laguna Coipasa a través del río Laca Jahuira, que tiene una longitud de 130 Km. y discurre en dirección Este - Oeste. A esta laguna confluye también el río Barras de 190 Km. de longitud que recorre la porción central de esta zona en dirección Norte Sur.

La curva hipsométrica indica que esta zona es madura, con erosión baja en la cabecera y estable en la parte baja. El índice de compacidad muestra una zona con irregularidad alta.

No se ha podido acceder a ningún estudio de balance hídrico de la cuenca del Salar de Coipasa y las comunidades seleccionadas de los municipios de Curahuara de Carangas, Choquecota, Belén de Andamarca y sector occidental de Corque corroboran el carácter seco y de déficit hídrico de la zona.

3.2. Los Recursos Hídricos en el Área de Estudio

3.2.1. Inventario de Fuentes de Agua

Para evaluar la situación del potencial y el uso de los recursos hídricos en el área de estudios se realizó un inventario de fuentes de agua que sin embargo tuvo las siguientes limitaciones:

- Se realizó en 78 comunidades⁸ seleccionadas por su vulnerabilidad y no en la totalidad del territorio municipal.
- Se priorizaron las fuentes de uso comunal o colectivo por sobre las de uso particular.
- Se aplicó el concepto de comunidad como unidad territorial básica de mapeo de fuentes, que tuvo que cambiarse, en muchos municipios, a unidades más representativas: ayllu, sayaña o zona.
- La calidad de la información depende mucho del conocimiento local de los informantes pues muchas veces los acompañantes del municipio solo conocían sus “proyectos” y no los sistemas ni las fuentes de agua locales

Las limitaciones anteriores permiten concluir entonces que el inventario de fuentes de agua si bien es representativo, no es completo. En el Cuadro 10 se presenta un resumen de los resultados obtenidos para los municipios del altiplano donde puede verse que en el departamento de Oruro el número de comunidades clasificadas sin fuentes de agua de uso comunal es significativo lo que obligó al equipo técnico a visitar nuevas comunidades.

En el Cuadro 11 se presentan los resultados generales del inventario de fuentes de agua en las 54 comunidades con fuentes de agua donde puede verse que la fuente de agua más numerosa son las vertientes (61%) seguidas de los ríos (20%) y pozos (18%). Muchos de los sistemas de riego identificados, captan agua del mismo curso de agua razón por la cual se consignan 252 registros de uso del agua.

Es también significativo ver que 38 (54%) de 70 sistemas de riego colectivo han sido mejorados en alguno de sus componentes de infraestructura y llama la atención el alto número de fuentes sin uso, entre el 17 y el 21%, y la falta de información, respecto a magnitud de los caudales, en el 50% de las fuentes identificadas.

8 El estudio se realizó en 78 comunidades, de las cuales 17 corresponden a los municipios de Charazani y Curva ubicados en el norte de La Paz en una región de valles andinos y cuyos resultados se presentan en el Informe de Inventario de Fuentes de Agua

Los datos obtenidos de las fuentes con información disponible permiten establecer que los caudales pequeños, menores a 5 lps, predominan en un 32% de las fuentes lo que tiene relación a la presencia significativa de vertientes y pozos que, en conjunto, constituyen el 75% de las fuentes inventariadas.

Los caudales mayores a 15 lps corresponden al 13% de las fuentes y tienen relación con los ríos y quebrada. Es importante señalar que durante el trabajo se priorizó el registro y caracterización de las fuentes de uso colectivo por lo que se puede inferir que la información faltante corresponde a las fuentes de uso familiar con caudales muy bajos, menores a 1 lps.

En lo referente al uso del agua si se acumulan los usos exclusivos y múltiples consignados en los cuadros anteriores vemos que a nivel general el uso productivo (65%) es mayor al consumo humano⁹ (18%) dado que tanto el riego (26%) como el abrevado (46%) y el riego de bofedales (28%) son importantes es también mayor.

3.2.2. Situación de los Recursos Hídricos en los Municipios de Estudio

Para el análisis de la situación de los recursos hídricos en los municipios de estudio se presenta los datos del Cuadro 12 donde se puede ver que:

- El mayor número de sistemas de riego se registran en Charaña que corresponde a la cuenca del río Mauri y en los municipios de Huayllamarca y Andamarca en la cuenca del Lago Poopó.
- El menor número de sistemas corresponde a la cuenca del Salar de Coipasa con solo 4 sistemas comunales¹⁰ en Belén de Andamarca a pesar de tener 17 fuentes inventariadas, no existen sistemas de riego comunal y es en estos municipios donde se reportan el mayor número de comunidades sin fuentes de agua.
- En un punto intermedio, en términos de sistemas comunales de riego, se encuentran los municipios de Calacoto, Curahuara y Callapa que corresponden a la cuenca del río Desguadero Medio.

Un análisis más específico se puede realizar con el Cuadro 13, donde se resumen las características más importantes de las fuentes a partir de las cuales se puede inferir que:

- Los caudales de manejo son significativos en Charaña y utilizados para el riego de bofedales, dichos caudales corresponden a sus principales ríos: Caño, Caquena y Uchusama que son afluentes del río Mauri.
- En el otro extremo se encuentran los caudales menores a 5 lps, correspondientes a las fuentes de las cuencas del Salar de Coipasa, Lago Poopó y Desaguadero Medio, encontrando caudales intermedios en el Municipio de Calacoto con fuentes en las sub-cuencas Mauri y desaguadero Medio.

9 Los porcentajes se analizan acumulando los usos múltiples con los usos exclusivos.

10 Solo 2 sistemas de Curahuara y 1 de Corque corresponden a la cuenca del Salar de Coipasa.

- Respecto al uso de las aguas, prevalece el uso de abrevadero en las sub-cuencas del Salar de Coipasa y del Lago Poopó con pequeñas áreas de riego propias de los bajos caudales provenientes de vertientes

3.3.3. Inventario de Sistemas de Riego

Otro resultado del inventario de fuentes de agua ha sido la identificación y geo-referenciado de 72 sistemas de riego: 39 en 6 municipios del departamento de Oruro y 33 sistemas en los 3 municipios del departamento de La Paz.

En el Cuadro 14 y en la Figura 10 se consignan los sistemas de riego identificados en la cuenca del río Mauri cuyos resultados muestran que los ríos Kaquena y Caño son las fuentes de agua más importantes, de las cuales captan agua 11 y 6 sistemas de riego respectivamente. Otros afluentes del río Mauri: río Taquimalo, río Achoco y río Achuta son también utilizado como fuentes de agua para sistemas de riego.

El uso más importante de agua es el riego de bofedales y si bien en el río Kaquena los sistemas conservan su característica de obras rústicas, en el río Caño se han realizados trabajos de mejoramiento de las obras de toma, sin mucho éxito dado que, por el cambio de curso del río, las tomas han quedado “colgadas” y los usuarios han debido rehabilitar sus formas o tomas “tradicionales” para captar el agua.

El riego de bofedales muestra la importancia de la ganadería extensiva en la zona puesto que inclusive con vertientes de bajo caudal prevalece el indicado tipo de uso del agua.

Por otra parte, en el Cuadro 15 y la Figura 11, se presentan los resultados del inventario de sistemas de riego en la cuenca del río Desaguadero Medio donde se pueden ver las siguientes diferencias con los sistemas de la sub-cuenca el río Mauri.

- Los caudales de suministro son significativamente menores a los de los afluentes del río Mauri.
- Existe mayor diversidad de fuentes siendo las más importantes las vertientes.
- El uso predominante es el riego de cultivos y el número de usuarios por sistemas es significativamente mayor.

En resumen las condiciones de los sistemas de riego en las comunidades consideradas en el río Desaguadero Medio son: uso comunal de bajos caudales de suministro para el riego de cultivos en pequeñas áreas. Es importante aclarar que los sistemas de riego y fuentes de agua consideradas no corresponden a la llanura altiplánica donde existen áreas significativas de riego con aguas del río Desaguadero.

En el Cuadro 16 y la Figura 12 se presenta la información de los sistemas de riego identificados en la cuenca del Lago Poopó cuyos datos muestran que, excepto en los sistemas de los ríos Condoriri y Kachaza, los caudales de riego son muy pequeños, entre 2 y 10 lps razón por la cual el uso de agua predominante, es el abrevado de los animales y el riego de pequeñas áreas de cultivo.

Es importante aclarar que las comunidades seleccionadas se ubican en las pequeñas serranías o nacientes de las fuentes de agua y no en la llanura altiplánica donde existen sistemas de riego importantes que captan las aguas del río Desaguadero

Finalmente, en el Cuadro 17 y en la **Figura 13** se presenta una relación de los sistemas de riego identificados en la cuenca del Salar de Coipasa donde es necesario aclarar que, los 3 sistemas de Curahuara de Carangas se ubican en las nacientes de los cursos de agua que van al Salar de Coipasa, por lo que muestran una característica específica de altos caudales y riego de bofedales que no corresponde a la cuenca en general.

La información de las otras fuentes: Opoqueri y río Muyu Jok'u son más representativas de las duras condiciones, en términos de fuentes de agua disponibles, que existen en la sub-cuenca.

3.3. Diagnósticos de Sistemas de Riego

Dada la diversidad de fuentes de agua, usos del agua, magnitud y variabilidad de caudales, tipos de sistemas de riego en términos de infraestructura y tamaño, se realizaron diagnósticos, en sistemas seleccionados, que permitan una mejor caracterización de los mismos.

El diagnóstico fue de carácter socio-técnico, es decir que no solo se evaluaron las características técnicas: infraestructura, cantidad y calidad de agua, áreas y cultivos, sino también las características sociales referidas a: derechos de uso, organización de los usuarios para la gestión del sistema (distribución de agua, operación, mantenimiento y administración).

Complementariamente además de identificar los potenciales y los problemas socio-técnicos de los sistemas, se identificaron medidas correctivas o de mejoramiento de los sistemas pre-diseñando las obras de mejoramiento y estimado los presupuestos requeridos tanto de inversión, como de pre-inversión, supervisión y acompañamiento.

Finalmente se caracterizó el suministro de agua cuantificando la oferta de agua y su calidad (Ver Anexo 3), la demanda de agua por los cultivos y el balance hídrico para estimar las condiciones de déficit y/o superávit de agua.

3.3.1. Tipología de Sistemas de riego

Con objeto de seleccionar sistemas de riego representativos para realizar el diagnóstico socio-técnico, se realizó una clasificación inicial considerando la fuente de agua, el uso del agua y la magnitud de los caudales cuyos resultados se presentan en el Cuadro 18

En función a los resultados del cuadro anterior se consideran los siguientes tipos de sistemas:

- Sistemas de micro-riego con pozos, en todos los casos sin uso actual por problemas en las aerobombas.
- Sistemas de micro-riego con vertientes caracterizados por bajos caudales de suministro y orientados tanto al riego de cultivos y abrevadero, como al riego de bofedales. Se encuentran además sistemas colectivos y familiares.

- Sistemas de micro-riego con aguas de escurrimiento, provenientes de ríos y quebradas, cuyo uso es para abrevado de animales y riego de cultivos.
- Sistemas de micro-riego con caudales mayores de escurrimiento, provenientes de ríos y cuyo uso es el riego de bofedales.

Posteriormente se seleccionaron 20 sistemas de riego para la elaboración de los diagnósticos: 13 en el departamento de Oruro y 7 en el departamento de La Paz. Si bien se trató de incluir todos los tipos de sistemas identificados los principales criterios de selección fueron: el interés de los usuarios en mejorar o rehabilitar su sistema y la magnitud de los requerimientos de mejoramiento por la limitación en los recursos disponibles.

En el Cuadro 19 se presenta la relación de los sistemas seleccionados para la realización de los diagnósticos socio-técnicos donde se puede ver que, en aplicación del primer criterio de demanda de los usuarios, se incorporó un caso, en el cual no existe sistema de riego tradicional, donde se propone implementar un nuevo sistema.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la realización de los diagnósticos de los sistemas seleccionados agrupados de acuerdo a la siguiente clasificación:

- Sistemas de micro-riego por bombeo: Opoqueri, Cala Cala y Calasasaya.
- Sistemas de micro-riego con vertientes: Chura, Chiriquiña, Laca Laca, Laca Presa y Alkape. Se incluyó también un sistema nuevo: Totoroko
- Sistemas de Abrevado con Laguna: Vizcachani.
- Sistemas de micro-riego con aguas de escurrimiento de ríos: Condoriri, Bella Vista, Umaphusa, Jokopampa, Japuma e Irpi Irpi.
- Sistemas de riego para bofedales: Rosapata, Sepultura, Calacruzani, y Lerko.

3.3.2. Sistemas de Micro-riego por Bombeo

Los sistemas de riego por bombeo considerados corresponden al departamento de Oruro, se ubican en las cuencas del Lago Poopó y del Salar de Coipasa presentando las características consignadas en el Cuadro 20.

Los sistemas de micro-riego por bombeo se caracterizan por tener un componente de aducción desde la fuente de agua hasta un tanque de almacenamiento de agua, desde el cual se procede a la distribución de agua.

En dos de los sistemas estudiados, el bombeo desde el pozo de anillas se realizaba con aerobombas que han operado muy brevemente antes de dañarse por la fuerza del viento, con el resultado que dichos sistemas no funcionan y se cuenta con infraestructura de riego en desuso, sin mantenimiento y, por consiguiente, deterioradas.

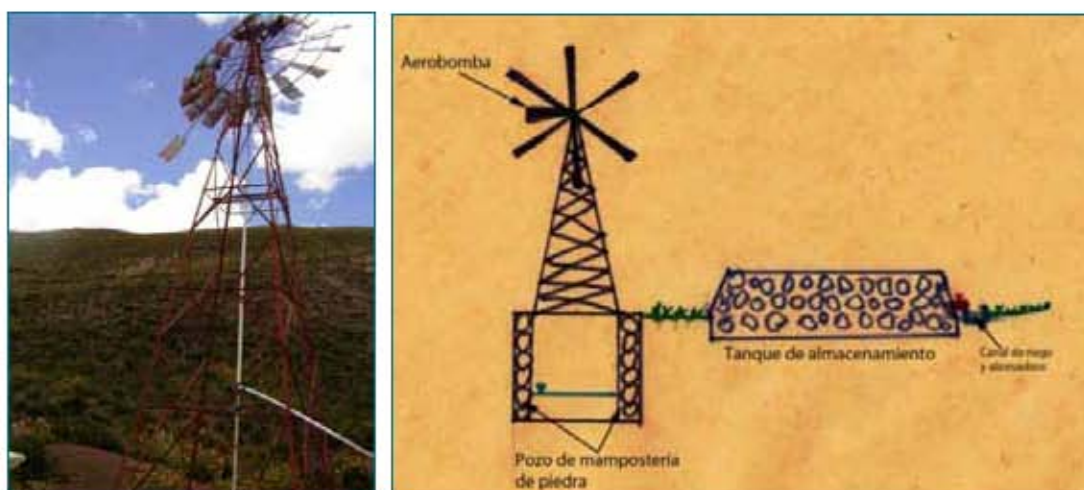
En el caso de Opoqueri, el bombeo se realiza a partir del tanque para el suministro de riego por goteo mediante una bomba eléctrica de 2 plg.

Todos son sistemas de uso colectivo o comunal con varios usuarios que cultivan en áreas comunales reducidas. Si bien no se cuentan datos del rendimiento de los pozos, por experiencias en otros sistemas se puede prever que los caudales son muy pequeños, menores a 1 lps.

Considerando por un parte, que las experiencias con aero-bombas no han sido exitosas y que corresponden a un período en el cual no se tenía acceso al servicio eléctrico y, por otra parte, el uso sostenido que se da al bombeo eléctrico en Opoqueri, el planteamiento básico para la rehabilitación y mejoramiento de los sistemas por bombeo es el siguiente:

- Habilitación de un sistema de bombeo con energía eléctrica: tendido eléctrico, caseta de bombeo, bomba eléctrica y sistema de control.
- Rehabilitación del estanque de agua y de los sistemas de aducción.
- Mejoramientos en el sistema de conducción

En las Fichas anexas al Informe Diagnóstico de Sistemas de Riego, Díaz (20102), elaboradas para cada sistema, se presentan diseños, croquis y presupuestos.



Fotografía 1. Esquema de un sistema de bombeo con aerobomba

Los montos requeridos para el mejoramiento de estos sistemas son pequeños y varían entre 1.800 a 2.800 dólares americanos siempre que exista la infraestructura de riego básica implementada (pozo, aducción, almacenamiento y distribución).

Durante los años 80 se implementaron en el altiplano numerosos sistemas de micro-riego con aero-bombas con programas de tecnologías alternativas por lo que un relevamiento de dichos sistemas permitiría establecer un interesante programa de rehabilitación en base a la instalación de pequeñas bombas eléctricas en el corto plazo.

En el mediano a largo plazo es una alternativa que podría preverse a partir de la excavación de pozos y el bombeo de agua en zonas sin otras alternativas, a partir de una prospección de aguas subterráneas. Los costos de inversión son previsiblemente mayores por que incluirían los costos de los otros componentes del sistema.

Los sistemas por bombeo, por las características especiales de los equipos de bombeo, requerirían de un servicio de capacitación y fortalecimiento de las organizaciones de regantes para la operación y el mantenimiento de sus sistemas. Los requerimientos de fondos monetarios para cubrir los costos de bombeo hacen necesario un apoyo en planificar y organizar la administración del sistema.

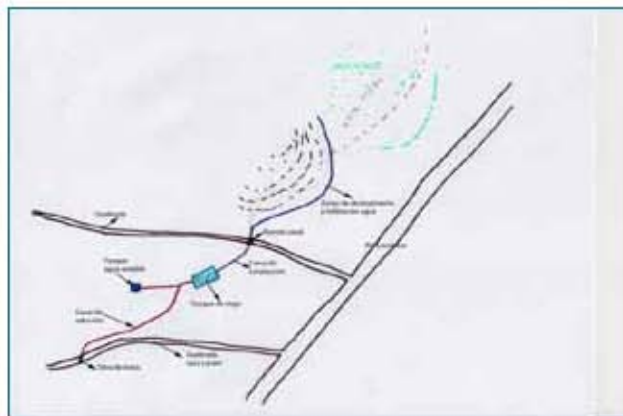
3.3.3. Sistemas de Micro-riego con Vertientes

Los sistemas de micro-riego con vertientes riegan áreas pequeñas con caudales muy bajos, generalmente menores a 5 lps, por lo que un componente clave de su infraestructura es el estanque de almacenamiento para acumular agua y facilitar la distribución por turnos a los usuarios.

A pesar de los bajos caudales hay sistemas con numerosos usuarios lo que implica que solo se pueden regar áreas muy pequeñas, de algunos m^2 por usuario, lo que determina que, por lo general, se cultiven hortalizas para consumo interno, pequeñas superficies de papa, haba y, en algunos casos, de alfalfa.

Las cuencas de aporte, en este tipo de sistemas, son muy pequeñas y comprenden áreas de aporte de 0,36 a 4,5 Km^2 con aportes anuales de escurrimiento menores a 0,2 Hm^3 concentrados en la época lluviosa. Sin embargo el aporte más importante es el de las propias vertientes, 0,04 Hm^3 en forma constante y continua durante el año.

En el Cuadro 21 se presentan las principales características de los sistemas de micro-riego con vertientes y en el mismo puede verse que en algunos de los sistemas se han realizado mejoramientos en algunos de los componentes pero, es común encontrar sectores de pérdidas de aguas, ya sean en canales de tierra o en pasos de quebrada.



Fotografía 2. Esquema de un sistema de vertiente

Los casos más críticos son aquellos en que es necesario mejorar los estanques con el objetivo de minimizar las pérdidas de agua y optimizar el uso de los bajos caudales disponibles.

El planteamiento para el mejoramiento de los sistemas de micro-riego con vertientes es el siguiente:

- Mejoramiento del tanque de almacenamiento.
- Mejoramiento del sistema de aducción incorporando un desarenador.
- Mejoramiento del sistema de conducción y distribución incluyendo, cuando es necesario el mejoramiento de las obras de arte para cruzar quebradas.
- En un sistema se plantea además implementar riego tecnificado.

Los detalles de cada sistema incluyendo los diseños de las obras, costos unitarios y presupuestos se incluyen las Fichas anexas al Informe Diagnóstico de Sistemas de Riego, Díaz (20102).

Los costos de inversión para el mejoramiento de este tipo de sistemas varían entre 2.600 y 7.000 dólares americanos en función al tipo y magnitud de obras que deben mejorarse o rehabilitarse.

Las vertientes son las fuentes de agua más numerosas en el altiplano por lo que un programa de mejoramiento, rehabilitación e inclusive habilitación de nuevos sistemas es una actividad que debe encararse en el corto y largo plazo.

La recuperación y capitalización de experiencias particulares o familiares de sistemas exitosos de suministro de agua para fomentar su divulgación e implementación es una tarea que se puede encarar a corto plazo.

Los sistemas comunales, por los bajos volúmenes de agua que se manejan y las pequeñas áreas de riego comunales que se cultivan, requieren de un apoyo en el fortalecimiento de los regantes con objeto de lograr un reparto más equitativo y eficiente del agua.

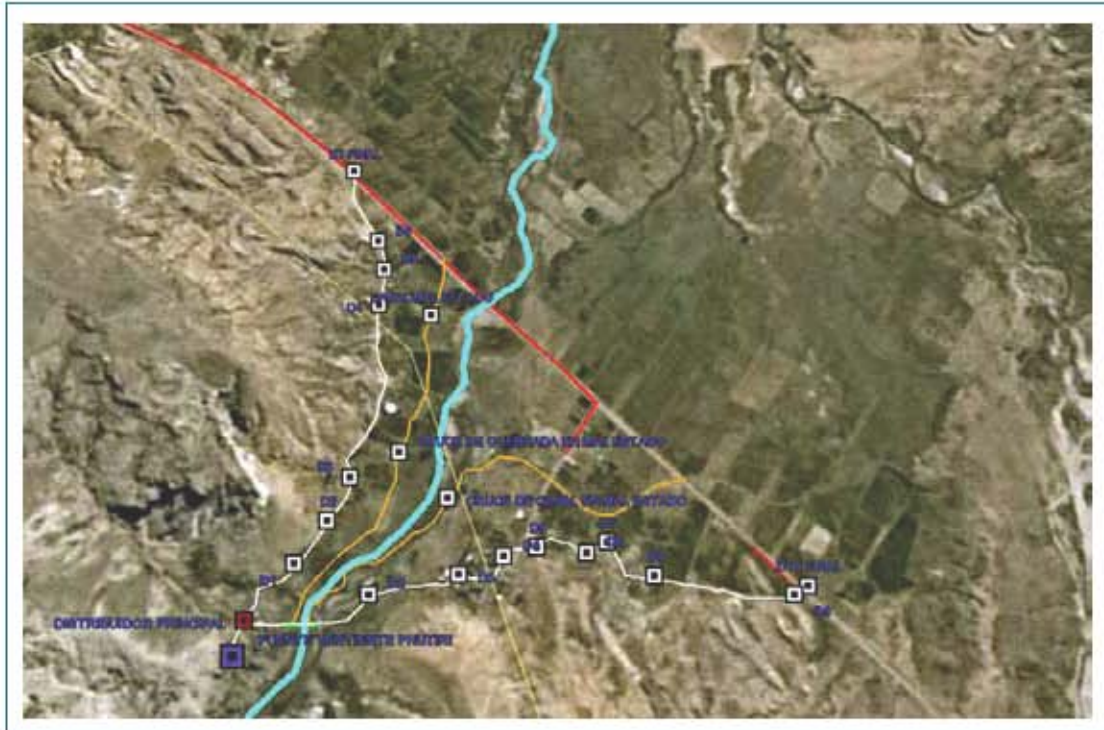
La tecnificación del riego mediante la introducción de sistemas de riego presurizado es una alternativa que debe considerarse para mejorar la eficiencia de general del uso del agua para riego.

3.3.4. Sistemas de Micro-riego con Aguas de Escurrimiento en Ríos

En el Cuadro 22 se presentan las principales características de los sistemas de riego con aguas de río seleccionados para la elaboración de diagnósticos. Los sistemas de micro-riego con aguas de río se diferencian de los sistemas que usan agua de vertientes en los siguientes aspectos:

- Los caudales son variables entre el período de estiaje y el lluvioso con casos en los cuales no hay agua durante los meses de octubre y noviembre.
- El sistema de conducción es de mayores dimensiones y capacidad porque en época de lluvias deben conducir caudales mayores.
- No cuentan con estanque de almacenamiento.
- Las áreas de riego son significativamente mayores a pesar del déficit hídrico en algunos meses del período de estiaje.

- El sistema de cultivos es diversificado y se adapta a las condiciones específicas de cada sistema.



Fotografía 3. Sistema de riego con toma directa sobre río

Las cuencas de aporte en estos sistemas pueden variar desde 5 Km² hasta 135 Km² con volúmenes anuales de suministro de agua mayores a 0,5 Hm³ concentrados en los meses lluviosos.

Los planteamientos para el mejoramiento de los sistemas son diversos en función a los problemas específicos de cada sistema e incluye:

- Encauzamiento del río en el sector de la toma y/o reparaciones en esta
- Mejoramiento o rehabilitación de sectores de canal y/o de obras de arte para cruzar quebradas en los sistemas de conducción.

Estos sistemas, por su magnitud y el número de usuarios involucrados requieren un mayor apoyo en aspectos referidos al fortalecimiento de sus organizaciones dado que tienen turnos e intervalos de riego muy largos y enfrentan períodos de fuertes déficits hídricos.



Fotografía 4. Obras de conducción y repartición

Los costos de inversión varían según el estado de las obras en cada sistema específico y pueden variar de 2.500 a 10.000 dólares americanos sin embargo, los sistemas normalmente requieren de un mejoramiento integral que debe encararse mediante un estudio de pre-inversión previo.

Es el caso de los sistemas de Japuma y Jokopampa, donde los requerimientos para mejorar y rehabilitar las obras son altos por lo cual se deben analizar alternativas de mejoramiento mediante estudios de pre-inversión que permitan a los usuarios buscar otras fuentes de financiamiento.

Una etapa inicial de intervención, en el corto plazo, debe considerar el mejoramiento de los sistemas con bajos requerimientos en obras al mismo tiempo que busque generar una cartera de proyectos, mediante estudios de pre-inversión, que pueda ejecutarse en el mediano plazo.

Para el largo plazo no debe dejar de considerarse la construcción de nuevos sistemas, mediante embalses o el uso de fuentes de agua con buen potencial para generar agua nueva, que beneficie a nuevos usuarios permitiendo el riego de nuevas áreas.

En estos casos el apoyo en términos de apoyar y fortalecer a la organización de los usuarios es imprescindible y de vital importancia. Incluir el enfoque del manejo integral de las cuencas para proteger las fuentes de agua es también una medida que debe preverse en el mediano y largo plazo.

3.3.5. Embalse de Suministro de Agua para Abrevado

Durante la realización de los diagnósticos participativos surgieron demandas de los usuarios cuyos intereses no se enfocaban en el mejoramiento de sistemas de riego sino en otros usos del agua como embalse abrevadero para animales.

En el Informe Diagnósticos de Sistemas de Riego, Díaz (2012), se presentan en detalle las características específicas del sistema y el planteamiento de mejoramiento que consiste en levantar la altura de la presa para embalsar mayor cantidad de agua para el abrevado del ganado comunal.

3.3.6. Sistemas de Micro-riego de Bofedales

Los sistemas de riego de bofedales seleccionados para el diagnóstico, manejan en general caudales significativos de ríos para regar áreas extensas de bofedales. Por la magnitud de los trabajos requeridos para su mejoramiento se ha previsto apoyar en el pago de los estudios de pre-inversión para que los usuarios puedan acceder a otras fuentes de financiamiento.

En el Cuadro 23 se presentan las características de los 4 sistemas seleccionados en a base a cuyos datos se pueden establecer algunas características de los sistemas de riego para bofedales:

- Alta variabilidad de caudales del período lluvioso y de estiaje.
- Altos caudales de manejo en el periodo de lluvias lo que implica canales de grandes dimensiones.



Fotografía 5. Tomas de riego para bofedales

- Tomas de agua afectadas por las crecidas de los ríos en el período lluvioso que, en algunos casos, quedan “colgadas” por el cambio de curso de los mismos.
- Tramo inicial de los canales con muchas pérdidas de agua.

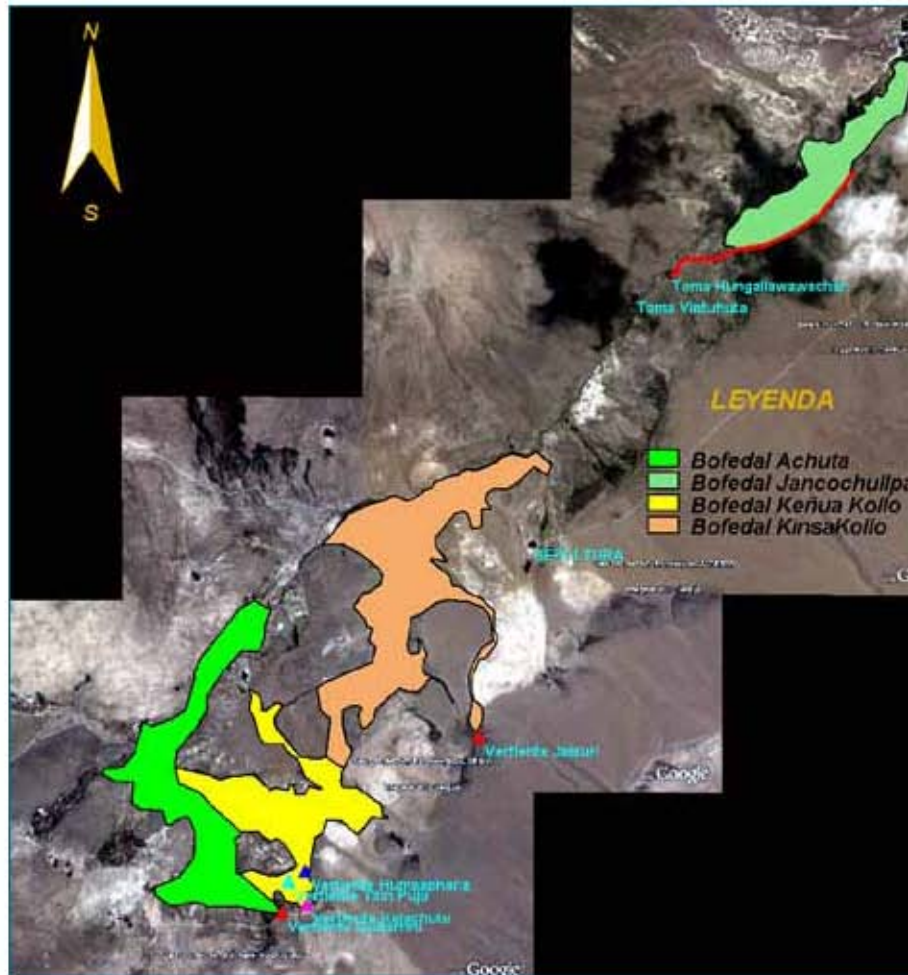
Las cuencas de aporte en estos sistemas tienen áreas significativas, por lo general mayores a 100 Km² aunque se reportan sistemas que operan en base al agua de vertientes y el aporte de cuencas pequeñas. Los aportes anuales de agua son mayores a 10 Hm³ e inclusive con vertientes el aporte es significativo, mayor a 0,3 Hm³

Las alternativas de solución planteadas para el mejoramiento de los sistemas de riego de bofedales comprenden las siguientes acciones:

- Mejoramiento de tomas rústicas mediante la construcción de tomas laterales, con compuertas de cierre.
- Revestimiento del canal de conducción de la toma hasta el ingreso a los bofedales incluyendo la construcción de un desarenador.

En el Informe Diagnóstico de Sistemas de Riego se presentan las Ficha Diagnóstico con los detalles específicos de cada sistema considerado.

La importancia del riego de bofedales es un tema que debe investigarse para establecer, no solo los requerimientos de agua, sino desarrollar factores como los coeficientes de cultivo, que sean aplicables en la planificación del riego.



Fotografía 6. Disposición típica de bofedales

El diseño y construcción de obras de toma que se ajusten a las condiciones y características hidráulicas de los ríos así como de las obras de conducción; canales amplios y posiblemente revestidos solo en su tramo inicial con compuertas que controlen el ingreso de sedimentos.

3.3.7. Calidad del agua para riego

Como parte del diagnóstico de sistemas de riego, se realizó el análisis de calidad de agua en los sistemas estudiados. Los resultados se registran para cada sistema específico en su ficha de diagnóstico y en el cuadro resumen del Anexo 3 en base a cuyos datos se elaboró la **Figura 14**.

Los resultados de la indicada figura muestran que la calidad de las aguas muestreadas es en su mayoría buena, correspondiendo a la Clase 1 respecto al riesgo de sodificación y a las clases 1 y 2 en lo referente al riesgo de salinidad. Se puede concluir entonces que las clases de agua son C1-S1 y C2-S1, aptas para riego, excepto en la muestra de la Quebrada Laca Laca cuya agua tiene un contenido alto de sales que la clasifica en C3-S1 y en el pozo Calasasaya que corresponde a una clasificación de C4-S1.

3.3.8. Gestión de los Sistemas de Riego

Un problema recurrente identificado, durante la realización de los diagnósticos, es la debilidad de las organizaciones de regantes para cumplir y hacer cumplir las actividades de gestión del sistema: operación, mantenimiento y administración.

Lo que afecta el funcionamiento de los sistemas en diversas maneras: mala distribución del agua, mal mantenimiento de las obras, sin autoridades o, cuando hay autoridades falta de control y de aplicación de normas.

El problema está presente en todos los sistemas colectivos de riego pero es más álgido en los nuevos sistemas implementados con financiamiento externo (Mi Agua, ALT, FPS, ONGs) donde los usuarios no tienen experiencia ni capacidades para operar su sistema.

3.4. Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados de la caracterización climática, productiva, social y de los recursos hídricos de las comunidades de estudios permiten caracterizar la situación del uso de los recursos hídricos y plantear las siguientes conclusiones:

- La información disponible respecto a los recursos hídricos en los municipios de estudio es aún incompleta no solo porque en el presente trabajo no se han considerado todas las comunidades, allyus y/o zonas sino porque existe información técnica importante que debe generarse con otros estudios. Se recomienda complementar el inventario de fuentes y sistemas de riego considerando todas las comunidades del área de estudio.
- Los sistemas de riego registrados en el inventario presentan una serie de problemas o limitaciones de orden físico (infraestructura), técnico (falta de criterios técnicos de manejo del agua) y social (falta de organización de usuarios capaz de manejar su sistema en forma sostenible) que afectan el uso eficiente del agua. Se recomienda establecer un programa de mejoramiento de sistemas tanto en su parte física (obras) como en la parte organizativa.
- Existen fuentes de agua con buen potencial para su uso que, a pesar de la necesidad, no son utilizadas por falta de apoyo en la evaluación de su potencial y en la elaboración de estudios que permitan el financiamiento de proyectos para su uso. Se recomienda el estudio específico para el uso de las fuentes de agua con buen potencial hídrico.
- A pesar de la escasez de agua existen varios sistemas de riego que no funcionan por problemas que inhabilitan la infraestructura de riego, ya sea por un mal diseño y/o construcción de las obras como por la falta de un manejo y mantenimiento adecuado de las mismas por parte de los usuarios. Se recomienda la implementación de un programa de apoyo a los usuarios para la rehabilitación de sistemas y para el fortalecimiento de sus capacidades de gestión.

- En zonas de falta de fuentes colectivas de agua es necesario el estudio de alternativas y/o nuevas posibilidades de uso de agua a partir de proyectos que permitan generar agua nueva para beneficiar a nuevos usuarios: prospección de aguas subterráneas para perforar pozos, posibilidad de construcción de embalses. Se recomienda la realización de los estudios socio-técnicos, necesarios para la generación de nuevos proyectos de riego.

Cuadro 5. Caudal específico y lámina de escurrimiento anual en la cuenca del río Mauri

N	Sub-cuenca Estación Hidrométrica	Río	Área Km ²	Q m ³ /s	Caudal específico (l/s-km ²)		Lam. Escurrimiento Anual (mm)	
					Cuenca	Inter- cuenca	Cuenca	Inter-cuenca
1	Caquena nacimiento	Caquena	53	0,44	8,3		261	
2	Caquena vertedero	Caquena	459	1,59	3,5	5,0	109	158
3	Colpacagua	Colpacagua	241	0,32	1,3		42	
4	Abaroa Caquena	Caquena	3.141	2,20	0,7	0,23	22	7
5	Abaroa Mauri	Mauri	2.511	4,84	1,9	1,4	61	43
6	Calacoto Mauri	Mauri	9.804	14,95	1,5	1,9	48	60

Fuente: Escenarios de uso y asignación de agua (Molina, 2008)

Cuadro 6. Caudales mensuales promedio en m³/seg. Afluentes del río Mauri.

N	Estación Hidrométrica	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	PROM
1	Caquena nacimiento	0.39	0.37	0.37	0.40	0.52	0.58	0.52	0.43	0.41	0.42	0.43	0.42	0.44
2	Caquena vertedero	0.96	0.63	0.68	0.96	2.50	3.73	2.69	1.42	1.27	1.43	1.46	1.36	1.59
3	Colpacagua	0.14	0.07	0.08	0.14	0.55	0.92	0.66	0.28	0.23	0.27	0.27	0.24	0.32
4	Abaroa Caquena	1.21	0.76	0.86	1.20	3.74	5.71	3.80	1.91	1.67	1.91	1.93	1.75	2.20
5	Abaroa Mauri	2.63	2.49	2.79	3.57	7.99	11.73	9.69	4.49	3.25	3.13	3.18	3.12	4.84
6	Calacoto Mauri	9.0	7.5	8.0	10.4	29.8	33.8	25.2	13.1	10.4	10.6	11.1	10.7	14.9

Fuente: Escenarios de uso y asignación de agua (Molina, 2008)

Cuadro 7. Área de Bofedales en la cuenca del río Mauri en Ha.

Sub-cuenca	Ancorrama	Mauri	Cusi Cusini	Putani	Caño	Blanco	Mauri	Caquena Abaroa	Uchusuma	Total
Área	16,9	2,0	802,0	111,0	235,7	1.453,1	910,6	670,03	0,1	4.201

Fuente: Escenarios de uso y asignación de agua (Molina, 2008)

Cuadro 8. Caudales mensuales promedio en m3/seg. Río Desaguadero Medio.

N	Estación Hidrométrica	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	PROM
1	Calacoto Desaguadero	27.5	23.6	21.1	24.9	47.1	61.2	63.5	53.4	45.7	41.1	36.9	33.0	39.9
2	Ulloma	36.5	31.9	30.7	36.5	81.8	115.5	101.1	70.2	57.7	52.0	48.4	43.2	58.8
3	Chuquiña	42.7	37.1	35.6	45.9	127.5	173.7	140.5	89.4	68.4	61.2	58.6	52.1	77.7

Fuente: Escenarios de uso y asignación de agua (Molina, 2008)

Cuadro 9. Balance Hídrico del Lago Poopó

Elementos	Estimación período (1990-2006)	Área aproximada Km ²	Volumen medio anual (millones de m3)
Precipitación	384,6 mm	22.301,43	8.322,89
Evaporación Lacustre	1.793,7 mm	2.587,61	4.641,42
Evapotranspiración	310,0 mm	19.713,82	6.111,28
Caudal de aportes	93.858,0 m3/seg		2.959,90

Fuente: Evaluación Ambiental del Lago Poopó, UTO-INCO-FUNDECO-KOMEX

Cuadro 10. Comunidades por departamento, fichas y sistemas de riego.

	Departamento	Comunidades	Visitadas	Sin Fuentes	Fichas	Fuentes	Sistemas
1	ORURO	35	44	13	31	133	38
2	LA PAZ	26	23		23	90	32
	TOTAL:	61	67	13	54	223	70

Fuente: Informe de Inventario de Fuentes de Agua. Díaz, (2012)

Cuadro 11. Características de fuentes de agua inventariadas para el Altiplano

Fuentes de Agua	223	100%	Usos del Agua	252	100%	Caudales lps	252	100%	252	100%
Rio	45	20%	Riego	19	8%	Mayor a 50	29	12%	34	13%
Vertiente	137	61%	Riego y Abrevado	45	18%	De 15,1 a 50	5	2%	4	2%
Pozo	40	18%	Riego Bofedales	32	13%	De 5,1 a 15	6	2%	16	6%
Laguna	1	0%	Abrevado y Bofedal	37	15%	De 1 a 5	49	19%	51	20%
Sistemas de Riego	70	100%	Abrevado	24	10%	Menor a 1	34	13%	17	7%
Mejorados	38	54%	Cons. Hum. y Abrev.	7	3%	Sin dato	129	51%	130	52%
Rústicos	32	46%	Consumo Humano	38	15%					
			Sin uso	43	17%					
			Sin dato	7	3%					

Fuente: Informe de Inventario de Fuentes de Agua. Díaz, (2012)

Cuadro 12. Comunidades por Municipio, fuentes de agua y sistemas de riego

	Municipio	Cuencas	Comunidades	Comunidades sin fuentes	Fuentes	Sistemas
1	Charaña	Mauri	5		46	27
2	Calacoto	Mauri-Desaguadero	8		23	2
3	Santiago de Callapa	Desaguadero	10		21	5
4	San Pedro de Totora	Desaguadero	5	2	3	1
5	Curahuara de Carangas	Desaguadero-Coipasa	13	1	23	11
6	Choquecota	Coipasa	4	1	22	1
7	Belén de Andamarca	Coipasa	5	3	17	0
8	Corque	Coipasa-Poopó	3	3	2	2
9	Huayllamarca	Poopó	3	2	28	12
10	Santiago de Andamarca	Poopó	11	1	38	12
	TOTAL:	61	67	13	223	72

Fuente: Informe de Inventario de Fuentes de Agua. Díaz, (2012)

Cuadro 13. Características de las fuentes de agua inventariadas por cuenca

	Municipio	Cuencas	Río	Vertiente	Pozo	Uso	Caudal
1	Charaña	Mauri	8	17	21	B (46%)	>50 (37%)
2	Calacoto	Mauri-Desaguadero	9	14	0	B (33%)	1 5 - 5 0 (8%)
3	Santiago de Callapa	Desaguadero	4	9	8	CH (48%)	<5 (36%)
4	San Pedro de Totora	Desaguadero	2	1	0	sin uso	sd
5	Curahuara de Carangas	Desaguadero-Coipasa	2	15	5	R (49%)	<5 (41%)
6	Choquecota	Coipasa	10	12	0	A (91%)	<5 (18%)
7	Belén de Andamarca	Coipasa	0	17	0	A (sd)	sd
8	Corque	Coipasa-Poopó	1	1	0	R (100%)	15 y <2
9	Huayllamarca	Poopó	3	25	0	R, A (89%)	<5 (39%)
10	Santiago de Andamarca	Poopó	6	26	6	A (44%)	< 5 (57%)
	TOTAL:		45	137	40		

Fuente: Informe de Inventario de Fuentes de Agua. Díaz, (2012) El porcentaje se refiere al total de fuentes.

Cuadro 14. Inventario de sistemas de riego en la cuenca del río Mauri

Municipio	Comunidad Ayllu	N	Fuente de agua	Usos	Usuarios	Tipo Inf.	Caudales (l/s)		
							Estiaje	Lluvioso	
Charaña	Sepultura	1	Río Achuta	R	5	Rústica	80	500	
	Piñuta Unificada	2	Río Achoco	R, A		Constr.	7	15	
	Rosapata		3	Río Caño. Picañani	RB	8	Mejorada	1,000	10,000
			4	Río Caño. Caripe	RB	4	Mejorada	1,000	10,000
			5	Vert. Puchupuchuni	A, RB	4	Rústico	0.5	1
			6	Río Caño. Rosapata	RB	3	Mejorada	1,000	10,000
			7	Vert. Curampuchu	A, RB	3	Rústica	1	1.5
			8	Vert. Q'otapuchu	A, RB	3	Rústica	1	1.5

Charaña	Rosapata	9	Río Caño. Comaravi	RB	2	Mejorada	1,000	10,000
		10	Río Caño. Sunacavi	RB	5	Rústica	1,000	10,000
		11	Río Caño. Sunacavi	Sin uso		Mejorada	1,000	10,000
		12	Río Mauri	Sin uso		Mejorada	5,000	30,000
	Caparumiri	13	Vert. Huancarama	CH	5	Mejorada	0.5	2
	Chinocavi	14	Río Kaquena. Larancota	RB	7	Rústica	1,700	15,000
		15	Río Kaquena. Apachoco	RB	sd	Rústica	1,700	15,000
		16	Río Taquimalo	RB	4	Rústica	100	300
		17	Río Taquimalo	RB	4	Rústica	100	300
		18	Río Kaquena. Nasacara	RB	sd	Rústica	1,700	15,000
		19	Río Kaquena. Titiwichinca	RB	sd	Rústica	1,700	15,000
		20	Río Kaquena. Chinocavi	RB	sd	Rústica	1,700	15,000
		21	Río Kaquena. Arajcipiña	RB	sd	Rústica	1,700	15,000
		22	Río Kaquena. Challavillque	RB	1	Rústica	1,700	15,000
		23	Río Kaquena. Antajarani	RB	sd	Rústica	1,700	15,000
		24	Río Kaquena. Tiaconani	RB	sd	Rústica	1,700	15,000
		25	Río Kaquena. Conani	RB	1	Rústica	1,700	15,000
		26	Río Kaquena. Ichiraque	RB	2	Rústica	1,700	15,000

Fuente: Elaboración Propia en base a datos de Informe Diagnóstico de Sistemas de Riego. Díaz, 2012.

Cuadro 15. Inventario sistemas de riego en la cuenca del río Desaguadero Medio

Municipio	Comunidad Ayllu	N	Fuente de agua	Usos	Usuarios	Tipo Inf.	Caudales (l/s)	
							Estiaje	Lluvioso
Curahuara de Carangas	Villa Viscachani	1	Vert. Ch'ogña k'uchu	R	40	Mejorada	2	4
		2	Lago Viscachani	A	40	Mejorada	50 m3	4000 m3
	Litoral	3	Vert. Javier Chura	R	1	Rustica	1.5	2
	Kelkata	4	Río Kelkata	RB		Rustica	0	250
	Calajaliri	5	Vert. Humaphusa	RB		Rustica	4	5
	Chiriquiña	6	Vert. Chiriquiña	R	4	Mejorada	1	1.5
		7	Vert. Cahukuchu	R	2	Mejorada	0.5	0.5
		8	Vert. Villca	R	1	Aspersión	0.5	0.5
San Pedro de Titora	Centro de Wara Wara	9	Río Martinavi	R	44	Mejorada	2	10
Santiago de Callapa	Hilata Grande	10	Río Calteca	R	2	Rústica	40	700
	Condo	11	Vert. Cumaravi	CH	20	Mejorada	0.4	0.6
	Calteca	12	Vert. Sivingani	R	18	Rústica	1	1.5
		13	Río Jokopampa	R	28	Rustica	70	500
		14	Río Jokopampa	R	14	Rustica	70	500
Calacoto	Siqui	15	Vert. Junucollo	S i n uso	19	Mejorada	25	50
	Lerko	16	Vert. Isquillani	RB	8	Rustica	4	5

Fuente: Elaboración Propia en base a datos de Informe Diagnóstico de Sistemas de Riego. Díaz, 2012.

Cuadro 16. Inventario de sistemas de riego en la cuenca del Lago Poopó

Municipio	Comunidad Ayllu	N	Fuente de agua	Usos	Usuarios	Tipo Inf.	Caudales (l/s)		
							Estiaje	Lluvioso	
Corque	Condoriri	1	Río Condoriri-Coipaza	R,A	17	Mejorada	30	60	
Santiago de Andamarca	Aylu Rosapata	2	Qda. Marca Marca	R,A	7	Mejorada	2.5	7	
	Cala Cala	3	Pozo Cala Cala	S i n uso	0	Mejorada	0	0	
	Oporcollo	4	Qda. Laca Laca	R,A	40	Mejorada	2	10	
	Canal Collu		5	Pozo Canal Collu	R	0	Mejorada	0	0
			6	Vert. VilliVilli	R,A	2	Mejorada	0.1	1
			7	Vert. Sewencare	S i n uso	0	Dañada	0	0
	Yuruna	8	Pozo Calasaya	S i n uso	0	Mejorada	0	0	
	Copacabana	9	Qda. Sra Nieves	R,A	8	Mejorada	2	10	
	Chico		10	Vert. Allkape 1	R	20	Mejorada	2	2
			11	Vert. Allkape 3	R	2	Mejorada	1	1
	Kollana	12	Vert. Agua Cruz 2	R	20	Dañada	0	0	
	Inchura	13	Vert. Falsuri	R	15	Constr.	5	10	
	Huayllamarca	Bella Vista	14	Vert. Laura Mayu-Chapicota	R,A	9	Mejorada	2	4
15			Vert. Laura Mayu	R,A	6	Mejorada	1	2	
16			Vert. Rosa Pata	R,A	6	Mejorada	1	2	
17			Vert. Jach'a Wisira	R,A	2	Rustica	1	1	
18			Vert. Chajawira	R,A	2	Rustica	0.5	1	
19			Vert. Joq'o Pata	R,A	4	Rustica	1	2	
20			Vert. Q'orpa	R,A	2	Rustica	1	2	
21			Vert. Rancho Orq'o Pata	S i n uso	0	Rustica	0.5	1	
22			Vert. Jankukal	R,A	10	Mejorada	2	3	
23			Vert. Rosa Pata 2	R,A	10	Mejorada	1	3	
24			Vert. Ramos	R,A	8	Mejorada	1	2	
25			Río Kachaza	R,A	80	Mejorada	8	10	

Fuente: Elaboración Propia en base a datos de Informe Diagnóstico de Sistemas de Riego. Díaz, 2012.

Cuadro 17. Inventario de sistemas de riego en la cuenca del Salar de Coipasa.

Municipio	Comunidad Ayllu	N	Fuente de agua	Usos	Usuarios	Tipo Inf.	Caudales (l/s)	
							Estiaje	Lluvioso
Curahuara de Carangas	Calacruzani	1	Río Calacruzani	RB	40	Rustica	100	700
	Tomarapi	2	Vert. Tomarapi	RB		Mejorada	>100	>100
	Humaphusa	3	Vert. Phutiri	R	35	Mejorada	4	5
Choquecota	Chapita	4	Río Muyu Jok'u	R,A	10	Const.	4	8
Corque	Opoqueri	5	Vert. Uma Jalsu	R	5	Mejorada	0.7	1

Fuente: Elaboración Propia en base a datos de Informe Diagnóstico de Sistemas de Riego. Díaz, 2012.

Cuadro 18. Tipología de sistemas de riego

N	Fuente de agua	Sistemas	Usos	Usuarios	Q. Estiaje	Q. Lluvioso
1	Laguna	1	A	>20		
2	Pozos	3	Sin uso	sd	sd	Sd
3	Vertientes	28	R,A, RB	3 a 20	<1	<4
		6	R, RB	8 a 20	2 a 4	5
4	Ríos	8	R,A	7 a 40	2	15
		9	R, RB	2 a 40	>50	100 a 500
		17	RB	2 a 8	> 500	> 1000

Fuente: Elaboración Propia en base a datos de Informe Diagnóstico de Sistemas de Riego. Díaz, 2012.

Cuadro 19. Sistemas seleccionados para los diagnósticos

N	Sistema de Riego	Fuente de agua	Comunidad Ayllu	Municipio
1	Condoriri	Río Condoriri-Coipaza	Condoriri	Corque
2	Opoqueri	Vertiente Uma Jalsu	Opoqueri	
3	Aero-bomba Cala Cala	Pozo Cala Cala	Cala Cala	Santiago de Andamarca
4	Laca Laca	Vertiente Laca Laca	Pocorcollo	
5	Aero-bomba Calasasaya	Pozo Calasasaya	Yuruna	
6	Laca Presa	Vertiente Laca Presa	Copacabana	
7	Alkape Pueblo	Vertiente Allkape 1	Guanapa Grande	
8	Sistema para abrevado	Lago Viscachani	Vizcachani	Curahuara de Carangas
9	Familiar Chura	Vertiente Chacarilla	Litoral	
10	Calacruzani	Río Calacruzani	Calacruzani	
11	Umaphusa	Vertiente Phutiri	Umaphusa	
12	Chiriquiña	Vertiente Chiriquiña	Chiriquiña	
13	Riego Mayor	Río Kachaza	Bella Vista	Huayllamarca
14	Japuma	Río Japuma	Estancia Japuma	Calacoto
15	Jankopacha	Vertiente Esquillani	Lerco	
16	Toma Hunga- llawawachan	Río Achuta	Sepultura	Charaña
17	Irpi Irpi	Río Achoco	Piñuta	
18	Rosapata	Río Caño	Rosapata	
19	Sistema Nuevo	Vertiente Niñoکو	Totoroko	Santiago de Callapa
20	Jokopampa	Río Jokopampa	Jokopampa	

Fuente: Elaboración Propia en base a datos de Informe Diagnóstico de Sistemas de Riego. Díaz, 2012.

Cuadro 20. Sistemas de micro-riego por bombeo

Sistema de Riego	Sistema de riego Opoqueri	Aerobomba Cala Cala	Aerobomba Calasaya
Fuente de agua	Vertiente Uma Jalsu	Pozo Cala Cala	Pozo Calasaya
Comunidad	Opoqueri	Cala Cala	Yuruna
Infraestructura	Toma, canal de aducción, tanque, bomba y sistema de goteo.	Pozo anillas, Aerobomba, Tubería de Aducción, Tanque, Tubería de Conducción	Pozo anillas, Aerobomba, Tubería de Aducción, Tanque, Canal de riego
Usos	R	Sin uso	Sin uso
Cultivos	Hortalizas, alfalfa	Hortalizas	Hortalizas
N° Usuarios	5	15	21
Área (ha)	2 Ha	1 Ha	1 Ha
Q. Estiaje (lps)	0.6	sd	sd
Q. Lluvioso (lps)	0.8	sd	sd
Problemas	Tanque en mal estado y falta caseta	Aerobomba no funciona	Aerobomba no funciona, faltan tuberías de aducción
Proyecto			
Costo (USD)			

Fuente: Informe Diagnóstico de Sistemas de Riego. Díaz, 2012.

Cuadro 21. Sistemas de micro-riego con vertientes

Sistema de Riego	Riego familiar Chura	Sistema de riego Chiriquiña	Sistema de riego Laca Laca	Sistema Laca Presa	Sistema de riego Totoroko	Sistema de riego Allkape Pueblo
Fuente de agua	Vert. Chacarilla	Vert. Chiriquiña	Vert. Laca Laca	Vert. Laca Presa	Vert. Niño kollo	Vert. Allkape 1
Cuenca (Km ²)	0,36	sd	0,60	4,50	1,44	sd
Volumen (m ³ /año)	55.229	sd			152.804	
Comunidad	Litoral	Chiriquiña	Pocorcollo	Copacabana	Totoroko	Guanapa Grande
Infraestructura	Toma, canal aducción, estanque, tubería de conducción, canales parcelarios.	Toma, canal aducción, estanque, canal de conducción, canales parcelarios	Toma mejorada, canal aducción, tanque, canal de conducción revestido y canales secundarios	Toma mejorada, canal aducción, tanque, canal de conducción revestido y canales secundarios de tierra.	No hay sistema de riego	Toma mejorada, canal rústico aducción, tanque, canal de conducción y canales secundarios de tierra
Usos	R, A, CH	R, A, CH	R,A	R,A	R, A, CH	R
Cultivos	Hortalizas, Alfalfa	Hortalizas, Alfalfa	Papa, Hortalizas, Alfalfa	Papa, Haba, Hortalizas	Papa, alfalfa	Haba, Hortalizas
N° Usuarios	1	4	40	60	11	16
Área (Ha)	1	3	1,56	0,2	10	460m ²
Q. Estiaje (lps)	1,5	4	2	2	2	2
Q. Lluvioso (lps)	3	5	5	5	10	2
Problemas	Problemas en sistema de conducción	Pérdidas de agua en todo el sistema	Pérdidas por infiltración en todo el sistema	Pérdidas de agua en estanque y pasos de quebrada	No se aprovecha el agua	Pérdidas de agua en todo el sistema
Proyecto	Mejoramiento del sistema en general	Mejoramiento del sistema en general e implementar riego tecnificado	Mejoramiento de estanque y de sistema de conducción	Mejoramiento de estanque y pasos de quebrada, fortalecimiento a la organización	Construcción de toma, aducción, almacenamiento y distribución.	Mejoramiento del tanque y del sistema en general
Costo (USD)	6,875	5,728	3,911	2,540	3,814(*)	2,599

Nota: (*) Costo de pre-inversión

Fuente: Informe Diagnóstico de Sistemas de Riego. Díaz, 2012.

Cuadro 22. Sistemas de micro-riego con aguas de río

Sistema de Riego	Sistema de riego Condoriri	Sistema de riego Mayor	Sistema de riego Umaphusa	Sistema de riego Irpi Irpi	Sistema de riego Jokopampa	Sistema de riego Japuma
Fuente de agua	Río Caqueza	Río Kachaza	Vert. Phutiri y Río Umaphusa	Río Achoco	Río Jokopampa	Río Japuma
Cuenca (Km2)	135,00	5,66	20,00	6,26	11,00	26,00
Volumen (m3/año)			1.700.624	690.763	693.889	2.217.658
Comunidad	Condoriri	Bella Vista	Umaphusa	Piñuta Unificada	Jokopampa	Japuma
Infraestructura	Toma mejorada, tubería de conducción y cámaras de inspección	Toma rústica, canal revestido de aducción, tanque, 3 canales revestidos de conducción y canales secundarios de tierra	3 tomas (1 mejorada), conducción por tuberías y también por canales de tierra	Sistema de riego en construcción: presa y sistema de conducción por tuberías	Toma rústica y canales de tierra	Toma mejorada, canales revestidos, obras de arte
Usos	R,A	R,A	R, A, CH	R, A	R, A, CH	R, A, RB
Cultivos	Papa, cebada	Papa, maíz, haba	Papa, hortaliza, alfa	Papa, cebada	Papa, alfalfa	Papa, alfalfa y bofedales
N° Usuarios	17	60	27	28	18	18
Área (Ha)	68	94	80.5	25	10	44
Q. Estiaje (lps)	30	15	18+20	7	17	34
Q. Lluvias (lps)	60	20	17+30	15	50	336
Problemas	Problemas en captación y conducción	Problemas en el sistema de conducción al Sector Centro. No recibe agua. Déficit general de agua	Problemas en diferentes componentes y tramos del sistema de conducción	Faltan tuberías para cubrir todo el tramo de conducción	Pérdidas de agua en todo el sistema	Sistema no funciona por problemas en toma y canal
Proyecto	Re-encauzamiento de río en sector de toma y fortalecimiento a la organización	Rehabilitación del Sistema Sector Centro: reconstrucción de tanque, tendido de tuberías	Reparaciones en distintos sectores y componentes del sistema de riego	Se apoyará con la adquisición de tubería	Mejoramientos en el sector de la toma y del canal de conducción.	Mejoramientos en el sector de la toma y del canal de conducción.
Costo (USD)	2,240	2,623	5,805	8,971	3,657(*)	3,401(*)

Nota: (*) Costo de pre-inversión

Fuente: Informe Diagnóstico de Sistemas de Riego. Díaz, 2012.

Cuadro 23. Sistemas de micro-riego de bofedales

Sistema de Riego	Sistema de riego Rosapata	Toma Hunga-llawawachan	Sistema de riego Calacruzani	Sistema de riego Jankopacha
Fuente de agua	Río Caño	Río Achuta	Río Calacruzani	Vert. Isquillani
Cuenca (Km2)	321	109	131	5
Volumen (m3/año)	20.081.088	11.898.576	13.128.346	481.233
Comunidad	Rosapata	Sepultura	Calacruzani	Lerko
Infraestructura	Toma mejorada y canales rústicos	Toma rústica y canales de tierra	Toma rústica y canales de tierra	Toma rústica y canales de tierra
Usos	RB, A	R	RB, A	RB
Cultivos	Bofedal	Bofedal	Bofedal	Bofedales
N° Usuarios	13	5	17	8
Área (Ha)	43		76	12
Q. Estiaje (lps)	124	80	11	4
Q. Lluvioso (lps)	> 1.000	>200	>700	5 + 60
Problemas	Toma mejorada colgada, no funciona	Destrucción toma y pérdidas en sector arenoso del canal	Reparación permanente de toma y no hay agua en sept. a nov.	Pérdidas de agua en todo el sistema
Proyecto	Mejoramientos en el sector de la toma y del canal de conducción.	Construcción toma y revestimiento canal conducción.	Mejoramientos en el sector de la toma y del canal de conducción.	Mejoramientos en el sector de la toma y del canal de conducción.
Pre-inversión USD	1,530	2,194	4,129	1,530

Fuente: Informe Diagnóstico de Sistemas de Riego. Díaz, 2012.



Figura 9. Cuencas del Área de Estudio

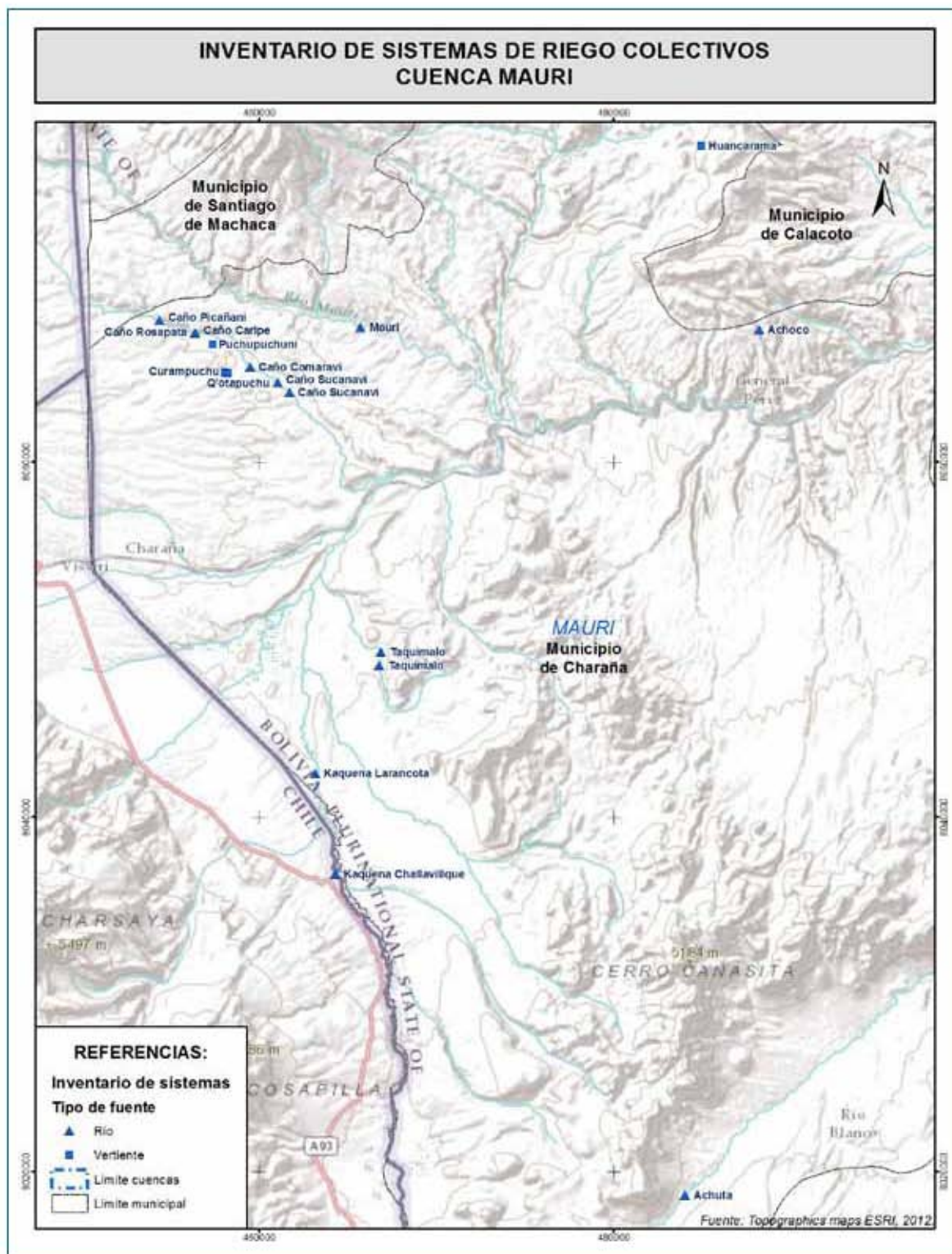


Figura 10. Sistemas de Riego de la Cuenca del río Mauri

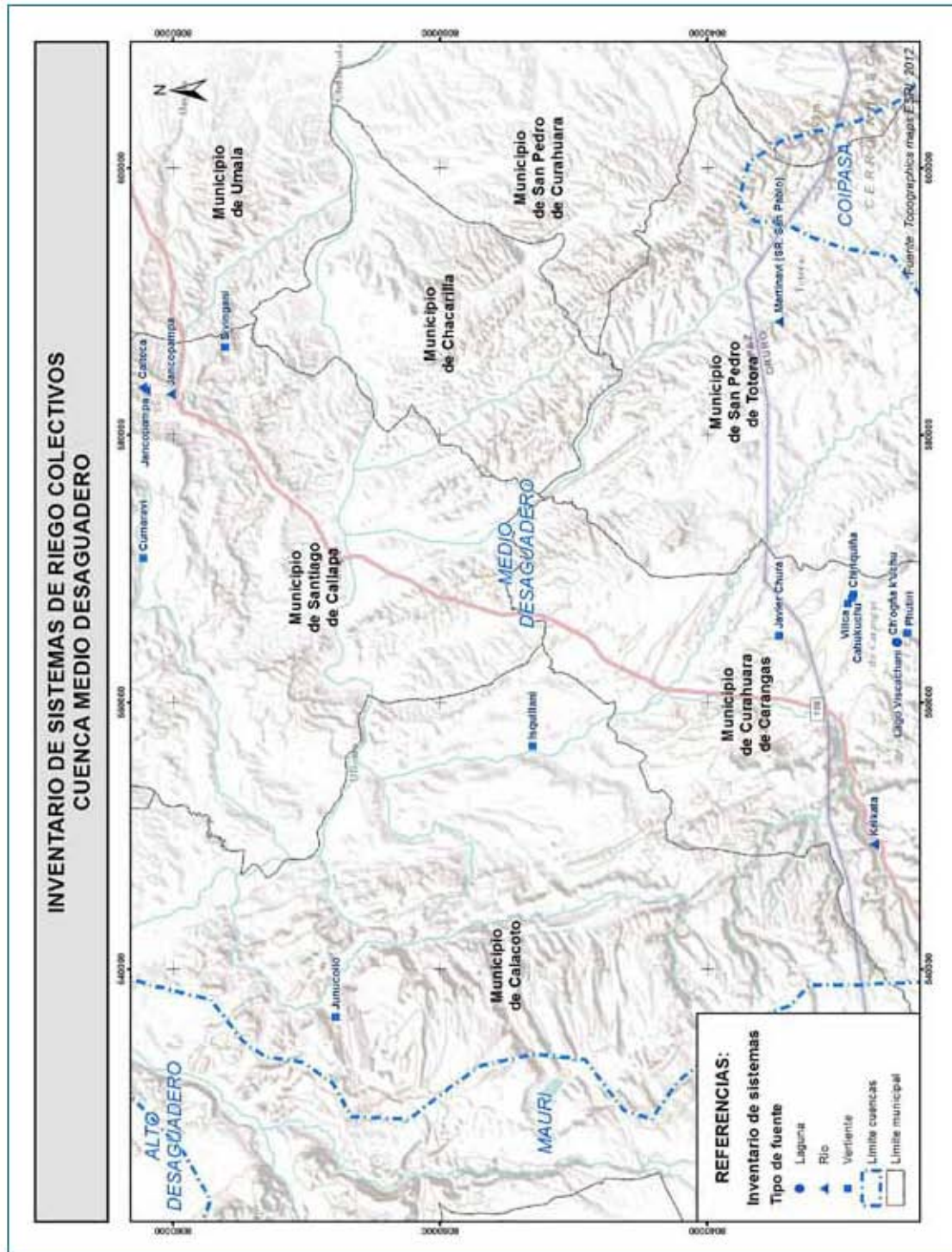


Figura 11. Sistemas de Riego de la Cuenca del río Desaguadero Medio

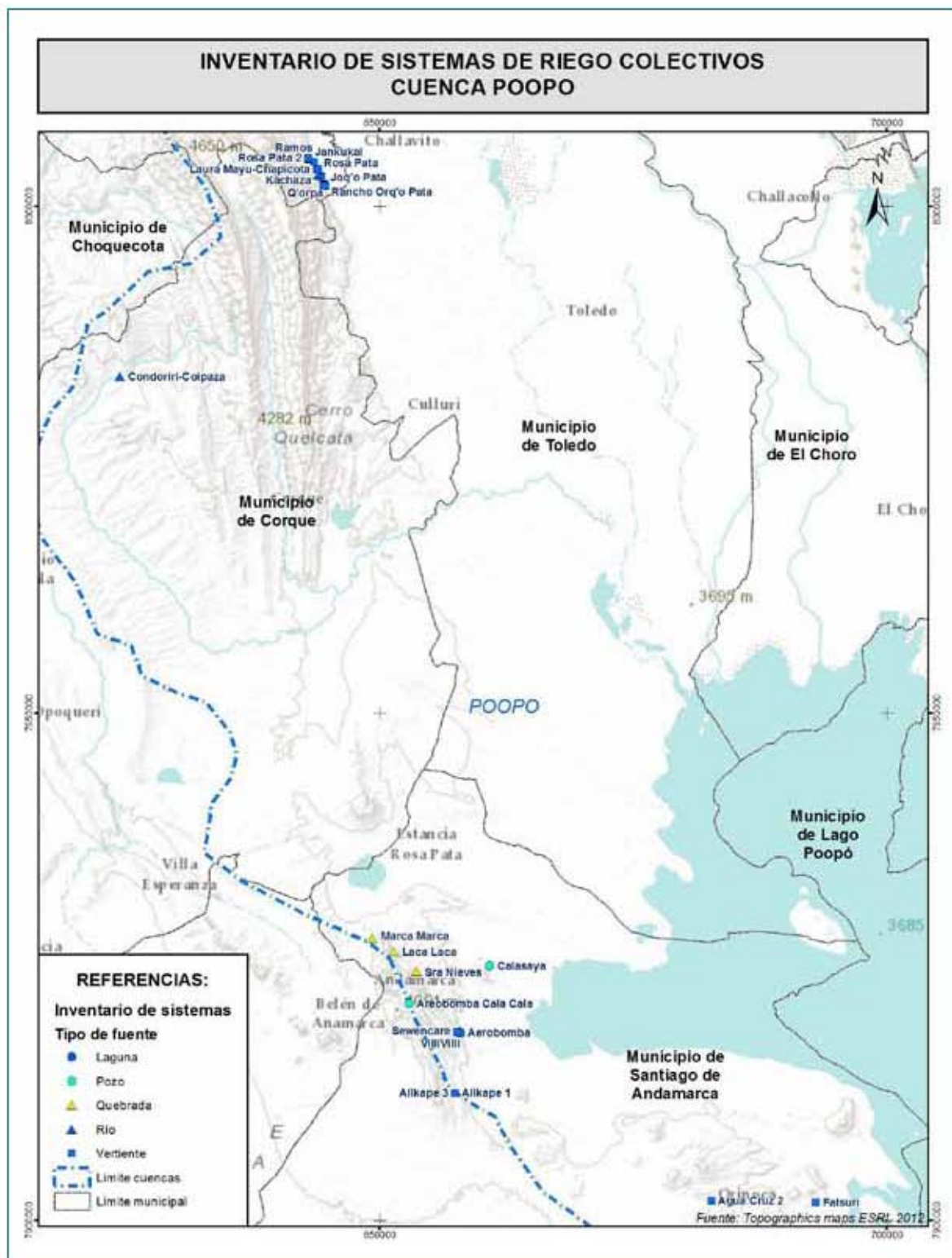


Figura 12. Sistemas de Riego de la Cuenca del Lago Poopó

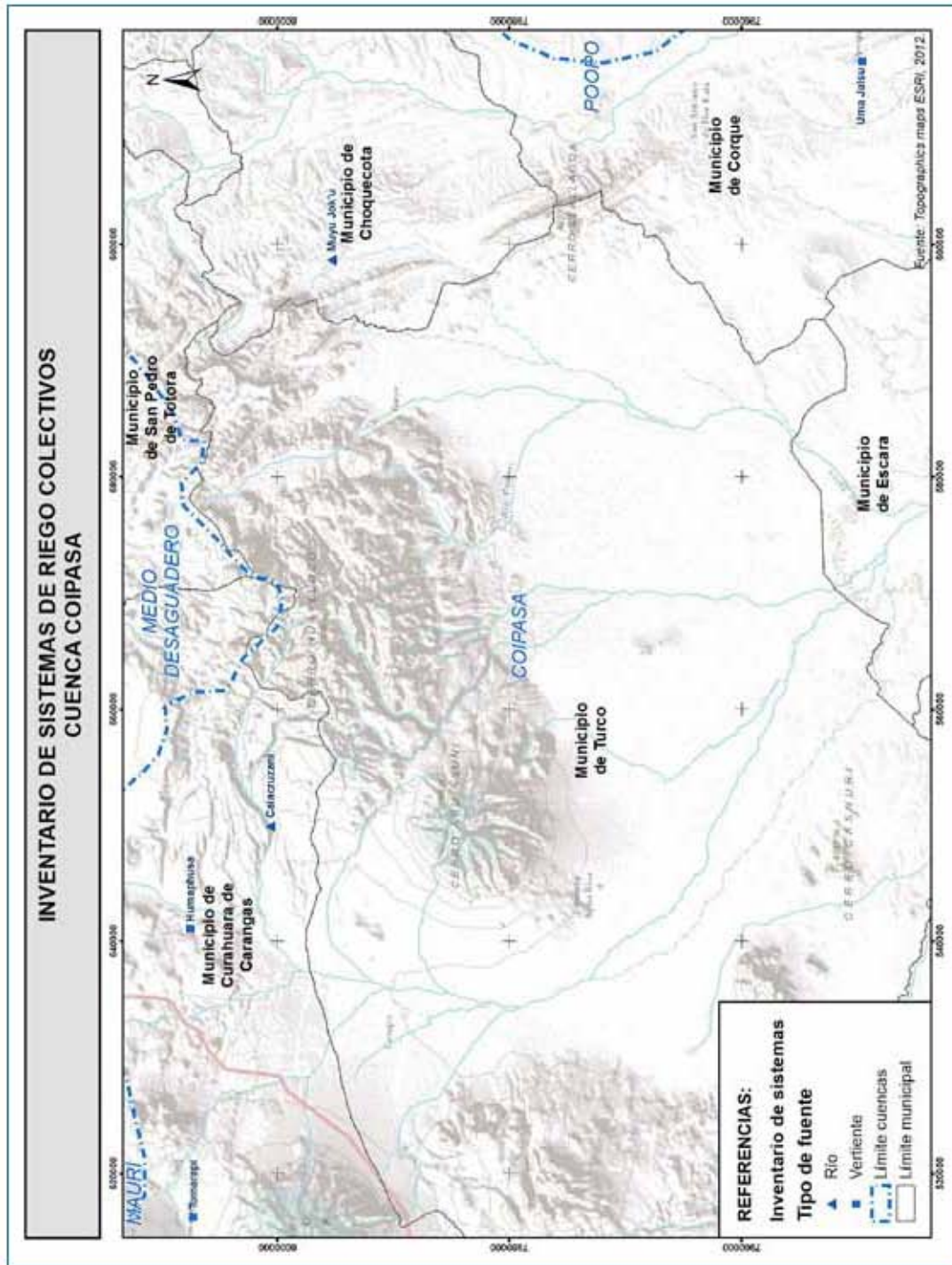


Figura 13. Sistemas de Riego en la Cuenca del Salar de Coipasa

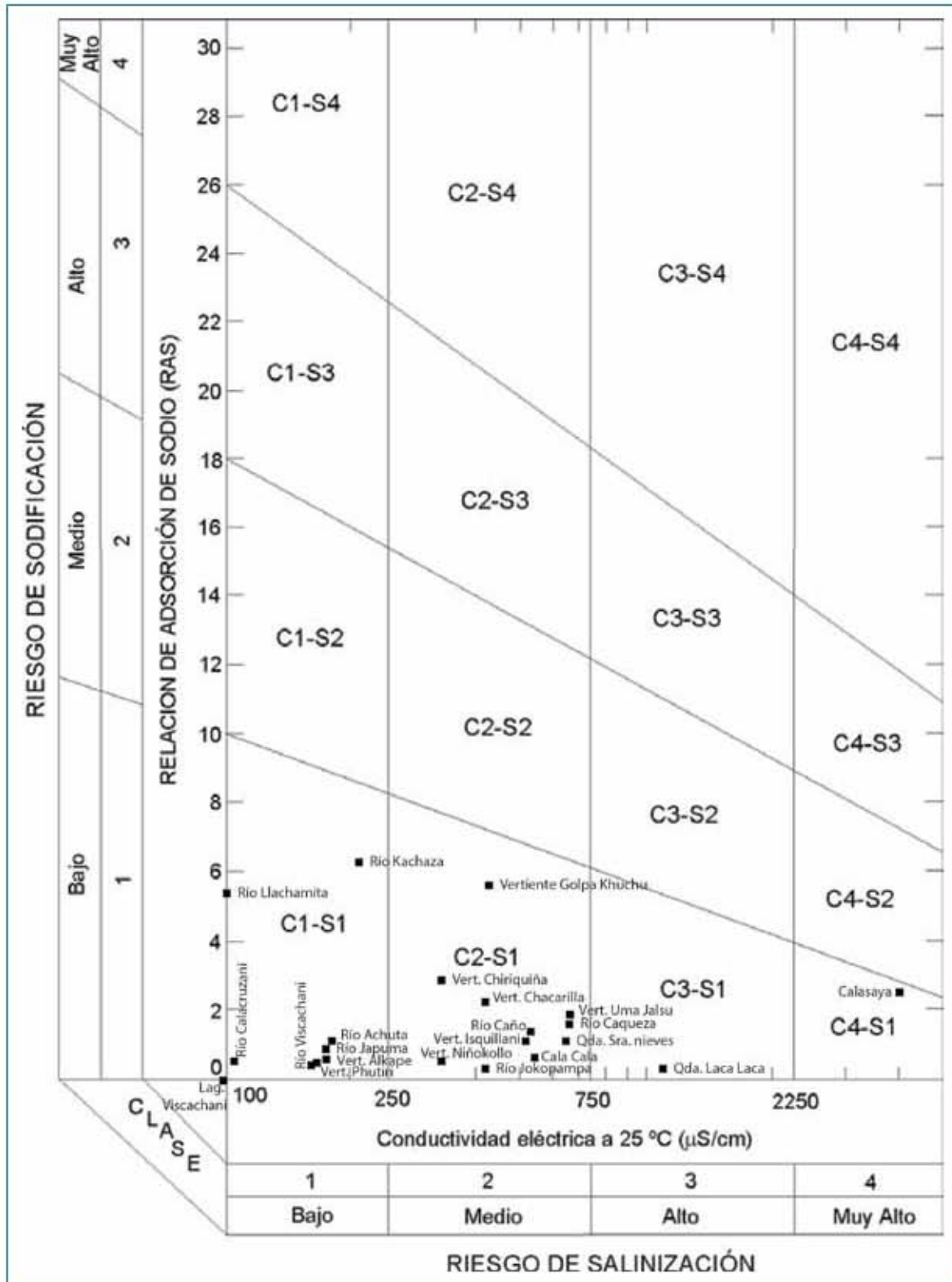


Figura 14. Calidad de agua para riego

4. ESTRATEGIA DE MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS

A partir de los resultados y las conclusiones obtenidos en el presente estudio se hace evidente la necesidad de planificar y ejecutar acciones que permitan un mejor uso de los recursos hídricos, disponibles en la región, para disminuir la vulnerabilidad de la población frente a los efectos del déficit hídrico y la sequía.

En este sentido se plantean a continuación, una estrategia para la planificación y ejecución de un manejo autogestionario y sostenible de los recursos hídricos y una serie de lineamientos estratégicos que puedan implementarse en el corto, mediano y largo plazo.

4.1. Meta Estratégica

Los usuarios de agua de los municipios de estudio usan el agua disponible en su territorio, en forma apropiada para mejorar sus condiciones de vulnerabilidad ante las sequías.

4.2. Ejes Temáticos

Los Ejes Temáticos son áreas alrededor de los cuales giran temas homogéneos y comunes, que coadyuvarán al alcance de la meta estratégica.

La interpretación de los ejes temáticos, se expresa en los **objetivos estratégicos**, los mismos que requieren de **líneas estratégicas**, que describen el modo y el procedimiento a través de los cuales se lograrán estos.

Para el cumplimiento de la meta estratégica se identificaron los siguientes ejes temáticos:

- Generación de información básica
- Mejoramiento de la eficiencia de uso de agua en los sistemas actuales de riego
- Implementación de nuevos sistemas de riego
- Manejo de cuencas transfronterizas

4.2.1. Generación de Información Básica

Objetivo Estratégico

Generar información básica imprescindible para la formulación, planificación y ejecución de un programa para el uso autogestionario y sostenible de los recursos hídricos por los usuarios de los municipios de estudio.

Líneas Estratégicas

- Inventario completo de las fuentes de agua y evaluación de fuentes potenciales
- Balances hídricos de las cuencas y sub-cuencas
- Prospección de aguas subterráneas
- Recuperación de prácticas exitosas de uso del agua en las condiciones del área de estudio
- Estudio del consumo de agua en bofedales y en praderas nativas

Mecanismos de ejecución

La generación de información básica necesaria para la formulación, planificación y ejecución de un programa de uso de los recursos hídricos deberá realizarse con el concurso o apoyo de Centros de Investigación de las Universidades.

Algunas de las instituciones de investigación que pueden colaborar con la FAO y trabajar asociadamente mediante convenios son:

El Centro AGUA de la UMSS para el inventario de fuentes y sistemas, evaluación del consumo de agua en bofedales y la recuperación de prácticas exitosas.

El Instituto de Hidráulica e Hidrología de la UMSA para la elaboración de los balances hídricos y la prospección de aguas subterráneas.

La planificación de los trabajos con los socios estratégicos deberá establecer los alcances, tiempos, recursos y resultados de las investigaciones.

Las acciones en el corto plazo serían: la complementación de los inventarios de fuentes de agua y sistemas de riego, la recuperación de prácticas exitosas, el inicio de la investigación en bofedales y el balance hídrico de cuencas y sub-cuencas mayores.

En el mediano plazo se complementarían la investigación y validación de resultados del riego de bofedales, la prospección de aguas subterráneas y el estudio hidrogeológico.

4.2.2. Mejoramiento de la Eficiencia de uso del agua

Objetivo Estratégico

Mejorar la eficiencia de uso del agua en los sistemas de riego actuales mediante la aplicación de un concepto socio-técnico para que los sistemas sean autogestionarios y sostenibles.

Líneas Estratégicas

- Mejoramiento de las condiciones de la infraestructura de riego actual.
- Fortalecimiento de las organizaciones de regantes para la gestión de sus sistemas.
- Introducción de prácticas más eficientes de riego y/o de riego tecnificado.

Mecanismos de Ejecución

El mejoramiento de los sistemas actuales de riego debe comprender no solamente el mejoramiento de la infraestructura sino también las capacidades de los usuarios para operar y mantener el sistema.

Muchos de los sistemas están deteriorados por la falta de mantenimiento de los componentes de infraestructura ya sea por falta de capacidades y/o recursos, o por el abandono de los usuarios ante una mala distribución del agua.

Para evitar estos problemas, en las acciones de mejoramiento se deben considerar dos aspectos: la elaboración de los estudios socio-técnicos y de pre-inversión, así como las tareas de acompañamiento de la gestión.

El financiamiento de obras de infraestructura puede ser realizado parcialmente por la FAO pero la coyuntura actual permite pensar que se puede acceder a programas estatales de financiamiento como son: MI AGUA, FPS y otros.

El cuello de botella es el financiamiento para la elaboración de buenos estudios, que incluyan el concepto socio-técnico, y para las acciones de acompañamiento para el fortalecimiento de las organizaciones de regantes. En este sentido sería estratégico que estas acciones cuenten con financiamiento propio a partir de acciones de la FAO.

Socios estratégicos para estas acciones son: el Centro AGUA, el componente de riego de la GIZ (PROAGRO-GTZ), pero también se debe considerar la colaboración y eventual cofinanciamiento con la Dirección de Riego del VRHyR.

En el corto plazo deberían complementarse los diagnósticos de los sistemas de riego y de sus requerimientos de mejoramiento con objeto de establecer carpetas de proyectos, diferenciando los distintos tipos de sistemas (bombeo, vertientes, escurrimiento y bofedales), tipos de estudios (inversión y pre-inversión).

Otra tarea en el corto plazo es el acompañamiento a los usuarios para el fortalecimiento de las organizaciones en el manejo de sus sistemas de riego.

El financiamiento de estas actividades constituye el cuello de botella en la gestión de proyectos de riego por lo que sería importante que la FAO considerara la conformación de un equipo de asesoramiento técnico en el diseño y acompañamiento para generar carteras de buenos proyectos de mejoramiento y/o rehabilitación de sistemas de riego.

En el mediano plazo el trabajo consistiría en apoyar a los usuarios y municipios durante la ejecución de los proyectos y la puesta en marcha de los sistemas mejorados.

El financiamiento de las obras sería de otras fuentes o programas y el servicio de asesoramiento y acompañamiento debería ser un gasto compartido entre FAO, los financiadores de las obras, los municipios y los usuarios.

4.2.3. Estudio e Implementación de Nuevos Sistemas de Riego

Objetivo Estratégico

Construir nuevos sistemas para utilizar agua nueva que permita incorporar nuevos usuarios y nuevas áreas de riego.

Líneas Estratégicas

- Nuevos sistemas de riego por bombeo
- Sistemas de riego con embalses
- Sistemas de riego con fuentes sin uso actual y con gran potencial hídrico

Mecanismos de Ejecución

La formulación de nuevos proyectos de riego para incorporar áreas y usuarios nuevos es una tarea a mediano plazo pues va a ser resultado de los trabajos previos de inventario y evaluación de fuentes potenciales de agua. Será también producto de una evaluación de los potenciales de aguas subterráneas y de los balances hídricos de las cuencas.

La formulación de nuevos proyectos es una situación más compleja que los mejoramientos de sistemas tradicionales por lo cual las consideraciones en sentido de problemas y requerimientos presentados para el eje temático anterior son aún más importantes.

En ese sentido en base a las experiencias en el mejoramiento de sistemas de riego se deberán plantear los componentes para: la elaboración de proyectos con enfoque socio-técnico, el acompañamiento y fortalecimiento de las organizaciones de usuarios para manejar sus sistemas en forma autogestionaria y sostenible.

Los socios estratégicos serán las mismas instituciones y en este caso será oportuno realizar una alianza estratégica con la Dirección de Riego del VRHyR.

La implementación de nuevos proyectos de riego es una acción de mediano a largo plazo. En el mediano plazo consiste en la elaboración de carteras de proyectos a partir de los resultados y

experiencias de los ejes anteriores y en el largo plazo consiste en aplicar las acciones de apoyo realizadas en el eje temático anterior.

4.2.4. Manejo de cuencas transfronterizas

Objetivo Estratégico

Coordinar con países vecinos para evitar situaciones que afecten el suministro de agua de los sistemas ubicados en el altiplano boliviano.

Líneas Estratégicas

- Sistema de monitores de caudales
- Coordinación e intercambio de información con el ALT y el VRHyR

Mecanismos de Ejecución

Si bien el manejo de cuencas transfronterizas no es un resultado del inventario y los diagnósticos realizados en el presente proyecto, la experiencia reportada por el IHH y Agua Sustentable muestra que es un aspecto estratégico que debe considerarse.

Las acciones deberían planificarse en coordinación con el ALT y el VRHyR. Otras entidades con conocimiento de la situación en la microrregión son Agua Sustentable y el IHH.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ALT-PELT, 2002. Macro-zonificación Ecológicas Económica del Sistema TDPS, 348 pp. La Paz.
- ALT-PELT, 1999. Determinación de la Oferta de Caudal en la Cuenca del río Mauri. 167pp. La Paz.
- ALT-PELT, 1999. Inventariado de usos Actuales de Agua en la Cuenca del río Maure Sector Boliviano-Sector Peruano. 111pp. La Paz
- DIAZ H, 2012 Informe de Consultoría – Inventario de Fuentes de Agua. Proyecto OSRO/RLA/101/EC. FAO-Centro AGUA. 100pp. La Paz.
- DIAZ H, 2012 Informe de Consultoría – Diagnóstico de Sistemas de Riego. Proyecto OSRO/RLA/101/EC. FAO-Centro AGUA. 100pp. La Paz.
- CRUZ R, 2012 Informe de Consultoría – Estudio Hidrológico. Proyecto OSRO/RLA/101/EC. FAO-Centro AGUA. 50pp. La Paz.
- MOLINA J, CRUZ R, 2010. Escenarios de Uso y Asignación del Agua en la Cuenca de los ríos Mauri y Desaguadero. Informe Final. IHH-CGIAB-Agua Sustentable, 153pp. La Paz.
- UTO-MINCO-FUNDECO- KOMEX, Evaluación Ambiental de Lago Poopó, 198pp. Oruro.
- WFP-PMA, 2002. Análisis y Cartografía de la Vulnerabilidad a la Inseguridad Alimentaria en Bolivia. WFP-PNUD-FAO-SINSAAT-MDSP. 157pp. La Paz
- Plan de Desarrollo Municipal Municipio de Calacoto 2008-2012. 283pp. La Paz
- Ajuste del Plan de Desarrollo Municipal Santiago de Callapa. 306pp. La Paz
- Plan de Desarrollo Municipal Originario 2007-2011. 133pp. La Paz

ANEXO 1

RESUMEN DEL INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

N°	Municipio	Comunidades	Fuentes	Usos	Problema	Mapa
1	Corque	Condoriri	Río Condoriri	R, A	Gestión	Si
2		San Cristobal	Sin fuentes			
3		San Antonio	2 vertientes	A		
4		Opoqueri	1 vertiente	R, A	Estanque en mal estado	Si
5		San José de Kala	Sin fuentes			
6	Santiago de Andamarca	Rosapata	Quebrada	R, A	Filtraciones en tanque	Si
7		Bolivar	2 vertientes	R, A		Si
8		Cala Cala	Quebrada Pozo Vertiente	AP R Sin uso	Aerobomba dañada	Si
9		Oporcollo	Quebrada	R, A	Obras en mal estado	Si
10		Canal Collu	Pozo 4 vertientes Quebrada	R RA.	Areobomba dañada Obras en mal estado	Si
11		Yuruna	4 vertientes Pozo	A R	Areobomba dañada	Si
12		Copacabana	2 vertientes Quebrada	A R, A	Obras en mal estado	Si
13		Villa Guanapa	4 vertientes	A		
14		Chico	3 vertientes	R	Tanques en mal estado	Si
15		Kollana	5 vertientes	R	Sistema abandonado	Si
16		Sullca	Río Miq'a Pozo	Sin uso AP		Si
17	Inchura	Vertiente 2 pozos	R, A AP	S. en construcción	Si	
18	Belén de Andamarca	Cruz de Huayllamarca	Sin fuentes			
19		Real Machacamarca	Sin fuentes			
20		Calama	Sin fuentes			
21		Urinsaya	11 vertientes	A, B	Pocas familias	Si
22		Aransaya	6 vertientes	A, B	Pocas familias	Si

N°	Municipio	Comunidades	Fuentes	Usos	Problema	Mapa
23	Curahuara de Carangas	San Juan	Pozo	CH, A	Déficit de agua	Si
24		Villa Viscachani	Vertiente Laguna	R A	Canales colmatados	Si
25		Litoral	2 Vertientes Pozo	R, A	Filtraciones en canal	Si
26		Kelkata	Vertiente Río Kelkata	B	Mala distribución	
27		Patohoco	3 vertientes			Si
28			Sin fuentes			Si
29		Cotasaya	Vertiente		Buen Q= 1 m3/s	Si
30		Calajaliri	1 vertiente 2 pozos	RB A	Déficit de agua	Si
31		Calacruzani (*)	R. Calacru- zani	RB	Déficit de agua	
32		Media aguada (*)	Vertiente	RB		
33		Tomarapi (*)	Vertiente Pozo	RB A	Gestión	
34		Humaphusa (*)	Vertiente	R	Fisuras en canal	Si
35		Chirinquña (*)	3 vertientes	R	Filtraciones	Si
36		San Pedro de Totorá	Crucero	Sin fuentes		
37	Centro Wara Wara,		Río Cama- maya Río Martinavi	Sin uso R, A	Gestión	Si
38	Mollebamba				No se coordinó con comunidad	
39	Llanquera Calaca- lani		Sin fuentes			
40	Venuta		Vertiente	Sin uso		
41	Huayllamarca	Puerto Ñequeta	14 vertientes 2 Ríos	R, A		Si
42		San Miguel			Falta coordinar con comunidad	
43		Bella Vista	11 vertientes Río Kachaza	R, A	Diversos	Si
44		Huayllamarca			No se visitó	

N°	Municipio	Comunidades	Fuentes	Usos	Problema	Mapa
45	Choquecota	Jacha Villque	8 ríos	A		Si
46		Lerco	4 vertientes	A,B	Caudal bajo	Si
47		Mallcunaca	Sin fuentes			
48		Chapita	6 vertientes Río Muyu Jok'u	R, A R	En construcción	Si
49		Julo	2 vertientes Río Jochok'ana	A,B		Si
50	Santiago de Callapa	Hilata Grande	Pozo Vert. y río Sin fuentes	C.H. CH, A,R	Bomba no funciona Sin mejoramientos	Si
51		Condo	Vertiente	C.H.	En deterioro	Si
52		Imañuta	2 vertientes	C.H., A		Si
53		Guana Grande	Vertiente	C.H.	Falta bomba	Si
54		Pujrata	Río	A	Sin sistema	Si
55		Callapa	Pozo Río	CH Sin uso		Si
56		Condo de la Banda	2 vertientes	CH, A A	Una tiene potencial de uso	Si
57		Guana Chico	Pozo	CH		Si
58		Chuca	Pozo	CH		Si
59		Calteca	Vert.- Pzo 2 Pozos Río- pozo Río Vertiente	R R R	Problemas en las to- mas	Si
60	Calacoto	Ulloma	Vertiente Río	Sin uso		Si
61		Calasani	2 vertientes Río	Bofe- dal		Si
62		Huallatoco	3 vertientes Río	Sin uso		Si

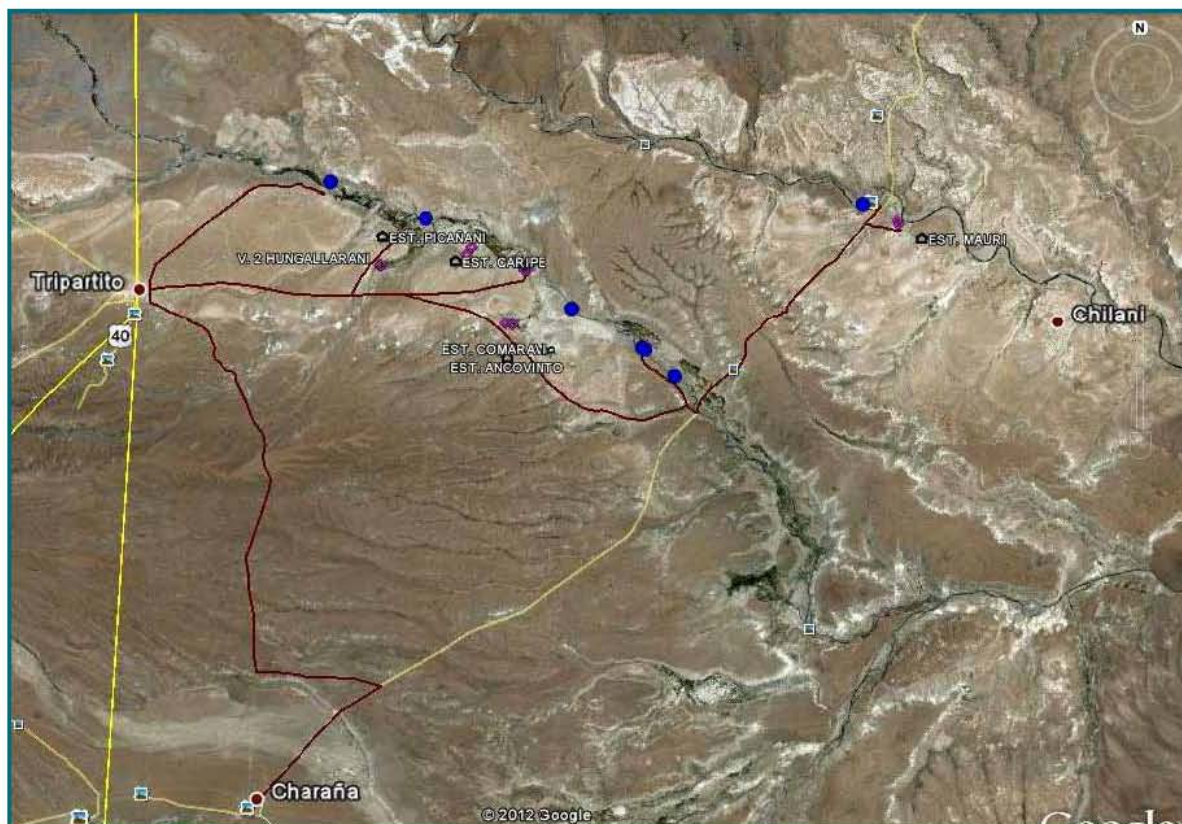
N°	Municipio	Comunidades	Fuentes	Usos	Problema	Mapa
63		Nuevo Amanecer	2 vertientes 2 ríos	Sin uso		Si
64		Japuma	Vertiente	B, R	No funciona derrumbes en canal	Si
65		Machacamarcá	Río 4 vertientes	Bofedal		Si
66		Chaqueña	2 ríos	Sin uso		Si
67		Lerco	Río 2 vertientes	Bofedal	Pérdidas en canales	Si
68	Charaña	Sepultura	Río	Riego	Toma afectada por crecidas	Si
69		Irpi Irpi	Río	Riego, A	Falta de recursos	Si
70		Rosapata	2 ríos 9 vertientes 2 pozos	RB A, RB	Cambio curso río Poca agua	Si
71		Caparumiri	1 río 6 vertientes 3 pozos	Sin uso A CH		Si
72		Chinacavi Copacata	3 ríos 3 vertientes 15 pozos	RB	Recnst. tomas rústicas	Si

Fuente: Inventario de Fuentes de Agua, Díaz 2012.

Ficha de Inventario de Fuentes de Agua

1. Datos de ubicación				
Nombre de la Comunidad:	Zona Rosapata – Ayllu Junuta Condoroca	Código:	LPZ -	
Provincia	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud
Pacajes Charaña	458488,5	8066139,65	4.040	

2. Acceso a la comunidad



Observaciones sobre el estado del camino de ingreso:

La ruta a la zona es a través de caminos vecinales de tierra y moderadamente transitables

3. Descripción de las fuentes de agua					
ID	Nombre de la fuente de agua	Tipo	Caudales (L/s)		Problemas en la fuente (Incluir potencialidad de la fuente en caso de no existir sistema de aprovechamiento Estiaje Lluvioso de agua)
			Estiaje	Lluvioso	
1	Rio Caño (Toma 12 Picañani)	R	1.000	10.000	El curso del agua ha cambiado y la obra de toma queda en otro lado.

2	Vertiente 1 Hunga-llarani	V	1	1,5	Uso pecuario (abrevadero) y riego de bofedal.
3	Vertiente 2 Hunga-llarani	V	1	1,5	Uso pecuario (abrevadero) y riego de bofedal
4	Rio Caño (Toma 13 Rosapata)	R	1.000	10.000	El curso del agua ha cambiado y la obra de toma queda en otro lado.
5	Vertiente Caripe	V	0,5	1	Consumo humano
6	Vertiente Puchupuchuni	V	0,5	1	Uso pecuario como abrevadero
7	Vertiente Rosapata	V	1	2	Uso pecuario como abrevadero
8	Pozo artesanal	P	-	-	Consumo humano
9	Vertiente Curampuchu	V	1	1.5	Las vertientes tienen uso pecuario como abrevadero y riego de bofedal. Existe buen potencial hídrico subterráneo (nivel freático a 2 m)
10	Vertiente Q'otapucho	V	1	1.5	Las vertientes tienen uso pecuario como abrevadero y riego de bofedal. Existe buen potencial hídrico subterráneo (nivel freático a 2 m)
11	Rio Caño (Toma 14 Cumaravi)	R	1.000	10.000	Obra de toma en buen estado y el rio no se está desviado
12	Pozo artesanal	P	-	-	Consumo humano
13	Rio Caño (Toma rustica Sucanavi)	R	1.000	10.000	Cada año reconstruye la toma para poder regar
14	Rio Caño (Toma 16 Sucanavi)	R	1000	10000	Después de los 6 meses, la obra de toma se destruyó y actualmente no sirve
15	Rio Mauri (Toma Estancia Mauri)	R	5000	30000	Obra de toma totalmente colmatado de sedimento
16	Vertiente 1 Mauri	V	0.5 lt	0.4 lt	Uso pecuario (baño antiséptico)
17	Vertiente 2 Mauri	V	0.5 lt	0.4 lt	Uso pecuario: Baño antiséptico y consumo animal

Tipo: (R) Río; (V) Vertiente; (S) Subterránea; (E) Embalse; (Q) Quebrada; (D) Deshielo; (O) Otro: especificar

Observaciones sobre cantidad, calidad y problemas de salubridad (personas y animales) por uso de agua:

La fuente de agua más importante para el riego de bofedales es el rio Caño, el caudal en época lluviosa aumenta y en la época de estiaje disminuye. No se tiene problemas sobre la calidad,

ni problemas de salubridad, pero si se tienen quejas de algunas estancias ubicadas aguas abajo por la cantidad, indicando que en algunos meses del año el agua no abastece e incluso que el agua se seca. ¿La fuente de agua abastece las necesidades hídricas de las familias (especificar fuente)?: El río Caño, tiene suficiente agua para abastecer, pero un 15 % aproximadamente de los beneficiarios indican que en el mes de noviembre el agua es insuficiente, porque disminuye bastante. ¿Existen fuentes compartidas?, ¿hay acuerdos en torno a éstas?, ¿Existen problemas al respecto? (Identificar por fuente): La fuente más importante de riego es el río Caño, el cual es compartido por todas las estancias ubicadas sobre el río Caño, en el que cada estancia tiene una obra de toma y su sistema de riego. Existe un acuerdo (usos y costumbres), por así decirlo, de que cada estancia toma el caudal de agua que puede y cuando ellos quieren y si faltase aguas abajo este no reclama ni problematiza por ello.

4. Comunidades, zonas y/o sectores beneficiarios de las fuentes de agua					
ID	Sectores/Zonas	Total familias	Familias con agua	Usuarios Especiales*	Área cultivada
1-2-3	Estancia Picañani	8	8		350m2
4-5-6	Estancias Caripe	4	4		
4-7	Estancia Rosapata	3	3		
9-10	Estancia Ancovinto	3	3		
11	Estancia Cumaravi	2	2		
14	Estancia Sucanavi	5	5		
		25	25		

Breve descripción:

Otros usos del agua de riego (especificar por fuente de agua):

5. Sobre la organización comunal y/o específica de riego

Normas existentes, cargos, funciones, duración de cargos, etc. (Indicar por sistema):

No existe organización para el manejo del riego de bofedal, este se simplifica al manejo del sistema de riego de bofedal a la estancia, la cual es la extensión de una familia, los cuales deciden cuando regar y con cuanto regar

6. Infraestructura de riego (por fuente o sistema)

Estanques/atajados:

ID	Tipo	Año de Construcción	Estado de mantenimiento	Capacidad máxima (m3)

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

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

Obras de captación:

ID	Tipo	Material de Construcción	Año de construcción	Estado de Mantenimiento	Capacidad máxima (l/s)
1	PD	H°	2005	Regular a malo	50
4	PD	H°	2005	Bien a regular	50
11	PD	H°	2005	Bien a regular	50
3	T	R	2006	Regular	50
14	PD	H°	2005	Bien a regular	50
15	TD	H°	2005	Mal a Regular	50

Obras de conducción / distribución

ID	Tipo	Longitud (km)	Año de Construcción	Material de Construcción	Estado de Mantenimiento	Capacidad máxima (l/s)
RP1	GP	2.3	1980 ±	T	Regular	40
RP4	GP	3	1980 ±	T	Regular	40
RP 11	GP	2.4	1980 ±	T	Regular	40
RP13	GP	3.2	1980 ±	T	Regular	40
RP14	GP	0.7	1980 ±	T	Mal	20
RP15	GP	0.75	2005	P	Mal	50

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,

7. Mantenimiento

Tipos de mantenimiento, organización del mantenimiento, épocas y/o fechas de mantenimiento, formas de participación en el mantenimiento (mano de obra, cuotas, otros) El mantenimiento de los sistemas de riego lo realizan los miembros de la estancia, este puede reducirse al trabajo de 1, 2 ó 3 personas según la disponibilidad de tiempo de las familias de la estancia, el cual consiste principalmente en el desvío del agua hacia la obra de toma, a través del colocado de bolsas de tierra y sacado de sedimento de la toma, posteriormente se recorre junto con el agua por el canal principal realizando la limpieza y botado de materiales que obstruyan al agua.

No existe una fecha fija para realizar el mantenimiento en los sistemas de riego, sin embargo indican que cada estancia ve por conveniente realizar el mantenimiento principalmente después del periodo de lluvias entre abril y mayo, y algunas estancias indican que realizan después del invierno entre los meses de julio.

8. Calendario de cultivos

Cultivos	Riego/Secano	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M
----------	--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

RP: Riegos de preparación; P: Preparación del terreno, S: Siembra; C: Cosecha

9. Calendario de eventos climáticos relacionados a la producción agrícola

Evento	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Lluvias												
Heladas					X	X						
Granizadas												
Sequías										X	X	

BOFEDALES

10. Comunidades, zonas y/o sectores beneficiarios del bofedal

ID	Sectores/Zonas/Estancias	Total familias	Familias con agua	Usuarios Especiales*	Área cultivada
----	--------------------------	----------------	-------------------	----------------------	----------------

11. Descripción del bofedal

ID	Nombre del bofedal	Tipo	Problemas y riesgos en el Bofedal*
1	Bofedal Picañani	A	Problemas temporales de heladas en los meses de mayo y junio
2-3	Bofedal Hungallarani	A	Problemas de sequia en los meses de octubre y noviembre
4-5-6	Bofedal Caripe	A	Problemas temporales de heladas en los meses de mayo y junio
4-7	Bofedal Rosapata	A	Problemas temporales de heladas en los meses de mayo y junio
9-10	Bofedal Ancovinto	A	Problemas temporales de heladas en los meses de mayo y junio
11	Bofedal Cumaravi	A	Problemas temporales de heladas en los meses de mayo y junio
14	Bofedal Sucasavi	A	Problemas temporales de heladas

Tipo: (N) natural; (A) artificial significa con riego; * indicar si el bofedal enfrenta problemas de sequía, helada, etc.

La estancia Mauri, cuenta con un sistema de riego que no funciona por estar colmatado de tierra

12. Épocas de uso de los bofedales				
ID	Épocas de uso	Comunal/Sector / Estancia	Número de animales que usan el bofedal	Época de riego
1	Todo el año	Estancia	1400 cabezas de camelido (alpaca y llama) y 30 ovejas	Abril a nov-dic
2-3	Todo el año	Estancia	1400 cabezas de camelido (alpaca y llama)	Todo el año, solo un área parcial.
4-5-6	Todo el año	Estancia	500 cabezas de ganado camelido (alpaca y llama)	Abril a nov – dic
4-7	Todo el año	Estancia	300 cabezas de ganado camelido (alpaca y llama)	Abril a nov – dic
9-10	Todo el año	Estancia	400 cabezas de ganado camelido (alpaca y llama)	Todo el año
11	Todo el año	Estancia	400 cabezas de ganado camelido (alpaca y llama)	Abril a nov – dic
14	Todo el año	Estancia	1400 cabezas de ganado camelido (alpaca y llama)	Jul a dic

13. Pastoreo en los bofedales				
ID	N° pastoreo/año	Épocas de pastoreo	Lugares de pastoreo	Número y tipo animales
1-2-3	Todo el año	Solo en invierno si congela no entran	Es indistinto usan todo el bofedal	1400 (alpaca y llama) y 30 ovejas
4-5-6	Todo el año	Solo en invierno si congela no entran	Es indistinto usan todo el bofedal	500 (alpaca y llama)
4-7	Todo el año	Solo en invierno si congela no entran	Es indistinto usan todo el bofedal	300 (alpaca y llama)
9-10	Todo el año	Solo en invierno si congela no entran	Es indistinto usan todo el bofedal	400 (alpaca y llama)
11	Todo el año	Solo en invierno si congela no entran	Es indistinto usan todo el bofedal	400 (alpaca y llama)
14	Todo el año	Solo en invierno si congela no entran	Es indistinto usan todo el bofedal	1400 (alpaca y llama)

Tipo épocas pastoreo: (V) verano, (I) invierno, (O) otoño, (O) otro especificar:

Tipo áreas pastoreo: (I) individual, (P) partido entre usuarios, (C) comunal, (Co) cooperativa (S) subcentral campesina/sindicato, (O) otro especificar:

Tipo de animales; indicar si son llamas, alpacas, etc.

14. Organización para los bofedales

Cómo se organizan para regar o manejar el bofedal?

La organización es familias o individual, ya que cada estancia cuenta con su propio bofedal y el decide cuando regar y cómo manejar el bofedal. Fecha de llenado: 05 y 12/02/2012

Responsable del llenado de ficha:	Jesús Jiménez
Nombre entrevistado(s):	Cargos:
Antonio Roque	Concejal de la Zona Rosapata (719-77198)
Varios	Encargados de las estancias

Fotografías de Sistemas de riego y bofedales



Mapa parlante dibujado por representantes de la zona



Bofedal Hungallarani



Toma de riego mejorado (Toma 12 Picañani)



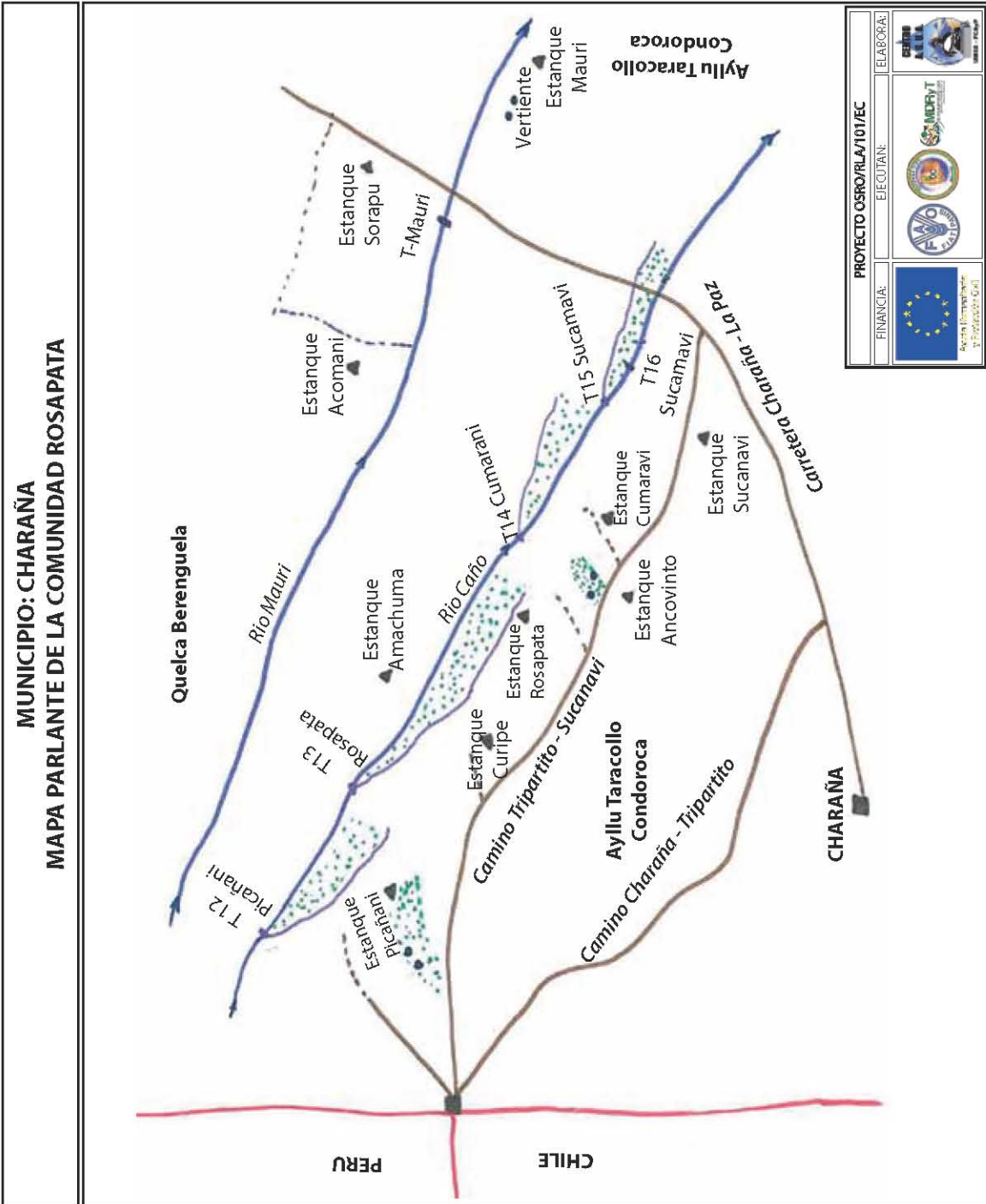
Sistema de riego Rosapata



Pozo rustico para consumo humano



Toma mejorada inservible



ANEXO 2

RESUMEN DEL INVENTARIO DE SISTEMAS DE RIEGO

Tipos de Sistemas de Riego en el Departamento de Oruro

N	Fuente de agua	Usos	Usuarios	Q. Estiaje	Q. Lluvioso
1	Lago Viscachani	A	40	50 m3	4000 m3
2	Pozo Cala Cala	Sin uso	0	0	0
3	Pozo Calasaya	Sin uso	0	0	0
4	Pozo Canal Collu	R	0	0	0
5	Qda. Marca Marca	R,A	7	2.5	7
6	Río Muyu Jok'u	R,A	10	4	8
7	Qda. Laca Laca	R,A	40	2	10
8	Qda. Sra Nieves	R,A	8	2	10
9	Río Kachaza	R,A	80	8	10
10	Río Martinavi	R	44	2	10
11	Río Condoriri-Coipaza	R,A	17	30	60
12	Río Kelkata	RB		0	250
13	Río Calacruzani	RB	40	100	700
14	Vert. Agua Cruz 2	R	20	0	0
15	Vert. Sewencare	Sin uso	0	0	0
16	Vert. Cahukuchu	R	2	0.5	0.5
17	Vert. Villca	R	1	0.5	0.5
18	Vert. Allkape 3	R	2	1	1
19	Vert. Chajawira	R,A	2	0.5	1
20	Vert. Jach'a Wisira	R,A	2	1	1
21	Vert. Rancho Orq'o Pata	Sin uso	0	0.5	1
22	Vert. Uma Jalsu	R	5	0.7	1
23	Vert. VilliVilli	R,A	2	0.1	1
24	Vert. Chiriquiña	R	4	1	1.5
25	Vert. Allkape 1	R	20	2	2
26	Vert. Javier Chura	R	1	1.5	2
27	Vert. Joq'o Pata	R,A	4	1	2
28	Vert. Laura Mayu	R,A	6	1	2
29	Vert. Q'orpa	R,A	2	1	2
30	Vert. Ramos	R,A	8	1	2

31	Vert. Rosa Pata	R,A	6	1	2
32	Vert. Jankukal	R,A	10	2	3
33	Vert. Rosa Pata 2	R,A	10	1	3
34	Vert. Ch'ogña k'uchu	R	40	2	4
35	Vert. Laura Mayu-Chapicota	R,A	9	2	4
36	Vert. Humaphusa	RB		4	5
37	Vert. Phutiri	R	35	4	5
38	Vert. Falsuri	R	15	5	10
39	Vart. Tomarapi	RB		1,000	1,000

Tipos de Sistemas de Riego en el Departamento de La Paz

N	Fuente de agua	Usos	Usuarios	Q. Estiaje	Q. Lluvioso
1	Laguna Chalco laya	R	160	10	10
2	Río Achoco. Irpi Irpi	R, A		7	15
3	Río Charazani	R	30	15	15
4	Río Laphalaya	Sin uso	sd	15	15
5	Río Chajani	R	25	15	40
6	Río Huasa Huayco	R	23	40	100
7	Río Taquimalo. Taquimalo	RB	4	100	300
8	Río Taquimalo. Taquimalo	RB	4	100	300
9	Río Achuta	R	5	80	500
10	Río Jokopampa. Jankopampa	R	28	70	500
11	Río Jokopampa. Villa La Paz	R	14	70	500
12	Río Calteca. Lupacamaya	R	2	40	700
13	Río Caño. Picañani	RB	8	1,000	10,000
14	Río Caño. Caripe	RB	4	1,000	10,000
15	Río Caño. Rosapata	RB	3	1,000	10,000
16	Río Caño. Comaravi	RB	2	1,000	10,000
17	Río Caño. Sunacavi	RB	5	1,000	10,000
18	Río Caño. Sunacavi	Sin uso		1,000	10,000
19	Río Kaquena. Larancota	RB	7	1,700	15,000
20	Río Kaquena. Apachoco	RB	sd	1,700	15,000
21	Río Kaquena. Nasacara	RB	sd	1,700	15,000
22	Río Kaquena. Titiwichinca	RB	sd	1,700	15,000

23	Río Kaquena. Chinocavi	RB	sd	1,700	15,000
24	Río Kaquena. Arajcipiña	RB	sd	1,700	15,000
25	Río Kaquena. Challavillque	RB	1	1,700	15,000
26	Río Kaquena. Antajarani	RB	sd	1,700	15,000
27	Río Kaquena. Tiaconani	RB	sd	1,700	15,000
28	Río Kaquena. Conani	RB	1	1,700	15,000
29	Río Kaquena. Ichiraque	RB	2	1,700	15,000
30	Río Mauri	Sin uso		5,000	30,000
31	Vert. Cumaravi	CH	20	0.4	0.6
32	Vert. Puchupuchuni	A, RB	4	0.5	1
33	Vert. Curampuchu	A, RB	3	1	1.5
34	Vert. Q'otapuchu	A, RB	3	1	1.5
35	Vert. Sivingani	R	18	1	1.5
36	Vert. Huancarama	CH	5	0.5	2
37	Vert. Isquillani	RB	8	4	5
38	Vert. Purun Laya	R	26	4	5
39	Vert. Chilicón	R	20	3	6
40	Vert. sin nombre	R	sd	5	6
41	Vert. Chuqui llaman	R	25	4	7
42	Vert. Junucollo. Japuma	Sin uso	19	25	50

Anexo 2B

Ficha de Diagnóstico de Sistemas de Agua

1. Datos de ubicación					
Nombre del Sistema:	Sistema de Riego Rosapata			Código:	LPZ - 02
Provincia	Municipio	Comunidad/Zona	Latitud	Longitud	Altitud
Pacajes	Charaña	Rosapata – Ayllu Junuta Condoroca	458457	8066139	4028

2. Acceso a la comunidad



Estado de la vía:

TRAMO	DISTANCIA (Km.)	TIEMPO	ESTADO DEL CAMINO
		Min.	
El Alto (cruce Villa Adela) - Viacha	11	40	Asfalto (buen estado)
Viacha - Cruce Corocoro	28.3	38	Asfalto (buen estado)
Cruce Corocoro - Caquiaviri	31.5	58	Tierra (regular)
Caquiaviri - Vichaya	23	33	Tierra (regular)
Vichaya - Achiri	28	27	Tierra (regular)
Achiri - Berenguela	22	60	Tierra (regular)
Berenguela - Charaña	49	100	Tierra (regular)
Charaña - Toma 3 (Zona Rosapata)	13.5	23	Tierra (regular)
TOTAL	206.3	379	

3. Acceso a la fuente de agua



Estado de la vía:

Se accede desde la población de Charaña con dirección hacia tripartito, camino de tierra en estado regular se encuentra aproximadamente a 13.5 km de distancia y tiempo de recorrido 23 minutos.

4. Descripción de la fuente de agua									
Tipo	Nombre	Caudales (L/s)		Fecha medición	Aforo (L/s)	Calidad de agua para riego			
		Época seca	Época lluvias			pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	RAS	Clase
R	Río Caño	124	4.133	18/05/2012	413,3	6,7	415	1,38	C2-S1

Valores para Tipo: (V) Vertiente; (S) Subterránea; (E) Embalse; (Q) Quebrada; (D) Deshielo; (O) Otro: especificar

Observaciones en cuanto a cantidad, calidad y problemas de salud en familias por uso de agua:

Con respecto a cantidad y calidad no existe problemas, el río Caño es la fuente importante con flujo permanente para riego de bofedales, abrevadero y consumo humano, el caudal en época de estiaje reduce y en la época de lluvia aumenta, en la gestión 2012 la crecida del río provocó el destrozo del puente vehicular camino a La Paz.

5. Funcionamiento de la fuente de agua			
Permanente	Temporal	Fechas de funcionamiento	
		de	a
	X	Mes de abril	Diciembre – Enero*

Ref.: *Hasta cuando la crecida del río Caño aumenta y destroza la boca toma, es en ese momento dejan de regar:

6. Condición uso de la fuente de agua					
Sin compartir	Compartida con:	Acuerdo	Conflicto	Ubicación	Cuantificado
	X			AR	

Valores para ubicación: (AR) Aguas arriba; (AB) Aguas abajo; (F) fuente Valores para acuerdo: (V) Verbal; (E) Escrito

Descripción de acuerdos:

De la boca toma 3, se benefician tres estancias: Jamachuma, Caripe y Rosapata, durante los trabajos de apertura de acequia participaron las 3 estancias, con ello consolidaron derecho de uso del sistema de riego no existe un acuerdo verbal ni escrito para el uso de la fuente.

7. Comunidades beneficiarias de la fuente de agua					
Estancia	Latitud	Longitud	Total familias	Familias con agua	Usuarios especiales
Jamachuma	457507	8067290	5	5	
Caripe	457031	8066220	5	5	
Rosapata	458457	8066139	3	3	

Descripción de usuarios especiales:

8. Usos del agua					
Estancias	Riego	Abrevadero	Humano	Industria	Bofedal
Jamachuma	X	X	X		X
Caripe	X	X	X		X
Rosapata	X	X	X		X

Conflictos por uso de agua entre comunidades y/o sectores:

Según la versión de las autoridades no se presentó ningún problema sobre el uso de la fuente.

9. Calendario climático y de cultivos														
1. Efectos climatológicos			Meses											
			J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M
Heladas			X	X	X						X			X
Sequías							X	X	X					
Lluvias														
Granizos										X	X			
2. Cultivos	Área Cultivada s/r	Área con Riego	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M
TOTAL:														

Identificar época de preparación de tierra, tipo de riego (empanto, al cultivo, preparación), siembra y cosecha

S=Siembra: C= Cosecha P= preparación terreno, Co= Corte

10. Derechos de agua						
1. Adquisición de derechos	Pertenecer comunidad	Herencia	Compra/venta	N° Jornales invertidos	Tenencia Terreno	Otros especificar
a) Tradicionales	X					
b) Mejorados	X					
2. Expresión de derechos	Tiempo	Volumen	Superficie		Otros especificar	
Comunidad/sectores						
Bloques						
Usuarios						
3. Mantenimiento de derechos	Aportes	Reuniones	Actividades comunidad		Gestión de Riego	
			X			

4. Reseña histórica de la asignación de derechos de agua:

Las familias de las Estancia mencionadas tienen derechos sobre el uso de la fuente, de acuerdo a usos y costumbres y asimismo en 2004 – 2005 confirmaron el derecho de uso de la fuente con el mejoramiento de la Obra de Toma.

11. Distribución del agua							
1. Tipo de flujo	Flujo continuo		Flujo discontinuo		Cuantifica-do		Si es cuantificado describa
	Monoflujo	Multiflujo	Monoflujo	Multiflujo	Si	No	
Comunidad							
Sectores/Estancia	X						
Usuarios							
2. Flujo entrega	Intervalo entrega		Duración entrega		Descripción		
	Fijo (días)	Variable (días)	Fijo (días)	Variable (días)			
Comunidades							
Sectores/Estancia							
Usuarios							
3. Modalidad distribución	¿Cómo se distribuyen el agua?						
	Fecha tiempo	Ubicación	Anote	Caudal	Describa otras formas de distribución		
Comunidades							
Sectores/Estancia							
Usuarios							

4. Describa la distribución de agua considerando niveles (zona, subsistema, sector, otro) y épocas (lluviosa, estiaje) si corresponde:

La distribución se realiza a partir del mes de abril, cuando baja el nivel del caudal del río Caño, primero realizan reparo de la boca toma y encauce a la acequia rústica suministrando con flujo permanente de 30 - 40 l/seg., y tienen distribuidores rústicas cada familia. En la época lluviosa la crecida del río Caño provoca el destrozo de la boca toma y dejan de regar.

12. Operación y Administración del sistema					
1. Responsable de la operación	¿Quién opera el sistema y/o distribuye el agua?				
	Juez de agua	Directiva	Unidad Operativa	Otros	Describa la operación
Comunidad					
Sectores/Estancia					Participan todas las familias de las estancias en la limpieza y encauce del agua, posteriormente cada familia se encarga de conducir agua a los bofedales mediante distribuidores rústicas.
Usuarios					
2. Responsable de la administración	¿Quién administra el sistema?				
	Juez de agua	Directiva	Tesorero	Otros	¿El personal recibe pago o compensación por el servicio?
Comunidad					
Sectores					Las familias de la Estancia
Usuarios					
3. Aporte Monetario	¿Se da aporte monetario?				
	Fijo	Variable	A Req.	Periodo	¿Cómo se aporta?
Comunidad					
Sectores					
Usuarios					

4. Describa la operación del sistema considerando niveles (zona, subsistema, sector, otro), épocas (lluviosa, estiaje) y responsables (juez, usuario) si corresponde:

La operación del sistema esta cargo de las familias de las estancias, consiste la reparación de la boca toma – encauce y limpieza de acequias.

13. Mantenimiento						
1. Tipos de mantenimiento		Preventivo	Rutinario	Emergencia	Ninguno	Otros especificar
2. Fechas y actividades de mantenimiento	Actividad	Limpieza	Limpieza: Boca Toma y Acequia			
	Fecha		Abril - septiembre			
	Duración		2 semanas cada actividad			
3. Aportes para el mantenimiento	Bs.					
	Jornal					

4. Describa el mantenimiento del sistema considerando niveles (zona, subsistema, sector, otro), épocas (lluviosa, estiaje) y responsables si corresponde:

El mantenimiento del sistema consiste reparación de la boca toma con bolsas de arena, piedra, tepes y limpieza de acequia(sedimento), esta actividad realizan dos veces al año en el mes de abril y septiembre cada actividad dura dos semanas de trabajo, en cuanto a los punto de entrega se responsabiliza da familia.

14. Problemas en la gestión del sistema

Descripción y problemas de la gestión del sistema:

El año 2004 – 2005 la boca toma ha sido mejorado con Obra de Toma (Tipo Presa Derivadota) de HC., cuyo estudio fue realizado por la Consultora ALT y ejecutada por la Empresa GISAY, pero durante la implementación de la obra, realizaron desvió del curso del agua, pero al concluir la obra no repusieron dicho cambio, por ello poco a poco la crecida del río fue tomando otro curso, por esta razón la obra ha funcionado 2 años aproximadamente, posteriormente el agua ha cambiado del curso y la obra ha quedado sin uso. Actualmente las familias cada año reparan la boca toma rústica, la gestión del sistema se realiza de manera conjunta participan todas las familias en la reparación de la boca toma, encause y limpieza de acequia y en cuanto a la distribución es flujo continuo comienza encausar el agua en el mes de abril hasta la época de lluvias, es decir hasta cuando el caudal destroza la boca toma.

Los representantes de la zona solicitan el revestimiento de la acequia de los tramos mas conflictivos (salida de la boca toma y tramos donde acumula sedimento) y ver la posibilidad de construir muro de contención o encause del río reforzados con gaviones, pero técnicamente es poco probable implementar esto por la crecida del río Caño, en la gestión 2012 ha provocado el destrozado del puente vehicular Charaña – La Paz, esto implica analizar.

Describir el mantenimiento y sus problemas:

Actualmente el mantenimiento del sistema de riego rústico realizan dos al año en el mes de abril y septiembre consiste en la reparación de la boca toma, encause y limpieza de acequia; el río Caño arrastra bastante sedimento lo cual provoca la acumulación en la acequia principalmente en el tramo del encause (460 m).

15. Organización							
	Municipio	Marka	Ayllu	Zona	Estancia	Otros	Aportes
1. Organización comunal:	Charaña	Charaña	Junuta Condoroqa	Rosapata	Jamachuma, Caripe y Rosapata		
Cargos en Comunidad:		Mallku (Félix Apaza Choque)	Jilakata (Hilarión Calderón)	Sullkajilakata (Martín Roque)			
Documentos de la Organización Comunal	Personería	Estatutos	Reglamentos	Libros	Padrón	Libro de Actas	Otros
2. Organización de usuarios:	Asociación	Comité	Cooperativa	Otros			
Cargos en organización:							
Documentos de la Organización de Usuarios	Personería	Estatutos	Reglamentos	Libros	Padrón		
Cargos en Sectores:							

3. Describir las características de la organización:

Comunidad

a) Mallku

Representante de todos los Ayllus, tiene un mandato de dos años y la elección es en forma rotativa por Ayllus, cuya función es busca el bienestar y progreso de la Marka (Charaña), convocar autoridades originarias Jilakatas y Sullkajilatas, gestionar proyectos productivos para la Marka.

b) Jilakata

Representante del Ayllu, tiene mandato de un año calendario y la elección en forma rotativa por zonas, la función principal buscar el bienestar y desarrollo del Ayllu.

c) Sullkajilakata

Cada zona está representado por una autoridad originaria Sullkajilakata, elegido por las bases de las estancias y tiene mandato de un año calendario, cuya función es buscar el bienestar y progreso de las estancias, convocar reuniones, solucionar problemas internos dentro las estancias, recibir y atender visitas (Instituciones).

Los encargados de fiscalizar su trabajo son los Ayllus, Zonas y Estancias, en caso de no cumplir con sus funciones los representantes de cada organización originaria pueden revocar su cargo.

Por el servicio que prestan no perciben ninguna remuneración económica.

Riegos

A nivel del sistema de riego no existe una organización, sino para cualquier actividad en beneficio del sistema participan todas las familias que se benefician con el sistema.

16. Lista de usuarios				
N°	Nombre y apellido	Estancia	Área cultivada (ha) Secano	Área con riego bofedal (ha)
1	Martín Roque Ingali	Jamachuma		42.86
2	Felicidad Roque	Jamachuma		
3	Dominga Roque Apaza	Jamachuma		
4	Policarpio Roque Apaza	Jamachuma		
5	Mateo Roque Condori	Jamachuma		
6	Fortunata Butron Tancara	Caripe		
7	Beatriz Roque Butron	Caripe		
8	Antonio Roque Butron	Caripe		
9	Daniel Roque Butron	Caripe		
10	Teodoro Roque Butron	Caripe		
11	Enrique Roque Condori	Rosapata		
12	Alberto Roque Roque	Rosapata		
13	Ricardo Roque Condori	Rosapata		
	TOTAL			42.86

BOFEDALES

1. Comunidades, zonas y/o sectores beneficiarios del bofedal					
ID	Estancias	Total familias	Familias con agua	Usuarios Especiales*	Área cultivada
BT3	Jamachuma	5	5		42.86 ha
BT3	Caripe	5	5		
BT3	Rosapata	3	3		

2. Descripción del bofedal			
ID	Nombre del bofedal	Tipo	Problemas y riesgos en el Bofedal*
BT3	Jancochullpa	A	Problemas temporales de heladas en los meses de mayo – junio, sequía en los meses críticos septiembre, octubre y noviembre.

Tipo: (N) natural; (A) artificial significa con riego; * indicar si el bofedal enfrenta problemas de sequía, helada, etc.

3. Épocas de uso de los bofedales				
ID	Épocas de uso	Comunal/Sector /Estancia	Número de animales que usan el bofedal	Época de riego
BT3	Todo el año	Jamachuma, Caripe y Rosapata	830	Abril - Enero

4. Pastoreo en los bofedales				
ID	N° pastoreo/año	Épocas de pastoreo	Lugares de pastoreo	Número y tipo animales
BT3	Todo el año	Solo en Invierno cuando congela no entran animales, después se pastorea todo el año	Todo el área del bofedal (C)	Llama =360 Alpaca = 410 Oveja = 60

Tipo épocas pastoreo: (V) verano, (I) invierno, (O) otoño, (O) otro especificar:

Tipo áreas pastoreo: (I) individual, (P) partido entre usuarios, (C) comunal, (Co) cooperativa (S) subcentral campesina/ sindicato, (O) otro especificar:

Tipo de animales; indicar si son llamas, alpacas, etc.

5. Organización para los bofedales

Cómo se organizan para regar o manejar el bofedal?

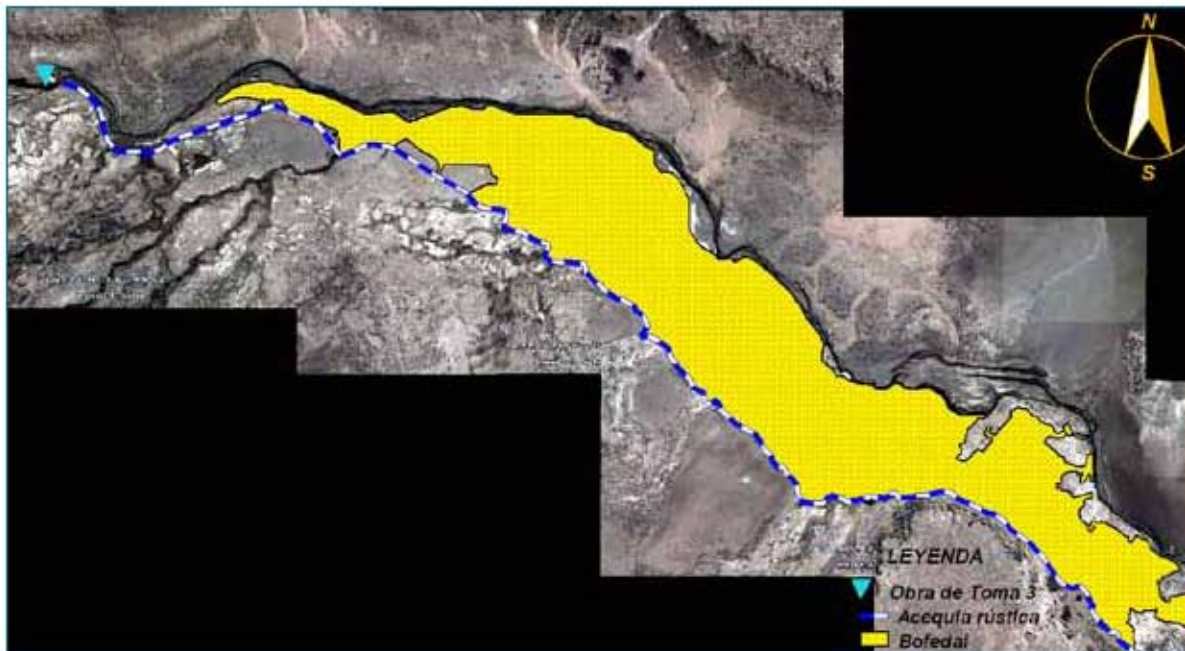
La organización es familiar o individual, ya que cada estancia cuenta con su propio bofedal y el decide cuando regar y cómo manejar el bofedal, pero para realizar la reparación de la boca toma y limpieza de la acequia participan todas las familias que se benefician con el sistema de riego.

Ficha infraestructura de riego

1. Datos de ubicación de la fuente

Nombre de la fuente de agua:		Rio Caño		
Ubicación	Zona	Latitud	Longitud	Altitud
Toma N° 3 (Caripe – Rosapata)	Rosapata	456362	8067247	4033

2. Croquis del sistema de riego (Caripe – Rosapata)



Descripción del sistema:

El sistema de riego consta de una Toma mejorada (Presa derivadora) de HC, pero por el cambio del curso del río actualmente no se encuentran en funcionamiento, las familias beneficiarias optaron en construir una boca toma rústica a base de bolsas de arena, piedras y tepes, luego encausar por el margen derecha al canal de tierra que tiene una longitud de 3.21 km., con

varios distribuidores familiares o individual rústico para conducir a sus propiedades (bofedal) y cubre con riego 42.86 ha de bofedal. La acequia tiene capacidad de conducir 40 – 50 litros de agua por segundo.

3. Infraestructura existente					
Componente	Latitud	Longitud	Altitud	Mantenimiento	Fecha
Obra de toma (Presa derivadora)	456362	8067247	4033	No	(sin uso)
Boca Toma (rústica)	456365	8067271	4033	Si	Abril 2012
Acequia de tierra				SI	Abril 2012

4. Obra de Captación						
Tipo	Material construcción	Año construcción	Ejecutor	Año mejoramiento	Ejecutor	Estado de mantenimiento
PD	HC	2004 - 2005	GISAY			M

Tipo: (TD) toma directa; (PD) Presa derivadora; (GF) Galería filtrante; (T) Tajamar; (A) Atajado; (EB) Estación bombeo
 Material de construcción: ® rústico; (H) Hormigón; (MP) mampostería de piedra; (M) Metálico;
 Estado de mantenimiento: (B) Bueno; ® Regular; (M) Malo.

Descripción de la Obra de Captación: (Características técnicas y problemas)

Actualmente la obra de toma mejorada se encuentra sin uso, esto por cambio del curso del agua ocurrido hace 5 años, por ello las familias construyeron una boca de toma rústica a base bolsas de arena, piedra y tepes, para encausar el agua al canal de tierra, el problema fundamental de la boca toma es cuando en la época de lluvias provoca arrastre acelerado de sedimento y consecuentemente destrozo de la toma, por ello en esa época no riegan hasta que baje el nivel de agua, esto se da en el mes de marzo o abril.

5. Red de Aducción						
Tipo	Longitud	Descripción	Año construcción	Año mejoramiento	Material	Estado mantenimiento

Tipo: (GP) gravedad principal; (GS) gravedad secundario; (GT) gravedad terciario
 Descripción: describir si la red de aducción es canal o tubería y las dimensiones
 Material: (H) hormigón; (MP) Mampostería de piedra; (PVC) plástico; Otro especificar
 Estado de mantenimiento: (B) bueno; (R) regular; (M) malo.

Descripción de la red de aducción: (Características técnicas y problemas)

6. Almacenamiento						
Tipo	Descripción	Año construcción	Año mejoramiento	Material	Estado	Capacidad m3

Tipo: (A) Atajado; (TA) tanque elevado; (TS) tanque semienterrado; (TE) tanque enterrado; (FC) Tanque fibrocemento; (TP) tanque plástico; (DA) depósito almacenaje especificar si es noque o aljibe

Descripción: Dimensiones aproximadas del almacenamiento

Material: (R) Rústica; (TC) tierra compactada; (H) hormigón; (HA) hormigón armado; (MP) Mampostería de piedra; Otro especificar

Estado de mantenimiento: (B) bueno; (R) regular; (M) malo.

Descripción de la obra de almacenamiento: (Características técnicas y problemas)

7. Red de distribución primaria						
Tipo	Longitud	Descripción	Año construcción	Año mejoramiento	Material	Estado mantenimiento
GP	3,21 km	Canal de tierra				R

Tipo: (GP) gravedad principal; (GS) gravedad secundario; (GT) gravedad terciario; (PP) principal presurizado; (PS) principal secundario

Descripción: Detallar si es canal o tubería e indicar las dimensiones

Material: (HC) hormigón ciclópeo; (MP) Mampostería de piedra; (T) tierra; (TP) tuberías de PVC; (TF) tuberías de Hierro; (O) otros especificar

Estado de mantenimiento: (B) bueno; (R) regular; (M) malo.

Descripción de la red de distribución primaria: (Características técnicas y problemas)

La distribución primaria se realiza por medio canal de tierra, cuyas dimensiones como promedio de 0.50*1.1 m., tiene una longitud de 3.21 km, se ha observado 2 tramos que requieren revestir (400 m) para evitar la pérdida de agua por infiltración y facilitar la limpieza del canal.

8. Red de distribución secundaria						
Tipo	Longitud	Descripción	Año construcción	Año mejoramiento	Material	Estado mantenimiento

Tipo: (GP) gravedad principal; (GS) gravedad secundario; (GT) gravedad terciario; (PP) principal presurizado; (PS) principal secundario

Descripción: Detallar si es canal o tubería e indicar las dimensiones

Material: (HC) hormigón ciclópeo; (MP) Mampostería de piedra; (T) tierra; (TP) tuberías de PVC; (TF) tuberías de Hierro; otros especificar

Estado de mantenimiento: (B) bueno; (R) regular; (M) malo.

Descripción de la red de distribución secundaria: (Características técnicas y problemas)

9. Red de distribución parcelaria						
Tipo	Longitud	Descripción	Año construcción	Año mejoramiento	Material	Estado mantenimiento
GT		Desde distribuidores rústicos cada familia conduce hasta sus bofedales			T	R

Tipo: (GP) gravedad principal; (GS) gravedad secundario; (GT) gravedad terciario; (PP) principal presurizado; (PS) principal secundario

Descripción: Detallar si es canal o tubería e indicar las dimensiones

Material: (HC) hormigón ciclópeo; (MP) Mampostería de piedra; (T) tierra; (TP) tuberías de PVC; (TF) tuberías de Hierro; otros especificar

Estado de mantenimiento: (B) bueno; (R) regular; (M) malo.

Descripción de la red de distribución parcelaria: (Características técnicas y problemas)

Se realiza por medio de distribuidores rústicos, responsable cada familia o individuo de conducir agua a sus propiedades (bofedal).

10. Comunidades beneficiarias			
Estancias	N° afiliados	N° usuarios	Área con riego (bofedal)
Jamachuma	5	5	42.86 ha
Caripe	5	5	
Rosapata	3	3	
	13	13	42.86

11. Obras de arte	
Obra de arte (sifón, paso quebrada, puente canal, etc.)	Problemas

12. Fotografías

Fotografías 1 y 2. Mapa parlante del esquema hidráulico del sistema y Obra de toma mejorada (sin uso)



Fotografías 3 y 4. Boca toma rústico y canal de conducción



Fotografías 5 y 6. Distribuidores rústicos y canal rústico, bofedal que cobija mayormente alpacas y llamas



Ficha de Proyecto

1. Datos del Proyecto				
Nombre del Proyecto: Sistema de riego Rosapata		UTM – WGS – 84		
Municipio	Comunidad/Zona/Ayllu	Latitud	Longitud	Altitud
Charaña	Zona Rosapata	Min. 456409	Min. 8066026	4030
		Max. 458848	Max. 8067354	4028
Sayañas/Zonas Beneficiadas		Familias	Área Regada	Canado
Estancias (Jamachuma, Caripe y Rosapata)		13	42.86 ha bofedal	410 alpacas 360 llamas 60 ovejas

2. Concepto del Proyecto

Descripción del Proyecto:

Por las condiciones climáticas que presenta la zona la actividad agrícola está relegada, por ello la producción pecuaria es la actividad más importante en la región por que genera ingresos económicos para el sustento de las familias, el cual está representada principalmente por la crianza de alpacas, llamas y ovejas, que aprovechan los bofedales y campos nativos de pastoreo; por estas razones en 2004 – 2005 se implementó obra de toma (Presa Derivadora), con salida margen derecha, pero actualmente no funciona dicha obra, esto debido a que el río ha cambiado de curso hacia margen derecha de la obra, frente a esto las familias optaron en construir boca toma rústico mediante bolsas de arena, piedra y tepes, a partir de ello encausan el agua a la acequia de tierra, el problema que tropiezan son cada riada que llega el río Caño ocasiona el destrozo de la boca toma, asimismo el río arrastra bastante sedimento que se acumula principalmente en las acequias (tramos iniciales) esto implica mayor trabajo en mantenimiento.

Efectos o Beneficios del Proyecto: (cantidad de agua (caudal, volumen), eficiencia del sistema, área regada, abrevado de animales):

Se ha aforado el río Caño, utilizando método de campo (flotadores) y se ha realizado un estudio hidrológico cuyos resultados se presentan en el siguiente cuadro:

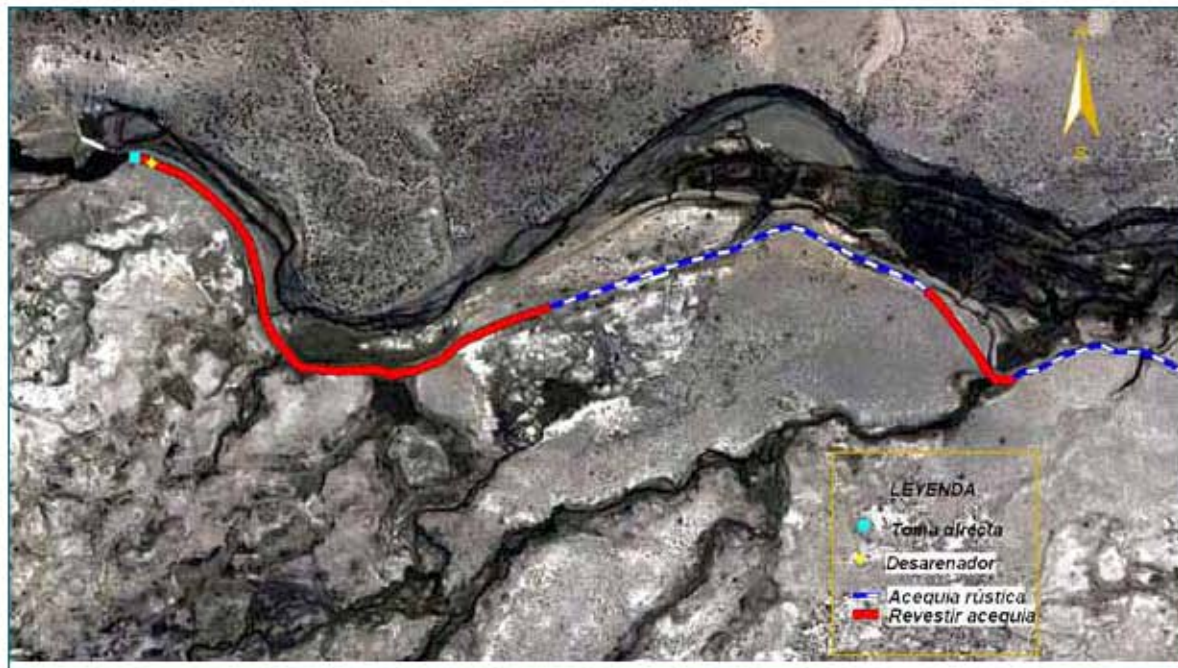
Cuadro 1. Caudal estimado y proyección del río Caño

Descripción	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Caudal (m ³ /seg)	1,774	1,793	0,953	0,510	0,452	0,401	0,356	0,316	0,280	0,249	0,361	0,276

Actualmente la aducción se realiza por medio de una toma rústica y conducción primaria a través de acequia de tierra, por lo que se produce bastante pérdida de agua por infiltración y asimismo cada riada o crecida del río ocasiona destrozo de la boca toma, por ellos en los meses enero hasta abril no utilizan riego. Por todo ello se propone dos alternativas de mejoras del sistema:

3. Obras o componentes del Proyecto (alternativa 1)		
Obra o Componente	Dimensiones	Cantidad
Toma directa (HC) salida margen derecha		1
Desarenador (HC)		1
Revestir acéquia (HC)		
Tramo 1 margen derecha	0,80*0,46 m	370,45 m
Tramo 2 margen derecha	0,80*0,46 m	89,35 m

4a. Croquis de Ubicación de Obras de mejora del Sistema de Riego (alternativa 1)



4b. Croquis de Ubicación de Obras de mejora del Sistema de Riego (Alternativa 2)



3. Obras o componentes del Proyecto (alternativa 2)

Obra o Componente	Dimensiones	Cantidad
Muro encause lateral derecha (HC)	30*2*0,70 m	1
Muro encause lateral izquierda (HC)	10*2*0,70 m	1
Revestir acéquia (HC)		
Tramo 1	0,80*0,46 m	384,91 m
Tramo 2	0,80*0,46 m	89,35 m
Maquinaria (Retroexcavadora) para encause	global	10 hrs

4. Tipo de Proyecto

Inversión Directa	Pre-Inversión	Fortalecimiento
	X	

5. Presupuesto de Obras Estimado			
Obra o Componente	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Actividades Iniciales			2.203,62
Obra de reconducción			77.340,00
Rehabilitación de la toma			21.329,25
Limpieza general			223,88
TOTAL:			101.098,75

En caso necesario adjuntar Croquis de las Obras y Cálculos métricos estimados

6. Presupuesto de Estudios Pe-inversión			
Obra o Componente	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Topografía			1.355,00
Ingeniero Civil			3.589,00
Material de escritorio			494,40
Gastos generales			2.991,12
Impuestos			1.306,60
Utilidades			973,60
TOTAL:			10.709,70

7. Costos Estimados de Proyecto		
Concepto	Pre-Inversión	Inversión
Costos Directos:	10.709,70	101.098,75
Supervisión:		
Acompañamiento:		
TOTAL:		

Responsable de llenado de ficha:	Apolonio Quispe Félix
Fecha de llenado de ficha:	18-mayo-2012
Nombre del(os) entrevistado(s):	Cargo:
Antonio Roque Butrón y Alberto Roque Roque	Concejales del municipio de Charaña
Pre-diseño, presupuesto e hidrología:	Rodolfo Cruz

ANEXO 3

CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE AGUA

N°	COMUNIDAD	MUNICIPIO	FUENTE DE AGUA	C.E. mS/cm	pH	Ca	Mg	Na	RAS
1	Condoriri	Corque	Río Caqueza	662	8,00	2,10	0,40	1,96	1,75
2	Japuma	Calacoto	Río Japuma	174	8,30	0,15	0,20	0,32	0,76
3	Bella Vista	Huayllamarca	Río Kachaza	222	7,20	1,50	0,70	6,40	6,10
4	Copacabana	Santiago de Andamarca	Quebrada Sra. Nieves	620	7,00	3,10	1,35	1,80	1,21
5	Pocorcollo	Santiago de Andamarca	Quebrada Laca Laca	1.748	7,20	10,50	3,70	0,48	0,18
6	Villa Guanapa	Santiago de Andamarca	Vertiente Alkape	175	7,50	1,10	0,45	0,64	0,73
7	Rosapata	Charaña	Río Caño	415	6,70	1,50	1,20	1,60	1,38
8	Opoqueria	Corque	Vertiente Uma Jalsu	662	7,10	0,65	0,60	1,44	1,82
9	Calacruzani	Curahuara de Carangas	Río Calacruzani	109	6,80	0,60	0,20	0,32	0,50
10	Sepultura	Charaña	Río Achuta	189	6,80	0,50	0,50	0,94	1,33
11	Totoroko	Santiago de Callapa	Vertiente Niño-kollo	275	7,80	2,10	0,40	0,52	0,47
12	Chiriquiña	Curahuara de Carangas	Vertiente Chiriquiña	278	5,60	0,60	0,40	1,92	2,72
13	Jokopampa	Santiago de Callapa	Río Jokopampa	311	8,40	2,70	2,70	0,54	0,33
14	Litoral (Chura)	Curahuara de Carangas	Vertiente Chacarilla	340	7,00	0,80	1,00	2,24	2,36
15	Umaphusa	Curahuara de Carangas	Vertiente Phutiri	143	7,20	0,80	0,60	0,56	0,67
16	Lerco	Calacoto	Vertiente Isquillani	411	7,00	2,20	0,60	1,70	1,44
17	Vizcachani	Curahuara de Carangas	Laguna Vizcachani	34	5,90	0,30	0,10	0,04	0,09
18	Piñuta	Estancia Irpi Irpi	Río Viscachani	144,84	6,15	12,02	3,42	9,80	0,64

CAUDALES MENSUALES (M3/SEG)

	SISTEMA	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	ANUAL
1	Rosapata	0,316	0,280	0,249	0,361	0,276	1,774	1,793	0,953	0,510	0,452	0,401	0,356	0,643
2	Sepultura	0,324	0,230	0,150	0,162	0,230	0,600	0,889	0,647	0,339	0,303	0,340	0,349	0,380
3	Irpi Irpi	0,007	0,006	0,005	0,011	0,024	0,090	0,053	0,029	0,013	0,010	0,009	0,008	0,022
4	Chura	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,005	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
5	Japuma	0,023	0,022	0,020	0,021	0,083	0,321	0,174	0,081	0,028	0,027	0,025	0,023	0,071
6	J o k o - pampa	0,008	0,008	0,007	0,010	0,034	0,093	0,043	0,024	0,010	0,010	0,009	0,008	0,022
7	Calacru- zani	0,170	0,160	0,151	0,142	0,281	1,406	1,173	0,761	0,216	0,204	0,192	0,181	0,420
8	Esquilla- ni	0,006	0,006	0,006	0,006	0,018	0,063	0,035	0,017	0,007	0,007	0,007	0,006	0,015
9	Totoroko	0,002	0,002	0,002	0,002	0,006	0,019	0,011	0,005	0,003	0,002	0,002	0,002	0,005
10	U m a - phusa	0,017	0,017	0,015	0,016	0,064	0,246	0,133	0,062	0,022	0,020	0,019	0,018	0,054
11	Bella Vis- ta	0,097	0,038	0,023	0,009	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,018	0,020
12	Condo- riri	2,223	0,825	0,445	0,110	0,106	0,103	0,100	0,097	0,095	0,092	0,102	0,322	0,385
13	Copaca- bana	0,039	0,033	0,006	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,008	0,009
14	Pocorco- llo	0,007	0,007	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003
15	Lago Vis- cachani	0,004	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001

VOLUMENES MENSUALES (M3/SEG)

SISTEMA	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	ANUAL
1 Rosapata	846.374	725.760	666.922	935.712	739.238	4.751.482	4.337.626	2.552.515	1.321.920	1.210.637	1.039.392	953.510	20.081.088
2 Sepultura	867.802	596.160	401.760	419.904	616.032	1.607.040	2.150.669	1.732.925	878.688	811.555	881.280	934.762	11.898.576
3 Achoco	18.314	15.412	14.695	28.582	64.426	241.418	127.498	78.036	33.136	26.060	22.627	20.559	690.763
4 Chura	2.744	2.655	2.678	2.718	5.487	14.307	7.907	5.422	2.908	2.940	2.718	2.744	55.229
5 Japuma	60.362	56.329	53.895	53.610	222.046	860.550	421.000	218.126	72.955	71.076	64.800	62.910	2.217.658
6 Jokopampa	21.689	21.937	19.663	25.351	90.412	249.875	104.144	63.236	26.173	25.477	23.328	22.603	693.889
7 Calacru-zani	456.058	415.663	404.438	368.535	752.387	3.766.317	2.837.502	2.039.480	560.815	545.663	497.428	484.060	13.128.346
8 Esquillani	16.789	16.058	15.548	15.109	47.231	167.498	84.141	46.578	18.966	18.814	17.385	17.116	481.233
9 Totoroko	5.749	5.500	5.618	5.437	14.895	49.910	25.490	14.633	6.638	6.663	6.196	6.075	152.804
10 Umaphusa	46.382	43.179	41.483	41.282	170.307	659.866	322.875	167.171	55.886	54.483	49.564	48.146	1.700.624
11 Bella Vista	259.805	98.496	61.603	23.328	21.427	21.427	19.354	21.427	20.736	21.427	20.736	48.211	637.978
12 Condoriri	5.954.083	2.138.400	1.191.888	285.120	283.910	275.875	241.920	259.805	246.240	246.413	264.384	862.445	12.250.483
13 Copacabana	104.458	85.536	16.070	7.776	8.035	5.357	4.838	5.357	5.184	5.357	5.184	21.427	274.579
14 Pocercollo	18.749	18.144	8.035	5.184	5.357	5.357	4.838	5.357	5.184	5.357	5.184	8.035	94.781
15 Lago Vizcachani	10.518	4.994	2.156	126	65	0	0	0	63	0	126	2.286	20.336

ANEXO 4

MUNICIPIOS DE CHARAZANI Y CURVA

1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.1. Ubicación y clima

El área de estudio comprendió los municipios de Charazani y Curva se ubican en el norte de La Paz, que corresponden a cabecera de valles y cuya ubicación se presenta en la **Figura 1**.

El clima en la zona de estudio es variable debido al factor de las altitudes que varían de 3400 msnm en la alturas a 2.800 msnm en los valles interandinos donde se ubican las comunidades con riego.

No existen estaciones climáticas o meteorológicas en la zona por lo que se ha utilizado la información disponible para las estaciones meteorológicas que se consignan en el siguiente Cuadro 1.

Cuadro 1. Lista de estaciones meteorológicas del área de proyecto

	Estación	Provincia	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud (msnm.)	de	Hasta
1	Camata	Muñecas	15°14'54"	68°44'42"	2.250	1977	2011
2	Charazani	Bautista Saavedra	15°11'43"	69°00'13"	3.659	1975	2011(*)
3	Pelechuco	Franz Tamayo	14°49'00"	69°05'00"	3.300	1971	1991(*)
4	Quiabaya	Larecaja	15°35'00"	68°46'00"	3.470	1977	2011(*)
5	Sorata	Larecaja	15°46'00"	68°39'06"	2.647	1971	2011(*)

Nota: (*) Estaciones con datos incompletos

En los Cuadros 2 y 3 se presentan los promedios mensuales para las variables meteorológicas más importantes.

Cuadro 2. Temperaturas promedio mensuales (°C)

	Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom
1	Camata	21,6	21,6	21,9	21,7	20,8	20,3	20,3	21,1	21,7	22,2	22,3	22,0	21,5
2	Pelechuco	8,8	8,9	8,8	8,4	7,9	7,3	7,2	7,3	7,5	8,2	8,6	8,8	8,1
3	Sorata	15,9	15,7	15,5	15,2	13,8	13,2	13,0	13,8	15,1	16,1	16,7	16,3	15,0

Fuente. Elaboración propia con datos de SENAMHI

Los datos del cuadro anterior muestran que la temperatura promedio mensual varía en función a la altitud con valores entre 15 y 21°C para los valles por debajo de los 3.000 msnm y 8°C para comunidades de altura.

Cuadro 3. Precipitación mensual (mm)

	Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1	Camata	174,1	133,7	137,8	61,2	20,2	15,4	10,5	25,0	40,6	69,3	82,5	121,7	892,0
2	Charazani	80,7	73,8	51,6	32,0	11,8	7,8	7,2	10,4	25,4	24,0	27,1	60,8	412,6
3	Pelechuco	177,4	152,3	139,0	60,6	29,3	17,6	15,4	42,8	68,3	90,9	106,2	159,5	1.059,3
4	Quiabaya	218,7	169,1	157,9	71,0	24,6	22,0	17,5	25,9	49,4	59,8	88,5	129,3	1.033,7
5	Sorata	199,5	168,1	139,2	49,4	16,6	10,4	10,4	18,7	39,9	55,8	67,7	125,9	901,6

Fuente. Elaboración propia con datos de SENAMHI

La precipitación en el sector de estudio varía entre 413 mm, en el valle de Charazani, hasta 1.059 mm en las alturas de Pelechuco. En general se puede ver que Charazani, a pesar de la altura en que se ubica, presenta índices bajos de precipitación respecto a otras estaciones de la zona.

La evapotranspiración de la región calculada con los métodos de Tornhtwaite y Penman-Momtehit, muestran valores que fluctúan entre 600 mm y 1.500 mm de acuerdo al método que se aplique y a la ubicación de la estación.

Cuadro 4. Evapotranspiración potencial y de referencia (mm)

	Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1	Camata	92,8	81,0	89,9	82,3	74,0	66,7	68,8	78,7	83,6	95,0	95,9	96,6	1.005,4
		142,6	125,4	136,7	122,4	110,7	102,0	108,8	124,3	133,8	150,7	150,6	148,5	1.556,5
2	Pelechuco	53,4	48,8	52,2	47,0	45,6	40,4	41,6	42,4	42,9	49,4	51,1	54,4	569,2
		91,1	82,9	87,7	82,5	79,4	70,8	74,4	80,9	81,6	94,6	95,1	97,7	1.018,6
3	Sorata	70,6	60,7	63,3	57,5	49,7	44,8	44,8	50,9	58,0	68,5	72,8	73,4	715,0
		118,1	102,5	107,3	99,6	90,8	82,5	88,7	100,8	112,2	127,4	132,0	128,0	1.289,8

Fuente. Elaboración propia con datos de SENAMHI

1.2. Seguridad Alimentaria

De acuerdo al estudio de Vulnerabilidades elaborado por PNUD 2002, los dos municipios de estudio, presentan alta vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria de acuerdo al índice aplicado y que considera, por una parte, la exposición al riesgo que puede provocar situaciones de inseguridad alimentaria, y por otra, los indicadores de la capacidad de responder a los mismos.

En el marco conceptual de dicho trabajo se indica que la inseguridad alimentaria es comprendida como la probabilidad de una disminución aguda en el consumo de alimentos por debajo de ciertos valores críticos. La vulnerabilidad es entonces resultado de la exposición a factores de riesgo y de procesos socioeconómicos que determinan la capacidad de la población para enfrentar esos riesgos.

Los riesgos considerados en el estudio fueron: sequías, heladas e inundaciones. En el Cuadro 5 se presentan los factores de riesgo y sus indicadores para los municipios de estudio.

Cuadro 5. Indicadores de Riesgo

N°	Municipio	Vulnerabilidad Relativa	Sequia	Helada	Inundación
1	Charazani	Alta	1 de 4 años	0	0%
2	Curva	Alta	1 de 10 años	0	0%

Fuente: Estudio de Vulnerabilidades a la inseguridad Alimentaria, PNUD 2002.

Las variables seleccionadas para el indicador de capacidad de respuesta fueron los siguientes: producción, acceso económico y acceso físico, utilización de los alimentos. Los indicadores de producción están referidos al potencial agrícola y el potencial forestal. En el Cuadro 6 se presentan los indicadores de producción, donde el potencial agrícola fue asignado en función a la aptitud de los suelos y el potencial forestal en base a la información del Mapa de Potencial Forestal.

Cuadro 6. Indicadores de Producción

N°	Municipio	Vulnerabilidad Relativa	Potencial agrícola	Potencial forestal
1	Charazani	Alta	Muy Bajo	Pobre
2	Curva	Alta	Limitado	Pobre

Fuente: Estudio de Vulnerabilidades a la inseguridad Alimentaria, PNUD 2002.

Como variables para los indicadores de acceso se consideraron el ingreso valorado en base al ingreso real per cápita a nivel de municipios, elaborado por UDAPSO y PNUD (1997), y el porcentaje de población en extrema pobreza (INE, Censo de 1992). Los indicadores de uso utilizados son: tasa de analfabetismo y el grado de hacinamiento de los hogares. En el Cuadro 7 se presentan los indicadores de acceso y los de uso.

Cuadro 7. Indicadores de Acceso y de Uso

N°	Municipio	Vulnerabilidad Relativa	% Población Extrema Pobreza	Ingreso anual Per Cápita	Tasa analfabetismo	Hacinamiento
1	Charazani	Alta	83,8%	734	0,49	86,95
2	Curva	Alta	83,1%	606	0,52	87,58

Fuente: Estudio de Vulnerabilidades a la inseguridad Alimentaria, PNUD 2002.

El Indicador de Capacidad de Respuesta resulta de la simple suma de los diferentes indicadores, valorados cualitativamente por rangos en quintiles. En términos generales, el método empleado otorga una misma importancia a todos los componentes de la capacidad de respuesta. En los indicados cuadros se puede ver que los valores asignados a los municipios son de Alta Vulnerabilidad.

2. RECURSOS HÍDRICOS

2.1. Los Recursos Hídricos en el Área de Estudio

2.1.1. Inventario de Fuentes de Agua

Para evaluar la situación del potencial y el uso de los recursos hídricos en el área de estudios se realizó un inventario de fuentes de agua que sin embargo tuvo las siguientes limitaciones:

- Se realizó en comunidades seleccionadas por su vulnerabilidad y no en la totalidad del territorio municipal.
- Se priorizaron las fuentes de uso comunal o colectivo por sobre las de uso particular.
- Se aplicó el concepto de comunidad como unidad territorial básica de mapeo de fuentes.
- La calidad de la información dependió mucho del conocimiento local de los informantes pues muchas veces los acompañantes del municipio solo conocían sus “proyectos” y no los sistemas ni las fuentes de agua locales

Las limitaciones anteriores permiten concluir entonces que el inventario de fuentes de agua si bien es representativo, no es completo. En el Cuadro 8 se presenta un resumen de los resultados obtenidos para los municipios del Norte de La Paz.

Cuadro 8. Comunidades visitadas por Municipio, Fichas levantadas y sistemas de riego identificados.

	Municipio	Comunidades	Visitadas	Sin Fuentes	Fichas	Fuentes	Sistemas
1	Charazani	11	14	5	9	23	8
2	Curva	6	6	2	4	10	2
	TOTAL:	17	20	7	13	33	10

Fuente: Elaboración propia en base al Informe de Inventario de Fuentes de Agua.

En el Cuadro 9 se presentan los resultados generales del inventario de fuentes de agua en las comunidades con fuentes de agua donde puede verse que la fuente de agua más numerosa son los ríos (45%) seguidas de las vertientes (39%) y con 5 lagunas que constituyen el 15%.

Cuadro 9. Resultados del Inventario de fuentes de agua

Fuentes de Agua	33	100%	Usos del Agua	34	100%	Caudales	34	100%	34	100%
Rio	15	45%	Riego	11	32%	Mayor a 50 lps	1	3%	4	12%
Vertiente	13	39%	Riego y Abrevado	0	0%	De 15,1 a 50 lps	4	12%	2	6%
Pozo	0	0%	Riego Bofedales	1	3%	De 5,1 a 15 lps	6	18%	12	35%
Laguna	5	15%	Abrevado y Bofedal	0	0%	De 1 a 5 lps	8	24%	2	6%
Sistemas de Riego	10	100%	Abrevado	0	0%	Menor a 1 lps	1	3%	0	0%
Mejorados	7	70%	C. H. y Abrev.	0	0%	Sin dato	14	41%	14	41%
Rústicos	3	30%	Consumo Humano	0	0%					
			Sin uso	16	47%					
			Sin dato	6	18%					

Fuente: Elaboración propia en base al Informe de Inventario de Fuentes de Agua.

Es también significativo ver que 7 (70%) de 10 sistemas de riego colectivo han sido mejorados en alguno de sus componentes de infraestructura y llama la atención el alto número de fuentes sin uso, (47%) y la falta de información, respecto a magnitud de los caudales, en el 41% de las fuentes identificadas.

Los datos obtenidos de las fuentes con información disponible permiten establecer que los caudales medios y altos, mayores a 5 lps, predominan en un 53% de las fuentes lo que tiene relación a la presencia significativa de ríos y quebradas.

En lo referente al uso del agua se ve que el más importante es para riego con un caso de uso para bofedales.

2.1.2. Inventario de Sistemas de Riego

Otro resultado del inventario de fuentes de agua ha sido la identificación y geo-referenciado de 9 sistemas de riego: 7 en el municipio de Charazani y 2 sistemas en el municipio de Curva. En el Cuadro 10 y en la **Figura 1** se consignan los sistemas de riego identificados.

Cuadro 10. Inventario de Sistemas de Riego en el Norte de La Paz

N	Municipio	Comunidad Ayllu	N	Fuente de agua	Usos	Usuarios	Tipo Inf.	Caudales (l/s)	
								Estiaje	Lluvioso
1	Charazani	Caata	1	Laguna Chalco laya	R	160	Mejorada	10	10
			2	Vert. sin nombre	R	sd	Const.	5	6
		Chiquipo	3	Río Charazani	R	30	Mejorada	15	15
		Chajaya	4	Vert. Purun Laya	R	26	Mejorada	4	5
			5	Vert. Chilicón	R	20	Mejorada	3	6
		Huasa Huayco	6	Río Chajani	R	25	Rústica	15	40
			7	Río Huasa Huayco	R	23	Rústica	40	100
2	Curva	Upinhuaya	8	Río Laphalaya	Sin uso	sd	Mejorada	15	15
		Lagunillas	9	Vert. Chuqui Iltaman	R	25	Mejorada	4	7

Fuente: Elaboración propia en base al Informe de Inventario de Fuentes de Agua.

El uso más importante de agua es el riego de cultivos y el número de usuarios mayor a 20, los caudales de manejo varían entre 3 y 100 lps dependiendo del período y del sistema de riego.

2.2. Diagnósticos de Sistemas de Riego

Se realizaron diagnósticos, en sistemas seleccionados, que permitan una mejor caracterización de los mismos. El diagnóstico fue de carácter socio-técnico, es decir que no solo se evaluaron las características técnicas: infraestructura, cantidad y calidad de agua, áreas y cultivos, sino también las características sociales referidas a: derechos de uso, organización de los usuarios para la gestión del sistema (distribución de agua, operación, mantenimiento y administración).

Si bien se trató de incluir todos los tipos de sistemas identificados los principales criterios de selección fueron: el interés de los usuarios en mejorar o rehabilitar su sistema y la magnitud de los requerimientos de mejoramiento por la limitación en los recursos disponibles.

Se seleccionaron 3 sistemas en el Municipio de Charazani para la elaboración de los diagnósticos, es importante señalar que solo uno de ellos cuenta con sistema tradicional de riego siendo los otros dos demandas o requerimientos nuevos para implementar sistemas de aprovechamiento de agua. En el Cuadro 11 se presenta la relación de sistemas seleccionados para el diagnóstico.

Cuadro 11. Sistemas seleccionados para los Diagnósticos

N	Fuente de agua	Tipo Sistema	Comunidad Ayllu	Municipio
1	Vertiente Goypa Khuchu	Nuevo	Moyapampa	Charazani
2	Quebrada Rumi Chaca	Nuevo	Sayhuani	
3	Río Huasa Huayco	Comunal	Huasa Huayco	

Fuente: *Elaboración Propia en base a Informe de Inventario de Fuentes de agua*

Durante la realización de los diagnósticos participativos surgieron demandas de los usuarios cuyos intereses no se enfocaban en el mejoramiento de sistemas de riego sino en otros usos del agua como ser piscicultura y abrevadero para animales.

También se incluyen en esta sección un sistema que, por sus características topográficas y técnicas, puede ser sistema colectivo por aspersión lo que genera requerimientos especiales de asesoramiento técnico y apoyo al fortalecimiento de la organización de usuarios.

En el Cuadro 12 se resumen las principales características de los sistemas visitados, el uso de la fuente de agua, problemas o demandas expresadas por los usuarios y los planteamientos específicos para cada sistema. En las Fichas de Diagnóstico del Informe de Diagnósticos se presentan en detalle las características específicas de cada sistema.

Los planteamientos de mejoramiento o rehabilitación de los sistemas son específicos para cada uno así tenemos que:

- En Moyapampa la demanda de los usuarios es la construcción de un sistema de crianza de truchas: toma, desarenador, aducción, 4 estanques de crianza de alevines, crecimiento y engorde o maduración.
- En Sayhuani, la demanda es la construcción de un sistema de riego por aspersión: toma, aducción con desarenador, sistema de riego por aspersión con 8 hidrantes y 2 cámaras rompe-presión.
- En Huasa Huayco el planteamiento es similar a Sayhuani con la diferencia que se trata del mejoramiento de un sistema tradicional de riego por gravedad para transformarlo en riego por aspersión: toma, aducción con desarenador, sistema de riego por aspersión con 5 hidrantes.

Cuadro 12. Sistemas de suministro de agua

Sistema de Riego	Sistema Piscícola Nuevo	Sistema Nuevo	Sistema de riego Huasa Huayco
Fuente de agua	Vert. Goypa Khuchu	Qda. Rumi Chaca	Río Huasa Huayco
Comunidad	Moyapampa	Sayhuani	Huasa Huayco
Infraestructura	No hay infraestructura actual	No hay sistema de riego	Toma rústica y sistema de canales de tierra
Usos	Piscicultura	R	R
Cultivos	Papa, oca	Papa, oca	Papa, oca
Nº Usuarios	58	45	13
Área (Ha)	-	1	3.5
Q. Estiaje (lps)	4	15	40
Q. Lluvioso (lps)	5	40	100
Problemas	No se usa el agua	No se usa el agua	Muchas pérdidas en ladera
Proyecto	Sistema para criar truchas	Sistema de riego por aspersión nuevo	Sistema de riego por aspersión nuevo
Costo (USD)	2,443	9,385	5,725

Fuente: Elaboración Propia en base a Fichas de Diagnóstico.

En lo referente a la calidad del agua en el Cuadro 13 se presentan los resultados de los análisis de agua de las fuentes de agua de Moyapampa y Sayhuani que determinan que en ambos casos la calidad de agua es buena para riego.

Cuadro13. Calidad de Agua

Nº	COMUNIDAD	FUENTE DE AGUA	C.E. mS/cm	pH	Ca	Mg	Na	RAS	CALIF.
1	Moyapampa	Vertiente Golpa Khuchu	340	7,10	5,50	5,30	12,80	5,51	C2-S1
2	Sayhuani	Río Llachamita	98	7,20	5,50	4,80	12,00	5,29	C1-S1

Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de Análisis de agua.

Finalmente en el Cuadro 14 se presentan los datos de caudales y volúmenes mensuales disponibles de agua para los sistemas de Huasahuayco y Sayhuani en base al estudio hidrológico de generación de escurrimientos realizado por Rodolfo Cruz. No se ha realizado el estudio para Moyapampa debido a que la fuente de agua es una vertiente independiente de los aportes por escurrimiento.

Cuadro 14. Oferta de agua por escurrimiento en m³/seg y Hm³

SISTEMA	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	ANUAL
Hua-sahuayco	0,023	0,033	0,035	0,040	0,089	0,205	0,204	0,091	0,037	0,025	0,025	0,024	0,069
	0,06	0,09	0,09	0,10	0,24	0,55	0,49	0,24	0,10	0,07	0,06	0,06	2,16
Sayhuani	0,043	0,052	0,052	0,055	0,085	0,149	0,150	0,088	0,057	0,046	0,045	0,044	0,072
	0,11	0,13	0,14	0,14	0,23	0,40	0,36	0,24	0,15	0,12	0,12	0,12	2,26

Fuente: Elaboración Propia en base a resultados del Estudio Hidrológico, Cruz R, 2012.





**Organización de las Naciones Unidas para la
Alimentación y la Agricultura FAO-Bolivia**

**Unidad de Coordinación de Emergencias y
Rehabilitación**

Plaza España, Edificio Barcelona, Piso 1

Teléfono 2114455 Fax 2121705

Correo electrónico: fao-bo@fao.org

Página Web: www.fao.org.bo

La Paz – Bolivia



**Ayuda Humanitaria y
Protección Civil**

Esta publicación se hizo posible gracias al apoyo financiero del Departamento de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea. La Unión Europea es el más grande donante de ayuda humanitaria en el mundo. La Comisión Europea a través de su departamento de Ayuda Humanitaria y Protección Civil (ECHO), dispone de una capacidad de respuesta rápida. Asigna sus financiamientos donde sean necesarios en base a los principios de humanidad, neutralidad, independencia e imparcialidad de la ayuda.