

# Proyecto MUS

## Servicios de Uso Múltiple



**Estudio de caso:**

**Efectos múltiples en la implementación de un Sistema de riego PLUS en la Comunidad de Chaupisuyo**



**CGIAR Challenge Program on Water & Food**  
**IRC - International Water and Sanitation Centre**  
**Programa Agua Tuya**

Arq. Lourdes Valenzuela A.  
Ing. Gustavo Heredia D.  
Agosto de 2006  
Cochabamba - Bolivia

## Tabla de contenido

Executive Summary .....	3
Resumen Ejecutivo .....	4
Agradecimientos.....	5
Introducción.....	6
La Comunidad de Chaupisuyo .....	7
Historia de las formas de abastecimiento de agua de Chaupisuyo .....	8
1. El primer sistema de riego: La Mita .....	9
2. El primer sistema de Agua Potable: La Galería Filtrante.....	10
3. El segundo Sistema de Riego: El pozo perforado .....	11
4. El Segundo sistema de agua potable: Interconexión al Sistema de Riego .....	12
Análisis de caso: .....	15
Impactos múltiples en la implementación de un sistema de riego PLUS.....	15
1. Riego Suplementario efectivo y eficiente .....	15
Riego suplementario.....	16
Uso de tecnologías apropiadas para incrementar el área de riego .....	17
Sistema entubado y presurizado para disminuir las pérdidas de agua (por infiltración y evaporación) y disminuir tiempos de bombeo .....	20
Uso de tecnologías apropiadas para la aplicación del riego .....	22
2. El sistema de riego como fuente para Agua Potable .....	23
Fortalezas y Oportunidades de mejora .....	24
Debilidades y Amenazas.....	25
Conclusiones y lecciones aprendidas .....	27
ANEXO 1: Bibliografía.....	28
ANEXO 2: Imágenes.....	29
Usos múltiples del agua: Ganado Vacuno y producción lechera. ....	29
Ganado Porcino.....	29
Área Incremental de riego (por encima del pozo).....	30
Hidrante de sistema de riego presurizado .....	31

## Executive Summary

This case study analyzes the experience of the “Chaupisuyo” community (Cochabamba – Bolivia) around water management. The Chaupisuyo case is a clear example that shows how, when given enough freedom of action, the community is capable to integrate its multiple needs with the multiple water sources in the area and effectively manage the resource.

There are four concurrent water distribution schemes in the community that complement each other: The first one is an old irrigation scheme called **Mita**. This scheme is based on open canals that and its management is based in ancient traditional customs. This system belongs to a larger rain-fed irrigation scheme. The flow and quality of this system vary greatly over the year, and turns completely dry during the dry season. The second system is a drinking water distribution system that has its source in a small river and serves only the highest areas of the community. The third system is a piped and pressurized system that has a borehole (deep well) as source. This system is used for supplementary irrigation to the **Mita**. The fourth system is a drinking water scheme that is interconnected to the piped irrigation system that serves the lower areas of the community. Since the two latter systems are interconnected, we call this an **irrigation plus system** (an irrigation system that offers additional benefits than the ones offered by the original design).

The present study thoroughly analyzes the multiple impact of the implementation of such an **irrigation plus system**. The study shows how this system is able to offer supplementary irrigation to the Mita in during the dry season. Additionally this system increases the irrigation area in 35% (70 hectares compared to the original 52 hectares).

When compared to a non-lined open canal scheme, the current pressurized-piped system, offers up to 47% cost savings in pumping energy. Since the system is always under pressure, 457 pumping hours are saved in one year (this is equivalent to 35% of the total pumping time). Finally the production cost lowers from 0.065 USD/m<sup>3</sup> to 0.025 USD/m<sup>3</sup> (62% savings).

An additional benefit is that the pressurized system enables farmers to use irrigation equipment (such as sprinklers and/or drippers). The study shows how a farmer increased his tomato production in 123% by building a greenhouse and installing a drip system.

On the downside, we have perceived a lack of technical assistance to the community. Also, the fact that it is difficult for farmers to have access to credit, limits the widespread use of sprinklers/drippers in the plots. The lack of written rules and regulations for the use and management of all the water distribution schemes can potentially generate internal conflicts in the community, especially when considering the costs and rights for new incoming users.

By building a drinking water system that is interconnected to the piped irrigation system, it was not necessary to build an additional well, this the community saved around USD 11,000 (equivalent to 48% of the total USD 23,000 that the community would have had to invest otherwise).

## Resumen Ejecutivo

El presente estudio de caso analiza la experiencia de la Comunidad de Chaupisuyo (Municipio de Sipe Sipe, Cochabamba – Bolivia) en la gestión del agua. El caso de Chaupisuyo es un claro ejemplo donde se demuestra que cuando la comunidad tiene libertad de acción y busca sus propias soluciones, es capaz de integrar sus múltiples necesidades con las diferentes fuentes de agua disponibles en la zona y gestionar el agua de manera efectiva.

La comunidad de Chaupisuyo cuenta con cuatro diferentes esquemas de distribución de agua que co-existen y que son complementarios entre sí: El primero es un sistema tradicional de riego muy antiguo basado en usos y costumbres llamado La Mita que se alimenta con agua de lluvia y que se conduce por medio de canales abiertos. El caudal de este sistema, así como la calidad del agua varía a lo largo del año. El segundo es un sistema de distribución de agua potable que tiene como fuente una galería filtrante ubicada en un río y que abastece de agua a la parte alta de la comunidad. El tercero es un sistema de riego entubado y presurizado que tiene como fuente un pozo perforado y que sirve para riego suplementario al servicio que ofrece La Mita. El cuarto es un sistema de agua potable que se encuentra interconectado al sistema de riego y que atiende las necesidades de agua potable del resto de la comunidad (zona baja). Al estar interconectados, los dos últimos sistemas, conforman un **Sistema de Riego PLUS** (un sistema de riego que ofrece beneficios adicionales a los que ofrecería según su diseño original).

El estudio se concentra en analizar los múltiples impactos de la implementación de este Sistema de Riego PLUS. El estudio demuestra como este sistema de riego es capaz de ofrecer riego suplementario a la Mita en los meses de la época seca además de incrementar el área de riego en un 35% (70 hectáreas totales sobre 52 hectáreas iniciales).

Comparando con un sistema de canales abiertos (sin revestir), el sistema entubado y presurizado, ofrece un ahorro de 47% del agua producida que de otra manera se perdería por infiltración y evaporación. Ya que el sistema de riego se encuentra permanentemente presurizado, se ahorran 457 horas de bombeo en un año (equivalente al 37% del tiempo de bombeo total). Finalmente, el costo de producción de agua baja de 0.065 \$us/m<sup>3</sup> a 0.025 \$us/m<sup>3</sup> (un ahorro del 62%).

Otro beneficio adicional es que el sistema de riego presurizado facilita el empleo de riego tecnificado. El estudio demuestra como un agricultor logró un incremento del 123% en la producción de tomate al construir un invernadero y utilizar un sistema de riego por goteo.

Entre las debilidades de la gestión actual del sistema de riego tenemos que la falta de asesoramiento técnico y dificultad par obtener créditos limita el uso generalizado de tecnologías de riego. Por otro lado la falta de estatutos y reglamentos escritos de los diferentes esquemas de distribución de agua puede generar potencialmente conflictos internos en la comunidad, sobretudo a tiempo de considerar costos y derechos de nuevos socios/usuarios.

Al construir un sistema de agua interconectado al sistema de riego, se evita la necesidad de perforar un segundo pozo para utilizarlo como fuente de agua potable y de esta manera la comunidad ahorró aproximadamente 11,000 \$us equivalente al 48% de la inversión total (de 23,000 \$us) que de otra manera hubiera requerido este segundo Sistema de Agua Potable.

## Agradecimientos

El proyecto Servicios de uso múltiple (MUS), patrocinado por el CGIAR<sup>1</sup> Challenge Program Water & Food y con el apoyo del Internacional Water Management Institute (IWMI)<sup>2</sup> y el International Water and Sanitation Center (IRC)<sup>3</sup>, realiza una investigación científica para analizar los impactos de sistemas integrales, pensados en necesidades reales de abastecimiento de agua en la vida de las personas. El conocimiento generado en esta investigación, es compartido con los diferentes actores relacionados con el tema y se realizan actividades orientadas a informar sobre el mismo a las instancias que definen las políticas sectoriales.

Agradecemos, al señor Germán Mollo (presidente de la Asociación de Riego del Pozo) y al Sr. Abad Patiño (usuario) por sus testimonios y tiempo al recordar la historia del sistema. La información y documentación brindada por ambas personas fue vital para la elaboración del presente estudio de caso.

Nuestra gratitud a Dn. René Lazarte (encargado de la operación del sistema) quien amablemente caminó con nosotros por toda la red a tiempo de georeferenciarla. También deseamos agradecer a los demás integrantes de la asociación, a los usuarios de los sistemas de agua potable y al resto de la comunidad, quienes nos recibieron siempre con los brazos abiertos.

Finalmente a la empresa PLASTIFORTE constructora del sistema de riego, por la información técnica (como ser planos, datos técnicos, etc.).

---

<sup>1</sup> <http://cgiar.org>

<sup>2</sup> <http://www.iwmi.cgiar.org/>

<sup>3</sup> <http://irc.nl>

## Introducción

El presente estudio de caso denominado “Impactos múltiples en la implementación de un sistema de riego PLUS” en el Departamento de Cochabamba – Bolivia, elaborado por el Programa Agua Tuya, dentro del marco del Proyecto MUS (Multiple Use Services) analiza el caso de la Comunidad de Chaupisuyo, ubicada en el cantón de Sipe Sipe, provincia de Quillacollo en el departamento de Cochabamba - Bolivia.

Primeramente se describe la comunidad en términos generales y luego se describe en detalle cada una de las formas actuales de abastecimiento de agua y como han ido evolucionando a lo largo del tiempo. Estos sistemas de agua son: El primer sistema de riego (Mita), el primer sistema de agua potable (la galería filtrante), el segundo sistema de riego (el pozo profundo) y finalmente el segundo sistema de agua potable (interconectado al sistema de riego).

Este estudio de caso se concentra en los múltiples impactos que se generan al implementar una serie de sistemas complementarios que combinan múltiples fuentes de agua con múltiples necesidades.

El aspecto más interesante del caso es como un sistema de riego, se convierte además en fuente de agua para un sistema doméstico de agua, aumentando sus impactos positivos. A esto denominamos un SISTEMA DE RIEGO PLUS y en este caso, se demostrará como ofrece las siguientes ventajas:

- Riego suplementario empleando tecnologías apropiadas que permite a la comunidad ir más allá de los cultivos tradicionales e incrementar significativamente el área de riego (y por lo tanto la producción).
- Ahorro de agua y energía traducido en ahorro económico y optimización de uso de la fuente.
- Optimización de inversiones al integrar un sistema de Agua Potable al Sistema de Riego.

Al destacar estos elementos y mostrar datos reales de beneficios obtenidos, esperamos promocionar este tipo de sistemas mixtos en las zonas rurales y peri urbanas.

Para concluir, ofrecemos conclusiones, lecciones aprendidas y recomendaciones para la elaboración de políticas sectoriales.

Esperamos que la información y el conocimiento generados durante la elaboración del presente trabajo, sirvan para promover activamente los conceptos de Servicios de Uso Múltiple (MUS) en Bolivia y otros países.

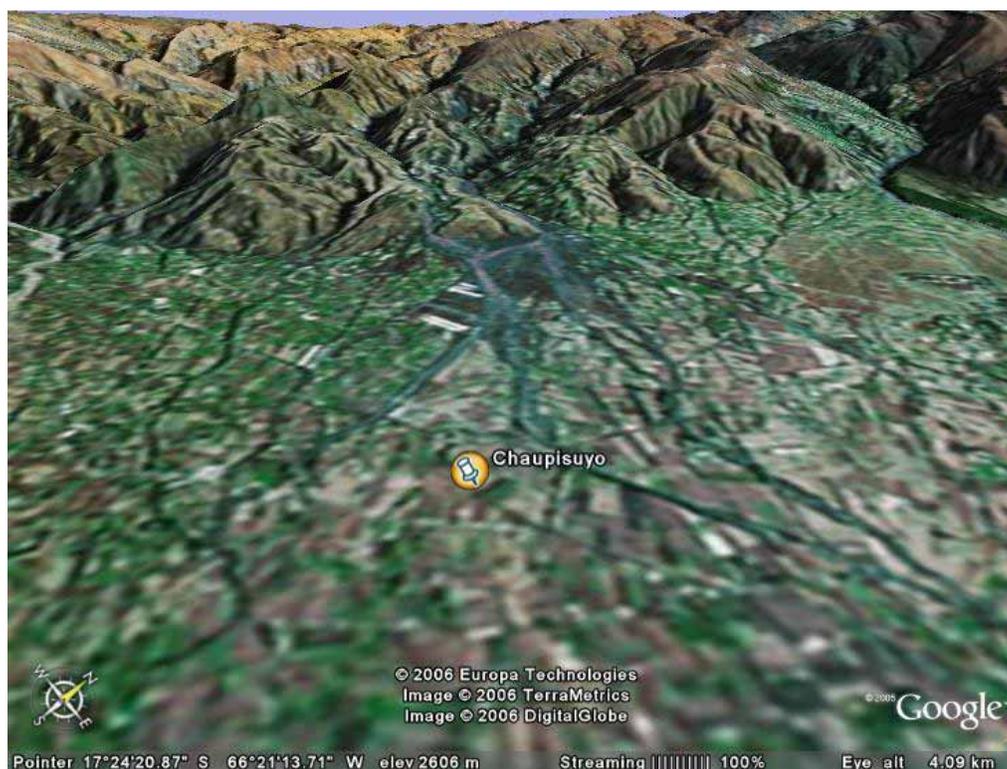
Para la realización de este estudio se obtuvo información a través de entrevistas con los usuarios de los diferentes sistemas, usuarios que además pertenecen a las organizaciones importantes de la Comunidad y que han estado presentes en la ejecución de las diferentes obras.

Toda la información técnica como planos, datos técnicos, contratos, cotizaciones, etc. referentes a la Comunidad, se obtuvo de la empresa PLASTIFORTE constructora del sistema de riego.

## La Comunidad de Chaupisuyo

La comunidad de Chaupisuyo, se encuentra en el Cantón Sipe Sipe de la Provincia de Quillacollo en el Departamento de Cochabamba – Bolivia. Esta comunidad tiene una población de 440 habitantes (88 familias) con un promedio de cinco miembros por familia. La cercanía con la ciudad de Quillacollo, hace que la población se concentre en esta área.

La comunidad de Chaupisuyo está asentada en una zona de ladera de la Cordillera del Tunari. La pendiente del terreno es de norte a sur y la diferencia entre el punto más alto y el punto más bajo de la comunidad es de 42 metros. Estas características pueden apreciarse en la siguiente imagen.



La principal actividad económica de la comunidad es la agropecuaria y agrícola. La mayor parte del suelo se utiliza para la agricultura. Los cultivos tradicionales en la zona son: maíz, papa, y alfa alfa. Con la implementación de diferentes esquemas de riego en la zona (a ser detalladas más adelante), se introdujeron otros cultivos de mayor valor como ser: zanahoria, cebolla, remolacha, rábano y haba. La fruticultura solamente se da a nivel familiar.

La actividad pecuaria adquiere importancia porque Chaupisuyo se encuentra contiguo a una zona tradicionalmente lechera llamada Viloma donde existen varios módulos de acopio lechero y donde se han realizado varias intervenciones gubernamentales y no gubernamentales para impulsar dicha actividad económica.

Adicionalmente en la comunidad se puede observar (en menor escala) la crianza de pollos y cerdos.

## Historia de las formas de abastecimiento de agua de Chaupisuyo

Las formas de abastecimiento de agua en la comunidad de Chaupisuyo generan un panorama dinámico y diverso digno de ser estudiado en detalle. En la comunidad co-existen diferentes formas de abastecimiento de agua que relacionan diferentes fuentes de agua con usos específicos.

Actualmente existen en la comunidad cuatro instituciones encargadas de la gestión del agua:

1. El Sindicato Agrario (La Mita)
2. El Comité de Agua Potable de Galería Filtrante
3. La Asociación de Regantes del Pozo
4. El Comité de Agua Potable Interconectada al Sistema de Riego de Pozo

Una quinta organización muy importante (aunque no específicamente relacionada a la gestión del agua) es la OTB (Organización Territorial de Base), que se preocupa del desarrollo integral de la zona y que es la forma jurídica a través de la cual la comunidad tienen acceso a fondos gubernamentales para el desarrollo denominados Fondos de Coparticipación Popular. Estos fondos son canalizados a la comunidad de manera anual a través del Municipio de Sipe Sipe y bajo la legislación actual<sup>4</sup>, la comunidad decide cada año en que proyectos serán utilizados.

La comunidad toma decisiones de forma orgánica de acuerdo con las organizaciones que la estructuran.

Si bien estas instituciones están establecidas y son respetadas por todos, una debilidad evidente es que ninguna cuenta con reglamentos ni estatutos orgánicos escritos, lo que puede causar conflictos de gobernanza al interior de las mismas.

En la siguiente sección describimos la manera en que las instituciones mencionadas anteriormente gestionan los diferentes sistemas de distribución de agua de la comunidad.

---

<sup>4</sup> Ley 1551 de Participación Popular

## 1. El primer sistema de riego: La Mita

La Mita es el sistema de riego más antiguo. Este sistema está basado en usos y costumbres. Los agricultores que tienen acceso a la Mita están normalmente organizados en sindicatos agrarios o asociaciones de regantes organizados en sistemas de riego o por fuente (presas, embalses, etc.). Algunos de los sistemas de riego tradicionales son muy antiguos y se remontan a la época de la colonia o incluso antes. Este esquema distribuye agua por canales abiertos que pasan a través de la comunidad.

A este esquema de riego tienen acceso todos los agricultores de la comunidad. El agua de la Mita no tiene costo (no se paga por su uso) pero sí implica trabajo comunitario en actividades de operación y mantenimiento del sistema, como ser

limpieza de canales, mejoramiento de obras, etc.

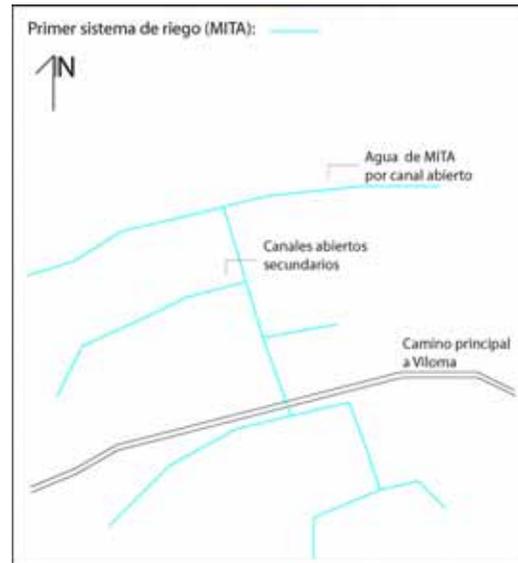


Ilustración 1: MITA

Si bien los canales principales están recubiertos, los canales secundarios (llamados acequias) que conducen el agua de la Mita desde el canal principal hasta las parcelas no son recubiertos. Dado que la comunidad se encuentra asentada en una ladera el grado de infiltración del suelo es alto y se pierde una cantidad considerable de agua en el transporte (como será estudiado en detalle más adelante).



Canal de agua de la Mita

El caudal que este esquema de riego distribuye depende directamente de las lluvias. El caudal de la Mita se incrementa en época de lluvia y disminuye durante la época seca, pero conduce agua durante todo el año. De Enero a Junio (época de lluvias) la Mita conduce prácticamente el doble de caudal que durante los meses de Agosto a Diciembre (época seca). En este estudio no se determinaron los caudales de este sistema de riego (por no ser el tema central).

La Mita es el primer servicio que la comunidad utiliza para dar agua a sus animales, en caso de no contar con este servicio, la comunidad utiliza el servicio de agua potable.

Ya que la Mita se trata de un sistema de riego por gravedad y debido a la pendiente anteriormente mencionada, con este sistema solamente se pueden regar las parcelas ubicadas por debajo del canal de riego.

## 2. El primer sistema de Agua Potable: La Galería Filtrante

El camino a Viloma divide la comunidad en dos grupos de viviendas concentradas. De las 88 viviendas que conforman la comunidad, 53 viven al norte (arriba) del camino y 35 familias al sur (abajo) del camino. Estas familias obtienen actualmente el servicio de agua potable desde diferentes sistemas de agua.

En 1994, las 53 familias de la parte de arriba se organizaron e impulsaron un proyecto de construcción de una galería filtrante en la parte más alta de la comunidad sobre el lecho del río Chujllinqiri. En base a esta fuente de agua, la comunidad construyó una red de distribución de agua.

Esta galería filtrante provee agua segura durante todo el año, pero su calidad varía porque en días

lluviosos el río puede arrastrar sedimento y enturbiarse. Cuando el agua está demasiado turbia, el comité de agua se ve obligado a suspender el servicio temporalmente (unas horas o incluso algunos días) hasta que el agua vuelva a ser cristalina.

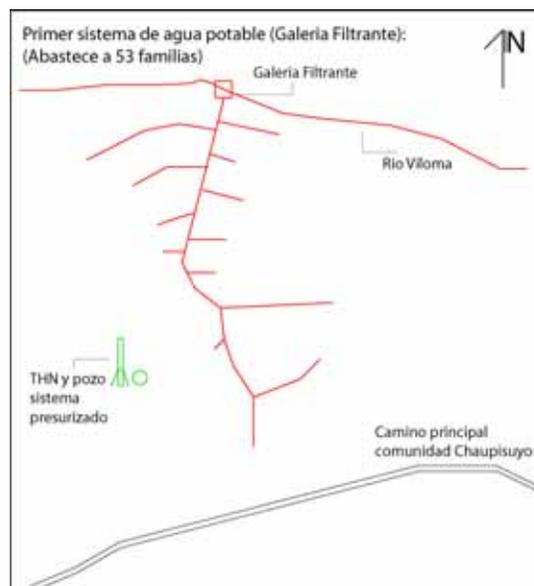


Ilustración 2: GALERIA FILTRANTE

El caudal de esta fuente (de aproximadamente 0.2 – 0.6 litros/segundo) abastece a estas 53 familias con una dotación promedio de 90 litros/persona/día. El comité de agua implementó un sistema de micromedición junto con el sistema y cada usuario tiene una conexión domiciliar con medidor y pileta propia. Normalmente se utilizan sistemas de micromedición en el área rural cuando existen costos de bombeo (energía eléctrica). En este caso todo el sistema es por gravedad y básicamente los costos son mantenimiento y depreciación del sistema. El hecho de que la comunidad haya optado por un sistema de micromedición es un indicador de su preocupación por la sostenibilidad y buena administración del sistema.

El precio que los usuarios pagan por metro cúbico de 0.30 Bs. (0.04 \$us/m<sup>3</sup>). El servicio es de 24 horas al día. El promedio de consumo es de 20 m<sup>3</sup>/mes por familia.

El agua proveniente de esta fuente no es tratada, por lo que los habitantes de la zona hierven en agua que utilizan para beber.

### 3. El segundo Sistema de Riego: El pozo perforado

En el año 1999, la comunidad de Chaupisuyo, impulsada por la escasez de agua para riego durante la época seca y bajo el liderazgo de Francisco Lazarte y Germán Mollo (entonces nuevos dirigentes), llevaron adelante el proyecto de perforación de un pozo.

Inicialmente, la comunidad se afilió al PDA Viloma (Proyecto de Desarrollo de Área Viloma), un proyecto financiado por la ONG Visión Mundial.

La inversión total para la perforación de este pozo fue de 35.000 \$us. El PDA Viloma aportó el 60 % de esta inversión y la Comunidad de Chaupisuyo aportó el 40%, consiguiendo así un pozo perforado de 100 metros de profundidad, un diámetro de 6 pulgadas y capaz de producir un caudal de 10 litros/segundo.

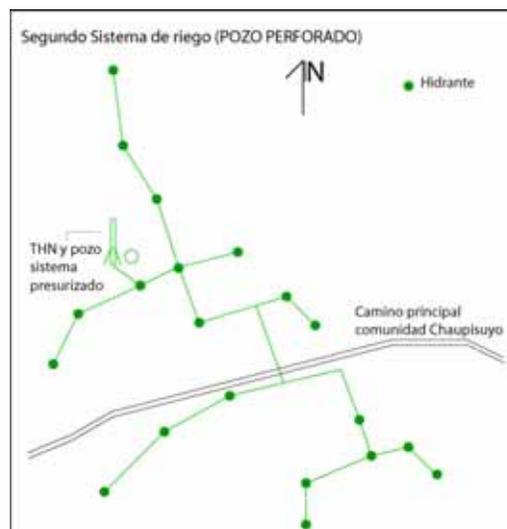


Ilustración 3: POZO PERFORADO

Una vez ejecutado el proyecto de perforación del pozo, en el año 2000, se presentó la oportunidad de tecnificar el riego y construir un sistema de presurización y distribución. El proyecto se llevó a cabo gracias al apoyo del FDC (Fondo de Desarrollo Campesino), quien contrató los servicios de PLASTIFORTE para la construcción del mismo.



Este proyecto consistió en lo siguiente:

- Tendido de 2560 metros de tubería para distribuir el agua de pozo
- Implementación de una estación de bombeo en base a bomba sumergible de 20 HP y Torre Hidroneumática (ver recuadro técnico más abajo)
- Líneas móviles de aspersión

El costo de inversión de este proyecto fue de 19,383.70 \$us. De este monto, el aporte (contraparte) de la comunidad fue de 20% (en trabajo comunitario, zanjas y el pozo existente). El FDC (Fondo de Desarrollo Campesino), aportó el 80 % a fondo perdido.

Por tratarse de una asociación de regantes, el sistema accede a los siguientes beneficios:

- Tarifa preferencial de luz de 0.25 Bs/Kw/h (0.003 \$us/Kw/h)
- Eliminar del cobro mensual de energía el ítem correspondiente al alumbrado público.

#### 4. El Segundo sistema de agua potable: Interconexión al Sistema de Riego

Las 35 familias que viven por al Sur del Camino a Viloma (abajo) accedían al servicio de la Red de Agua Potable de Viloma; una red existente desde 1995. En el año 2003, esta red existente comenzó a dar un servicio deficiente a las 35 familias de abajo por falta de caudal en su fuente. En ese momento, la “Asociación de riego del pozo”, decide otorgar un hidrante del sistema de riego como fuente de agua potable para estas 35 familias.

Se conformó en ese momento el segundo “Comité de agua potable” y con fondos de la comunidad y la apoyo técnico de la Honorable Alcaldía de Sipe Sipe en el diseño y supervisión, se ejecuta el proyecto.

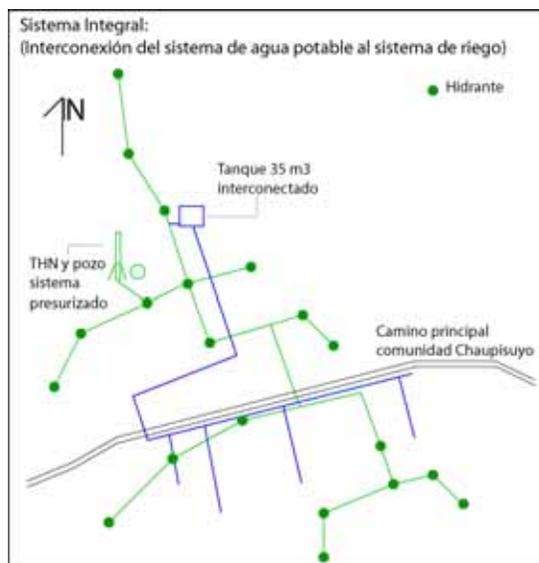


Ilustración 4: INTERCONEXIÓN AL POZO DE RIEGO

Este segundo Comité de Agua decide utilizar la red de distribución existente (la que antes dependía del sistema de agua de Viloma). Para cargar esta red de distribución con el agua un hidrante (otorgado por el comité de riego), el comité construyó un tanque de hormigón armado en la parte alta de la red. De esta manera, el sistema podía funcionar por gravedad. El hidrante de riego carga el tanque de agua potable (ver foto) cada 3 ó 4 días. El precio por cargado de tanque de 35.000 litros que cobra La Asociación de Riego al Comité de Agua es de 15 Bs/hora (1.70 \$us.). El tanque se llena en una hora. La entrega de agua para el sistema de agua potable representa un ingreso económico adicional para la asociación de riego ya que por este concepto se está cobrando aproximadamente 82% más (1.70 \$us/h contra 0.93 \$us/h) que cuando se entrega el agua para riego a los asociados. Es decir, que el comité de agua recibe el agua “en bloque” de la asociación de riego a un costo de 0.05 \$us/m3. Precio que sigue siendo muy conveniente ya que si el comité de agua tendría que producir el agua en un pozo propio (pequeño), su costo sería prácticamente el doble (alrededor de 0.10 \$us/m3).

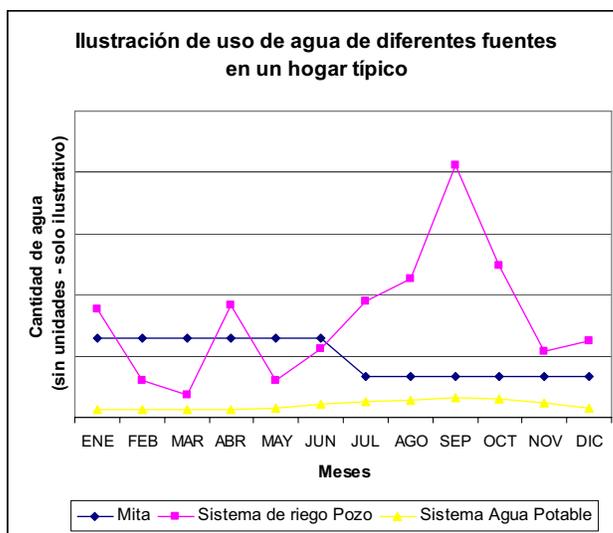


Cada usuario del sistema de agua potable que **no es socio** de la “Asociación de riego del pozo”, debe pagar 70 \$us por concepto de derecho a conexión al sistema de agua. De las 35 familias que conforman el comité de agua solamente 20 familias pertenecen a la “Asociación de riego del pozo”. La tarifa agua potable es de 1.5 Bs/m3 (0.17 \$us/m3) y el sistema posee micro medidores volumétricos en cada vivienda que para facilitar el cobro en base a consumo.

El agua proveniente de esta fuente no es tratada, por lo que los habitantes de la zona hierven en agua que utilizan para beber.

En la Ilustración 5 (abajo) podemos apreciar los cuatro sistemas anteriormente descritos de manera superpuesta.

Todos los sistemas de agua aquí presentados son de importancia vital para la comunidad y **son complementarios entre sí**. Por el enfoque del presente documento, analizaremos los beneficios de la implementación del Sistema de Riego presurizado y su relación con el sistema de agua potable (SISTEMA DE RIEGO PLUS)



Cuadro 1: Uso complementario de diferentes fuentes por parte de un hogar típico

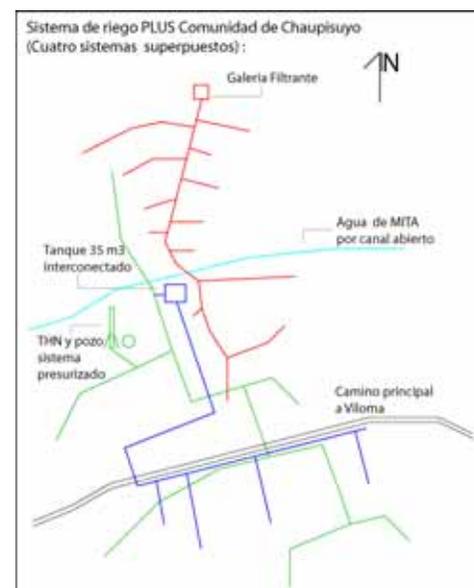


Ilustración 5: LOS CUATRO SISTEMAS COMPLEMENTARIOS

Esquema de distribución de agua	Características	Uso principal	Nº de familias beneficiadas	Costo de acceso	Tarifas	Caudal	Quien pagó por el sistema	Desventajas	Ventajas
Mita	Canal de agua que pasa a través de la comunidad y al que tienen acceso todos los agricultores originarios.  El caudal incrementa en época de lluvia y disminuye en época seca.	Riego de cultivos tradicionales: maíz, alfa alfa.	88 familias (440 habitantes) 100 % de la comunidad	No se paga por ingresar. Derechos basados en usos y costumbres.	Los usuarios no pagan por el servicio, pero a cambio realizan trabajos comunitarios de mantenimiento y operación del sistema de riego	Caudal variable de acuerdo a las precipitaciones pluviales	Trabajo comunitario y Visión mundial para el mejoramiento de canales.	El caudal no es constante durante todo el año, depende de las lluvias.  La pérdida de agua en los canales abiertos es significativa.	El agua no tiene costo (solamente implica trabajo comunitario)
Pozo y red de riego	Agua del Sistema de riego entubado y presurizado.	Riego de cultivos de mayor valor: cebolla, zanahoria, haba, alfalfa.  Dotar de agua al tanque de agua potable.	48 familias (240 habitantes) 55 % de la comunidad	El agricultor debe pagar una inscripción de 1600 \$us para hacerse socio.	Costo del servicio 0.93 [\$us/hr] (caudal 10 l/s)	Caudal del pozo de 10 l/s	80 % FDC a fondo perdido y el 20 % la comunidad (en zanjas, trabajo comunitario y el pozo existente)	El alto costo de acceso. Utiliza energía eléctrica par el bombeo.	No se pierde agua en la distribución. Los agricultores tienen acceso a agua presurizada.
Tanque para agua potable	Tanque de almacenamiento de agua con una capacidad de 35.000 litros implementado por la comunidad con el fin de proveer servicio de agua potable.  Este tanque está interconectado al sistema de riego a través de un hidrante	Agua Potable para la comunidad de abajo.	35 familias que viven en la parte sud abajo del camino (175 habitantes) 40 % de la comunidad	El costo para acceder a este servicio es de 70 \$us para los que no pertenecen al pozo y red de riego.	Tarifa de agua potable: 0.17 [\$us/m3]. Esta tarifa paga el usuario al comité de agua potable.  El comité de agua potable compra el agua al sistema de riego a un costo de 0.05 \$us/m3	Caudal 5 l/s	100% la comunidad de abajo	El agua puede contaminarse si no se realizan limpiezas periódicas	Elimina la necesidad de que el sistema de distribución de agua potable tenga que realizar una captación de agua propia (pozo, vertiente) y esto se convierte en un gran ahorro.
Galería Filtrante	Fuente Natural de agua, implementada por la comunidad para dotar de agua potable.	Agua Potable para la comunidad de arriba.	53 familias que viven en la parte norte arriba del camino (265 habitantes) 60 % de la comunidad	No se reciben más socios, el caudal no abastece.	La tarifa de agua potable es de 0.30 Bs. (0.04 \$us/m3).	Caudal 0.5 l/s	100 % la comunidad de arriba	En época de lluvias el agua que llega no es clara, ni potable.	Bajo costo porque no requiere bombeo

Cuadro 2: Resumen de características principales de los diferentes sistemas de provisión de agua  
Fuente: Elaboración propia en base a datos de la comunidad de Chaupisuyo

## **Análisis de caso:**

### **Impactos múltiples en la implementación de un sistema de riego PLUS.**

Como hemos descrito en la anterior sección, la comunidad cuenta con cuatro esquemas de distribución de agua diferentes pero que se complementan entre sí. A continuación nos concentraremos en estudiar los impactos múltiples de la implementación de los últimos dos esquemas (sistema de riego y sistema de agua para uso doméstico) de manera combinada.

Al combinar el sistema de riego de agua de pozo con el segundo comité de agua, tenemos un Sistema de Riego PLUS (Un sistema de riego que además provee agua para el sistema de distribución de Agua Potable).

La implementación de un sistema de distribución de riego **entubado, presurizado e integral**, ofrece las siguientes ventajas:

1. Riego suplementario a la Mita efectivo y eficiente:
  - Riego continuo durante todo el año: Al tener acceso a un sistema de riego suplementario se pueden incrementar los cultivos o producir cultivos (de mayor valor) que requieren agua de riego durante todo el año
  - Uso de tecnologías apropiadas para incrementar el área de riego. Al tratarse de un sistema de riego presurizado se pueden regar las parcelas que están por encima de la cota del pozo.
  - Hay menos pérdidas de agua por infiltración y por evaporación y esto se traduce en menor costo de bombeo (en comparación a un sistema de canales abiertos). El agua no tarda en llegar a las parcelas porque el sistema está presurizado todo el tiempo (esto también se traduce en menor costo de bombeo en comparación a un sistema de canales abiertos)
  - Uso de tecnologías apropiadas en la aplicación del riego
2. Un hidrante del sistema funciona como fuente de agua potable para uso doméstico evitando la necesidad de construir una captación de agua adicional
3. El costo de producción de agua por unidad de volumen es menor en un pozo de riego con una bomba grande que el costo de producción de un pozo de menor tamaño.

Este sistema de distribución de agua combinado (Sistema de Riego PLUS) está funcionando ya seis años hasta la fecha (Agosto 2006).

A continuación analizamos los diferentes impactos de este sistema:

#### **1. Riego Suplementario efectivo y eficiente**

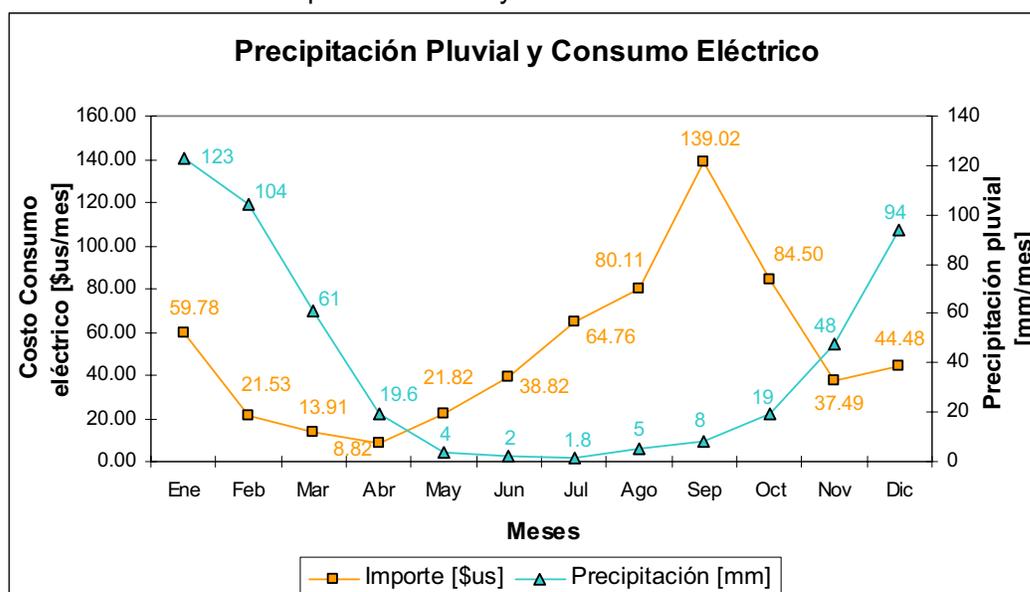
La comunidad de Chaupisuyo tiene como principal fuente de agua para riego los caudales provenientes de la Mita (primer sistema descrito) Este es un sistema de distribución de agua conducida por canales abiertos basado en usos y costumbres. Esta fuente de agua se abastece de aguas de lluvia; esto quiere decir que en los meses que no llueve, el caudal de esta fuente disminuye y es poco predecible.

## Riego suplementario

Al habilitar el segundo esquema de riego –el Sistema de riego de Pozo (Sistema de Riego suplementario entubado y presurizado), se genera la oportunidad en la comunidad la capacidad de producción que necesita de riego continuo, aún en los meses secos, obteniendo mayor producción y sobretodo la posibilidad de producir productos de mayor valor. Gracias al riego suplementario, varios agricultores de la zona que tradicionalmente cultivaban solamente maíz comenzaron a producir tomates, cebolla y flores.

En el cuadro 3 hemos graficado los consumos de energía eléctrica de la bomba del sistema de riego entubado. Notamos que el bombeo se incrementa en la época seca y disminuye en la época de lluvia cuando la comunidad tiene agua de la Mita. Esto evidencia la característica particular de “riego suplementario” del sistema de riego entubado.

Cuadro 3: Datos de Precipitación Pluvial y Consumo Eléctrico



Fuente: Elaboración propia en base a datos ELFEC 2005 y AASANA

En el cuadro 4 observamos como ejemplo el requerimiento de riego suplementario por hectárea de cultivo (de Alfa Alfa) en base a características del terreno y datos de precipitación real de la zona. La demanda de agua del cultivo se incrementa en los meses de Agosto, Septiembre y Octubre, meses en los que se observa mayor consumo eléctrico en el Sistema de riego.

Cuadro 4: Requerimiento de caudal para Riego Suplementario de de Alfa Alfa

Fecha	Evotranspiración [mm]	Área de plantación [%]	Precipitación Total [mm]	Lluvia efectiva [mm]	Riego requerido [mm]	l/s/Ha
Ene	6.26	100	118.39	96	0.00	0.00
Ene	94.77	100	109	90.24	0.00	0.00
Feb	115.89	100	57.53	52.19	0.00	0.00
Mar	85.91	100	18.49	17.67	16.70	0.09
Abr	64.49	100	1.04	0.93	24.87	0.14
May	63	100	0.00	0.00	43.40	0.24
Jun	73.8	100	0.00	0.00	70.11	0.39
Jul	88.64	100	0.00	0.00	84.20	0.46
Ago	106.22	100	0.87	0.85	100.06	0.55
Sep	128.93	100	17.56	16.96	105.53	0.58
Oct	148.75	100	44.20	40.92	100.39	0.55
Nov	122.24	100	85.66	73.32	16.06	0.09
Dic	9.12	100	17.88	14.74	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>1108.02</b>		<b>470.62</b>	<b>403.82</b>	<b>561.32</b>	<b>[0.25]</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos generados por CropWat (software elaborado por FAO)

## Uso de tecnologías apropiadas para incrementar el área de riego

La presurización de este sistema se logra gracias a una combinación de bomba sumergible eléctrica y un sistema de presurización llamado Torre Hidroneumática (ver cuadro 4 en la siguiente página).

Gracias al sistema de riego presurizado, logramos:

1. Un uso más eficiente del agua.
2. El uso más eficiente del agua, permite incrementar el número de hectáreas a ser regadas.
3. Al incrementar el número de hectáreas de riego, se incrementa proporcionalmente el potencial de producción total de la zona.

El equipo de presurización que utiliza el sistema, permite llegar a las zonas que se encuentran por encima de la cota del pozo. Sin este equipo de presurización y la red de distribución entubada, sería imposible regar la parte alta con agua del pozo.

En la ilustración 6 (derecha) podemos observar en color amarillo el área incremental de riego. (toda por encima del pozo)

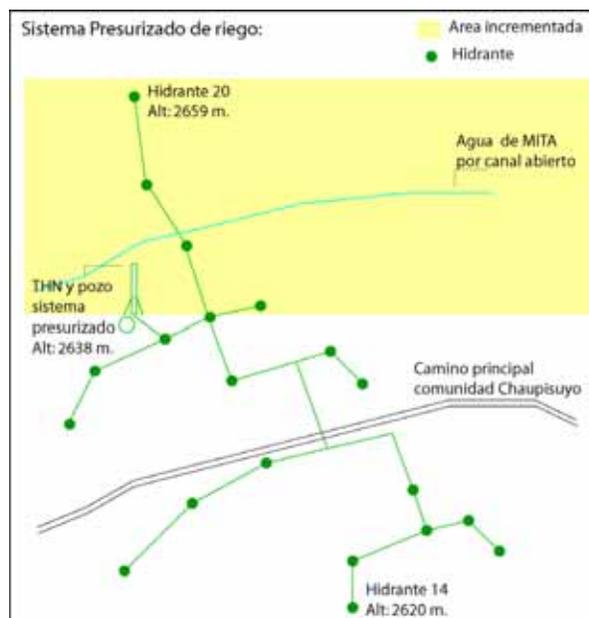


Ilustración 6: Área incremental de riego (en amarillo)

Con el sistema de riego **entubado y presurizado** se pueden regar 18 hectáreas adicionales en la parte alta llegando a un total de 70 hectáreas bajo riego.

En caso de que el agua se extrajera del pozo pero no se distribuiría de manera presurizada, se podrían regar solamente 52 hectáreas de cultivo que quedan por debajo de la cota del pozo. Es decir que gracias a este sistema se logra un área incremental de riego de 35%.

Cuadro 5: Tecnología apropiada, La Torre Hidroneumática

## **TORRE HIDRONEUMÁTICA (THN, Patente 5052)**

La THN es una innovación de la empresa PLASTIFORTE SRL, que fue introducida al mercado en 1990. Actualmente esta funcionando en mas de 150 sistemas de agua potable y riego independientes.

Este sistema de presurización fue introducido en 2004 a la Norma Boliviana NB689 (Instalaciones de agua – Diseño de sistemas de agua potable) como tecnología alternativa. La función de THN es de mantener la presión de agua de una red cerrada de manera continua (entre 10 y 45 metros de columna de agua las 24 horas del día), trabaja en combinación con una bomba eléctrica (sumergible o centrífuga) cuyo funcionamiento es totalmente automatizado gracias a un sistema instrumental que detecta el estado de presión en el sistema y controla el funcionamiento de la bomba. La THN permite la presurización de redes de agua potable y sistemas de riego (aspersión, micro aspersión o goteo). Al ser un equipo totalmente automatizado, puede interconectarse varias THN, varios pozos, a una red y sincronizar su funcionamiento.

### **Ventajas de la THN**

- Su costo es apenas una pequeña fracción del costo de tanques elevados.
- Preserva la calidad natural del agua ya que esta no se almacena ni está expuesta al medio ambiente.
- La presión de trabajo puede ser regulada de acuerdo a los requerimientos.
- No requiere de personal que vigile su funcionamiento, por estar dotada de un equipo control automatizado.
- No lleva diafragmas ni elementos de goma, por tanto, el sistema no requiere de mantenimiento y su vida útil es mayor.

### **Características, instalación y garantías**

La THN esta conformada por uno o varios cilindros de acero y PVC que actúan como tanques de almacenamiento de agua a presión, un sistema instrumental que detecta el estado de presión en la red y controla el funcionamiento de la bomba, un trípode metálico y un conjunto de cañerías, válvulas y accesorios. La instalación del equipo toma solamente 4 horas. La empresa PLASTIFORTE brinda servicio y asesoramiento técnico y garantía directa de 20 años para la parte estructural y de un año y medio para la parte eléctrica.

Modelo	Mini	Clásica	4 - Cilindros
Caudal [l/s]	0 – 0.5	0 – 1.5	0 – 30
Presión [mca]	10 – 35	10 – 35	10 – 55
Potencia/Bomba [HP]	0.3 – 1	0.3 - 2	0.3 - 15
Precio [\$us]	650	1,950	2,950



## Sistema entubado y presurizado para disminuir las pérdidas de agua (por infiltración y evaporación) y disminuir tiempos de bombeo

Cuadro 6: Ahorro en costos de bombeo de un sistema de riego entubado y presurizado

<b>Sistema de distribución de agua "Asociación de riego Chaupisuyo"</b>				
<b>Costos de producción del agua</b>				
	<b>Canal abierto sin revestir (acequias)</b>		<b>Sistema de riego entubado y presurizado (sistema actual)</b>	
<b>Información general</b>				
Metros Totales de Red [m]	2560.00		2560.00	
N° Hidrantes [pza]			20.00	
Precio de venta agua [\$us/m3]	0.027		0.027	
Área de riego [Hec]	52	100%	70	135%
<b>Cálculo de los volúmenes de bombeo</b>				
Caudal total agua bombeada [m3/año]	24721.00	100%	24721.00	100%
Perdida en infiltración [m3/año]	10600.45	43%	494.42	2%
Perdida en evotranspiración [m3/año]	1136.64	4%	0.00	0%
Perdida de agua [m3/año]	11737.09	47%	494.42	2%
Agua productiva [m3/año]	12983.91	53%	24226.58	98%
<b>Cálculo de tiempos de bombeo</b>				
Tiempo de bombeo del pozo [hr/año]	1294.00	100%	1294.00	100%
Tiempo de bombeo inútil [hr/año]	475.00	37%	0.00	0%
<b>Cálculo del costo de bombeo</b>				
Consumo eléctrico [\$us/año]	615.00		615.00	
Costo de bombeo [\$us/m3]	0.025		0.025	
Costo de bombeo [\$us/h]	0.475		0.475	
Costo de bombeo agua perdida [\$us/año]	291.99	35%	12.30	2%
Costo bombeo tiempo improductivo [\$us/año]	225.75	27%	0.00	0%
Costo Bombeo Agua productiva [\$us/año]	323.01	38%	602.70	98%
Costo total producción de agua [\$us/año]	840.75	100%	615.00	100%
Costo real de producción [\$us/m3]	0.065		0.025	
<b>Flujo de fondos del sistema de riego</b>				
<b>Ingresos</b>				
Ingreso por venta de agua [\$us/año]	657.24	100%	657.24	100%
<b>Egresos</b>				
Costo total producción del agua [\$us/año]	840.75	128%	615.00	94%
<b>Márgen de la gestión [\$us/año]</b>				
Ahorro que genera el sistema entubado [\$us/año]	-183.51	-28%	42.24	6%
			225.75	34%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la comunidad de Chaupisuyo

En el cuadro 6 (anterior página) realizamos la comparación entre un sistema de distribución de agua de pozo entubado y presurizado (sistema actual en la Comunidad de Chaupisuyo) y un sistema en base a pozo pero con canales abiertos sin recubrir (sistema anterior en la Comunidad de Chaupisuyo)

En dicho cuadro podemos observar lo siguiente:

1. En el sistema de canales abiertos existen pérdidas por infiltración del 43% y pérdidas por evaporación de 4% comparadas con las pérdidas mínimas de un sistema entubado que están alrededor del 2%. Es decir que en un sistema de canales abiertos (sin recubrir) se aprovecha solamente el 53% comparado con el 98% de aprovechamiento de agua del sistema entubado.
2. En el sistema abierto se tiene que bombear un tiempo (a veces varias horas) hasta que el agua llegue a las parcelas. En el caso de Chaupisuyo, pudimos observar que el tiempo que tarda el agua en llegar a una parcela ubicada a 700 metros fue de 30 minutos. En base a este dato se calculó el tiempo total que se pierde en un año llegando a un total de 457 horas de bombeo improductivas. Esto representa el 37% de tiempo total de bombeo! Al tener el sistema presurizado todo el tiempo podemos evitar esta pérdida.
3. Tomando en cuenta el ahorro en pérdidas por infiltración y evaporación así como el ahorro en tiempo de bombeo improductivo se puede bajar el costo de producción de agua de 0.065 \$us/m<sup>3</sup> a 0.025 \$us/m<sup>3</sup> (un ahorro neto del 62%)
4. Finalmente hicimos una simulación del flujo de fondos de ambas opciones tomando en cuenta que actualmente la comunidad cobra una tarifa de 7 Bs/hora (equivalente a 0.027 \$us/m<sup>3</sup>). Podemos ver que esta tarifa genera actualmente (con el sistema de riego entubado y presurizado) un ahorro anual de 42 \$us, pero si la misma tarifa fuera aplicada al esquema de canales abiertos, se incurriría en una pérdida anual de 184 \$us. Esto se traduce en un ahorro anual (sobre ingreso por venta de agua) del 34%.

## Uso de tecnologías apropiadas para la aplicación del riego

Cada usuario miembro de la Asociación de Riego del pozo tiene en su parcela un hidrante que le permite acceder a agua de riego presurizado. Esto permite el uso de tecnologías de riego presurizado como ser riego por aspersión, micro aspersión y goteo.

A continuación detallamos los beneficios logrados por un agricultor de la zona que ha instalado un sistema de riego por goteo en base a microtubo para el cultivo del tomate en un invernadero.

Esta tecnología considerada de bajo costo AMIT por sus siglas en inglés (Affordable Micro Irrigation Technologies) ha sido desarrollada por la organización no gubernamental IDE (International Development Enterprises). Ver <http://www.ideorg.org/>

Estas tecnologías están siendo fabricadas en Bolivia por la empresa PLASTIFORTE y promocionadas por el Programa Agua Tuya.

Cuadro 7: Aprovechamiento de tecnologías apropiadas en la aplicación del riego (Caso German Mollo)

### Aprovechamiento de tecnologías apropiadas en la aplicación de riego

German Mollo (un agricultor de la zona) comenzó con una primera experiencia en la aplicación de riego tecnificado de bajo costo (microtubo) en un pequeño huerto familiar de 20 m<sup>2</sup>.

Luego invirtió en la construcción de un invernadero de 1000 m<sup>2</sup> para el cultivo de tomate. Gracias al sistema de riego presurizado, el Sr. Mollo puede conectar el sistema de goteo directamente al hidrante de riego.

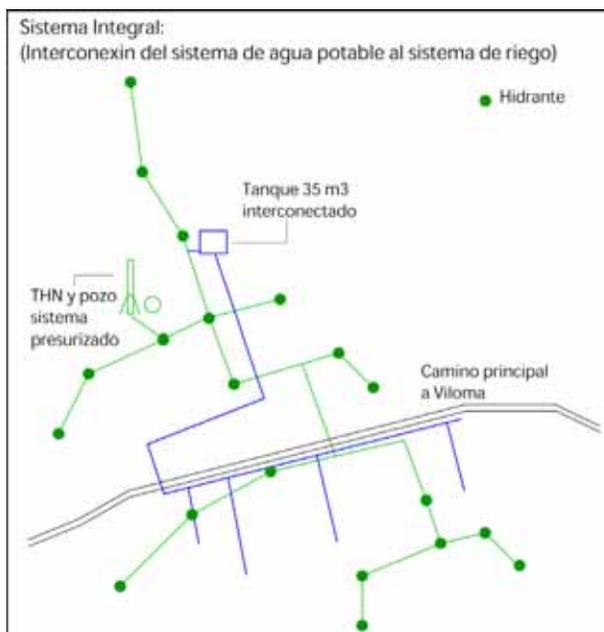
Invernadero y Sistema de Riego "German Mollo"			
Incremento en la producción:			
Productor	German Mollo		
Siembra	Tomate		
Área de producción	1000 m <sup>2</sup>		
Tiempo de producción	6 meses		
Rotación de cultivo	Anual		
	<b>Producción a campo abierto</b>	<b>Producción en Invernadero</b>	
Ingreso económico [\$us/caja]	3.10	3.10	
Producción [caja/mes]	30.00	67.00	
Producción en 6 meses [caja]	180.00	402.00	123%
Ingreso Mensual [\$us/caja]	93.00	207.70	
Ingreso en 6 meses [\$us]	558	1246.20	123%



## 2. El sistema de riego como fuente para Agua Potable

Como explicamos anteriormente, las viviendas ubicadas por debajo del camino a Viloma contaban con un sistema de agua que dependía del sistema de agua de Viloma y que con el tiempo fue disminuyendo su caudal hasta verse imposibilitado de atender a estas 35 viviendas. En ese momento, la comunidad decide interconectar esta red de distribución al sistema de riego de Chaupisuyo. Esta solución mixta e integral evita la necesidad invertir en una nueva fuente de agua para el sistema de Agua Potable.

En el cuadro 8 podemos observar que la comunidad ahorra 11,000 \$us al no tener que perforar un segundo pozo para abastecer el sistema de Agua Potable. Esto al margen del ahorro anual en costos de bombeo que un segundo pozo generaría.



De esta manera la comunidad pudo beneficiar a las 35 familias que viven por debajo del camino (37%) de la población que no podían tener acceso al agua de la galería filtrante (primer comité de agua) por limitaciones de caudal.

Cuadro 8: Inversión comparativa entre interconectar el sistema de Agua Potable al sistema de riego o perforar un segundo pozo.

	Sistema de Agua Potable con pozo propio [ \$us ]	Sistema de Agua Potable interconectado al Sistema de Riego (Sistema de riego PLUS) [ \$us ]
Tanque H°A° 35.000 litros	5,000.00	5,000.00
Perforación de pozo 4"	10,000.00	
Bomba Sumergible 2 HP	1,000.00	
<b>Inversión Total</b>	<b>16,000.00</b>	<b>5,000.00</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos reales del costo del sistema Chaupisuyo

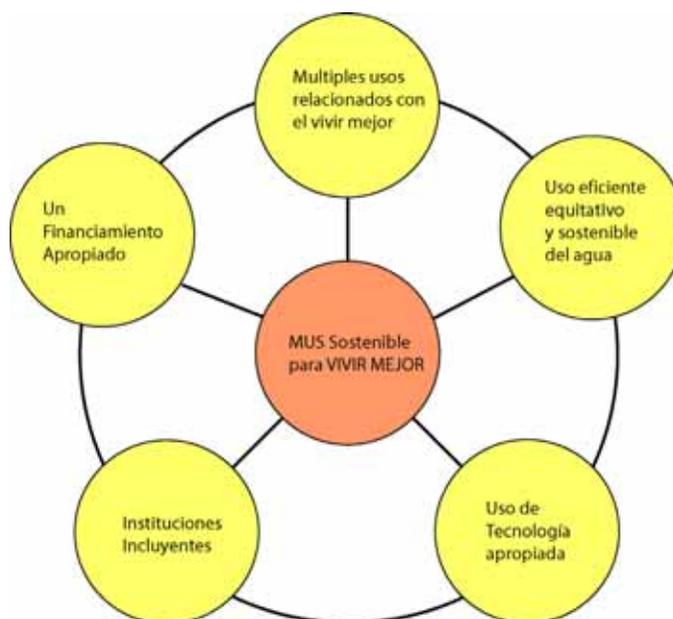
No tomamos en cuenta la inversión en la red de distribución de agua potable para fines de comparación, ya que la comunidad utiliza la red existente que venía de Viloma. Al ser la misma red utilizada en ambas opciones el monto de inversión en ella es irrelevante para la comparación. El costo total de la red de agua potable (incluyendo pozo, bomba, red matriz medidores y piletas en cada casa es de aproximadamente \$us 23,000 dólares, lo que quiere decir que al no perforar un segundo pozo se ahorró aproximadamente 48% de esta inversión.

Este enfoque mixto (Sistema de Riego PLUS) nos permite usar mejor la infraestructura instalada y hace un uso más racional de las fuentes de agua.

En este caso el consumo anual de Agua Potable de las 35 viviendas (5,110 m<sup>3</sup>/año) representa el 20% de la producción total del agua de pozo.

## Fortalezas y Oportunidades de mejora

La fortaleza de la comunidad de Chaupisuyo es la de “Asumir sus problemas a nivel comunitario”, lo que los lleva también a buscar soluciones conjuntas. Estas soluciones coinciden con los cinco principios que se reflejan en el corazón del MUS<sup>5</sup> relacionados a las necesidades básicas de la gente.



- *El amplio entendimiento sobre los múltiples usos del agua, relacionados con el vivir mejor (generación de ingresos económicos)* A lo largo de la historia de la comunidad vimos una búsqueda constante para mejorar el uso del agua desde el canal abierto, pozo, hasta llegar a un sistema presurizado y entubado que permite combinar el uso de agua productivo con el uso domestico. Queda claro que este es un buen ejemplo de combinar necesidades múltiples con múltiples fuentes y formas de distribución.
- *El uso eficiente, equitativo y sostenible de las fuentes de agua.* El sistema es eficiente porque genera en la comunidad la capacidad de producción que necesita de riego constante, aún en los meses secos, dando la posibilidad a los agricultores de cultivar productos de mayor valor que los tradicionales. El uso de las fuentes es equitativo porque está al alcance de toda la comunidad. Finalmente es sostenible al contar con organizaciones que gestionan y aseguran su funcionamiento continuo y utiliza de manera integral (complementaria) las fuentes de agua.

<sup>5</sup> Van Koppen Barbara, Moriarty Patrick y Boelee Eline. Multiple-Use Water Services to Advance the Millennium Development Goals.

- *El uso de tecnologías apropiadas.* La implementación de un pozo, bomba eléctrica y Torre Hidroneumática da como resultado un sistema presurizado que puede llegar a las partes altas de la comunidad (por encima de la cota del pozo) para incrementar el área de riego y por lo tanto la producción. También se utilizan tecnologías apropiadas en la aplicación misma de riego en base a tecnologías de riego presurizado que permiten hacer un uso óptimo del recurso, bajar costos e incrementar la producción.
- *Instituciones Incluyentes.* Las instituciones encargadas de la gestión del agua en la comunidad son creadas por los mismos miembros de la comunidad quienes a tiempo de crear cada institución dan la oportunidad de que participen activamente, en calidad de socios, todos los interesados. Estas instituciones son ampliamente participativas y democráticas pues cada persona tiene derecho a voz y voto en las asambleas generales y en la elección de sus directivas.
- *Un financiamiento apropiado.* Al tomar en cuenta las condiciones de pobreza y necesidades de la comunidad, se promueve el aprovechamiento total de la infraestructura existente, ahorrando a la comunidad inversiones innecesarias. El cobro por cantidad de agua entregada tanto en el sistema de riego como en ambos sistemas de agua potable fomenta el uso correcto del recurso y genera ingresos proporcionales a la producción de agua. En el caso de la entrega de agua “en bloque” por parte del sistema de riego de pozo al sistema de agua potable genera una situación en la que ambos ganan. El sistema de riego entrega agua al comité agua potable a un precio superior (por unidad de volumen) que el que cobra cuando entrega agua para riego y al mismo tiempo, el comité paga por el agua que recibe del sistema de riego un precio menor que el que pagaría si produjera el agua en un pozo propio chico.

## Debilidades y Amenazas

- Las organizaciones de la comunidad “Asociación de riego del pozo” y “Comités de agua potable” no cuentan con reglamentos o estatutos escritos. Esto puede ocasionar conflictos difíciles de resolver. Por ejemplo, la comunidad entra muchas veces en discusión sobre: el costo de ingreso que cada usuario deberá pagar a la “Asociación de riego del pozo”.
- El comité de agua potable, que tampoco tiene un contrato escrito con la Asociación de riego del pozo, se retrasa muchas veces en el pago del agua que recibe del sistema de riego en el llenado del tanque. Las sanciones por estos retrasos no están claramente estipuladas y esto puede debilitar la relación entre ambos sistemas, ya que al mismo tiempo existe la prioridad de dar servicio de riego, dejando a la comunidad de abajo sin servicio de agua potable por no llenar el tanque del comité.
- La comunidad debería cuestionarse si es necesario que co-existan 4 instituciones separadas para la gestión del agua. Posiblemente algunas de ellas podrían fusionarse para continuar haciendo una gestión integral y participativa del agua pero de manera más eficiente.
- Pese a que la Asociación de riego del pozo cuenta con medidores volumétricos en cada hidrante, no los está utilizando para el cobro del agua, sino que realiza un cobro por hora de bombeo. El cobro por metro cúbico de agua en lugar de tiempo de bombeo fomentaría el uso de tecnologías de aplicación como ser aspersión y goteo ya que los usuarios que utilizan menos agua en el mismo tiempo de riego pagarían menos.

- El riego tecnificado (que puede beneficiarse del sistema de distribución presurizado) no ha sido ampliamente difundido por falta de facilidades de crédito para la inversión inicial que este requiere.

## Conclusiones y lecciones aprendidas

1. En el área rural donde las necesidades del agua son múltiples deben utilizarse enfoques integrales para hacer el mejor uso de las fuentes de agua y de la infraestructura existente. El caso de Chaupisuyo es un claro ejemplo donde se demuestra que cuando la comunidad tiene libertad de acción y busca sus propias soluciones, es capaz de relacionar sus múltiples necesidades con las diferentes fuentes de agua disponibles en la zona y hace uso de formas de gestión del agua creativas.
2. En el presente caso, el Sistema de Riego PLUS (entubado y presurizado) logra los siguientes beneficios:
  - a. Riego suplementario (en los meses en durante los cuales el riego por Mita no es suficiente)
  - b. Área incremental de riego en la parte alta del 35% (70 hectáreas totales sobre 52 hectáreas iniciales)
  - c. Comparando con un sistema de canales abiertos (sin recubrir), tenemos un ahorro de 47% del agua producida que de otra manera se perdería por infiltración y evaporación
  - d. Al estar el sistema presurizado, se ahorran 457 horas de bombeo en un año (equivalente al 37% del tiempo de bombeo total)
  - e. El costo de producción de agua baja de 0.065 \$us/m<sup>3</sup> a 0.025 \$us/m<sup>3</sup> (un ahorro del 62%)
  - f. Produce agua que luego es entregada un sistema de distribución de agua potable a un costo muy bajo (0.05 \$us/m<sup>3</sup>)
3. El sistema de riego presurizado facilita el empleo de riego tecnificado. Un agricultor logró un incremento del 123% en la producción de tomate al construir un invernadero y utilizar un sistema de goteo.
4. La falta de asesoramiento técnico y dificultad par obtener créditos limita el uso generalizado de tecnologías de riego.
5. Al construir un sistema de agua potable interconectado al sistema de riego, la comunidad ahorró aproximadamente 11,000 \$us equivalente al 48% de la inversión total (de 23,000 \$us) que hubiera requerido este sistema de agua de otra manera.

## **ANEXO 1: Bibliografía**

1. Van Koppen Barbara, Moriarty Patrick y Boelee Eline. (2006) *Multiple-Use Water Services to Advance the Millennium Development Goals*. CGIAR Challenge Program on Water & Food, IWMI, IRC. Colombo Sri Lanka.
2. Honorable Alcaldía Municipal de Sipe Sipe (2006). *Plan de Desarrollo Municipal (PDM)*. Cochabamba – Bolivia

## ANEXO 2: Imágenes

Usos múltiples del agua: Ganado Vacuno y producción lechera.



### Ganado Porcino



## Área Incremental de riego (por encima del pozo)



## Hidrante de sistema de riego presurizado

