Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

SFG2764

2016

MARCO DE GESTIÓN AMBIENTAL

PROYECTO ALIANZAS RURALES PAR II

MARCO DE GESTIÓN AMBIENTAL
PROYECTO ALIANZAS RURALES PAR II
(FINANCIAMIENTO ADICIONAL)

VERSIÓN FINAL APROBADA POR BANCO MUNDIAL

08 -12- 2016

INDICE

I. ANTECEDENTES 4
II. OBJETIVO DEL MARCO DE GESTION AMBIENTAL 5
III. MARCO INSTITUCIONAL Y LEGAL 5
IV. COBERTURA DEL PROYECTO PAR II Y SU AMPLIACIÓN 13
V. CARACTERÍSTICAS DE COBERTURA POR MACROREGIÓN DEL PAR II AMPLIACIÓN 17
VI. PROCESO DE CONTROL AMBIENTAL Y DE CAMBIO CLIMATICO PAR II 22
VII. CARACTERÍSTICAS DE SUBPROYECTOS EN PAR II AMPLIACIÓN 27
VIII. ANÁLISIS DE IMPACTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL ACTUALES PAR II Y FUTUROS PAR II AMPLIACIÓN 29
IX. ANÁLISIS DE AMENAZAS CLIMÁTICAS Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN 40
X. RECOMENDACIONES PARA MINIMIZAR IMPACTOS AMBIENTALES EN EL PAR II AMPLIACIÓN 49
XI. BIBLIOGRAFÍA 48
ANEXOS. 50

Lista de Mapas

Mapa 1. Mapa de cobertura actual PAR II y PAR II Ampliación
Mapa 2. Mapa de Macroregiones de cobertura del PAR II

Lista de Cuadros

Cuadro 1. Marco Institucional de la Gestión del PAR
Cuadro 2. Población beneficiaria del PAR II Ampliación
Cuadro 3. Fases de la Gestión Ambiental del PAR II
Cuadro 4. Productos agrícolas actuales financiados por el PAR y potenciales productos para el PAR II Ampliación.
Cuadro 5. Impactos ambientales identificados del PAR II y sus medidas de mitigación implementadas.
Cuadro 6. Impactos ambientales potenciales y sus posibles medidas de mitigación en la ampliación del PAR II. Rubro agrícola
Cuadro 7. Productos pecuarios actuales financiados por el PAR y potenciales productos para el PAR II Ampliación. Rubro agrícola.
Cuadro 8. Impactos ambientales identificados del PAR II y sus medidas de mitigación implementadas. Rubro pecuario.
Cuadro 9. Impactos ambientales potenciales y sus posibles medidas de mitigación en la ampliación del PAR. Rubro pecuario.
Cuadro 10. Amenazas climáticas e impactos sobre la producción agrícola identificados para el PAR actual y el PAR II Ampliación.
Cuadro N° 11. Medidas de adaptación identificadas en el PAR y PAR II ampliación. Rubro agrícola.
Cuadro N° 12. Amenazas climáticas e impactos sobre la producción pecuaria identificados para el PAR actual y el PAR II ampliación.
Cuadro N° 13. Medidas de adaptación identificadas en el PAR y PAR II ampliación. Rubro pecuario.

Lista de Anexos

Anexo 1. Lista de municipios de cobertura del PAR II Actual y PAR II Ampliación
Anexo 2. Lista de Exclusión
Anexo 3. Leyenda del mapa de Áreas Protegidas Nacionales. Mapa 1.
Anexo 4. Leyenda de Áreas Protegidas Nacionales – Corresponde al Mapa 2. Macroregiones de PAR II ampliación
Anexo 5. Memoria de la Consulta Ambiental
Anexo 6. Mapas de amenazas climáticas
Anexo 7. Manual de Manejo Integrado de Plagas y Manual de Manejo Integrado de Plagas por Cultivo

Anexo 8. Plan de Manejo ambiental PAR II

MARCO DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL PAR II AMPLIACIÓN

I. ANTECEDENTES

El Estado Plurinacional y el Banco Mundial han suscrito el Convenio de Crédito 5170 - BO, aprobado mediante Ley No 354. Este Convenio establece el contexto institucional para la ejecución del Proyecto de Alianzas Rurales - PAR II. La implementación del PAR II se desarrolla en el marco de la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, la Ley Marco de Autonomías y Descentralización "Andrés Ibáñez" N° 031 del 19 de julio de 2010, el D.S. N° 29894 del 7 de febrero del 2009 de Estructura Organizativa del Órgano Ejecutivo del Estado Plurinacional.

El PAR II está bajo la tuición del Programa de EMPODERAR que forma parte del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. El PAR II tiene el objetivo de mejorar el acceso a los mercados de los productores rurales pobres de áreas seleccionadas del país, a través de un modelo de alianzas productivas, contribuirá en el mediano y largo plazo a mejorar el ingreso a las familiares rurales y a aliviar la pobreza.

Para cumplir con este objetivo, se promueve el acceso a bienes productivos y tecnología mediante el financiamiento a infraestructura productiva y de apoyo a la producción, según lo requerido para la implementación de Planes de Alianza elegibles al financiamiento. En el proceso de elaboración de Planes de Alianza, incluye la evaluación la Evaluación Ambiental (EA), evaluación de cumplimiento de las salvaguardas ambientales del Banco Mundial activadas por el proyecto.

Por sus características, el proyecto PAR II corresponde a la categoría IV de la Ley de Medio Ambiente (Ley 1333), y certificación de Dispensación correspondientes. Sin embargo, según la categoría B del Banco Mundial el PAR II también debe contar con una EA al inicio del proyecto y Plan de Manejo Integrado de Plagas.

Actualmente el PAR II tiene una cobertura que abarca 120 municipios. Debido a los resultados exitosos obtenidos en su ejecución y en el marco de la implementación del PDES 2016 - 2020, el Estado Plurinacional de Bolivia ha solicitado al Banco Mundial la ampliación de cobertura del proyecto, quien ha atendido de manera favorable. Cumplidas las revisiones y los análisis previos pertinentes, incluyendo aspectos ambientales del proyecto. En ese entendido el proyecto PAR II - MDRyT ampliará el proyecto PAR en 210 nuevos municipios en los nueve departamentos de Bolivia, excepto municipios de ciudades capitales (Mapa 1.).

El proyecto PAR II cuenta con el Manual de Gestión Ambiental (MGA) basado en las políticas ambientales del Banco Mundial. En el Manual se especifica los instrumentos de evaluación ambiental y de cambio climático a los sub- proyectos, los cuales están diseñados para la identificación de los impactos y su valoración, propuesta de medidas de mitigación y el monitoreo ambiental y de cambio climático de la calidad ambiental y de cambio climático.

II. OBJETIVO DEL MARCO DE GESTION AMBIENTAL

El objetivo del presente documento es disponer del Marco de Gestión Ambiental desarrollado para el Proyecto de Alianzas Rurales PAR II como un documento guía para implementar la gestión ambiental del PAR II ampliación en el área de cobertura actual de 120 municipios y el área de cobertura de ampliación de 210 municipios en los 9 departamentos del Estado Plurinacional de Bolivia, se exceptúan capitales de departamento.

El Anexo 8, se desarrolla la aplicación del Plan de Manejo Ambiental en las diferentes regiones donde se desarrollará el PAR II, para lo cual se presenta un conjunto de prácticas agronómicas que deben ser considerados y aplicados en las regiones priorizadas por el proyecto.

III. MARCO INSTITUCIONAL Y LEGAL

A. Marco Institucional

La gestión ambiental en Bolivia, actualmente está a cargo del Ministerio de Medio Ambiente y Agua a través del Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal e instancias ambientales de los gobiernos departamentales y municipales con funciones y atribuciones específicas (Ver Cuadro N° 1).

Cuadro N° 1. Marco Institucional de la Gestión Ambiental

Institución	Función Principal
Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA)	Máxima autoridad normativa en materia de medio ambiente. Tiene como atribución el formular las políticas de planificación estratégica para el uso sustentable de los recursos naturales, y conservación del medio ambiente articulándolas con los procesos productivos y el desarrollo social y tecnológico, en coordinación con otros actores del órgano ejecutivo.
Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal (VMABCCGDF)	Formular políticas para el aprovechamiento de la biodiversidad, el uso sostenible de los recursos forestales y conservación del medio ambiente, articuladas con los procesos productivos y el desarrollo social y tecnológico. Cuenta con tres Direcciones Generales: Dirección General de Biodiversidad y Áreas Protegidas (DGBAP), Dirección General de Gestión y Desarrollo Forestal (DGGDF), y la Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos (DGMACC).

Sevicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP)	Encargado de la administración y gestión de las 22 áreas Protegidas de carácter nacional.
Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico (VAPSB)	Coadyuva en la formulación e implementación de políticas, planes y normas para el desarrollo, provisión y mejoramiento de los servicios de agua potable saneamiento básico (alcantarillado sanitario, disposición de excretas, residuos sólidos y drenaje pluvial).
Viceministerios de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)	Tiene a su cargo la formulación y puesta en marcha de una política integral y sostenible de recursos hídricos y "formular coordinadamente las políticas y estrategias para la conservación, uso y aprovechamiento de los recursos hídricos con los diferentes actores involucrados en la gestión ambiental de las cuencas hidrográficas, respetando los usos y costumbres".
Gobiernos Autónomos Departamentales (GAD)	Se encuentran encargados de la promoción y conservación del patrimonio natural departamental, reglamentar y ejecutar el régimen y las políticas de residuos sólidos, industriales y tóxicos aprobadas por el Nivel Central y proteger y contribuir a la protección del medio ambiente y fauna silvestre.
Gobiernos Autónomos Municipales (GAM)	Se encargan de la preservación, conservación y protección del medio ambiente y recursos naturales, fauna silvestre y animales domésticos, de las Áreas protegidas municipales. Además de la promoción y conservación del patrimonio natural municipal y de reglamentar y ejecutar el régimen y las políticas de residuos sólidos, industriales y tóxicos.

Fuente: Elaboración Propia a partir del D.S. 29894 (2009).

B) Marco Legal

1. Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien

Esta norma tiene por objeto establecer la visión y los fundamentos del desarrollo integral en armonía y equilibrio con la Madre Tierra para Vivir Bien, garantizando la continuidad de la capacidad de regeneración de los componentes y sistemas de vida de la Madre Tierra, recuperando y fortaleciendo los saberes locales y conocimientos ancestrales, en el marco de la complementariedad de derechos, obligaciones y deberes; así como el desarrollo integral como medio para lograr el Vivir Bien, las bases para la planificación, gestión pública e inversiones y el marco institucional estratégico para su implementación.

Esta Ley establece los siguientes aspectos:

- Determina los lineamientos y principios que orientan el acceso a los componentes, zonas y sistemas de vida de la Madre Tierra.
- Establece los objetivos del desarrollo integral que orientan la creación de las condiciones para transitar hacia el Vivir Bien en armonía y equilibrio con la Madre Tierra.
- Orienta las leyes específicas, políticas, normas, estrategias, planes, programas y proyectos del Estado Plurinacional de Bolivia para el Vivir Bien, a través del desarrollo integral en armonía y equilibrio con la Madre Tierra.
- Define el marco institucional para impulsar y operativizar el desarrollo integral en armonía y equilibrio con la Madre Tierra para Vivir Bien.

La Ley establece las bases y orientaciones del Vivir Bien, a través del desarrollo integral en armonía y equilibrio con la Madre Tierra, refiriéndose a la conservación de la diversidad biológica y cultural, al desarrollo integral en agricultura, pesca, ganadería, bosques, minería e hidrocarburos, agua, tierra y territorio, aire y calidad ambiental, energía, gestión de residuos, cambio climático, educación intra-cultural e intercultural y al diálogo de conocimientos y saberes.

Por otro lado, esta norma señala el marco institucional sobre el cambio climático, establece la creación de la Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra, bajo tuición del Ministerio de Medio Ambiente y Agua y determina las funciones principales de dicha entidad y sus Mecanismos para la gestión.

2. Ley del Medio Ambiente No. 1333 - 27 de abril de 1992.

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

La Ley del Medio Ambiente N° 1333, D.S. No. 24176 de 8 de diciembre de 1995, cuenta con la siguiente reglamentación, varias de las cuales han sufrido cambios aclaratorios mediante diversos decretos:

a) Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA)

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

b) Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA)

Este Reglamento tiene como objeto todo lo referente a Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y Control de Calidad Ambiental (CCA). En su artículo 17, se establecen los siguientes niveles de categorización:

- CATEGORÍA 1: Requiere de Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental Analítico.
- CATEGORÍA 2: Requiere de Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental Analítico Específico

- CATEGORÍA 3: Aquellos que sólo requieran el planteamiento de Medidas de Mitigación y del Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental.
- CATEGORÍA 4: Aquellos que no requieren de Estudio de Evaluación de Impacto ambiental.

Los instrumentos preventivos son la Ficha Ambiental, el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y la Declaratoria de Impacto Ambiental, que se encuentran caracterizados en el Reglamento.

c) Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH)

El objeto del este Reglamento es el de reglamentar todo lo que se refiera a prevención y control de la contaminación hídrica, de acuerdo al desarrollo sostenible. Se aplicará a toda persona natural o colectiva, sea pública o privada que realice cualquier actividad susceptible de contaminar los recursos hídricos del país.

Este Reglamento establece que las aguas deben clasificarse, para determinar el uso y la protección que se le va a dar, según su aptitud de uso y de acuerdo a las políticas ambientales vigentes en el país, clasificación que se mantendrá por un periodo de por lo menos 5 años.

d) Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas (RASP)

Este Reglamento establece que son consideradas sustancias peligrosas aquellas que presenten, entre otras, las siguientes características: corrosivo, explosivo, inflamable, patógeno o bio-infeccioso, radioactivo, reactivo y toxico, de acuerdo a pruebas estándar. Toda persona natural o colectiva, pública o privada, que desarrolle actividades con sustancias peligrosas debe sujetarse a las disposiciones del Reglamento. Los desechos peligrosos que impliquen la degradación del ambiente pueden ser confinados, previo tratamiento o técnicas adecuadas que neutralicen sus efectos negativos y previa autorización y supervisión de la autoridad ambiental competente.

e) Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos

Por el hecho de que los residuos sólidos son considerados un factor susceptible de degradar el medio ambiente y afectar la salud humana, es que deben estar debidamente regulados. El presente Reglamento establece el régimen jurídico referente a la gestión de los residuos sólidos, fomentando el aprovechamiento de los mismos mediante la adecuada recuperación de los recursos que ellos contienen, por lo que esta norma es de carácter obligatorio para toda persona que genere residuos sólidos como producto de sus actividades.

3. Ley de Vida Silvestre, Parques Nacionales, Caza y Pesca

La Ley de Vida Silvestre, Parques Nacionales, Caza y Pesca se estable mediante Decreto Ley Nº 12301 del 1975- 03- 14, estando entre sus artículos más relevantes los siguientes:

Artículo 1º.- La Ley rige la protección, el manejo, aprovechamiento, transporte y comercialización de animales de fauna silvestre y sus productos, la protección de las especies amenazadas de extinción, la conservación del hábitat de la fauna y flora, la declaratoria de parques nacionales, reservas biológicas, refugios y santuarios de vida silvestre, tendiendo a la conservación, el fomento y aprovechamiento racional de estos recursos.

Artículo 118º.- Se entiende por pesca la captura de peces mediante diferentes implementos o artes y se clasifica en:

a) Pesca de subsistencia.
b) Pesca comercial o industrial que persigue fines lucrativos.
c) Pesca deportiva, la efectuada con fines de práctica y esparcimiento.
d) Pesca científica o experimental, la realizada con fines de investigación, experimentación, evaluación y estudio de la fauna ictiocola y acuícola.

4. Áreas Protegidas

La Ley de Medio Ambiente define en su Art. 63 (párrafo II) que "El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) comprende las áreas protegidas existentes en el territorio nacional (Mapa 1), como un conjunto de áreas de diferentes categorías que ordenadamente relacionadas entre sí, y a través de su protección y manejo contribuyen al logro de los objetivos de la conservación".

- La Ley de Medio Ambiente (Art. 63) concibe al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) como el conjunto de las áreas protegidas existentes en el país de diferentes categorías de manejo, que ordenadamente y relacionadas entre sí mediante su protección y manejo, contribuyen al logro de los objetivos de conservación. Es decir, son parte del SNAP todas las áreas protegidas (APs) existentes en el país, vale decir las de importancia nacional, departamental, municipal e incluso las áreas protegidas privadas, cuya gestión se rige por las normas de alcance nacional.

- El Reglamento General de Áreas Protegidas (RGAP), regula la participación del SERNAP (Servicio Nacional de Áreas Protegidas) como instancia técnica del estado, en la revisión de los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), de manera previa a la categorización o la otorgación de la Declaratoria de Impacto Ambiental

c) Relación de las Políticas y Salvaguardas Ambientales del Banco Mundial con el PAR II

Las políticas operacionales de Banco Mundial establecen requerimientos de carácter ambiental a todas las operaciones financieras sean estos préstamos a instituciones o al Estado. La política ambiental del Banco se encuentra descrita en su Directiva Operacional. El documento OP 4.01 Manual de Operaciones del Banco Mundial de enero de 1999 contiene las políticas operacionales en materia de Evaluación Ambiental (EA).

A. Categorías de Proyectos

Respecto a las Salvaguardias, el Banco Mundial, en su documento de políticas operacionales clasifica los proyectos de acuerdo a lo definido en las directivas operacionales en cuatro categorías según el tipo, sensibilidad y escala del proyecto, así como la naturaleza y magnitud de sus posibles impactos:

Categoría A: Un proyecto propuesto se clasifica en Categoría A, si es probable que tenga importantes impactos ambientales negativos que sean de índole delicada, diversa o sin precedentes. Estas repercusiones pueden afectar una zona más amplia que la de los

emplazamientos o instalaciones en los que se realizan las obras físicas. Los proyectos clasificados en esta categoría no son elegibles por el Banco para financiamiento.

II. Categoría B: Un proyecto se clasifica en Categoría B, si sus posibles repercusiones ambientales en las poblaciones humanas o en zonas de importancia ecológica –entre las que se incluyen humedales, bosques, pastizales, y otros hábitats naturales- son menos adversas que aquellas de los proyectos de Categoría A. Estos impactos son específicos en función del lugar, prácticamente ninguno es irreversible, y en la mayoría de los casos pueden adoptarse medidas de mitigación con mayor facilidad que los proyectos Categoría A.

III. Categoría C: Un proyecto propuesto se califica en categoría C, si es probable que tenga impactos ambientales adversos mínimos o nulos.

Categoría If: Un proyecto propuesto se clasifica en categoría **If** si implica la inversión de fondos del banco a través de un intermediario financiero en sub-proyectos que pueden tener repercusiones ambientales adversas.

Para el caso del **PAR II**, ha sido categorizado por el Banco Mundial (BM), dentro la Categoría B. En este entendido no se financiarán proyectos que se puedan considerar como categoría A.

El PAR II, de acuerdo a la evaluación ambiental aprobada el 2013 dentro su Manual Operativo considera las siguientes políticas operacionales: Evaluación Ambiental (OP 4.01), Hábitats Naturales (OP 4.04), Control de Plagas (OP 4.09), e) Bosques (OP 4.36) y Recursos Culturales Físicos OP 4.11. Con la **ampliación del PAR II** a todos los municipios de Bolivia exceptuando municipios capitales, se considerará también la Salvaguarda de Seguridad de Presas (OP 4.37), siendo que se financiará demandas de organizaciones que requieran riego en finca con el objeto de coadyuvar al mejoramiento de su actividad productiva.

B. Salvaguardas Ambientales

a) Evaluación Ambiental (OP 4.01)

El Banco exige que todos los proyectos propuestos para obtener financiamiento del Banco se sometan a una evaluación ambiental con el fin de garantizar su solidez y sostenibilidad ambiental, y mejorara así el proceso de toma de decisiones.

De acuerdo a la descripción y tipología de proyectos considerados en el **PAR II**, solamente financiara proyectos considerados en la Categoría B. En este entendido no se financiarán proyectos que se puedan considerar como categoría A.

b) Hábitats Naturales (OP 4.04)

La conservación de hábitats naturales es esencial para el desarrollo sostenible a largo plazo, aplicando un criterio preventivo con respecto al manejo de los recursos naturales. En este sentido, el Banco respalda la protección, mantenimiento y rehabilitación de hábitats naturales y sus funciones, especialmente de hábitats naturales degradados y críticos.

Si la Evaluación Ambiental preliminar considera que un proyecto convertiría o degradaría significativamente los hábitats naturales (debido a la inexistencia de alternativas viables), el proyecto debe incluir medidas de mitigación aceptables, como por ejemplo reducción al mínimo de la pérdida de hábitats, restauración, mantenimiento de una zona protegida.

El Banco Mundial propicia que los proyectos consideren los puntos de vista, las funciones y los derechos de los grupos involucrados, incluidas las organizaciones no gubernamentales y las comunidades locales, especialmente si son poblaciones indígenas. Si los grupos involucrados se ven afectados por algún proyecto y están relacionados con hábitats naturales, se debe promover su participación en la planificación, diseño, ejecución, seguimiento y evaluación de dichos proyectos.

El Banco alienta a las instituciones de gobierno a facilitar la debida información y los incentivos adecuados para proteger sus hábitats naturales. Adicionalmente, la Legislación Boliviana cubre la eventualidad que un proyecto se localice dentro de áreas naturales protegidas.

c) Control de Plagas (OP 4.09)

El Banco apoya una estrategia que promueve el uso de métodos de manejo integrado, como el control biológico o métodos ecológicos, prácticas de cultivo y uso de variedades agrícolas que resistan o toleren las plagas y reducir la dependencia de pesticidas químicos sintéticos para controlar las plagas que afectan la agricultura o la salud pública.

Esta salvaguardia entrega criterios para la selección y uso de pesticidas y exige que ellos estén en conformidad con las normas de la OMS y la FAO.

Esta política se activa para proyectos que (i) compren plaguicidas o equipos para la aplicación de plaguicidas, o (ii) promuevan prácticas de manejo de plagas que llevan riesgos ambientales o a la salud humana. **El PAR II ampliación**, ha considerado este aspecto, y ha adoptado entre sus procedimientos ambientales el Manual de Manejo Integrado de Plagas elaborado en el PAR II complementado dentro el estudio. Como en esta región los sistemas agrícolas están incrementando, se ha visto por conveniente, el incluir dentro el estudio una complementación al Manual de Manejo Integrado de Plagas por cultivo, en fichas técnicas de los cultivos en las 6 macro-regiones.

Además de puntualizar en la evaluación de cada Plan de alianza expresado en la lista de exclusión (Anexo 2) Que no son elegibles sub proyectos que requieren el uso de pesticidas de alta toxicidad o residualidad o el uso de agroquímicos incompatibles con el Control Integrado de Plagas o el manejo sostenible de los recursos naturales; no se financia el uso de pesticidas clasificados como Extremadamente Peligrosos (Clase 1A), Altamente Peligrosos (Clase 1B) y Moderada- mente Peligrosos (Clase II) por la Organización Mundial de la Salud. Se incluye además la prohibición del uso y manejo de Plaguicidas por parte de menores de edad.

d) Recursos Culturales Físicos (OP 4.11)

El propósito es asegurar que el patrimonio cultural sea identificado y protegido a través de las leyes nacionales para la protección del patrimonio cultural y que tengan la capacidad de identificar y proteger el patrimonio. El **PAR II** no financiará ninguna actividad que involucre la eliminación o alteración de ningún recurso cultural físico (definido como objetos móviles o

inmóviles, sitios, estructuras y objetos naturales y paisajes que tengan importancia arqueológica, paleontológica, histórica, arquitectónica, religiosa, estética o cultural).

e) Bosques (OP 4.36)

Esta política actualmente tiene mucho traslape con OP 4.04. En bosques naturales, la Política de Bosques tiene las mismas exigencias que la Política de Hábitats Naturales. La Política de Bosques tiene requisitos adicionales para proyectos forestales, específicamente con (i) aprovechamiento de la madera de bosques naturales o (ii) establecimiento y manejo de plantaciones forestales. Cumplimiento con OP 4.04 implica también cumplimiento con OP 4.36, a menos que el proyecto tenga apoyo para aprovechamiento maderero de bosques naturales o plantaciones forestales, opciones que no están previstas por el proyecto. Las actividades del **PAR II** no contempla la intervención en bosques naturales.

f) **Seguridad de Presas (OP 4.37).**

Esta política cubre las presas (incluyendo para riego) hasta 15 metros de altura. El Banco presta apoyo a proyectos que, se localizan en tierras ya convertidas. Para decidir si apoya un proyecto con posibles repercusiones adversas en los hábitats naturales, el Banco tiene en cuenta la capacidad del prestatario para llevar adelante las medidas de conservación y mitigación apropiadas.

El Banco no apoya proyectos que conlleven a un grado considerable de conversión de hábitats naturales, a menos que no existan alternativas viables para el proyecto y el lugar donde se ejecutará, y un análisis integral demuestre que los beneficios generales del proyecto superan con creces los costos ambientales.

El Banco espera que el prestatario tenga en cuenta los puntos de vista, las funciones y los derechos de los grupos involucrados, incluidas las organizaciones no gubernamentales y las comunidades locales, que se vean afectados por proyectos financiados por el Banco y que estén relacionados con hábitat naturales, y que promueva su participación en la planificación, el diseño, la ejecución, el seguimiento y la evaluación de los sub- proyectos. Esta política se incorpora para el **PAR II ampliación** considerando dentro el Modelo I Integral de sub-proyectos de Alianza la demanda de proyectos de riego.

En caso de que algún proyecto de riego en parcelas sea financiado por el PAR II, en cumplimiento a la OP 4.37, Seguridad de Presas, se evaluara si la fuente de agua del Proyecto está asociada a una presa existente con altura menor a 15 metros. En este caso se activará la salvaguarda y con la opinión de un ingeniero calificado se deberán establecer las condiciones de seguridad de dicha presa.

Para establecer estas condiciones, se deberá considerar informes existentes, reportes de monitoreo, operación y mantenimiento, desempeño histórico, seguido de la elaboración de un informe de conclusiones y recomendaciones que incluya – si fuera el caso - medidas de remediación o seguridad para mejorar las condiciones de la presa a un estándar aceptable de seguridad.

La evaluación de las condiciones de operación deber tomar en cuenta situaciones particulares del sitio tales como sismicidad, zonas de lluvias o inundaciones, etc.

Como medidas preventivas, el Proyecto aplicará las recomendaciones del Inventario Nacional de Presas del Ministerio de Medio Ambiente y Aguas, MMYA, (Anexo 9). Este Inventario clasifica el estado de las presas del país entre otros Por su estado actual, como se describe a seguir:

La situación actual de las presas se refiere tanto al funcionamiento, operación y mantenimiento, se establecieron 3 categorías:

• Funciona normalmente, cuando se operan y cumplen su función como ha sido prevista.

• No funciona, cuando la presa no está embalsando el agua, o cuando el agua embalsada no está siendo utilizada. Aquí se han detectado casos de colapso total de la estructura (rotura, sedimentación) que no permite su uso. También se reportan casos donde la inversión ha sido abandonada por los usuarios, en el caso de agricultores que actualmente se dedican a la actividad minera.

• Regular estado, cuando la estructura es operada con dificultades o deficiencias presentando filtraciones en la obra de toma; sedimentación debido a procesos erosivos en la Cuenca de aporte; daños en la infraestructura, o conflictos sociales que impiden su normal aprovechamiento.

Bajo estos criterios, el PAR II solo aprobará proyectos de riego, si el agua para riego proviene de una Presa que FUNCIONA NORMALMENTE.

Adicionalmente, el Proyecto con el apoyo de un ingeniero calificado, hará una evaluación in situ de la presa en funcionamiento y emitirá un reporte que certifique la presa en cuestión cumple las condiciones de funcionamiento, operación y mantenimiento que se identificaron en el Inventario Nacional.

IV. COBERTURA DEL PROYECTO PAR II Y SU AMPLIACIÓN

El número de municipios y población se identifican en el Cuadro N° 2, muestra la población dentro la cobertura actual exceptuando capitales de departamento. El Mapa 1, identifica el área de cobertura de ampliación del PAR II (Anexo N°1. Detalle de Municipios actuales del PAR II y Municipios nuevos para su ampliación).

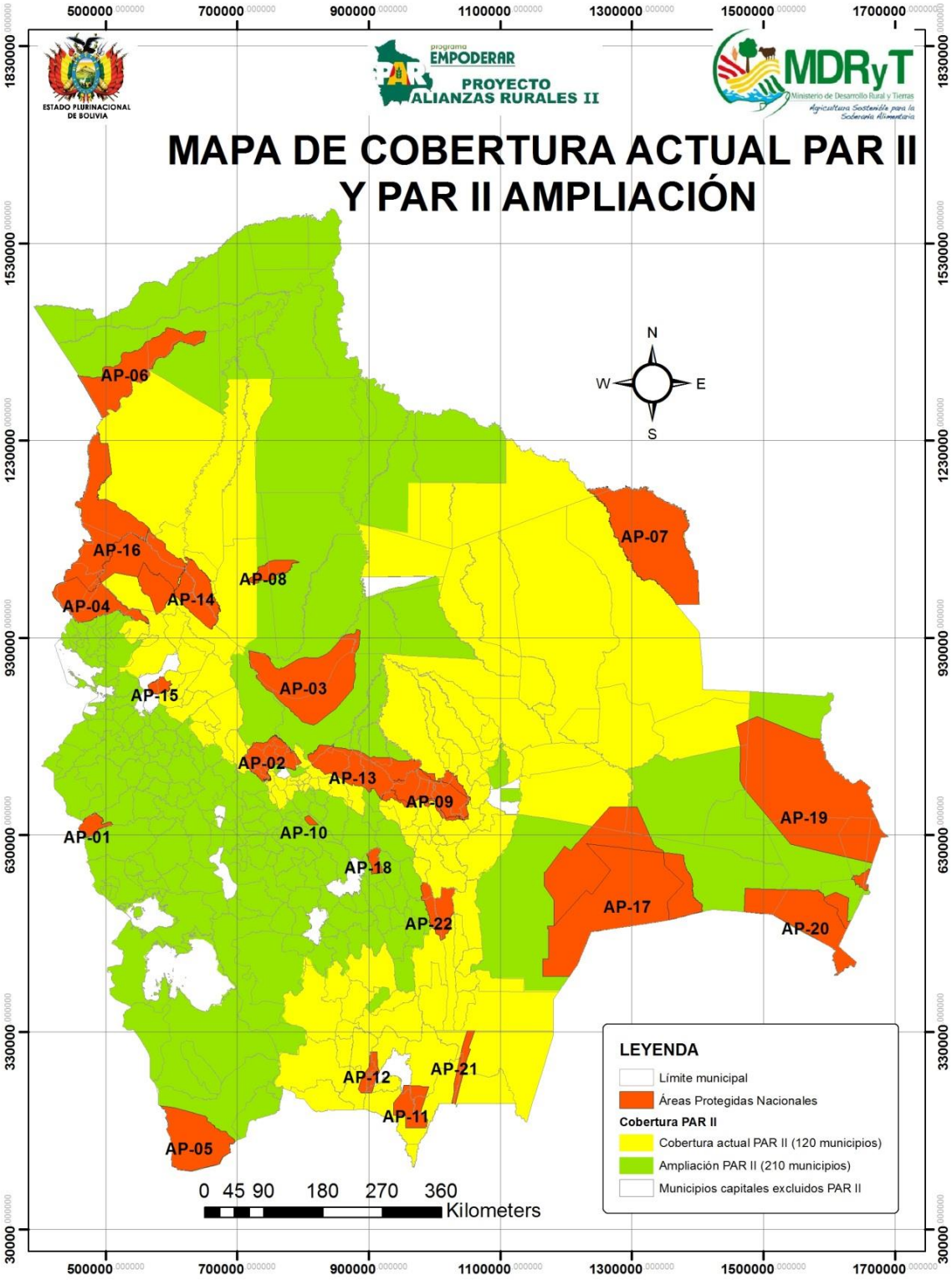
Cuadro N° 2. Población Beneficiaria PAR II AMPLIACIÓN

DEPARTAMENTO	POBLACIÓN Censo 2012	TASA ANUAL DE CRECIMIENTO INTERCENSAL 2001-2012 (%)	POBLACIÓN SIN CAPITALES DE DEPARTAMENTO
Chuquisaca	576153,00	0,69	316765,00
La Paz	2.706.359,00	1.18	1.092.902,00
Cochabamba	1.758.143,00	1,54	1.127.556,00

Oruro	494.178,00	1.84	229.495,00
Potosí	823.517,00	1.24	633.865,00
Tarija	482.196,00	1.69	276.850,00
Santa Cruz	2.655.084,00	2.11	1.201.535,00
Beni	421.196,00	1.25	314.774,00
Pando	110.436,00	4.69	64.169,00

Fuente: Elaboración propia en base al INE 2012.

Mapa 1. Mapa de cobertura actual PAR II y PAR II ampliación.

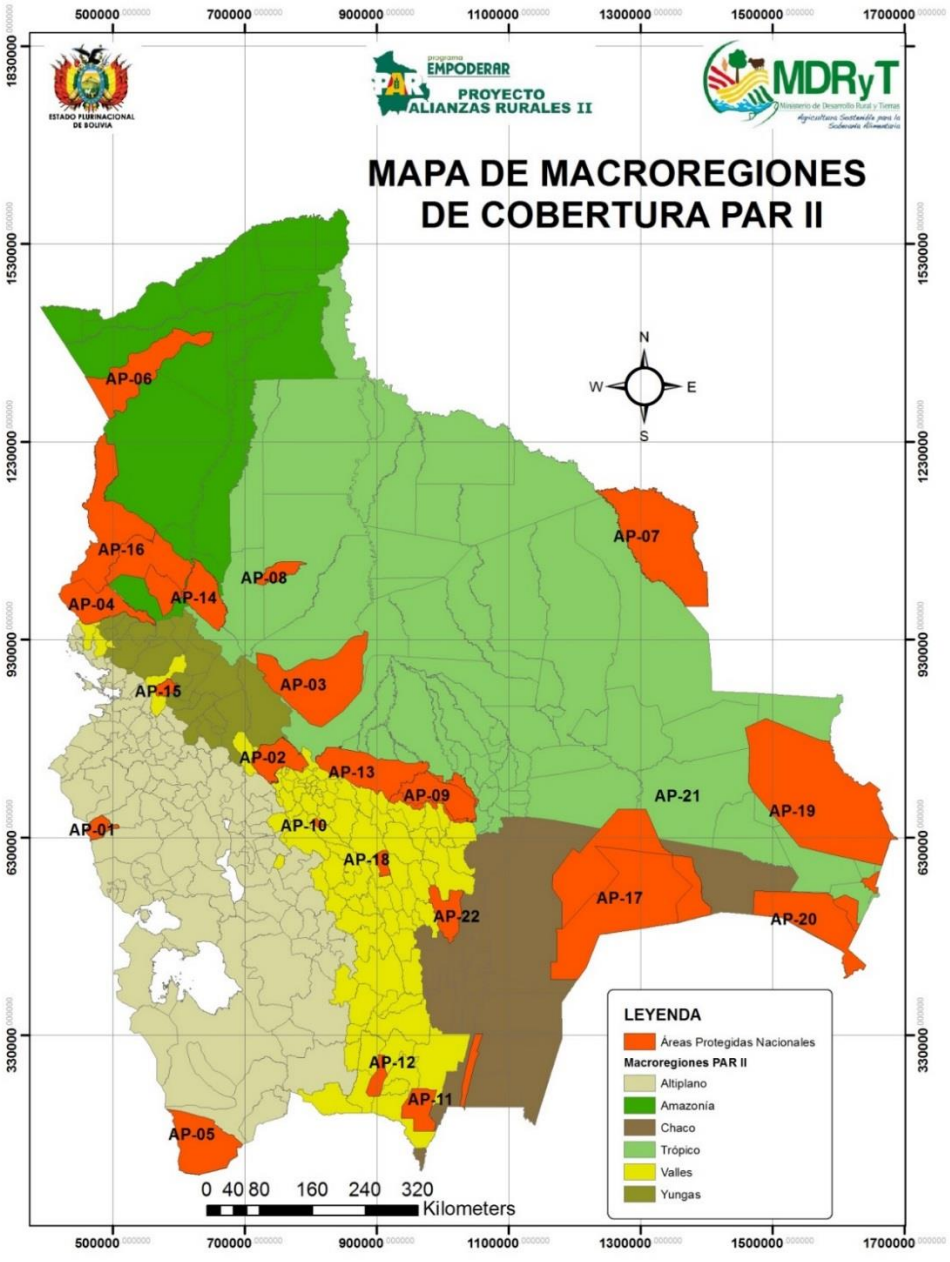


Fuente: Elaboración propia. 2016. Códigos de AP en anexos.

Conocido el ámbito del PAR II, se está trabajando en cinco unidades operativas regionales que comprenden las regiones agrupadas en Unidades Operativas Regionales que son: Trópico, Valles Sur, Valles Centro, Norte de La Paz y Chaco. Los mismos que tienen características específicas en altitud, caracteres edafológicos, temperatura, régimen hídrico y temperaturas promedio. Variables climáticas que definen los rubros agrícolas y pecuarios a apoyar.

Con la ampliación del PAR II la descripción de características biofísicas se considera a través de la definición de las eco-regiones o regiones ecológicas a criterios generales como la relativa homogeneidad del paisaje (rasgos macro-topográficos), la ubicación fisiográfica, la formación de vegetación predominante (bosque, sabana, puna, etc.) y las condiciones climáticas de pluviosidad y humedad (húmedo, seco, estacional, etc.). (Burel y Baudry, 2002), en este entendido se trabaja con Macro-regiones que se representan en el siguiente Mapa N°2:

Mapa 2. Mapa de Macro regiones de cobertura PAR II



Fuente: Elaboración propia.2016. Códigos de AP en anexos.

V. CARACTERÍSTICAS DE COBERTURA POR MACROREGIÓN DEL PAR II AMPLIACIÓN

Bolivia se encuentra situada en el centro de América del Sur entre los 57°26' y 69°38' de longitud occidental y 31' y 22°53' de latitud sur, abarcando más de 13 grados geográficos y ocupando su territorio una extensión total de 1 0218 581 km². Se ubica entre la Cordillera de los Andes, la

Cuenca del Plata y la Cuenca Amazónica entre una altitud máxima de 6542 msnm en el Nevado Sajama y una latitud máxima de 90 msnm cerca del río Paraguay.

A continuación, se expresa las características ambientales de las 6 macro-regiones definidas en:

- Macro-región Altiplano
- Macro-región Chaco
- Macro-región Amazonía
- Macro-región Valles
- Macro-región Yungas
- Macro-región Trópico

Macro-región Altiplano

CARACTERISTICAS	ALTIPLANO
ALTITUD	De 3.700 a 6542 m.s.n.m. abarca el 28% de la superficie del país.
CLIMA	Esta región presenta un déficit hídrico marcado durante el año, las heladas se presentan en gran parte del año (siendo las tempranas y tardías las de mayor riesgo). Últimamente la presencia y frecuencia de lluvias y granizadas con mayor frecuencia e intensidad relacionadas al cambio climático hace que la agricultura sea aún más riesgosa. Estas limitaciones se incrementan aún más de Norte a Sur y de Este a Oeste, haciendo que el Altiplano Norte, Altiplano Central y Sur presenten condiciones climáticas bastante diferenciadas y además influenciadas por su altitud sobre el nivel del mar, topografía, orientación de la ladera y otros.
SUPERFICIE	142.815,53 km². Abarca el 28% de la superficie del país.
TEMPERATURA	Promedio anual de 8°C y una mínima externa en junio de 14°C bajo cero.
CLIMA Y VIENTOS	La característica climática general es seca a fría y principalmente en las partes planas a onduladas, la presencia de los vientos es notoria con direcciones y velocidades variables. Cuando la velocidad de estos sobrepasa los 15 Km/hora, inciden negativamente, no solo sobre los cultivos (polinización, encamamiento del cultivo, pérdida de la producción y otros), sino también sobre la erosión de suelos (perdida de su fertilidad) y perdidas innecesarias de humedad del suelo por evapotranspiración.
POBLACIÓN	2.658.516 habitantes, vive el 46% de la población rural nacional, lo que representa el 30% de la población total.
PRECIPITACIÓN	Varía de 50 a 700 mm/año.
POTENCIALIDAD EN LA AGRICULTURA	Papa, quinua, haba, oca, cañahua, otros nativos, cebada y en menor escala hortalizas en general.
POTENCIALIDAD EN PECUARIA	Predominan los hatos ganaderos de camélidos, ovinos, caprinos, bovinos (carne y leche).
DEGRADACIÓN AMBIENTAL	- La pérdida de cobertura vegetal por el pastoreo en praderas naturales y los efectos de la erosión eólica provocan una degradación acelerada de los recursos de la tierra. -Deforestación causando perdida de propiedades físico-químicas y biológicas dando lugar a la erosión hídrica y eólica del suelo. -Intensidad de erosión directamente ligada con la fisiografía, condiciones topográficas, densidad de cobertura vegetal de protección y presión de uso de suelos por actividades agropecuarias.

Fuente: Iisch y Mérida, 2003, Navarro y Ferreira, 2004, Solíz y Aguilar, 2005.

Macro – región Chaco

CARACTERÍSTICAS	CHACO
ALTITUD	200-600 m.
CLIMA	El Chaco tiene un clima semitropical, semiárido. Los surazos también afectan al Chaco; su llegada se avista generalmente por una línea de chubascos.
SUPERFICIE	127.755 Km2.
TEMPERATURA	Oscila entre 25-26°C, llegando a una temperatura máxima de hasta 48°C. Existe una influencia fuerte de vientos fríos del Sur (surazos), pudiendo llegar la temperatura mínima hasta 1°C.
PRECIPITACIÓN	Es entre 400-900 mm. la mínima en el Sudeste, en el Norte y en áreas adyacentes al Pantanal, probablemente hasta 1.000 mm, en el pie de monte andino, aprox. 1.000 mm.
CLIMA Y VIENTOS	Los vientos cálidos del norte aparecen en la época estival y los vientos fríos del sur en el periodo invernal, conocidos como "sures". La lluvia y la humedad aparecen a partir de enero; los otros meses son secos con días calurosos y noches frescas.
POBLACIÓN	Su población llega aproximadamente a 300.000 habitantes, de los cuales el 58% vive en áreas rurales (AGRECOL, 2006).
POTENCIALIDAD EN LA AGRICULTURA	Maíz, Maní, Soya, Cítricos, Frejol, Algodón, Ají, etc.,
POTENCIALIDAD EN PECUARIA	Ganado vacuno, porcino, caprino, ovino y caballar.
DEGRADACIÓN AMBIENTAL	El potencial agropecuario con el que cuenta el Chaco, está amenazado por varios factores: (i) la erosión eólica e hídrica que lleva a la degradación de los suelos y su baja fertilidad, (ii) la ganadería extensiva en amplias superficies que afecta la recuperación de las especies silvestres en el bosque chaqueño de la llanura, (iii) la ampliación de la frontera agrícola y la práctica del chaqueo y (iv) la pérdida de calidad y diversidad de los recursos genéticos locales al no contar con un manejo adecuado de la semilla y (v) la propagación de tecnologías de producción que no mejoran las capacidades de regeneración y aprovechamiento de los recursos naturales.

Fuente: Iisch y Mérida, 2003, Navarro y Ferreira, 2004, Solíz y Aguilar, 2005, AGRECOL, 2006

Macro – región Amazonía

CARACTERÍSTICAS	AMAZONÍA
ALTITUD	100 – 500 m aproximadamente
CLIMA	Las áreas norteñas de los llanos tienen un clima húmedo tropical con temperaturas altas a lo largo de todo el año, con una humedad alta y precipitación alta. La temperatura tiene un promedio de 30 °C todo el año en la mayoría de los lugares. Los vientos provenientes de la cuenca del Amazonas traen lluvias significativas, esta lluvia cae a menudo con truenos y acompañados a veces por vientos fuertes. Las áreas centrales de los llanos tienen un clima húmedo y seco tropical. A partir de octubre y abril, los vientos secos con dirección nor-oeste predominan, y el tiempo se vuelve caliente, húmedo y lluvioso. Sin embargo

	a partir de mayo y septiembre, estos vientos secos producen una precipitación mínima. Durante esta estación, los días claros y las noches despejadas permiten que las temperaturas en el día sean altas y bajas en la noche.
SUPERFICIE	El área total se estima entre unos 85.000 km2 (DHV, 1993) y 104.561 km2, de los cuales unos 74.000 km2 se encuentran cubiertos por bosque alto tropical de tierra firme (PROMAB, 2002).
TEMPERATURA	Registra una temperatura media anual de 22 a 25ºC.
CLIMA Y VIENTOS	Las incursiones ocasionales de vientos fuertes del sur, llamadas surazos, pueden alcanzar esta región durante invierno y bajar las temperaturas por varios días.
POBLACIÓN	884.027 habitantes, un 15% de la población nacional vive en esta región. La población de la Amazonía es predominantemente rural. Para el 2010 se calcula que el 10% de la población habitaba el área rural y el 37% en área urbana.
PRECIPITACIÓN	1.000 - 4.500 mmmm/año.
POTENCIALIDAD EN LA AGRICULTURA	Yuca, arroz, maní, frejol, mango, papaya, caña de azúcar, cítricos.
POTENCIALIDAD EN PECUARIA	Predominan los hatos ganaderos de bovinos para producción de carne.
DEGRADACIÓN AMBIENTAL	La presión demográfica, el uso irracional y no planificado de los suelos y de la fauna, vegetación, las continuas migraciones hacia la región han desencadenado un progresivo deterioro. La colonización mal planificada y los esfuerzos por desarrollar cultivos de ciclo corto u otros no acordes a la aptitud del suelo y una ganadería extensiva están conduciendo al acelerado deterioro de algunas zonas de la región. La deforestación y ampliación de la frontera agropecuaria en suelos no aptos para esos propósitos ocasionan procesos de erosión y degradación. El área boscosa de Bolivia comprende cerca de la mitad del territorio nacional, esa superficie sin embargo se reduce a un ritmo de 1400 Km² anuales para cultivos.

Fuente: Iisch y Mérida, 2003, Navarro y Ferreira, 2004, Solíz y Aguilar, 2005, PROMAB, 2002

Macro – región Valles

CARACTERÍSTICAS	VALLES
ALTITUD	1.800 y 3.600 m.s.n.m.
SUPERFICIE	superficie total aproximada de 175.772km2 (16% del país)
TEMPERATURA	La temperatura promedio anual es de 12 a 18°C. Las temperaturas caen con el aumento de la altura, sin embargo, las nevadas son posibles en elevaciones que oscilan los 2000 msnm.
PRECIPITACIÓN	La precipitación promedio anual en la zona es de 500 a 1200 mm.
CLIMA Y VIENTOS	El clima es templado. Los vientos nororientales húmedos son empujados hacia las montañas, haciendo que esta zona sea húmeda y lluviosa. Con topografía muy accidentada.
POBLACIÓN	Aproximadamente son 3.333,972 habitantes tanto hombres como mujeres (INE, 2016).
POTENCIALIDAD EN LA AGRICULTURA	Cultivos anuales: papa, oca, trigo, cebada, maíz, arveja, avena, haba, papalisa, oca, quinua, cebolla, ají, tarwi, camote y maní.

	Plantas frutales: durazno, guayaba, limón, en menor medida: naranja, caña, chirimoya, pacay, mandarina y toronja.
POTENCIALIDAD EN PECUARIA	Ganado vacuno, ovino, caprino, porcino, equino y aves de corral.
DEGRADACIÓN AMBIENTAL	Los Valles enfrentan una notable disminución y degradación de sus recursos naturales y un acelerado proceso de deterioro y contaminación del medio ambiente. Los inadecuados sistemas de explotación de los recursos naturales principalmente del recurso suelo y vegetación, así como el desconocimiento de las potencialidades de los recursos hídricos y otros de la región, además de la falta de conocimiento al momento de introducirse nuevas especies vegetales y animales, generan procesos irracionales de explotación, como la quema, el sobrepastoreo y otros.

Fuente: Iisch y Mérida, 2003, Navarro y Ferreira, 2004, Solíz y Aguilar, 2005, INE 2016

Macro – región Yungas

CARACTERISTICAS	YUNGAS
ALTITUD	1.000-4.200 m (incluyendo el Páramo Yungueño)
CLIMA Y VIENTOS	El clima por lo general es muy lluvioso, nuboso y cálido, pero a mayores altitudes o latitudes las temperaturas son más extremas entre el calor y frío, y las lluvias son estacionales con una temporada seca y una lluviosa.
SUPERFICIE	55.556 km 2
TEMPERATURA	Temperaturas promedias anuales: 7-24° C. Límite de heladas en alrededor de 2.300 m.
PRECIPITACIÓN	1.500 - > 6.000 mm
POBLACIÓN	362 mil habitantes.
POTENCIALIDAD EN LA AGRICULTURA	Locoto, café, coca, cítricos; mango, arroz, plátanos, té, stevia, yuca, gualuza, arroz, y cacao entre otros menores.
POTENCIALIDAD EN PECUARIA	Ganado porcino, ovino, bovino y avícola.
DEGRADACIÓN AMBIENTAL	Los monocultivos en general, especialmente de coca en la zona de los Yungas, están degradando los suelos en la región provocando desastres naturales, la desaparición de la fauna piscícola y menor calidad de agua y biodiversidad.

Fuente: Iisch y Mérida, 2003, Navarro y Ferreira, 2004, Solíz y Aguilar, 2005.

Macro – región Trópico

CARACTERISITICAS	TRÓPICO
CLIMA Y VIENTOS	En Santa Cruz el clima va de templado a cálido a medida que se desciende hacia los llanos; con frías corrientes polares (surazos) frecuentes en invierno. El Trópico de Cochabamba comprende dos zonas climáticas diferenciadas: la región eco climatológica de la llanura, caracterizada por una marcada estacionalidad y precipitaciones moderadas; y la región eco climatológica de las serranías subandinas y el pie de monte transicional, notablemente per húmeda y con una estacionalidad difusa
SUPERFICIE	381.621.00 km2

TEMPERATURA	Oscila entre los 18ºC y 25ºC. La temperatura media del Trópico de Cochabamba es de 24°C, con extremos de 39°C o más en las partes bajas hasta 6°C en las partes más altas.
PRECIPITACIÓN	La precipitación promedio anual fluctúa entre los 2.200 y 4.000 mm.
POBLACIÓN	El departamento de Santa Cruz tiene una población de 3.143 millones de habitantes.
POTENCIALIDAD EN LA AGRICULTURA	Banano, piña, cítricos, café, ají, palta, trigo, entre otros.
POTENCIALIDAD EN PECUARIA	Ganado vacuno: Cebú, holstein y santa gertruds.
DEGRADACIÓN AMBIENTAL	La deforestación y ampliación de la frontera agropecuaria en suelos no aptos para esos propósitos ocasionan procesos de erosión y degradación. El mayor ritmo de deforestación con fines agrícolas se presenta en Santa Cruz (Pailón-Los Troncos), seguido de Cochabamba (Chapare) y Beni. (San Borja).

Fuente: Iisch y Mérida, 2003, Navarro y Ferreira, 2004, Solíz y Aguilar, 2005.

VI. PROCESO DE CONTROL AMBIENTAL Y DE CAMBIO CLIMATICO PAR II

El PAR II, ha desarrollado una serie de criterios e instrumentos para el proceso de control y seguimiento ambiental. Los instrumentos desarrollados sirven para identificar y valorar posibles impactos ambientales y establecer las medidas de mitigación y control que sean necesarias en los rubros agropecuarios. De igual forma ha desarrollado instrumentos para el proceso de control y seguimiento de identificación de amenazas climáticas y medidas de adaptación al cambio climático.

El proceso de control ambiental considera el análisis ambiental a lo largo de todas las etapas del proyecto, identifica los responsables, la forma de operar y los instrumentos de evaluación (Anexo 2 Lista de exclusión que evalúa las Salvaguardas Ambientales y Sociales) que se utilizarán para este propósito. Los instrumentos permiten identificar el cumplimiento de las salvaguardas ambientales consideradas para el proyecto y el cumplimiento de la Normativa Nacional Ley 1333.

Cabe mencionar que los sub- proyectos elegibles para financiamiento corresponden a la Categoría B del Banco Mundial y a la categoría IV del Reglamento de Prevención y Control Ambiental de la Ley de Medio Ambiente 1333 de Bolivia.

El proceso ambiental y de cambio climático participa desde la Difusión del Proyecto PAR II, y en sus diferentes etapas hasta la aprobación de cada sub-proyecto de alianza agrícola o pecuario, su ejecución y operación hasta el cierre de la alianza comprende aproximadamente de acuerdo a la experiencia del PAR un 5% del monto total de las inversiones de la Alianza, los mismos que están establecidos en el Manual de Gestión Ambiental del PAR II, identificado en el Manual Operativo del Proyecto (MOP, 2013) El personal encargado de la Gestión Ambiental en el PAR II comprende un Especialista Ambiental en la Unidad de Coordinación Nacional, y personal técnico en cada unidad operativa. El personal recibe conocimiento específico del tema ambiental y de cambio climático e instrumentos de aplicación para su evaluación, seguimiento y monitoreo desde los Técnicos de las Regionales (Analistas Ambientales, consultores facilitadores, consultores Acompañantes, el penúltimo encargado de la elaboración del plan de alianza y el último del seguimiento y monitoreo de las medidas de mitigación ambiental y de cambio climático identificadas en el plan de inversión de la Alianza durante los dos años de inversión de las alianzas.

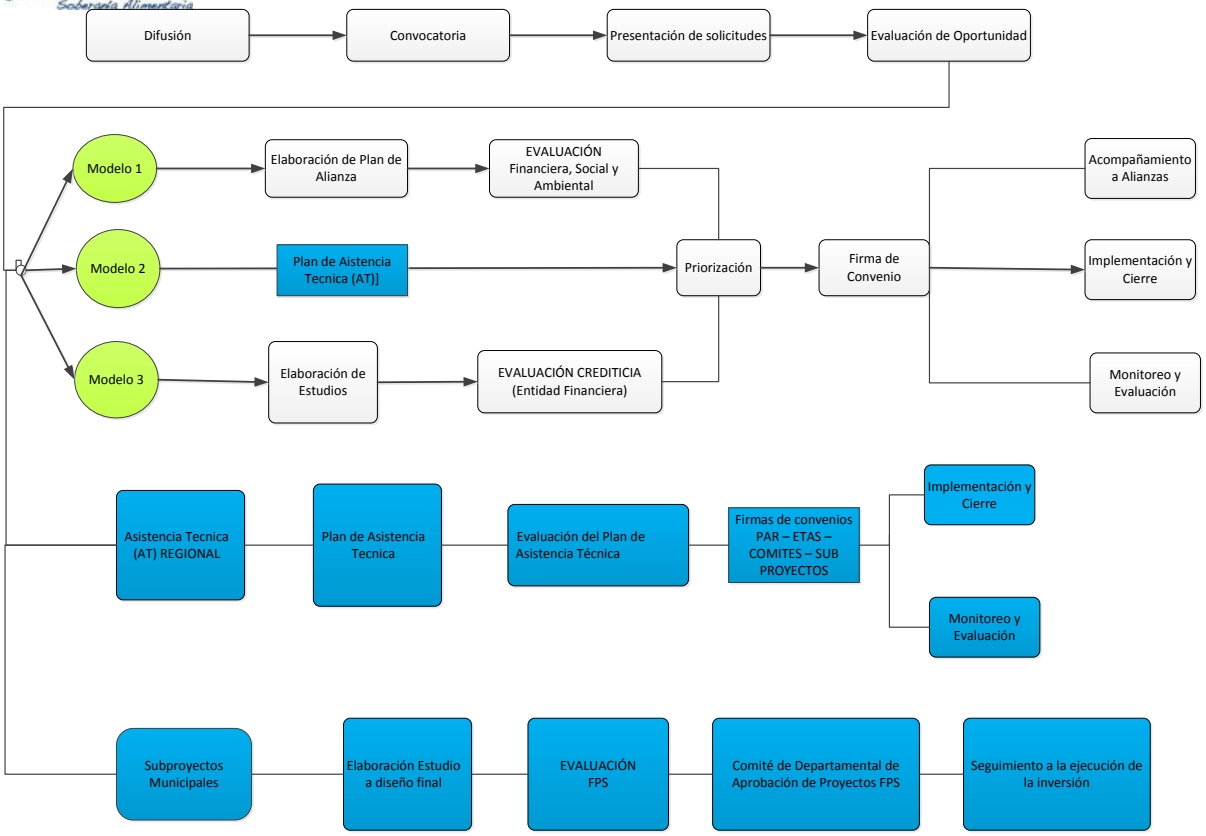
Se cuenta con material producido en el PAR II, sobre las estandarizaciones de mitigaciones ambientales (Anexo) que tuvieron resultados positivos en el PAR, además del manual de manejo integrado de plagas general que comprende las medidas de protección para aplicación de químicos, tácticas del MIP y cuidados a considerar de actividades que no deben realizar los productores. Además del Manual de Manejo Integrado de Plagas por cultivo y listado de agroquímicos por producto (SENASAG).

En este entendido el personal es capacitado de acuerdo a los rubros de financiamiento: agrícola y pecuario

PERSONAL UNIDADES OPERATIVAS PAR II ACTUAL	PAR II ACTUAL	PERSONAL UNIDADES DEPARTAMENTALES PAR II AMPLIACIÓN	PAR II AMPLIACIÓN
Analistas Ambientales	X	Analistas Ambientales	X
Consultores Facilitadores	X	Consultores Facilitadores	X
Consultores Acompañantes	X	Consultores Acompañantes	X
Asistentes Técnicos* dentro de las inversiones	X	Asistentes Técnicos* dentro las inversiones	X

- Asistentes Técnicos a requerimiento de las inversiones agrícolas o pecuarias como se expresa en punto VIII y Anexo 8.

El proceso ambiental y de cambio climático se expresa en el siguiente flujograma:



A continuación, se detalla la gestión ambiental del PAR II:

Cuadro N°3. Fases de la Gestión ambiental del PAR II

OBJETIVO DE LA ETAPA	ACTIVIDAD/	RESPONSABLE (S)	INSTRUMENTOS	CAPACITACIÓN
Fase 1: Difusión	Se aplica la Estrategia de Relacionamiento y Difusión del PAR II, para informar sobre alcances y reglas del Proyecto. Adicionalmente se difunde las consideraciones ambientales y riesgos de cambio climático, los cuidados que deben tomar en cuenta en los sub-proyectos productivo (agropecuarios).	Especialista en capacitación y Analistas Ambientales (AAs)	Jingles, cartillas y folletos.	Capacitación a los productores, técnicos de los municipios, ONGs y otros en el llenado del formulario, parte ambiental.
Fase 2: Convocatoria para la presentación de Propuestas de Alianzas	Informar a los posibles solicitantes los criterios de elegibilidad de los sub proyectos: * Pueden tener impactos negativos reversibles con la implementación de Medidas de Mitigación.	Especialista en capacitación y AAs	Criterios que están en el MOP.	Capacitación a los AAs en salvaguardas y aplicación de la lista de exclusión.

	* Estén localizados en tierras ya convertidas. * En Áreas Naturales de Manejo Integrado y en las Zonas de Amortiguamiento de las Áreas Protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia, se deberá contar con la autorización del SERNAP. * Que se orienten al aprovechamiento de animales o plantas silvestres, debiendo contemplar la existencia de Planes de Manejo de fauna y/o flora silvestre aprobada y en vigencia con R.A de la ACC. * Las iniciativas de agroforesteria deben utilizar especies nativas			
Fase 3: Presentación de la Solicitud de Financiamiento	* Revisa los Formularios de Solicitud para verificar la información ambiental relacionada a la Alianza, a la Organización de Pequeños Productores y a los Compradores.	AAs	Formulario de solicitud.	
Fase 4. Evaluación de Oportunidades	Esta fase está compuesta de 2 partes: i) revisión en gabinete y ii) verificación física de campo (VFC) * Aplicar la Lista de Exclusión del PAR II, la misma que incorpora las Directrices de Políticas de Salvaguardas. * Las solicitudes de apoyo financiero son aceptadas o rechazadas de acuerdo a los resultados de la aplicación de la Lista de Exclusión. Se realiza la evaluación ambiental (EA).	AAs	Lista de Exclusión Formulario de VFC e Instrumento 1	Los AAs deberán participar del equipo técnico de la verificación física en campo.
Fase 5: Estudio de prefactibilidad (elaboración	* Revisión de información básica existente (Ej. PDMs, PLOT, PLUS, estudios locales, y otros).	Facilitadores de la UORs, AAs	Formulario de VFC y LVA y EA (Instrumentos 1), Formulario	Los AAs deberán participar y capacitar al

Plan de Alianza)	* Revisión de la consistencia tecnológica del proyecto con la oferta ambiental local, salvaguardas del BM y la Ley ambiental 1333. * Realizar la evaluación ambiental, identificando los impactos negativos significativos y diseñar las medidas de mitigación pertinentes para cada caso de manera participativa. Valoración de impactos ambientales de manera participativa. *Identificación de amenazas climáticas en la actividad productiva.		Calendario climático	Facilitador de las UORs.
Fase 6. Evaluación del Plan: Técnica, socioeconómica, social, ambiental y financiera de pre factibilidad	Se revisará la Evaluación Ambiental y se aprobará o rechazará la EA. También se asegurará la visibilizarían los costos ambientales. Se revisará la Evaluación de Cambio Climático	AAs del PAR II y equipo UOR.	Instrumento 3. Evaluación Ambiental. Instrumento de Evaluación de Cambio Climático	Los AAs evalúan en coordinación Especialista Ambiental Nacional.
Fase 7. Firma de convenios	Asegurar las obligaciones y responsabilidades en incumplimiento de las propuestas ambientales.	AAs	Convenio	Explicar los contenidos del Convenio a la organización.
Fase 9. Supervisión y Monitoreo ambiental del Plan de Alianza	Seguimiento y supervisión a la implementación de las medidas de mitigación y medidas de adaptación al cambio climático. Monitoreo de los indicadores ambientales y de cambio climático	AAs y Técnico de campo (Acompañante)	Instrumento 4 y 5.	
Fase 10. Cierre de las Alianzas.	Asegurar la calidad ambiental de los sitios de las OPPs*	AAs	Instrumentos de cierre.	Rendición a la OPPs de la calidad ambiental y cambio climático con PAR II

Fuente: PAR. OPPs: Organización de Pequeños Productores, AAs: Analistas Ambientales, UORs: Unidades Operativas Regionales.

VII. CARACTERÍSTICAS DE SUBPROYECTOS EN PAR II AMPLIACIÓN

El PAR II ampliación, en su cobertura considera el requerimiento de cofinanciamiento en base al tipo de inversión:

- Bienes comunes, que crean dinámicas económicas y sociales que conforman capital social, aspecto necesario y positivo para el funcionamiento y sostenibilidad de una organización asociada de productores.
- Bienes individuales, que facilitan las labores y mejoran las condiciones de producción en parcela de los productores beneficiarios.

En el caso de los grupos de productores que ya recibieron apoyo financiero del PAR, complementará las inversiones realizadas, posibilitando mejorar sus capacidades, financiando sub proyectos de pequeños sistemas de captación de agua y riego tecnificado en parcela.

El Proyecto PAR II ampliación, se centra en apoyar la constitución e implementación de sub-proyectos: a) alianzas rurales productivas, b) asistencia técnica regional e c) infraestructura pública, esta última de responsabilidad de cumplimiento de la Normativa Nacional y Banco Mundial a cargo del FPS), como instrumentos y medios para el logro del objetivo propuesto.

a) Sub-proyecto de Alianzas Rurales Productivas

Modelo I (Financiamiento Integral de las Alianzas)

Este Modelo refiere a:

- ✓ Alianzas en las que el Proyecto financiará a nuevas organizaciones de pequeños productores agropecuarios hasta el almacenamiento del producto.
- ✓ Alianzas de organizaciones de pequeños productores apoyados antes por el PAR I y PAR II que decidieron ampliar el número de socios, hasta el almacenamiento del producto.
- ✓ Alianzas nuevas y antiguas que demanden inversiones de riego tecnificado en parcela.

El apoyo a los pequeños productores agropecuarios en la ejecución de este tipo de alianzas podrá co financiar: (i) infraestructura productiva, (ii) insumos para producción incremental, (iii) equipamiento mínimo para la producción y (iv) servicios de asistencia técnica, de acuerdo a la Guía del Plan de Alianza (Guía del Plan de Alianza establecido en el MOP).

El PAR II financiara insumos para la producción, solo si son considerados incrementales a los ya utilizados por los socios de la OPP. Los insumos tradicionales y los incrementales serán cuantificados en la situación sin y con proyecto en el Plan de la Alianza. Asimismo, y con la finalidad de lograr la sostenibilidad del financiamiento de insumos dentro de la OPP, deberán implementar el Fondo Rotatorio de Insumos que garantice la provisión de estos ítems en los siguientes ciclos productivos.

Los insumos requeridos en el caso de agroquímicos deben ser de baja toxicidad (etiqueta verde o etiqueta azul) que se encuentren en la lista de los productos autorizados por el SENASAG, y debe capacitarse a los productores de acuerdo al Manual de Manejo Integrado de Plagas del PAR II ampliación. Así como también debe considerarse los requerimientos de equipos y maquinaria en las actividades agropecuarias que deben ser amigables al medio ambiente y de acuerdo a la evaluación ambiental y de cambio climático, en esta última debe establecer medidas de

adaptación como, por ejemplo, semillas resistentes a la helada, a inundaciones, mallas antigranizo, asistencias técnicas en manejo agrosilvopastoril, entre otros.

Finalmente, en este modelo integral el PAR II ampliación, atenderá a alianzas que principalmente requieran inversiones en sistemas de riego parcelario tecnificado como ser; riego por goteo, por aspersión u otros, de acuerdo a la demanda de la organización de productores.

Modelo II (Apoyo en Asistencia Técnica)

Alianzas en las que el Proyecto financiará asistencia técnica productiva a nuevas y antiguas organizaciones de pequeños productores agropecuarios para producción, certificación, transformación, manejo ambiental, adaptación al cambio climático, comercialización, fortalecimiento organizacional y gestión de mercado; para mejorar su posición en la cadena de valor.

Las organizaciones de pequeños productores no agropecuarios podrán demandar servicios de asistencia técnica para la producción, certificación, transformación, comercialización, manejo ambiental, cambio climático y fortalecimiento organizacional.

Modelo III (Apoyo para Acceso al Crédito)

Alianzas en las que el Proyecto financiará asistencia técnica a organizaciones de pequeños productores para facilitar el acceso a servicios financieros o para conformar una canasta de inversores (con entidades financieras y el propio PAR) para la implementación de alianzas rurales.

Estas alianzas contarán con las siguientes actividades de apoyo: a) “gestores de crédito” para apoyar la gestión del crédito y/o la elaboración de estudios, que sean requeridos por las entidades financieras b) cofinanciamiento de la asistencia técnica productiva o de fortalecimiento organizacional, evaluada y aprobadas en la UOR, respaldada por la suscripción de un convenio entre el PAR y la OPP y c) acompañamiento a la ejecución de las inversiones y las operaciones del crédito.

b) Sub proyecto de Asistencia técnica Regional

Destinados a resolver problemas técnicos que afectan a la producción e identificados por grupos de productores, organizados o no, en al menos una jurisdicción municipal, quienes podrán requerir asistencia técnica regional, permitiendo mejorar e incrementar la producción de la región.

La asistencia técnica regional podrá solucionar problemas relacionados a: la producción primaria, transformación, comercialización, gestión de mercados, gestión ambiental y adaptación al cambio climático.

c) Sub proyecto de infraestructura pública

El proyecto, a través de convenios inter-gubernativos de financiamiento, suscritos entre Gobiernos Autónomos Municipales, FPS y el PAR II, podrán financiar infraestructura pública de apoyo a la producción, requerida por una OPP con la finalidad de lograr las metas y objetivos planteados en el plan de negocio de la alianza (Formulario de justificación y selección de los requerimientos de infraestructura de apoya a la producción en el MOP), beneficiando a su vez a las comunidades donde estas desarrollan sus actividades económicas. Que corresponde a:

Mejoramiento de caminos, Mejoramiento o rehabilitación de caminos rurales, Construcción de puentes vehiculares y peatonales de competencia municipal y departamental, Construcción y mejoramiento de sistemas de riego, la construcción de obras portuarias fluviales, Conservación de suelos y obras de protección de áreas productivas.

VIII. ANÁLISIS DE IMPACTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL ACTUALES PAR II Y FUTUROS PAR II AMPLIACIÓN

El PAR II actualmente cuenta con un menú de sub-proyectos que ha estado ejecutando en las regiones del Altiplano Norte, Valles Centro y Sur, Trópico y Chaco. Los productos identificados y financiados son alrededor de 30 productos dentro del rubro agrícola y once en el rubro pecuario (Cuadro N° 4 y 7).

Luego del análisis de los actuales productos del PAR II, en base a su experiencia durante los años de implementación del proyecto y con los resultados de la consulta ambiental en los municipios seleccionados (Anexo 5: Memoria), la posible demanda de sub-proyectos que podría apoyar el PAR II Ampliación en las seis macro regiones propuestas, se muestran en los siguientes cuadros (Cuadro N° 4 y Cuadro N° 7). Los productos identificados se dividen en Rubro Agrícola y Pecuario.

a) RUBRO AGRICOLA

La actividad agrícola está muy desarrollada dentro del proyecto PAR, ya que muestra una variedad de productos que han sido financiados hasta la fecha. En base a dicha experiencia y considerando la fase de ampliación del PAR II a nivel nacional, se sugieren posibles productos potenciales, muchos de los cuales ya se están trabajando actualmente. Por ello, se añaden algunos nuevos productos que salieron como demandas de los productores consultados en los diferentes talleres desarrollados.

Cuadro N° 4. Productos agrícolas actuales financiados por el PAR y potenciales productos para el PAR II Ampliación

RUBRO AGRÍCOLA	PRODUCTO
Sub proyecto Agrícola PAR y PAR II que se financiaron	Achiote, Ajo, Arroz con cáscara, Banano, Cacao en grano, Café en grano (pergamino), Cebolla, Durazno, Flores frescas, Frijol, Maíz, Mandarina, Mango, Maní, Manzana, Naranja, Otras frutas diversas (Frutilla), Otras hortalizas, Otros cereales, Otros estimulantes diversos, Palta, Papa (patata), Plátano, Sandía, Sésamo, Soya, Tomate, Trigo, Uva, Zapallo y Zanahoria.
Sub proyecto Agrícola PAR II Ampliación	Ají, Ajo, Amaranto, Arroz con cáscara, Banano, Cacao en grano, Café en grano (pergamino), Castaña, Chirimoya, Cebolla, Durazno, Flores frescas, Haba verde, Locoto, Lechuga, Maíz choclero, Mandarina, Mango, Maní, Manzana, Naranja, Otras frutas diversas (Frutilla), Otras hortalizas, Otros cereales, Otros estimulantes diversos, Palta, Papa (patata), Papaya, Piña (Ananá), Plátano, Sandía, Sésamo, Soya, Tarwi, Tomate, Trigo, Uva, Zapallo y Zanahoria.

Fuente: Elaboración propia PAR II. 2016.

Desde la visión ambiental, dentro la implementación de los sub-proyectos, se realiza una Evaluación Ambiental, donde se identifican los impactos ambientales positivos y negativos y a partir de esta evaluación se identifican los impactos que requieran el desarrollo de medidas de prevención y mitigación, como de seguimiento y monitoreo.
Es así, que luego de una revisión de los productos que se vienen financiado se analizó los impactos ambientales generados por la actividad productiva y las medidas de mitigación que se han implementado durante el PAR I y PAR II (Cuadro N° 5).

Cabe resaltar que las medidas de mitigación implementadas son consideradas apropiadas y efectivas frente a los impactos ambientales detectados, los mismos que son reversibles y que no dañan fuertemente al medio ambiente.

Cuadro N° 5. Impactos ambientales identificados en las actividades del PAR II y sus medidas de mitigación implementadas.

Impactos ambientales actuales del PAR I y PAR II	Medidas de mitigación PAR II
Cambio de uso del suelo Cambios en la estructura del suelo debido al uso de equipo en las labores de arado y otros. Compactación del suelo Contaminación del suelo debido al uso de agroquímicos tóxicos (ej. Herbicidas) o plaguicidas. Deterioro de la calidad del agua por el uso de agroquímicos (ej. Herbicidas) y plaguicidas Incremento en los procesos de erosión Modificación en los procesos de erosión sedimentación Perturbación a las Relaciones entre Comunidades Locales Potencial intoxicación por el uso de plaguicidas de los campesinos. Proliferación de roedores u otro tipo de animales	**Asistencia técnica en:** Manejo Integrado de Plagas (MIP). Demostraciones del manejo de productos químicos y sus residuos y/o desechos. Jornadas de información acerca de los cuidados en el manejo de productos químicos Manejo de residuos sólidos y líquidos y post cosecha Fertilización del suelo con manejo de residuos orgánicos de la actividad ganadera. Análisis y Manejo de Suelos. Manejo de cítricos y plátano Manejo ecológico del cultivo y procesos de pre beneficiado Producción orgánica Manejo orgánico cultivo mango Manejo de maquinaria para el arado. Moto, azada e implementos. Manejo del EPI para fumigación **Equipo de protección:** Adquisición y uso adecuado de Equipo de Protección Personal (EPP) para todos los agricultores. Elaboración de EPP con materiales reciclables. Uso adecuado de agroquímicos con ropa e implementos de protección (casco truper, lentes, overol, botas y guantes). **Talleres de capacitación y sensibilización:** Uso adecuado de agroquímicos, toxicidad, manejo de residuos sólido, aplicación y medidas de protección. Control mecánico de malezas y uso de desbrozadoras. Control de plagas Capacitación en maíz híbrido Uso adecuado de maquinaria agrícola

	Equipo: Compra, aplicación y operación de desbrozadoras para el control de malezas y minimizar el uso de herbicidas. Adquisición y operación de moto fumigadoras para la aplicación eficiente de los agroquímicos. Utilización de moto rozadoras para control de malezas. Uso mínimo de maquinaria para preparación de suelo vertical como cinceles y subsoladores. Bateas para lavado de cereza de café con fosa de infiltración **Infraestructura:** Construcción de composteras para la elaboración de abonos a partir de la pulpa de café Cajas composteras techadas Canales y pozos de infiltración Construcción de lombricarios para reciclar los restos solidos del beneficiado del café. **Capacitación a productores en:** Uso adecuado de agroquímicos, uso de Equipo de protección individual. Uso adecuado de maquinaria para la labranza del suelo. En buen manejo de productos agroquímicos y la disposición segura de envases Uso de agroquímicos (triple lavado) Capacitación en uso y manejo de pesticidas de categoría III y IV. Adopción de prácticas de conservación de suelos Rotación de cultivos para evitar la degradación del suelo. Análisis de suelos en las áreas del cultivo para detectar problemas de infertilidad o algún cambio químico del mismo Dejar las parcelas en barbecho después de 4 años para que regenere el bosque y afloje la compactación con las raíces. Incorporación de abonos de base (15,15 15) para mejorar la fertilidad del terreno. Planificar la preparación del suelo y limitar al mínimo el ingreso de maquinaria Pozas de infiltración Pozos - tratamiento de aguas miel Aplicación del MIP con la eliminación del uso de agroquímicos de etiqueta azul y verdes Aplicación de buenas prácticas en la utilización de productos de baja toxicidad (clase IV) y alternativas como biocidas. Aplicación del Manejo Integrado del huerto (MIH) frutícola Dejar cordones para repoblar los árboles y que sirvan de cortinas rompe vientos. Riego con caudal controlado por surco.

	Riego por aspersión, surcos con curvas de nivel. Implementación de riego por aspersión

Fuente: Elaboración propia PAR II Ampliación 2016.

En base a éste análisis, en el Cuadro N°6, se muestran posibles impactos ambientales y medidas de mitigación que pueden presentarse en los futuros sub-proyectos a ejecutar en la nueva etapa de ampliación del PAR II. Muchos de ellos ya fueron identificados en la implementación del PAR II, sin embargo, se han identificado algunos nuevos para los cuales se deben definir medidas de prevención y mitigación para lograr fortalecer la gestión ambiental dentro del rubro agrícola.

Cuadro N° 6. Impactos ambientales potenciales y sus posibles medidas de mitigación en la ampliación del PAR II (Desarrollo de medidas de mitigación ambiental en Plan de Manejo Ambiental – Anexo 8)

Potenciales impactos ambientales para el PAR II Ampliación	Medidas de Mitigación sugeridas PAR II Ampliación
Suelo: Cuidado del suelo por uso de abono Contaminación del suelo por uso excesivo de agroquímicos tóxicos, herbicidas y plaguicidas. Erosión y pérdida de fertilidad del suelo Salinización del suelo por riego con aguas salinas. **Vegetación:** Mejoramiento de praderas por uso de abono natural Degradación de cobertura vegetal por sobrepastoreo o quema de pastos nativos. Deterioro de bofedales (parte alta de Combaya). Pérdida de cultivos y cosecha por aumento de plagas y enfermedades, por uso de agroquímicos etiqueta amarilla **Agua:** Contaminación del agua, por residuos de agroquímicos de alta toxicidad (papa y hortalizas). Por actividad minera. Salinización y alcalinización del suelo. Escasez de agua. **Fauna:**	**Suelo:** Mantener y fomentar el uso de abono natural para mejorar la fertilidad del suelo. Lograr mejorar el proceso de manejo del estiércol según técnicas acordes a la zona de cobertura. Implementar rotación de cultivos para dar descanso al suelo y mejorar la producción. **Vegetación:** Mejorar la cobertura vegetal preferentemente con especies del lugar. Manejo de pasturas. (ver Anexo 8) Implementar sistemas agroforestales en los cultivos. Evitar el acceso a zonas sensibles de bofedal Implementar cercos o barreras vivas para la retención de sedimentos. Aplicar el Manejo Integral de plagas y enfermedades. **Agua:** Aplicar tecnologías para mejorar la escasez y/o exceso de agua en algunas regiones (Sukakollos[1] o camellones, Tarasukas[2], Q´ochas[3], Q´otañas[4], Zanjas de infiltración[5], Atajados). (ver Anexo 8)

[1] Sistemas de cultivos andinos, en el que intercalan plataformas de cultivos con canales, por los que circula el agua.
[2] Consiste en surcos dobles habilitados en camellones angostos, rodeados de canales de agua, construidos en áreas inundables.
[3] Q´ochas o Q´otas son excavaciones geométricas formando grandes hoyos extendidos que posibilitan la cosecha de agua de lluvia y la producción de zonas áridas, minimizando los riesgos de heladas y sequías en el sistema ecológico andino. (Ver detalles en el Anexo 8)
[4] Q´otañas son reservorios construidos en el área de recolección de agua de las microcuencas, para "cosecha" de agua de las precipitaciones, para utilizarlas racionalmente en riego, como abrevaderos y uso doméstico.
[5] Forma eficiente de cosecha y almacenamiento de agua en el suelo, ayuda en la reforestación y recuperación de especies nativas. Su construcción en curvas de nivel permite la intercepción del agua de escorrentía y facilita su infiltración y almacenamiento del suelo.

Perturbación de la fauna silvestre por habilitación de terrenos para cultivos. **Climático:** Incremento de heladas que ocasiona pérdidas en la producción agrícola. Pérdida de cultivos por inundaciones, lluvias fuertes y desborde de ríos. Incremento de granizo que daña la producción agrícola. Vientos fuertes **Cultural:** Alteración de cultivos tradicionales, por cambio a producción de monocultivos **Social:** Intoxicación de productores por mala manipulación de agroquímicos.	**Climático:** Manejo de mallas de protección de cultivos frente a granizadas. Uso de semillas resistentes a las heladas y sequía. Proteger las riberas de los ríos con especies vegetales para evitar desbordes. Implementación de cortinas rompe vientos para la protección de cultivos. Implementar cercos vivos para estabilización de taludes. **Asistencia técnica:** Manejo adecuado de agroquímicos, herbicidas y plaguicidas. Control biológico de malezas y plagas Manejo de cultivos, desventajas de los monocultivos. Conservación del suelo y agua mediante buenas prácticas. **Social:** Provisión de equipo de seguridad y protección para los productores. Asistencia técnica en la manipulación de agroquímicos y fertilización orgánica. Considerar el calendario agrícola de cada lugar para implementar las diferentes actividades.

Fuente: Elaboración propia PAR II. 2016

Los impactos potenciales en la actividad agrícola, en las macro regiones correspondientes a la Amazonía, Trópico y Yungas refieren a los efectos de los agroquímicos y el riego. Y en el sector de Valles y Altiplano refiere a la pérdida de la fertilidad del suelo, uso inadecuado de la tierra, al manejo incorrecto de las cuencas hidrográficas y a la pérdida de cultivos por amenazas climáticas.

El mantenimiento correcto de la agricultura puede reducir a un mínimo las pérdidas de suelo y nutrientes, el equilibrio entre los insumos y las cosechas, y fortalecer los vínculos entre el agricultor y técnicos especializados para fomentar la sostenibilidad y uso de tecnologías adecuadas.

Los impactos menores identificados son mayormente reversibles y prevenibles. A veces, sin embargo, pueden ser severos. Estos efectos menores se ubican en solamente tres categorías:

- El flujo de agroquímicos que contamina los ríos y el agua freática;
- Aspectos relacionados con los pesticidas; y
- Eliminación de los afluentes del procesamiento de los cultivos.

Algunos impactos ambientales importantes, que se dan en el recurso suelo, es la pérdida o baja fertilidad del suelo, la salinización del suelo, provoca que se establezcan especies tolerantes a la salinidad (Cauchi - *Suaeda foliosa*) y en algunos casos no palatables (Kotal - *Antobrium*

triandrum) (Liberman, 2015). Detalles de las medidas de mitigación para suelos salinos se muestran en el Anexo 8.

El uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas y su mala manipulación puede dañar el suelo, el agua, a especies animales y vegetales y causar daños en la salud humana. Por ello, el Manejo Integral de Plagas y enfermedades es importante para mitigar estos impactos. Resultado positivo en la implementación del PAR II actual, en tanto es importante mantener en los planes de alianza el fortalecimiento de capacidades a nivel de Analistas ambientales (AA), técnicos facilitadores, acompañantes y productores, en la ampliación del PAR II.

b) RUBRO PECUARIO

Dentro del rubro pecuario, actualmente el PAR II está financiando once productos (Cuadro N° 7). Bajo la experiencia del PAR y lo encontrado en la consulta ambiental, se sugieren productos dentro del rubro pecuario que se podrían solicitar como parte de la ampliación del PAR II.

Cuadro N° 7. Productos pecuarios actuales financiados por el PAR y potenciales para el PAR II Ampliación

RUBRO PECUARIO	PRODUCTOS
Subproyecto Pecuario PAR y PAR II que se financiaron	Carnes frescas de ganado porcino, Carnes frescas de Pollo, Ganado bovino, Ganado caprino, Ganado porcino, Huevos de gallina, Leche cruda de vaca, Miel natural, Otros animales vivos en pie, Pacú y Pollos de engorde.
Subproyecto Pecurio PAR II Ampliación	Carne fresca de ganado bovino, Carne fresca de ganado porcino, Carnes frescas de Pollo, Ganado bovino, Ganado porcino, Leche cruda de vaca, Pollos de engorde, Huevos de gallina, Fibras de lana y pelo, Carne frescas de camélidos, Lana de alpaca en bruto. Pisicultura y apicultura (Miel natural).

Fuente: Elaboración propia PAR II. 2016.

Dentro de los productos identificados como adicionales para la actividad pecuaria, destaca la ganadería camélida, con la obtención de fibra de lana y carne fresca de camélidos. Sin embargo, estas actividades ya fueron financiadas en los primeros años del PAR entre el 2007-2009, en tanto que a la demanda debemos resaltar que se siguió la normativa boliviana específica. Donde la conservación de la vicuña se realiza bajo el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Vicuña. Al presente, sus poblaciones se encuentran en tres grandes tipos de áreas: protegidas, con aprovechamiento, y sin manejo alguno; aunque en la mayor parte de las áreas protegidas se realiza su aprovechamiento para la obtención de la fibra. Una característica importante en el manejo de la vicuña en Bolivia es que éste se realiza en silvestría y su aprovechamiento es exclusivo de las Comunidades Manejadoras de Vicuña (CMV). Y el requerimiento de carne fresca de camélidos también se rigió de acuerdo a las operaciones establecidos por el SENASAG,. El mismo procedimiento se realizará para demandas nuevas en carne fresca vacuna, cumpliendo los procedimientos en la Normativa Nacional en sus Reglamentos; RA 089 para autorización de construcción de mataderos; RA 012 para proceso de regulación de mataderos. En carne fresca avícola de acuerdo a la Reglamentación en su RA. 153.

Los productos que se enfatizaron en la consulta son: la apicultura y la piscicultura. En el caso del cultivo de peces de agua dulce, en estanques o pozas artificiales, se recomienda controlar las

condiciones de manejo, el tipo de especie a cultivar y las Medidas de Mitigación necesarias. La apicultura tiene en general impactos ambientales positivos, sin embargo, dicho tipo de proyectos también puede requerir de medidas de mitigación. Por ello es necesario considerar la ubicación de las colmenas, en espacios naturales alejados del área urbana.

Los impactos ambientales generados y las medidas de mitigación implementadas en la actividad pecuaria de los sub-proyectos del PAR se detallan de manera general en el Cuadro N° 8.

Entre los impactos que resaltan se puede mencionar la contaminación del suelo y el agua por desechos orgánicos, el incremento en los procesos de erosión y la modificación de la cobertura vegetal por sobrepastoreo, para la habilitación de pastizales e introducción de especies exóticas de pastos. Sin embargo, frente a estos impactos el PAR ha desarrollado varias medidas de prevención y mitigación oportunas, enfatizando bastante en el componente de Asistencia técnica como un fuerte pilar para mejorar las actividades en campo.

Cuadro N° 8. Impactos ambientales identificados en las actividades del PAR II y sus medidas de mitigación implementadas. Rubro pecuario. (Desarrollo de medidas de mitigación ambiental en Plan de Manejo Ambiental – Anexo 8)

Impactos ambientales actuales del PAR I y PAR II	Medidas de mitigación PAR II
Suelo: Compactación del suelo debido al sobre pastoreo Contaminación del suelo debido a residuos de desecho de las granjas (ej. Heces fecales, orines y otros) Incremento en los procesos de erosión debido al pisoteo del ganado **Desechos orgánicos**: Acumulación de desechos orgánicos por la ganadería estabulada. **Vegetación:** Degradación de comunidades vegetales o modificación de la composición florística debido al sobrepastoreo Eliminación de la cobertura vegetal para la habilitación de pastizales. Introducción de especies exóticas de pastura. **Agua:** Deterioro de la calidad de las fuentes de agua por residuos las granjas (orines, heces fecales y otros) **Otros:** Incremento de niveles de inmisión Incremento de niveles de malos olores Presencia de enfermedades zoóticas. **Piscícola:**	**Asistencia técnica:** Manejo adecuado de residuos sólidos para la actividad ganadera y avícola Manejo adecuado de gallinaza. Manejo de residuos sólidos y líquidos del ganado Porcino. Además, nutrición y reproducción de cerdos. Manejo de ganado y rotación de potreros. Manejo de pollos parrilleros. Manejo de ventilación y bioseguridad. Manejo silvopastoril Manejo e higiene de la leche" Asistencia técnica veterinaria: manejo de gallinas ponedoras y manejo de residuos sólidos (gallinaza) en composteras rústicas. Manejo integrado del hato lechero. Sanidad animal. Buenas prácticas en el manejo de la ordeña **Construcción de infraestructura:** Construcción de una cámara séptica para drenaje y absorción de residuos líquidos de desecho, para evitar la contaminación al medio ambiente cámara séptica en las salas de faeneo con canales de desagüe para residuos sólidos a una laguna de oxidación. Construcción de laguna de oxidación Construcción de pozo ciego con material filtrante y aplicación de desinfectantes adecuados Construcción de rellenos sanitarios que permitan la descomposición de los desechos orgánicos

Acumulación de desechos por apertura de estanques o pozas Contaminación del suelo debido a los residuos de desecho del faenado de peces Degradación de las comunidades vegetales o modificación de la composición florística alrededor de los estanques Eliminación de la cobertura vegetal para la habilitación de nuevos estanques piscícolas	generados por la actividad de viscerado y obtener materia orgánica apta para la fertilización del suelo. Construcción de un canal de desagüe emergente de la sala de ordeño y construcción de una cámara para depósito de excrementos que evita la contaminación al medio ambiente y facilita su posterior tratamiento como abono. Construcción del Centro de Acopio evita la contaminación medioambiental: construcción de sistema de drenaje de aguas de desecho con caños, tuberías, rejillas de patio abierto, cámaras sépticas, pozo absorbente, y cámara de inspección. Construcción de pozo séptico para descomposición de la materia orgánica para abono Limpieza frecuente y adecuada de la infraestructura **Purineras:** Construcción y aplicación práctica de purineras. **Lombricarios:** Construcción y utilización de lombricarios. Aprovechamiento en la producción de humus de lombriz. **Composteras**: Construcción, elaboración de compost, almacenamiento, utilización adecuada de composteras. Limpieza general de los galpones y acumulación de los restos en el área de almacenamiento y compostaje Elaboración de compost para uso agrícola **Estercoleras:** Construcción. Manejo del estiércol Limpieza y producción de abono orgánico. **Potreros:** para el manejo de ganado, división de potreros, semilla de pasto. Rotación permanente del ganado. **Manejo de pasturas:** Siembra con pasto de semilla mejorada. Recuperación de pasturas, rotación de potreros. Incorporar variedad de pasto mejorado resistente al pisoteo. Compra de semilla Braquira **Otros:** Estabilización de diques con pastos de la zona. El material vegetal retirado se utilizará para los diques de las pozas. Estabilización de los taludes con siembra de gramíneas (pasto). Implementación de cortinas naturales alrededor del perímetro de las cabañas porcinas. Instalación sanitaria de galpones para cerdos

	Disposición de materiales adecuadamente. Levantamiento y acondicionado de escombros

Fuente: Elaboración propia PAR II Ampliación 2016.

Respecto a los posibles impactos ambientales y medidas de prevención y mitigación, y en base a la experiencia del PAR se complementan algunas medidas de prevención y mitigación para fortalecer la gestión ambiental del PAR y considerar nuevos productos que aún no estén siendo financiados (Cuadro N° 9). De igual manera que en el rubro agrícola, varios productos identificados actualmente se repetirían en la nueva etapa de ampliación del PAR II.

Cuadro N° 9. Impactos ambientales potenciales y sus posibles medidas de mitigación en la ampliación del PAR II. Rubro pecuario.

Potenciales impactos ambientales para el PAR II Ampliación	Medidas de Mitigación sugeridas PAR II Ampliación
Suelo: Mejorar el suelo mediante el uso de abonos a base de bosta. Contaminación del suelo por desechos de la ganadería estabulada y semi estabulada residuos (ej. Heces fecales, orines y otros) Compactación del suelo debido al sobre pastoreo Incremento en los procesos de erosión debido al pisoteo del ganado **Vegetación:** Mejoramiento de praderas por uso de abono natural de Bovinos y ovinos. Degradación de cobertura vegetal por sobrepastoreo o quema de pastos nativos. Eliminación de la cobertura vegetal para la habilitación de pastizales mediante chaqueo. **Agua:** Contaminación del agua, por uso de los cursos de agua como basural y abrevadero. Contaminación por la actividad minera. **Fauna:** Aumento de enfermedades por el insuficiente manejo en sanidad animal. Perturbación de la fauna silvestre (aves, mamíferos pequeños, reptiles) por manejo extensivo del ganado y chaqueo para habilitación de pastizales. **Aire:** Incremento de malos olores por emisión de gases debido a una mala disposición de desechos del ganado estabulado (Bovino y porcino) y por la crianza de pollos.	**Suelo:** Manejo del ganado y recuperación de praderas Manejo del estiércol del ganado bovino y porcino. Instalación de alambrado en áreas de pastoreo **Vegetación:** Implementar sistemas agroforestales o cortinas rompe vientos. Manejo de rastrojos Manejo de pasturas Recuperación de pastos nativos, mediante la instalación de cerramientos para garantizar la regeneración de pastos. (ver detalles en Anexo 8) Implementar barreras vivas y muertas en el área de cultivo. **Agua:** Cosecha de agua de lluvia para consumo del ganado en zonas con escasez de agua (atajados, Q´ochas, Q´otañas o estanques). Protección de riberas de río o canales de microriego **Fauna:** Construcción de cercos y alambrado para la crianza del ganado. Apoyo en sanidad animal **Aire:** Implementación de Biogás para el manejo de los gases producto de la actividad del ganado (bovino, porcino). **Asistencia técnica:** Asistencia técnica en sanidad animal. Manejo de rastrojos

Generación de gas metano por la presencia de ganado. **Climático:** Incremento de sequías por altas temperaturas y disminución de aguas superficiales	Manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos de acuerdo a la zona de cobertura Salud y seguridad ocupacional, dotar de equipos protectores para la fumigación de los cultivos con plaguicidas etiqueta verde o azul. **Climático:** Uso de semillas resistente a la sequía. Almacenamiento o cosecha de agua para época

Fuente: Elaboración propia PAR II. 2016

Los impactos ambientales que destacan en la actividad pecuaria son: la pérdida de cobertura vegetal por sobrepastoreo en praderas naturales, la generación de residuos sólidos y líquidos resultado de la producción de ganado estabulado, porcinocultura y avicultura que coadyuvan en la contaminación de suelos y agua.

Cabe resaltar, que para ejecutar cualquier proyecto se debe considerar la lista de exclusión (Anexo 2) para evitar la generación de impactos significativos que requieran medidas compensatorias y protectoras.

A continuación, podemos identificar de manera comparativa las actividades que lleva realizando el PAR II y las que se sugieren en el PAR II complementario para el buen manejo de los atributos ambientales y disminuir los impactos ambientales en cada actividad agropecuaria, siendo que el presupuesto en el área ambiental empleado es aproximadamente del 5% del total de las inversiones del Plan de Alianza. Los mismos se encuentran en detalle en el Anexo 8 – Plan de Manejo Ambiental:

PAR Y PAR II	PAR II AMPLIACIÓN
AGRÍCOLA	
• Se implementó Asistencia Técnica y capacitación a los productores de las diferentes alianzas. • Se aplicó el Manejo Integrado de Plagas. • Se adquiere y usa de manera adecuada el equipo de protección personal para los agricultores. • Se realizó la construcción de infraestructura agrícola: composteras para abono; canales y pozos de infiltración; construcción de lombricarios, etc. • Mallas de protección frente a granizadas • Dotación de maquinaria y equipo para el desarrollo productivo. • Dotación de insumos (plaguicidas de baja toxicidad, etiqueta azúl y/o verde, elaboración de fertilizantes naturales y bioles). • Se han realizado prácticas de conservación de suelos, rotación de cultivos. Descanso de parcelas para regeneración de bosques y pastos.	Dar continuidad a las actividades que se implementaron en el PAR y PAR II además de: Continuar con la Asistencia técnica y la capacitación a los agricultores. • Continuar con el Manejo Integrado de plagas y enfermedades. • Fomentar el uso de equipo de protección personal. • Fortalecer el manejo del estiércol mediante técnicas sencillas y fáciles de implementar, además de bajo costo (lombricultura, compostaje, abono bocachi, entre otros). • Continuar con rotación de cultivos y el Manejo de pasturas con especies locales. • Dar continuidad a evaluar preliminarmente las modificaciones del calendario agrícola por efectos del cambio climático de cada región para implementar diferentes actividades. Implementar: • Sistemas agroforestales en los cultivos.

• Incorporación de abonos naturales transformados (humuz y compost) para mejorar la fertilidad del suelo. • Pozas de infiltración • Pozos para tratamiento de aguas miel • Se trabaja con riego parcelario, como el riego por aspersión y el riego por goteo. • Centros de acopio, silos y almacenes. • Uso de semillas resistentes a heladas y sequía. • Asistencia Técnica en producción Orgánica en cacao, quinua, café y certificación orgánica. • Considera las modificaciones del calendario agrícola por efectos del cambio climático de cada región para implementar diferentes actividades. • Sistemas de riego y micro-riego para ampliar la superficie regada e incrementar la producción agrícola.	• Implementar barreras vivas o plantas perenes (árboles, arbustos y pastos nativos) sembrados en hileras transversales a la pendiente). • Implementar barreras muertas de piedra en curvas de nivel o terrazas de formación lenta. • Implementar terrazas o plataformas construidas de manera transversal a la pendiente del terreno (individual, angosto, de banco). • Protección vegetal de la ribera de ríos • Implementar cortinas rompe vientos para protección de cultivos y cercos vivos para estabilizar taludes. • Aplicar técnicas para mejorar la escasez y/o exceso de agua • Lograr el equilibrio entre los insumos y las cosechas. • Fortalecer los vínculos entre el agricultor y técnicos especializados para fomentar la sostenibilidad y uso de tecnologías adecuadas. • Fortalecer las capacidades a nivel de Analistas ambientales (AA), técnicos facilitadores, acompañantes y productores. • Implementar sistemas de riego y micro-riego tecnificado, para ampliar la superficie regada e incrementar la producción agrícola, siempre ligada al manejo sostenible de los recursos naturales. • Control de escurrimiento de aguas para encauzarlas o cosecha de agua.
PECUARIO	
• Se enfatizó el componente de Asistencia técnica para mejorar las actividades pecuarias en campo. Asistencia técnica veterinaria. • Construcción de infraestructura: Cámaras sépticas para residuos líquidos y sólidos; lagunas de oxidación, pozos ciegos, rellenos sanitarios; construcción de centros de acopio; potreros, purineras, lombricarios, composteras, etc. • Se cuenta con un manual de estandarización donde se describen las medidas de mitigación más exitosas •	• Continuar con la Asistencia técnica y capacitación a los productores de las futuras alianzas, principalmente en manejo de ganado, sanidad animal y normativa aplicable a cada producto permitiendo bioseguridad. • Manejo de ganado y pasturas con recuperación de pastos nativos. • Continuar con el manejo de estiércol hasta la obtención de abonos orgánicos. • Manejo del agua, mediante cosecha de agua de lluvia para el ganado. Almacenamiento de agua. • Continuar a demanda con la Construcción de cercos en concordancia con la técnica agrosilvopastoril. • Implementación de Biogás para el manejo de los gases producto de la actividad del ganado (bovino, porcino). • Implementar las sugerencias dentro del Plan de Manejo Ambiental

Lecciones aprendidas

Dentro del proceso de implementación de las alianzas en el PAR I y PAR II, se pueden rescatar las siguientes lecciones aprendidas:

- Las etapas o fases para la implementación de los subproyectos son adecuadas, hay que darle un mayor impulso a la elaboración del Plan de alianza y a la Evaluación ambiental, social y financiera.
- Es importante, fortalecer las capacidades a nivel de Analistas ambientales (AA), técnicos facilitadores, acompañantes y productores.
- La comunicación y coordinación entre todos los actores es clave para una buena implementación de los subproyectos.
- La implementación de buenas prácticas y medidas de mitigación desarrolladas en campo, tuvo impactos positivos dentro de la producción agropecuaria de los productores.
- La Capacitación a proveedores de servicios a consultores Facilitadores y Acompañantes, es un factor importante que permite identificar y dar seguimiento oportuno al ciclo productivo en la implementación de los planes de alianza.
- El componente de Asistencia Técnica es clave para mejorar las actividades dentro de cada subproyecto.
- El contar con manuales como el Manual de Gestión Ambiental y el Manual de Manejo Integrado de Plagas facilita el trabajo de los Analistas Ambientales.
- Desarrollo y aplicación de los diferentes instrumentos ayuda a sistematizar la información y generar una base de datos importante para el PAR II.

IX. ANÁLISIS DE AMENAZAS CLIMÁTICAS Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Bolivia es uno de los países andinos tropicales más vulnerables al cambio climático, esto se debe, entre otros, a la extrema pobreza de la población rural que vive en áreas de alto riesgo, la presencia de una gran biodiversidad y de ecosistemas vulnerables (PNCC, 2010). El aumento de las amenazas climáticas relacionadas principalmente con el incremento de la temperatura, las inundaciones, heladas y sequías, entre otros, han evidenciado impactos socioeconómicos considerables en el país (PNUD, 2013).

Actualmente, el PAR II ha venido desarrollando actividades productivas que consideran medidas de adaptación frente a las amenazas climáticas. Las amenazas climáticas identificadas en el PAR como aquellas mencionadas en la consulta ambiental, fueron analizadas al igual que los impactos que ocasionan las mismas sobre la actividad productiva (Cuadros N° 10 y Cuadro N° 12). La identificación de las medidas de adaptación actuales y futuras para la implementación del PAR II ampliación, se muestra en los Cuadros N° 11 y N° 13.

Además, se realizaron mapas de amenazas climáticas (Anexo 6) donde se observa el grado de amenaza de inundación, la amenaza de granizo, amenaza de helada y amenaza de sequía. Los resultados de la consulta coinciden con las áreas bajo riesgo de sequía estimadas por el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, 2014, donde las áreas de occidente correspondientes a las ecoregiones de valle y altiplano muestran un bajo nivel de amenaza de inundación mientras que muestran altas amenazas de sequía (Anexo 6).

Dentro del rubro agrícola, las amenazas climáticas más recurrentes son la sequía, la granizada, la helada y las lluvias (Cuadro N° 10). Respecto a las lluvias, llama la atención que en los nuevos municipios consultados coinciden que la misma ha disminuido, es más intensa y que no coincide con el calendario agrícola. La sequía impacta fuertemente en el rendimiento y producción de los cultivos, ya que su amenaza es más prolongada y dura más meses de lo habitual como se mencionó en la consulta para la región del altiplano.

Rubro agrícola

Cuadro N° 10. Amenazas climáticas e impactos sobre la producción agrícola identificados para el PAR actual y el PAR II ampliación.

Amenazas climáticas	Impactos en la producción
Alta humedad ambiental	Incidencia de enfermedades fungosas
Alta irradiación solar	Pérdida de producción, menor tiempo de vida del fruto
Vientos fuertes	Afectan la polinización de los cultivos, el encamamiento del cultivo y produce a la larga pérdida de la producción
Granizada	Afecta en la fase productiva de la papa, afectando las hojas y por ende el normal desarrollo del tubérculo. Puede disminuir el rendimiento cuando el cultivo está en plena floración. Baja la calidad del producto. Daño a la fruta, masa foliar y estructura de la planta Daño al cultivo en la etapa de emergencia o macollaje (desarrollo de hojas) Dependiendo de la intensidad puede destruir el cultivo por completo Disminuye el rendimiento, volumen y calidad de la producción Caída de flores Cuando es fuerte daña hojas y tallos.
Helada	Quema y caída del follaje y flores Cuando es intensa ocasiona la pérdida del cultivo. Daño a los frutos Deterioro y disminución del llenado de grano Disminuye el rendimiento debido a la pérdida de floración, falta de tuberización o quemazón de tallos, hojas, flores y frutos (mak´uncos). Disminuye volumen de producción Maltrata a la planta y la seca en la parte externa del suelo. El suelo se vuelve blando y es favorable para la producción. Produce mortandad de plantas Congela el agua existente en el citoplasma de las células de los cultivos, elimina cultivos sensibles como la papa y el tomate. Menor cosecha y quemado de fruta Ocasiona daño fisiológico en follaje
Exceso de Lluvia	Pérdida de superficies para la producción de plátano Aparición de plagas y enfermedades fungosas Pérdida de parcelas de producción Cuando son intensas en los periodos de mayor floración dificultan la polinización. Caída de flores y frutos cuajados. La planta sufre la interrupción de su ciclo productivo. Rendimientos bajos

	Provoca la floración adelantada y/o derrame de los frutos. No permite el secado de granos.
Lluvia	Afecta la calidad del grano de maní cosechado Proliferación de enfermedades fungosas que afectan al geocarpo y riesgo de contaminación del grano con aflatoxinas. Alta incidencia de crecimiento de arbustos que provoca competencia, y además, se caracteriza por ser hospedero de plagas como la mosca de la fruta Bajo rendimiento por hectárea cultivada Crecimiento de malezas Daño al cultivo en la etapa de emergencia o macollaje (desarrollo de hojas) y floración. Disminuye la producción de zanahoria y cebolla Largos periodos de exposición de la raíz de la planta a la humedad y posible pérdida de la planta Caída de frutos (guinda) Disminución de fertilidad del suelo. Aparición de plagas, chinches, mazorca negra, escoba de bruja etc. Perdida de cultivo por falta de lugar para almacenamiento los productos Afecta a la etapa de floración, la planta sufre la interrupción de su ciclo productivo. Pudrición de raíces, follaje y tubérculos. Mayor ataque de enfermedades fungosas. Marchitamiento de la parte aérea de la planta En la época de cosecha provoca ataque de hongos produciendo pudrición de granos
Lluvias tardías	Pérdida de granos y retraso en la cosecha por excesiva humedad. Disminución en el rendimiento
Precipitación pluvial en exceso (inundaciones)	Pérdida de parcelas de producción, pérdida del producto
Sequía	Retraso de la siembra. Germinación de la semilla de maíz sembrada. Causa estrés Hídrico de un 30% a 50% Afecta en el normal desarrollo del tubérculo en los meses de diciembre a mediados de enero. Afecta en época de formación de fruto, así mismo existe un manejo natural y ecológico, además la presencia de plagas es mínima (pulgones y arañuela) Afecta la producción de semilla de papa en los meses de diciembre a mediados de enero. Afecta seriamente en la producción de durazno, tanto en los volúmenes de producción como en la calidad del fruto Alteraciones Fisiológicas Afecta en la floración Baja productividad y calidad. Retraso de las siembras. Disminuye la capacidad de cuajado del grano (vainas sin granos). Reduce el llenado de granos (chuzos y de menor tamaño del grano) Disminuye la calidad y rendimiento Disminuye la producción Disminuye la fertilidad del suelo. Aparición de plagas, chinches, mazorca negra, escoba de bruja etc. Disminuye el rendimiento del cultivo por superficie, debido al déficit hídrico Disminuye el volumen de producción y calidad del producto

	Disminuye la formación de granos y llenado de mazorcas. Degradación de la cobertura vegetal por la presión de la carga animal. Disminuye la producción de papa, ajo, zanahoria, cítricos, uva y otros cultivos El aborto de frutos en la época de maduración de la mandarina en los meses de invierno (de junio a agosto) Muerte de plantas Afecta cuando las flores están cuajando o el fruto esta pequeñito Grano de maní sembrado se seca Menor cosecha y quemado de fruta Menor producción y productividad Reducción de la calidad de la planta Pérdida de las plantaciones Pérdida parcial o total del cultivo Retraso de siembras No siembras Afecta al inicio de la floración y caída de los pétalos.
Sequía en el mes de octubre a noviembre	Falta de agua para el riego. Menor rendimiento de la planta. Reducción de la calidad de la planta
Variabilidad Climática	Incidencia de enfermedades y plagas

Fuente: Elaboración propia PAR II, consulta ambiental. 2016

Frente a estas amenazas climáticas, actualmente se han realizado medidas de adaptación en el PAR II. Estas medidas como las identificadas para el PAR II ampliación, se muestran a continuación (Cuadro N° 11).

Cuadro N° 11. Medidas de adaptación identificadas en el PAR II y PAR II ampliación.

Medidas de Adaptación al Cambio Climático – Rubro agrícola
Riego: Implementación y ampliación de sistemas de riego a nivel parcelario. Riego por aspersión y goteo Construcción de reservorios de agua, estanques, canales de drenaje Adquisición de equipo para sistema de riego tecnificado y manejo adecuado de agua (motobomba más implementos) Aplicación de riego o estufas mediante la quema de rastrojos. Fogatas pequeñas. Instalación de sistema de riego, que garantizará la época de siembra y cosecha. Implementación de motobombas para aumentar el caudal de riego Mejoramiento de canales de riego (mangueras de succión y descarga), incrementando la capacidad de riego. **Asistencia técnica en:** Manejo de residuos sólidos y líquidos MIP y post cosecha Cadena Técnica Productiva. Uso de coberturas vivas para proteger el suelo y conservarlo húmedo. Sistema de producción sostenible aplicando SAF Sistemas Agroforestales combinando. Control de la floración de la planta (a través de podas temporales y aplicación de dormex). Agricultura y forestaría en la Unidades Productivas. Manejo del riego y Uso de cobertura muerta. En podas sanitarias, podas de punta mejorando el microclima para que no sea muy húmedo Producción orgánica Elaboración de calendario agrícola

Uso de semillas resistentes a la sequía. Uso de semillas de ciclo corto. Manejo y aplicación de información climática.
Manejo del huerto
Uso del calendario y pronósticos de lluvias, para prevenir planes de evacuación y/o limpieza de canales de drenaje

Estrategias:
Adelantar siembras, en estas épocas, porque ya son informados de la amenaza.
Los socios productores reciben información temprana de estaciones meteorológicas cercanas y otras alertas tempranas. Visualizar la predicción de tiempo.
Levantamiento de datos técnicos por parte del productor.
Monitoreo de registro de lluvias.
Entretenimiento a productores en la selección positiva de semilla
Atrasan la siembra de papa según la época de sequía. Cambio de variedades de floración tardía que escapen al periodo de heladas
Cambio por variedades resistentes a la sequía
Compra y dotación de semilla certificada apta para la sequia
Contar con un calendario de siembras adecuado a la variación pluvial de la región
Compra de carpas para la recolección y acopio de los granos, protección frente a la lluvia
Cambio de variedades a Duraznos tempraneros ó tardíos
Manejo adecuado de calendario agrícola e insumos
Plantación de terrenos productivos en barbecho
Realizar un calendario agrícola para establecer meses de mayor precipitación para la siembra del producto
Revalorización del conocimiento ancestral sobre prácticas agrícolas

Vegetación:
Conservan la vegetación natural del lugar a orillas de los arroyos y ríos para evitar desbordes y deslizamientos.
Uso de variedades tolerantes y/o resistentes a las amenazas climáticas
Incorporación de prácticas de manejo de cultivo y almacenaje y producción de bioles
Uso de semilla tolerante a la sequía.

Suelo:
Conocer el grado de fertilidad del suelo a través del estudio de suelo y agua y aplicar fertilizantes para mejorar el rendimiento
Conservación de suelos, con prácticas como rotación de cultivos, siembra en surcos perpendiculares a la pendiente, en algunos casos, la siembra directa.

Infraestructura:
Construcción de compostera aeróbica que permitirá la producción de abonos a base de pulpa de café que fertilizará los arboles de café para que la planta tenga mayor resistencia ante las amenazas climáticas.
Construcción de atajados (Para ver detalles del proceso constructivo ver Anexo 8)
Construcción de un centro de acopio para prever la cosecha temprana y para mitigar el efecto de las lluvias reduciendo la pérdida del producto
Revestimiento con cemento del canal para evitar pérdidas de agua.
Fuentes de cosecha y/o por pozos de extracción de agua y por sistema s de acumulación de agua como los atajados, tanques australianos y aljibes
Implementación de malla antigranizo
Implementación de equipos (TRAMPERAS) para el control de plagas (mosca de la Fruta).
Compra de tanques
Implementación de invernaderos

Fuente: Elaboración propia PAR II y consulta ambiental, 2016.

Rubro Pecuario

Dentro del rubro pecuario, las amenazas climáticas más recurrentes son la sequía, la helada y las lluvias (Cuadro N° 12). Se muestran también los impactos sobre la producción ganadera, apícola y piscícola.

Cuadro N° 12. Amenazas climáticas e impactos sobre la producción pecuaria identificados para el PAR II actual y el PAR II ampliación.

Amenazas climáticas	Impactos en la producción
Acortamiento de época de lluvia	Menor alimentación. Menor rendimiento
Cambios brucos de temperatura y mucha humedad	Predisposición a enfermedades especialmente en animales jóvenes. Mortandad de gallinas y predisposición a enfermedades
Exceso de calor y Sequía	Estanques: Falta de agua en las fuentes proveedoras, evaporación. Peces: Menor desarrollo
Focos de calor	Deshidratación
Fríos intensos	Disminución en la producción de miel mortandad de las abejas
Granizada	Destrucción de colmenas. Reducción de unidades productivas, diminución de los volúmenes producción Merma en la producción Perdida de aves Pérdida de follaje en los cultivos, lo cual reduce su rendimiento, provocando baja disponibilidad de alimento para el ganado. Incidencia de enfermedades.
Helada	Baja producción de leche, por tanto, disminución de ingresos por la venta de leche Baja producción mortandad de abejas y o migración Cuando la helada es intensa, baja la temperatura y la humedad relativa, puede acabar con el cultivo. Disminución de colmenas, Pérdida de colmenas, colmenas débiles no soportan el frio. Incremento en la mortandad de abejas, disminución de la producción de miel Perdida de núcleos Menor rendimiento de forrajes, escases de forraje, Incremento del costo de producción de la leche Mortandad de pollos, baja la producción Mortandad de peces y fitoplanton Pérdida de valor nutricional de forraje. Disminución en el rendimiento general. Provoca muertes en animales débiles por parásitos y bajo peso (flacos) afectados por la escasez de alimentos. Pérdida de peso por mayor competencia forrajera de hato. Reduce la producción, Incremento de riesgos para el productor. Disminución de la población de peces porque entran en un estrés crónico con el consecuente debilitamiento de sus defensas y aparición de enfermedades. Disminución en el rendimiento de ganancia de peso debido a la aparición de enfermedades. Congelamiento y pérdida de forrajes: (baja disponibilidad de alimento para el ganado). Disminución de peso de los animales. -Baja el rendimiento en leche - Aumenta la Incidencia de enfermedades. -Baja el porcentaje de fertilidad.

	Congelamiento del agua existente en el citoplasma de las células de los cultivos, eliminando por completo a los cultivos sensibles y plantas nativas que el ganado utiliza como ramoneo.
Incendios Forestales	Pérdida de flora melífera
Inundaciones	Degradación y muerte de pasturas. Aparición de enfermedades infecciosas Pérdida total de los pastizales, muerte de ganado por falta de alimento
Lluvia	La época de lluvias ayuda a bajar costos de producción de los productores, se requiere menos bombeo de agua de ríos porque las pozas de producción se llenan en forma natural. Las lluvias intensas producen un crecimiento excesivo de maleza en las pasturas e impide el óptimo aprovecha-miento del pasto para la alimentación del ganado. Pudrición de forraje Reduce la producción. Afecta la floración. Incremento de riesgos para las colmenas (muerte y/o enjambramiento por falta de alimento). Las abejas no salen a buscar alimento y consumen sus reservas, por lo que la producción. La humedad excesiva es un vehículo para la incidencia de enfermedades de la piel, disminuye la producción y la calidad de la carne. Lavado del néctar de las flores. Menor producción de néctar en días nublados. Baja actividad de pecoreo de las abejas en lluvias. Mayor ataque de plagas (hormigas, polilla). Pillaje entre abejas (robo de miel). Presencia de hongos en la cera, *Loque europea*. Anegación de cultivos, bajo rendimiento de forraje Dificulta el ordeño, transporte y acopio de leche Baja producción de leche, el pasto es de bajo valor nutricional, hay erosión de suelo y arrastre de nutrientes Las lluvias intensas produce un crecimiento excesivo de las malezas pasturas, e impide el óptimo aprovechamiento del pasto para la alimentación del ganado Se llevan los costos de producción y mortalidad de cerdos Pudrición y pérdida de forrajes: Suelos anegados que se compactarán o encharcarán. Afectación sobre la calidad de pasturas
Sequía	Mortalidad de ganado por la escasez de forraje y agua Predisposición a enfermedades y aumento de muertes. Bajo desarrollo de plantas, baja producción de forraje verde de pastoreo, por falta de humedad. Deficiencia alimenticia del hato ganadero por disminución de pasturas y escases de agua Dificultad en la accesibilidad al aprovisionamiento de agua Disminuye la cantidad de pasto disponible, baja la producción de leche, disminuye el peso de los animales, presencia de parásitos Incremento en el costo de producción de la leche. Las pasturas no desarrollan adecuadamente y existe la posibilidad de insuficiencia de materia verde para la alimentación del ganado Menor producción de Alfa Mortandad en terneros; abortos por falta de agua; pérdida de peso por escases de alimento, etc. Mortandad de cerdos y pérdida de peso por escases de alimentos de engorde para la piara Mortandad de ponedoras y pérdida y peso por la escases de alimento de engorde (ocasionando la baja producción de huevos)

	Disminución en la formación de núcleos, baja producción de miel Disminuye el crecimiento de las especies forrajeras. Bajos rendimientos en la producción de leche por escasa disponibilidad de forraje. Provoca muertes en animales enfermos y flacos por la mala alimentación a causa de la sequía Provoca muertes en animales flacos por la escasez alimentaria. Bajos rendimientos en peso vivo a momento de las ventas. Sufrimiento por estrés hídrico. Perdida de áreas de pastoreo Desnutrición de los animales Disminución de forraje. Baja disponibilidad de recursos hídricos para riego Poca disponibilidad de forraje. Reducción de la capacidad de producción de forraje Disminución del rendimiento de la colmena
Temperaturas Bajas	Las abejas no salen de sus colmenas y empiezan a consumir su propia miel Floración
Temperaturas extremas	Enferma a las abejas con Loquea Europea, reduce la producción de miel Perdida de núcleos Causa resecamiento e irritamiento de la piel de los cerdos, insolación de los animales por la exposición al sol Enfermedad del ganado. Reducción en la producción

Fuente: Elaboración propia PAR II y consulta ambiental. 2016

A nivel de la producción agrícola y pecuaria los efectos previstos son:

- Temperaturas más altas, que producen cambios en los productos y los tiempos en lo que se puede cultivar.
- Incremento en las plagas de insectos debido al aumento de la temperatura, que tiene como consecuencia pérdidas de la producción.
- Disminución en el volumen total de precipitaciones, durante la época de lluvias.
- Lluvias menos predecibles.
- Incremento en los casos de fenómenos climatológicos extremos, como severas heladas y granizadas, que muchas veces destrozan los cultivos y frecuentemente suceden en épocas inusuales del año.

Cuadro N° 13. Medidas de adaptación identificadas en el PAR y PAR II ampliación. Rubro pecuario.

Medidas de Adaptación al Cambio Climático en el rubro pecuario
Equipos Insumos: Contenedor de agua Cortadora de pasto y enfardadora de forraje Tanques (tinacos) de almacenaje de agua Semillas de pasturas para ensilaje, salas de ordeño Alambrado de potreros para rotación de pastoreo Apiarios y cajas. Tapar las cajas y alimentar por ese tiempo con azúcar. **Estrategias:** Almacenamiento de forrajes para el invierno. Venta de animales flacos por falta de forraje. Aplicación correcta de medicamentos

Adoptar métodos de manejo de la colmena (alimentación suplementaria) que ayuden a reducir el impacto del cambio climático.
Proveer alimentación permanente en todo el ciclo productivo
Ubicar colmenas en lugares protegidos. Proveer de alimento artificial de sostenimiento a las abejas
Utilización de tecnología para el mejoramiento de la producción
Elaboración de Calendario Sanitario de acuerdo a la región, para disminuir las enfermedades y decaimiento del ganado.
Uso de suplementos alimenticios en colmenas débiles. Uso de caballetes mejorados para evitar ataque de hormigas.
Uso y manejo eficiente de las fuentes y reservas de agua (vertientes). Manejo diferido de las áreas forrajeras con carga animal adecuada.
Se utiliza más tiempo la campana de cría
Identificar lugares accesibles para pastoreo de ganado en tiempo de radiaciones altas
Control adecuado de temperaturas mediante información previa de cambios climáticos
Controlar el manejo sanitario y medidas de bioseguridad en galpones
Cubrir con hule en horas frio las cajas de abejas
Manejo de potreros para la mejora de la calidad de pastos en la etapa de alimentación
Mantenimiento y control de malezas en las pasturas con el uso de desbrozadoras y equipo rudimentario (Machetes y Azadones).

Asistencia Técnica en:
Apicultura
Manejo de ensilaje para periodos secos
Manejo de Ganado y Pasturas (para manejo de pasturas ver Anexo 8).
Manejo de pasturas en periodos lluviosos, siembras escalonadas de pasturas y forrajes
Manejo de Pollos: Manejo adecuado del galpón según las diferentes estaciones del año
Sistema de producción aviar. Usar estufas en época de frio y controlar el exceso de temperaturas con las cortinas del galpón y un termómetro de máximas y mínimas.
Fortalecer la alimentación con vitaminas y minerales, tratamiento de enfermedades
Manejo integral de la colmena, Nutrición y sanidad. Aplicación del calendario apícola
Capacitación en conservación de forraje Optimización del manejo del agua a través del sistema de riego
Capacitación en implementación de bebederos.
Capacitación en la aplicación de prácticas agro culturales para la micro captación de agua en las parcelas de producción de forraje.
Capacitación en manejo de la parvada
Capacitación en prácticas agronómicas para reducir la vulnerabilidad de los cultivos forrajeros a los fenómenos de la helada (época de siembra, variedades precoces); Asistencia técnica en aplicación de prácticas agronómicas en parcelas forrajeras, para reducir pérdidas.
Capacitación y sensibilización en ACC.
Manejo Piscícola.
Manejo del hato ganadero
Conocimiento de técnicas de manejo de control de fuego (desarrollo de capacidades en los apicultores)
Manejo sistema silvopastoril.

Infraestructura:
Construcción de atajados en tiempo de escases de agua
Construcción de establos para manejar cortinas y reguardar a los lechones delos cambios bruscos de temperatura y mucha humedad y minimizar el stress en el ganado.
Construcción de porquerizas con piso y techo para la protección de la lluvia
Construir una planta procesadora de alimentos y realizar un taller de capacitación sobre la preparación de alimento balanceado y prevención de bioseguridad
Adecuación de la infraestructura de los techo de los galpones. Galpón para cerdos (3,00 x 8m)

Construcción de defensivos. Implemento de infraestructura productiva, cubiertas tipo tinglado Instalación de la calefacción Construcción de atajados y tanques de agua Cerramiento con alambre de púa, grapas y siembra de semilla de pasto **Agua:** Riego por aspersión Construcción de infraestructura productiva Perforación de pozos de agua que garantice la dotación del elemento en épocas de sequía. Sistemas de riego. Proveer agua a los animales. Realizar pozas con una profundidad de 3 al lado de desagüe 2.5 metros lado de toma de agua, el lado más profundo será refugio de los peces en periodo de heladas para evitar la mortalidad Manejo del nivel de aguas de las pozas para evitar el rebalse de las mismas. Identificar toma de agua permanente e implementar un sistema de aireación de los estanques para cambio de oxígeno. Uso y manejo eficiente de las fuentes y reservas de agua (tinacos) Crear barreras de humo y aplicar riego por aspersión Mejorar el aprovechamiento de las fuentes de agua existentes para riego. Desarrollar más la capacidad para la cosecha y almacenaje de agua de lluvia. Implementación de sistema de manejo en pozas que permitirá una remoción constante de los focos de humedad manteniendo seco el ambiente la mayor parte del año **Suelo:** Rotación de potreros para evitar la baja cantidad de pasto y evitar las quemas de pastizales para el control de malezas con la utilización de desbrozadoras Difundir prácticas de manejo y conservación de suelos. **Vegetación:** Siembra de pasto con semilla mejorada Siembras escalonadas de pasturas y forrajes. Uso de plantas resistentes al lavado del néctar por la lluvia Reforestación con plantas melíferas para meses de baja floración Resiembra de pastizales, con semilla de pasto *Decumbens* y B*rizantha* en sectores altos para evitar deterioro por inundación Conservación de forraje (ensilaje). -Henificación de forrajes que se producen en la zona

Fuente: Elaboración propia PAR II, consulta ambiental. 2016

X. RECOMENDACIONES PARA MINIMIZAR IMPACTOS AMBIENTALES EN EL PAR II AMPLIACIÓN

Los impactos ambientales negativos identificados dentro de las actividades financiadas por el PAR están relacionados con actividades puntuales dentro del rubro agrícola y pecuario. No obstante, los impactos potenciales derivados de estas actividades son perfectamente mitigables con la aplicación de técnicas de Manejo Integrado de Plagas, buenas prácticas de uso de la vegetación, conservación de suelos, prácticas agrosilvopastoriles, manejo y disposición de residuos de plaguicidas y la implementación de planes de manejo de residuos sólidos y líquidos. Además, considerando las buenas prácticas de comportamiento de los productores y técnicos.

Un aspecto muy importante surgido como demanda de los talleres de consulta, es la necesidad de capacitación en la temática de Manejo Integrado de Plagas y Cultivos, además de capacitación

en medidas de adaptación al cambio climático por las amenazas presentes de acuerdo a la vulnerabilidad de las zonas productivas.

Una de las metas dentro de las actividades para la ampliación del PAR II, es mejorar la infraestructura productiva mediante la implementación de sistemas de riego y micro riego. El riego es elemental para la transformación de la base productiva, el aprovechar el recurso hídrico con una buena infraestructura para riego permite ampliar la superficie regada e incrementar la producción agrícola en las zonas de cobertura del PAR II.

La construcción y/o mejoramiento de infraestructura de riego y micro riego debe considerar proteger las vertientes y fuentes de agua, así como las microcuencas donde existan estos sistemas.

Se recomienda, que la agricultura bajo riego esté ligada al manejo sostenible de los recursos naturales; como ser la conservación de suelos y el mejoramiento de su fertilidad mediante la incorporación de abonos verdes y residuos de cosecha; realizar compost; elaborar e incorporar abonos orgánicos; realizar plantaciones de barreras vivas con especies locales e introducidas; implementar cortinas rompe vientos y de cobertura vegetal; asociación y rotación de cultivos, control y manejo de malezas, laboreo mínimo y plantaciones forestales en cárcavas, cabeceras de cárcavas y riberas de ríos.

Además, desarrollar prácticas mecánicas en áreas cultivables y no cultivables, como ser: terrazas de formación lenta, zanjas de infiltración, zanjas de coronación; bordes perimetrales; surcos en contornos de nivel, control de cárcavas laterales, construcción de canales de drenaje, defensivos en ríos; espigones en los ríos y muros con gaviones.

Es necesario continuar con procesos de sensibilización sobre la preservación de recursos naturales, no sólo a nivel familiar sino también dentro de las organizaciones.

A continuación, se muestra un resumen de las medidas de prevención y mitigación que se recomiendan para las seis macro regiones propuestas. Cabe resaltar, que dentro de cada estudio de evaluación ambiental previo al plan de negocio se puede ajustar las actividades en función de cada región.

Los instrumentos que tiene el Proyecto de Alianzas Rurales son muy importantes para la gestión ambiental del PAR, entre ellos están el Manual de Gestión Ambiental del PAR II, el Manual de Estandarización de Medidas de Mitigación y los Manuales de Manejo Integrado de Plagas y el Manual Integrado de Plagas por cultivos (Anexo 7).

Finalmente, las actividades propuestas son parte de la integralidad de las inversiones de un sub-proyecto de Alianzas Rurales, siendo las mismas de bajo impacto ambiental, permitiendo el manejo y gestión sostenible de los recursos naturales a fin de garantizar la provisión de los servicios que de estas se generan y mejorar la calidad de vida de la población rural del país.

En Anexo 8 se presenta un Plan de Manejo Ambiental para diferentes regiones donde se desarrollará el PAR II, con un conjunto de prácticas agronómicas que deben ser considerados y aplicados en las regiones priorizadas por el proyecto.

MEDIDA DE PREVENCIÓN / MITIGACIÓN	ACCIONES	MACROREGIONES					
		ALTIPLANO	AMAZONÍA	CHACO	TRÓPICO	VALLES	YUNGAS
Suelo:							
Mantener y fomentar el uso de abono natural para mejorar la fertilidad del suelo.	Almacenamiento de estiércol de ganado (bovino y ovino).	x		x		x	
Lograr mejorar el proceso de manejo del estiércol según técnicas acordes a la zona de cobertura.	Habilitación y construcción de composteras, purineras, estercoleras, lombricarios. Implementación de estructuras como biogás. Construcción de camas para almácigos.	x	x	x	x	x	
Implementar rotación de cultivos para dar descanso al suelo y mejorar la producción.	Establecimiento de sistemas de rote. Utilizar leguminosas y cultivos que aporten nitrógeno, luego fósforo, potasio y azufre Labranza mínima	x		x	x	x	x
Vegetación:							
Mejorar la cobertura vegetal preferentemente con especies del lugar. Manejo de pasturas.	Prohibir el desmonte de vegetación nativa. Propagación de especies nativas para trasplante. No introducir especies exóticas. Mejorar la producción de forrajes para la crianza del ganado, preferentemente con pastos nativos *Festuca*. Sin embargo, se pueden usar de manera controlada *Phalaris*, pasto ovillo, pasto llorón y trébol, además de la alfalfa.	x	x	x	x	x	x
Implementar sistemas agroforestales en los cultivos.	Emplear árboles asociados a los cultivos agrícolas para mejorar los mismos. Especies forestales que aporten nitrógeno como las leguminosas (*Inga sp*., *Erytrina sp*).	x	x	x	x	x	x
Almacenamiento de productos	Instalar centros de acopio. Construir silos para cereales. Construcción de almacenes para papa y semillas.	x	x	x	x	x	x
Evitar el acceso a zonas sensibles de bofedal	Según las salvaguardas del Banco Mundial no se financiarán proyectos que degraden los bofedales. Excepto para sub-proyectos con ganado camélido, los cuales se alimentan en estas áreas,	x					

MEDIDA DE PREVENCIÓN / MITIGACIÓN	ACCIONES	MACROREGIONES					
		ALTIPLANO	AMAZONÍA	CHACO	TRÓPICO	VALLES	YUNGAS
	cuidar los bofedales con posible riego y transplantes.						
Implementar cercos o barreras vivas para la retención de sedimentos.	Se puede utilizar el tarwi (*Lupinus mutabilis*) como barrera viva. O especies según las características de cada región.	x		x		x	
Aplicar el Manejo Integral de plagas y enfermedades.	Mediante la Asistencia Técnica por parte del PAR, fomentar e impulsar el uso del Manual de Manejo Integral de Plagas, para el cuidado de sus cultivos	x	x	x	x	x	x
Agua:							
Aplicar tecnologías para mejorar la escasez y/o exceso de agua en algunas regiones (Sukakollos o camellones, Tarasukas, Q´ochas, Q´otañas, Zanjas de infiltración, Atajados).	Construcción de tecnologías según la región. Optimizar la utilización de agua a través de pequeños embalses.	x		x		x	
Implementar sistemas de riego y microriego	Adquisición de equipo para sistema de riego tecnificado y manejo adecuado de agua. Mejorar los sistemas de canales de riego para incrementar el caudal y evitar fugas de agua en la distribución.	x	x	x	x	x	x
Climático:							
Manejo de mallas de protección de cultivos frente a granizadas.	Proteger los cultivos de las granizadas, aplicando una malla de protección y evitando que el granizo dañe el cultivo.	x				x	
Uso de semillas resistentes a las heladas y sequía.	Rescate de semillas nativas que son resistentes a la helada y la sequía. Generar un banco de germoplasma de semillas. Mediante el manejo de pasturas; dejar descansar áreas de pastoreo y cerrar parcelas para la regeneración de semillas de pastos nativos. Dotación de semilla certificada para la sequía.	x	x	x		x	
Proteger las riberas de los ríos con especies vegetales para evitar desbordes.	Plantar especies cerca de las fuentes de agua para estabilizar el suelo y evitar desbordes.	x	x	x	x	x	x

MEDIDA DE PREVENCIÓN / MITIGACIÓN	ACCIONES	MACROREGIONES					
		ALTIPLANO	AMAZONÍA	CHACO	TRÓPICO	VALLES	YUNGAS
Implementación de cortinas rompe vientos para la protección de cultivos.	Utilizar especies arbustivas o arbóreas para proteger los cultivos de vientos fuertes.	x	x		x	x	
Implementar cercos vivos para estabilización de taludes.	En los lugares que sea necesario, cuidar el suelo con especies de plantas del lugar que den estabilidad al suelo y eviten procesos de erosión.	x		x		x	x
Asistencia técnica:							
Manejo adecuado de agroquímicos, herbicidas y plaguicidas.	Implementar el Manual de Manejo Integrado de Plagas. No utilizar sustancias tóxicas etiqueta roja y amarilla	x	x	x	x	x	x
Control biológico de malezas y plagas	Conocer las plagas y enfermedades de cada región para poder atacar a éstas de manera biológica, evitando los productos químicos	x	x	x	x	x	x
Manejo de cultivos, desventajas de los monocultivos.	Considerar cultivos combinados para cuidar el suelo. Asociar con especies forestales o arbustivas	x	x	x	x	x	x
Conservación del suelo y agua mediante buenas prácticas.	Implementar huertas familiares. Construcción de terrazas, atajados	x	x	x	x	x	x
Manejo de sistemas de riego y microriego	Cuidar las fuentes de agua existentes en cada región. Considerar la calidad de agua	x	x	x	x	x	x
Social:							
Provisión de equipo de seguridad y protección para los productores. Asistencia técnica en la manipulación de agroquímicos y fertilización orgánica.	Dotar de equipo para una buena manipulación de agroquímicos, preservando la salud humana y del ambiente. Dotar de equipo: casco truper, lentes, overol, botas y guantes	x	x	x	x	x	x
Considerar el calendario agrícola de cada lugar para implementar las diferentes actividades.	Ajustar los calendarios agrícolas locales para establecer meses de mayor precipitación, heladas, sequías, etc., y realizar la siembra de los diferentes cultivos	x	x	x	x	x	x

XI. BIBLIOGRAFÍA

AGRECOL, 2006. Desarrollo Agropecuario Sostenible en el Chaco Boliviano: Problemas, Tendencias, Potenciales y Experiencias www.agrecolandes.org

Banco Mundial, 2010. Desarrollo y cambio climático. Informe sobre el desarrollo mundial 2010. Washington, DC. 40 p.

Banco Mundial, 1994. Políticas, Procedimientos y Problemas, Libro de Consulta para Evaluación Ambiental, Directrices Operacionales, Departamento del Medio Ambiente, Washington D.C.

Burel, F & Baundry J. 2002. Ecología del Paisaje, conceptos, métodos y aplicaciones. Mundi-Prensa. Libros. Madrid. 353 pp. ISBN: 84-8476-014-6.
D.S. 29894 (2009). Estructura Organizativa del Órgano Ejecutivo del Estado Plurinacional.
DHV, 1993. Estudios agroecológicos, forestales y socio-económicos en la región de la castaña de la Amazonía boliviana. La Paz.

ESTRATEGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES LAS AMÉRICAS, 2012. Terminología, www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm

Escobari J., 2003. Problemática Ambiental en Bolivia, UDAPE, La Paz
Estrategia Nacional de Biodiversidad, ENB 2005

FAO. 2004. Los trabajadores agrícolas necesitan más protección contra los plaguicidas. Disponible en: http://www.fao/ag/agp/agpp/pesticide/default.htm.
http://www.careclimatechange.org/tk/integration/es/conceptos_clave/vulnerabilidad_al_cambio_climatico.html
Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN). 2015. Atlas Socioambiental de las Tierras Bajas y Yungas de Bolivia. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Ibisch, P.L. & G. Mérida. 2003. Biodiversidad la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. 1ra. Edic. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra. 638 p.

INE 2012- Censo Nacional de Población y Vivienda, La Paz, Bolivia

INE 2013. Censo Nacional Agropecuario, La Paz, Bolivia

Liberman, M. 2015. Recomendaciones para apoyar la producción sostenible de alimentos andinos en el Altiplano boliviano. PROANDINO.

Ley del Medio Ambiente y sus reglamento Nº 1333, La Paz, Bolivia

LIDEMA – ASDI. Vulnerabilidad de los Medios de Vida ante el Cambio Climático en Bolivia. La Paz – Bolivia. Octubre del 2010.

Navarro y Ferreira, 2004, Navarro, G. & M. Maldonado. 2002. Geografía ecológica de Bolivia: vegetación y ambientes acuáticos. 4ta. Edit. Centro de Ecología Simón I. Patiño-Departamento de Difusión. Cochabamba. 718 p.

Oxfam. 2009. Bolivia. Cambio Climático Pobreza y Adaptación. OXFAM Internacional 72 pp.
Proyecto de Alianzas Rurales, PAR 2008. Manual de Operaciones MDRAMA- BM

Proyecto de Alianzas Rurales, PAR 2007. Manual de Gestión Ambiental MDRAMA- BM

Proyecto de Alianzas Rurales, PAR 2009. Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental Complementario (EEIA-C) Región CHACO – 2009.

Proyecto de Alianzas Rurales, PAR 2009. Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental Complementario (EEIA-C) Región Norte de La Paz – Región del Lago Titicaca.

PAR Reglamento Operativo. MDRyT-BM 2010. La Paz, Bolivia

Proyecto EMPODERAR/DETI (2010). Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA).

PAR. Manual de Gestión Ambiental MDRyT-BM 2015. La Paz, Bolivia

PNUD. 2013. El avance en el conocimiento. El impacto del Cambio Climático en la biodiversidad (Bolivia). Imprenta ABASSE Ltda.

PNCC. 2010. Proyecto “Implementación de Mecanismo Nacional de Adaptación”. Memoria del evento Taller Relación de los efectos del Cambio Climático con el sector Agropecuario. Respuestas al documento de Diagnóstico de Vulnerabilidades e Impactos del Cambio Climático en el Sector de Desarrollo Rural y Seguridad Alimentaria en base a la Información Existente. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y Gestión y Desarrollo Forestal. Programa Nacional de Cambios Climáticos. La Paz – Bolivia.

Ribera, M. 1992. Regiones ecológicas. En: M. Marconi. Conservación de la Diversidad Biológica en Bolivia, CDC, Bolivia-USAID Bolivia. La Paz

Rodriguez-Auad, K. 2015. Indicadores climáticos del ayllu Corpa. En: Ruiz C. y Osorio F. 2015. Adaptación al cambio climático en el Altiplano norte de Bolivia: Efectos, Indicadores y medidas. La Paz - Bolivia

Solíz L. y S. Aguilar, 2005. Producción y economía campesino-indígena. Experiencias en seis ecoregiones de Bolivia 2001’2003. CIPCA. Cuadernos de investigación N° 62.

ANEXOS.

Anexo 1. Municipios de Cobertura PAR II actual y PAR II ampliación

DPTO	PROVINCIA	MUNICIPIO	Cobertura actual PAR II	Ampliación PAR II	MACROREGIÓN
Beni	Cercado	San Javier	x		Trópico
Beni	General Jose Ballivian	Reyes	x		Amazonía
Beni	General Jose Ballivian	Rurrenabaque	x		Amazonía
Beni	General Jose Ballivian	San Borja	x		Trópico
Beni	General Jose Ballivian	Santa Rosa	x		Trópico
Beni	Itenez	Baures	x		Trópico
Beni	Itenez	Huacaraje	x		Trópico
Beni	Itenez	Magdalena		x	Trópico
Beni	Mamore	Puerto Siles		x	Trópico
Beni	Mamore	San Joaquín		x	Trópico
Beni	Mamore	San Ramón		x	Trópico
Beni	Marban	Loreto		x	Trópico
Beni	Marban	San Andrés		x	Trópico
Beni	Moxos	San Ignacio		x	Trópico
Beni	Vaca Diez	Guayaramerín		x	Trópico
Beni	Vaca Diez	Riveralta		x	Amazonía
Beni	Yacuma	Exaltación		x	Trópico
Beni	Yacuma	Santa Ana		x	Trópico
Chuquisaca	Azurduy	Azurduy		x	Valles
Chuquisaca	Azurduy	Tarvita		x	Valles
Chuquisaca	Belisario Boeto	Villa Serrano		x	Valles
Chuquisaca	Hernando Siles	Huacareta	x		Chaco
Chuquisaca	Hernando Siles	Monteagudo	x		Chaco
Chuquisaca	Luis Calvo	Huacaya	x		Chaco
Chuquisaca	Luis Calvo	Macharetí	x		Chaco
Chuquisaca	Luis Calvo	Villa Vaca Guzmán	x		Chaco
Chuquisaca	Nor Cinti	Camargo	x		Valles
Chuquisaca	Nor Cinti	Incahuasi	x		Valles
Chuquisaca	Nor Cinti	San Lucas	x		Valles
Chuquisaca	Nor Cinti	Villa Charcas		x	Valles
Chuquisaca	Oropeza	Poroma		x	Valles

Chuquisaca	Oropeza	Yotala		x	Valles
Chuquisaca	Sur Cinti	Camataqui	x		Valles
Chuquisaca	Sur Cinti	Culpina	x		Valles
Chuquisaca	Sur Cinti	Las Carreras	x		Valles
Chuquisaca	Tomina	El Villar		x	Chaco
Chuquisaca	Tomina	Padilla		x	Valles
Chuquisaca	Tomina	Sopachuy		x	Valles
Chuquisaca	Tomina	Tomina		x	Valles
Chuquisaca	Tomina	Villa Alcalá		x	Valles
Chuquisaca	Yamparaez	Tarabuco		x	Valles
Chuquisaca	Yamparaez	Yamparáez		x	Valles
Chuquisaca	Zudañez	Icla		x	Valles
Chuquisaca	Zudañez	Mojocoya		x	Valles
Chuquisaca	Zudañez	Presto		x	Valles
Chuquisaca	Zudañez	Zudañez		x	Valles
Cochabamba	Arani	Arani	x		Valles
Cochabamba	Arani	Vacas	x		Valles
Cochabamba	Arque	Arque		x	Altiplano
Cochabamba	Arque	Tacopaya		x	Altiplano
Cochabamba	Ayopaya	Ayopaya	x		Valles
Cochabamba	Ayopaya	Cocapata		x	Yungas
Cochabamba	Ayopaya	Morochata	x		Valles
Cochabamba	Bolivar	Bolivar		x	Altiplano
Cochabamba	Campero	Aiquile		x	Valles
Cochabamba	Campero	Omereque		x	Valles
Cochabamba	Campero	Pasorapa		x	Valles
Cochabamba	Capinota	Capinota	x		Valles
Cochabamba	Capinota	Santivañez	x		Valles
Cochabamba	Capinota	Sicaya	x		Valles
Cochabamba	Carrasco	Bulo Bulo		x	Trópico
Cochabamba	Carrasco	Chimoré		x	Trópico
Cochabamba	Carrasco	Pocona	x		Valles
Cochabamba	Carrasco	Pojo		x	Valles
Cochabamba	Carrasco	Puerto Villarroel		x	Trópico
Cochabamba	Carrasco	Totora	x		Valles
Cochabamba	Chapare	Colomi	x		Valles
Cochabamba	Chapare	Sacaba		x	Valles
Cochabamba	Chapare	Villa Tunari		x	Trópico
Cochabamba	Esteban Arce	Anzaldo		x	Valles
Cochabamba	Esteban Arce	Arbieto	x		Valles
Cochabamba	Esteban Arce	Sacabamba		x	Valles

Cochabamba	Esteban Arce	Tarata	x		Valles
Cochabamba	German Jordan	Cliza	x		Valles
Cochabamba	German Jordan	Toko	x		Valles
Cochabamba	German Jordan	Tolata	x		Valles
Cochabamba	Mizque	Alalay		x	Valles
Cochabamba	Mizque	Mizque		x	Valles
Cochabamba	Mizque	Vila Vila		x	Valles
Cochabamba	Punata	Cuchumuela		x	Valles
Cochabamba	Punata	Punata	x		Valles
Cochabamba	Punata	San Benito	x		Valles
Cochabamba	Punata	Tacachi	x		Valles
Cochabamba	Punata	Villa Rivero	x		Valles
Cochabamba	Quillacollo	Colcapirhua		x	Valles
Cochabamba	Quillacollo	Quillacollo		x	Valles
Cochabamba	Quillacollo	Sipe Sipe	x		Valles
Cochabamba	Quillacollo	Tiquipaya		x	Valles
Cochabamba	Quillacollo	Vinto	x		Valles
Cochabamba	Tapacari	Tapacarí		x	Altiplano
Cochabamba	Tiraque	Shinahota		x	Trópico
Cochabamba	Tiraque	Tiraque	x		Valles
La Paz	Abel Iturralde	Ixiamas	x		Amazonía
La Paz	Abel Iturralde	San Buena Ventura	x		Amazonía
La Paz	Aroma	Ayo Ayo		x	Altiplano
La Paz	Aroma	Calamarca		x	Altiplano
La Paz	Aroma	Collana		x	Altiplano
La Paz	Aroma	Colquencha		x	Altiplano
La Paz	Aroma	Patacamaya		x	Altiplano
La Paz	Aroma	Sica Sica		x	Altiplano
La Paz	Aroma	Umala		x	Altiplano
La Paz	Bautista Saavedra	Curva		x	Valles
La Paz	Bautista Saavedra	Gral. Juán José Pérez (Charazani)		x	Valles
La Paz	Camacho	Escoma		x	Altiplano
La Paz	Camacho	Humanata		x	Altiplano
La Paz	Camacho	Mocomoco		x	Valles
La Paz	Camacho	Puerto Acosta		x	Altiplano
La Paz	Camacho	Puerto Carabuco		x	Altiplano
La Paz	Caranavi	Alto Beni	x		Yungas
La Paz	Caranavi	Caranavi	x		Yungas
La Paz	Franz Tamayo	Apolo	x		Amazonía
La Paz	Franz Tamayo	Pelechuco		x	Valles
La Paz	General Jose Manuel	Catacora		x	Altiplano

La Paz	General Jose Manuel	Santiago de Machaca		x	Altiplano
La Paz	Gualberto Villarroe	Chacarilla		x	Altiplano
La Paz	Gualberto Villarroe	Papel Pampa		x	Altiplano
La Paz	Gualberto Villarroe	San Pedro de Curahuara		x	Altiplano
La Paz	Ingavi	Desaguadero		x	Altiplano
La Paz	Ingavi	Guaqui		x	Altiplano
La Paz	Ingavi	Jesús de Machaca		x	Altiplano
La Paz	Ingavi	San Andrés de Machaca		x	Altiplano
La Paz	Ingavi	Taraco		x	Altiplano
La Paz	Ingavi	Tiawanacu		x	Altiplano
La Paz	Ingavi	Viacha		x	Altiplano
La Paz	Inquisivi	Cajuata	x		Yungas
La Paz	Inquisivi	Colquiri		x	Altiplano
La Paz	Inquisivi	Ichoca		x	Altiplano
La Paz	Inquisivi	Inquisivi	x		Yungas
La Paz	Inquisivi	Licoma Pampa	x		Yungas
La Paz	Inquisivi	Quime	x		Yungas
La Paz	Larecaja	Combaya		x	Altiplano
La Paz	Larecaja	Guanay	x		Yungas
La Paz	Larecaja	Mapiri	x		Yungas
La Paz	Larecaja	Quiabaya		x	Valles
La Paz	Larecaja	Sorata		x	Yungas
La Paz	Larecaja	Tacacoma		x	Yungas
La Paz	Larecaja	Teoponte	x		Yungas
La Paz	Larecaja	Tipuani	x		Yungas
La Paz	Loayza	Cairoma		x	Yungas
La Paz	Loayza	Luribay		x	Altiplano
La Paz	Loayza	Malla		x	Altiplano
La Paz	Loayza	Sapahaqui		x	Altiplano
La Paz	Loayza	Yaco		x	Altiplano
La Paz	Los Andes	Batallas		x	Altiplano
La Paz	Los Andes	Laja		x	Altiplano
La Paz	Los Andes	Pucarani		x	Altiplano
La Paz	Los Andes	Puerto Pérez		x	Altiplano
La Paz	Manco Kapac	Copacabana		x	Altiplano
La Paz	Manco Kapac	San Pedro de Tiquina		x	Altiplano
La Paz	Manco Kapac	Tito Yupanki		x	Altiplano
La Paz	Muñecas	Aucapata		x	Yungas
La Paz	Muñecas	Ayata		x	Yungas
La Paz	Muñecas	Chuma		x	Valles
La Paz	Murillo	Achocalla		x	Altiplano

La Paz	Murillo	Mecapaca		x	Altiplano
La Paz	Murillo	Palca		x	Altiplano
La Paz	Nor Yungas	Coripata	x		Yungas
La Paz	Nor Yungas	Coroico	x		Yungas
La Paz	Omasuyos	Achacachi		x	Altiplano
La Paz	Omasuyos	Ancoraimes		x	Altiplano
La Paz	Omasuyos	Chua Cocani		x	Altiplano
La Paz	Omasuyos	Huarina		x	Altiplano
La Paz	Omasuyos	Huatajata		x	Altiplano
La Paz	Omasuyos	Santiago de Huata		x	Altiplano
La Paz	Pacajes	Calacoto		x	Altiplano
La Paz	Pacajes	Caquiaviri		x	Altiplano
La Paz	Pacajes	Charaña		x	Altiplano
La Paz	Pacajes	Comanche		x	Altiplano
La Paz	Pacajes	Coro Coro		x	Altiplano
La Paz	Pacajes	Nazacara de Pacajes		x	Altiplano
La Paz	Pacajes	Santiago de Callapa		x	Altiplano
La Paz	Pacajes	Waldo Ballivian		x	Altiplano
La Paz	Sur Yungas	Chulumani	x		Yungas
La Paz	Sur Yungas	Irupana	x		Yungas
La Paz	Sur Yungas	La Asunta	x		Yungas
La Paz	Sur Yungas	Palos Blancos	x		Trópico
La Paz	Sur Yungas	Yanacachi	x		Yungas
Oruro	Abaroa	Challapata		x	Altiplano
Oruro	Abaroa	Santuario de Quillacas		x	Altiplano
Oruro	Carangas	Choque Cota		x	Altiplano
Oruro	Carangas	Corque		x	Altiplano
Oruro	Cercado	Caracollo		x	Altiplano
Oruro	Cercado	El Choro		x	Altiplano
Oruro	Cercado	Paria		x	Altiplano
Oruro	Ladislao Cabrera	Pampa Aullagas		x	Altiplano
Oruro	Ladislao Cabrera	Salinas de Garci Mendoza		x	Altiplano
Oruro	Litoral	Cruz de Machacamarca		x	Altiplano
Oruro	Litoral	Escara		x	Altiplano
Oruro	Litoral	Esmeralda		x	Altiplano
Oruro	Litoral	Huachacalla		x	Altiplano
Oruro	Litoral	Yunguyo del Litoral		x	Altiplano
Oruro	Mejillones	Carangas		x	Altiplano
Oruro	Mejillones	La Rivera		x	Altiplano
Oruro	Mejillones	Todos Santos		x	Altiplano

Oruro	Nor Carangas	Santiago de Huayllamarca		x	Altiplano
Oruro	Pantaleon Dalence	Huanuni		x	Altiplano
Oruro	Pantaleon Dalence	Machacamarca		x	Altiplano
Oruro	Poopo	Antequera		x	Altiplano
Oruro	Poopo	Pazña		x	Altiplano
Oruro	Poopo	Poopó		x	Altiplano
Oruro	Sabaya	Chipaya		x	Altiplano
Oruro	Sabaya	Coipasa		x	Altiplano
Oruro	Sabaya	Sabaya		x	Altiplano
Oruro	Sajama	Curahuara de Carangas		x	Altiplano
Oruro	Sajama	Turco		x	Altiplano
Oruro	San Pedro De Totora	Totora		x	Altiplano
Oruro	Saucari	Toledo		x	Altiplano
Oruro	Sebastian Pagador	Santiago de Huari		x	Altiplano
Oruro	Sur Carangas	Andamarca		x	Altiplano
Oruro	Sur Carangas	Belén de Andamarca		x	Altiplano
Oruro	Tomas Barron	Eucaliptus		x	Altiplano
Pando	Abuná	Ingavi		x	Amazonía
Pando	Abuná	Nacebe		x	Amazonía
Pando	Federico Roman	Eureka		x	Amazonía
Pando	Federico Roman	Nuevo Manoa		x	Amazonía
Pando	Federico Roman	Villa Nueva		x	Amazonía
Pando	Madre De Dios	Agua Dulce		x	Amazonía
Pando	Madre De Dios	Bolívar		x	Amazonía
Pando	Madre De Dios	Exaltación		x	Amazonía
Pando	Manuripi	Arroyo Grande		x	Amazonía
Pando	Manuripi	San Pablo		x	Amazonía
Pando	Manuripi	Victoria		x	Amazonía
Pando	Nicolas Suarez	Campo Ana Porvenir		x	Amazonía
Pando	Nicolas Suarez	Costa rica		x	Amazonía
Pando	Nicolas Suarez	Mukden		x	Amazonía
Pando	Nicolas Suarez	Santa Cruz		x	Amazonía
Potosi	Alonso de Ibañez	Caripuyo		x	Altiplano
Potosi	Alonso de Ibañez	Sacaca		x	Valles
Potosi	Antonio Quijarro	Porco		x	Altiplano
Potosi	Antonio Quijarro	Tomave		x	Altiplano
Potosi	Antonio Quijarro	Uyuni		x	Altiplano
Potosi	Charcas	San Pedro		x	Valles
Potosi	Charcas	Toro Toro		x	Valles
Potosi	Chayanta	Colquechaca		x	Altiplano
Potosi	Chayanta	Ocurí		x	Valles

Potosi	Chayanta	Pocoata		x	Altiplano
Potosi	Chayanta	Ravelo		x	Valles
Potosi	Cornelio Saavedra	Betanzos		x	Valles
Potosi	Cornelio Saavedra	Chaquí		x	Altiplano
Potosi	Cornelio Saavedra	Tacobamba		x	Valles
Potosi	Daniel Campos	Llica		x	Altiplano
Potosi	Daniel Campos	Tahua		x	Altiplano
Potosi	Enrique Baldivieso	San Agustín		x	Altiplano
Potosi	General Bernardino Bilbao	Acasio		x	Valles
Potosi	General Bernardino Bilbao	Arampampa		x	Valles
Potosi	Jose Maria Linares	Caiza "D"		x	Altiplano
Potosi	Jose Maria Linares	Ckochas		x	Valles
Potosi	Jose Maria Linares	Puna		x	Altiplano
Potosi	Modesto Omiste	Villazón	x		Valles
Potosi	Nor Chichas	Cotagaita	x		Altiplano
Potosi	Nor Chichas	Vitiche	x		Valles
Potosi	Nor Lipez	Colcha"K"		x	Altiplano
Potosi	Nor Lipez	San Pedro de Quemes		x	Altiplano
Potosi	Rafael Bustillo	Chayanta		x	Altiplano
Potosi	Rafael Bustillo	Chuquihuta		x	Valles
Potosi	Rafael Bustillo	Llallagua		x	Altiplano
Potosi	Rafael Bustillo	Uncía		x	Altiplano
Potosi	Sur Chichas	Atocha		x	Altiplano
Potosi	Sur Chichas	Tupiza	x		Altiplano
Potosi	Sur Lipez	Mojinete		x	Altiplano
Potosi	Sur Lipez	San Antonio de Esmoruco		x	Altiplano
Potosi	Sur Lipez	San Pablo de Lipez		x	Altiplano
Potosi	Tomas Frias	Tinquipaya		x	Altiplano
Potosi	Tomas Frias	Urmiri		x	Altiplano
Potosi	Tomas Frias	Yocalla		x	Altiplano
Santa Cruz	Andres Ibañez	Ayacucho	x		Trópico
Santa Cruz	Andres Ibañez	Cotoca		x	Trópico
Santa Cruz	Andres Ibañez	El Torno	x		Trópico
Santa Cruz	Andres Ibañez	La Guardia	x		Trópico
Santa Cruz	Angel Sandoval	San Matías		x	Trópico
Santa Cruz	Chiquitos	Pailón	x		Trópico
Santa Cruz	Chiquitos	Roboré		x	Trópico
Santa Cruz	Chiquitos	San José		x	Trópico
Santa Cruz	Cordillera	Boyuibe	x		Chaco
Santa Cruz	Cordillera	Cabezas	x		Chaco

Santa Cruz	Cordillera	Camiri	x		Chaco
Santa Cruz	Cordillera	Charagua		x	Chaco
Santa Cruz	Cordillera	Cuevo	x		Chaco
Santa Cruz	Cordillera	Gutiérrez	x		Chaco
Santa Cruz	Cordillera	Lagunillas	x		Chaco
Santa Cruz	Florida	Mairana	x		Valles
Santa Cruz	Florida	Pampa Grande	x		Valles
Santa Cruz	Florida	Quirusillas	x		Valles
Santa Cruz	Florida	Samaipata	x		Valles
Santa Cruz	German Busch	El Carmen Rivero Torrez		x	Trópico
Santa Cruz	German Busch	Puerto Quijarro		x	Trópico
Santa Cruz	German Busch	Puerto Suárez		x	Trópico
Santa Cruz	Guarayos	Ascención de Guarayos	x		Trópico
Santa Cruz	Guarayos	El Puente	x		Trópico
Santa Cruz	Guarayos	Urubicha	x		Trópico
Santa Cruz	Ichilo	Buena Vista	x		Trópico
Santa Cruz	Ichilo	San Carlos	x		Trópico
Santa Cruz	Ichilo	San Juan	x		Trópico
Santa Cruz	Ichilo	Yapacaní	x		Trópico
Santa Cruz	Manuel María Caballero	Comarapa	x		Valles
Santa Cruz	Manuel María Caballero	Saipina	x		Valles
Santa Cruz	Ñuflo De Chavez	Concepción	x		Trópico
Santa Cruz	Ñuflo De Chavez	Cuatro Cañadas	x		Trópico
Santa Cruz	Ñuflo De Chavez	San Antonio de Lomerio	x		Trópico
Santa Cruz	Ñuflo De Chavez	San Javier	x		Trópico
Santa Cruz	Ñuflo De Chavez	San Julián	x		Trópico
Santa Cruz	Ñuflo De Chavez	San Ramón	x		Trópico
Santa Cruz	Obispo Santisteban	Fernández Alonso	x		Trópico
Santa Cruz	Obispo Santisteban	Gral. Saavedra	x		Trópico
Santa Cruz	Obispo Santisteban	Mineros	x		Trópico
Santa Cruz	Obispo Santisteban	Montero	x		Trópico
Santa Cruz	Obispo Santisteban	San Pedro	x		Trópico
Santa Cruz	Sara	Colpa Belgica	x		Trópico
Santa Cruz	Sara	Portachuelo	x		Trópico
Santa Cruz	Sara	Santa Rosa del Sara	x		Trópico
Santa Cruz	Valle Grande	Moro Moro	x		Valles
Santa Cruz	Valle Grande	Postrer Valle	x		Valles
Santa Cruz	Valle Grande	Pucará	x		Valles
Santa Cruz	Valle Grande	Trigal	x		Valles
Santa Cruz	Valle Grande	Valle Grande	x		Valles

Santa Cruz	Velasco	San Ignacio	x		Trópico
Santa Cruz	Velasco	San Miguel	x		Trópico
Santa Cruz	Velasco	San Rafael	x		Trópico
Santa Cruz	Warnes	Okinawa Uno	x		Trópico
Santa Cruz	Warnes	Warnes		x	Trópico
Tarija	Arce	Bermejo	x		Chaco
Tarija	Arce	Padcaya	x		Valles
Tarija	Avilez	Uriondo	x		Valles
Tarija	Avilez	Yunchara	x		Valles
Tarija	Burnet O'Connor	Entre Ríos	x		Valles
Tarija	Gran Chaco	Caraparí	x		Chaco
Tarija	Gran Chaco	Villa Montes	x		Chaco
Tarija	Gran Chaco	Yacuiba	x		Chaco
Tarija	Mendez	El Puente	x		Valles
Tarija	Mendez	San Lorenzo	x		Valles

Anexo 2. Lista de Exclusión

No (a)	Salvaguardas / Lista de exclusión (b)
	OP/BP 4.01 EVALUACIÓN AMBIENTAL:
1	No se permite sub-proyectos que tengan impactos ambientales negativos no mitigables o no compensables p.e. la deforestación u otra forma de eliminación o degradación significativa de los hábitats naturales y aquellas que causen daños significativos al patrimonio natural y cultural
2	No son elegibles sub proyectos de cerdos en áreas periurbanas por el riesgo a la salud humana.
3	No es elegible la construcción de nuevos caminos.
	OP/BP 4.04 HABITAS NATURALES:
4	No se permite intervenciones en zonas núcleo de protección estricta de áreas protegidas.
5	No está permitida el aprovechamiento de: (i) especies de plantas o animales en peligro de extinción bajo protección legal, ii) especies raras y con baja abundancia o densidad poblacional, iii) especies con distribución restringida o en "manchones" muy localizados, con baja capacidad y potencialidad de regeneración natural, o con una alta especificidad de hábitat, iv) especies que se conozca tengan un nivel significativo de amenaza o vulnerabilidad en cuanto a su conservación.
6	No se permite subproyectos de uso directo y/o procesos extractivos en ecosistemas amenazados, de muy alta fragilidad o con procesos ecológicos particularmente sensibles.
7	No son elegibles los subproyectos que consideren la introducción de especies silvestres exóticas de fauna (p. e., tilapia, carpa, trucha, ranas, reptiles, crustáceos, moluscos, etc.) en ecosistemas naturales.
8	No se financiara el mejoramiento de caminos o puentes vehiculares en áreas de bosque natural y/o en áreas protegidas.
9	No son elegibles los subproyectos orientados al aprovechamiento de los recursos genéticos de plantas, animales y microorganismos nativos por la complejidad del proceso de acceso y por la dificultad de predecir los impactos ambientales, sociales y económicos.
	OP 4.09 CONTROL DE PLAGAS
10	No son elegibles subproyectos que requieren el uso de pesticidas de alta toxicidad o residualidad o el uso de agroquímicos incompatibles con el Control Integrado de Plagas o el manejo sostenible de los recursos naturales; no se financia el uso de pesticidas clasificados como Extremadamente Peligrosos (Clase 1A), Altamente Peligrosos (Clase 1B) y Moderadamente Peligrosos (Clase II) por la Organización Mundial de la Salud.
	OP/BP 4.12 REASENTAMIENTO INVOLUNTARIO
11	No se financian proyectos productivos o de apoyo a la producción que signifique el desplazamiento físico de comunidades y pueblos indígenas.
12	No se financia la compra de tierras con fondos del PAR II.
13	No se apoya proyectos en áreas con sobreposición de derechos o conflictos por la tenencia de la tierra.
	OP/BP 4.10 BOSQUES
14	Se excluyen los subproyectos productivos de las alianzas que consideren desmontes con fines de ampliación de tierras para uso agropecuario.

15	No son elegibles los subproyectos de aprovechamiento de madera de bosques naturales.
16	No son elegibles aquellas modalidades de ganadería de reemplazo en bosques primarios o secundarios
17	No son elegibles los proyectos de agricultura intensiva que implique la utilización de mayores superficies de ecosistemas naturales.
18	No son elegibles proyectos agrícolas que pudieran producir un reemplazo masivo de variedades de la agrobiodiversidad nativa agrícola por variedades introducidas; ni la expansión a gran escala (no mayor a 50 has por productor) de formas de monocultivos comerciales (p.e. flores, plantas medicinales, cultivos industriales).
19	No son elegibles los proyectos relacionados con corte de leña y producción de carbón o proyectos productivos que utilicen leña para la transformación de sus productos.
	OP/BP 4.11 RECURSOS CULTURALES FISICO
20	No es elegible subproyectos que afecten a cementerios, chullpares, patrimonio natural y cultural, incluyendo sitios arqueológicos e históricos.
	OP/BP 4.37 SEGURIDAD DE PRESAS
21	No se permitirá el financiamiento de presas o embalses con superficie mayor de 100 hectáreas; represas de altura mayor de 10 metros; y nuevas áreas de riego con superficie mayor de 200 hectáreas por alianza.

Anexo 3. Leyenda de Áreas Protegidas Nacionales - Corresponde al Mapa 1. Cobertura actual y de ampliación PAR II.

LEYENDA

AREAS PROTEGIDAS NACIONALES		
N°	**CODIGO**	**NOMBRE**
1	**AP-01**	Parque Nacional Sajama
2	**AP-02**	Parque Nacional Tunari
3	**AP-03**	Parque Nacional y Territorio Indigena Isiboro Securé
4	**AP-04**	Area Natural de Manejo Integado Naciona Apolobamba
5	**AP-05**	Reserva Nacional de Fauna Andina Eduardo Avaroa
6	**AP-06**	Reserva Nacional de Vida Silvestre Amazónica Manuripi
7	**AP-07**	Parque Nacional Noel Kempff Mercado
8	**AP-08**	Reserva de la Biósfera Estación Biológica del Beni
9	**AP-09**	Parque Nacional y Area Natural de Manejo Integrado Amboró
10	**AP-10**	Parque Nacional Toro Toro
11	**AP-11**	Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquía
12	**AP-12**	Reserva Biológica Cordillera de Sama
13	**AP-13**	Parque Nacional Y Refugio de Vida Silvestre Carrasco
14	**AP-14**	Reserva de la Biósfera y Territorio Indígena Pilón Lajas
15	**AP-15**	Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata
16	**AP-16**	Parque Nacional Y Area Natural de Manejo Integrado Madidi
17	**AP-17**	Parque Nacional Y Area Natural de Manejo Integrado Kaa-iya del Gran Chaco
18	**AP-18**	Area Natural de Manejo Integrado El Palmar
19	**AP-19**	Area Natural de Manejo Integrado San Matías
20	**AP-20**	Parque Nacional Y Area Natural de Manejo Integrado Otuquis
21	**AP-21**	Parque Nacional Y Area Natural de Manejo Integrado Aguarague
22	**AP-22**	Parque Nacional Y Area Natural de Manejo Integrado Iñao

Anexo 4. Leyenda de Áreas Protegidas Nacionales – Corresponde al Mapa 2. Macroregiones de PAR II ampliación

LEYENDA

AREAS PROTEGIDAS NACIONALES		
N°	**CODIGO**	**NOMBRE**
1	**AP-01**	Parque Nacional Sajama
2	**AP-02**	Parque Nacional Tunari
3	**AP-03**	Parque Nacional y Territorio Indigena Isiboro Securé
4	**AP-04**	Area Natural de Manejo Integado Naciona Apolobamba
5	**AP-05**	Reserva Nacional de Fauna Andina Eduardo Avaroa
6	**AP-06**	Reserva Nacional de Vida Silvestre Amazónica Manuripi
7	**AP-07**	Parque Nacional Noel Kempff Mercado
8	**AP-08**	Reserva de la Biósfera Estación Biológica del Beni
9	**AP-09**	Parque Nacional y Area Natural de Manejo Integrado Amboró
10	**AP-10**	Parque Nacional Toro Toro
11	**AP-11**	Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquía
12	**AP-12**	Reserva Biológica Cordillera de Sama
13	**AP-13**	Parque Nacional Y Refugio de Vida Silvestre Carrasco
14	**AP-14**	Reserva de la Biósfera y Territorio Indígena Pilón Lajas
15	**AP-15**	Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata
16	**AP-16**	Parque Nacional Y Area Natural de Manejo Integrado Madidi
17	**AP-17**	Parque Nacional Y Area Natural de Manejo Integrado Kaa-iya del Gran Chaco
18	**AP-18**	Area Natural de Manejo Integrado El Palmar
19	**AP-19**	Area Natural de Manejo Integrado San Matías
20	**AP-20**	Parque Nacional Y Area Natural de Manejo Integrado Otuquis
21	**AP-21**	Parque Nacional Y Area Natural de Manejo Integrado Aguarague
22	**AP-22**	Parque Nacional Y Area Natural de Manejo Integrado Iñao

ANEXO 5.

MEMORIA DE LA CONSULTA AMBIENTAL
TALLERES DE PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE ALIANZAS RURALES II

1. Antecedentes.

El Gobierno del Estado Plurinacional y el Banco Mundial, suscribieron el Convenio de Crédito 5170 - BO, aprobado mediante Ley Nº 354 del 03/04/2013, mismo que establece el contexto institucional para la ejecución del Proyecto de Alianzas Rurales - PAR II.

Asimismo la implementación del "proyecto" se desarrolla en el marco de la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, la Ley Marco de Autonomías y Descentralización "Andrés Ibáñez" N° 031 del 19 de julio de 2010, el D.S. N° 29894 del 7 de febrero del 2009 de Estructura Organizativa del Órgano Ejecutivo del Estado Plurinacional.

El Proyecto de Alianzas Rurales, dependiente del Programa EMPODERAR del Ministerio de la Desarrollo Rural y Tierras, en el marco del nuevo esquema del Sistema de Planificación Integral del Estado (SPIE - Ley 777), es una entidad operadora, que se articula al Pilar 6 "*SOBERANÍA PRODUCTIVA CON DIVERSIFICACIÓN Y DESARROLLO INTEGRAL SIN LA DICTADURA DELMERCADO CAPITALISTA*", y contribuye al logro de la meta 4 "Sistemas productivos óptimos: agropecuaria".

Con el objetivo de "mejorar el acceso a los mercados de los Productores Rurales pobres de áreas seleccionadas del país a través de modelo de Alianzas Productivas entre Pequeños Productores Rurales Organizados y el Compradora", y habiendo logrado resultados de impacto, medianteel modelo de alianzas productivas, el PAR II contribuye en el mediano y largo plazo a mejorar el ingreso de las familias rurales y a aliviar la pobreza, cumpliendo de esa manera las políticas definidas en el Plan de Desarrollo Económico y Social 2016 -2020.

2. Objetivo de La Consulta Ambiental

El Proyecto de Alianzas Rurales, en el marco de los antecedentes antes mencionados, realizó talleres en regiones predeterminadas para iniciar el proceso de socialización para la ampliación de su área de cobertura, y actualizar el Marco de Gestión Socio Ambiental (MGSA) del Proyecto, intercambiando conocimientos sobre aspectos ambientales, en este sentido los criterios expuestos fueron:

- Impactos ambientales y medidas de prevención y mitigación en actividades agropecuarias.
- Amenazas climáticas y prevención de riesgos en la actividad productiva.
  Plagas y enfermedades en diferentes cultivos
- Adaptación al Cambio Climático.

3. Conceptos centrales tratados en los talleres

Considerando el objetivo de los talleres los conceptos centrales fueron los siguientes:

Impacto Ambiental. Efecto causado por una actividad humana sobre el medio ambiente. Puede ser positivo o negativo

Pasivo Ambiental. Un sitio geográfico contaminado por la liberación de materiales, residuos extraños que no fueron remediados oportunamente y siguen causando efectos negativos al ambiente

Mitigación Ambiental. Tiene por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o actividad, cualquiera sea su fase de ejecución.

Cambio Climático. Modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional.

Riesgo Climático. Son situaciones adversas a las actividades humanas debido a un desarrollo inapropiado o mala adaptación del hombre a la naturaleza con los factores externos (cambio climático).

Vulnerabilidad Climática. Nivel al que un sistema [natural o humano] es susceptible, o no es capaz de soportar, los efectos adversos del cambio climático, incluidos la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática al que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación.

http://www.careclimatechange.org/tk/integration/es/conceptos_clave/vulnerabilidad_al_cambio_climatico.html

Adaptación climática. Ajustar los sistemas humanos y naturales en respuesta a riesgos actuales o esperados y sus efectos que atenúen el daño o aprovechen oportunidades beneficiosas

Considerando los criterios expuestos, para realizar una adecuada implementación del proyecto en las nuevas áreas de intervención, también se presentó de manera concurrente y sistematizada la base conceptual de la normativa ambiental vigente con la normativa de la entidad financiadora, resumiendo esta presentación en el siguiente cuadro 1:

Cuadro No. 1

Criterios de la Normativa Ambiental implementados en el PAR II

Normativa Nacional	Normativa de la Entidad Financiadora
• Categoría IV: Ley 1333 de Medio Ambiente y sus reglamentos complementarios. • Cumplimiento de reglamentación SENASAG • Norma sobre semillas de especies agrícolas (Categorías de registro y comercialización de semillas del INIAF) • Norma nacional específica.	• CATEGORÍA B: (Considera medidas de mitigación y prevención ambiental). • EVALUACIÓN AMBIENTAL (OP. 4.01) • HABITATS NATURALES (OP. 4.04) • MANEJO DE PLAGAS (OP 4.09) • BOSQUES (OP. 4.36) • PATRIMONIO CULTURAL (OP. 4. 11) • SEGURIDAD DE PRESAS (OP 4.37).

Medidas de adaptación al cambio climático

- Producción agrícola con especies y variedades resistentes a sequías
- Agricultura sostenible
- Conservación de la biodiversidad
- Almacenamiento, Uso adecuado y racional del agua
- Manejo y sistemas de riego eficientes (micro-riego)
- Sistemas de drenaje de agua para eventos como inundaciones

4. Áreas Nuevas de Ampliación del PAR II.

La consulta ambiental fue desarrollada de manera paralela a la consulta social. La selección de municipios se basó en criterios de centros poblados donde concurren los municipios cercanos que entrarán en la ampliación del área de intervención del PAR II. En ese sentido, en el Cuadro 2 se muestra el detalle de la implementación de los diferentes talleres y la fecha de realización.

Cuadro No. 2

Regiones y Municipios consultados para la ampliación del Proyecto de Alianzas Rurales PAR II

Departamento	Región Priorizada	Municipios	Lugar del Taller	Fecha
Cochabamba	Valles y región Metropolitana	Cochabamba, Quillacollo, Colcapirhua, Tiquipaya, Sacaba, Cuchumuela, Pojo, Bolivar, Arque, Tapacarí y Omereque	Casa Campestre – Municipio de Quillacollo	29/08
	Trópico de Cochabamba	Entre Rios, Bulo Bulo, Puerto Villarroel, Villa Tunari, Shinahota, Chimoré.	Mancomunidad de Municipios del Trópico de Cochabamba	31/08
La Paz	Valles del Norte	Sorata, Chuma, Combaya, Aucapata, Ayata, Tacacoma, Quiabaya	Salón de reuniones del GAM Quiabaya	22/09
	Valles y región Metropolitana	Cairoma, Mecapaca, Palca, Achocalla, El Alto, La Paz	Casa Padre Damián – Municipio de La Paz	13/09
Potosí	Valles del Norte Potosí	Toro Toro, San Pedro de Buena Vista, Sacaca, Acacio, Arampampa, Chayanta, Pocoata, Colquechaca.	Salon Rosas Tikas – Municipio de Torotoro	07/09
	Norte Potosí	Atocha, Chaqui, Puna, Chicas, Betanzos, Ocuri, Tacobamba, Chuquihuta.	Salón de eventos GAM Potosí	05/09

5. Actividades desarrolladas para la Consulta Ambiental

Las actividades desarrolladas para implementar la consulta ambiental se detallan a continuación:

- Se revisó información existente y disponible dentro del Proyecto de Alianzas Rurales para elaborar los instrumentos de consulta.
- Se coordinó de manera permanente con la Especialista Ambiental del PAR II.
- Se organizó la logística de los talleres correspondientes a la consultora ambiental.
- Se contó con el apoyo de un moderador para los talleres, cuyo trabajo era requerido antes, durante y después del taller.
- La convocatoria para los talleres se basó en el envío de notas de invitación para los talleres de Cochabamba, Toro Toro y Quiabaya, donde se hizo el seguimiento a la recepción de las mismas y a la confirmación de la participación de todos los invitados (Anexo 1).
- Para la convocatoria, se identificaron los principales canales de comunicación entre los actores a ser convocados.
- Se identificaron a los alcaldes, secretarios de desarrollo productivo de los municipios, concejales, organizaciones productivas y sociales como las bases de los productores de los diferentes municipios (Cuadro 3).

Cuadro No. 3

Relación de Convocatoria de Instituciones/Asociaciones al taller vs. Personas asistentes

	Notas a Instituciones/Asociaciones	Personas Asistentes
Cochabamba		
N		28
S	40	23
La Paz		
N		46
S	23	23
Potosí		
N		63
S	48	24
Total general	**111**	**207**

Fuente: Elaboración Propia. Se muestra la asistencia vía nota (N=Nota, S= Sin nota) Y el total de personas convocadas.

- Se utilizó cuñas radiales para llegar a un mayor público en los talleres de Toro Toro (Radio Pío XII) y Quiabaya (Radio San Gabriel).
- Adicionalmente, se coordinó con el consultor de la parte social los talleres designados a su cargo.
- Se solicitó colaboración de las Regionales del PAR II principalmente para el taller de Cochabamba.
- Se dio a conocer el programa (Anexo 2) y el proyecto PAR II a los nuevos municipios (autoridades municipales y organizaciones que se dedican a la actividad agropecuaria), mediante la exposición de un funcionario del PAR que acompañó permanentemente cada taller.
- Se recogió la percepción de los actores locales.

La información fue levantada a través de:

a. Entrevistas semiestructuradas para informantes clave previamente validadas por el PAR. Se hicieron las entrevistas a alcaldes, secretarios de desarrollo productivo de algunos municipios y a representantes de organizaciones de productores dentro de las áreas de intervención.

b. Trabajo en grupos y llenado de cuestionarios con información semiestructurada por rubro agrícola, pecuario y tema agua.

Se llenaron las listas de participantes para todos los talleres (Anexo 3) y para el caso de Quiabaya la lista de devolución de pasajes (Anexo 4).

6. Descripción del relevamiento de información

Para realizar un análisis concurrente de la información de los talleres efectuados en los diferentes departamentos, se aplicó instrumentos en encuestas y mesas de trabajo que permitan hacer un relevamiento de la percepción ambiental regional, en base a criterios comunes con respecto a la producción agrícola (Cuadro 4) y pecuaria.

6.1. Producción Agrícola

Cuadro No.4

Principales Productos Agrícolas a nivel de regiones y municipios

Regiones	Municipios	Principales productos agrícolas					
Valles y región Metropolitana Cochabamba	Cochabamba (Cercado), Quillacollo, Colcapirhua, Tiquipaya, Sacaba, Cuchumuela y Omereque.	Tubérculos (Papa - papaliza)	Floricultura	Hortalizas	Cereales (Maíz, cebada)		
Trópico de Cochabamba	Entre Ríos, Shinahota, Puerto Villarroel, Villa Tunari, Chimoré.	Banano	Piña	Coca	Cacao	Palmito	
Valles del Norte de La Paz	Sorata, Chuma, Combaya, Aucapata, Ayata, Tacacoma, Quiabaya.	Maíz	Tubérculos (Papa, Oca, papaliza)	Legumbres (Haba, Arveja)	Cereales (Trigo, cebada	Horticultura	Frutales (Durazno)
	Cairoma, Mecapaca, Palca, Achocalla, El Alto, La Paz	Papa	Haba	Hortalizas	Maíz(Choclo)	Frutales (Durazno)	Cereales (Trigo, Cebada)

Valles y región Metropolitana La Paz	La Paz (Distrito tropical de Zongo)	Arroz	Café	Frutales (Plátano, Papaya, Cítricos	Café	Apicultura	
Valles del Norte Potosí	Torotoro, San Pedro de Buena Vista, Sacaca, Acacio, Arampampa, Chayanta, Pocoata, Colquechaca.	Papa	Maíz	Legumbres (Haba, Arveja)	Cereales (Trigo, Cebada, Avena,Centeno)	Frutales (Durazno, Papaya)	Tuna
Valles , Puna Norte Potosí	Atocha, Chaqui, Puna, Chicas, Betanzos, Ocuri, Tacobamba, Chuquihuta.	Papa	Maíz	Cereales (Trigo, Cebada)	Legumbres (Haba, Arveja)		

Sobre la base de información obtenida, los principales productos agrícolas son diversos, considerando las ecorregiones consultadas, se puede indicar lo siguiente:

En la región de Puna, Valles Altos y Valles, la producción de Papa, Maíz, Cereales (Trigo, Cebada, Avena, Centeno), tiene un enfoque de autoabastecimiento, y solo los excedentes se comercializan de manera excepcional, pero con respecto a las hortalizas y frutales, estos se producen con fines de comercializar en los mercados cercanos.

Solo se debe puntualizar que en la región de Valles de Cochabamba la Floricultura está orientada a la comercialización en la ciudad de Cochabamba.

Otro aspecto relevante es que, la producción agrícola y de aquella que está especializada en frutales, tiene la orientación de comercialización con las siguientes características:

- Trópico de Cochabamba, el banano y piña, con fines de hasta exportación.
- La Paz - Zongo, Café y Frutales, para comercializar en la zona metropolitana de La Paz.
- Valles norte de La Paz y valles de La Paz, producen frutales para comercializar en la zona metropolitana de La Paz

Considerando que la producción agrícola tiene una articulación directa con la provisión de agua, en las regiones consultadas se tiene características similares, con respecto a la provisión de este recurso (Cuadro 5):

Cuadro No. 5

Provisión de agua para la producción Agrícola a nivel de regiones

Regiones	Formas de provisión de Agua para actividades Agrícolas					
	Lluvia	**Acequia**	**Atajado**	**Pozo**	**Vertiente**	**Rio**
Valles y región Metropolitana Cochabamba	La cosecha de agua de lluvia, y es la principal fuente de agua para las actividades agrícolas	No	No	Si existen pozos, se consideran de profundidad	Se capta agua en las zonas altas	Aguas residuales del Rio Rocha, Quimbol e Industrias FINO.
Trópico de Cochabamba	Existe abundancia de agua en la región					
Valles del Norte de La Paz	La lluvia es la principal fuente de provisión de agua, así mismo se utilizan todas las formas para almacenar y captar agua para la agricultura, menos la forma de **Atajados**, porque las características de los valles interandinos, no permiten una fácil construcción y estabilización para este tipo de infraestructuras que almacenan agua.					
Valles y región Metropolitana La Paz						
La Paz Zongo	Existe abundancia de agua en la región					
Valles del Norte Potosí	La lluvia es la principal fuente de provisión de agua para las actividades productivas y las demás formas de provisión de agua son suplementarias para las épocas de estiaje.					
Valles, Puna Norte Potosí						

Considerando que el agua es un recurso escaso y limitado, en las ecorregiones consultadas se están desarrollando algunos sistemas de riego, que se describen en el siguiente cuadro 6:

Cuadro No. 6

Desarrollo de sistemas de riego a nivel de regiones y municipios

Regiones	Municipios "CON" Sistemas de Riego	Característica de sistema	Municipios "SIN" Sistemas de Riego	Criterios por la NO implementación de Sistemas de Riego
Valles y región Metropolitana Cochabamba	Cochabamba (Cercado), Quillacollo, Colcapirhua, Tiquipaya, Sacaba, Cuchumuela y Omereque.	Se canaliza mediante tuberías o métodos rústicos para aplicar riego por inundación. En otras zonas se utiliza agua mediante bombeo para aplicar sistemas de riego por aspersión.		
Trópico de Cochabamba			Entre Ríos, Shinahota, Puerto Villarroel, Villa Tunari, Chimoré.	Abundante agua

Valles del Norte de La Paz			Sorata, Chuma, Combaya, Aucapata, Ayata, Tacacoma, Quiabaya.	Falta agua
Valles y región Metropolitana La Paz	Cairoma, Mecapaca, Palca, Achocalla, El Alto, La Paz	Se tiene entubado de acequias, y en algunas zonas se tiene sistemas de aspersores.		
La Paz - Zongo			La Paz (Distrito tropical de Zongo)	Abundante agua
Valles del Norte Potosí	Torotoro, San Pedro de Buena Vista, Sacaca, Pocoata, Colquechaca.	Son sistemas de micro riego a nivel familiar, asimismo dependiendo la zona se aplica riego por inundación y aspersión.	Acacio, Arampampa, Chayanta,	Falta de agua
Valles, Puna Norte Potosí	Atocha, Chaqui, Puna, Chicas, Betanzos, Ocuri, Tacobamba, Chuquihuta.	Son sistemas de canalización de aguas de vertientes y acequias por tubería.		

Otro aspecto fundamental para un desarrollo agrícola productivo, es la tecnología que aplican los productores en sus Unidades Productivas, y en el siguiente cuadro describimos tres factores importantes, que son Mecanización, Fertilización y Uso de Semillas (Cuadro 7).

Cuadro No. 7

Uso de tecnología agrícola por regiones consultadas a nivel de regiones

Regiones	Mecanización			Fertilización		Uso de Semillas	
	Arado	Tractor	Otro	Orgánico	Químico	Certificada	Local
Valles y región Metropolitana Cochabamba		Se usa tractor	Yunta	Abonos orgánicos, sobre la base de estiércol	Se usa fertilizantes químicos sin asesoramiento	Se usa semilla mejorada certificada	Se usa semilla Local
Trópico de Cochabamba		Tractor para la preparación de suelos		Abonos Orgánicos, sobre la base de estiércol	Se usa fertilizantes químicos sin asesoramiento	Se usa semilla mejorada certificada	Se usa semilla Local
Valles del Norte de La Paz		Si preparado de Suelos		Chonta, arado	Si orgánicos, oveja y camélidos	No	Local
Valles y región Metropolitana La Paz (Zongo)	Yunta		Manual	Si, estiércol	Químicos como la Urea y Fosfatos al 50%	Si	Si
Valles del Norte Potosí	Arado de Yunta	Tractor para el preparado y rotulado de suelos y se fleta la cosechadora		Si, Abono natural, ovinos, vacunos	18-46-00, 46-00	Si	Si

Regiones	Mecanización			Fertilización		Uso de Semillas	
	Arado	Tractor	Otro	Orgánico	Químico	Certificada	Local
Valles, Puna Norte Potosí	Yunta	Si, se utiliza para Barbecho y Rastrillado		Bosta de vaca, guano de oveja	Fosfato 18-46-00, Urea	Si, con etiqueta certificada	si

Con respecto a las enfermedades y plagas (Cuadro 8), en todas las ecorregiones determinaron que los cultivos más vulnerables.

Cuadro No.8

Plagas y enfermedades comunes

Cultivo	Plaga	Forma de Combatir	Enfermedad	Forma de Combatir
Papa	Gusano, polillas Pulguillas		Tizon, Phytoptora	Fungicidas
Maíz	Gorgojo, gusanos minadores	Tamaron	Roya, Carbón	Control cultural
Cereales (Trigo, Cebada, Avena)	Gusanos, pulgones, Polillas	Shampoo	Roya, carbón, Fusarium	
Legumbres	Pulguillas	Dimetoato	Machas	
Cítricos	Pulgones		Hongos	
Banano	Picudos		Sigatoka	Fungicidas

Para tener una dimensión del estado ambiental, sobre las cuales se desarrolla las actividades agrícolas y pecuarias (Cuadro 9).

También se levantó información sobre la percepción frente al Cambio climático (Cuadro 10, Cuadro 11 y Cuadro 12).

Cuadro No. 9

Elementos identificados como susceptibles a la contaminación a nivel de regiones

Regiones	Elementos susceptibles a la contaminación				
	Agua	Suelo	Aire (polvo)	Flora	Fauna
Valles y región Metropolitana Cochabamba	Contaminación por agroquímicos, basura industrial y aguas residuales	Contaminación por agroquímicos, perdida de fertilidad, salinización	Contaminación por quema	Disminución de especies Floricultura, tubérculos nativos	Disminución de fauna nativa, más roedores e insectos
Trópico de Cochabamba	Contaminación (basura, tóxicos,)	Acidificación	Chaqueo		Perdida de especies, como serpientes, gatos de monte
Valles del Norte de La Paz	Contaminación,	Erosión, perdida de fertilidad, derrumbes		Deforestación	
Valles y región Metropolitana La Paz	Aguas residuales	Erosión	Contaminación por polvo, smog		Perdida de avifauna, vizcachas
Valles del Norte Potosí		Erosión		Perdida de especies nativas en papa y otros tubérculos	
Valles, Puna Norte Potosí	Contaminación por actividades minera	Erosión, suelos menos fértiles			

Cuadro No. 10

Percepción de Factores climáticos que afectan la producción agrícola (Lluvia y Sequia) a nivel de regiones

Regiones	Lluvia			Sequia	
	Cantidad	Intensidad	Estacionalidad	Intensidad	Estacionalidad
Valles y región Metropolitana Cochabamba	Escasez y falta lluvia	Menos intensas son las lluvias.	Reducción de agosto-noviembre.	Son más fuertes.	Aumento su estacionalidad de marzo a septiembre.
Trópico de Cochabamba	Igual	No hay cambios.	Esta entre que se adelante y/o atrasa, fuera de las fechas agrícolas.	No hay	
Valles del Norte de La Paz	Si, poca lluvia hay con respecto al pasado	Normal.	Variación con el calendario agrícola, está mal distribuida.		Más de 5 meses está la temporada de sequía.
Valles y región Metropolitana La Paz	Un poco menos	Normal, solo la lluvia es intensa en las zonas que tiene influencia de la cumbre.	Solo dura 2 meses.		Abril a diciembre.
Valles del Norte Potosí	Variación, hay menos lluvia	No son fuertes las lluvias.	No está lloviendo 4 meses hay de lluvia.	Más fuertes, congelan	Hay más tiempo de Sequía.
Valles, Puna Norte Potosí	Poca agua llueve		Variable - diciembre a marzo.	Más fuerte es la sequía y más tiempo duran	Mas meses está en sequia

Cuadro No. 11

Percepción de Factores climáticos que afectan la producción agrícola (Helada y Granizo) a nivel de regiones

Regiones	Helada		Granizo	
	Intensidad	Estacionalidad	Intensidad	Estacionalidad
Valles y región Metropolitana Cochabamba	Por el Cambio climático, son más fuertes, con vientos y nubes rojas.	Mas meses	Si hay más granizo	
Trópico de Cochabamba	No hay, solo Surazos		No	
Valles del Norte de La Paz	Iguales	Están en su Tiempo	Hay granizos más grandes	
Valles y región Metropolitana La Paz	Mas heladas			
Valles del Norte Potosí	Llegan hasta los -15°C	Se está extendió su temporalidad	Granizadas más intensas con la helada	
Valles, Puna Norte Potosí	Hay más heladas	Mas heladas entre junio - agosto		

Cuadro No. 12

Percepción de Eventos y Factores climáticos que afectan la producción agrícola (Derrumbes, Viento, Temperatura, Radiación) a nivel de regiones

Regiones	Eventos	Factores Climáticos		
	Derrumbes	Vientos	Temperatura	Radiación Solar
Valles y región Metropolitana Cochabamba	No	A veces hay vientos huracanados	Hay más calor	Mas fuerte está el sol, se siente el efecto invernadero
Trópico de Cochabamba	No	Vientos huracanados	Un poco subió	
Valles del Norte de La Paz	Si hay derrumbes, perdida de suelos.	Vientos más fuertes	Hay aumento	Más fuerte, quema la piel.
Valles y región Metropolitana La Paz	Si, por filtración de aguas residuales hay hundimientos.	Presencia de vientos fuertes en las laderas		Hay incremento en el brillo del sol.
Valles del Norte Potosí	Si	Vientos Huracanados		
Valles, Puna Norte Potosí	Si,	Vientos Huracanados		

6.2. Actividades Pecuarias

Como parte del análisis ambiental en las regiones priorizadas, se realizó un levantamiento de las características pecuarias (Cuadro 13)

Cuadro No.13

Descripción de las Actividades Pecuarias por región y municipio

Regiones	Municipios	Actividades Pecuarias			
		Fines comerciales	**Subsistencia**	**Alimentación**	**Provisión de Agua**
Valles y región Metropolitana Cochabamba	Cochabamba (Cercado), Quillacollo, Colcapirhua, Tiquipaya, Sacaba, Cuchumuela y Omereque.	Bovino (leche), porcinos, avicultura		Balanceado, forrajes áreas de pastoreo, desechos de cultivos (hojas y cascaras)	Bebedero, pozo, rio (aguas residuales Rio Rocha)
Trópico de Cochabamba	Entre Ríos, Shinahota, Puerto Villarroel, Villa Tunari, Chimoré.	Ganadería, Piscicultura		Balanceado, áreas de pastoreo y forrajes	Vertiente, rio.
Valles del Norte de La Paz	Sorata, Chuma, Combaya, Aucapata, Ayata, Tacacoma, Quiabaya.		Vacuno, Ovino, Porcino y Camélidos	Áreas de pastoreo, forrajes y desechos de cultivos.	Vertiente, acequia, rio
Valles y región Metropolitana La Paz	Cairoma, Mecapaca, Palca, Achocalla, El Alto, La Paz		Vacuno, Ovino, Porcino		Acequia, vertiente, rio, laguna.
Valles del Norte Potosí	Torotoro, San Pedro de Buena Vista, Sacaca, Acacio, Arampampa, Chayanta, Pocoata, Colquechaca.		Vacuno, Ovino, Porcino y Camélidos		Atajado, vertiente, acequia, pozo, rio, laguna.
Valles, Puna Norte Potosí	Atocha, Chaqui, Puna, Chicas, Betanzos, Ocuri, Tacobamba, Chuquihuta.				

6.3. Características generales de la UPAs

Las características de la Unidades productivas Familiares (UPAs), nos permitirá conocer el "como", desarrollan sus actividades principales, con el conocimiento de las fuentes de provisión de agua y el manejo de los residuos sólidos, no se consideró el tema de electrificación, porque se está describiendo las relaciones productivas con el medio ambiente, y la electrificación es un factor externo, favorable para el desarrollo agropecuario.

El siguiente cuadro describe estos dos factores generales de condiciones de habitabilidad de una UPA con el medio ambiente

Cuadro No. 14

Provisión de agua y manejo de residuos sólidos por región consultada

Regiones	Municipios	Provisión de Agua	Manejo de Residuos Solidos
Valles y región Metropolitana Cochabamba	Cochabamba (Cercado), Quillacollo, Colcapirhua, Tiquipaya, Sacaba, Cuchumuela y Omereque.	Sistemas de agua potable pública y Pozos perforados	Baños, Pozo séptico
Trópico de Cochabamba	Entre Ríos, Shinahota, Puerto Villarroel, Villa Tunari, Chimoré.	Red pública, y pozos	Baños, Pozo séptico
Valles del Norte de La Paz	Sorata, Chuma, Combaya, Aucapata, Ayata, Tacacoma, Quiabaya.	Pozos, vertientes, rio	Pozo séptico, aire libre
Valles y región Metropolitana La Paz	Cairoma, Mecapaca, Palca, Achocalla, El Alto, La Paz.	Red pública, pozos, tanques de almacenamiento	Baños, Pozo séptico, riachuelos
Valles del Norte Potosí	Torotoro, San Pedro de Buena Vista, Sacaca, Acacio, Arampampa, Chayanta, Pocoata, Colquechaca.	Pozos	Pozo séptico, aire libre
Valles , Puna Norte Potosí	Atocha, Chaqui, Puna, Chicas, Betanzos, Ocuri, Tacobamba, Chuquihuta.	Pozos, tanque de almacenamiento, vertiente	Pozo séptico, aire libre

Finalmente, en el Anexo 5 se muestra un registro fotográfico de la realización de los talleres.

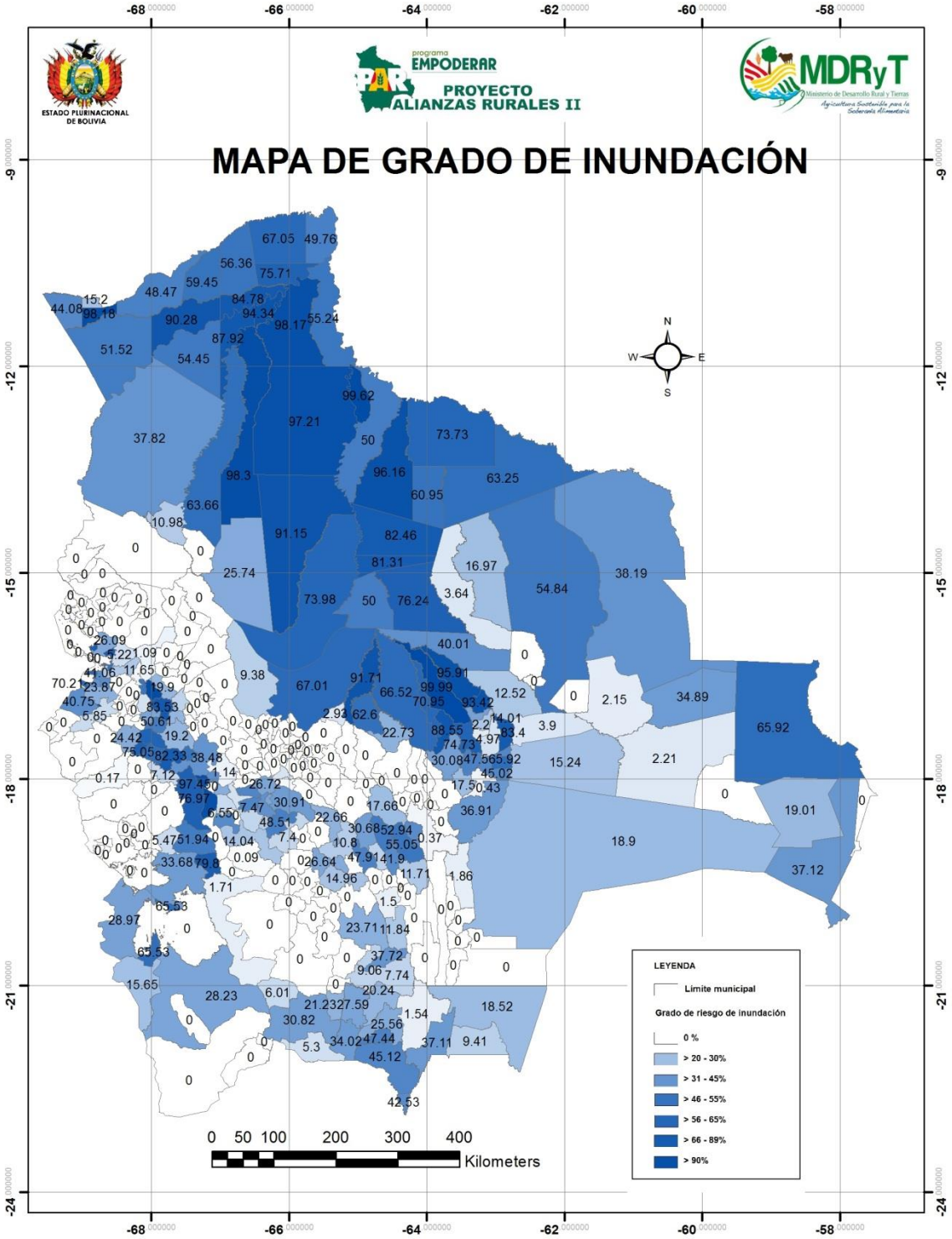
7. Conclusiones

- Se realizaron todos los talleres programados en los diferentes municipios, los cuales fueron participativos y enriquecedores.
- Se promovió una amplia participación de pequeños productores de diferentes rubros dentro de los municipios seleccionados.
- Se obtuvo información de la situación actual de productores identificados en los nuevos municipios.
- Se obtuvo información sobre identificación de impactos, sus medidas de mitigación, y amenazas climáticas.

Se cumplió con la consulta ambiental, como parte de la consultoría "Elaboración del Marco de Gestión Ambiental Ampliación del Proyecto de Alianzas Rurales PAR II.

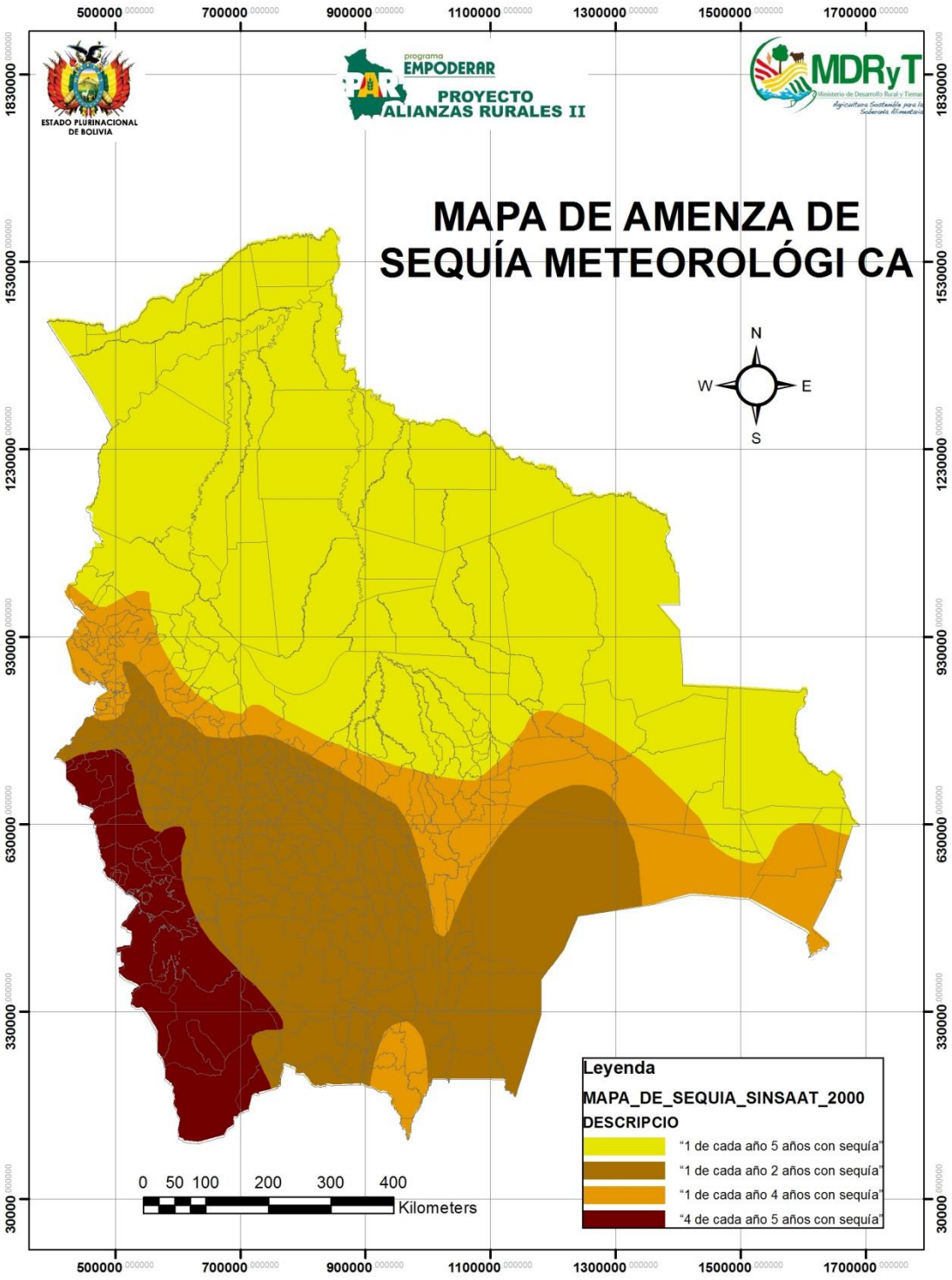
Anexo 6. Mapas a nivel nacional del grado de inundación, amenaza de granizo, amenaza de helada y amenaza de sequía.

Mapa.6.1. Mapa de grado de inundación.



Fuente: MDRyT - VDRA, 2014

Mapa 6.2. Amenaza de sequía meteorológica



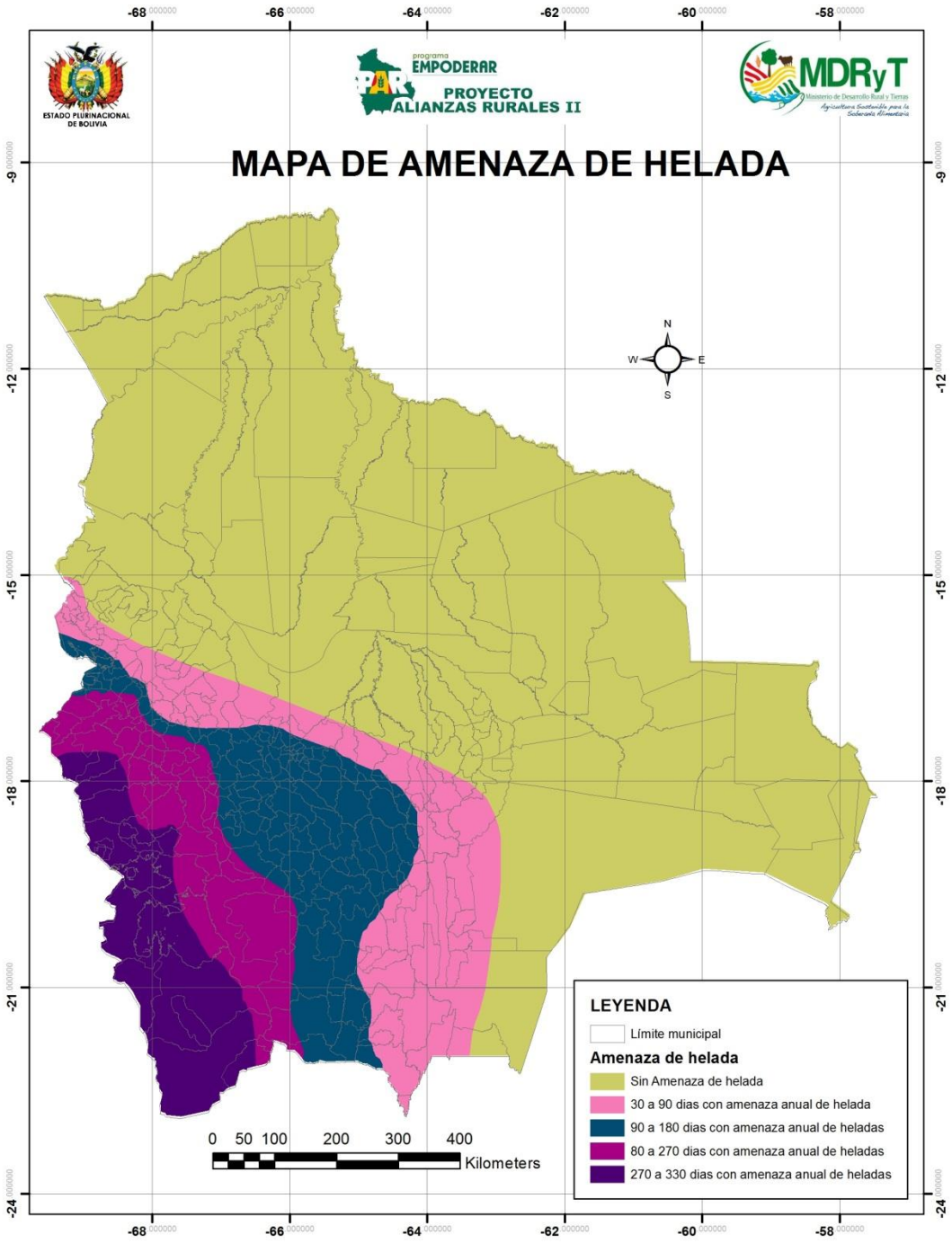
Fuente: MDRyT - VDRA, 2014

Mapa 6.3. Amenaza de granizo



Fuente: MDRyT - VDRA, 2014

Mapa 6.4. Amenaza de helada



Fuente: MDRyT - VDRA, 2014

Anexo 7. Manual Manejo Integrado de Plagas

Manual de Manejo Integrado de Plagas por cultivo.

ANEXO 8

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL
MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL EN SITIOS PRIORIZADOS POR EL PROYECTO PAR II

1. INTRODUCCIÓN

A fin de apoyar el desarrollo productivo en las diferentes zonas definidas por el PAR II, es muy necesario considerar que, a mediano y largo plazo, estas tengan una visión integral y la plena participación de los productores.

En ese sentido, es muy importante tomar en cuenta que los agricultores fortalezcan, mejoren o implementen algunas prácticas agronómicas, mecánicas y biológicas de manera conjunta. Esto con el fin, no solo de mejorar o mantener la fertilidad natural de los suelos, sino también para mitigar o frenar la degradación de los suelos, debido principalmente a la erosión natural y antrópica de los suelos y degradación de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, algunas de las cuales se verán aceleradas por los cambios climáticos que se presentan con mayor frecuencia e intensidad.

Es sustancial que los consultores facilitadores encargados de la elaboración de los planes de alianza, analicen desde una visión integral las necesidades del proceso productivo considerando la prevención y/o mitigación de impactos ambientales

Por otra parte, A. Ambientales juntamente con los consultores acompañantes quienes son encargados del seguimiento y monitoreo deben aplicar los formularios de Monitoreo y Seguimiento Ambiental que tienen por objetivo facilitar el seguimiento de los proyectos, la aplicación de las medidas de mitigación y permite realizar cambios y ajustes cuando estas no estuvieran cumpliendo sus objetivos, con el fin de obtener el grado de manejo ambiental Sin y Con PAR II.

Entre tanto, es fundamental ~~Entre las prácticas fundamentales~~, que los agricultores deben utilizar en algunas zonas del país, en función del sistema de producción (cultivo y rotación), clima, pendiente, profundidad efectiva del suelo~~s~~ y condiciones socioeconómicas.

A continuación, se detalla un conjunto de prácticas que según el sitio de implementación del proyecto PAR II se podrán aplicar para minimizar los impactos ambientales que se podrían generar por las actividades planificadas. Estás comprenden:

a) Prácticas agronómicas (siembra de surcos en contorno, rotación de cultivos)
b) Practicas mecánicas (barreras, terrazas, obras de evacuación de aguas de escurrimiento)
c) Prácticas biológicas (forestación y reforestación, recuperación y manejo de paraderas,
d) Recuperación y manejo de suelos extremos (salinos y/o alcalinos),
e) Manejo de suelos ácidos,
f) Sistemas agroforestales,
g) Cosecha de agua (atajados).
h) Recomendaciones para proyectos de agua.

En cada caso se presenta un diagnóstico de situación, diversas metodologías de implementación y una completa bibliografía donde destacan ejemplos de trabajos realizados en Bolivia.

2. MITIGACION AMBIENTAL EN EL AMBITO DEL PAR II

En la siguiente Tabla se presenta la aplicación del Plan de Manejo Ambiental en las diferentes regiones donde se desarrollará el PAR II, para lo cual se presenta un listado de prácticas agronómicas y su incidencia en las regiones priorizadas por el proyecto. En concordancia al Marco de Gestión Ambiental y las actividades que se vienen realizando en el PAR II y las recomendadas para disminuir los impactos ambientales sobre los atributos ambientales en cada plan de alianza, las que se recomiendan a continuación:

ACTIVIDADES	REGIONES DEL PAR II					
MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL PROPUESTAS AL PROYECTO PAR II	**Chaco**	**Valles**	**Trópico**	**Altiplano**	**Amazonía**	**Yungas**
Siembra de surcos de contorno o curvas de nivel en zonas de montaña.	–	– x	–	– x	–	– x
Rotación o alternancia de diferentes cultivos	–	– x	– x	– x	–	– x
Control de escurrimiento de aguas para encauzarlas o cosecha de agua.	– x	– x	–	– x	–	– x
Barreras de arbustos, piedras o troncos de árboles transversales a las pendientes de taludes	–	– x	– x	– x	–	– x
Barreras vivas o plantas perenes (árboles, arbustos y pastos nativos) sembrados en hileras transversales a la pendiente.	–	– x	– x	– x	–	– x
Barreras muertas de piedras en curvas de nivel o terrazas de formación lenta.	–	– x	– x	– x	–	– x
Terrazas o plataformas construidas de manera transversal a la pendiente del terreno (individual, angosto, de banco).	–	– x	– x	– x	–	– x
Zanjas de infiltración o canales implementados transversalmente a la pendiente máxima del terreno, en zonas secas.	–	– x	–	– x	–	– x

Obras para evacuación de aguas de escurrimiento (desagües naturales, zanjillas de desagüe, zanjas de ladera,	–	– **x**	– **x**	– **x**	– **x**	– **x**
Forestación y reforestación de partes altas de cuencas o microcuencas con ayuda de zanjas de infiltración y terrazas angostas.	–	– **x**	– **x**	– **x**	– **x**	– **x**
Recuperación y manejo de praderas naturales	– **x**	– **x**	– **x**	– **x**	– **x**	–
Siembra de pastos nativos en terrenos cultivados o de terrenos en descanso o con ayuda de zanjas de infiltración.	–	– **x**	–	– **x**	– **x**	–
Trasplante de macollos de gramíneas o pastos	– **x**	– **x**	–	– **x**	- x –	- x –
Implementación de alfares (Alfalfa) y sus asociaciones.	–	– **x**	–	– **x**		
Siembra de trébol blanco (*Trifolium repens*) en bofedales degradados.	–	–	–	– **x**	–	–
Instalación de claustros o cerramientos en las áreas de pastoreo de ganado vacuno y camélido con alambre de púas y muros de piedra).	–	– **x**	–	– **x**	– **x**	– **x**
Manejo de pasturas no degradadas (sistema de pastoreo rotativo, manejo de pasturas en zonas tropicales, pastoreo extensivo en pasturas naturales, fertilización de pasturas naturales, pasturas mejoradas en base a mezclas de gramíneas y leguminosas, selección de especies y adaptación a suelos con limitaciones, establecimiento de pasturas mejoradas, fertilización de mantenimiento de pasturas mixtas, establecimiento de pasturas cultivadas).	– **x**	– **x**	– **x**	– **x**	– **x**	– **x**
Recuperación y manejo de suelos extremos (salinos y/o alcalinos). Lavado de sales, técnicas biológicas, manejo de cultivos tolerantes a la salinidad, manejo del agua.	–	– **x**	–	– **x**	– **x**	– **x**
Manejo de suelos ácidos de zonas tropicales de Beni, Santa Cruz, Norte de La Paz y Cochabamba (métodos directos, métodos rápidos, fuentes y características de las enmiendas químicas.	–	–	– **x**	–	- x	- x
– Sistemas agroforestales con especies semileñosas o leñosas (árboles y arbustos) asociados con	– **x**	– **x**	– **x**	–	– **x**	– **x**

cultivos agrícolas, forrajes y ganado (simultaneo o secuencial). Cultivos perenes y árboles frutales.						
– **Cosecha de agua (de lluvia, en reservorios o atajados, construcción de pozos cisterna) uso del agua, construcción y capacidad de los atajados.**	– **x**	– **x**	–	– **x**	– **x**	– **x**
– **Recomendaciones para proyectos de riego en diferentes ecosistemas.**	– **x**	– **x**	–	– **x**	– **x**	– **x**

3. PRACTICAS AGRONÓMICAS

Las prácticas agronómicas son aquellas labores que permiten en forma preventiva la conservación del suelo gracias al mantenimiento o incremento de su fertilidad natural, principalmente mediante el manejo de cultivos y suelo.

Para tal efecto, es fundamental respetar la aptitud de los suelos, localizando los diferentes tipos de cultivos (limpios, semi-limpios, densos, pastos, etc.) según las potencialidades y restricciones que presentan los suelos.

En general las prácticas culturales son prácticas bastante simples que no requieren grandes inversiones (costos y en mano de obra), ni requieren técnicos especializados. Por otro lado, los resultados de su implementación se pueden observar a corto y mediano plazo en el terreno y por eso resultan interesantes y atractivas para los agricultores. Estas prácticas deberían ser utilizadas en forma preventiva y complementaria en las diferentes actividades o sistemas de producción que implementara el PAR II en las diferentes regiones priorizadas por el proyecto en tres regiones del territorio boliviano.

Entre las prácticas agronómicas que se han recomendado son:

- Rotación de Cultivos (con la incorporación de leguminosas), y sus prácticas complementarias como uso del estiércol y otros abonos orgánicos (abonos verdes, compost, humus de lombriz y otros), coberturas vegetales.
- Surcos en Contorno
- Cultivo en franjas
- Labranza conservacionista

a) Siembra en Surcos en Contorno

Es de conocimiento general que en diferentes regiones del país el agricultor usa generalmente los surcos en sentido de la pendiente para la siembra de sus cultivos anuales, por diferentes motivos entre los que destacan:

- Parcelas demasiado angostas en sentido de la pendiente.

En parcelas angostas es dificultoso que la yunta pueda girar al final del surco, ya que en los límites de las parcelas se amontonan las piedras sacadas del terreno, se puede invadir las parcelas vecinas y por otro lado, se tarda demasiado durante las vueltas.

- Comodidad.

Para los agricultores es más fácil abrir los surcos en sentido de la pendiente que de manera transversal (Pero desde el punto de vista técnico, es una práctica prohibitiva).

- Exceso de humedad para el cultivo de papa y otros.

- Existe cierto riesgo de que los surcos en contorno favorezcan la retención excesiva de humedad y afecten a los cultivos como la papa, que son susceptibles al exceso de agua y por consiguiente favorecer a la proliferación de plagas y enfermedades.

Sin embargo, la siembra con ayuda de surcos en sentido de la pendiente, es una de las principales causas para la erosión de los suelos para, para tal efecto, es fundamental cambiar esta mala práctica, por los surcos en contorno.

Los surcos en contorno, es considerada como una práctica conservacionista básica en el manejo y conservación de suelos y aguas, la misma que consiste en la disposición de las hileras (surcos) de cultivo en sentido transversal a la máxima pendiente del terreno y siguiendo las curvas de nivel. De esta manera cada surco paralelo a la curva de nivel se convierte en una pequeña barrera temporal para el agua de escurrimiento.

Los objetivos principales de esta práctica son:

- Reducir la velocidad erosiva del agua de escurrimiento superficial y por consiguiente evitar la pérdida de suelo fértil, semillas, abonos, etc.

- Favorecer la infiltración y almacenaje del agua en el suelo y ayudar a mantener una mayor humedad en la capa arable, en comparación con las siembras en surcos en sentido de la pendiente. Esto permite un mejor aprovechamiento del agua y nutrientes por los cultivos y un aumento de la producción.

- Facilitar el riego por surcos sin provocar erosión.

Si la siembra se lleva a cabo en surcos en contorno, se recomienda que los desyerbes, aporques y otros, se realicen necesariamente en el mismo sentido.

En el diseño de los surcos en contorno es importante considerar: la profundidad del suelo, distanciamiento entre los surcos, pendiente del terreno y la longitud de la parcela.

La profundidad y distanciamiento entre los surcos, dependen principalmente del tipo de cultivo a sembrarse y del tipo de suelo. En el caso de la papa, la profundidad de los surcos debería tener luego del aporque 30 cm y la distancia entre surcos de 60 a 80 cm.

Las curvas a nivel pueden ser trazadas:

- A nivel.
- Con cierta pendiente.

En zonas secas, donde no existe riesgo de precipitaciones elevadas, es aconsejable el trazado de los surcos en contorno sea a nivel, con el propósito de captar o "cosechar" la mayor cantidad de agua de lluvia, formando una especie de pequeña microcuenca.

En zonas que presentan precipitaciones concentradas durante el periodo vegetativo o debido al cambio climático, pueden afectar los cultivos, se recomienda abrir los surcos con cierta pendiente diagonal (1 a 3 %). En suelos medianos (francos), la pendiente adecuada debe ser de 1,5 a 2 %, mientras que en zonas de mayor precipitación los surcos pueden tener un desnivel aproximado a 3 % para evitar el encharcamiento del suelo y facilitar la evacuación del agua sobrante para que no afecte a los cultivos susceptibles a humedades altas (ej: papa). Asimismo, es recomendable que la longitud de estos surcos no exceda los 100 m de largo, para impedir la acumulación de mucha agua al final de los mismos; esto en razón a la baja capacidad de los surcos.

En zonas secas, de valles mesotérmicos pero con alta variabilidad espacial y temporal de las lluvias, se puede construir los surcos en contorno, con la pendiente señalada anteriormente, dejando en el fondo de los surcos tabiques transversales de tierra; esto con el propósito de retener las escasas lluvias de dichas zonas. Sin embargo, esta práctica representa un trabajo adicional.

La siembra en surcos en contorno se debe utilizar en pendientes mayores a 5 %. Sin embargo, esta práctica no es suficiente en terrenos con pendientes que sobrepasa los 10 % y los suelos son poco permeables. En este caso debe complementarse con otro tipo de prácticas como: barreras vivas o muertas, acequias de desagüe, etc.

Previo a la apertura de los surcos en contorno es importante ubicar y trazar en el terreno varias curvas "guía" (líneas base o líneas maestras), cada cierta distancia (10 a 30 metros).

Para el trazado de las curvas guía se puede utilizar el "nivel en A", el "caballete", u otros instrumentos que permitan este trabajo. Las líneas guía se pueden marcar con ayuda de una línea abierta con una picota o marcándolas con ayuda de piedras.

La apertura de los surcos de siembra se realiza en los espacios ubicados entre dos curvas guía y en forma paralela a estas. Estos se pueden abrir de acuerdo a las posibilidades del agricultor (yunta, tractor o a mano). Esta práctica es una de las más sencillas y no requiere gastos adicionales.

Según Bragagnolo (1995) los beneficios medibles y notorios en forma inmediata son:

- La reducción del riesgo de perder las semillas recién sembradas (por ejemplo en el caso de cereales, hortalizas y otros cultivos de semillas pequeñas). En el caso de la papa y otros cultivos que se aplican abonos orgánicos, se evita la pérdida de los nutrientes por el lavado del agua. El resultado final en estos casos es una mejor relación beneficio/costo y muchas veces también un mayor rendimiento.

- Un beneficio menos visible, pero bastante importante a mediano y largo plazo, es la disminución de la perdida de la capa más fértil del suelo (capa arable).

- Los surcos en contorno facilitan la aplicación del agua de riego en tierras en pendiente y asegura una distribución más homogénea en el terreno, que a la vez resulta en un cultivo con desarrollo más homogéneo.

- En terrenos a secano, como lo es en gran parte del Altiplano, la mayor infiltración de agua mantiene el suelo húmedo por más tiempo, lo que contribuye a una disminución de riesgos de sequía y generalmente a una mayor producción.

Según este autor si estas prácticas son aplicadas a gran escala podrían ayudar a regular el balance hídrico de la (micro)cuenca evitando riadas y daños consecutivos.

b) Rotación de Cultivos

A fin de lograr un uso sostenible del recurso suelo en las diferentes Regiones del país, el desarrollo agrícola debería considerar los siguientes criterios de la FAO para lograr una producción sostenible:

- Manejar la Rotación de Cultivos, alternando diferentes cultivos, los mismos que requieren nutrientes variados, por otro lado requerimientos de agua tolerancia a las plagas y enfermedades y otros.
- Mantener los suelos cubiertos y evitar su exposición a los agentes a de la erosión.
- Promover la labranza mínima del suelo, en razón de que la labranza convencional incide sobre la degradación de los suelos (pulverización, compactación, disminución de la MO y otros).

La rotación de cultivos es una práctica agronómica que consiste en la sucesión de diferentes cultivos en una parcela o terreno de forma más o menos regular y planificada.

La rotación de cultivos tiene como objetivo mantener la fertilidad del suelo gracias a un aprovechamiento más equilibrado de los nutrientes y agua por los diferentes cultivos de la rotación, evitando además la propagación de plagas y enfermedades.

Los principales objetivos de la rotación de cultivos tanto en el tiempo como en el espacio son:

- Uso adecuado de las tierras agrícolas, respetando la aptitud de los suelos, los periodos vegetativos de los cultivos y sus épocas de siembra.
- Mantenimiento o mejoramiento de la fertilidad del suelo.
- Evitar la reproducción de plantas dañinas, así como de plagas y enfermedades, reduciendo los gastos en plaguicidas.
- Contribuir a la estabilidad de las cosechas.
- Ayudar a planificar la administración y el manejo racional de los recursos humanos y físicos de la finca.

De acuerdo a Bragagnolo (1995), los fundamentos en los que se basa la rotación de cultivos son:

- Sucesión de cultivos, con diferentes exigencias de fertilidad y diferentes tipos de raíces. De esta manera, no se manifiestan desequilibrios nutricionales en el suelo y por consiguiente problemas de antagonismo y sinergismo entre estos. En el monocultivo sucede todo lo contrario, debido a que el cultivo año tras año utiliza casi con preferencia solo determinados elementos.
- Alternar cultivos susceptibles a determinadas enfermedades o plagas con otros resistentes.
- Sucesión de cultivos que agotan el suelo con aquellos que mejoran la fertilidad y/o la mantienen.
- Cultivos con diferentes necesidades de mano de obra, tipo de preparación del suelo, uso de maquinaria, requerimientos de fertilizantes orgánicos, agua ,etc.

Por otro lado, la preparación del suelo a diferentes profundidades (ej.: papa a 25 - 30 cm de profundidad; cereales a 15-20 cm, etc.), evita la formación del piso de arado o suela del arado.

Esta capa compacta disminuye la infiltración del agua en el suelo y produce la sobresaturación de las capas superficiales y por consiguiente se manifiestan procesos de reducción, desequilibrios nutricionales y enfermedades en los cultivos.

También, favorece el menor uso de productos químicos (herbicidas,fungicidas,

plaguicidas y fertilizantes químicos). La rotación de cultivos con diferentes características fenológicas, permite luchar contra las plagas, enfermedades ymalezas de manera más natural.

Consiguientemente al intercalar diferentes especies de plantas que no son susceptibles a las mismas enfermedades y que requieren además diferentes formas de preparación del suelo, se disminuye o elimina las plagas y enfermedades mecánicamente y en forma natural.

En cambio con el monocultivo, la propagación de plagas y enfermedades es mayor debido a que el cultivo se vuelve a sembrar en el mismo terreno, obligando a utilizar productos químicos es mayores cantidades para su control.

La rotación de cultivos, permita incorporar el estiércol y otros abonos orgánicos en el suelo (estiércol, compost, abonos verdes, leguminosas, etc.) en la sucesión de cultivos de manera eficiente, debido a que no todos los cultivos aprovechan el estiércol o abonos verdes de manera efectiva.

La práctica de la rotación de manera ordenada y a mediano plazo, permite.

- Genera un aumento de la productividad*.*
- La rotación de cultivos otorga mejores rendimientos de los cultivos que los monocultivos.
- Tiende a disminuir el uso de fertilizantes, principalmente nitrógeno.
- Uso más adecuado de máquinas, equipamientos y mano de obra.
- Utilización más adecuada de los suelos.
- Transporte de los nutrientes desde las capas más profundas hacia la superficie.
- Aumenta el índice de materia orgánica en el suelo.
- Ayuda a controlar plagas, enfermedades y malezas.
- Aumenta la cobertura del suelo durante un período más extendido del año.

Entre las rotaciones utilizadas con frecuencia en las diferentes zonas del país se tienen:

Altiplano (A secano):

- Papa-cebada- cebada y un periodo de descanso de 3 -5 - 7 o más años o
- papa–quinua- cebada.

Sin embargo, por la parcelación excesiva de la tierra, el agricultor no tiene suficiente cantidad de tierras (superficie) para dejarla descansar el tiempo necesario y se están acortando los periodos de descanso, aspecto que provoca que el agricultor se vea obligado a ejercer una mayor presión sobre la tierra, en desmedro de su capacidad productiva y riesgo de degradación.

Altiplano Norte:

En zonas con suelos de mayor fertilidad y con condiciones climáticas más favorables (700 a 800 mm anuales), las rotaciones a secano incluyen luego de la papa -cultivos de cebada- tarwi o haba y oca- para luego entrar a un periodo de descanso más corto.

En las tacanas de Copacabana la rotación consisten en Papa-oca-haba- cebada y un periodo de descanso (2, 3, 4 0 5 años), acuerdo a la tenencia de la tierra. Esto debido a que los suelos en el municipio de Copacabana son de mejor fertilidad natural y por otro lado, a la tenencia de la tierra (la superficie de tierras por familia es menor por la parcelación que se ha dado desde la reforma agraria. Esta situación, es una de las causas principales que incide en el deterioro del recurso suelo.

Valles

-En los valles de Inquisivi, la rotación de cultivo más utilizada es papa- maíz- haba- trigo o cebada, para luego entrar a un periodo de descanso más corto.

-En los Valles del Norte de Potosi según PROIMPA, en los Ayllus de cabecera de valles (3550-3800 m.s.n.m), producen en un sistema de mantas o aynocas, donde la rotación de cultivos principal es:
Primer año papa dulce, segundo año cebada, trigo o avena para grano y tercer año cebada o avena berza, dejando 3-4 años de descanso

En zonas más protegidas, entran en las rotaciones algunas leguminosas bajo el siguiente esquema:
Primer año papa dulce, segundo año cebada o trigo para grano y tercer año haba o arveja; algunas veces en el cuarto año se siembran gramíneas para forraje.

Oriente

En Santa Cruz, según ANAPO (2008) las rotaciones más recomendadas para las áreas soyeras son las siguientes:

Finca Dividida en partes	Año 1		Año 2		Año 3	
	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno
1	Soya	Sorgo	Soya	Trigo	Maíz	Girasol
2	Soya	Trigo	Maíz	Girasol	Soya	Sorgo
3	Maíz	Girasol	Soya	Sorgo	Soya	Trigo

Finca	Año 1		Año 2		Año 3	
	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno
1	Maiz Braquiaria	Soya	Soya Mileto	Trigo o Sorgo	Soya	Trigo

Finca	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4	
	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno
2	Maiz Braquiaria	Soya	Soya	Trigo	Soya Mileto	Soya	Soya	Trigo

Para las zonas con mejores condiciones de humedad, recomiendan utilizar intercultivos con especies de ciclo corto para generar rastrojos y/ o aporte de N (*Crotalaria*). Todo esto, con el objeto de mantener los suelos protegidos durante todo el tiempo, en razón, de que, en varias zonas del país, luego de la cosecha de los cultivos anuales (marzo y abril), los suelos quedan desprotegidos y expuestos a los agentes de la erosión (lluvia, escurrimiento y vientos).

En las zonas de Alto Beni (Departamento de La Paz), y otras zonas tropicales, los pequeños agricultores (colonizadores) manejan la siguiente rotación: Arroz-Maiz-Yuca-Plátano o maní. Luego se colocan pastos o se deja en barbecho. (Cahuaya et al ,1999).

Las especies utilizadas como coberturas vegetales, deben ser seleccionadas de acuerdo a los cultivos (anuales o perennes) de la zona, clima y otros aspectos. Asi por ej. Para arboles frutales, las coberturas vegetales, no deben ser especies rastreras para no afectar a los arboles y afectar la produccion fruticola.Por otro lado, las especies que son bastante agresivas, pueden ser controladas con ayuda de un pastoreo ocasional y corto (si presentan problemas de toxicidad si son toxicas cuando el ganado consume en grandes cantidades), uso como mulching y otros.

Entre los aspectos que se deben tomar en cuenta para lograr una rotación de cultivos adecuada son los siguientes:

<u>Aspectos Biológicos</u>

Para determinar la sucesión de cultivos en una rotación, es necesario tomar en cuenta la incidencia que tiene cada cultivo sobre las propiedades físicas del suelo (estructura), en razón de que esta incidencia depende de las características fenológicas que tienen los cultivos:

- Forma de la parte aérea y de su sistema radicular.

- Requerimiento y forma de obtención de los nutrientes del suelo.
- Capacidad de aprovechamiento de la humedad del suelo.
- Aprovechamiento de la materia orgánica incorporada al suelo.
- Capacidad de luchar contra las malezas.
- Susceptibilidad de las plantas a las enfermedades y la capacidad de limitar su difusión.

Las plantas de hojas anchas generalmente protegen mejor la superficie del suelo, debido a que estas están extendidas casi de forma paralela a la superficie del suelo. Esta mejor cobertura da más sombra, evitando su secamiento y destrucción de los agregados por el impacto de las gotas de agua y de la radiación solar. Mientras que los cereales, debido a que tienen hojas angostas y además colocadas casi longitudinalmente al tallo no protegen adecuadamente el suelo, con el consiguiente deterioro de sus propiedades físicas. En ese sentido no conviene sembrar cada año cereales en el mismo terreno, como sucede en varias zonas del país, donde la ganadería se ha ido incrementando (caso Pampas de Lequezana, Potosí). donde se nota un franco deterioro de los suelos (bajo contenido de materia orgánica, pérdida de la estructura y compactación).

La profundidad del sistema radicular a la que llega un determinado cultivo incide directamente en la capacidad que tiene tal cultivo para la absorción de nutrientes y agua del suelo. En ese sentido es necesario alternar cultivos que tienen raíces poco profundas (cereales) con los de raíces más profundas (haba, trébol, maíz, etc.), para que se aproveche de los nutrientes y agua de los diferentes horizontes.

Al margen de que la profundidad de las raíces incide sobre la obtención de nutrientes y agua, estas además juegan un papel importante sobre el mejoramiento de la fertilidad del suelo al dejar cantidades apreciables de materia orgánica y conductos a diferentes profundidades luego de su descomposición. Así los cereales dejan cierta cantidad de residuos orgánicos en la capas superficiales del suelo , mientras que las leguminosas dejan una mayor cantidad de residuos a mayor profundidad. Además estos cultivos pueden también fijar el nitrógeno atmosférico y aprovechar el fósforo y el calcio del suelo de sus formas menos asimilables y almacenarlas en las raíces y horizontes más superficiales.

Para un mejor aprovechamiento de la humedad y nutrientes de todo el perfil del suelo, se recomienda en la rotación alternar cultivos de raíces menos profundas con aquellos de raíces más profundas. Así mismo cultivos de sistemas radiculares poco desarrollados con sistemas radiculares bien desarrollados (ej.: gramíneas con leguminosas).

Otro criterio a considerar para establecer una adecuada rotación de cultivos, es que estos tengan diferentes requerimientos de nutrientes y que inciden en la cantidad de masa producida. Si bien la mayoría de los cultivos requieren todos los nutrientes conocidos, estos varían en la cantidad que adsorben de un cultivo a otro y también la relación entre algunos nutrientes es diferente. Así los cereales requieren con

preferencia los aniones $N0_3$ y P_20_5 mientras que los tubérculos demandan más Ca y K_20.

Por otro lado en la alternancia de los diferentes cultivos en la rotación, también se debe considerar la capacidad que tienen algunos cultivos para aprovechar el estiércol incorporado. La papa y maíz son los cultivos que aprovechan mejor el estiércol aplicado debido a que tienen un periodo vegetativo más largo que los cereales; en este periodo la mineralización orgánica es mayor y por consiguiente se aprovecha más los nutrientes. Así mismo como estos cultivos requieren de aporques durante su crecimiento, esta práctica favorece la mezcla del suelo con la materia orgánica que repercute en mayor actividad de los microorganismos, con lo cual se mejora la mineralización, disponibilidad y aprovechamiento de los nutrientes.

Los cultivos que no se aporcan durante el ciclo vegetativo y son de periodos vegetativo cortos, como los cereales, no aprovechan bien el estiércol y en algunos casos puede empeorar la calidad del producto, como en el caso de la cebada cervecera. Por tal razón es aconsejable sembrar los cereales luego de los tubérculos o maíz para aprovechar solo el efecto residual de los abonos orgánicos.

Los requerimientos de humedad de los cultivos y su aprovechamiento por las plantas, también es un criterio que se debe considerar en la rotación. Así algunos pastos y tréboles requieren mucho agua, mientras que la alfalfa gracias a sus raíces profundas y su alta capacidad de absorción puede aprovechar mejor el agua de los horizontes inferiores y además extrae la que está retenida con mayor fuerza (por debajo del PMP).

En ese sentido, en las zonas secas se debe considerar como malos cultivos antecesores a aquellos que tienen alta capacidad de extraer agua como la quinua y otros como la alfa alfa; estos tienen un sistema radicular profundo y bien desarrollado que dejan los horizontes del suelo secos para el siguiente cultivo.

Por otro lado, como algunos cultivos (papa, maíz, etc.) evitan la propagación de las malezas en el terreno, debido a la preparación más profunda del suelo , aporques que demandan, etc., es importante considerar estos aspectos para un manejo más agro-ecológico del suelo y las malezas, incorporando en la rotación cultivos, como los señalados , que favorecen el control de las malezas y no la siembra continua de cereales que favorece el enmalezamiento del suelo. Esto se debe a que tales cultivos no se aporcan y por lo tanto no hay una eliminación mecánica de las mismas. Asimismo, los cereales durante sus últimas fases de desarrollo no cubren adecuadamente el suelo, consiguientemente las malezas reciben mayores cantidades de luz, lo que favorece el desarrollo de las mismas (Orsag, 1984).

Los pastos y forrajes perennes sembrados densamente ayudan de gran manera a luchar contra las malezas. Sin embargo, no se debe olvidar que esta lucha también depende de las formas de preparación del suelo.

Como la propagación de algunas enfermedades y plagas es más común cuando se repite el cultivo en el mismo terreno, y aún cuando se siembran cultivos

diferentes pero de la misma familia; por consiguiente es necesario planificar en la rotación cultivos que no son susceptibles a las mismas plagas y enfermedades.

Entre los cultivos que menos soportan una nueva siembra en los mismos terrenos están algunas leguminosas (haba), cereales (cebada, trigo y avena), girasol y otros. Por lo tanto estos cultivos solo es posible volver a sembrar después de que pase por lo menos unos tres años.

– Aspectos Agronómicos

Entre los aspectos técnicos que es necesario considerar en una rotación para definir los cultivos a sembrar sucesivamente, es la incidencia del cultivo anterior sobre el siguiente, lo cual se conoce como "valor del cultivo anterior". Este valor está dado en síntesis, por las características agronómicas del cultivo y su incidencia sobre el suelo y el cultivo siguiente; el mismo que es diferente para cada cultivo y puede variar según las condiciones edafo-climáticas del lugar. La acción que tiene un determinado cultivo sobre el suelo define de alguna manera el siguiente uso que se le puede dar al suelo.

Ampliando sobre el valor del cultivo anterior, este depende de los siguientes aspectos:

- Incidencia de la parte aérea del cultivo sobre el suelo.
- Relación con el desarrollo de malezas.
- Efecto de su sistema radicular (profundidad y características de sus raíces) sobre los nutrientes y agua utilizada.
- Cantidad y calidad de los residuos de las cosechas que dejan y principalmente de la relación C : N.
- También sobre este valor incide la parte agrotécnica, o sea la forma como se maneja la preparación del suelo para un cultivo (ej. preparación del suelo, aporques, etc.).

Uno de los factores que más incide sobre el estado nutritivo de los suelos es la cantidad de residuos orgánicos que dejan. Entre los cultivos que aportan más residuos orgánicos tenemos la alfalfa, luego tenemos a los cereales y tubérculos. El contenido y balance de nutrientes que contienen los restos orgánicos también es un factor importante que incide sobre este valor.

En ese sentido para mantener la fertilidad del suelo y lograr una producción sostenible en el tiempo se debería incluir en la rotación de cultivos algunas leguminosas, cultivos de papa o maíz con estiércol.

Practicas Mecánicas

Las prácticas mecánicas o físicas son obras más o menos complejas que se implementan en las tierras agrícolas, de pastoreo y forestales con el propósito de

manejar y encauzar las aguas de escurrimiento y controlar la remoción en masa de los suelos.

El manejo de los suelos con ayuda de prácticas mecánicas o físicas, pretende también evitar que volúmenes considerables de agua recorran grandes distancias en las laderas (longitud crítica de escurrimiento), cortándolas y evacuándolas hasta lugares adecuados.

Otras prácticas mecánicas, promueven la regulación de los cauces naturales a través del control del material arrastrado (sedimentos), la protección de las orillas de los ríos, quebradas o acequias, la disminución de la velocidad y energía de las corrientes de agua y la rectificación de los cauces.

En zonas secas como en el Altiplano, Valles y Chaco, cuando los suelos tienen baja capacidad de retención de humedad, con algunas prácticas físicas se puede favorecer la infiltración y almacenamiento del agua (cosecha de agua).

También con las prácticas mecánicas se pretende controlar derrumbes, desplomes o hundimientos, para proteger carreteras y construcciones y recolectar las aguas de estos sitios para evacuarlas a sitios más seguros.

Algunas prácticas mecánicas se caracterizan por sus altos costos de inversión, aspecto que necesariamente hace que se utilicen solo cuando son estrictamente necesarias y generalmente con base al uso de materiales locales. Por otro lado, nunca debe plantearse la utilización de una práctica mecánica, si es posible obtener los mismos resultados con prácticas agronómicas y/o biológicas.

Para la implementación de algunas prácticas mecánicas complejas se requiere contar con personal especializado y además es necesario hacer una recopilación de información y de estudios específicos, o si no se tiene, se debe realizar estudios complementarios de las zonas de intervención. Todo esto con el propósito de contar con información básica que permita encarar el proyecto de manera más realista. Entre la información necesaria que se debe considerar se tiene: condiciones climáticas (intensidad de lluvias, frecuencia, velocidad de vientos, etc.); suelos (textura, profundidad, coeficientes de escurrimiento, pendiente, volúmenes de escurrimiento, etc.); aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrológicos; cálculos de inversión, disponibilidad de mano de obra y costos del material local y otros de acuerdo al tipo de obra a implementar.

a) Barreras

Cuando se manejan parcelas de cultivo demasiado largas, especialmente en terrenos de ladera, en sentido de la pendiente, el agua de escurrimiento alcanza velocidades y caudales elevados que pueden provocar la erosión de los suelos.

En este caso, se recomienda cortar la longitud de la parcela cada cierta distancia con ayuda de diferentes tipos de barreras.

Las barreras son obstáculos de arbustos, pastos, piedras o troncos de árboles, que se colocan de forma transversal a la pendiente del terreno con el propósito de reducir no solo la velocidad del agua de escurrimiento, sino también incrementar su infiltración en los horizontes del suelo. Así mismo las partículas de suelo que son arrastradas por el agua, puedan ser atrapadas y sedimentadas en la parte superior de la barrera.

Según Tracy y Pérez (1986) las barreras presentan las siguientes ventajas:

- Costos relativamente bajos (materiales locales, no requieren muchas herramientas y utilizan mano de obra local).

- Se adecuan bastante bien dentro de los sistemas tradicionales de los agricultores, en razón de que no les son completamente ajenas.

- Producen beneficios secundarios como: flores, materia orgánica, forrajes, madera, leña, frutos, etc.

De acuerdo al material utilizado las barreras se clasifican en:

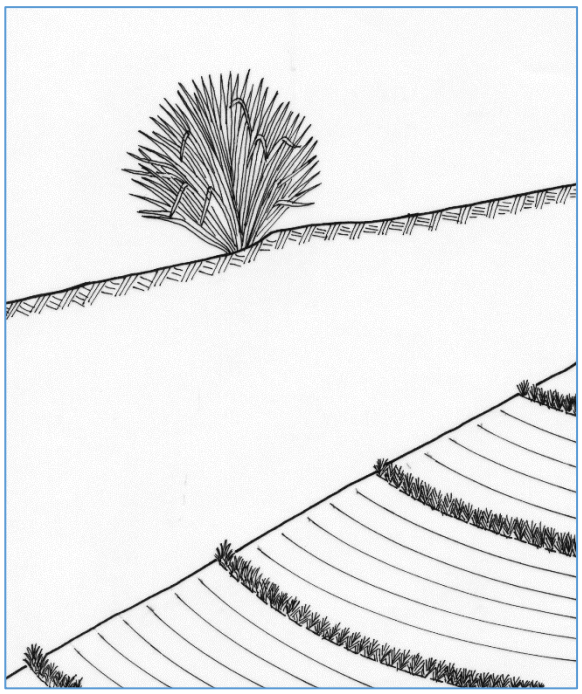
- Barrreras Vivas.
- Barreras Muertas.

- Barreras Vivas

Es fundamental que en todos los sitios de intervención se instalen parcelas demostrativas y se evalué diferentes prácticas y especies para su manejo como barreras vivas, coberturas, sistemas agro y silvopastoriles) de manera participativa y su incidencia sobre la fertilidad del suelo y de manera directa sobre los rendimientos y otros.

Es importante que no se apuesta a una sola practica de conservación debido a que las mismas no son lo suficientemente efectivas y por lo tanto es importante combinar diferentes practicas agronómicas, mecánicas y biológicas..

Detalle de las Barreras Vivas



Fuente: Tracy y Pérez,1986

Ejemplo de Uso del Falaris para Barreras Vivas en Torrecillas Municipio de Comarapa – Santa Cruz, Bolivia.



Entre las especies más recomendadas para la formación de barreras en zonas intermedias tenemos: el vetiver (*Vetiveria zizanioides*), limoncillo (*Cymbopogon citratus*). En los Valles mesotérmicos de Santa Cruz han dado buenos resultados la utilización del pasto falaris y la paja cedrón (*Cetogum citratus*). También es posible

obtener resultados interesantes con el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), la cañabrava (*Gynerim sagitarium*), sauce (*Salix humboldtiana*) y la cabuya (*Agave sp*.).

En el Altiplano y Valles de Cochabamba según Rodriguez (2000), las especies que han dado mejores resultados en el Proyecto Laderas son:

-Valle : Vetiver, falaris, pasto llorón, etama, atriplex.
-Cabecera de Valle : Falaris, festuca, retama, thola, kewiña.
-Puna : Falaris, paja brava, k'apa k'apa.

PROMIC (1997), recomienda las siguientes especies para la conformación de barreras vivas (3600 a 4000 m.s.n.m.):

- Vegetación arbustiva-arbórea: Aliso, retama, kiswara, kewiña y k'apa k'apa
- Pastos introducidos: Falaris, Bromus y Eragrostis.

Pastos nativos: Chillihua

Las barreras vivas son plantas perennes sembradas en hileras transversales a la pendiente del terreno, las mismas que deben caracterizarse por su alto macollamiento y resistencia a la fuerza del agua.

Las barreras vivas se siembran con ayuda de curvas de nivel en forma transversal a la pendiente del terreno cada cierta distancia. Esta longitud depende principalmente del grado de la pendiente y tipo de cultivo.

Estas barreras vivas, al margen de ayudar a disminuir la energía del agua de escurrimiento y retener los sedimentos, pueden ayudar a los agricultores a obtener algunos ingresos adicionales, debido a que se utilizan plantas arbustivas o herbáceas que proporcionan frutos, forrajes, materia orgánica, flores, fibras, productos para la industria farmacéutica, madera, leña, etc.

En las zonas húmedas (precipitaciones mayores a 1500 mm) las barreras vivas pueden ser utilizadas en terrenos planos a casi planos (pendiente menores a 12 %). Cuando el terreno tiene una mayor pendiente, la barrera viva debe ir acompañada de alguna obra física (zanjas de ladera, desagües, terrazas, etc.).

Las barreras vivas en cultivos perennes se siembran en curvas a nivel cada 5 a 30 metros, dependiendo de la pendiente como se presenta en la siguiente tabla, susceptibilidad del suelo a la erosión y del tipo de cultivo que se siembra entre las barreras. El material vegetativo se siembra en el surco cada 20 cm entre planta. En la siguiente tabla se presenta la relación entre pendiente y distancia de barreras para zonas húmedas de Bolivia.

- **Relación entre la Pendiente y la Distancia entre Barreras (Zonas húmedas, >1500 mm de lluvias)**

Pendiente del Terrreno (%)	Distancia Inclinada entre Barreras (m).
2	30,5
4	19,5
6	15,0
8	13,4
10	12,0
12	10,5

Fuente Tracy y Pérez (1986).

De acuerdo a Ocampo et al. (1996) en zonas subhúmedas de los Andes (precipitaciones menores a 1500 mm) las barrearas vivas pueden ser utilizadas de la siguiente manera:

Pendientes:
- Cultivos limpios: entre 5 a 40 %
- Cultivos densos: entre 5 a 60 %

Profundidad del Suelo:

- Entre 25 a 90 cm.

Frecuencia de Aplicación.

– Permanente.

Para la implementación de barreras vivas se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Deben estar dispuestas en curvas de nivel o contorno.

- En regiones lluviosas y con suelos arcillosos o poco permeables, es conveniente que las barreras tengan una inclinación de 0,5 a 1%, hacia el desagüe lateral, a fin de evitar acumulaciones excesivas de agua.

Relación entre la Pendiente y la Distancia entre Barreras para Cultivos Densos (Zonas con <1500 mm de lluvias)

Pendiente del Terrreno (%)	Distancia Inclinada entre Barreras (m).
5	25
10	20
15	18
20	15
25	15

30	15
35	12
40	12
45	9
50	9
55	9
> 60	6

Fuente: Ocampo et al. (1996)

Relación entre la Pendiente y la Distancia entre Barreras para Cultivos Limpios (Zonas con <1500 mm de lluvias)

Pendiente del Terrreno (%)	Distancia Inclinada entre Barreras (m).
5	20
10	15
15	10
20	9
25	8
30	6,5
35	6,0
40	6,0

Fuente: Ocampo et al. (1996)

- Las plantas que se utilizan como barreras deben sembrarse en hileras dobles, distanciadas entre sí, de 15 a 40 cm , de acuerdo al tipo de vegetación a utilizar.

- Las barreras también pueden estar ubicadas en los bordes superiores de las zanjas de ladera o canales de riego, con el objeto de evitar la colmatación y destrucción de los mismos con aguas de escurrimiento generadas en las partes altas. Por otro lado, resulta muy interesante su utilización en la parte superior de una zanja de infiltración para la formación de terrazas de formación lenta.

Para la implementación de barreras vivas se debe seguir los siguientes pasos:

- Determinar la pendiente del terreno con ayuda del nivel de cuerda, triángulo de pendientes, eclímetro, etc.(ver anexo de determinación de pendiente).
- Con las pendientes calculadas determinar en las tablas y de acuerdo a los cultivos el distanciamiento que debe existir entre barreras.
- En el lugar de la pendiente máxima y más representativa, se señala o marca con ayuda de estacas o piedras los lugares donde se trazaran las curvas de nivel. Luego se trazan las curvas de nivel con ayuda del nivel en “A”.

- Trazadas las líneas se las suaviza eliminando las partes más abruptas
- Apertura de zanjas o surcos para la siembra.

Especies

Entre las especies más recomendadas para la formación de barreras en zonas intermedias se consideran las especies nativas prevalentes en zona, considerando que el proyecto no financia la introducción de especies exóticas, entre algunos ejemplos recomendados tenemos: el vetiver (*Vetiveria zizanioides*), limoncillo (*Cymbopogon citratus*). En la zona de Yungas de La Paz el vetiver se ha utilizado exitosamente para la fijación de taludes por la construcción de la carretera Cotapata, Santa Bárbara, Alto Beni, Palos Blancos.

En los Valles mesotérmicos de Santa Cruz han dado buenos resultados la utilización del pasto falaris y la paja cedrón (Cetogum citratus) . También es posible obtener resultados interesantes con el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), la cañabrava (*Gynerim sagitarium*), ~~sauce (*Salix humboldtiana*)~~ y la cabuya (*Agave sp*.).

En el Altiplano y Valles de Cochabamba según Rodriguez (2000), las especies que han dado mejores resultados en el Proyecto Laderas son:

Valle:	Vetiver, falaris, pasto llorón, retama, atriplex.
Cabecera de Valle:	Falaris, festuca, retama, thola, kewiña.
Puna:	Falaris, paja brava, k'apa k'apa.

PROMIC (1997), recomienda las siguientes especies para la conformación de barreras vivas (3600 a 4000 m.s.n.m.):

- Vegetación arbustiva-arbórea: Aliso, retama, kiswara, kewiña y k'apa k'apa
- Pastos introducidos: Falaris, bromus y eragrostis.
- Pastos nativos: Chillihua.

Por otro lado PROFOCE (2001), recomienda para Cochabamba el uso de barreras vivas asociadas con leguminosas, debido a la falta y alta necesidad de forrajes en la zona. En ese sentido recomiendan la siembra de los forrajes entre las dos hileras de Falaris (ancho 40 cm). Entre los forrajes recomendados figuran el trébol blanco o rojo, veza común, veza peluda o el arbusto de tagasaste (árbol de alfalfa), que se desarrolla hasta alturas de 3300 m.s.n.m.

Para que los forrajes se desarrollen bien entre las dos hileras de falaris es aconsejable hacer una buena preparación del suelo (mullimiento) y utilizar tutores de cebada para las leguminosas. Por otro lado, luego de la siembra (sembrada cada 10 a 15 cm de distancia en el surco), cubrir el suelo con paja para mantener húmedo el suelo.

Para la siembra de las barreras vivas se utilizan las siguientes formas: caña corrida, estacas, macollos, cepas, bulbos y semillas. Los pasos a seguir para la implementación de las barreras son las siguientes:

- Selección y preparación del material .

- Preparación del surco.
- Siembra o plantación del material*.

Como las barreras vivas tienen una efectividad media, en las áreas de cultivo (entre barreras) se deben utilizar necesariamente algunas prácticas agronómicas complementarias (surcos en contorno, rotación de cultivos, etc.). En zonas húmedas y de excesiva pendiente es necesario complementar las barreras vivas con algunas prácticas mecánicas (zanjas de ladera, terrazas, etc.). Esta complementación de diferentes prácticas entre si es de suma importancia para lograr una mayor efectividad.

Se ha podido constatar, en los diferentes proyectos visitados (Valles mesotérmicos de Santa Cruz, Valles de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí y el Altiplano), que las diferentes instituciones y los técnicos de estas apuestan en general a una sola práctica y por lo tanto no se garantiza adecuadamente la conservación de los suelos.

Las barreras vivas por su simplicidad y bajos costos ayudan en el tiempo a la conformación de terrazas de formación lenta; y su eficiencia para formar las terrazas, varía según la especie y su forma de crecimiento. Sin embargo, las barreras vivas no evitan la erosión ni la escorrentía, ni estimulan la actividad biológica en las áreas entre las barreras individuales.

Para la mayoría de los productores, los aspectos más importantes en la selección de las especias para barreras vivas es que aporten productos para el consumo o la venta y que no invadan ni compitan con los cultivos adyacentes.

- Barreras Muertas

a) Barreras de piedras

Las barreras muertas, al igual que las barreras vivas, se construyen de forma transversal a la pendiente del terreno y se implementan con ayuda de piedras y troncos de árboles que pueden ser recolectados en el mismo terreno agrícola.

En parcelas pedregosas, el uso de piedras para la construcción de las barreras, al margen de disminuir la erosión de suelos ayuda a mejorar de alguna manera la calidad de los suelos (facilidad de preparación), gracias al despiedre. Esto especialmente en zonas donde se practica una agricultura intensiva.

Las barreras de piedra al igual que las barreras se levantan con ayuda de curvas de nivel trazadas cada cierta distancia. A medida que aumenta la pendiente del terreno la distancia entre curvas de nivel son menores.

Las barreras de piedra se diferencian de las barreras vivas porque son obras más estables, especialmente si se les da un mantenimiento periódico. Sin embargo esta práctica requiere mucha mano de obra en comparación a la práctica anterior para remover y sacar las piedras del terreno y sobre todo para formar el muro de manera adecuada.

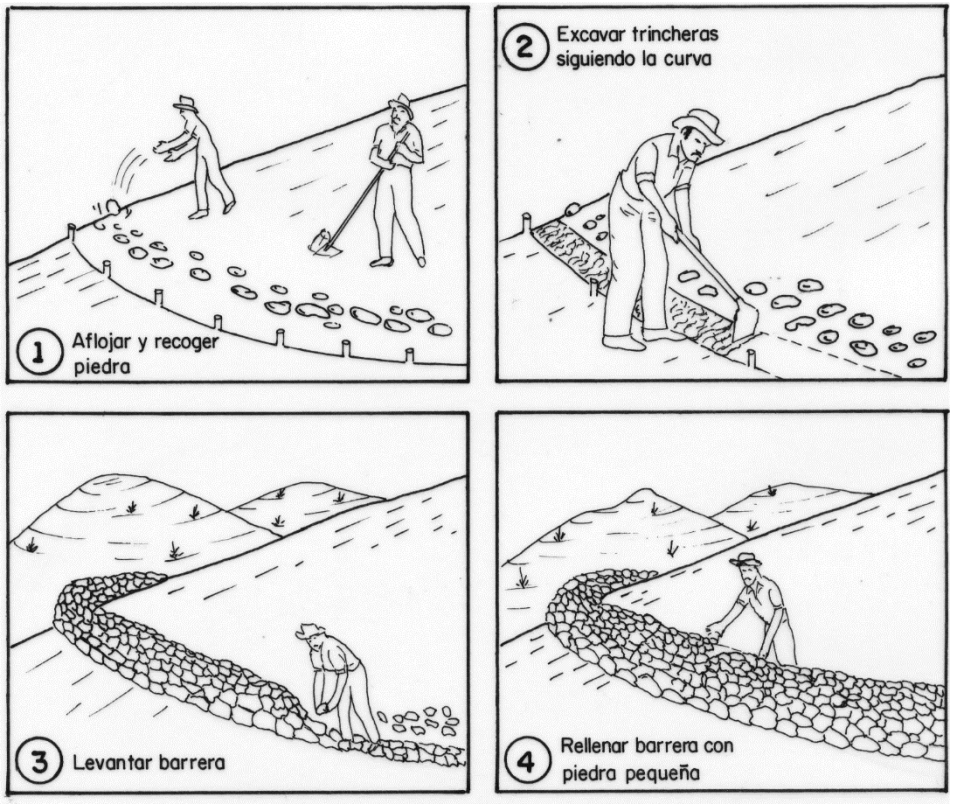
Según Tracy y Pérez (1986), para la implementación del muro de piedra se debe seguir los siguientes pasos:

- Trazar las curvas guía de acuerdo a la pendiente del terreno.
- Iniciar la recolección y amontonamiento de piedra.
- Marcar el ancho total de la base del muro (50 a 80 cm) sobre las curvas guía trazadas con anterioridad (la curva guía divide en dos al ancho de la barrera).

Excavar la base del muro en el suelo, la profundidad es de aproximadamente 8 a 25 cm. Esta base cavada tiene como objetivo proporcionar al muro mayor estabilidad y evitar su fácil socavamiento

Durante la construcción del muro se debe colocar las piedras lo más juntas posibles para evitar pérdidas de agua y de suelo. El levantamiento del muro se debe empezar con las piedras más grandes para darle mayor estabilidad y luego continuar con las de menor tamaño. El muro para tener mayor estabilidad debe tener una forma trapezoidal (50 a 80 cm en la base y 40 a 50 cm en la corona y una altura de 50 a 90 cm de alto). También durante la construcción se le puede dar al muro una contra-pendiente, es decir una inclinación hacia la ladera con el objeto de evitar su desmoronamiento.

Barreras de Piedra y su Construcción



Fuente: Tracy y Pérez,1986

Una vez construido el muro se debe realizar una prospección del sitio luego de las primeras lluvias para detectar y tapar fugas de agua que pueden causar el socavamiento de la base de la barrera.

Para garantizar la estabilidad de los muros de piedra se deben realizar controles y mantenimientos periódicos para reparar los daños, tales como colocar las piedras caídas, etc.

Esta práctica se recomienda que vaya acompañada en la parte inferior de la base, con barreras de árboles o arbustos (prácticas biológicas) para evitar su socavamiento.

Una manera fácil para determinar el distanciamiento entre barreras es de que una persona se ubique en la ladera, mirando hacia la pendiente y con el brazo extendido a la altura de la vista: En el sitio que apunta con la mirada (cuesta arriba) se implementará la primera barrera, mientras que en el lugar donde estaba parada la persona se implementará la segunda barrera y así sucesivamente podemos continuar pendiente abajo.

Debido a que las terrazas de piedra o andenes es poco viable de implementar bajo las condiciones socio-económicas existentes en las zonas montañosas del país, estas barreras de piedra pueden servir de base para la construcción de terrazas de piedra conocidas como de formación lenta, en razón de que distribuyen los jornales o actividades en tiempos prolongados para su construcción, ya que estas se levantan poco a poco.

Ventajas:

- Control eficiente de la erosión de suelos por escurrimiento.
- Se incrementa el área de cultivo.
- Se atenúa el efecto de las sequías cortas que se presentan en el ciclo hidrológico por la facilidad para almacenar mayor cantidad de agua de lluvia.

Desventajas:

- Se requiere mayor cantidad de mano de obra.
- Mantenimiento constante de las obras.
- Adopción menos popular que las barreras vivas.

b) Terrazas

Las terrazas son plataformas construidas de manera transversal a la pendiente del terreno, y son consideradas como una de las prácticas de conservación de suelos más efectivas, debido a que la pendiente del terreno original se cambia o disminuye notoriamente. Las terrazas formadas reducen considerablemente el escurrimiento de agua, aumentan el almacenaje de agua en el suelo y mejoran el microclima; esta última debido a que disminuye la incidencia de heladas por la mayor acumulación de

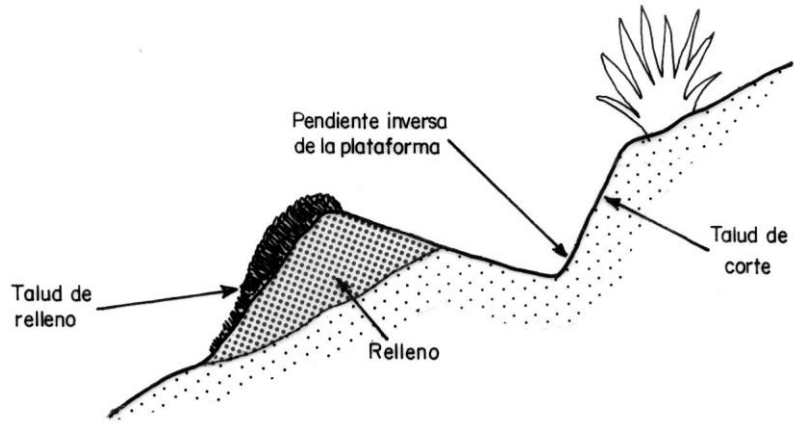
calor. Se amortigua el efecto de las heladas gracias a la turbulencia del aire y calentamiento de los taludes.

Si bien estas prácticas están catalogadas como una de las más eficientes para la conservación de suelos y agua, sin embargo, requieren mucha mano de obra para su construcción y mantenimiento.

Las terrazas tal como se puede ver en la figura, están conformadas de las siguientes partes:

- Plataforma más o menos horizontal, que es el resultado de un corte de la ladera original (parte superior) y un relleno sobre la pendiente original (parte inferior)
- Contrapendiente.

Partes de una Terraza



Fuente: Tracy y Perez, 1986

- Taludes superior (corte) e inferior (relleno).
- Canal de desagüe.

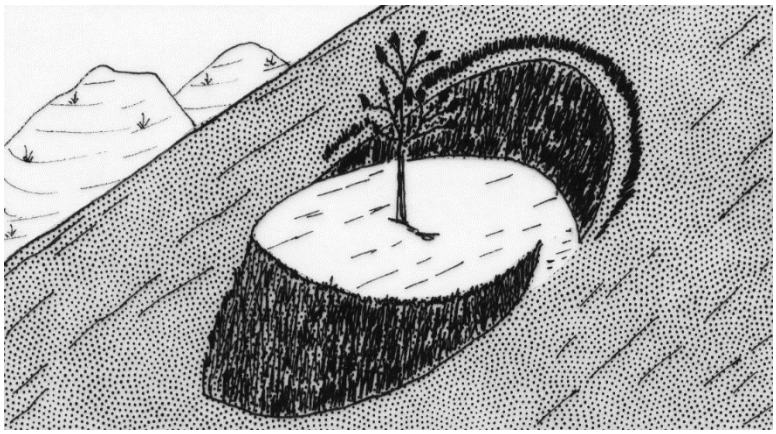
Las terrazas de acuerdo a sus características y finalidades se clasifican de la siguiente manera:

- **Terrazas Individuales**

Son plataformas individuales de forma circular que se construyen en las laderas de manera muy simple para la implementación de frutales u otros cultivos permanentes. Las terrazas individuales tienen como función:

- Captar y conservar la humedad.
- Mejorar el aprovechamiento de los fertilizantes aplicados.

Terrazas Individuales y su Construcción



Fuente:Tracy y Perez, 1986

Las terrazas individuales se pueden construir en laderas con pendientes entre 2 y 60 %. Cuando las pendientes son muy pronunciadas deben ir acompañadas de otras prácticas tales como zanjas de desagüe, terrazas angostas, etc.
Al igual que la mayoría de las prácticas de conservación de suelos, estas terrazas deben ser construidas siguiendo las curvas de nivel.

Cada terraza consta de una plataforma de aproximadamente 1,5 m de diámetro y dependiendo de las copas de los árboles, una pendiente inversa (contrapendiente) de 10 %, un canal de desagüe y los taludes respectivos (superior e inferior).

Los taludes superior e inferior deben tener una relación horizontal : vertical según las características del suelo. En terrenos más deleznables los taludes son más inclinados.

El espaciamiento entre las terrazas depende de las características de los árboles frutales (diámetro de las copas) a plantarse. Así para el caso de manzanos y peras se recomienda 3 m, para cítricos 6 m y para frutales más frondosos tales como paltos y mangos 9 metros.

Para la construcción de las terrazas individuales en primer lugar es necesario trazar las curvas de nivel distanciadas, según las especies a utilizar.

Una vez trazadas las curvas guía, se ubica, con ayuda de estacas, el lugar donde se van a plantar los árboles. Alrededor de la estaca y con ayuda de una pita y palo, se marca un círculo que indica el ancho de la terraza individual.

El circulo trazado en el suelo está en el eje con la curva de nivel o línea base. La parte del circulo superior de la línea base es la parte que debe ser cortada, y la parte ubicada por debajo, es la sección que debe ser rellenada.

Para iniciar la construcción de la plataforma se recomienda quitar la capa superficial del suelo (10-20 cm) para no enterrarla durante la construcción; esto en razón a que la capa superficial presenta buenas características físicas, químicas y biológicas. Este

material es retirado a un costado de la terraza para ser colocado al final de su construcción en la superficie.

A medida que se va excavando la parte de corte de la terraza, se coloca este material en la parte de relleno y se lo va compactando cuidadosamente en capas de 3 a 5 cm para evitar su desmoronamiento. Una vez alcanzada la altura adecuada se debe dar énfasis en la construcción de la contrapendiente para garantizar que el agua de lluvia se infiltre en esta y no se escurra por el borde inferior de la terraza provocando su destrucción.

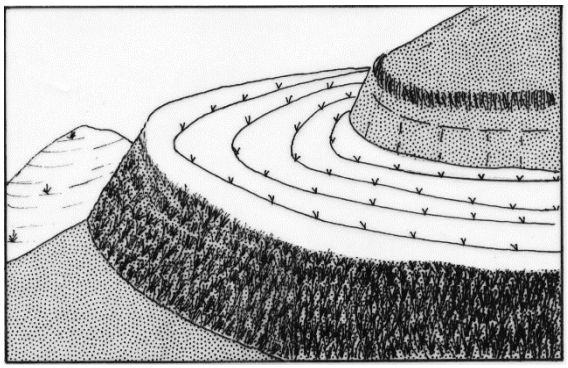
Los taludes superior e inferior deben ser construidos de acuerdo a las características del terreno y ser arreglados y compactados para garantizar su estabilidad; así mismo al final deben ser engramados. En zonas con bastantes lluvias se recomienda en su parte inferior excavar un pequeño canal desde el fondo de la plataforma hacia un lado para permitir un drenaje del exceso de humedad.
La protección y mantenimiento de la terraza individual es igual a las tareas realizadas en todas las terrazas como ser:

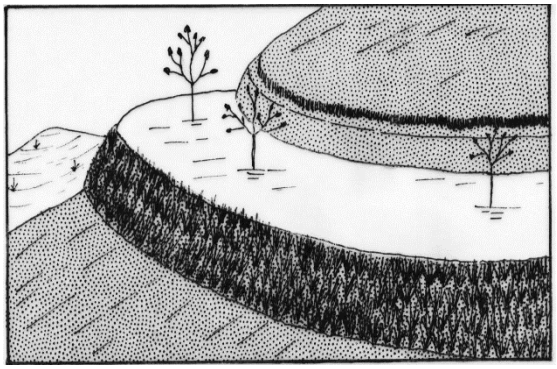
- Establecimiento o repoblamiento de las barreras vivas sobre el talud superior.
- Rectificar cada cierto tiempo la contrapendiente de la plataforma.
- Mantenimiento del engramado en los taludes de corte y relleno.

Este tipo de terrazas individuales son factibles de construir en las zonas montañosas del país, como en Yungas, para cultivos de cítricos, café, cacao y otros y donde es muy imperioso la aplicación de ciertas prácticas conservacionistas para evitar que continúe el deterioro de los recursos de la tierra. Por otro lado, esta práctica por su simplicidad no requieren mucha mano de obra.

- Terrazas Angostas
Las terrazas angostas son plataformas continuas, construidas en forma transversal a la pendiente del terreno (recomendado para pendientes moderadas a fuertes). Al igual que en los diferentes tipos de terrazas estas sirven para garantizar la infiltración y almacenamiento de agua en la terraza y evitar la formación de agua de escurrimiento.

Terrazas Utilizadas en Cultivos Anuales y Perennes





Fuente:Tracy y Perez, 1986

Una de las condiciones para la construcción de terrazas angostas es que requiere suelos cuya profundidad sea mayor a los 50 cm. Esto para evitar que durante las tareas de corte y relleno, el material del subsuelo llegue a la superficie y vuelva improductiva la parte superior de la terraza durante los primeros años.

Las terrazas angostas pueden ser construidas de manera alterna en el sentido de la pendiente (se deja cierto ancho de terreno natural sin movimiento de tierra cada cierta distancia); esta modalidad de construcción es recomendable para terrenos de menor pendiente y sirven para la siembra de cultivos limpios, hortalizas y flores, además van acompañadas de prácticas agronómicas complementarias. Cuando las terrazas se construyen en terrenos de mayor pendiente en general deben ser utilizadas para cultivos perennes como café, frutales cítricos, cacao, etc.

Las dimensiones y el distanciamiento entre terrazas se determina según la pendiente del terreno y las clases de cultivos a implementarse.

Entre las ventajas que presentan estas terrazas es que las áreas no cultivables, ocupadas por las estructuras, son menores en relación a otras obras de conservación y entre las desventajas se debe mencionar que requieren mucha mano de obra para la construcción y mantenimiento. Las terrazas angostas para cultivos limpios se construyen en pendientes entre 12 al 30 %. El ancho de la plataforma en si es de 2 m, con una pendiente inversa (contrapendiente) de 10 % y el distanciamiento está en función de la pendiente. Los taludes recomendados depende de las características del suelo, donde las relaciones más comunes son 0,75:1 y 1:1.

Las terrazas angostas para cultivos permanentes pueden utilizarse en pendientes mayores (50-70 %) que para cultivos anuales o limpios debido a la mayor protección que ejerce la vegetación permanente sobre el suelo. Para cultivos de cítricos se utilizan un distanciamiento de 6 m y cuando se cultiva mangos o paltos se deja un distanciamiento entre terrazas de 9 m. El ancho de la plataforma en las terrazas angostas más comúnmente utilizadas es de 1,0 a 1,5 m con una pendiente inversa de 10 % para garantizar la retención de agua. Al igual que en el caso anterior se recomienda taludes con una relación de 0,75:1 y 1:1. (Horizontal:Vertical).

Las terrazas se construyen a nivel para captar el agua de lluvia o en zonas más lluviosas a desnivel, para evacuar el agua sobrante. El desnivel longitudinal no debe ser mayor a 1% ya que el agua evacuada debe ser conducida a los drenajes naturales de la zona.

Para la construcción de las terrazas angostas, lo primero que se debe determinar es la pendiente del terreno y tipo de cultivos que se piensa sembrar. Estos datos nos permite determinar el distanciamiento entre las terrazas y su ancho respectivo.

Luego se comienza a trazar las curvas guía desde la parte alta de la ladera de acuerdo a la metodología explicada con anterioridad. Para marcar el ancho de la terraza se traza con ayuda de estacas a ambos lados de la curva guía. En ese sentido si la terraza tendrá un ancho de dos metros, se mide 1 m por encima de la curva guía, y otro metro por debajo de ella, de esa manera la curva guía divide a la terraza en dos

partes iguales. Al igual que en el caso de las terrazas individuales la parte ubicada por encima de la curva guía es la parte de corte y la parte por debajo es la de relleno.

Para empezar el excavado y rellenado se marcan con ayuda de 6 estacas un bloque de aproximadamente de 2 m de largo X 2 m de ancho. Posteriormente se comienza a excavar y rellenar de la misma manera que en el caso de las terrazas individuales. Es decir luego de quitar la capa arable y colocarla a un lado se comienza con la excavación de la parte de corte (zona por encima de la curva guía) y el relleno de la parte por debajo de la curva por capas que se van compactando cada 3 a 5 cm de altura a fin de darle la estabilidad necesaria.

Una vez alcanzado el ancho de la plataforma se debe cortar el talud superior y compactar el relleno para que no se desmorone. Al mismo tiempo es necesario dar la contrapendiente inversa necesaria (10 %).

Relación entre la Pendiente y Dimensiones de las Terrazas Angostas.

Pendiente del Terreno (%)	Distancia Inclinada entre Terrazas (m)	Ancho Total de la Plataforma (m)
12	14,0	2,34
14	13,0	2,40
16	12,5	2,42
18	12,5	2,46
20	12,0	2,52
22	12,0	2,56
24	12,0	2,60
26	12,0	2,64
28	12,0	2,70
30	12,0	2,74

Fuente: Micheaelsen (1980)

Para la protección de la plataforma de la terraza, se debe tomar en cuenta 4 aspectos fundamentales:

- Implementar una barrera viva por encima del talud superior.
- Engramar el talud inferior.
- Controlar la contrapendiente de la plataforma.
- Mantener el drenaje limpio.

Todas estas actividades se debe realizar periódicamente para mantener las barreras y el engramado lo suficientemente tupidos para que no exista desmoronamientos. Por otro lado, antes de la siembra y la preparación de suelos es recomendable revisar la plataforma de la terraza emparejándola y rectificando la pendiente inversa.

Así mismo, si se ha dado a la terraza un desnivel longitudinal, es necesario revisar a lo largo de la plataforma el drenaje para que se mantenga libre y pueda circular libremente el agua.

Por las características socio-económicas y edafo-climáticas existentes en el Altiplano, este tipo de prácticas no es adecuada para esta zona y más bien son más interesantes para los Yungas y algunos valles del país, donde las condiciones climáticas son más favorables y permiten sacar dos o más cultivos al año.

Terrazas de Formación Lenta

En zonas donde escasea la mano de obra y no es factible levantar terrazas de manera inmediata, se recomienda la construcción de terrazas o andenes de formación lenta:

Según Ocampo et al. (1996) la formación de terrazas de formación lenta, se puede lograr con ayuda de la combinación de zanjas de infiltración, con barreras vivas y/o muros de piedra. Como los suelos se utilizan año tras año, las labores normales de cultivo favorecen la acumulación de material erosionado detrás de las barreras vivas o muros de piedra y en el tiempo la conformación de las terrazas.

Para la construcción de estas terrazas se recomienda:

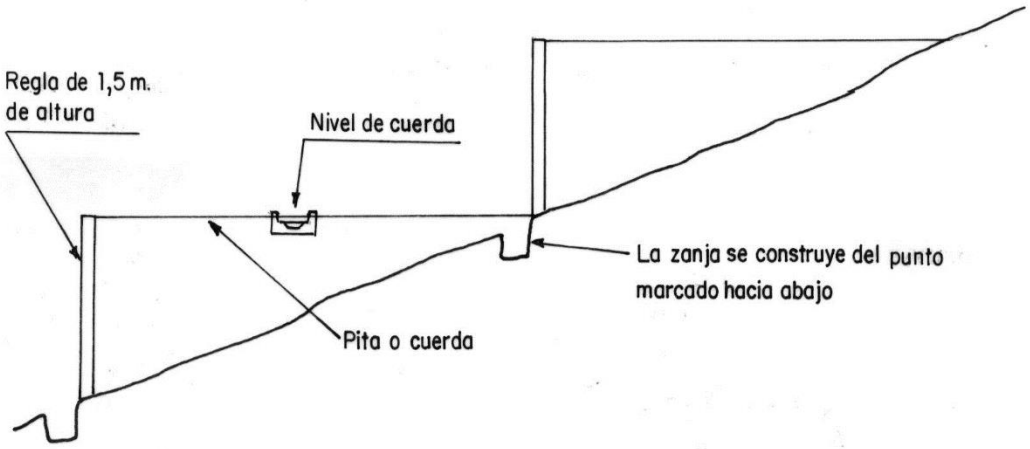
- El espaciamiento entre zanjas, muros o barreras depende de las condiciones del suelo, intensidad y tipo de uso del suelo, cultivo a implementarse y las condiciones climáticas.

Las zanjas, muros o barreras deben seguir las curvas de nivel.

- Los muros de piedra deben cumplir con los requisitos de seguridad para evitar su derrumbe volcamiento o deslizamiento (deben estar enterrados por lo menos unos 10 cm).

Para la construcción de terrazas o andenes de formación lenta en pendientes moderadas y de acuerdo a las experiencias acumuladas por Sartawi (1992) en el Altiplano boliviano se debe seguir los siguientes pasos:

Determinar la distancia a la que se abrirá las zanjas de infiltración o levantará los muros de piedra de las futuras terrazas, para tal efecto se utiliza reglas de 1,5 m de desnivel y un nivel de cuerda, los que nos permiten determinar las mencionadas distancias.



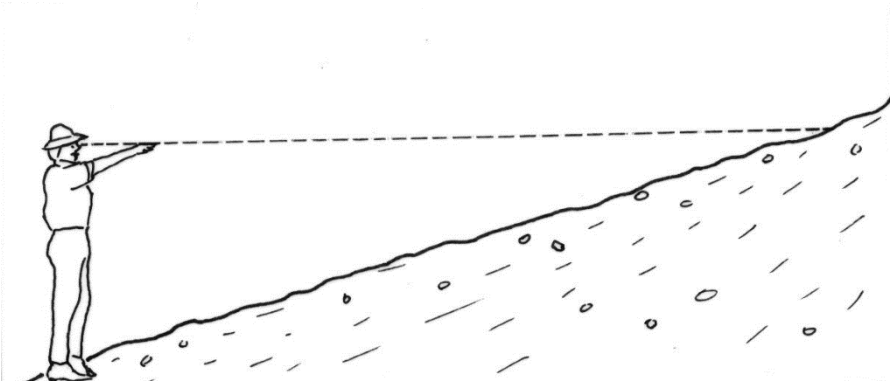
Fuente: Sartawi, 1992

- Trazar en los puntos (distancias) determinados curvas guía con ayuda de un nivel en “A” .

- Cavar zanjas de aproximadamente 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad. La tierra que se saca de la zanja se coloca en el borde superior de la zanja, dejando un espacio de 40 cm entre la orilla superior de la zanja y el montón de tierra.
- Los camellones de tierra formados en la parte superior de la zanja se utiliza para sembrar o plantar barreras vivas.

Para el mantenimiento de las terrazas de formación lenta se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Mantener en la época de lluvias las zanjas limpias para evitar la acumulación de agua y su rebase hacia las franjas cultivadas.
- Evitar que las barreras vivas invadan las tierras de cultivo.



En caso de que se ha utilizado barreras de piedras sobre las zanjas, se debe controlar su estabilidad y acomodarlas paulatinamente a medida que avanza la formación de la terraza.

-Terrazas de Banco

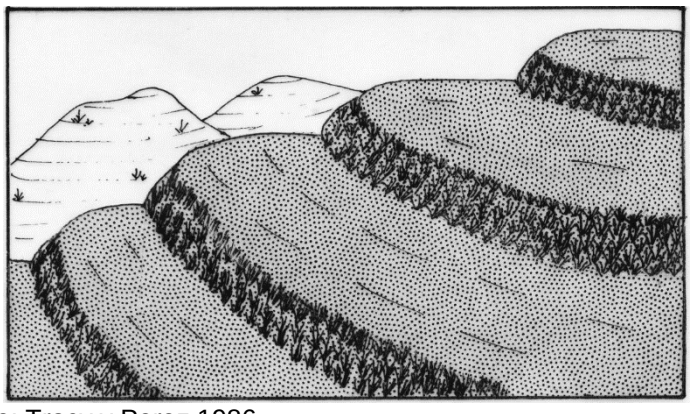
Las terrazas de banco son plataformas o bancos escalonados, construidos transversalmente a la pendiente y separados por taludes con vegetación o piedra, formando terraplenes planos o con cierta pendiente interna o externa.

El ancho del banco varía con la pendiente, el cultivo y la profundidad del suelo. Las terrazas de banco presentan un talud superior y otro inferior que pueden ser verticales cuando se sostiene con muros de piedra o ligeramente inclinados cuando se protege con vegetación permanente como ser pastos.

Si bien esta práctica es una de las más efectivas para controlar la erosión en laderas, su divulgación es muy limitada por los altos costos que requiere su construcción y mantenimiento. En ese sentido este tipo de prácticas es adecuada solo para cultivos muy rentables tales como hortalizas, flores y cultivos para exportación y donde sea factible una agricultura intensiva y donde no exista problemas por déficit de agua o se cuente con riego.

La construcción de las terrazas de banco es posible en zonas donde las pendientes del terreno estén entre 12 a 40 % y donde los suelos tienen una profundidad mayor a 1 m. La pendiente inversa de las plataformas no debe ser mayor de 5% y en el caso de tener un desnivel longitudinal, para evacuar el agua sobrante, este no o debe exceder el 1 %.

Terrazas de Banco



Fuente: Tracy y Perez,1986

Una condición para que las terrazas tengan estabilidad es que las plataformas estén bien compactas y los taludes bien engramados para evitar el desmoronamiento de las obras o se utilice piedra.

La construcción de las terrazas se realiza de manera similar a las terrazas angostas, Una vez trazadas las líneas guía o base, se comienza a excavar en la mitad superior de la faja de terreno y rellenar con la tierra extraída la otra mitad inferior. Al igual que en el otro tipo de terrazas es importante quitar la tierra fértil y colocarla en la superficie de las plataformas una vez concluidas.

Así mismo, es necesario cavar una acequia en la parte superior del terreno para evitar escurrimientos de la parte superior del terreno hacia los bancales.

Se deben trazar líneas guía.

Realizar el aflojamiento y movimiento de tierra lateralmente.

c) Zanjas de Infiltración

Esta práctica consiste en la construcción de canales de forma trapezoidal o rectangular, los mismos que son implementados transversalmente a la pendiente máxima del terreno en las zonas secas del mundo.

Los objetivos principales de las zanjas de infiltración son:

- Cosechar el agua de lluvia y/o escurrimiento en zonas secas o con problemas de almacenamiento.
- Disminuir el agua de escurrimiento y la erosión de suelos.
- Favorecer la infiltración del agua de lluvia o escurrimiento en el suelo, para favorecer la implementación o recuperación de praderas, árboles y de esta manera aumentar la producción de forrajes, madera y otros.

Para la implementación de zanjas de infiltración en una zona, deben existir las siguientes condiciones:

- Laderas con suelos de profundidades mayores a los 30 cm.
- Zonas que requieren ser reforestadas, cultivadas o necesitan recuperar sus praderas degradadas.
- Zonas secas que presentan un déficit hídrico en la mayor parte del año o con escasas lluvias monomodales, como sucede en buena parte del país.

Para diseñar las zanjas de infiltración se debe considerar los siguientes parámetros:

- Ancho del borde superior.

- Ancho de la base.
- Profundidad.
- Taludes.
- Distanciamiento entre zanja.
- Pendiente longitudinal.

Las dimensiones de la sección transversal de la zanja (ancho, profundidad y talud), dependen principalmente del tipo de suelos y características de las lluvias.

El ancho superior de las zanjas, de acuerdo a las recomendaciones del PRONAMACH (1985), fluctúa entre 40 a 50 cm, el ancho de la base entre 30 a 40 cm y la profundidad entre 20 a 50 cm.

Los taludes de la zanja varían según el tipo (textura) del suelo:

Suelos sueltos: 1,5 : 1 a 2 : 1
Suelos estables: 0,5 : 1 a 1 : 1

Las gradiente de las zanjas en general para que cumplan la cosecha de aguas es de 0 %. El espaciamiento entre las zanjas, no solo está en función de la pendiente del terreno, precipitaciones, tipo de suelo, sino también del tipo de vegetación (cultivos, pastos o árboles).

Para la implementación de zanjas de infiltración, luego de definir el distanciamiento entre las zanjas con base a los parámetros arriba mencionados (pendiente, tipo de suelo y cobertura vegetal), se trazan líneas guía con ayuda del nivel en A , caballete u otros instrumentos.

El trazado o rayado de la línea guía para las zanjas, es recomendable hacerlo en un terreno sin remover. Esto garantiza construir zanjas más estables y tener vegetación nativa. Por consiguiente si es necesario preparar el terreno antes de construir las zanjas, se recomienda dejar franjas de terreno de aproximadamente 1 m.

La apertura de la zanja puede realizarse con ayuda de una yunta (pasando varias veces sobre la línea y de su alrededor para darle el ancho y profundidad necesaria, o con ayuda de una picota o azadón.

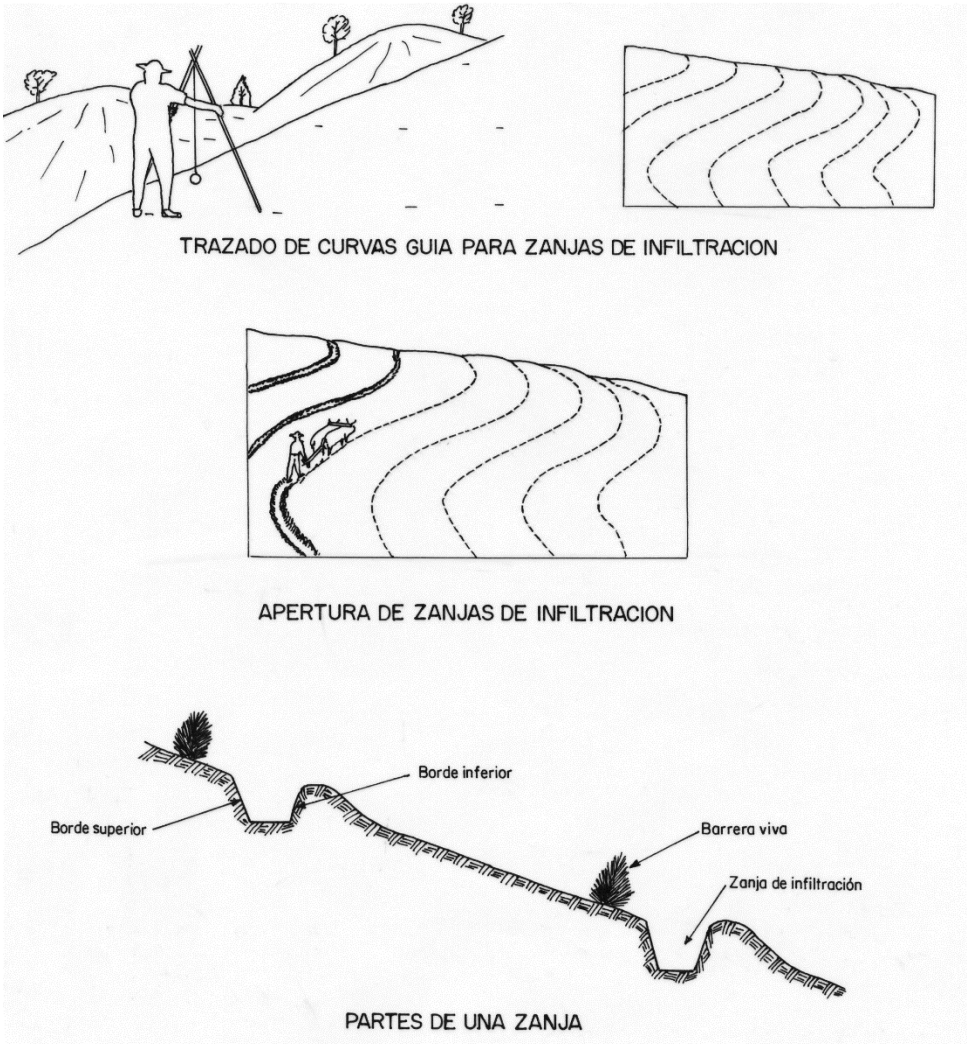
Una vez removido suficientemente el terreno, el acabado necesariamente se lo debe realizar con una herramienta (picota, pala o azadón) para darle la forma adecuada. La tierra extraída siempre debe ser colocada en el borde inferior con el objeto de aumentar su capacidad de captación.

En el borde superior de la zanja se recomienda implementar una barrera doble o simple, con el objeto de proteger dicha zanja de su colmatación con material arrastrado.

El distanciamiento utilizado para la recuperación de praderas nativas en el Altiplano boliviano, es de aproximadamente 3 m, mientras que para la re(forestación) se utiliza distancias entre 5 a 10 metros y en lo posible de acuerdo a las condiciones de suelo, clima y tipo de vegetación.

En caso de que la infiltración del terreno no sea uniforme, se recomienda en la zanja dejar cada 10 a 15 m tabiques transversales sin excavar, para garantizar la infiltración del agua en el suelo de manera uniforme.

Zanjas de Infiltración y su Trazado



Fuente: Tracy y Perez,1986

d) Obras Para la Evacuación de Aguas de Escurrimiento

En casos cuando los suelos son poco profundos, sueltos, o que descansan sobre horizontes o capas impermeables o planos de deslizamiento, no es conveniente implementar prácticas como las zanjas de infiltración que favorezcan la infiltración y almacenaje del agua en el suelo; en razón de que podrían propiciar, luego de su saturación, la erosión por escurrimiento o remoción en masa (deslizamientos, derrumbes, solifluxiones, etc.).

En ese sentido es necesario en algunas zonas donde existe exceso de agua combinar prácticas sencillas y económicas que permitan evacuar el agua sobrante de los suelos en volúmenes pequeños para que no causen daños en las parcelas de los vecinos .

-**Desagües Naturales**

Las quebradas, hondonadas, depresiones naturales, etc., que existen en una zona juegan un papel importante para facilitar la evacuación natural de las aguas sobrantes de una zona determinada. La utilización adecuada de estos desagües naturales disminuyen los costos de inversión en relación a la necesidad de construir canales artificiales.

Sin embargo es necesario hacer una protección adecuada de estos desagües naturales con ayuda de vegetación nativa protectora (sehuenca, cañahueca, vetiver, etc.).

En sitios más susceptibles (pendientes pronunciadas, cambio de pendiente o donde se reciben aportes de otros desagües) se deben construir diques amortiguadores de piedra para aminorar la energía destructora del agua.

- **Zanjillas de Desagüe**

Son canales de 5 a 10 cm de profundidad, construidos a determinados intervalos con el propósito de evacuar el agua sobrante generado en las parcelas de cultivo.

Estas zanjas según Tracy y Perez (1986) deben tener una pendiente adecuada (0,5 a 2 por mil) y estar ubicadas a intervalos comprendidos entre 2 a 10 metros, disminuyendo el distanciamiento entre ellas a medida que aumenta la pendiente y el volumen de escorrentía.

Este tipo de prácticas mecánicas se deben utilizar con preferencia en zonas lluviosas y en suelos donde:

- La pendiente del terreno sobrepasa el 40% y en las cuales no se recomienda la construcción de canales de desagüe.

- En lugares donde las profundidad del suelo es baja y que no permite la excavación de canales o acequias de ladera.

- En suelos donde la capa superficial es estable y el subsuelo muy susceptible a la erosión.

En aquellos suelos donde la infiltración puede ser peligrosa por problemas potenciales de remoción en masa (suelos derivados de esquistos, anfibolitas, areniscas, granitos, etc.) no deben hacerse zanjillas a menos que existe un horizonte orgánico profundo y estable que lo permita.

- **Zanjas de Ladera**

Son canales mucho más amplios que las zanjillas de desagüe, construidos transversalmente a la pendiente, con el propósito de permitir una evacuación controlada del agua sobrante que se genera en las laderas. La construcción de zanjas cada cierta distancia reduce el largo de la pendiente y por consiguiente disminuye la erosión de los suelos.

Son zanjas de 30 cm de ancho en la plantilla (fondo) y en la superficie (ancho superior) 40 a 50 cm. Los taludes recomendados son de 1:1 en suelos estables, 3/4:1 ó 1/2:1 en suelos muy estables y 1,5:1 ó 2:1 en suelos poco estables o muy susceptibles a la erosión (suelos livianos).

Los intervalos entre canales varían con la pendiente y de acuerdo al tipo de cultivo.

Según Tracy y Perez (1986), la construcción de zanjas son aconsejables:

- Para zonas lluviosas intensas.
- Áreas con suelos pesados (arcillosos), poco permeables, donde hay exceso de escorrentía.
- Suelos susceptibles a la erosión con pendientes hasta de un 40 % y longitudes demasiado largas de las laderas.

No se recomienda construir las zanjas de ladera en terrenos con cultivos limpios o áreas de pastoreo con más de 30 % de pendiente, ni en terrenos con cultivos de semibosque (café, cacao, etc.) con más de 50 % de pendiente.

- El desnivel de la acequia varía de 0,5 a 1 % y la profundidad es la que mayormente determina la capacidad de descarga.

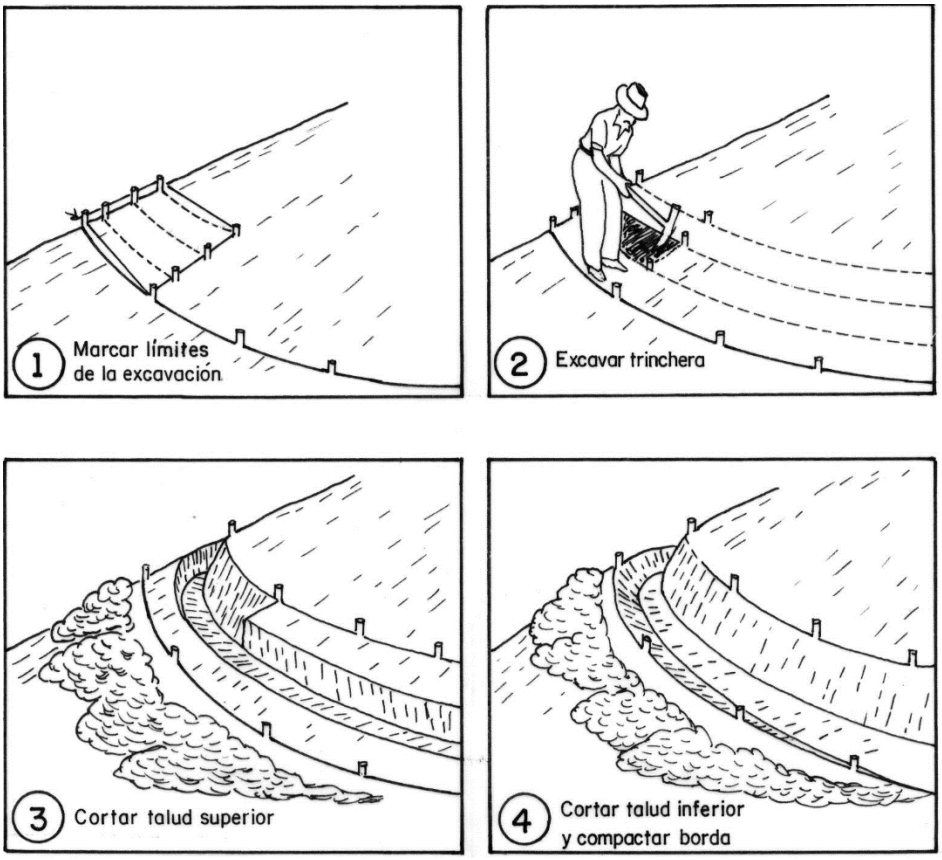
Las acequias de ladera deben protegerse con ayuda de una barrera viva simple o doble sembrada entre 15 a 30 cm del borde superior, con el objeto de frenar la fuerza del agua y retener los sedimentos arrastrados que se originan por encima de la zanja.

Las acequias deben estar conectados a un drenaje natural y bien protegido con vegetación natural, donde no existan problemas de erosión o de lo contrario a canales de desagüe artificial.

Los canales siempre se deben construir desde el desagüe (parte baja) hacia arriba y tratando de que este quede por lo menos a 20-40 cm por encima del drenaje natural, y de esta manera evitar que el agua del drenaje natural penetre por el canal o la represe.

Por otro lado la construcción de las acequias debe iniciarse en la parte más alta del terreno, para evitar que en caso de una tormenta puedan dañar los canales si se ha comenzado a construir por la parte baja.

Zanjas de Ladera



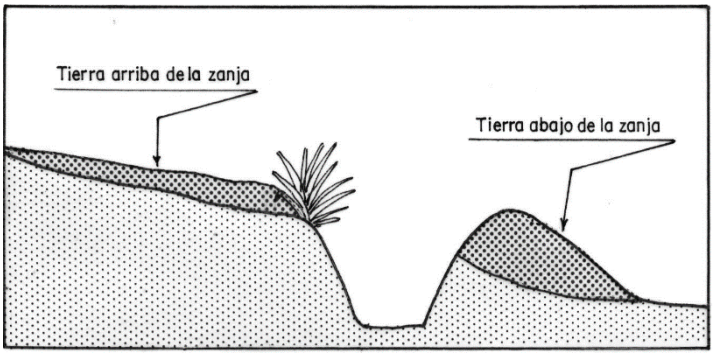
Fuente: Tracy y Perez,1986

La tierra excavada de la zanja puede ser colocada de dos formas:

- En el borde inferior de la misma.
- En el borde superior.

Cuando la tierra se coloca en la parte superior, es necesario que la barrera viva está establecida con anticipación para evitar que el material sea arrastrado hacia la zanja, además como se la esparce (nivela) sobre el terreno, puede disminuir la fertilidad del suelo.

Disposición de la Tierra Excavada en la Construcción de Zanjas de Ladera



Fuente: Tracy y Perez,1986

Cuando se la coloca en la parte inferior, se la amontona y compacta en un camellón para aumentar la capacidad de la zanja, pero se pierde parte del área cultivable.

4. PRACTICAS BIOLÓGICAS

La cobertura vegetal juega un papel fundamental en la conservación de los recursos suelos y agua debido a que:

- Amortigua el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo.
- Favorece el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo gracias al aporte de materia orgánica. El aumento de la M.O. incrementa la infiltración y almacenamiento del agua en el suelo.
- Disminuye la velocidad del agua de escurrimiento y retiene los sedimentos arrastrados.
- La vegetación gracias a su transpiración, reduce el contenido de humedad en el suelo. Esto permite que luego de una nueva lluvia el agua pueda almacenarse y no se pierda por escurrimiento.
- Las raíces de la vegetación, sujetan el suelo evitando su arrastre por el agua y viento.

- Mejora el paisaje.

En ese sentido, la implementación de prácticas biológicas es de suma importancia no solo para conservar el recurso suelo sino también para regular el régimen hidrológico de una (micro) cuenca, favorecer la biodiversidad y mejorar la calidad de vida de sus pobladores.

Las prácticas biológicas utilizadas con más frecuencia son:

a) La forestación y reforestación de las partes altas de una cuenca, o microcuenca, con fines conservacionistas, u otras zonas no aptas para uso agropecuario o susceptibles a la erosión.

b) Plantación de árboles cerca de obras físicas de conservación de suelos (muros de piedra, terrazas, diques, gaviones, taludes y reservorios de agua), con el objeto de evitar su deterioro al consolidarlas, y además darles a las áreas manejadas un aspecto más natural.

c) La forestación y reforestación a orillas del drenaje natural (ríos y quebradas) de la microcuenca, con el objeto de estabilizar las orillas de los cauces naturales y proteger las tierras aledañas.

-Forestación y Reforestación

Las plantaciones forestales son prácticas biológicas importantes dentro de una visión integral de la conservación de los recursos suelo y agua, tanto a nivel de finca como de una cuenca hidrográfica. No obstante, sus ventajas aún gran parte de los pobladores rurales del Altiplano y Valles del país se resisten a su implementación debido a que los beneficios no son inmediatos.

Esta situación obliga a las instituciones que trabajan en programas de manejo de los recursos naturales a mostrar a la población rural y urbana beneficios que se pueden obtener con la implementación de áreas cubiertas por árboles o arbustos.

Estas explicaciones deben estar relacionadas con la importancia que tienen los bosques para la existencia propia del hombre y el medio ambiente en general, ya que incide en los siguientes aspectos:

- Regula el régimen hidrológico de la (micro)cuenca:

- Evita que se genere agua de escurrimiento y afecte a las áreas de cultivo y otras zonas importantes de la (micro)cuenca.

- Mejora la calidad del suelo.

- Mejora el hábitat para el ser humano y animales.

- Mejora las condiciones climáticas.

- Proporciona a los pobladores beneficios y servicios.

Luego de la capacitación y concientización de los pobladores con ayuda de cursos, talleres y visitas de campo a otras zonas donde ya existen ese tipo de experiencias, se debe en forma participativa definir a corto, mediano y largo plazo los trabajos que serían necesarios considerar, donde las prácticas biológicas deberían ser parte fundamental del manejo integral de la cuenca en forma conjunta al resto de las prácticas de conservación de suelos (agronómicas y físicas).

Para la forestación y/o reforestación de zonas susceptibles a la degradación de la cuenca, se debe hacer la preparación del suelo, la misma que se puede realizar de forma manual o mecánica, dependiendo principalmente de la pendiente, tipo de suelos y aspectos socio-económicos.

Los pasos a seguir para poder llevar a cabo una plantación forestal son:

- Coordinación con las comunidades

- Determinar la pendiente del terreno y las características físico químicas del suelo en las zonas a plantar.

- Calcular la distancia que debe existir entre las curvas de nivel (se puede definir a partir de las especies a plantar).

- Trazar las curvas de nivel y marcar los puntos donde se abrirán los hoyos para la plantación.

- Limpiar el terreno alrededor de los hoyos (cerca de 1 metro de diámetro), o limpiar una franja continua (1 metro de ancho).

- Cavar los hoyos de 40 x 40 x 40 cm como mínimo.

- Trasplantar los plantines.

Es importante que el suelo se encuentre húmedo, en ese sentido, se recomienda transplantar los plantines en la época de lluvias (enero, febrero o marzo) y preferiblemente los días nubosos. Es aconsejable regar los plantines antes de ser llevados al lugar de plantación para evitar su resecamiento y en lo posible deben ser plantadas el mismo día de su traslado del vivero al lugar de plantación.

El transplante se debe realizar con el pan de tierra, quitando previamente el recipiente.

Se deben colocar los plantines en el centro del agujero, cuidando que estén en posición vertical. Mientras se sujeta la planta con una de las manos, se coloca tierra

alrededor de las raíces, compactando suavemente el suelo de manera que quede bien firme. Así mismo se debe dejar alrededor del cuello de la planta un área cóncava (platillo) de recepción del agua de lluvia.

Es conveniente, previo a la plantación, colocar en los hoyos materia orgánica y tierra de mejor calidad para lograr un mayor rendimiento de los plantines.

Para garantizar el prendimiento de los arbolitos y/o aumentar la producción de los bosques, se recomienda implementar zanjas de infiltración o pequeñas terrazas de absorción, para interceptar el agua de escurrimiento que se presenta en los terrenos de ladera permitiendo su infiltración y aprovechamiento por la vegetación.

En terrenos con pendiente muy fuerte y también en climas secos, se debe ayudar a los plantines con la instalación de:

- Zanjas de infiltración.
- Pequeñas terrazas.

El objetivo principal de estas obras no sólo es evitar el escurrimiento sino también captar la mayor cantidad de agua y almacenarla en el suelo, para favorecer el prendimiento y crecimiento de los plantines (esto especialmente en zonas áridas y semiáridas).

Plantación con Ayuda de Zanjas de Infiltración

Los pasos que se utilizan para la apertura de zanjas de infiltración son los siguientes:

- Trazar las curvas de nivel manteniendo distancias de acuerdo a la pendiente del terreno y al tipo de árboles que se van a plantar.

- Abrir zanjas de aproximadamente 30 cm de profundidad, 40 cm de ancho superior y 30 cm de ancho inferior, con taludes más pronunciados si son más sueltos.

- Colocar la tierra extraída de las zanjas en su borde inferior para formar un camellón donde se plantan los arbolitos en hoyos abiertos en un sistema al tresbolillo.

Plantación con Ayuda de Terrazas Angostas

Las terrazas son plataformas angostas, transversales a la pendiente. Tienen un ancho aproximado de 1 m de ancho y una contrapendiente de uno por ciento.

La construcción de pequeñas terrazas angostas son mas eficientes en un 25% que las zanjas de infiltración, porque su construcción es más rápida y menos laboriosa, en ambos casos el grado de uniformidad en la infiltración es el mismo.

Si se quiere reducir, los costos de plantación, se pueden preparar pequeñas terrazas individuales en forma de media luna alrededor de cada planta con ayuda de piedras. Esto disminuye sustancialmente la mano de obra en comparación a los dos métodos anteriores.

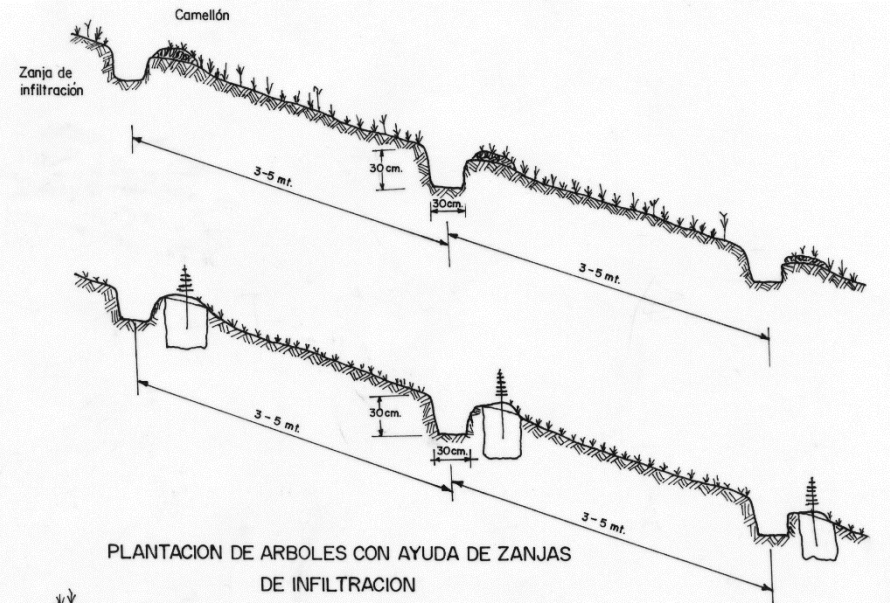
Luego de establecida la plantación es importante realizar el manejo de la misma (podas, raleos y cortes).

Acciones Complementarias

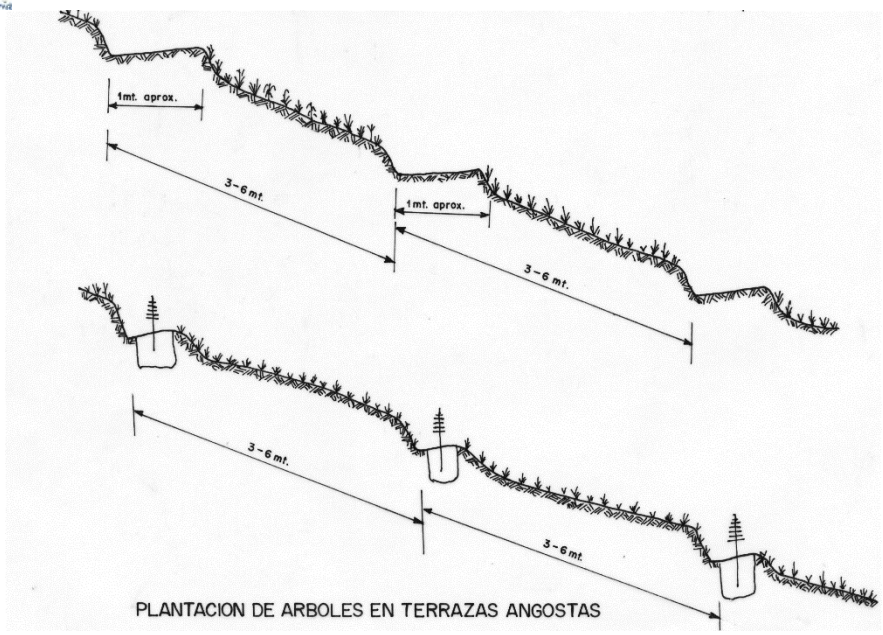
Las acciones complementarias se realizan en las siguientes condiciones:

- Cuando no llueve por un período de 20 o más días después de la plantación, se recomienda aplicar un riego para evitar el secado de las plantas. La reposición de las plantas muertas, débiles, rotas o defoliadas debe hacerse hasta 60 días después de la plantación o al año. Por lo tanto es necesario recorrer el área forestada y evaluar el prendimiento (30 a 40 días después de la plantación).

- Se deben realizar deshierbes periódicos con chontilla o mano para evitar la competencia de las malezas con los plantines. Esta operación se debe llevar a cabo luego del riego de las plántulas.



PLANTACION DE ARBOLES CON AYUDA DE ZANJAS DE INFILTRACION



Fuente: PNCSACH,1985

- En zonas secas los incendios forestales son un peligro para las plantaciones y por consiguiente deben prevenirse, pues una vez iniciados son difíciles de combatir y pueden destruir todos los esfuerzos realizados en varios años. En ese sentido para prevenir la propagación del fuego se recomienda dividir el área forestada por callejones cortafuegos (aproximadamente de 5 m de ancho), los cuales deben mantenerse limpios de maleza, especialmente en las épocas secas del año. Otra práctica a utilizar es plantar alrededor de la plantación especies grasas o suculentas (agave o cactáceas) que son poco susceptibles al fuego debido a su alto contenido de agua.

- En caso de ser necesario la quema en la preparación del suelo para las nuevas plantaciones, se deben elegir días con poco viento; además deben participar los vecinos para mantener una vigilancia y control adecuado durante las operaciones. Las quemas en lo posible deben hacerse por la noche, cuando la humedad es mayor y los focos de incendio son más visibles. En la limpieza del sitio es importante considerar el grado de la pendiente, la susceptibilidad a la erosión y si la vegetación nativa puede competir con la plantación.

Factores Limitantes para las Plantaciones Forestales.

Entre los factores que limitan el desarrollo, crecimiento o implementación de árboles en una zona o (micro) cuenca se tiene:

- El clima (presencia heladas, sequías, granizos, vientos, etc.), situaciones muy comunes en las zonas semiáridas, áridas y subhúmedas secas del país.
- Costo elevado de la plantación.
- Dificultades en la producción de plantas.
- Animales sueltos que perjudican las plantas (ovejas, cabras, vacas, etc.).
- Poca valoración de los pobladores rurales a los beneficios del bosque.

- Tiempos moderadamente largos a largos para obtener beneficios.

Como la forestación es una actividad que requiere gastos importantes, el repoblamiento natural según el Programa Nacional de Conservación de Suelos y Agua en Cuencas Hidrográficas (1985) del Perú, resulta ser una opción barata en comparación a otros métodos (plantación de árboles introducidos).

Para la forestación implantada o natural es muy importante analizar, discutir y definir en forma conjunta con la comunidad:

- Porqué y para que se quiere plantar.
- La superficie promedio que necesita cada familia para producir su leña.
- Determinar que zonas en la cuenca presentan problemas de degradación (erosión) y cuales no tienen aptitud para cultivos o pastos y que pueden ser destinadas para la producción de leña o madera y además para la protección de la (micro)cuenca.
- Acordar para las zonas vedadas o recién implementadas, cuantos años se debería dejar crecer la vegetación antes de su explotación para leña, madera u otros.
- Determinar los sitios que no deberían ser pastoreados para favorecer el desarrollo de la vegetación arbórea o arbustiva.
- Definir el tipo de sanciones a imponer a los que incumplan las disposiciones sobre el manejo de las plantaciones.
-
- Por otro lado, una vez que se ha establecido la plantación es importante definir un plan de manejo de los bosques establecidos para no quitar al mismo tiempo en áreas extensas los árboles favoreciendo los procesos de degradación.

Como en los Valles, Altiplano y Chaco las condiciones climáticas y edáficas presentan una serie de limitaciones (déficit hídrico, en la mayor parte del año, heladas, suelos superficiales y con baja fertilidad natural, etc.) que perjudican la implementación de áreas forestales y su desarrollo, es importante complementar con técnicas para mejorar la producción de estos productos y lograr que esta actividad se convierta en una alternativa interesante para los pobladores de estas regiones

Reforzamiento de Obras de Conservación de Suelos con Ayuda de Prácticas Biológicas

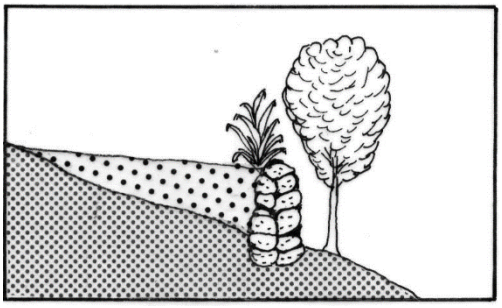
Estas prácticas consisten en plantar al pie de los muros de piedra, terrazas, reservorios de agua y en los taludes de carreteras o represas plantas arbustivas, arbóreas o herbáceas de manera transversal a la pendiente y siguiendo las curvas de nivel.

Generalmente estás prácticas están constituidas por una hilera de plantas arbustivas y/o arbóreas, que ayudan a consolidar las obras físicas y actúan con el tiempo como un puntal de contención y refuerzo del muro y además sirven para darle al sitio de intervención un aspecto más natural y estético.

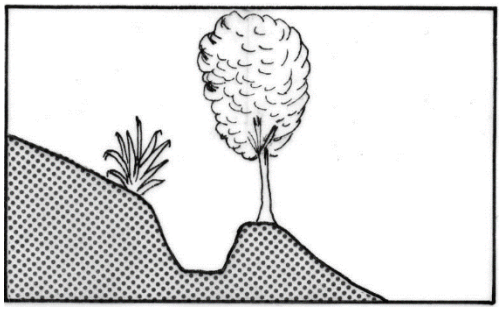
Según Tracy y Pérez (1986), la ubicación de los árboles o arbustos en la obras físicas de conservación de suelos varía según el tipo de la obra:

En el caso de las barreras de piedras (terrazas), los árboles o arbustos deben establecerse en una hilera paralela al borde inferior, a una distancia de 20 cm de la barrera.

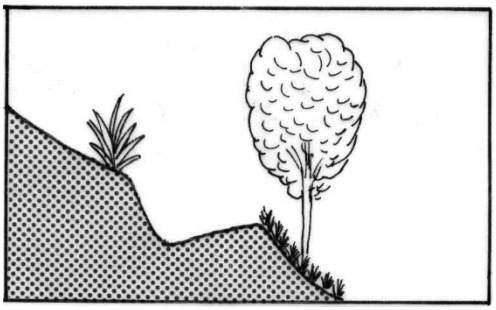
Prácticas Biológicas en Obras Físicas de Conservación



Árboles Plantados al Pie del Andén o Barrera de Piedra



Árboles Plantados en el Borde



Árboles Plantados en el Talud de Relleno de la

Fuente: Tracy y Perez,1986

En las zanjas de ladera los árboles o arbustos deben ir encima del borde inferior formado con la tierra excavada.

En las terrazas angostas se recomienda la siembra de arbustos en una hilera al pie del talud inferior (talud de relleno)

Es muy importante en las áreas de cultivo realizar un manejo de los árboles para que no perjudiquen los cultivos agrícolas. Para tal efecto se recomienda podar los árboles al inicio de cada ciclo de producción para evitar sombra sobre los cultivos. Las ramas y follajes, se pueden utilizar como abono verde, forrajes, fabricación de compost o leña.

La vegetación plantada al pie y sobre los muros, según las experiencias de PROMIC (1997) en Cochabamba, debe tener un distanciamiento entre plantas de 0.50 m. Las

plantas utilizadas en las cuencas de Cochabamba (2700 a 4000 m.s.n.m.) son la kiswara, kewiña, aliso, k'apa k'apa **,** manzanos, guindas y pastos como el phalaris y bromus.

En este sistema recomiendan el manejo de la vegetación, a partir del tercer año, a través de podas y raleos para que dejen pasar la luz y no perjudiquen al cultivo. Asimismo, es conveniente dejar cada cierta distancia (5 m) plantas de mayor porte (árboles) para que a mediano y largo plazo el agricultor pueda contar con madera de construcción, leña, callapos, puntales, y materiales para herramientas de labranza.

Las diferentes técnicas de estabilización y control de los taludes de carreteras, represas y otras utilizadas por PROMIC, en la cuencas del Tunari son de tipo biomecánico y biológico.

Estas prácticas favorecen el establecimiento de plantaciones forestales y arbustivas, las mismas simultáneamente ayudan a estabilizar los suelos y taludes debido al enraizamiento de la vegetación y aumento de la infiltración del agua en el suelo, aspectos que a la vez evitan la erosión hídrica (erosión laminar, en surcos, cárcavas y remoción en masa).

Recuperación Y Manejo De Praderas

Las praderas nativas son pastizales naturales que se encuentran en las tierras no cultivadas, donde crecen en forma espontanea plantas propias de la región, así por ejemplo en el Altiplano se tiene Chilliwares, Ch'ijiales, Pajonales, Th'olares, etc.

Las praderas tienen una composición variable de especies, algunas constituyen un buen forraje (pastos deseables), otras son de regular calidad (pastos poco deseables) y otras son poco apetecidas o dañinas para los animales (pastos no deseables).

Es de conocimiento general que gran parte de las praderas nativas del Altiplano, Valles y El Chaco se encuentran seriamente degradadas en cantidad y calidad por la actividad ganadera; este deterioro inicial de la cobertura vegetal (pastos) incide en la degradación de los otros recursos naturales (suelo y agua) importantes para la sobrevivencia del hombre. Por otro lado, los cambios climáticos a los que está últimamente sometido el mundo (calentamiento del planeta, precipitaciones pluviales muy concentradas, incidencia de sequías y heladas) están acrecentando la degradación y pérdida de las coberturas y otros recursos.

Entre algunos factores que favorecen la degradación de las praderas nativas cabe mencionar:

- Incremento de la población ganadera por unidad de superficie, provocando el sobre-pastoreo.
- Fraccionamiento de la tierra (menor superficie por familia).
- Pérdida de las áreas de pastoreo por degradación de los suelos.
- Mal manejo (quemas, extracción para leña de arbustos forrajeros, etc.).
- Reducción del periodo de descanso.

- Cambio del uso de la tierra.

En el Altiplano boliviano debido a las condiciones climáticas extremas (sequías, heladas etc.) los agricultores utilizan como estrategia para sobrevivir la crianza de un mayor número de animales por unidad de superficie que la capacidad de carga puede soportar. Igualmente en los Valles y El Chaco la carga con un mayor número de animales que la capacidad de soportar las praderas es normal.

Por capacidad de carga se debe entender como el potencial que tiene la tierra de soportar cierta cantidad de animales en función del alimento o la superficie de tierra que se necesita para alimentar a cada animal.

Ante los serios problemas de degradación que sufren las praderas del país, es importante buscar e implementar alternativas que permitan a mediano y largo plazo no solo conservar los recursos vegetales, suelos y aguas, sino también permitir un manejo sostenible principalmente de sus praderas en razón de que es una de las actividades económicas más importantes por su extensión. Sin embargo para lograr este propósito es importante contar no solo con soluciones técnicas acordes a la realidad socioeconómica de sus pobladores, sino contar con normativas locales adecuadas que permita regularizar el número de animales que pueden sostener los diferentes tipos de praderas.

-Recuperación de Praderas Degradadas en el Altiplano

Como la cobertura vegetal (pastos) ha desaparecido parcial o casi por completo de las praderas nativas del Altiplano y los suelos se encuentran descubiertos y sin la protección adecuada, es necesario impulsar la recuperación de los pastos con diferentes técnicas, no solo con el propósito de proteger los suelos sino también con el objeto de disponer con la suficiente cantidad de forrajes para el ganado. Entre las actividades que se deben realizar para cumplir este propósito se tiene:

Pasturas Degradadas

- (Re) siembra de Pastos Nativos.
- Siembra de Pastos con ayuda de Zanjas de Infiltración.
- Abonamiento Orgánico y Fertilización química.
- Transplante de Pastos.
- Instalación de Pastos Cultivados.
- Instalación de Claustros o Cerramientos.

- **Pasturas no Degradadas**
  -Pastoreo Rotativo

-Siembra de Pastos Nativos en Terrenos Cultivados

Esta alternativa resulta ser de gran importancia en el Altiplano y otras regiones del país, donde debido al fraccionamiento continuo de las tierras agrícolas se está acortando drásticamente los periodos de descanso; por consiguiente en estos

periodos cortos no es posible lograr que los suelos tengan una cobertura vegetal densa y tupida que permita la restitución parcial o total de su fertilidad natural.
Para la siembra de praderas nativas es necesario en primer lugar contar con semilla de pastos nativos recolectando el material genético de zonas o áreas donde abundan los pastos nativos.

Para la recolección de pastos en primera instancia es muy necesario conocer las características fisiológicas de los pastos nativos y las épocas más adecuadas para la recolección de sus semillas.

Una vez recolectada la semilla es necesario realizar la limpieza respectiva para eliminar todas las impurezas contenidas (cáscaras, tierra, ramas y otras) con ayuda del venteo. Posteriormente la semilla se guarda en ambientes frescos, con poca luz y temperaturas medias constantes.

Como en nuestro medio no hay una empresa dedicada a la producción exclusiva de semillas de pastos nativos, no existe suficiente cantidad de material para sembrar. Si bien la recolección de semilla de pastos parece una tarea muy difícil, varias ONGs que trabajan en el Altiplano han logrado involucrar a las familias campesinas o comunidades en la recolección de semillas. Entre las estrategias utilizadas por estas instituciones para la recolección de este material se tiene la realización de competencias entre comunidades o familias y la entrega de premios como incentivos a los ganadores (por cantidad de semilla recolectada).

Para acelerar la protección adecuada y rápida de los suelos que van a entrar en descanso en el Altiplano y favorecer la recuperación de la fertilidad de los suelos, es importante ayudar a que estos suelos se repoblen lo más rápidamente posible con la siembra de pastos nativos y por lo tanto se cuente con mayor cantidad de forrajes. En ese sentido Ayala y Aranda (1999), recomiendan sembrar algún pasto junto con el último cultivo de la rotación (en el Altiplano con la cebada). De esta manera el suelo que entra en descanso (generalmente a partir del tercer año), tiende a cubrirse con vegetación la superficie del suelo en menos tiempo, en comparación al barbecho normal del agricultor.

La siembra de pastos, debe realizarse en forma conjunta al último cultivo de la rotación (cebada) durante la época de lluvias. Como los pastos nativos tienen un desarrollo lento no perjudican el desarrollo del cultivo de la rotación.

– **Épocas Óptimas de Cosecha de Semillas de Pastos Nativos en el Altiplano Boliviano**

– **Nombre Común**	– **Nombre Científico**	– **II**	– **V**	–	– **I**	– **II**	– **III**	– **X**	–	– **I**	– **II**
– Aguja aguja	– *Erodium sicutarum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Ajara	– *Chenopodium album*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Ayrampo	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Bolsa bolsa	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Cachu chiji	– *Muhlenbergia fastigiata*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Carretilla	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Cauchi	– *Suaeda foliosa*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Cauchilla	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Chijchipa	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Chilliwa	– *Festuca dolichophylla*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Chojlla pasto	– *Brunus uniloides*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Cola de raton	– *Hordeum muticum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Condor chino	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Curcura cachu	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Illa mancu	– *Chenopodium sp*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Iruichu	– *Festuca orthophylla*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Itapallo orko	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Jupa kota	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Kanapaco	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Kani kani	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Kaylla	– *Tetraglochin cristatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Kela kela	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Kento	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Kota	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Layu	– *Trifolium amabili*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Llapa llapa	– *Poa anua*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Llawara	– *Stipa conspicua*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Marancela	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Mostaza	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Muni muni	– *Bidens andicola*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Orko chiji	– *Distichilis humilis*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Pacco paco	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

– Paico	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Pampa yareta	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Puscaillo	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Quemallu	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Saca	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Sewenca	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Sicuya	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Sillu sillu	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Thola	– *Parestephya lepidophylla*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Waycole	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Wayka wayka	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Waylla	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– Yareta kota	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Fuente: Ayala y Aranda, Manual de Manejo y Conservación de Praderas Nativas, SIP; 1999.

La ventaja de sembrar pastos de manera asociada al último cultivo de la rotación es aprovechar el terreno que ha sido preparado para el cultivo y por lo tanto no es necesario realizar esta operación de manera exclusiva para la siembra de pastos, lo que representa un ahorro económico.

Para que estos pastos sembrados ayuden a formar una vegetación abundante, es necesario que se siembren en las laderas en surcos en contorno, si es posible fertilizar y regar época seca del año). Así mismo se debe esperar hasta el tercer año antes de empezar a ser pasteados, la misma que debería incluir un sistema de pastoreo adecuado.

Según las experiencias de Kurmi (2002) en la provincia Aroma, se puede utilizar los siguientes pastos en las tierras en descanso:

–

– **Pastos Sembrados en Terrenos en Descanso**

Tipo de terreno	Pasto	Cantidad de semilla (kg ha^{-1})

Terrenos en ladera	Mezcla de semillas de *Chojlla, Chilliwa, Yawara*	10 a 15
Terrenos en pampa	Mezcla de semillas de *Chojlla, Chilliwa, Yawara*	10 a 15
Terrenos con sales	Cauchilla	6 a 8

Fuente: Kurmi, 2002

– Sin embargo es necesario considerar que los pastos mejorados y adaptados a las condiciones del Altiplano y bajo riego, pueden ser más ventajosos que la siembra de pastos nativos debido a su mayor potencialidad productiva y dando lugar a un uso más eficiente de los terrenos.

-Siembra de Pastos con Ayuda de Zanjas de Infiltración

En zonas donde la degradación de praderas es más avanzada (pérdida completa de la cobertura vegetal, erosión de toda o parte de la capa superficial de los suelos), es posible tratar de recuperar las praderas nativas del Altiplano con ayuda de algunas prácticas mecánicas como las zanjas de infiltración.

De acuerdo a las experiencias de algunas ONGs en el Altiplano, como SEMTA y KURMI, se recomienda abrir las zanjas de infiltración cada 3 a 5 m, según las características del clima (precipitación), pendiente y tipo de suelos. Por otro lado para recuperar los suelos salinos y/o sódicos, se recomienda abrir zanjas de infiltración cada 5 m. Las dimensiones de las zanjas más comúnmente utilizadas son de 40 cm de ancho x 40 cm de profundidad y si es posible tabiquearlas cada 3 a 5 metros.

–

Las zanjas de infiltración permiten no solo cosechar el agua de escurrimiento y evitar que esta provoquen la erosión de los suelos, sino actúan como trampas e impiden y evitan que el agua de escurrimiento arrastre las semillas fuera de las parcelas, además que el agua acumulada ayude a la germinación de los pastos atrapados o sembrados en los lomos la zanjas durante la época lluviosa del año.

Donde las praderas nativas no han sufrido un deterioro marcado, la apertura de zanjas es suficiente para lograr su recuperación y no se necesita sembrar, solo se debe evitar la entrada del ganado. Sin embargo en casos mucho más severos es necesario no solo sembrar pastos en las zanjas sino también incorporar abonos orgánicos.

Si se dispone de maquinaria agrícola se recomienda pasar con rastra los espacios entre zanjas, debido a que los suelos generalmente se encuentran muy compactos y luego sembrarlos y fertilizarlos con abonos orgánicos. Si la zona es muy seca y los suelos son muy arcillosos y compactos las praderas tardan más tiempo en recuperarse.

Para lograr que la implementación de pastos sea efectiva se recomienda esperar por lo menos unos 2 años, antes de que el ganado vuelva a pastar en estos sitios.

De acuerdo a las experiencias de Kurmi (2002) la distancia entre zanjas depende de la pendiente del terreno y de la cantidad de pastos: cuanto más pendiente tiene el terreno o cuando los suelos tienen menos pastos, la distancia entre zanjas debe ser menor.

Relación entre la Pendiente y Distanciamiento de las Zanjas de Infiltración para la Recuperación de Praderas Nativas

Pendiente (%)	Distancia entre zanjas (m)
5 – 10	20
10 – 20	15
20 – 30	10
30 – 40	5

Fuente: Kurmi, 2002

Es importante al inicio de la época de lluvias, limpiar los canales, acumulando la tierra abajo de la zanja para cosechar mas agua y evitar que la tierra vuelva a llenar la zanja.

La cantidad de estiércol que recomienda Kurmi para abonar las praderas nativas es de 400 a 800 kg por hectaréa.

El tipo de pastos que se debe utilizar para recuperar las praderas nativas dependerá principalmente de las condiciones del suelo y clima y además que sean palatables para el ganado:

Kurmi (2002), recomienda la siembra de los siguientes pastos nativos para el ganado ovino para diferentes condiciones de suelo:

Planicie inundable y con problemas de Salinidad

Mezcla de Cauchi con Cola de ratón:
Cauchi: 3 a 5 kg/ha.
Cola de ratón: 1 a 2 kg/ha

Mezcla de Atriplex con Cola de ratón:
Atriplex: 3 a 5 kg/ha
Cola de ratón: 1 a 2 kg/ha

Mezcla de Cauchilla con Cola de ratón:
Cauchilla: 4 a 6 kg/ha
Cola de ratón: 1 a 2 kg/ha

Cauchi, Cauchilla o Atriplex puros:
6 a 8 Kg/ha

Pajonal – arbustal	**Mezcla de Diversos Pastos por ha**: Trébol blanco: 0,5 kg Festuca alta: 1kg Pasto ovillo: 1 kg Alfalfa: 1 kg Cola de ratón: 1 kg Podemos usar semillas de nuestros mejores pastos nativos o mezclas con pastos introducidos hasta alcanzar a unos 5 a 7 kg/ha.
Planicie inundable (sin problemas de salinidad)	**Mezcla de Trébol Blanco y Festuca Alta**: Trébol blanco: 2 kg Festuca alta: 2 kg Podemos usar semillas de nuestros mejores pastos nativos o mezclas con pastos introducidos hasta alcanzar a unos 5 a 6 kg/ha.

- **Trasplante de Pastos**

Una práctica que últimamente está siendo difundida en el Altiplano por algunas instituciones como Pachaman Urupa (Patacamaya), es el trasplante de pastos.

a) Cosecha de material vegetativo

La recolección del material vegetativo (esquejes, estolones, raigambres, rizomas y otros) debe ser realizada durante la época húmeda del año y de manera cuidadosa. Una vez cosechados deben ser protegidos adecuadamente de la radiación solar directa para evitar que se marchiten.

b) Apertura de Hoyos

Para el trasplante del material vegetativo de pastos, se abren huecos con ayuda de una picota o pala en las praderas degradadas. Las dimensiones recomendadas son: 20 x 20 x 20 cm para pastos (chillihua, porké y otros) y 40 x 40 x 40 cm para especies arbustivas (sehuenca, saca y otros).

– **c) Trasplante**

El trasplante del material vegetativo (esqueje, rizoma, macollo, raigambre, etc.) a los huecos abiertos, debe realizarse durante la época húmeda del año para garantizar su prendimiento.

La parte de la planta seleccionada se deposita en el hueco, tapándolo con tierra, sin alcanzar el nivel original del suelo (aproximadamente 5 cm por debajo). Esto con el propósito de permitir que el agua de lluvia se acumule en estas depresiones o se pueda regar adecuadamente.

Debido al deterioro marcado de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos del Altiplano, se recomienda colocar en estos huecos algo de estiércol.

Entre las ventajas que se obtienen al sembrar o transplantar pastos nativos se tiene:

- Se acelera la regeneración de las coberturas vegetales.
- Se puede orientar la recuperación de las praderas nativas con especies nativas más palatables.
- Se protege los suelos contra la erosión hídrica y eólica.
- Se obtiene mayor cantidad de forrajes.
- Estos beneficios se reflejan en la mayor productividad de los animales.

-Instalación de Pastos Cultivados

Ante la degradación continua que sufren las praderas nativas en el Altiplano por el sobrepastoreo y otros factores, es fundamental mejorar el piso forrajero mediante la instalación de pastos cultivados.

La introducción de pastos cultivados permite no solo mejorar la producción ganadera, sino proteger el suelo y hacer que esta sea una actividad sostenible.

La importancia de los pastos cultivados radica principalmente en que:

- Reducen la erosión de suelos por presentar una cobertura vegetal densa.

- Los pastos cultivados proporcionan un alimento de mejor calidad nutritiva debido a sus contenidos importantes de proteína cruda (14 A 18%).

- Los pastos cultivados tienen un rebrote prematuro.

- La soportabilidad de los pastos cultivados es alta, al año pueden soportar de 20 a 30 ovinos por ha.

- La vida productiva de los pastos cultivados, con un buen manejo llega como promedio a los 10 años.

- Con la introducción de leguminosas (alfalfa y trébol), se mejora la fertilidad de los suelos.

- Los pastos cultivados proporcionan mayor ganancia económica, pues ofrecen forrajes en mayor cantidad y calidad.

Según Miranda y Canahua (2001), entre los pastos cultivados más interesantes para el Altiplano figuran la alfalfa (*Medicago sativa*), el dactylis (*Dactylis glomerata*), el pasto llorón (*Agropirum sp.*), trébol blanco ((*Trifolium repens*), rye grasss ingles (*Lolium perenne*).

– **a) Implementación de Alfares**

– Preparación del suelo

Para la siembra de alfalfa se requiere preferentemente suelos profundos, francos a franco arcillosos con un pH por encima de 6,5.

La preparación del suelo (Al finalizar el periodo de lluvias o al inicio) se realiza generalmente con arado de disco o yunta y para su nivelación la rastra, la misma que ayuda a nivelar el suelo y garantizar la germinación.

– Fertilización

Es conveniente fertilizar el terreno con estiércol de oveja (5 a 10 toneladas por ha) y en lo posible complementar con fertilizantes fosfatados.

– Siembra

La siembra a secano se puede realizar en diciembre hasta la primera quincena de enero, mientras que bajo riego es posible adelantar la siembra a septiembre. La siembra puede realizarse al voleo o en línea (chorro continuo) a una profundidad de 2 cm y tapar las semillas con rastrillo o hacerla pisar con ovinos o alpacas.

Se utiliza generalmente una densidad de siembra de 18 kg de semilla por ha, en caso que vaya asociado al dactylis puede utilizarse unos 16 kg por hectárea. Es conveniente que la semilla sea inoculada previamente.

– Labores culturales

Entre las labores culturales que se utiliza para el cultivo de alfalfa y sus asociaciones se tiene el control de malezas la misma que se puede realizar manualmente o con ayuda de un pastoreo ligero con vacunos.

El primer pastoreo de la alfalfa se puede realizar luego de que este se haya alcanzado una altura de unos 20 cm (a los 12 meses) y en lo posible se debe realizar

cortes para evitar el daño de la corona, ya que aquí aparecen los nuevos rebrotes de la planta.

b) Siembra de Trébol Blanco en Bofedales Degradados.

Los bofedales degradados es posible mejorarlos o recuperarlos con las introducción del trébol blanco (Trifolium repens). Especialmente si el bofedal tiene agua permanente o riego.

Entre las ventajas que presenta el trébol blanco para mejorar los bofedales degradados se tiene:

Este pasto perenne se adapta fácilmente hasta alturas los 4.300 m de altitud y tolera las heladas del Altiplano.

Se propaga fácilmente por medio de estolones.

Cubre los suelos desnudos y erosionados.

Mejora la producción de forrajes y al mismo tiempo aumenta su calidad nutritiva hasta en un 15% de proteínas.

Se eleva la capacidad de carga de los bofedales.

Mejora la fertilidad de los suelos.

– Siembra

La siembra del trébol en bofedales, se puede hacer directamente en hoyos abiertos o en los surcos superficiales abiertos con yunta (labranza mínima), cada 30 cm de distanciamiento.

La siembra en los hoyos es de 2 a 6 semillas, mientras que en los surcos es a chorro continuo (cerca de 5 kg por ha). Es conveniente luego de la siembra cubrir el suelo con una delgada capa de tierra fina y si es posible cubrirlas con paja para ayudar la germinación y proteger el cultivo de las granizadas.

– Fertilización

Se recomienda aplicar al voleo 3 toneladas de estiércol de ovejas o vacas por hectárea, especialmente después del riego o las lluvias para mejorar su efectividad.

– Riego

En caso necesario (época seca del año), se puede regar por gravedad cada semana o cada dos semanas, de acuerdo al tipo de suelo y del clima.

– Aprovechamiento

Los bofedales mejorados pueden comenzar a ser utilizados al año de la siembra, es decir cuando el trébol ha profundizado bien, el primer pastoreo debe ser bastante corto y los siguientes se realizan después del rebrote (cada 45 a 60 días).

Los pastos cultivados deben ser utilizados con preferencia en animales que generen mayores ingresos económicos: Vacas en producción de leche, engorde de ganado, ganado en parición y lactancia, etc.

-Instalación de Claustros o Cerramientos

Los claustros son áreas cercadas o cerradas en las áreas de pastoreo, con el propósito de evitar el libre acceso de los animales a estos sitios y lograr que la vegetación no sea afectada por los animales. De esta manera la vegetación que se desarrolla en estos lugares llega a producir semilla, las mismas que pueden ser diseminadas con ayuda del viento, agua, animales e insectos a las zonas aledañas.

Según Labrousse (1992) para la instalación de claustros podemos utilizar diferentes materiales como muros de piedras, postes y alambre de púas o cercar las praderas con plantas espinosas para evitar que el ganado consuma los pastos que se desarrollan en sus cercanías. En algunos casos debido a los costos que significa la implementación de áreas cercadas basta que los pobladores del lugar definan y declaren a un sitio como área de veda y prohíban el pastoreo.

Kurmi (2002), indica que las vedas (*Jarkatas)* pueden ser de dos tipos:

- Atajado temporal. Son áreas designadas por la comunidad donde se evita que los animales entren durante la época de lluvia –de diciembre a marzo-, tiempo en el que la pradera se recupera, el forraje se incrementa y queda disponible para los meses secos.

- Atajado permanente – Estas áreas permanecen cerradas durante períodos largos –años-, para producir semillas.

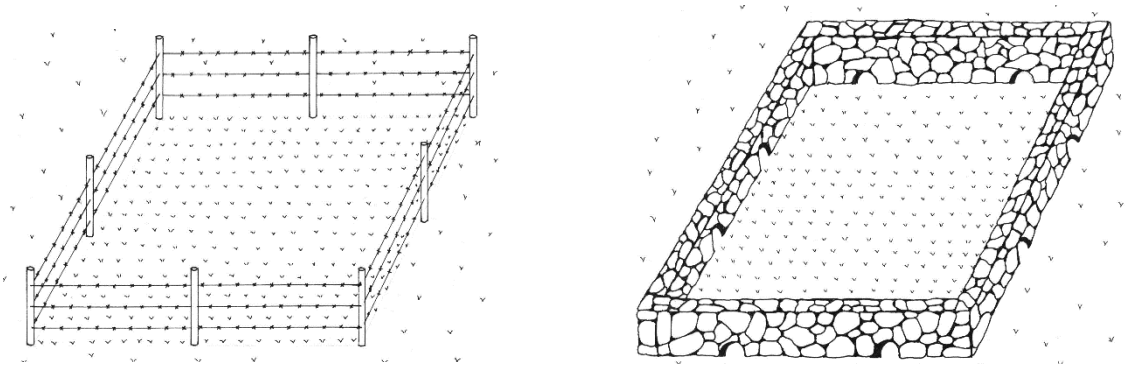
Para que la vegetación se recupere fácilmente en los claustros, también pueden ser complementados con zanjas de infiltración, resiembras y transplantes, y de esta manera favorecer la regeneración más rápida de los pastos en las áreas aledañas a esta.

Considerando las condiciones socioeconómicas del Altiplano y los costos de los claustros (especialmente cuando se utilizan postes, alambradas, muros, etc) es necesario aprovechar de la mejor forma posible los accidentes naturales (depresiones, quebradas, cerros, etc.) y materiales locales para el cercado como piedras.

La planificación de la instalación de claustros debe estar directamente relacionado con los requerimientos de pastoreo del ganado, y por lo tanto se hará en etapas y porcentajes de la tierra total disponible.

Claustros con Alambre de Púas y Muros de Piedra

–



–

– Fuente: Elaboración propia, basado en Orzag, 2010

Manejo de Pasturas no Degradadas

-Sistema de Pastoreo Rotativo (SPR)

El SPR es un plan de rotación de pastoreo en las praderas para un tiempo determinado. Esto permite rotar las praderas de modo que algunas unidades de parcelas (canchones o potreros) de pastoreo se encuentren en descanso de manera alterna con las áreas pastoreadas y de acuerdo a una secuencia definida con anticipación. El periodo de descanso (todo el año, parte del periodo de crecimiento, etc.) está en función a la cantidad de tierras de pastoreo disponible, número de animales, tipo de vegetación, clima, etc.

Según El Programa Nacional de Conservación de Suelos y Aguas en Cuencas Hidrográficas del Perú (1985), los objetivos de utilizar un sistema de pastoreo rotativo en una zona determinada a nivel familiar o comunal son las siguientes:

- Mejorar la calidad de producción de los pastos (follaje más vigoroso y tupido), debido al uso alternado del forraje producido en todas las unidades de pastoreo.
- Mejorar la eficiencia de pastoreo, usando uniformemente todas las partes de cada unidad de pastoreo.
- Asegurar un abastecimiento adecuado de forrajes durante toda la época de pastoreo y especialmente en la época seca del año.
- Mejorar y favorecer el hábitat de la vida silvestre.

- Ayudar a mantener y/o mejorar las propiedades del suelo y su fertilidad natural.
- Permitir que el pastizal se recupere y produzca más forraje para el próximo pastoreo.
- Permitir que los forrajes (pastos) favorezcan la captación e infiltración del agua en el suelo.
- Evitar el pastoreo de las especies más palatables.
- Controlar la erosión de los suelos.

– **Entre las ventajas principales que se logran al realizar una rotación de las pasturas se tiene:**

- Aumenta la producción de forrajes.
- Se favorece la formación de rizomas, macollos y raíces en mayor escala y por lo tanto una mejor protección del suelo.
- Las plantas de las parcelas en descanso tienen tiempo para producir semillas y/o reproducirse vegetativamente.
- Uso más uniforme de los forrajes por el ganado.
- Menores posibilidades de que el ganado consuma solo las plantas más palatables o las sobrepastoree.
- Menores problemas de parásitos y enfermedades en el ganado debido a que las pasturas se mantienen más limpias, en razón a que se rompe los ciclos de vida de parásitos u otras epizootias.
- Más posibilidades de mantener una cantidad estable de animales.
- Mayor eficiencia del apareamiento de las hembras debido a que se encuentran más concentradas.
- Mejora el pastoreo en la época seca.

Entre las principales desventajas de un manejo rotativo del pastoreo se tiene:

- Requieren generalmente de unidades de pastoreo más o menos uniformes.
- Se requieren más abrevaderos o más estanques de agua y en lo posible en cada unidad de pastoreo.
- El ganado y pastos requieren de inspecciones más frecuentes.
- Se requiere contar con acuerdos claros y bien definidos entre los ganaderos de una zona (caso de uso de pasturas comunales).

En caso de que no se disponga de unidades más o menos uniformes, se puede hacer una rotación más flexible y acorde con el tamaño de los potreros o canchones. En el caso de que no se puede instalar abrevaderos en cada unidad de pastoreo se puede optar por la instalación de estanques centrales y mangas de tránsito.

El plan de pastoreo requiere un conocimiento y seguimiento minucioso de los pastizales para que el traslado de los animales de una unidad a otra sea lo suficientemente rápido y satisfaga las necesidades nutricionales de los animales y no empeore la calidad de los pastos.

Cada ganadero o comunidad debe dividir las tierras de pastoreo en canchones o potreros similares, y cada una de ellas debe tener las mismas características fisiográficas que las otras (contar con una parte alta y baja, como en el Altiplano).

Como ejemplo, si se ha dividido las áreas de pastoreo en 3 canchones, cada uno debe tener su parte alta y baja (lo que significa 6 parcelas)

Esta división se realiza partiendo del conocimiento de que los ganaderos en las partes altas del Perú y Bolivia anualmente distribuyen su pasto para las dos épocas bien diferenciadas del año: La parte alta donde no hay fuentes de agua suficientes se pastorea durante los meses de noviembre a abril, es decir durante la época de lluvias, mientras que las partes bajas donde hay agua de pozos o río se pastorea en la época seca del año, es decir durante los meses de mayo a octubre.

Posteriormente se identifica que canchones tienen los peores pastos y /o producen menos, tanto en la parte alta (A) como en la baja (B) con el propósito de iniciar el repoblamiento natural en estas zonas (A o B) durante (un año completo o medio año por parcela) y por consiguiente no entran en el pastoreo rotativo.

Los 5 canchones restantes son pastoreados alternadamente durante medio año, durante un mes como promedio cada una, y luego se dejan descansar por un mes completo y al tercer mes debe ser pastoreada nuevamente. Se repite todo este proceso hasta que se termine el año. De esta manera se puede ver que el SPR, tiene dos maneras de manejo en forma conjunta: Uno la repoblación de las canchas durante el descanso en forma natural y otro el pastoreo rotativo.

Con esta rotación de dos canchones a la vez, el ganado tendrá pastos tiernos y adecuados en nutrientes.

Si bien el ganadero pastorea por un mes un canchón, es necesario tomar en cuenta que dentro de esta superficie, también deberá tratar de hacer una rotación interna asignando a cada día una zona de pastoreo.

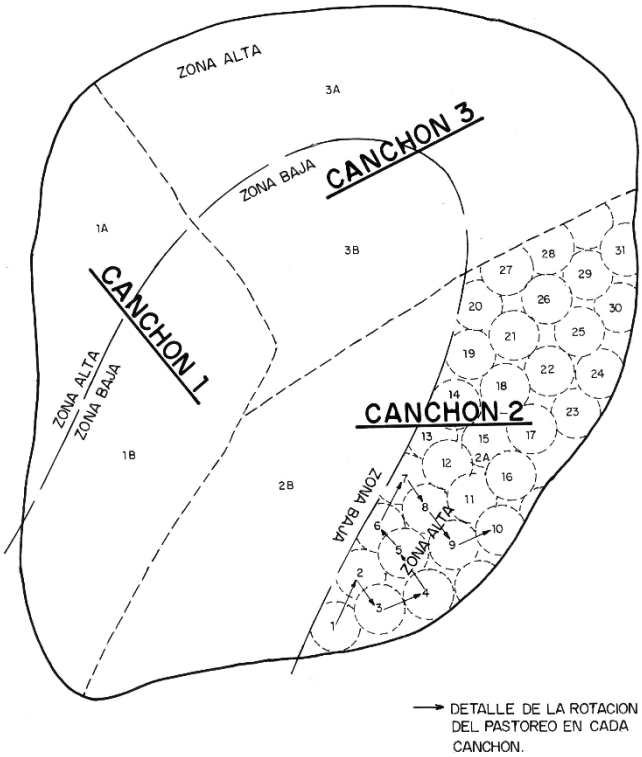
Es conveniente no incluir a todas las pasturas en un SPR, ya que conviene dejar algunos canchones o potreros para casos de emergencia como ser animales enfermos, periodos de cuarentena, épocas de no apareamiento para los toros, etc.

En vista de que los productores en el Altiplano no cuentan con muchos recursos que les permita limitar sus canchones o potreros con ayuda de alambres de púas, cercos eléctricos, etc., una forma de mantener el ganado en un sitio determinado de pastoreo es con ayuda de la sal, la cual debe colocarse en cada sitio de pastoreo correspondiente.

Por otro lado, para concientizar a los agricultores del Altiplano en la necesidad de llevar a cabo este pastoreo rotativo, se puede aprovechar de ir mejorando algunas estrategias desarrolladas en el país, como es el caso de Potosí; donde el pastoreo realizado en las comunidades del norte de este departamento son en forma conjunta

en las tierras comunales y está a cargo de una familia cada cierto tiempo. Esta forma de pastoreo de alguna manera permite cierta rotación inicial de las pasturas, en razón de que la familia a cargo de esta actividad pastea en general cerca de su propiedad y por lo tanto este sistema de rotación podría seguir siendo mejorado para con el tiempo llegar a una rotación más eficiente.

– **Ciclo de Rotación en Praderas Nativas**



Fuente:PNCSACH,1985

-Manejo de Pasturas en Zonas Tropicales

De acuerdo a Sánchez (1981), cerca de la mitad de las pasturas y del ganado del mundo, se halla en suelos tropicales, sin embargo solo una tercera parte de la producción de carne del mundo y una sexta parte de los productos derivados de la leche se producen en esta región.

Actualmente en el Oriente de Bolivia debido al deterioro marcado que han sufrido las pasturas naturales y al desarrollo de la ganadería, se está dando gran importancia al manejo de las praderas. Esto se debe en gran parte a que los forrajes al margen de ser la fuente básica de alimento para el ganado, protegen los suelos de manera adecuada.

Desde el punto de vista del manejo de suelos, se identifican tres sistemas principales de producción de pasturas:

- Pastoreo Extensivo en Pasturas Naturales, Sistemas Silvopastoriles o Agropastoriles.
- Pasturas Mejoradas (mezcla de gramíneas y leguminosas).
- Establecimiento de Pasturas Cultivadas.

Pastoreo Extensivo en Pasturas Naturales

Las pasturas naturales en las zonas tropicales del país pertenecen a dos formaciones ecológicas:

- Bosques naturales para el ramoneo.
- Sabanas inundables.

En los bosques de ramoneo, la calidad de los forrajes no es un problema, debido a la biodiversidad que presenta esta formación, sin embargo el problema fundamental es la cantidad de biomasa aprovechable por unidad de superficie.

En cambio en las sabanas, el problema de la calidad del forraje es patente por la marcada presencia de gramíneas de baja calidad nutritiva (muy fibrosos) y pocas especies de leguminosas u otras latifoliadas de mejor calidad.

De acuerdo a varios autores se requiere aproximadamente de 5 a 25 ha de pasturas naturales por animal en zonas tropicales, en razón de que las pasturas son de baja calidad y no contienen suficiente cantidad de proteínas por falta de leguminosas.

Entre los factores que inciden en la baja calidad de las pasturas en primer lugar se tiene:

- Suelos ácidos de baja fertilidad natural.
- Falta de un manejo adecuado de las pasturas.

Si bien la quema periódica de las pasturas nativas es una práctica todavía muy común para la cría de ganado, su uso indiscriminado ha favorecido el deterioro de grandes extensiones de praderas nativas, suelos y medio ambiente en general.

Primavesi (2001), señala que la razón principal de la quema es la eliminación de los pastos secos y no palatables y estimular el crecimiento de brotes jóvenes y mas palatables, sin embargo, la quema periódica de pastos trae como consecuencia la disminución de la calidad de las pasturas, debido a que van aumentando paulatinamente los pastos menos palatables (gramíneas toscas) y disminuyen los más palatables (leguminosas). Esta forma de manejo, como favorece el aumento de los pastos duros y menos nutritivos, provoca la disminución de la producción de hasta un 25 % en 8 años.

Por otro lado, la quema de los pastos trae como consecuencia la disminución marcada de los microorganismos benéficos y de la materia orgánica del suelo, provocando mayor compactación y escurrimiento y a la larga la erosión de este recurso.

En ese sentido la implementación de sistemas de rotación de las pasturas naturales, se muestra según Primavesi (2002) como una alternativa real para lograr el mejoramiento de la calidad y recuperación.

Según Sánchez (1981), las gramíneas nativas de los géneros como la *Andropogon, Paspalum, Hyparrhenia, Trachypogon, Themeda* están bien adaptadas a las quemas, pero sus ciclos productivos son muy cortos y su uso es muy limitado porque cuando están maduras son poco palatables (ver Apéndice 9 sobre pastos nativos e introducidos por pisos ecológicos) . Otra gramínea introducida que también tolera la quema es la guinea (*Panicum maximun*).

-Fertilización de Pasturas Naturales

Como los pastos de las zonas tropicales producen bastante biomasa durante el año, requieren de una buena disponibilidad de nutrientes y agua en el suelo. Debido a los problemas de fertilidad que presentan en general los suelos ácidos de las zonas tropicales, la fertilización directa de las pasturas es importante.

Según Primavesi (2002) es de suma importancia la fertilización de los pastos como la Brachiaria, debido al déficit de fósforo que presentan los suelos ácidos tropicales y que evita la formación de estolones y una buena biomasa. Por otro lado el ganado también requiere fósforo (10 a 50 Kg de P_20_5) para la producción de leche y carne. Por lo tanto con la fertilización química favorece no solo a las plantas sino también a los animales.

Como la mayoría de las pasturas naturales de los trópicos son bajas en nitrógeno disponible. La forma mas satisfactoria de mejorar la producción de pasturas naturales sin eliminarlas, ha sido sembrando leguminosas en ellas. Así en Australia, la productividad se incrementó por medio de la siembra de *Stylosantes humilis*, una leguminosa anual que se resiembra por si misma y es tolerante a la sequía, y a niveles bajos de fósforo disponible. Otra especie de leguminosa *Stylosantes guianensis* es de sabor desagradable en sus primeros estadios, por lo que el ganado lo deja crecer. Sin embargo es necesario considerar que como los pastos son agresivos muchas veces no permiten el crecimiento de las leguminosas asociadas a estas; por lo tanto es mejor incorporar leguminosas arbóreas que además proporcionan sombra al ganado. Esta última alternativa es una nueva tendencia para la formación de sistemas silvopastoriles que son más estables y productivos.

-Pasturas Mejoradas en Base a Mezclas de Gramíneas y Leguminosas

Debido al desarrollo de la ganadería mejorada en zonas tropicales y ante la necesidad de contar con forrajes de buena calidad para la obtención de rendimientos óptimos (leche o kg de carne/ha o año) se ha comenzado a la renovación de pasturas.

El mejoramiento de las pasturas naturales se hace pertinente debido a la baja producción de las especies nativas de gramíneas y su magra incidencia sobre la producción de carne y/o leche. En ese sentido para aumentar la producción de carne

o la capacidad de carga, en la mayoría de los casos es necesario reemplazar el pasto nativo por especies mejoradas.

Cuando se tienen limitaciones de suelos y los costos son elevados para reemplazar los pastos nativos con especies mejoradas , se puede mejor la productividad de los pastos, a través del mejoramiento del manejo de la pradera nativa, situación que evita alterar el ecosistema natural.

Selección de Especies y Adaptación a Suelos con Limitaciones

La selección apropiada de las especies de gramíneas y leguminosas, es fundamental para el mejoramiento de las pasturas; por lo tanto debe ser específica para cada región. Esta selección debe estar basada en las características que presenta el suelo, clima (humedad y temperatura) y altura sobre el nivel del mar.

Las gramíneas pueden agruparse de acuerdo a su adaptabilidad a tierras bajas ústicas de humedad del suelo, tierras bajas údicas, tierras altas frescas y regímenes acuáticos de humedad del suelo (Sánchez , 1981).

Gramíneas Tropicales

Entre las especies bien adaptadas a regímenes ústicos de humedad del suelo se hallan: *Brachiaria decumbens (braquiaria negra), Andropogon gayanus (gamba), Melinis minutiflora (capín gordura), Paspalum plicatulum y Bracharía humidicola*, las cuales son además tolerantes a las condiciones de acidez del suelo y al poco fósforo disponible.

En regímenes udicos se hallan también especies de gramíneas mejoradas como *Panicum maximun* (pasto guinea) y *Digitaría decumbens*, las cuales son tolerantes a la acidez y a la poca disponibilidad del fósforo. Otros como *Penicetum purpureum (taiwán, camerún rojo),* aunque tolerantes al aluminio, requieren altas cantidades de otros nutrientes, particularmente nitrógeno y potasio.

Leguminosas Tropicales.

Las leguminosas también se adaptan a tierras bajas ústicas, tierras bajas údicas, tierras altas frescas y regímenes ácuicos de humedad del suelo. La mayoría de estas especies entran en simbiosis con el *Rhizobium* del caupi, de crecimiento lento, que se encuentra en la mayoría de los suelos ácidos tropicales, por tanto no se requiere inoculación.

Norris (1967), señala que las cepas de *Rhizobium* de crecimiento lento liberan sustancias alcalinas, mientras que las estirpes de crecimiento rápido típicas de las leguminosas de la zona templada liberan sustancias ácidas. Las leguminosas que poseen el mecanismo liberador de alcali incluyen a *Stylosantes sp, Desmodium sp, Pueraria phaseoloides, Centrosema pubens, Calopogonium muconoides (calopo), Macroptilium lathirpides (edem), Macroptilium atropurpureus (siratro), y Lotononis bainesii (lotus)*.

De acuerdo a Andrew (1973), todas estas especies son tolerantes a niveles altos de aluminio en la solución del suelo. Sin embargo, algunas son susceptibles a niveles altos de manganeso intercambiable, limitando su adaptabilidad a suelos ácidos altos en estos elementos.

Las siguientes especies combinan tolerancia a contenidos altos de aluminio y manganeso intercambiables con tolerancia a bajos niveles de calcio, magnesio y fósforo: *Stylosantes guianensis, Capitata humilis, Pueraria phaseoloides (kudzu), Desmodium ovalifolium, Zorna lastifolia, Centrosema pubens y Calopogonium muconoides (calopo)*.

-**Establecimiento de Pasturas Mejoradas**

Según Primavesi (2002) la crianza de ganado es una actividad muy costosa cuando primero se selecciona la raza de ganado, luego el pasto adecuado para esa raza y, al final se modifica las características del suelo con enmiendas o fertilizantes para que el pasto crezca. Esta secuencia errónea ha sido muy común en varios sitios del mundo ya que el orden debería ser invertido, es decir primero se debe seleccionar el pasto en función a las características del suelo y el pasto al ganado; y todo esto compatible con el clima.

La mayoría de los sistemas de pasturas mejoradas, se desarrollan en base a la mezcla de gramíneas con leguminosas más que cultivos individuales. La función de las leguminosas es la de contribuir con parte del nitrógeno requerido por las gramíneas y con proteínas para la dieta de los animales, mientras que las gramíneas proporcionan el grueso de la energía al ganado debido a su mayor producción de materia seca.

Es importante que las dos especies seleccionadas tengan cierta compatibilidad en cuanto a sus hábitos de crecimiento, así las gramíneas de portes altos, tales como *Panicum maximun (guinea), Pennisetum Purpureum* son compatibles con leguminosas de porte bajo o rastreras, tales como el género *Stylosantes, Centrosema pubens y Pueraria phaseoloides (kudzu), Neonotonia wightee.* Por lo tanto la combinación correcta de gramínea y leguminosa es específica para cada región. Las combinaciones son el reflejo de la adaptación a diferencias climáticas o edáficas.

Según Primavesi (2002) en las pasturas semi-intensivas se puede introducir leguminosas arbóreas o arbustivas fijadoras de nitrógeno. Entre las especies más utilizadas en Brasil se tiene al Cajanus cajan bianual y Leucaena leucochepala (chamba), esta última está siendo utilizada con éxito en Santa Cruz debido a su rápido crecimiento y forraje rico en proteínas.

Entre los aspectos que es necesario considerar para esta implementación se tiene:

Condiciones Climáticas:

La lluvias (cantidad y distribución), temperatura y radiación solar son los factores más importantes para el crecimiento y desarrollo de los pastos.

En el trópico y subtrópico húmedo la presencia de lluvias durante 7 a 8 meses favorecen de manera marcada el desarrollo de los pastos cultivados y donde las temperaturas entre 25 y 30 ^{o}C favorece a las leguminosas y entre 30 a 35 ^{o}C a las gramíneas.

Desmonte de Bosques.

Según Sánchez (1981), el desmonte de bosques tropicales para establecer pasturas está avanzando rápidamente en la Amazonía. En estas regiones las gramíneas se siembran luego de la quema, no se siembran leguminosas y pocas veces se utiliza fertilizantes. Luego de algunos años el pasto guinea (*Panicum maximun*), es remplazado espontáneamente por especies rústicas duras y de bajo valor forrajero tales como *Paspalum conjugatum* y *Axonopus compressus*, conjuntamente con leguminosas espontáneas como *Centrosema pubens, Desmodium intorcum*. En áreas údicas donde el desmonte incluye quema y se realizan buenas prácticas de manejo de ganado, las pasturas de guinea, persisten por mas de 20 años con una capacidad de carga de 1 animal ha^{-1}. En el Oriente boliviano (según comunicación oral con W. Fernández) se trabaja más con la braquiaria debido a que tiene más persistencia y rusticidad.

-Establecimiento de Pastos en Sabanas

El establecimiento de pasturas mejoradas en sabanas naturales incluye quemas fuertes al final de la estación seca seguida por una aradura con rastra de discos para incorporar las cenizas, los fertilizantes y la siembra con sembradoras mecánicas. El voleo de semillas sin rastrear produce resultados poco eficientes especialmente en leguminosas.

En las sábanas inundables del Beni por la excesiva humedad y características de sus suelos se tienen problemas para la implementación de esta práctica.

La transformación de sabanas naturales en pasturas mejoradas pueden dar resultado excelentes en la producción de carne, siempre y cuando su manejo sea racional.

En pasturas degradadas, la siembra de leguminosas con fertilizantes como superfosfato ha tenido buen éxito en Australia y Brasil, excepto cuando las sequías son prolongadas. Muchas de estas pasturas se hallan compactadas por el pisoteo del ganado.

En zonas templadas ácidas es necesario inocular la semilla de leguminosas con estirpes de Rhizobium y de esta manera se forma una especie de cubierta alrededor de la semilla con el inóculo, usando cal y fósforo como agentes adhesivos. Esta práctica estimula la nodulación, protege la semilla y al inóculo contra la acidez del

suelo. Suministra nutrientes cercanos a la semilla y reduce los costos de fertilización. Sin embargo en suelos tropicales estas prácticas no son eficientes (Norris, 1967).

-Fertilización de Mantenimiento de Pasturas Mixtas

Después de la fase de establecimiento, las pasturas mixtas entran a un ciclaje de nutrientes bastante eficientes a través del pastoreo animal. Si se maneja una carga animal alta en periodos bastante cortos y los animales pueden moverse libremente por la pastura, más del 80 % de nitrógeno, fósforo y potasio consumido por los animales es excretado en su orina y heces, y está bien distribuido en los potreros de pastoreo. Las pérdidas de nutrientes se dan cuando se sacan a los animales de la pastura o por la volatilización de urea de las heces o a la lixiviación a través del suelo. La fertilización tiene por objetivo reponer las pérdidas para mantener un ciclo estable de nutrientes suelo-planta-animal. Para tal sentido es necesario contar con análisis periódico de los suelos o vegetación que reflejan de alguna manera el estado del suelo.

– **a) Nitrógeno**

En la mayoría de los casos la fijación de nitrógeno por las leguminosas suple suficiente nitrógeno para compensar las pérdidas anuales de este elemento, además que satisface los requerimientos de las propias leguminosas y algo de P para las gramíneas. La fertilización con nitrógeno inorgánico generalmente ocasiona una marcada disminución de fijación de nitrógeno por la leguminosa, por cuanto la gramínea sobrepasa en crecimiento a la leguminosa sombreándola y reduciendo por tanto su presencia.

b) Fósforo

El mantenimiento de las necesidades de fósforo depende de los requerimientos nutritivos de las mezclas de gramínea y leguminosa, la capacidad de fijación del fósforo del suelo, y las cantidades añadidas durante el proceso de establecimiento. En la mayor parte de Australia se agregan cantidades muy pequeñas de fósforo. Aplicaciones iniciales de 10 a 35 kg ha^{-1} de fósforo son seguidas por aplicaciones anuales de mantenimiento de 5 a 10 kg ha^{-1} de fósforo. Estas bajas dosis resultan del uso de especies tolerantes a niveles bajos de fósforo disponible en el suelo y de la baja capacidad de fijación del fósforo de la mayoría de los alfisoles.

El costo de la fertilización con fósforo puede reducirse aplicando fuentes más baratas como roca fosfatada, particularmente en suelos ácidos.

c) Micro elementos

La presencia de deficiencias de micro elementos depende principalmente de las propiedades del suelo. La deficiencia de elementos secundarios y de micro elementos

se llega a identificar a través de un análisis de suelos, plantas y animales, en este sentido, autores como Teitzel y Bruce (1972), recomiendan llevar a cabo estudios en de evaluación de fertilidad de suelos en invernadero antes de abrir nuevas áreas para la producción de forrajeras.

d) Encalado

Muchas de las gramíneas forrajeras tropicales que responden al nitrógeno, son tolerantes a niveles relativamente altos de aluminio intercambiable, el encalamiento se usa principalmente para contrarrestar la acidez residual de altas dosis de aplicación de nitrógeno. En el proceso se corrige deficiencias de calcio o magnesio.

Las aplicaciones fuertes de nitrógeno bajan el pH y la saturación de bases en el subsuelo. En Puerto Rico se recomienda una tonelada de cal por hectárea para contrarrestar la acidez producida por la dosis recomendada de 1 tn ha^{-1} de fertilizante15-5-10 que contiene sulfato de amonio a razón de 370 kg ha^{-1} de N.

En sistemas menos intensivos de pasturas en tierras con pendientes la erosión del suelo sería un peligro, pero con la excelente cobertura del pasto durante todo el año la erosión prácticamente se elimina.

-**Establecimiento de Pasturas Cultivadas**

Para el establecimiento de pasturas cultivadas en zonas tropicales, es importante considerar que primero el forraje debe estar adaptado a las condiciones del suelo y clima; y en base a este conocimiento se debe ver que tipo de ganado se puede introducir en una zona determinada. En la mayoría de los casos se define primero el tipo de ganado a introducir, sin pensar en el forraje y las condiciones climáticas que el mismo requiere. Muchas veces el forraje elegido difícilmente se adapta a las condiciones del suelo y por lo tanto requieren inversiones adicionales para el encalado y otros acondicionamientos de los suelos.

Entre las condiciones favorables para la adaptación de los pastos introducidos a una zona se tiene:

- Buena adecuación a las condiciones de suelo y clima.
- Tolerancia a la plagas y enfermedades de la zona.
- Buena recuperación después del corte, pastoreo o estrés climático.
- Producción de buena cantidad de forraje y cubrimiento adecuado del suelo.

Implementación y Propagación de Pastos

Para la implementación y propagación de los pastos se utiliza dos técnicas:

- Vía semilla. Generalmente esta manera de propagación es más barata (se debe utilizar semillas que tenga buen porcentaje de pureza, y germinación y además un valor cultural bueno a alto).

- Vía vegetativa: Se utilizan estolones, raíces y estacas, pero la implementación de pasturas con esta técnica requiere mayores costos.

Implementación de Pastos

Cuando la preparación del suelo se realiza con maquinaria agrícola se debe hacer, según Martínez (1998), una arada y dos pasadas de rastra y si es posible una nivelación. Todo esto con el propósito de favorecer:

- La formación de una buena cama para la germinación de la semilla y emergencia de las plántulas.
- La aireación del suelo.
- El control de las malezas a un inicio.

En las tierras recién chaqueadas y quemadas generalmente la siembra es directa.

Se recomienda que la siembra se realice al iniciarse el periodo de lluvias y cuando exista en el suelo suficiente humedad y temperatura.

En el Oriente del país debido a la topografía plana y tamaño de las propiedades agrícolas, la siembra de los pastos se puede hacer directamente con maquinaria (la que se utiliza para cereales y granos menores).

La semilla debe ser enterrada a poca profundidad (no más de 2 cm).

También se puede sembrar al voleo, en surcos poco profundos y a chorro continuo. Es conveniente luego de la siembra al voleo pasar una rastra, cadena o rama que lleve encima un peso (tronco) para lograr un mejor contacto del suelo con la semilla.

En los terrenos chaqueados se puede sembrar de forma manual directamente a golpe, en hoyos o con ayuda de una matraca a 0,5 m de distancia.

Cuando la e siembra se realiza por material vegetativo, la distancia entre plantas varía entre 0,5 a 1m y en sistema cuadrado.

Los pastos que se propagan por material vegetativo son los que no producen semillas viables:

- Pastos de corte: *Pennisetum ssp*. (taiwan, camerun, king grass, napier, merkeron)
- Pastos de pisoteo: *Brachiaria mútica*, *Hemartria altísima*, *Cynodon spp* (estrella, t*ifton, bremura*) y *Echinoclhoa polysstachia*.

En las pasturas implementadas y en formación, para favorecer su crecimiento y desarrollo adecuado se debe explotar lo menos posible y/o por lo tanto restringir en

un inicio el pastoreo de animales, especialmente cuando las plantas aún no han alcanzado una altura de 15 a 20 cm.

Si el pastizal a desarrollado bien, se puede pastorear a partir del tercer o cuarto mes de realizada la siembra.

Es importante durante los primeros meses controlar las malezas con ayuda de una máquina desbrochadora o de manera manual (carpidas, machete, etc.).

Cuando la densidad de plantas es muy baja, se recomienda dejar que la pastura forme semillas y de esta manera el campo se resiembre de manera natural. Este paso es muy importante porque una buena cobertura vegetal protege el suelo de las intensas lluvias que se dan en las zonas tropicales y por lo tanto evitan la erosión del mismo.

– Por otro lado, es necesario mencionar que la rotación de pastoreo en las praderas es de suma importancia, en razón de que todas las plantas perennes necesitan de un periodo de descanso para recuperar las reservas en sus raíces. Este descanso hace a las pasturas más resistentes a las sequías y a las bajas temperaturas y garantiza además un rebrote vigoroso. En ese sentido la implementación de planes de rotación de pasturas, con ayuda de alambres electrificados, se está haciendo cada vez más común ya que permite planificar un descanso a las pasturas.

–

– Como los pastos son muy agresivos y evitan el crecimiento de las leguminosas cuando se les proporciona nitrógeno, Primavesi (2002), recomienda rotar pastos (Brachiaria) con soya cada 3 a 4 años. El insumo de nitrógeno proporcionado por la soya mejora el crecimiento del pasto, permitiendo el incremento de los rendimientos de forraje y por consiguiente mayor carga animal por unidad de superficie.

5. RECUPERACIÓN Y MANEJO DE SUELOS EXTREMOS (SALINOS y/o ALCALINOS)

En algunas zonas de Bolivia (Altiplano Central, Valle Alto y Central de Cochabamba, Valles Mesotérmicos de Santa Cruz, llanuras con depresión topográfica del Beni y El Chaco), existen suelos con concentraciones importantes de sales o sodio.

La acumulación paulatina de sales de diferente tipo en los suelos vírgenes o de producción se debe a procesos naturales y en algunos casos a la incidencia de las actividades antrópicas. En ese sentido estos procesos están dando origen a los denominados suelos salinos, salinos sódicos y sódicos de la literatura especializada.

La llanura fluvio-lacustre del Altiplano boliviano (8000 km^2) es una de las zonas más afectadas por problemas de salinidad o alcalinidad, en donde la superficie de los suelos salinos y sódicos va aumentando paulatinamente cada año. Esta acumulación

de sales o álcalis está afectando a las coberturas vegetales nativas, las propiedades del suelo y está incidiendo negativamente sobre los rendimientos de los cultivos anuales o perennes. Por otro lado, al haber menor cobertura vegetal sobre los suelos hay una mayor incidencia de los agentes como la lluvia y viento y por consiguiente mayor pérdida de suelos.

Si bien a nivel internacional se han desarrollado una serie de experiencias y tecnologías que permiten recuperar y habilitar las tierras afectadas por contenidos de sales o sodio para la producción agropecuaria, estas son aplicables más en países desarrollados, donde las condiciones socioeconómicas de los productores y del propio país no son una limitante, además de las ambientales, ya que el costo de algunas prácticas para recuperar los suelos afectados por sales o sodio son elevadas.

Entre las causas de salinización o sodificación de los suelos tenemos:

Causas Naturales

- Climas áridos a semiáridos.
- Suelos formados a partir de sedimentos fluvio-lacustres con elevados contenidos de sales y carbonatos.
- Suelos ubicados en planicies planas a casi planas, con predominio de partículas finas que inciden en su escaso lavado lateral (escurrimiento) o vertical.
- Napa freática muy cerca de la superficie del suelo.

La presencia de sales en el suelo, también tiene que ver con los procesos naturales de su formación (mineralización o meteorización de las rocas y minerales) Ejemplo: los esquistos sódicos dan origen al sulfato sódico y la dolomita, olivina y hornblenda pueden originar sales magnésicas. En climas húmedos las sales formadas, generalmente pueden ser lavadas del suelo, mientras que en climas áridos o semiáridos generalmente no son removidas completamente de sus capas superficiales.

En condiciones naturales, existe una relación marcada entre la ocurrencia y presencia de suelos salinos/sódicos con los climas áridos y semiáridos, debido a que en estos climas, la evapotranspiración potencial (ETP) en la mayoría de los meses del año son mayores a las precipitaciones (P). Bajo estas condiciones las escasas precipitaciones no facilitan el lavado de sales de las capas superficiales del suelo y, por otro lado, en estos meses secos predominan los movimientos ascendentes del agua del subsuelo hacia la superficie, facilitando el arrastre de sales hacia la superficie.

Causas Antrópicas

El uso irracional de los recursos vegetales, suelo y agua, puede favorecer los procesos de salinización/alcalinización de las tierras de cultivo y pastoreo. En ese sentido en el Altiplano boliviano y especialmente en la llanura fluvio-lacustre del Desaguadero, algunas actividades como el pastoreo excesivo, extracción de madera y leña y el riego, están contribuyendo a la acumulación de sales y/o sodio en los horizontes superficiales del suelo.

El sobrepastoreo y la extracción de leña, dejan las tierras de la llanura sin cobertura y por lo tanto los suelos quedan expuestos a los procesos de erosión. Bajo estas condiciones los horizontes superficiales del suelo pueden ser arrastrados por el viento o agua, dejando al descubierto los horizontes inferiores. Las capas arcillosas inferiores al quedar al descubierto se calientan fácilmente durante el día lo que favorece el arrastre paulatino de sales/sodio hacia su superficie por capilaridad.

Por otra parte, el riego efectuado en suelos con deficiencias de drenaje y con aguas de baja calidad (concentraciones importantes de sales), puede favorecer los procesos de salinización/alcalinización, como en el caso de algunos sectores de Chilahuala (provincia G. Villarroel) y El Choro (provincia Cercado) de los departamentos de La Paz y Oruro respectivamente (ver degradación química de los suelos).

De acuerdo a Porta et al. (1994), los suelos y aguas de las zonas semiáridas y áridas, contienen importantes concentraciones de cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos y nitratos, de sodio, magnesio, calcio o potasio.

En los suelos salinos, las sales que se acumulan por procesos naturales y/o antrópicos, son de distinto tipo, presentan una gran complejidad, variabilidad espacial y temporal en función a la temperatura y humedad del medio. Las sales más frecuentes en los suelos salinos tienen las siguientes toxicidades:

Los efectos de las sales sobre las plantas son:

El crecimiento y desarrollo de las plantas en medios salinos se ve afectado desfavorablemente con diferentes intensidades que varían de un cultivo a otro, para los mismos valores de CEs (Conductividad Eléctrica en extracto de saturación) o el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI).

La sintomatología que se nota en los cultivos en forma general (Pizarro, 1977 y Porta et al., 1994) por la presencia de sales en los suelos es la siguiente:

- Retardo en la emergencia de las plantas, que no puede tener lugar a salinidades elevadas.

- Menor área foliar y talla de la planta: el crecimiento es más lento y no llega a ser completo.
- Menor producción de materia seca.
- Necrosis en las hojas o endurecimiento y engrosamiento de las hojas.
- Disminución de los rendimientos de los cultivos.
- Muerte de las plantas en condiciones de salinidad extrema.

La germinación es una etapa crítica en el ciclo de la vida de la planta, y generalmente en suelos con exceso de sales es frecuente que haya una mala emergencia debido a que la semilla no puede humectarse y por consiguiente el embrión no dispone de humedad debido a la elevada presión osmótica y al efecto tóxico de algunos iones.

– De acuerdo a estudios de Vacher et al. (1994) y Rocha y Orsag (1992) sobre la base de las mediciones del potencial de equilibrio y potencial foliar, llegaron a la conclusión que las especies nativas de papa y la quinua, tienen mayor capacidad de absorción de agua en condiciones salinas que las especies introducidas, aspecto importante para definir estrategias de producción en estas zonas.

- **Recuperación de Suelos Salinos y/o Alcalinos**

La salinización/ sodificación natural y antrópica del suelo, está incidiendo para que extensas tierras de pastoreo y cultivos en el país se estén perdiendo cada año por el avance paulatino de estos procesos y por lo tanto su capacidad para la producción de forrajes o alimentos es cada vez menor. En ese sentido si no se toman en cuenta estos procesos de degradación con previsiones a corto, mediano y largo plazo que garanticen la producción agropecuaria sostenible, puede tener serias consecuencias sobre la economía rural de sus pobladores y crear serios conflictos sociales en la región.

Sin embargo cualquier propuesta orientada a buscar soluciones y alternativas para la producción agropecuaria sostenible en el Altiplano Central de Bolivia, deberá tomar en cuenta sus limitaciones climáticas, edáficas y socio-económicas y mejorar las estrategias desarrolladas por los pobladores locales para sobrevivir en esas condiciones adversas:

Para la corrección y explotación de los suelos salinos y alcalinos según Thorne y Peterson (1963) es necesario contar con estudios de las zonas afectadas, los mismos que deben incluir los siguientes puntos:

- Estudio de suelos detallados.

  Por cada tipo de suelo determinado, se debe conocer por horizonte: su textura; pH; conductividad eléctrica (CE) tanto en la solución normal como en extracto, capacidad de intercambio catiónico (CIC), total de bases intercambiables (TBI); porcentaje de sodio intercambiable (PSI); clases y cantidades de yeso y carbonatos en el perfil; tasa de infiltración del suelo; curvas de retención , profundidad de la napa freática, etc.

- Fuentes y causas de la salinidad.
- Levantamientos topográficos.
- Análisis químico del agua que se va a usar (riego y lavados) y volúmenes de agua disponible.
- Manejo de suelos y métodos de riego empleados en la zona.

Con estos resultados se puede determinar las zonas aptas para riego y aquellas que necesitan algunas medidas como lavados o aplicación de enmiendas químicas.

-**Técnicas de Recuperación de Suelos Salinos y Sódicos**

Para la recuperación de suelos salinos y/o alcalinos según Pizarro,1977, se utilizan a nivel mundial generalmente dos técnicas fundamentales:

- Lavado de sales.
- Aplicación de enmiendas químicas.

Además de estas dos técnicas básicas se deben utilizar algunas prácticas complementarias (como subsolados, incorporación de materia orgánica, etc.) cuya función principal es aumentar la eficiencia de las técnicas básicas.

Un procedimiento que se utiliza comúnmente para evacuar las sales de los suelos salinos es su lavado, el mismo que consiste en hacer pasar a través del suelo una cierta cantidad de agua que arrastra las sales existentes fuera de la zona radicular.

En caso de que el suelo es alcalino (sódico) es preciso aplicar métodos más complejos ya que se requiere reemplazar el sodio intercambiable del complejo de cambio con ayuda de enmiendas químicas (mejoradores). Esto se consigue mediante la adición de sustancias que aportan calcio (por ej. yeso) o que ayuden a movilizar el existente en el suelo. El calcio aplicado desplaza al sodio intercambiable de sus enlaces químicos.

Técnicas utilizadas para recuperar los suelos salinos o sódicos se tiene:

Lavado de Sales

a) Técnicas Básicas

Aplicación de Enmiendas Químicas

b)Técnicas Auxiliares

Técnicas Mecánicas	Aradas Profundas Subsolado Mezclas con Arena Inversión de Perfiles
Técnicas Biológicas	Fertilización Orgánica Cultivos con Elevada ET
Técnicas Modernas	Métodos Eléctricos

– Lavado de Sales

El agua aplicada a los suelos salinos en forma suplementaria al riego tiene como finalidad:

Reducir la salinidad del suelo hasta niveles tolerables por los cultivos o recuperar suelos salinos que por su elevada cantidad de sales no pueden por el momento ser utilizados para la agricultura.

Para tal efecto se pueden realizar dos tipos de lavados que se denominan de mantenimiento, y que consisten en:

- Aprovechar el riego para lavar el suelo, añadiendo en cada aplicación agua en exceso.
- Realizar lavados periódicos independientes del riego. Estos lavados pueden tener una frecuencia anual, semestral, etc., en función de los factores que influyen en la salinización y en función también de otros factores como épocas de cosecha, disponibilidades de agua, etc.

– El primer paso que se requiere para la corrección de suelos salinos es la instalación de drenes (abiertos o subterráneos) para evacuar las sales solubles y el segundo paso es la corrección de los suelos salinos añadiendo un exceso de agua para lavar las sales.

Para realizar el lavado de sales es necesario formar alrededor de las parcelas de cultivo camellones parecidos a los que se utilizan para el cultivo del arroz por inundación. Previamente conviene eliminar de la parcelas la vegetación y dar un sub-solado o laboreo de 25-30 cm, con objeto de facilitar la infiltración del agua. Antes de

levantar los camellones se nivela el terreno, cuidando de eliminar los pequeños montículos.

La altura de los camellones depende de la cantidad de agua a aplicar, ya que cuanto mayor sea la lámina de agua más efectivo será el lavado. El empleo de grandes láminas tiene además la ventaja de contrarrestar pequeñas deficiencias en la nivelación.

Para lograr la máxima efectividad del lavado es importante fraccionar el agua en varias aplicaciones. En la primera aplicación se añade el agua necesaria para elevar la humedad del suelo a capacidad de campo (CC). La segunda se realiza dos o tres días después, es decir, luego de que el agua de la primera aplicación ha disuelto gran cantidad de sales, que son fácilmente eliminadas en las aplicaciones posteriores.

A medida que las aguas van pasando por el perfil del suelo, se van lavando las sales más solubles (cloruros de sodio y magnesio y sulfato de magnesio), mientras que el sulfato sódico tarda más en disolverse, sobre todo en aguas frías. El yeso presente en el suelo no es afectado prácticamente por los lavados.

En general, la eficiencia de los lavados es mayor cuando se efectúan en la estación cálida, debido a que la solubilidad de las sales aumenta con la temperatura. En el caso del sulfato sódico, su lavado es muy difícil a temperaturas bajas, porque la sal forma precipitados que no son arrastrados por el agua.

Sin embargo los lavados aplicados al suelo, no solo lavan las sales sino pueden ocasionar pérdidas de algunos nutrientes importantes para las plantas (uno de los elementos más expuesto a estas pérdidas es el nitrógeno). En ese sentido es necesario compensar estas pérdidas mediante la aplicación de fertilizantes.

Se ha evidenciado que el agua de lluvia es un excelente lavador de las sales del suelo, debido a que prácticamente no contiene sales. Su eficiencia depende de que la mayor parte de las lluvias torrenciales no escurran y más bien se infiltren favoreciendo el lavado. Para este efecto es condición de que el suelo tenga buen drenaje.

–

Cuando se trata de terrenos ya desalinizados en los que se pretende evitar la resalinización, las necesidades de lavado se suelen expresar como un porcentaje del agua de riego aplicada. En general, el agua necesaria para el lavado se aplica junto con la del riego, añadiendo una cantidad excesiva, de forma que una vez que el suelo alcanza la capacidad de campo, el exceso de agua percole las sales hacia las capas más profundas.

– Uno de los problemas que se tiene en el Altiplano y Valles del país para poder lavar adecuadamente los suelos salinos, es que no se dispone de suficiente cantidad de agua y por otro lado existen problemas con la calidad de las aguas. Así mismo como en el Altiplano Central los suelos del área de riego tienen un subsuelo con problemas de drenaje es difícil realizar un lavado vertical adecuado.

– Para determinar la eficiencia del lavado es conveniente analizar las aguas de drenaje y determinar la cantidad relativa de sales eliminadas en comparación a las aguas añadidas al terreno, así mismo es necesario muestrear el suelo hasta una profundidad de aproximadamente 1,8 m para determinar los elementos que la conforman.

Los cálculos de agua que se deben añadir al suelo, se basan principalmente en las cantidades de agua requeridas por los cultivos, la capacidad de agua que se puede almacenar en el suelo y la cantidad de agua necesaria para lavar las sales hasta una profundidad definida.

Entre las técnicas complementarias más utilizadas se tiene:

a) Subsolado.

La práctica del subsolado de los suelos afectados por sales permite romper las capas endurecidas e impermeables del subsuelo para mejorar su permeabilidad y de esta manera favorecer el lavado de sales. Sin embargo, su efecto es de una duración limitada (uno a dos años). En trabajos realizados por Herve, Mita y Paz (2000) en la provincia G. Villarroel del departamento de La Paz, se ha podido evidenciar que los suelos salinos sometidos al subsolado disminuyen su contenido de sales gracias a la mayor infiltración del agua.

b) Aplicación de Arena

La adición y mezcla de arena a las capas de suelo permite de alguna manera mejorar la permeabilidad y la penetración de las raíces, lo que a su vez ocasiona una mejora de la infiltración del agua y por consiguiente el lavado de sales.

c) Inversión de Perfiles

– En el caso de que el horizonte superior del suelo presente características no deseables y el subsuelo tenga condiciones más favorables, se puede invertir los horizontes del suelo con ayuda de un arado de vertedera.

–

– **Técnicas Biológicas**

La adición de estiércol, o el enterrado de abonos verde tanto en suelos salinos como alcalinos tiene dos efectos que ayudan a la corrección de los suelos.

- Mejoran la estructura y la permeabilidad del suelo.
- Liberan CO_2, lo que aumenta la solubilidad del CO_3 Ca.

Los cultivos que tienen una ET elevada pueden favorecer el descenso de la napa freática y de esta manera facilitar el lavado de sales. Además del efecto indicado, los

cultivos al dar sombra, reducen la evaporación de la superficie del suelo y por lo tanto no hay arrastre de sales hacia la superficie.

Otras limitaciones que deben ser tomados muy en cuenta en los futuros proyectos a implementarse en la zona son:

- La parcelación excesiva de la tierra y el manejo individual que tiene cada finca, puede afectar el manejo integral de los recursos de una comunidad o microcuenca, como el trazado y apertura de canales de riego y de drenaje.

- La pobreza en la que se encuentra la mayor parte de los comunarios y los costos elevados que requiere la incorporación de enmiendas químicas, lavado, implementación de sistemas de drenaje (subterráneos ó abiertos) y otras tecnologías para mejorar los suelos salinos y/o sódicos imposibilitan su uso.

- El bajo nivel de conocimientos y concientización de los agricultores, sobre los procesos de degradación de los recursos naturales

Manejo de Cultivos Tolerantes a la Salinidad

Trabajos realizados por Yenssen (1988), sobre un inventario de plantas nativas en las áreas semiáridas y áridas del mundo, han permitido identificar cerca de 1000 especies tolerantes (halófitas) a las sales, y con alta capacidad para producir alimentos, forrajes, energía, fibras, resinas, aceites esenciales y otros productos para la industria farmaceútica. Investigaciones llevadas a cabo en Israel (desierto del Negev) muestran que es posible producir ciertos cultivos para conservas, con aguas cuya conductividad eléctrica está entre 4 a 7 dSm^{-1}, mientras que Miyamoto (1984) reporta la producción comercial de alfalfa y tomates con aguas de riego cuya conductividad eléctrica es de 3 a 5 dSm^{-1}. Sin embargo este autor, indica que muchas de estas especies tienen una pobre calidad agronómica, por consiguiente presentan una amplia variabilidad en la germinación y maduración (aspectos no deseables en una agricultura convencional).

Por otro lado, reportes de Aronson (1985; 1989), Boyko (1966), Epstein ((1983; 1985), Callagher (1985), Glenn and O´Leary (1985), Pasternak (1987), Somers (1975) y Yensen (1988) indican que han producido granos, semillas de oleoginosas, pastos, árboles, arbustos forrajeros, arbustos energéticos, y una variedad de fibras y productos para farmacias y otros, usando aguas de riego con alto contenido de sales. Los rendimientos alcanzados bajo condiciones salinas son comparables en algunos casos a las obtenidas con cultivos sensibles a las sales en suelos no salinos.

Considerando que los cultivos son más sensibles a las sales durante la germinación de las semillas, es conveniente que en esta etapa se utilice, como estrategia para la siembra e implantación de algunos cultivos, aguas con menor contenido de sales. La siembra de alfa alfa y otros cultivos en el Altiplano boliviano durante la época lluviosa

(diciembre y enero), permite en esta época del año diluir las sales y por lo tanto disminuir la concentración de sales en el suelo (capa arable) y por consiguiente garantizar la germinación de algunos cultivos.

Como los cultivos presentan en general mayor tolerancia a las aguas salinas cuando ya se encuentran en estados vegetativos más desarrollados, se puede utilizar aguas con mayor contenido de sales en estos periodos (época seca del año). Esta práctica la realizan normalmente los usuarios de las aguas del Río Desaguadero, en los diferentes sistemas de riego de los departamentos de La Paz y Oruro (durante los meses de junio a octubre) para regar los cultivos de alfalfa y otros, con aguas cuya conductividad eléctrica del Desaguadero es de aproximadamente 4 dS m^{-1}.

En el Altiplano boliviano existen plantas forrajeras nativas como el cauchi (*Saueda foliosa*) y el atriplex (*Atriplex ssp*.) y cultivos como la quinua (*Quenopodia quinoa*) y algunas variedades de papa amarga, que se desarrollan en medios adversos de suelos (salinidad y sodicidad) y también de clima (heladas y sequías), produciendo forrajes o alimentos con alto valor proteico para los animales y el hombre. Sin embargo debido al avance de la salinidad y sodicidad en los suelos de la llanura fluvio-lacustre y ante el peligro de que estas especies, solo puedan desarrollarse hasta determinados umbrales de concentración de sales o sodio, es necesario llevar a cabo trabajos de investigación para determinar estos límites y contar para el futuro con material genético tolerante a mayores concentraciones de sales. Esto como condición necesaria para garantizar en esta planicie la sobrevivencia de sus pobladores a mediano y largo plazo.

Manejo de Suelos

Al margen del manejo de algunas especies tolerantes a la salinidad se debe considerar dentro de una agricultura salina el manejo del suelo, en razón de que este puede influir en la distribución y dinámica de las sales y permitir el cultivo de especies menos tolerantes a las sales.

En ese sentido es importante considerar la siembra en camellones como estrategia para utilizar suelos con altos contenidos de sales, debido a que la distribución de sales en estas obras no es uniforme luego de las lluvias o riego (Wadleigh y Fireman 1948). Esta distribución localizada de las sales en los camellones permite sembrar algunos cultivos tolerantes en los lomos de los camellones, donde la acumulación de sales es menor que en la parte superior.

En la provincia G. Villarroel del departamento de La Paz, según Hervé, Ledezma y Orsag (2002), los agricultores para la siembra a secano, utilizan algunas prácticas de manejo de suelos salinos que permiten:

Aumentar la cantidad de agua captada para el cultivo proveniente de la lluvia y escurrimiento de una superficie determinada y de esta manera desplazar temporalmente las sales fuera del área radicular del cultivo (cultivo en franjas). Si bien, estas prácticas de sembrar en franjas, son llevadas por el agricultor de manera empírica, es necesario realizar algunos estudios para que sean más efectivas, ya que

esta práctica se basa especialmente en el espacio necesario que debe tener un cultivo para cosechar determinada cantidad de agua de lluvia, no solo para el crecimiento de las plantas (requerimiento de agua), sino también para desplazar y mantener a las sales diluidas .

Por otro lado, Ledezma (1995) y Rocabado (1999) indican que en la provincia G. Villarroel del departamento de La Paz, en suelos arcillosos con problemas de salinidad o sodicidad, la producción de cultivos a secano, se realiza en zanjas u hoyos, situación que permite de alguna manera mantener la humedad del suelo y que la concentración de sales en la zona radicular, esté en niveles bajos.

Otra práctica que debería ser evaluada en los suelos salinos del Altiplano, es la siembra en bancales; y que es utilizada con éxito en algunos lugares de EUA bajo riego. Esta práctica, como en el caso de la siembra en surcos o camellones, permite la acumulación de sales en zonas determinadas y que son obviadas para la siembra.

Considerando la tolerancia de la remolacha forrajera a las sales y clima, y el potencial de la zona para la lechería, seria interesante investigar su adaptación, ya que fue probado con éxito en Viacha (IBTEN). Este cultivo, actualmente en los EUA se siembra normalmente en suelos salinos, haciendo un camellón de 13 a 15 cm de altura sobre las semillas sembradas; esto con el fin de protegerlas de un secado rápido y hacer que las sales se acumulen en los lugares más altos de los mencionados camellones y por ende lejos de las semillas durante su proceso de germinación. Posteriormente antes de que las plantas formen tallos largos (situación no deseada en la remolacha) se eliminan los camellones.

Por otro lado, se ha visto que los productores del área no utilizan el estiércol producido por su ganado ovino para mejorar las características de sus suelos (estructura y permeabilidad), ya que venden este excelente mejorador como fuente energética a los fabricantes de yeso, cal o ladrilleras de Oruro y Challapata.

Si bien, no es común utilizar arados de subsuelo ni aradas profundas para mejorar los suelos alcalinos (sódicos), sin embargo se podrían obtener algunos beneficios, considerando que existe yeso en las capas inferiores y por lo tanto no es necesario aplicarlo. Con la preparación del suelo se logra que el yeso sea invertido a la capa superficial y mezclados con los horizontes afectados por sodio, práctica que mejora además la infiltración del agua en el suelo. Trabajos realizados por Herve, Mita y Paz (2000), han demostrado que subsolando los suelos con problemas de salinidad y sodicidad en la prov. G. Villarroel es posible disminuir la concentración de sales por periodos cortos.

Manejo del Agua

Algunos métodos de riego en suelos salinos pueden ayudar al desarrollo adecuado de los cultivos, al mantener diluidas las concentraciones de sales presentes, o favoreciendo el lavado parcial de las sales de la zona radicular y creando de esta manera un medio favorable para las plantas. Sin embargo es necesario tomar en

cuenta que algunos métodos de riego utilizados en zonas semiáridas inciden en mayor manera sobre la salinización y/o sodificación de los suelos que otros.

La aplicación de láminas de riego elevadas, como las que se producen en esta zona con el riego por inundación, pueden favorecer los procesos de salinización de los suelos con problemas de drenaje, ya que el frente de humedad alcanza fácilmente a los horizontes salinos y/o sódicos. Estas mayores láminas de riego, como no favorecen el lavado vertical, aceleran la acumulación paulatina de sales en las capas superficiales del suelo por ascensión capilar (época seca del año), afectando de esta manera a los cultivos. Por otro lado, láminas elevadas de riego pueden permitir hacer ascender la napa freática y con esto acelerar los procesos de salinización.

De acuerdo a los trabajos realizados por Ledezma (1995) en la provincia G. Villarroel, y a los efectuados por Rocabado durante la gestión agrícola (1998-99) en el sector de Santa Ana (G. Villarroel) y Veizán en Japo (El Choro), el riego aplicado por los agricultores a los suelos, al margen de servir para facilitar el preparado del terreno y cubrir las necesidades de agua de los cultivos, sirve para diluir y disminuir la excesiva concentración de sales en la superficie del suelo (época seca) y de esta manera garantizar la germinación de los cultivos sembrados.

En ese sentido según Hervé, Ledezma y Orsag (2002), como estrategia para habilitar los suelos salinos o alcalinos los comunarios de la provincia G.Villarroel utilizan riegos continuos antes y después de la siembra, aplicando los siguientes métodos de riego:

Riego por inundación no controlada.
Riego por surcos en camellones.
Riego por inundación con surcos guía.
Riego por inundación en tablones.

De acuerdo a los trabajos de Orsag y Miranda (2000) se ha evidenciado que tanto en Chilahuala como en El Choro, existe cierta tendencia a la acumulación paulatina de sales en el suelo, aumento de la conductividad eléctrica (CE) y el por ciento de sodio intercambiable (PSI) en las parcelas con más años de riego. Por consiguiente, esta situación debe ser motivo de preocupación considerando que en la zona existen numerosos sistemas de riego tradicional. En ese sentido, es importante continuar investigando en forma integral aspectos relacionados a la influencia que podrían tener los diferentes métodos de riego utilizados en la zona, sobre la salinización y/o alcalinización de los suelos.

También es necesario considerar a futuro, los trabajos realizados por Shmueli y Goldberg (1974), que demuestran que el riego por goteo, permite ampliar el uso de aguas salinas en comparación a otros métodos tradicionales de riego y por ende utilizar aguas problemáticas.

Estas limitaciones de salinidad y sodicidad que presentan los suelos y las aguas del Altiplano, están también ligadas a limitaciones climáticas y especialmente heladas durante gran parte del año, por consiguiente la adaptación de algunas especies

tolerantes a las altas concentraciones de sales, deben considerar necesariamente su tolerancia a las heladas frecuentes del Altiplano.

6. MANEJO DE SUELOS ACIDOS

–

La mayor parte de los suelos ácidos se encuentran distribuidos en las zonas tropicales húmedas, templadas y boreales. En Bolivia los suelos ácidos se encuentran distribuidos preferentemente en las regiones lluviosas de Pando, Beni, Santa Cruz, Norte de La Paz y Cochabamba, es decir en aquellos suelos donde existe un régimen de humedad percolante (P >> ETP).

Los suelos tropicales viejos (Oxisoles y Ultisoles), según Espinoza y Molina (1999) son naturalmente ácidos, mientras que los suelos formados de diferentes materiales parentales pueden convertirse en ácidos luego de un uso intenso durante periodos largos.

Según Sánchez (1981), hasta finales de la década de los 50, se creía que solo el protón de hidrógeno (H), era el causante de la acidez del suelo, sin embargo trabajos realizados por Coleman et al.(1967), demostró que el aluminio intercambiable es también un catión asociado a la acidez del suelo.

En los suelos tropicales orgánicos, el hidrógeno está asociado a los grupos carboxilícos de la materia orgánica y durante su mineralización pueden liberar los hidrogeniones de los grupos carboxilicos y reaccionar con los silicatos de las arcillas laminares, liberando Al^{3+} intercambiable y ácido silícico (Coleman et al., 1967). En los suelos ácidos minerales muy ácidos el hidrogeno no se presenta comúnmente y la acidez está relacionada con la presencia del aluminio intercambiable, el mismo que se precipita cuando el pH del suelo se halla entre 5.5 y 6.0, por lo tanto a pH mayores se encuentra poco o nada de aluminio intercambiable.

La formación progresiva de los suelos ácidos según Porta, López-Acevedo y Roquero (1994) se debe principalmente a los siguientes aspectos:

- Litología de los materiales originarios (rocas pobres en bases, sedimentos ricos en sulfuros, escombreras con sulfuros).
- Suelos ricos en silicatos, óxidos de Al y Fe, ácidos solubles.
- Posición topográfica (entrada de aguas con protones o pérdida de agua con bases).
- Vegetación (Extracción continua de bases).
- Naturaleza de la materia orgánica o fertilizantes incorporados al suelo.
- Procesos de reducción en suelos con drenaje deficiente.

Los suelos ácidos mayormente se forman en las zonas lluviosas del trópico y subtrópico del mundo debido a la pérdida de bases que sufren por lavado o lixiviación (régimen de humedad percolante). Estas pérdidas provocan el reemplazo

de las bases del complejo adsorbente (Ca, Mg, K y Na) por cationes como el hidrógeno, aluminio, hierro y manganeso.

Otras de las causas de la acidificación de los suelos puede deberse al tipo de agricultura extractiva que se practica en algunas zonas. Los cationes alcalinotérreos extraídos con preferencia por las plantas no son repuestos en la misma proporción por el hombre.

El uso excesivo y continuo de fertilizantes fisiológicamente ácidos como: el cloruro de potasio, sulfato de potasio, amonio, urea, fosfato amónico y nitrato de amonio, favorecen la acidificación de los suelos, en razón de que sus residuos acidificantes ayudan a la formación de ácidos en el medio.

-**Efectos de la Acidez del Suelo sobre la Fertilidad**

Los suelos ácidos en general presentan limitaciones para la producción agrícola debido principalmente a la:

- Toxicidad elevada del Al^{3+} y Mn^{2+} presentes en el complejo de cambio o en la solución del suelo (pH inferior a 4,5).
- Deficiencia del calcio y magnesio.
- Menor disponibilidad de fósforo, potasio, azufre, boro, y molibdeno (este último a partir de un pH por debajo de 6,5) .
- Pérdida de disponibilidad del P en los suelos ácidos, que se debe a las reacciones de este elemento con el aluminio y hierro. A partir de reacciones por debajo de 6,5, el fósforo se precipita en forma de fosfatos insolubles de Al y Fe.
- Menor disponibilidad de nitrógeno por la disminución de la actividad de las bacterias fijadoras de nitrógeno en las leguminosas o las que viven libremente.
- Presencia excesiva de Mn, Fe, Co, Zn (pH comprendidos entre 5,1 a 5,5).

Por otro lado:

Algunas propiedades físicas del suelo como su estructura pueden ser afectadas por la presencia excesiva de hidrogeno cambiable y un déficit de cationes bivalentes.

Cuando el aluminio se halla en la solución del suelo en concentraciones mayores a 1 ppm, frecuentemente provoca una disminución de los rendimientos, ya que este elemento daña directamente al sistema radicular de los cultivos ya que interfiere su división celular (Abruña, et al 1970). El desarrollo radicular de los cultivos bajo estas

condiciones sufre un necrosamiento y comienza a presentar puntos muertos. Las plantas sensibles al exceso de Al y Mn presentan menor peso y en su área foliar existe menor contenido de Ca, Mg y P , aumentando el de Al, Mn y Fe.

Estudios realizados por Fay, 1974 (citado por Sánchez,1981), señalan que el aluminio se acumula en las raíces impidiendo la absorción y el traslado de calcio y fósforo a la parte aérea. Se ha observado que el crecimiento deficiente de la vegetación, también pude deberse a la deficiencia directa del calcio y magnesio. Abruña (1970), observó que el tabaco cultivado a un pH de 4.2 con 0.4 meq. de calcio/100 gr de suelo, tubo un crecimiento restringido en la raíz debido a la toxicidad del aluminio así como a la deficiencia de calcio.

Por otro lado, en suelos donde la reacción del suelo fluctúa entre 5.5 y 6.0, puede presentarse problemas por la presencia del manganeso. La toxicidad del manganeso también aumenta cuando en el suelo se dan procesos de reducción (por sobresaturación con agua durante periodos prolongados), debido a que los iones de Mn^{4+} pasan a Mn^{2+} , que son más movibles. De esta manera ciertos suelos ácidos pueden ser más tóxicos a bajos contenidos de aluminio pero altos en manganeso.

-**Encalado del Suelo**

El propósito del encalado es neutralizar la presencia del hidrógeno en la solución del suelo o el aluminio y/o manganeso que se encuentran en forma intercambiable o en la solución del suelo. El encalado con diferentes enmiendas provocan la precipitación del aluminio, situación que favorece el crecimiento de las raíces.

Por otro lado, el encalado es importante para disminuir la solubilidad del manganeso, ya que en la medida que aumente la solubilidad de este ión, mayor será el riesgo para los cultivos. Sin embargo como el Mn es un nutriente para las plantas, el objetivo del encalado no es eliminarlo completamente, sino mantenerlo dentro del rango adecuado. La concentración entre 1 a 4 ppm de Mn en el suelo constituyen el rango óptimo para la mayoría de las plantas.

De acuerdo a Porta, López-Acevedo y Roquero (1994), a nivel mundial se han desarrollado diferentes metodologías para determinar las necesidades de cal.

Entre las metodologías desarrolladas cabe distinguir:

- Métodos Directos:
  - Curvas de neutralización con una base.

- Métodos Indirectos :
  - Estudio del complejo de intercambio catiónico (porcentaje de saturación de bases).

Ambos métodos son lentos y por lo tanto en la actualidad no son tan utilizados ampliamente.

- Métodos Rápidos:

  Equilibrio con una solución tamponada y estimación de la acidez por el cambio del pH.

Estos métodos debido a su rapidez y precisión, son los más utilizados a nivel mundial.

Para realizar el encalado se deben realizar algunos estudios de diagnóstico inicial, como ser:

Trabajo de Gabinete

-Información de suelos a tratar.

-Revisión de mapas de suelos ácidos de la zona y evaluación de sus regímenes de humedad.

Muestreo y Análisis de Suelos

En los suelos muestreados se debe determinar con preferencia:

- pH en agua y KCl.
- Cantidades presentes de Al y Mn intercambiables en las capas superficiales del suelo.
- % Al en relación a la capacidad de intercambio catiónico efectivo (CICE).
- % Saturación de Bases.
- Contenidos de substancias acidificantes (piritas, sulfatos, etc).
- Contenidos de carbonato de Ca.

Información Complementaria.

- Conocer la tolerancia de los cultivos a cultivar al aluminio y manganeso.
- Conocer la calidad del material a aplicar.
- Condiciones socio-económicas de los agricultores.

Con base a esta información se debe calcular la cantidad necesaria de cal u otra enmienda para disminuir el porcentaje de saturación de aluminio. Además se debe definir el método de aplicación de la enmienda (Ver apéndice 12 sobre determinación de los requerimientos de cal para suelos ácidos).

– Kramprath (1970), sugiere que el encalado se realice en función al aluminio intercambiable de la capa arable del suelo y que la dosis de cal sea calculada multiplicando los meq de aluminio intercambiable por el factor de 1.5 (factor utilizado para neutralizar los iones de hidrógeno liberados por la materia orgánica o los hidróxidos de hierro y aluminio, conforme aumenta el pH del suelo). Este factor puede tomar valores de 2 a 3, en la medida que se halle materia orgánica en el suelo y por tanto mayor concentración de hidrógeno intercambiable.

Para el encalado de los suelos, también se debe tomar en cuenta el nivel de aluminio intercambiable que pueden tolerar determinados cultivos. En este sentido, cultivos como el algodón, sorgo y alfalfa son susceptibles a niveles de 10 al 20 % de saturación alumínica, mientras que el maíz es susceptible al 40 y 60 % de saturación.

Otros cultivos como el arroz y caupi son más tolerantes, mientras que cultivos como el café, la piña y algunas pasturas pocas veces responden a la cal, aun en condiciones con elevada saturación de aluminio. Sin embargo el encalamiento puede ser necesarios en algunos cultivos tolerantes para contrarrestar deficiencias de calcio o magnesio.

-**Fuentes y Características de las Enmiendas Químicas**

Para el encalado del suelo es importante considerar los siguientes aspectos:

Contar con una fuente adecuada como cal viva (CaO) ; cal apagada $Ca(OH)_{2;}$ caliza molida ($C0_3Ca$); margas y cretas (carbonatos de calcio impuro) con suficiente fineza y pureza.

Además, la selección de la fuente enmendante debe tomar en cuenta los contenidos de calcio y magnesio, así como del nivel de calcio y magnesio en el suelo.

Según el Centro Regional de Ayuda Técnica del AID (1979) y Espinoza y Molina (1999), la eficiencia agronómica de los materiales del encalado depende de los siguientes factores:

- Forma y pureza química.
- Tamaño de las partículas del material.
- Poder relativo de neutralización total para corregir la acidez del suelo. (Esta capacidad de la enmienda, depende de su valor neutralizante que se mide por el carbonato de calcio equivalente o por su oxido de cal equivalente).

–

-Reacciones de la Cal en el Suelo

El encalado permite la neutralización de los iones H^+ en la solución del suelo por medio de los iones $0H^-$ producidos al entrar en contacto la cal aplicada con el agua

del suelo. En ese sentido la efectividad de la cal depende en gran parte de la humedad del suelo.

Los óxidos tienen la capacidad de reaccionar inmediatamente con el agua del suelo transformándose en hidróxidos y neutralizando la acidez a través de una base fuerte, por lo que son más efectivos a corto plazo, sin embargo difíciles de manejar . Mientras que los enmendantes a base de carbonatos neutralizan la acidez a través de la hidrólisis (reacción con el agua) de los iones de $C0_3^{-2}$que son bases débiles. Los carbonatos a pesar de que no son tan efectivos como los óxidos, son los materiales de encalado que se utilizan con mayor frecuencia.

Las reacciones básicas de la cal en el suelo pueden ser ilustrada de la siguiente manera:

$CaC0_3$ $\quad$ $Ca + C0_3^{2-}$
$C0_3^{2-} + H_20$ $\quad$ $HC0_3^{-} + 0H$
$HC0_3^{-} + H_20$ $\quad$ $H_2C0_3 + 0H$
H_2C0_3 $\quad$ $C0_2 + H_20$

$H+$ (Solución del suelo) + $0H$ $\quad$ H_20

De acuerdo a las reacciones arriba indicadas se puede ver que el Ca no interviene directamente en las reacciones del suelo, y que el ión $C0_3^{2-}$ es el que realmente eleva la reacción del suelo al hidrolizarse y producir iones 0H. Luego de las reacciones, el $C0_3^{2-}$ se disipa como $C0_2$, y por lo tanto su acción en el lugar no es permanente.

El ion H que se encuentra en exceso en el suelo se convierte en H_20. Por otro lado es muy importante observar que el efecto del encalado va más allá de estas reacciones . El incremento del pH permite la precipitación del Al^{3+} como $Al(OH)_3$, que es un compuesto insoluble, y que por lo tanto elimina el efecto tóxico del Al^{3+} en las plantas y la principal fuente de iones H. De igual manera el encalado precipita como hidróxidos insolubles el exceso de Mn y Fe que en ocasiones se encuentran en exceso en los suelos ácidos.

-<u>Forma de Aplicación</u>

Para la aplicación de la cal a los suelos ácidos, según Espinoza y Molina (1999) es muy importante tomar en cuenta que la cal se mueve muy poco en el suelo debido a que el ión $C0_3^{2-}$ se disipa como $C0_2$ después de las reacciones de hidrólisis.

La aplicación de la cal en las capas superficiales del suelo, debe realizarse con anticipación a la siembra, esto con el propósito de dejar que la cal reaccione anticipadamente con el suelo y no afecte a las semillas o plántulas.

Por otro lado, la cal luego de ser aplicada sobre la superficie del suelo debe ser enterrada y mezclada adecuadamente con ayuda de un arado de disco o vertedera, para que no sufra pérdidas por el viento o agua y reaccione por contacto

adecuadamente con el suelo. Una vez que los cultivos están establecidos (pasturas) y donde no es posible realizar la mezcla de la cal con el suelo, se puede aplicar la cal directamente sobre estos y sin necesidad de enterrarla.

En el caso de plantaciones de cafeto y banano en suelos ácidos , es posible solo encalar en bandas en la zona de fertilización. Esta forma de aplicación evita el desperdicio de la cal a zonas de las plantaciones donde no es necesario el enmendante.

Otra forma de aplicar la cal en los cultivos perennes, es directamente antes de la implementación de una plantación nueva; y si la acidez se presenta nuevamente en un cultivo perenne; es posible subsanar el problema con un encalado en bandas. También se puede colocar la cal en los huecos de siembra antes de colocar las plantas.

Cuando no es posible realizar una aplicación anticipada, una incorporación profunda de la cal puede ser más beneficiosa, siempre y cuando no dañe a los cultivos y actúe rápidamente con el suelo (cal viva y cal apagada). La factibilidad de una incorporación profunda de cal depende de las propiedades estructurales del suelo y del equipo disponible, por tanto la eficiencia es mayor en suelos arenosos, y no así, en suelos con horizontes arcillosos.

– La frecuencia de la aplicación de cal en el suelo va a depender de que si el pH ha bajado nuevamente en el suelo. En ese sentido es importante realizar mediciones periódicas en el terreno (mínimo cada dos años) para controlar su reacción.

–

– Como las reacciones de la cal suceden en presencia del agua, es importante realizar el encalado un poco antes al inicio de la época de lluvias.

–

-Practicas Complementarias

Como la reducción de la toxicidad del aluminio en el suelo es muy difícil y costoso a nivel de pequeños agricultores del país, es importante buscar otras alternativas para el manejo de los suelos tropicales ácidos.

Entre las alternativas que se pueden utilizar se tiene:

El uso de especies vegetales tolerantes a suelos ácidos, y que además son tolerantes a los niveles tóxicos de Al y Mn del suelo y a sus necesidades relativas de Ca y Mg. Los cultivos que crecen con relativa normalidad en estas condiciones son la piña, café, te, caucho, yuca y algunos pastos tropicales como la guinea (*Panicum máximum*). Si bien las leguminosas necesitan calcio para la nodulación, algunas especies como *Stylosantes sp*, *Desmodium sp, Calapagonum sp*, y el kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) se desarrollan en estas condiciones sin ningún problema.

Los mecanismos fisiológicos asociados a la tolerancia o sensibilidad al aluminio se pueden deber, según Sanchez (1981), a :

- Diferencia en la morfología de la raíz, yemas laterales o radicales.
- Cambios en el pH de la rizósfera. Algunas especies aumentan el pH de su medio de crecimiento en relación a las especies sensitivas.
- Translocación más lenta del Aluminio a la parte aérea de la planta. Algunas especies acumulan aluminio en la raíces, mientras que otras como los árboles y los helechos la acumulan en las partes aéreas.
- En variedades tolerantes, el aluminio de las raíces no impide la absorción y translocación del calcio y K.
- La tolerancia varietal al aluminio en soya, trigo y cebada está relacionada con la absorción y translocación del calcio, en sorgo con el potasio y en las papas con la translocación del Mg y K.
- Efecto Residual del Sobre-encalamiento en los Suelos.

Cuando se realiza un sobre-encalado del suelo por la aplicación excesiva de enmiendas químicas alcalinas , se puede provocar una subida excesiva del pH de los suelos, provocando los siguientes efectos no deseables:

- Reducción del movimiento del agua.
- Deterioro de la estructura del suelo.
- Disminución de la disponibilidad del fósforo, boro, zinc y manganeso.

Se ha podido evidenciar que el encalado de los suelos hasta su neutralidad, favorece la formación de agregados más pequeños, lo que puede reducir significativamente las tasas de infiltración. Esta situación hace que ciertos oxisoles, así como ultisoles, se tornen más susceptibles a la erosión.

Por otro lado Ghani et al. (1955), encontró que el enmendamiento con oxido de magnesio disminuía las tasas de infiltración, debido al deterioro de la porosidad no capilar en un suelo laterítico, y no así cuando se utilizaba carbonato de calcio. También el sobre-encalamiento de los suelos ácidos provoca la disminución de la disponibilidad de algunos nutrientes para los cultivos.

El encalamiento del suelo hasta la neutralidad, puede provocar la insolubilidad del fósforo, debido a la formación de fosfato de calcio.

En suelos con revestimientos de óxidos, un sobre-encalamiento aumenta la absorción del boro por las arcillas, reduciendo la disponibilidad de este elemento, así mismo se presenta deficiencia de manganeso, ya que este tiende a precipitar en presencia de hierro y aluminio.

Otro elemento cuya solubilidad disminuye cuando el pH llega a valores de 6 a 7 es el zinc.

7. SISTEMAS AGROFORESTALES

Uno de los mayores problemas en las tierras agrícolas y de pastoreo en tierras de Valles, Trópico y Chaco de Bolivia, es la degradación de sus suelos, por lo que durante la última década se está dando gran importancia a la implementación de sistemas agroforestales particularmente en áreas tropicales y subtropicales.

Los sistemas agroforestales, son técnicas de manejo integrado de la tierra, donde especies perennes semileñosas o leñosas (árboles y arbustos) se asocian con cultivos agrícolas (anuales, bianuales, perennes o árboles frutales), forrajes y ganado de forma simultánea o secuencial, favoreciéndose mutuamente entre sus componentes interacciones biológicas y económicas que ayudan a mejorar la eficiencia del uso de la tierra.

Los sistemas agroforestales para las zonas andinas, según Brack (1993), tienen características diferentes a las que se promocionan en otras zonas del mundo, en razón de que no solo se utilizan especies arbóreas sino también arbustivas y herbáceas (cactus, gramíneas, etc.). Por otro lado los fines que se persiguen son heterogéneos, donde el componente de obtención de madera con frecuencia no tiene gran importancia, usándose más bien especies de uso múltiple, que tienen en algunos casos más de diez usos diferentes.

La agroforestería permite el manejo sustentable de los recursos suelo, agua y vegetación, en virtud de que se protege el suelo de la erosión de la siguiente manera:

Primero, gracias a las diferentes practicas agroforestales, agropastoriles y agrosilvopastoriles, hay un mayor aporte de materia orgánica (hojarasca) al suelo y por consiguiente un reciclaje más equilibrado de nutrientes. Esta materia tiene además una acción directa sobre la propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, tales como:

- Mejor estructuración y por consiguiente mayor porosidad y capacidad para retener agua y nutrientes.
- Incremento de la actividad microbiológica y disponibilidad de nutrientes en el suelo.
- Disminución del escurrimiento y por lo tanto de la erosión del suelo.

Segundo, la vegetación arbórea y/o arbustiva asociada a los cultivos evita la acción directa de la lluvia y la radiación solar sobre el suelo.

Tercero, siendo el agua uno de las limitantes para la producción agrícola en los Andes, los sistemas agroforestales pueden ayudar a retener mayor humedad en los suelos y de esa manera, estos sistemas, podrían contribuir a aminorar los efectos de la sequía en la región.

Es conocido que en los Andes la agricultura es muy riesgosa debido a las condiciones climáticas adversas (lluvias irregulares, granizadas, heladas, etc.), por consiguiente los sistemas agroforestales asociada a estructuras de conservación de suelos, contribuyen a disminuir eficazmente la acción destructora de las lluvias y vientos y ayudan a mitigar el efecto de las heladas al proteger las zonas de cultivo (Padilla,1993).

–

Para la selección de especies integrantes de un sistema agroforestal según Mariaca (1999) se deben tomar en cuenta los siguientes criterios:

- Recolectar información sobre las características ecológicas del sitio (clima, suelo, y otros).
- Determinar que productos y servicios nos interesan obtener de los árboles.
- Estudiar las especies nativas o exóticas existentes en el área, dando preferencia a las especies locales que son conocidas y manejadas por los agricultores.
- Determinar si las especies del lugar son utilizadas en sistemas agroforestales.
- Mejorar los sistemas agroforestales existentes en lugar de introducir uno nuevo.
- Lograr que los recursos tengan un uso complementario.
- Controlar los efectos aleopáticos de las especies forestales con los cultivos y/o frutales.

Ventajas y Desventajas de los Sistemas Agroforestales

De acuerdo a Budowski, citado por Puerta (1993) los sistemas agroforestales presentan las siguientes ventajas:

- Beneficios económicos adicionales que ayudan a satisfacer sus necesidades de leña, madera para construcción y muebles, frutas, forrajes, flores para miel, productos para medicina, industria, etc.

- Reducción de su dependencia a posibles condiciones climáticas adversas en comparación a cuando el agricultor se dedica solo a un cultivo (monocultivo), el mismo que es más susceptible a condiciones climáticas muy variadas, fluctuaciones de mercado, explosión de plagas, dificultad para adquirir fertilizantes y plaguicidas, etc.

- Crea microclimas favorables para los cultivos protegiéndolos de las heladas, los fuertes vientos y de la evapotranspiración.

- La presencia de árboles disminuye usualmente los costos de control de malezas.

- Algunos esquemas pueden permitir cambios graduales de practicas destructivas hacia sistemas más estables.

- Existen varias alternativas para mejorar estos sistemas desde el punto de vista productivo (asociaciones más adecuadas de plantas y/o animales en el espacio y tiempo).

- Embellece el paisaje.

Entre las desventajas cabe destacar:

- En áreas deprimidas la recuperación económica toma mayor tiempo que en áreas con cultivos muy rentables, debido al tiempo requerido para plantar o cuidar árboles beneficiosos.

- En territorios densamente poblados y con pocas tierras disponibles, puede existir resistencia para plantar y cuidar árboles.

- El componente arbóreo arbustivo ocupa espacio que bien puede dedicarse a los cultivos, ocasionando pérdidas en la producción.

- Las raíces invaden los suelos ocupados por los cultivos.

- Los árboles y arbustos albergan animales (aves, roedores y otros) que consumen los productos agrícolas.

- El microclima generado en estos sistemas (alta humedad relativa) puede favorecer el desarrollo de microorganismos patógenos y causar plagas y enfermedades.

- Escasez de personal especializado y capacitado en sistemas agroforestales.

- En áreas pequeñas se complica el uso de maquinaria agrícola.

Según Saldías et al. (1994), los árboles o arbustos utilizados en los sistemas agroforestales se clasifican de acuerdo al papel que cumplen en:

- Arboles o arbustos de propósitos múltiples.
- Arboles maderables.
- Cultivos perennes y árboles frutales.

Los árboles o arbustos que se utilizan en los sistemas agroforestales, no siempre caen en una sola categoría, sino pueden pertenecer en algunos casos a dos o más categorías. Es el ejemplo de la castaña del Oriente boliviano, que si bien es un árbol maderable, la producción de frutos de castaña se convierte en la principal actividad debido a su gran demanda en el mercado internacional, siendo la base económica para la subsistencia de los pobladores de Pando, Norte del Beni y La Paz.

Árboles o Arbustos de Propósitos Múltiples

Son árboles o arbustos que se utilizan en los sistemas agroforestales con el propósito de obtener algunos beneficios secundarios como productos (madera, frutos, postes, etc.), aspectos que sobresalen sobre los servicios que estos proporcionan. La obtención de productos resultan ser muy interesantes para el agricultor o ganadero por los beneficios económicos que pueden obtener en forma complementaria.

Entre los servicios y productos que ofrecen los árboles o arbustos utilizados en los sistemas agroforestales tenemos:

– **Servicios**	– **Productos**
– Sombra.	– Forraje.
– Protección contra el viento.	– Madera, leña y carbón.
– Control de la erosión eólica.	– Postes.
– Control de la erosión hídrica.	– Abonos verdes.
– Reducción de la evapotranspiración.	– Mulch.
– Fijación de nitrógeno.	– Miel.
– Reciclaje de nutrientes.	– Frutos.
– Conservación de agua.	
– Mejoramiento de suelo.	

– Según Padilla (1993), las utilidades que proporcionan las especies utilizadas en los sistemas agroforestales en los Andes son:

- Abonos, en forma de abonos verdes o como nitrogenante del suelo.
- Alimentos para animales (forrajes).
- Alimento para los productores (frutos, miel, vitaminas, sales, grasas, etc.).
- Material para viviendas (vigas, postes, paredes, amarres, techos) y materia prima para utensilios de cocina, artesanía y otros instrumentos.
- Energía como leña, carbón, combustible, antorchas y alumbrado.

Rodríguez (1999) reporta para el Altiplano y cabecera de valles del país las siguientes especies de acuerdo a sus utilidades:

a) Medicinales

– Chillca (*Senna aymara*) para luxaduras
– Retama (*Spartium junceum*) para arritmias cardiacas
– Quishuara (*Budlejja coriaceae*) para la prostata y afecciones de los riñones

b) Taninos y Tinturas

- Ñuñumayu (*Solanum nitidum*)
- Tara (*Tara spinosa*)
- Queñhua (*Polylepis sp.)*

- **c) Frutos para Alimentos Humanos**
  - Tuna (*Opuntia ficus indica*)
  - Guinda(*Prunus serostina*)
  - Sauco (*Sambucus peruviana*)

- **d) Forrajes****
  - Quishuara(*Budlejja sp*.)
  - Aliso (*Alnus acuminata*)
  - Sauce llorón (*Salix babilónica*)
  - Atriplex (*Atriplex sp*.)
  - Thola (*Parastrephia quadrangulare*)

** Son utilizados como forrajes en épocas seca y cuando no hay otros forrajes.

-
- **e) Melíferas**
  - Retama (*Spartium junceum*)
  - Mutu Mutu (*Cassia tormentosa*)

-

La combinación de árboles maderables con cultivos agrícolas, permite a mediano y largo plazo diversificar los ingresos de los agricultores. Estos árboles maderables al margen de proporcionar materia prima también pueden proporcionar otros servicios y productos.

De acuerdo a Saldías et al. (1994), como las especies maderables de calidad en general tienen un crecimiento lento, es necesario combinarlos con otras especies de menor calidad que se caracterizan por su rápido crecimiento. La inclusión de especies maderables de crecimiento rápido, permite al agricultor contar con ingresos complementarios casi desde un inicio y hacer más atractiva esta práctica, y por otro lado crea condiciones más óptimas para el crecimiento de los árboles maderables de mejor calidad

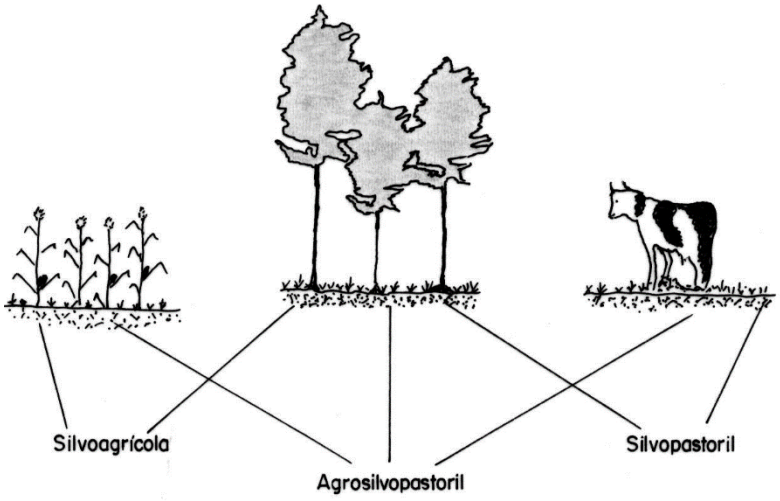
El proyecto Apoyo al Manejo, Conservación y Explotación de los Recursos Forestales en el Trópico de Cochabamba (1997), de acuerdo a las características edafoclimáticas de las zonas de trabajo (Chimoré, Villa Tunari, Ivirgarzama y Puerto Villarroel), ha desarrollado sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles. Entre las especies maderables manejadas con éxito se tiene a la goma (*Hylea brasilensis*), mara (*Switenia mara*), tembe (*Bactris gasipae Kunth*), cerebó (*Schilozobium amazonicum*) y almendrillo (*Cordia sp*.) , combinado con cultivos anuales (piña, yuca, fríjol, maíz y arroz), cultivos perennes (cítricos, banano, palmito), o coberturas vegetales (gramíneas y leguminosas).

Una condición importante es que los árboles maderables sean altos, rectos y poco ramificados y por lo tanto no perjudiquen y compitan con los cultivos anuales o perennes. De todas maneras es necesario realizar podas radiculares para evitar la competencia con los cultivos.

-Cultivos Perennes y Árboles Frutales.

Los cultivos perennes y los árboles frutales cumplen el mismo papel que cuando se utilizan árboles en los sistemas agroforestales, es decir permiten a los agricultores que estos les presten algunos servicios (sombra, evitar la erosión, disminuir la evapotranspiración, protección contra los vientos, etc.) y proporcionen productos (frutos, forraje, mulching, miel, leña madera, etc.), aumentando sustancialmente sus ingresos económicos.

– **Sistemas Agroforestales**
–
–
–
–



Fuente: Rodríguez (1999)

Según el arreglo espacial, orientación o densidad que se le da al componente arbóreo (arbustivo) en el sistema, estos se pueden clasificar en:

a) Sistema en Callejones

- Cultivos anuales o perennes en callejones.
- Barbechos mejorados.
- Callejones forrajeros.
- Callejones forrajeros de estratos múltiples.
- Cultivos en estratos múltiples.

b) Sistemas Dispersos

- Árboles dispersos en potreros.
- Árboles de sombra para cultivos perennes o frutales.

c) Sistemas en Líneas

- Postes vivos.
- Cortina rompevientos.
- Plantaciones en linderos.

-Sistema de Callejones

Es una práctica que consiste en asociar árboles o arbustos, alternados formando callejones de cultivos (anuales, perennes o pastos). Esta combinación de cultivos con árboles o arbustos permite incidir sobre la fertilidad del suelo al reciclar primero los nutrientes aportados por la materia orgánica de los árboles y el nitrógeno fijado y segundo mejorar las condiciones de humedad, temperatura y otros.

Saldias et al. (1994), indica que en los lugares planos los callejones deberían estar orientados de Este a Oeste para que los árboles puedan captar mejor la radiación, mientras que en las laderas se debe necesariamente seguir las curvas de nivel.

a) Cultivos anuales en callejones

La combinación de cultivos anuales en callejones con árboles o arbustos permite una intensificación del uso de la tierra debido a que se amplia el periodo de producción (verano e invierno) y se disminuye el periodo de barbecho.

De acuerdo a Saldias et al. (1994), en las tierras bajas se recomienda utilizar en la implementación de los callejones árboles como el gallito rojo (*Eritrina poeppigiana*), pacay (*Inga edulis*) , cuchi rojo (*Gliricie sepium*), etc. cada 5 m. Los cultivos anuales a sembrarse deben tener un sistema radicular muy superficial para extraer los nutrientes de esta capa, en razón de que estos no son utilizados por los árboles. En general se recomienda que las especies arbóreas en lo posible sean leguminosas, ya que enriquecen el suelo fijando nitrógeno atmosférico.

Es importante que cuando los árboles hayan desarrollado lo suficiente, se inicien las podas periódicas a partir de alturas que fluctúan entre 0,50 a 1,50 m, de acuerdo a la especie utilizada, el cultivo asociado y el objetivo de la misma.

El material vegetal obtenido de la poda puede ser colocado en el callejón (sobre el suelo) para que al descomponerse proporcione nutrientes al suelo, evite la erosión y el enmalezamiento del mismo.

Según los trabajos de investigación llevados a cabo por el CIAT en Santa Cruz, y Saldías et al. (1994), han logrado definir que los callejones entre los árboles o arbustos pueden ser utilizados hasta para obtener dos cultivos al año de manera más efectiva (ejemplo arroz en verano y frijoles en invierno).

Por otro lado este sistema podría ser utilizado para la mayoría de los cultivos anuales como ser: maíz, yuca, tomate, papa, cebolla, lechuga, zapallo, y otros.

Si en la época seca del año (junio a septiembre) no se siembran cultivos de invierno en los callejones, se puede dejar embarbechar durante este periodo para ser vueltos a sembrar en verano. Para aprovechar este espacio de una manera más eficiente se puede sembrar abonos verdes en invierno para mejorar el suelo y además controlar malezas.

Una vez establecido los callejones con árboles (leguminosas) se puede utilizar no solo para cultivos anuales sino también para cultivos perennes o pastos.

b) Cultivos Perennes en Callejones

La siembra de cultivos perennes en callejones y su combinación con árboles o arbustos es similar al sistema anterior, con la única diferencia de que los árboles deben ser de mayor altura y el distanciamiento en algunos casos mayor.

Al igual que en cultivos anuales, los cultivos perennes se desarrollan mejor en los callejones intercalados con árboles (leguminosas), gracias a que estos aportan nutrientes, además los árboles generan un microclima y protegen a los cultivos del viento. Tal es el caso observado principalmente en el tembe (*Bactris gasipaes Kunth*) que actualmente se está empleando también en el Chapare asociado con el banano. De la misma manera Milz (1998) indica que el tembe (chima o pejebey) en Alto Beni tienen variedades locales importantes para la alimentación de aves (gallinas) y que han comenzado a ser utilizados en sistemas agroforestales, como cultivos de cacao, mejoramiento de cultivos de cítricos, etc.

Si se quiere cambiar los cultivos anuales en los sistemas agroforestales por otros perennes, se recomienda aprovechar de mejor manera el tiempo, el espacio y la mano de obra. En ese sentido se debe sembrar con el último cultivo anual de la rotación en forma asociada a la especie perenne. Una vez que se coseche el cultivo el cultivo perenne queda establecido.

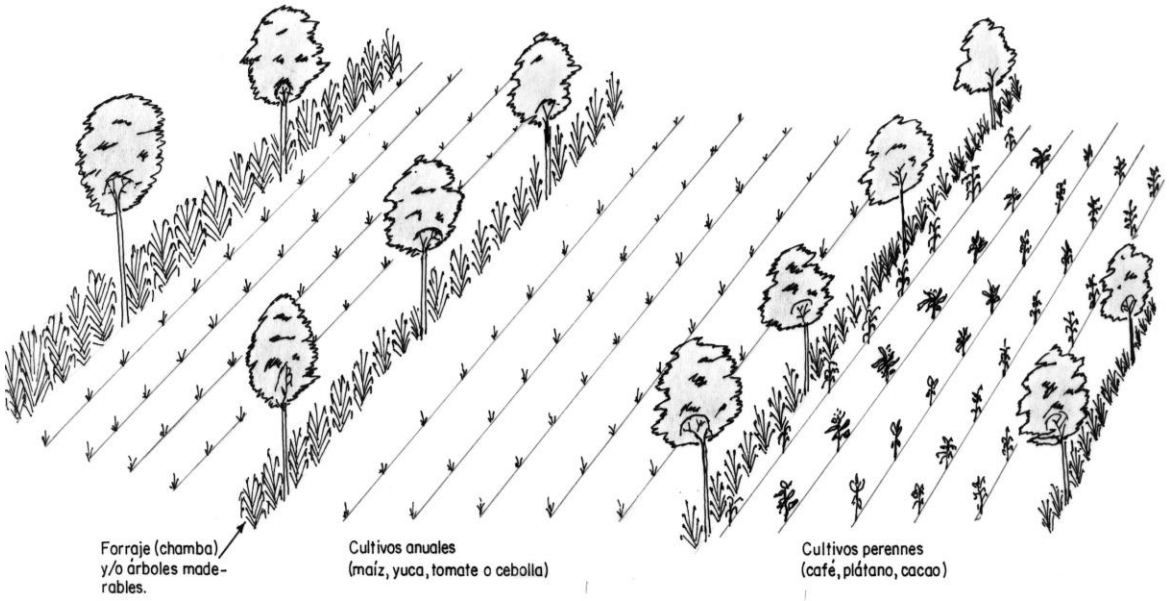
Como ejemplos de estos sistemas tenemos la asociación del café, cacao o plátano con árboles de chamba (*Leucaena leucocephala*), gallito rojo (*Eritrina poeppigiana*), pacay (*Inga edulis*), etc.

En la etapa de establecimiento del cultivo perenne, es recomendable utilizar en el mismo callejón alguna leguminosa de cobertura como el maní (*Arachis pintoi*) o *Desmondium ovalifolium*. Estas coberturas por un lado controlan las malezas, la humedad y la erosión y por otro proporcionan nutrientes al cultivo.

Las especies que han dado mejores resultados en la producción de materia orgánica y su aplicación al suelo en las zonas amazónicas del Perú son: la guaba o el pacay

(*Inga edulis*), la amasisa (*Erithrina sp*.) y el choclo de oro (Cassia reticulata) en razón de que estas especies soportan de 3 a 4 podas al año y sus desechos orgánicos mejoran la producción de los cultivos al aportar importantes cantidades de N, P, K, Ca y Mg, además de que controlan las malezas, especialmente por el depósito de materia orgánica sobre el suelo, y también regulan el agua de escurrimiento y evitan la erosión.

Sistema Agroforestal en Callejones



Fuente: Orzag, 2010

c) Callejones Forrajeros

Según Saldías et al (1994), la combinación de pastos con árboles (leguminosas) en callejones ha sido desarrollado en Australia. Este sistema está permitiendo el uso más intensivo de los pastos ya que soportan una mayor carga animal, lo que ha permitido obtener una mayor ganancia de peso y producción de leche por hectárea.

Para establecer estos sistemas, generalmente se siembra el pasto con el último cultivo de la rotación y de esta manera se gana tiempo, espacio y ahorra dinero.

Por otro lado las especies arbóreas utilizadas en este sistema deben ser también forrajeras. Las especies arbóreas forrajeras recomendadas para Santa Cruz son la chamba (*Leucaena leucocephala Lam. de Wit*), el gallito rojo (*Eritrina poeppigiana*), cuchi verde (*Gliricidia sepium (Jacq) Steud*), etc., que tienen alto valor nutritivo.

Esta combinación resulta muy interesante para la producción sostenible en varias zonas ganaderas del país donde existe un periodo seco y húmedo bien diferenciados, en razón de que las especies arbóreas cumplen un papel importante como forraje en la época seca del año, debido a que son menos afectadas que los pastos por sus raíces profundas.

Según Milz (1998) en Alto Beni y Beni se puede sembrar en callejones (cada 1,50 a 1,80 m) hileras de especies arbóreas forrajeras como: ceibo (Erytrina ssp.), chamba (Leucaena leucocephala), malva blanca , morera (Morus alba), hibisco (Hibisco ssp.) ,guazuma (Guazuma ulmifolia) y seguidamente arroz o yuca (los primeros años).

d) Sistemas Multiestratos de Especies Mixtas

Son sistemas agroforestales que integran una asociación de árboles con cultivos agrícolas y/o producción de pastos. En Alto Beni se está utilizando en forma conjunta cultivos de plátano, papaya con cacao, tembe y asaí o majó (Euterpe precatoria).

e) Barbechos Mejorados

El barbecho en las terrenos agrícolas tiene como función principal ayudar a recuperar la fertilidad natural del suelo a través del mejoramiento de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Como en el país y especialmente en el Altiplano y Valles cada vez son más cortos los periodos de descanso debido a la parcelación excesiva de la tierra, es necesario manejar los barbechos mejorados para garantizar que las escasas tierras de cultivo mantengan su capacidad productiva.

Para el establecimiento de barbechos mejorados en las zonas tropicales del país, es necesaria la apertura de sendas en los barbechos naturales y la plantación de árboles maderables, frutales o cultivos perennes dentro el barbecho. La anchura de las sendas depende de la altura del barbecho, por lo general son de 1 a 2 metros de ancho. La distancia entre sendas varía de acuerdo al tipo de enriquecimiento que se piensa realizar, en el Oriente puede ser cada 7 metros para el achachairú (*Garcinia macrophylla Mart*). A 20 metros para árboles maderables como el amarillo (Aspidosperma australe Mull. Arg.), verdolago (Terminalia oblonga) y cerebó (*Schilozobium amazonicum*). El manejo consiste en el mantenimiento de las sendas y la liberación de los árboles por medio de raleos y podas oportunas.

Una técnica para el enriquecimiento del barbecho es a través del establecimiento de especies económicamente útiles entre los cultivos anuales, previo al abandono del terreno al barbecho. De esta manera se gana tiempo, ya que no es necesario la

apertura de sendas en el barbecho y las especies establecidas pueden desarrollarse más rápidamente en la etapa inicial.

Otra forma de mejorar es ayudar al establecimiento mejorado es ayudar a que algunas especies potenciales dentro el barbecho natural se desarrollen más rápidamente que las especies menos deseables, para lo cuál se eliminen a estas últimas.

Se puede combinar el mejoramiento funcional y económico plantando el gallito rojo en hileras con el cultivo anual, en el último año, previo al abandono del barbecho. De esta manera el barbecho se desarrolla más rápido y puede empezarse a sembrar más rápidamente que un barbecho dejado en forma natural.

-Sistemas Dispersos

a) Árboles Dispersos en Potreros

–

En nuestro medio es bastante común para el establecimiento de potreros y pastos quitar toda la cobertura original (árboles) y por lo tanto en la actualidad se está viendo que se pueden tener mayores beneficios si existen árboles dispersos en los potreros.

Los árboles dispersos no solo proporcionan sombra a los animales, sino aportan materia orgánica al suelo, fijan nitrógeno, ayudan al reciclaje de nutrientes en el suelo y son utilizados como forrajes. De esta manera la implementación de árboles dispersos en los campos ganaderos, ayudan a mantener y/o recuperar la capacidad productiva de los potreros.

Para implementar un sistema de árboles dispersos en potreros hay que tomar en cuenta que estos pueden ser de dos clases:

- Árboles de Propósitos Múltiples.
- Árboles Frutales y Cultivos Perennes.

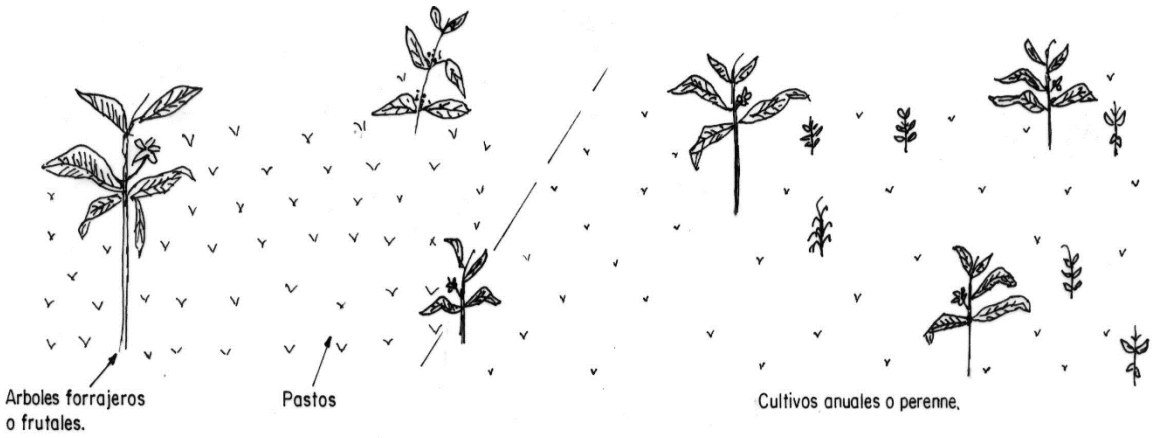
Generalmente en las zonas secas es muy común la combinación en forma natural de árboles dispersos de propósito múltiple en las áreas de pastoreo (potreros). Según Saldias et al.(1994) el uso de cupesí (*Prosopis chilensis*) o penoco (*Albizia saman*) están muy ampliamente difundidas. Mientras que Salm y Liberman (2000) indican que en Tarija es común encontrar el churqui (*Acacia caven*) dispersos en los terrenos en barbecho que son utilizados para el pastoreo.

Como esta práctica no es muy común en el país, es importante para su implementación en los potreros existentes, considerar previo a la plantación retirar el ganado por algún tiempo y además que las especies utilizadas tengan alta capacidad de soportar el ramoneo.

Para zonas húmedas del Oriente del país se recomienda la utilización del gallito de curichales (*Eritrina fusca*).

Para el establecimiento de otro tipo de árboles como el gallito rojo (*Eritrina poeppigiana*), o árboles frutales como el pacay (*Inga ingoides*), el cayú o marañon (*Anacardium occidentale*), es necesario realizar el establecimiento anticipado de estas especies antes de la entrada del ganado. Para tal efecto se recomienda utilizar el periodo de renovación de pastos o cuando se quiere elimina el pasto para la siembra de cultivos. Otra manera es establecer los árboles inmediatamente luego del chaqueo y desmonte.

– Sistemas Agroforestales Dispersos



–

Fuente :Elaboración propia

– **b) Sombra para Cultivos Perennes o Frutales**

Entre las prácticas agroforestales, el sombrío es una práctica muy importante que se utiliza en el país especialmente para el cultivo de café y cacao, a pesar de que en las últimas décadas en Yungas se difundió variedades de café de porte bajo que no necesitan de esta práctica. Sin embargo, conociendo que el café se cultiva en los Yungas en terrenos accidentados, donde las pendientes altas favorecen la erosión de los suelos, es importante considerar el sombrío no solo para el cultivo perenne sino para la protección general que ejerce sobre el suelo.

Los cultivos con sombrío, tiene las ventajas de un bosque protector (cultivo de semibosque) en la regulación no solo de la temperatura y del agua sino también de la protección de los suelos en las zonas montañosas. El sombrío afecta el crecimiento de malezas y gramíneas que compiten con el cultivo principal, lo cuál permite efectuar deshierbes menos frecuentes y por consiguiente menor inversión. Así mismo los árboles de sombra pueden proporcionar otros productos como frutos. Tal es el caso del pacay que es un fruto comestible y comercial en el país.

En los Yungas es muy común el uso del pacay cola de mono (*Inga edulis*) con el cultivo de café y en Alto Beni se usa el gallito rojo (*Eritrina poeppigiana*) para la sombra del cacao, otro árbol que al margen de proporcionar sombra ofrece madera comercial.

Según FNCC (1975), el follaje del sombrío por si solo no constituye una defensa contra el impacto de las gotas de agua de lluvia sobre el suelo, sino está acompañada de otras prácticas como producción de hojarasca, coberturas vegetales, mulching con coberturas muertas, etc.

El sombrío es una de las prácticas de conservación más efectivas, en la medida que produzcan hojarasca y se complemente con una buena cobertura vegetal. Que impide el arrastre de estos residuos por el agua de escurrimiento y del propio suelo. La hojarasca que produce el sombrío tiene las siguientes ventajas:

- Sirve de amortiguador de la energía que tienen las gotas de lluvia y las que escurren de los árboles del sombrío.

- Forma una especie de esponja que aumenta la retención del agua, disminuye la velocidad y volumen de escorrentía.

- Genera materia orgánica al mineralizarse.

Para mantener un buen sombrío con fines conservacionistas, es necesario combinar con coberturas vegetales, debajo de los cultivos, y efectuar deshierbes periódicos para destruir las malezas competitivas y utilizar el material vegetal como mulching.

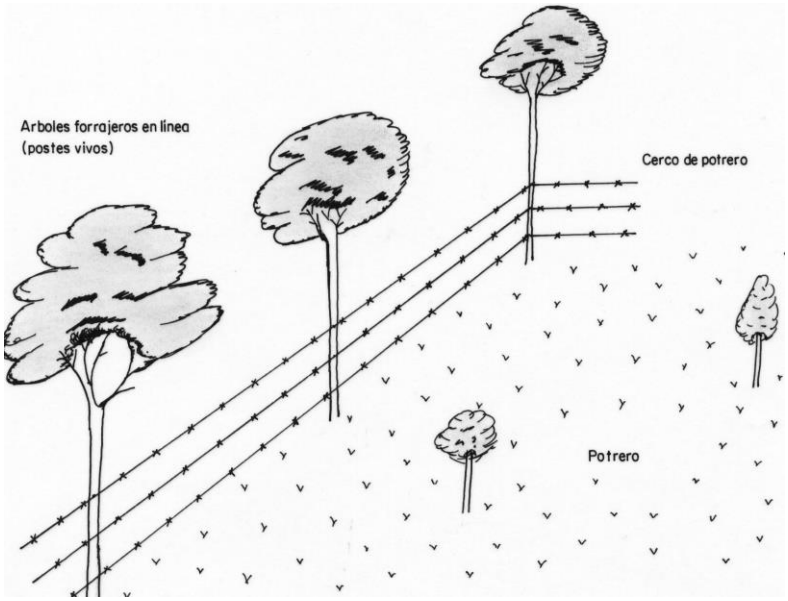
Por lo general se recomienda plantar los árboles de sombra cada 8 m por 8 m. Es decir aproximadamente 150 árboles por ha, hasta 12 x 12 m (70 árboles ha)

-Sistemas Agroforestales en Líneas

a) Postes Vivos

La utilización de postes o setos muertos en las fincas agrícolas y especialmente ganaderas es muy común a pesar de que estos no proporcionan muchas ventajas ya que la durabilidad según Saldías et al. (1994) de los postes es bastante reducida y cada vez son más caros en comparación a las alternativas que ofrecen los sistemas de postes vivos.

– **Sistema Agroforestal en Línea (Postes Vivos)**



Fuente: Elaboración propia

Últimamente en las propiedades agrícolas se han comenzado a utilizar con mayor énfasis los postes vivos, en razón de que no solo cerca el terreno de la invasión de animales, sino que ofrece una serie de ventajas como:

- Producción de forrajes.
- Fijación de nitrógeno.
- Reciclaje de nutrientes.
- Sombra para animales.
- Protección del viento y lluvia.
- Durabilidad.
- Producción de nuevos postes.
- Protección contra heladas.
- Otros.

Sin embargo se debe mencionar que este sistema en comparación al sistema tradicional (postes muertos) requiere tanto para su implementación como mantenimiento mayor cantidad de mano de obra. En ese sentido es necesario contar con estrategias para convencer a los agricultores y ganaderos de sus ventajas a nivel general (forrajes, animales y ganaderos).

Para la implementación de postes vivos, se requiere contar con postes recién cortados de aproximadamente 5 a 12 cm de diámetro y de 2,5 m de altura, los mismos que deben ser plantados a una profundidad de 50 a 80 cm. Una condición importante es que las estacas de las especies seleccionadas tengan alta capacidad de retoñar, como el cuchi verde (*Gliricidia sepium*) o gallito rojo (*Erytrina poepipigina*), especies que últimamente están siendo utilizadas en Santa Cruz.

Una desventaja de este sistema es que se debe esperar bastante tiempo. Para lograr el aumento de diámetro razonable y desde ese punto de vista es importante realizar un manejo adecuado de los postes plantados y no realizar a un inicio podas frecuentes y sucesivas que debiliten su engrosamiento. Sin embargo durante este tiempo se recomienda colocar alambradas con ayuda de alambres de amarre para no dañarlos.

Una vez que los postes han alcanzado el grosor necesario se puede utilizar en los colocados del alambre grapas y se pueden realizar podas más frecuentes.

b) Plantaciones en Linderos

La plantación de árboles, como linderos de las propiedades agrícolas, es una práctica muy difundida en los diferentes valles del país como Cochabamba, Tarija, Potosí y otros departamentos donde se puede observar linderos de eucaliptos, molles, sauces y otras especies.

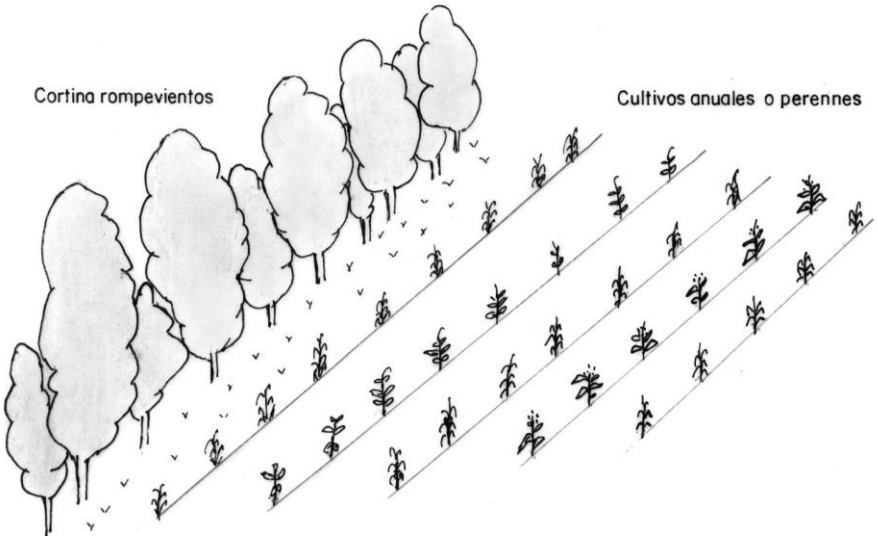
El objetivo principal de esta práctica es delimitar las propiedades o tierras de cultivo, aprovechar mejor el uso del espacio y favorecer la diversificación agrícola. Además esta práctica favorece la formación de un microclima, y se obtienen de los árboles algunos productos complementarios como madera, leña, forraje, etc.

Para las propiedades ganaderas de Santa Cruz, Saldías et al. (1994), recomiendan la utilización de la chamba para su uso como linderos, en razón de que se puede obtener sombra, forraje y otros beneficios adicionales.

c) Cortinas Rompevientos

La cortina rompevientos es otra práctica agroforestal donde se tienen árboles naturales dejados o plantados en hileras o fajas, las mismas que están ubicadas en uno o más bordes de las parcelas de cultivo (anuales, perennes o frutales), de pastos y ganadería, con el propósito fundamental de reducir la velocidad del viento y de esta manera protegerlos de su acción.

– **Cortinas Rompevientos**



Fuente: Elaboración propia

Las cortinas rompevientos permiten además entre otras funciones:

- Crear un microclima por ejemplo en las zonas secas y ventosas evitando la pérdida de agua de las área de cultivo (evaporación directa del suelo y de la transpiración excesiva de los cultivos).
- Evitar daños mecánicos a los cultivos (encamado, pérdida de flores, menor actividad de los insectos polinizadores, etc) al disminuir la velocidad crítica de los vientos.

- Disminuir los riesgos de las heladas

De acuerdo a Mc Call y Gitlin (1973), citado por Barber y Johnson (1992), la velocidad crítica de los vientos y sus efectos son :

Efecto del Viento	Velocidad Crítica (km h-1)*
Erosión eólica	16-24
Reducción en la polinización	16-24
Reducción en la actividad de los insectos	16-24
Daños mecánicos a los cultivos	>24

*Medida a la altura de las plantas.

En ese sentido se recomienda la implementación de cortinas rompevientos en zonas con:

- Presencia de vientos frecuentes.
- Déficit de humedad en la mayor parte del año.
- Suelos susceptibles a la erosión eólica.
- Zonas planas a onduladas.

De acuerdo a los autores citados, la reducción de la velocidad del viento juega un papel importante en la producción agrícola, en razón de que, al margen de disminuir la erosión y evitar daños mecánicos a los cultivos, reduce sustancialmente la evapotranspiración. Este aspecto es de suma importancia en los cultivos de invierno ya que la reducción de la velocidad del viento en un 50 % (de 32 a 16 Km h^{-1}) puede significar una reducción de la evapotranspiración en un 33 %, aspecto importante en zonas secas del país donde es necesario evitar pérdidas innecesarias del agua almacenada en el suelo.

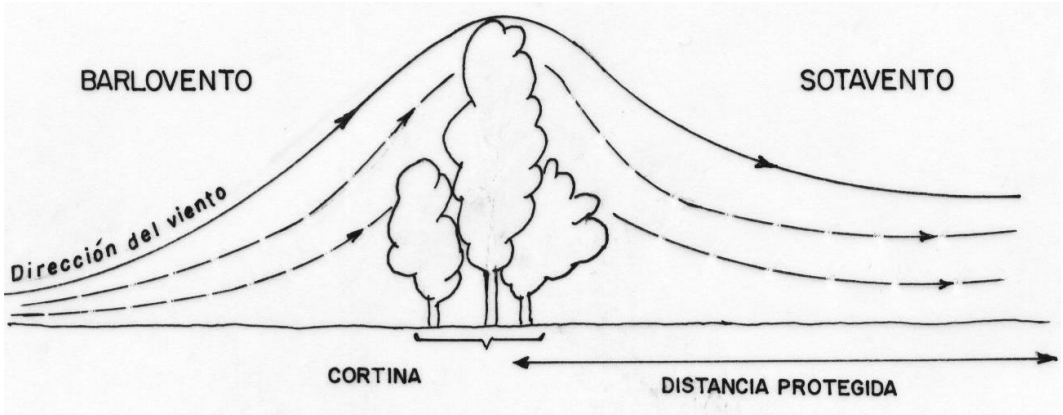
Para que la implementación de las cortinas rompevientos sean efectivas se debe considerar los siguientes aspectos:

- Altura de la cortina.
- Permeabilidad.
- Orientación y homogeneidad.
- Longitud de las cortinas rompevientos.
- Estructura.
- Espaciamiento.
- Arreglo.

La altura de la cortina (A), se constituye en uno de los factores más importantes que influye sobre el área protegida y la distancia desde la barrera que queda resguardada del viento (sotavento). Se considera que una cortina rompevientos protege entre 15 a 20 veces más en relación a la altura de la cortina.

–

– Acción del Viento sobre la Cortina Rompevientos



Fuente: Barber y Johnson (1992),

De acuerdo a experiencias obtenidas en varios lugares del mundo, la distancia dentro el cual, la velocidad del viento ha sido reducida cerca al suelo en un 50 % o más, es cuando se ha manejado diez veces la altura de la cortina (10A).
La permeabilidad de la cortina se refiere al porcentaje del viento que puede atravesar la barrera (sotavento) en relación al viento inicial antes de la barrera (barlovento).

La permeabilidad de una cortina va a depender principalmente de su estructura (número, altura , especies y configuración de las hileras de árboles o arbustos que conforman la barrera). Por otro lado la permeabilidad de una barrera también varía en función a la velocidad de los vientos.

Según Barber y Johnson (1992), las cortinas más densas (menos permeables) reducen efectivamente las velocidades del viento inmediatamente detrás de la cortina (sotavento); pero un poco más allá, las velocidades aumentan rápidamente y además generan mucha turbulencia tanto a barlovento (delante) como a sotavento (detrás) de la cortina. De esta manera las cortinas densas protegen escasas áreas detrás de las barreras.

En cambio una cortina de moderada permeabilidad, permite pasar por la misma una mayor proporción del viento, lo que no significa una protección alta inmediatamente detrás de la cortina. Sin embargo los vientos recuperan su velocidad más lentamente dando una mayor distancia de protección (área), mientras que las cortinas de alta permeabilidad dan poca protección al área ubicada en sotavento.

Lo fundamental es que las cortinas con una permeabilidad optima reduzcan la velocidad del viento por debajo de los valores críticos pero al mismo tiempo alcanzando la mayor distancia posible.

Para que las cortinas cumplan su papel de manera efectiva, es necesario que estas estén orientadas de manera perpendicular a la dirección de los vientos dominantes que se presentan en una zona. Por consiguiente es importante contar con datos relacionados a la dirección y velocidad que estos alcanzan.

De acuerdo a estudios realizados, si la dirección de los vientos cambian en 30° de su perpendicular, la eficiencia de la cortina solo disminuye en una pequeña proporción. Sin embargo cuando la desviación de los vientos es mayor a 45°, la efectividad de la cortina se puede reducir en un 50 %. Por esto es importante contar con información valedera sobre los cambios de dirección que sufren los vientos.

Los vientos en Santa Cruz, tienen una dirección prevaleciente Noroeste-Sureste, con velocidades superiores al 18 Km h^{-1}. En ese sentido la orientación de las cortinas según Barber y Johnson (1992) debe ser instaladas en forma perpendicular a estos vientos, es decir Sureste-Noroeste para obtener la máxima protección.

El largo o longitud de las cortinas rompevientos, son de gran importancia para proteger un área, en razón de que los vientos al cambiar de dirección inciden sobre el área de sotavento. En caso que el viento sufra una desviación de 45° de la perpendicular, una cortina de 12A de longitud protegerá una menor área en

comparación a una cortina de 24A de largo, ya que con esta longitud el área protegida se mantiene uniforme, aún cuando los vientos cambien de dirección.
Para la zona Central de Santa Cruz, donde los vientos son muy variables, recomiendan que la longitud de las cortinas debería ser de 24A (Entonces en caso de que los árboles midan 10 m, la longitud de las cortinas deberá alcanzar los 240 m). Para zonas con mayor variación se recomienda cortinas con longitudes hasta de 50A.

El ancho de las cortinas, según diferentes estudios, tienen poca influencia sobre la reducción de la velocidad del viento, excepto en cuanto a su efecto sobre la estructura y permeabilidad de la cortina.

El ancho de las cortinas dependerá de varios aspectos en los que cabe mencionar la disponibilidad de tierras que el agricultor cuenta, tipo de cultivos a implementar, estructura de la cortina, etc.

Si bien el agricultor piensa que con la implementación de barreras pierde tierras para los cultivos, los incrementos de producción logrados gracias a las cortinas o la producción de madera compensa la disminución de las áreas de cultivo.
Kort (1986), citado por Barber y Johnson (1992), indica que las cortinas no deberían ocupar más del 5 % del área total. Si la propiedad tiene un ancho de 100 metros no deberían entonces instalarse cortinas mayores a 5 m.

Normalmente se establecen cortinas de 1 a 3 hileras de árboles y/o arbustos. Por otro lado es necesario considerar que cortinas de ancho entre 5A y 20A, son menos eficientes debido a la menor permeabilidad alcanzada.

La estructura de las cortinas tiene una gran influencia sobre la permeabilidad de las mismas y por lo tanto dependerá del número de hileras que la conforman, especies, alturas y su espaciamiento.

Según estudios detallados llevados a cabo en varios países, se indica que la mejor forma (corte transversal de la cortina), es aquella que se ve en la figura 9.4 , donde la pendiente ubicada hacia los viento (barlovento) es de menor pendiente, mientras que la ubicada detrás de los vientos (sotavento) es más inclinada. Sin embargo es necesario tomar en cuenta que esta barrera ocupa más campo, por lo que se recomienda formas triangulares para que sean más angostas y con inclinaciones de 45° o más a barlovento.

La instalación de 1, 2 o 3 hileras, dependerá no solo de la disponibilidad de tierra, sino también de algunas características biológicas de las especies a utilizar como altura, distribución del follaje.

En zonas donde la tierra es escasa, sería importante implementar cortinas de una sola hilera, donde los árboles sean de copas angostas y bien distribuidas desde la base hasta la copa. En caso de no contar con este tipo de especies y de disponer mayor superficie, se puede alternar especies arbóreas y arbustivas de manera que se obtenga una permeabilidad moderada.

En caso de que tener cortinas de varias hileras, la altura de una hilera a otra, no debe exceder los 5 m, para que no se forme turbulencia.

La distancia de una hilera a otra puede variar entre 2 a 6 metros. Esto favorece la sobrevivencia de los árboles y estimula el crecimiento rápido de los mismos. Además un mayor espaciamiento permite durante la implementación de la misma la siembra de algunos cultivos entre las mismas.

La distancia que debe existir entre cortinas, depende de varios factores, entre los que cabe mencionar:

a) Tipos de cultivo.
b) Sistemas de labranza (labranza convencional, labranza mínima, etc.).
c) Tipo de suelo y la susceptibilidad a la erosión.

Algunos cultivos protegen más el suelo debido a su cobertura, densidad de siembra o mejor si son cultivos perennes. Por otro lado la siembra convencional en comparación a la siembra mínima no protege tan bien el suelo y por consiguiente la distancia entre las cortinas debe ser menor.

De la misma manera el tipo de suelo y la susceptibilidad a la erosión define el distanciamiento. Así los suelos con mayores contenidos de arena y limo como los arenosos, franco arenosos, areno francosos, franco limosos, limosos, etc., son más susceptibles a la erosión y por lo tanto se recomienda utilizar distancias menores entre cortinas que en el caso de suelos pesados y con buena estabilidad estructural. Según Barver y Johnson (1992) la distancia entre las cortinas debe ser de 10A para suelos susceptibles a la erosión mientras que para suelos menos susceptibles se recomienda utilizar distancias entre cortinas equivalentes a 15A.

Como el establecimiento de las cortinas demora varios años, a un inicio no hay una protección adecuada de las tierras de cultivo contra la acción de los vientos. En ese sentido se recomienda establecer 2 o 3 hileras de cortinas provisionales entre las hileras de árboles.

Para el establecimiento de cortinas se recomienda utilizar especies que tengan un crecimiento rápido como el merkerón (*Pennisetum purpureum*) variedad merkeri), que alcanza alturas hasta de 3 m, o caña de azúcar (*Sacharum officinarum*). Estas cortinas provisionales serán retiradas una vez que las cortinas de árboles alcancen 10 m de altura. Cuando la cortina está conformada de varias hileras se recomienda que la hilera central sea de árboles maderables, de porte alto y crecimiento rápido como el cerebó (*Schilozobium amazonicum Huber ex Ducke*) con árboles de crecimiento más lento como la mara (*Switenia macrophylla King*) .

La hilera central se rodea con hileras de árboles de porte más bajo que pueden ser de propósito múltiple como la caliandra (*Calliandra calothyrsus*). Para el caso de la ganadería se puede ampliar estas hileras de porte medio y especialmente colocando especies forrajeras en los bordes (ver Apéndice 10 sobre Guía para el Uso de Árboles en sistemas Agroforestales para el oriente del país).

Debido a la heterogeneidad de las parcelas (largo, ancho y orientación), es importante que la implementación de las cortinas sea relacionada con una visión integral; es decir considerando toda la región y no desde el punto de vista de cada parcela o propiedad individual. En terrenos largos y angostos donde las cortinas en cada propiedad son cortas, es muy importante que las cortinas de las propiedades adyacentes sean implementadas de manera continua.

En zonas donde la dirección de los vientos pueden cambiar hasta 90°, se recomienda implementar las cortinas en forma cuadriculada; es decir alrededor de los terrenos.

– Cuando las cortinas rompevientos son de una hilera, se precisa utilizar, según Saldías et al. (1994), especies de árboles que tienen una distribución de follaje uniforme, desde el ápice hasta el pie de árbol. Para este fin recomiendan para Santa Cruz especies de propósito múltiple como la chamba (*Leucaena leucocephala*) o cuchi verde (*Gliriciie sepium*). También se pueden utilizar especies maderables de porte más alto como casuarina (*Casuarina cunninghamiana*) o grevilea (*Grevillea robusta*).

–

Considerando que la implementación de cortinas rompevientos con especies exóticas, requieren de bastante tiempo e inversiones económicas importantes, Barber y Johnson (1992) recomiendan dejar durante el desmonte de los bosques, franjas de bosques nativos. Para determinar el ancho, longitud, orientación, espaciamiento y arreglo de estas cortinas naturales se deberá realizar algunos estudios y análisis previos a su implementación o ubicación, para definir y evaluar la dirección de los vientos prevalecientes, tipo de suelos, cultivos a implementarse, etc.

De acuerdo a estos autores, se recomienda dejar cortinas naturales de 1,5A hasta 2A de ancho y no menos de 30 metros de ancho.

Si la cortinas son de un ancho equivalente a 1A, es posible enriquecerlas artificialmente con ayuda de árboles de porte altos en dos líneas paralelas a la cortina y a unos 5 metros hacia adentro de cada borde.
10.6.1 .

Según Muschler (1996), todos los componentes del sistema agroforestal deben estar en equilibrio para favorecer interacciones positivas a nivel ecológico y económicas.

Entre los criterios a tomar en cuenta en un sistema agroforestal se debe tomar en cuenta:

a) Características del Componente Agrícola

- Adaptación ecológica del cultivo (suelo, clima, factores bióticos, otros.)

b) Características de las Especies Arbóreas Forrajeras

- Valor nutritivo.
- Buena respuesta al ramoneo y poda.
- Forma arbustiva fijación de nitrógeno.
- Buena sombra para el ganado y pastos.
- Producción de vainas.

Requisitos de los Sistemas Agroforestales

Como uno de los objetivos principales del sistema agroforestal es de recuperar los rasgos ecológicos del bosque para crear un microclima similar para producir en forma sostenible, los sistemas agroforestales deben cumplir los siguientes requisitos:

- Ser productivos (para ser atractivos para los agricultores).
- Tener factibilidad económica (no ser demasiado caros para su fácil implementación).
- Ser sostenible en el tiempo (evitar la degradación del medio).

–

–

8. COSECHA DE AGUA

– Considerando que el agua dulce en los continentes es cada vez más escaso, no solo por el aumento continuo de la población y la demanda creciente, sino también por la contaminación que sufren los recursos hídricos superficiales y subterráneos que limita su uso en varias zonas del mundo. Así mismo, los cambios climáticos (sequías y lluvias más concentradas) están limitando la alimentación o recarga de los ríos y acuíferos.

Las aguas superficiales en el país pertenecen a tres cuencas importantes: 66 % del territorio nacional corresponde a la cuenca del Amazonas, 21 % a la del Río de la Plata y 13 % a la cuenca endorreica del Altiplano. La disponibilidad de agua en estas tres cuencas son de un 88 %, 11,5 % y 0,5 % respectivamente.

– En el Altiplano, Valles y El Chaco, las precipitaciones pluviales son muy variables y escasas, y, se concentran en pocos meses, esto origina un déficit hídrico en la mayor parte del año, lo que conjuntamente con otros aspectos climáticos, hace que la actividad agropecuaria (especialmente en el Altiplano) sea muy riesgosa, y que no permite la práctica de una agricultura intensiva. Además como la parte occidental del país es montañoso con suelos superficiales y degradados, gran parte del agua de lluvia se pierde por escurrimiento sin poder ser aprovechado en el mismo sitio.

–

– Ante esta situación crítica, es cada vez más importante no solo el cuidado de este importante recurso sino su manejo adecuado e integral, dentro de la gestión de

una (micro) cuenca. Sin embargo el manejo sostenible de este recurso no ha de ser posible si no se cuenta con disposiciones normativas adecuadas a la realidad nacional y tener una motivación social local.

Para evitar pérdidas innecesarias de agua en la naturaleza y lograr su máximo aprovechamiento en el sitio, se debe minimizar el escurrimiento y mejorar la infiltración y almacenamiento del agua en el suelo, a través de la implementación de prácticas de manejo y conservación de suelos. Esta mayor acumulación del agua en los horizontes inferiores del suelo permitirá no solo alimentar a las plantas en forma adecuada, sino recargar los acuíferos y vertientes.

Los otros componentes del ciclo, como la precipitación y transpiración de las plantas son más difíciles de controlarlos.

En las zonas montañosas del país, las escasas lluvias se pierden generalmente por escurrimiento (más aún si los agricultores siembran en sentido de la pendiente), y no son aprovechadas eficientemente en el sitio por el hombre, animales, suelo y plantas. En tal sentido, la cosecha y almacenamiento de agua con diferentes prácticas de conservación de suelos y otro tipo de obras complementarias es fundamental no solo para aprovisionar mejor en la época seca a los cultivos, el hombre y animales con este elemento, sino también para evitar la erosión de los suelos (al disminuir el agua de escurrimiento).

-**Cosecha de Agua**

La cosecha de agua se debe entender como la captación del agua de lluvia o de otra fuente en un sitio o suelo, evitando su escurrimiento y pérdida de un lugar determinado. Esto con el propósito de almacenarla directamente en las tierras agrícolas durante la época de crecimiento de las plantas o depositarlas con ayuda de algunas obras de captación para diferentes usos (riego, consumo humano y animal).
–
Entre las formas de cosecha de agua de lluvia se tiene:

- Cosecha directa del agua de lluvia en suelos de cultivo, praderas o áreas (re)forestadas.

- Cosecha en reservorios, atajados o q’ochas.

La siembra de cultivos con ayuda de surcos en contorno, la (re)siembra de pastos y plantación de árboles con zanjas de infiltración y plantación de cultivos perennes y/o árboles frutales en terrazas individuales y terrazas de absorción, es una forma directa de cosechar el agua de lluvia en los suelos de ladera de las zonas secas.

La implementación de estas prácticas agronómicas y mecánicas en forma puntual, tienen el propósito de evitar que el agua de lluvia se pierda por escurrimiento en las tierras de cultivo y se almacene en los horizontes inferiores del suelo para garantizar

el crecimiento de los cultivos anuales y perennes, pastos y árboles (ver prácticas agrícolas , físicas y biológicas).

-Atajados

–

Los atajados (q'ochas, ahijaderos o vigiñas), son reservorios de agua construidos con ayuda de terraplenes de tierra, para cosechar y almacenar el agua de escurrimiento o de otras fuentes (quebradas, ríos y vertientes) durante la época húmeda del año para su uso en la época seca del mismo.

Debido a las sequías, lluvias escasas e irregulares, agua de mala calidad por problemas de contaminación natural minera e industrial, no se dispone con suficiente agua durante los meses secos del año y por lo tanto cada vez hay una mayor demanda por este vital líquido. En ese sentido varias instituciones y ONGs han difundido el uso de los atajados en los Valles de Cochabamba (Aiquile y Mizque) Santa Cruz (Comarapa y Valle Grande) Tarija (cuenca del Río Camacho) La Paz (Lahuachaca) y el Chaco, donde han mostrando ser de gran utilidad para los pobladores rurales, especialmente cuando se las construye de acuerdo a criterios técnicos.

El agua almacenada en estos reservorios, se utiliza particularmente para el riego de pequeñas parcelas de cultivos como hortalizas y otros, consumo doméstico y animal en los meses más secos (junio – octubre)

Según Tammes, Villegas y Guamán (2000) y Verweij (2001), para la planificación, diseño y construcción de los atajados se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Propiedades y Derechos de Tierra y Agua y Organización Campesina.
- Ubicación.
- Topografía.
- Características del Suelo.
- Área de Aporte.
- Fuente de Agua.

Según estos autores conocer los derechos de propiedad y uso de los recursos tierra y agua de la zona o (micro) cuenca de interés, es fundamental para lograr el funcionamiento sostenible del atajado o un sistema de atajados y evitar así problemas no solo durante la construcción sino especialmente durante su funcionamiento (captación de agua, almacenamiento y distribución).

El agua de escorrentía según estos autores, está muy ligada al derecho de la tierra, sin embargo, cuando se almacena en los atajados agua de ríos, acequias, vertientes,

etc., se tendrá que determinar los derechos de esta agua almacenada y para tal efecto es importante sostener reuniones con los usuarios (tanto aguas arriba como aguas abajo), autoridades locales y provinciales, encargadas de este recurso para que su uso no afecte a ningún usuario.

Definir la ubicación de la(s) q'ocha(s) en la (micro)cuenca es muy importante, ya que esto permite a la larga garantizar su funcionamiento y uso sostenible. En ese sentido es necesario evaluar técnicamente no solo el sitio de la futura construcción (pendiente, tipo de suelo, etc.), sino también el área de aporte y del área beneficiada. Todo este trabajo necesariamente debe ser realizado en forma conjunta con los pobladores de la zona y con una visión de (micro)cuenca.

A fin de garantizar el almacenamiento de agua en el atajado, es necesario que el lugar seleccionado tenga una baja capacidad de infiltración (suelos pesados). Mientras que el área de aporte no debe presentar problemas de erosión (presencia de cárcavas, sifonamientos, derrumbes y otros), ya que puede haber un aporte significativo de sedimentos hacia los reservorios y por lo tanto en pocos años puede disminuir drásticamente la capacidad de almacenamiento del reservorio por sedimentación y colmatación.

Las q'ochas en lo posible no deben ser construidas en zonas demasiado planas donde no existe una depresión natural, ya que requerirían movimientos de tierra elevados y costosos.

Como en las zonas semiáridas, áridas y subhúmedas del país existen varios meses secos (5 a 7 meses), las pérdidas de agua por evaporación son bastante importantes. En ese sentido, los atajados o ahijaderos no deberían tener espejos de agua demasiado amplios y de escasa profundidad.

De acuerdo a Tammes, Villegas y Guamán (2000) y Verweij (2001), los atajados deben ser construidos con preferencia en terrenos cuya pendiente oscila entre 5 a 15 %, en razón de que pendientes mayores se necesita hacer mayor movimientos de tierra. Además en estas condiciones, existe mayor inestabilidad del reservorio y mayor riesgo de colapso en casos extremos (ej: temblores). Por lo indicado a mayor pendiente, la capacidad de almacenamiento debe ser menor para garantizar su estabilidad, tal como se indica en la tabla 12.1.

– **Relación Volumen de Diseño y Pendiente del Terreno**

Volumen Mínimo (m^3)	**Volumen Máximo (m^3)**	**Pendiente Mínima (%)**	**Pendiente Máxima (%)**
500	1600	4	15
1600	2000	4	12
2000	2500	4	9
2500	3000	4	8

Fuente: Tammes, Villegas y Guamán (2000)

Los suelos más adecuados para la construcción de los reservorios según Tammes et al. (2000) y Verweij (2001) son los suelos arcillosos (Contenidos desde 55 %) y de tipo caolinitico ya que estas, no tiene una alta capacidad de absorción y además no se expanden y contraen como las montmorilonitas y vermiculitas. Sin embargo según Orsag y Blanco (2000) indican que las arcillas que más predominan en la mayor parte de los suelos de los valles del país son las ilitas y en los horizontes inferiores del Altiplano y Valles las arcillas expandibles (tipo 2:1), las que se contraen si el suelo esta seco.

Así mismo, se debe evitar la construcción de atajados en suelos arenosos, gravosos y rocosos, debido a su alta permeabilidad o en suelos con problemas de sifonamiento (suelos con altos contenidos de sales y otros materiales solubles). En ese sentido es imprescindible contar con un estudio del suelo con ayuda de calicatas para conocer la textura y estratificación de sus horizontes o capas, en razón de la estrecha relación existente entre la dinámica del agua y su textura.

El tipo de suelos de las áreas de aporte no es tan importante como el caso del sitio de construcción, especialmente cuando los suelos están cubiertos de vegetación que lo protege del impacto directo de las gotas de lluvia y de su arrastre, pero en lo posible no deberían ser suelos con alta susceptibilidad a la erosión o estar erosionados.

Las fuentes de agua utilizadas para alimentar los atajados, según y Verweij (2001), pueden provenir de las siguientes fuentes:

- Agua de escorrentía de un área de aporte.
- Ríos, quebradas, acequias, cunetas, etc.
- Vertientes.
- Fuentes mixtas.

Como en las zonas secas del país, existe una fuerte escasez de agua, es conveniente que se trate de asegurar la alimentación de los atajados o ahijaderos con dos o más fuentes.

Para definir el diseño y la capacidad del atajado se debería conocer los coeficientes de escurrimiento de los suelos que componen el área de aporte, y de esta manera determinar la cantidad de agua de escurrimiento que se puede generar durante la época lluviosa. En caso de que el escurrimiento sea escaso será necesario ver la posibilidad e incrementar el área de aporte o disminuir la capacidad del atajado.

Un método común que se utiliza para determinar el volumen de escorrentía que se genera en un área de aporte, es la que relaciona la superficie del área de aporte con la precipitación mensual o anual de la zona de interés y el coeficiente de escurrimiento de sus suelos (el que depende de la textura de los suelos, pendiente del terreno y cobertura vegetal o uso de la tierra). Para el cálculo del volumen de agua de un atajado se usa la siguiente fórmula:

$$V = C^* (0,8 * P) * A$$

Donde:

V = Volumen de escurrimiento anual o mensual (m^3 $año^{-1}$ o mes)
C = Coeficiente de escurrimiento promedio del área de aporte.
0,8 = Factor de ocurrencia de la lluvia.
P = Precipitación anual o mensual mm $año^{-1}$, mes^{-1}.
A = Superficie del área de aporte m^2.

Uno de los datos más difíciles de obtener y conocer con cierta precisión es el coeficiente de escurrimiento promedio del área, que se refiere al porcentaje del agua de lluvias que no llega a infiltrarse y almacenarse en el suelo. Como los coeficientes de escurrimiento se los obtiene a partir de varios años de mediciones en parcelas de escurrimiento, a manera orientativa se puede utilizar la siguiente tabla de coeficientes que propone Torres-Ruiz (1981), o calcular este coeficiente de acuerdo a la metodología propuesta en el anexo 1.

Coeficientes de Escurrimiento según el Tipo de Suelo, Pendiente y Cobertura Vegetal

Topografía y Vegetación	Textura del Suelo		
	Ligera	Media	Pesada
Bosque			
Plano (0 – 5 %)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (5 – 10 %)	0.25	0.35	0.50
Escarpado (10 – 30 %)	0.30	0.50	0.60
Pastizales			
Plano (0 – 5 %)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (5 – 10 %)	0.16	0.36	0.55
Escarpado (10 – 30 %)	0.22	0.42	0.60
Terrenos Cultivados			
Plano (0 – 5 %)	0.30	0.50	0.60
Ondulado (5 – 10 %)	0.40	0.60	0.70
Escarpado (10 – 30 %)	0.52	0.72	0.82

Fuente: Torrez-Ruiz (1981)

En caso de que se utilice para almacenar agua de los ríos, quebradas o vertientes, también es necesario conocer los caudales de estos en los meses húmedos del año para ver que cantidad de agua se puede desviar hacia los atajados, sin provocar problemas a los comunarios ubicados aguas abajo.

Un problema muy frecuente con el que se choca en las áreas rurales, es la falta de información suficiente a nivel de clima, suelos y caudales para poder definir las características de las obras.

b) Uso del Agua

El agua de los atajados en la mayor parte de las zonas donde se han construido es utilizada de la siguiente manera:

1. Riego.
2. Consumo humano.
3. Consumo animal.
4. Uso combinado.

La construcción de los atajados se utiliza en general para varios usos y en algunos casos especiales puede servir para la cría de peces y patos (cuando existe agua permanente). En los valles de Aiquile y Mizque (Cochabamba) y Torrecillas, Comarapa (Santa Cruz) los atajados han permitido a los agricultores no solo proveer con agua a su ganado en la época seca del año sino diversificar su agricultura y producir hortalizas y frutilla bajo riego respectivamente.

c) Capacidad de los Atajados

Para definir las dimensiones que debe tener un atajado se debe partir de dos aspectos fundamentales:

- La capacidad de las fuentes de agua (oferta).
- Los requerimientos de agua para los diferentes usos de la familia o grupo de familias.

Con base a las fuentes de agua disponible, requerimientos de agua en un sitio, se puede calcular las dimensiones que debería tener la q'ocha o ahijadero. Sin embargo no debemos olvidar las características del sitio (pendiente, tipo de suelo, etc.) para construir una q´ocha de dimensiones definidas.

Para determinar los volúmenes de agua a almacenar en un atajado se deben sumar los volúmenes de todos los requerimientos individuales calculados (riego , consumo animal y consumo humano) a los que se debe sumar las pérdidas por evaporación e infiltración que se dan en la q'ocha. Sumando estos volúmenes individuales se determina la capacidad total que debe tener el atajado.

Luego de conocer la capacidad requerida de agua que se debe almacenar especialmente para los meses secos del año, se puede entrar a la parte de diseño, definiendo el ancho, largo y profundidad del atajado y las características de sus taludes.

– **- Construcción del Atajado**

Conociendo las dimensiones geométricas del atajado como su ancho, largo y profundidad e inclinaciones de los taludes se puede calcular la cantidad de tierra a ser removida.

También se debe definir el volumen de corte en la pendiente y el volumen de relleno (conformación de los terraplenes).

Una vez que se ha definido la construcción del atajado se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Sacar la capa superficial orgánica del lugar donde va ir el atajado.
- Emplazar el tubo de desfogue.
- Excavación del atajado y conformación de los terraplenes compactos.

Esta es la parte más costosa e importante de la obra, por consiguientes se debe dar gran importancia a su construcción. La compactación se debe hacer, no solo del fondo, sino principalmente de los terraplenes y por capas que no excedan los 0,5 m. para lograr la máxima compactación.

- Construcción de las obras complementarias (Canal de captación, sedimentador, canal de ingreso, sistema de desfogue, cámara disipadora de energía, aliviadero, y cerco de protección).

e) Obras Complementarias.

Los atajados para que tengan un funcionamiento adecuado y sostenible deben tener algunas obras complementarias, los mismos que deben ser construidos en forma paralela al atajado. Estas obras complementarias tiene como objetivo principal captar y distribuir las aguas del atajado de manera eficiente.

Las obras complementarias son:

- Canales de captación o aducción.
- Sedimentador.
- Canal de ingreso.
- Sistema de desfogue.
- Cámara disipadora de energía
- Aliviadero.
- Canal de conducción.
- Bebederos y otros.

– Canales de Captación o Aducción

Los canales tienen el objetivo de captar y conducir el agua desde el área de aporte o un río hasta el atajado. Los conductos en la mayoría de los casos son de tierra y si es posible se los debe revestir con piedra o vegetación para evitar el socavamiento

El agua hacia los atajados en lo posible deben ser conducidos por pendientes suaves entre 0,5 a 1 % para evitar la erosión de los suelos de los canales.

Los canales de captación se diseñan con ayuda de la fórmula de mannig-Stickler los que nos permiten calcular los caudales $m^3 s^{-1}$ que se pueden transportar de manera eficiente y considerando las características del material de los canales y las velocidades permitidas.

Sedimentador

Al final del canal de conducción, y antes de que ingrese al atajado (5 m de distancia mínima), se incorpora una caja con el objeto de disminuir la velocidad del agua y favorecer al mismo tiempo que el material arrastrado por el agua se sedimente y no lleguen a colmatar el reservorio, disminuyendo su vida útil.

Canal de Ingreso

A fin de evitar que las paredes de los taludes se erosionen durante el ingreso del agua al atajado, se recomienda construir un canal de ingreso de cemento desde el sedimentador hasta el fondo del reservorio. La forma de este canal es rectangular y en el fondo se recomienda colocar piedras para evitar la erosión. De la misma manera que para el canal de aducción se utiliza la fórmula de Mannig-Stickler para calcular los caudales de entrada.

Sistema de Desfogue

Para evacuar el agua del atajado en forma eficiente y sin causar erosión del ahijadero, se recomienda construir un sistema de desfogue que puede ser un sifón colocado por encima del talud interior. Para tal fin se recomienda utilizar un tubo de PVC o material galvanizado de un diámetro aproximado de 5 cm, colocado en el fondo del atajado.

Este tubo de desagüe debe tener una pendiente baja (1-2 %) para garantizar el flujo continuo de agua y permitir su autolimpieza. En el borde del tubo que queda dentro del atajado, se debe colocar un filtro para evitar la obstrucción del tubo y en la parte exterior del tubo (fuera del atajado) se debe colocar una llave de paso con seguro para evitar su manipulación por niños o personas ajenas y así evitar el desperdicio de agua.

El tubo de desagüe, se debe colocar antes de la construcción del atajado.

Cámara Disipadora

A fin de disipar la fuerza del agua que sale por el sistema de desfogue, se recomienda construir una cámara disipadora de energía. En algunos casos estas cámaras son utilizadas como abrevaderos o para lavar; sin embargo en lo posible es importante evitar su uso y construir depósitos para usos como: lavandería o abrevaderos a distancias prudentes.

Aliviadero

El aliviadero es un canal o vertedor que permite eliminar las excedencias de agua. Este canal de desvío, se construye con el objeto de manejar adecuadamente las excedencias de agua y de mantener un nivel (espejo) de agua constante en el atajado. Esto evita su llenado completo hasta el borde de la corona e impedir que la obra colapse en el tiempo.

Entre las recomendaciones que se deben tomar en cuenta para su construcción se tiene:

- El nivel del aliviadero debe estar ubicado como máximo medio metro por debajo del borde superior de la corona.

- Debe estar ubicado necesariamente sobre tierra firme y no en el terraplén.

- De acuerdo al tamaño del atajado y la cuenca de captación se debe determinar la dimensiones del aliviadero.

A fin de evitar problemas de erosión en la cercanías del atajado, el aliviadero debe estar conectado con un canal de drenaje natural. El aliviadero debe estar recubierto preferentemente con vegetación para evitar su socavamiento y evacuar en un sitio seguro.

Canales de Conducción

Sirven para llevar el agua desde la cámara disipadora a los terrenos de cultivo de manera eficiente. En lo posible se recomienda tener unos desvíos hacia los abrevaderos o sitios para lavar ropa, etc y así evitar la contaminación del agua para consumo humano. Para calcular las dimensiones de los canales se deben tomar en cuenta los posibles caudales de riego y utilizar las mismas fórmulas que para los canales de aducción.

– f) **Protección y Manejo del Atajado**

Cerco Perimetral

Como el ingreso directo de los animales hacia el atajado produce serios daños a los terraplenes y la contaminación del agua, se recomienda construir un cerco alrededor del atajado. Como mínimo se debe mantener una distancia de 5 m desde el pie del talud exterior y por lo tanto la llave de paso debe quedar dentro del área cercada.

El cerco debe tener por lo menos una altura de 2 m y se puede construir con alambre de púas, malla olímpica y postes de madera o cemento. Como estos materiales tienen un costo adicional también se puede utilizar materiales locales como troncos, piedras, adobes , ramas espinosas, tapiales ,etc.

Así mismo se debe reforzar estos defensivos con la plantación de árboles.

No debe olvidarse de la protección del área de aporte del atajado, ya que Orsag (2000), ha podido constatar que una de las causas de la colmatación de los atajados construidos por PROBONA en varios lugares de Cochabamba (Chajra Corral; Potosí (Uyuni y Janchillani) y Chuquisaca (Molani) , se ha debido a la alta degradación y deterioro del área de aporte por el pastoreo indiscriminado de ganado caprino y vacuno.

Protección de los Terraplenes

Se recomienda proteger taludes exteriores del atajado con ayuda de pastos locales o piedra (muro de contención). Esto favorece la estabilización del terraplén y su producción sostenible. Kurmi (2002), ha logrado resultados halagadores con la siembra de f*alaris* en los taludes externos del terraplén, gracias a la humedad existente.

Para que el maneo de los atajados y todo el sistema sea sostenible en el tiempo, se debe tomar en cuenta las siguientes actividades:

- Control de canales y bordes durante y después del llenado.
- Mantenimiento y limpieza de canales, desarenador y aliviadero.
- Control periódico de los terraplenes para determinar si no hay problemas de infiltración.
- Control de canales colectores durante el llenado del atajado.

Entre los problemas más frecuentes que se presenten en los atajados se tiene:

- Filtración en la base, los bordes o alrededores del tubo de desfogue.
- Asentamiento del terraplén y su colapso.
- Sedimentación del atajado.
- Poca cosecha de agua.
- Erosión de los taludes exteriores.
- Deslizamiento de los bordes.

h) Recomendaciones

Entre las recomendaciones que indican estos autores se debe tomar en cuenta para el buen funcionamiento del atajado las siguientes:

- El primer llenado no debe ser de golpe para evitar su colapso y permitir su asentamiento paulatino.

- Evitar el sobrepastoreo y extracción excesiva de leña o madera en el área de aporte, para mantener una buena cobertura vegetal y no se produzca problemas de erosión y arrastre de materiales hacia el atajado.

- Controlar los canales de conducción y ver si funcionan bien y no contribuyan a la erosión de la zona.

- Manejar eficientemente el agua almacenada controlando las entregas de agua para evitar conflictos entre los comunarios.

–
–
– **Construcción de Pozos Cisternas**

Como en gran parte de las áreas rurales no existe agua potable ni para riego y sus pobladores tienen que recorrer grandes para conseguir este líquido, una alternativa para acumular agua para consumo humano y otros usos es la construcción de pozos cisterna.

La construcción de pozos de un diámetro aproximado de 2,5 m, revestido de piedra y si es posible colocando en su interior material aislante doble de polietileno de 0,20 mm. El pozo puede estar tapado con una cobertura de madera o de cemento. El agua se cosecha por medio del escurrimiento que se logra en los techos de calamina o con aducciones desde algunas vertientes.

– **Beneficios:**

- Se puede almacenar agua durante la época de lluvias.
- Se puede realizar en lugares marginales y alejados.
- Contribuye a procesos de reactivación ecológica por medio del crecimiento de árboles, pastos o cultivos.

–
– Como estos pozos se han construido en zonas montañosas como en la cuenca de Potobamba (Potosí) por el Proyecto Loyola, es posible utilizarlos para riego de pequeñas parcelas (hortalizas) con ayuda de aspersores caseros gracias a la presión que se genera por la variación de altura.

La fabricación de aspersores caseros es muy fácil, solo se necesita tubos de PVC de diferente diámetros y poxipol.

En la construcción de los pozos se tiene limitaciones que son las siguientes:

Se ha visto que solo es posible realizar en aquellas zonas donde los campesinos tienen un techo de calamina en sus viviendas o cuentan con vertientes o arroyos.

Los costos pueden ser una limitación para una gran parte de los pobladores rurales de las zonas más pobres de Bolivia.

Así mismo se recomienda lo siguiente:

Para mantener el buen estado de la estructura del pozo y la calidad del agua se debe controlar periódicamente las paredes y tapa del depósito y evitar la entrada de basura y animales pequeños.

9. RECOMENDACIONES PARA PROYECTOS DE RIEGO

Un tema importante se refiere a la situación de impacto ambiental que se presenta en varios proyectos de riego que se desarrollan principalmente en la cuenca del río Pilcomayo y que corresponde a iniciativas que se ubican en las regiones de valles y el Chaco. A continuación, se presenta un conjunto de recomendaciones para mitigar impactos ambientales que están ocurriendo con proyectos de riego en la zona indicada:

- Los proyectos implementados en el país, en la mayoría de los casos han sido puntuales y por lo tanto aislados dentro de la cuenca o microcuenca en la que se encuentran. Como no se los maneja en forma integral, surgen en el tiempo, algunos problemas, entre los que destacan los conflictos entre los diferentes usuarios aguas abajo y aguas arriba.

- Numerosos proyectos de riego en la región la cuenca del río Pilcomayo (Departamentos de Potosí, Chuquisaca y Tarija) que incluye las zonas de valles y Chaco donde el recurso agua en muchos casos es considerado solamente desde el punto de vista de su cantidad y no tanto de su calidad, o solo se toma en cuenta las características fisicoquímicas tradicionales, olvidando de que en muchos sitios del país se utilizan aguas afectadas por sales y metales pesados. Numerosos estudios señalan que sus ríos principales y sus afluentes presentan elevados contenidos de cadmio, plomo, zinc, arsénico y otros. Esta situación, podría limitar las posibilidades de usar este recurso para fines de riego, principalmente en la época seca del año, cuando aumentan la demanda de agua y época en la que generalmente se los ríos presentan generalmente presentan menores caudales y mayores concentraciones de contaminantes. Por lo tanto, es necesario que proyectos de riego en esa cuenca deban considerar incluir en sus presupuestos los análisis de metales pesados previo a la otorgación de recursos.

- Todos los proyectos de riego deben considerar un acompañamiento en la capacitación de los regantes para el manejo a nivel parcelario ya que en muchos casos a mediano y largo plazo surgen problemas de degradación de suelos (salinización, sodificación, compactación, pérdida o disminución de la fertilidad, contaminación o erosión).
  –
- Se debe realizar un seguimiento de proyectos de riego por parte de técnicos del PAR II identificando los cambios que se registran en el tiempo y que pueden estar sufriendo los suelos regados por el uso de aguas contaminadas o por el mal manejo de suelos. Resultados sistematizados permitirían identificar en el

tiempo las causas y magnitud de la degradación de los suelos, y por lo tanto prevenir algunos inconvenientes en los nuevos proyectos de riego.

–

- La falta de mantenimiento de los canales de riego por parte de los usuarios provocan pérdidas de agua considerable, situación que disminuye la oferta de agua y la eficiencia del riego. Por lo tanto se debe realizar un seguimiento de las actividades de los usuarios por parte del proyecto.

–

- En muchos casos la gestión de riego por parte de los usuarios no ha sido la más adecuada debido a diversos factores como la débil organización de los regantes, problemas internos, incumplimiento de los reglamentos; razón por la cual se deben fortalecer estos aspectos de organización.

–

- El recurso suelo no es considerado con el suficiente rigor técnico en los proyectos de riego (principalmente en los de micro riego), y considerando que en varias zonas, los suelos ya presentan impactos negativos (salinización/alcalinización , acumulación de metales pesados y por otro lado problemas de aguas de calidad dudosa y mal manejo de suelos y agua a nivel parcelario. En este sentido es necesario contar con estudios básicos de los suelos, con el objeto de determinar que tipo de prácticas se deben utilizar para evitar su degradación.

–

- Al margen de considerar la calidad del agua, mencionados en los párrafos anteriores es importante considerar , la tolerancia de estos a la salinidad, sodio, boro y a otros elementos tóxicos presentes.

–

- En los proyectos de riego es necesario evaluar las condiciones de drenaje del área de riego, en razón de que los excedentes de agua utilizados para evacuar las sales (fracción de lavado) deben tener asegurada un drenaje para que las sales no se acumulen en el mismo suelo o dañen a zonas aledañas.

–

- Para que los proyectos de riego sean sostenibles en el tiempo es necesario que se tenga un apoyo técnico constante en lo que se refiere al acompañamiento que deben tener en la parte productiva y organización de regantes. También se debe trabajar con las autoridades municipales en la gestión de la cuenca o microcuenca de manera integral, para que a mediano y largo plazo no se tengan conflictos entre los diferentes usuarios por el aumento de las demandas y contaminación de este recurso tan importante.

–

ANEXO 9. INVENTARIO NACIONAL DE PRESAS BOLIVIA 2010 (Ministerio de Medio Ambiente y Agua - Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego).

10. BIBLIOGRAFÍA

Abruña, F.; Pearson, R.W.1970. Crop response to soil acidity factors in Ultisols and Oxisols. I.Tobacco.Soil Sci. Soc.Amer.Proc.34.

Andrew, C.S.; Johnson,A.D.; Sandland,R.L. Effect of aluminium on the growth and and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. Aust.J. Agr. Res.24.

Ayala,G.; Aranda, B. 1999.Manual de Manejo y Conservación de Praderas Nativas. SID. La Paz, Bolivia.

Ayers,R.S.; Wescott, D.W.1987. Water quality for agriculture. FAO, Irigation and drainage paper N°8 29. Roma-Italia.

Banco Mundial, 1990.Vetiver, la Barrera Contra la Erosión. BM.Washington,D.C.

Barber, R.;Johnson, J.1992.Aspectos Técnicos Sobre la Instalación de Cortinas Rompevientos Para la Producción de Cultivos Anuales. CIAT, MBMT. Informe Técnico N° 2. Santa Cruz, Bolivia.

Brack, A. 1993.Plantas Utilizadas en el Perú en Agroforestería. Revista Bosques y Desarrollo, Año 4. N° 8, Cali-Colombia, p 22-34.

Bragagnolo,N.1995.Manual Integrado de Prácticas Conservacionistas. Proyecto Regional CP/RLA/107/JPN “Apoyo para una Agricultura Sostenible Mediante Conservación y Rehabilitación de Tierras en América Latina. FAO Oficina Regional, Santiago de Chile-Chile.

Callagher,J. L. 1985. Halophitic crops for cultivation at seawateer salinity.Plant and Soil 89: 323-336.

Centro de Datos para la Conservación.1995. El Pastoreo y los Recursos Forrajeros de Bolivia. CDC. Bolivia.

CIAT; NRI. 1999. Manejo de Coberturas en el Departamento de Santa Cruz. CIAT, NRI. Santa Cruz, Bolivia.

Epstein, E. 1983. Crops tolerant of salinity and other stresses. In better crops for food. Pitman Books, London,UK.

Epstein,E. 1985. Salt tolerants crops: origin, development, and prospects of the concept. Plant and Soil 89: 187-192

Espinoza,J.; Molina, E. 1999. Acidez y Encalado de los Suelos. INPOFOS.

Espinoza,T. 2000. Efectos del Pasto Falaris (Phalaris tuberoarundinacea) Como Barrera Viva en el Control de la Erosión en Suelos de Ladera. En Memorias Primer Congreso Boliviano de la Ciencia del Suelo. 28-31 de julio de 1999.La Paz, Bolivia

FAO, 1980 Metodología Provisional para la Evaluación de la Degradación de los Suelos. Roma, Italia.

FAO, 1989. Manual de Campo para el Manejo de Cuencas Hidrográficas. Medidas y Practicas para el Tratamiento de Pendientes, Roma, Italia.

FNCC.1975. Manual de Conservación de Suelos de Ladera. CENICAF. Chinchia, Caldas, Colombia.

Fundación Sartawi. 1992. Pachamama no te Mueras. Programa de Recuperación y Conservación de Suelos. La Paz, Bolivia.

Glenn, E.P. and O´ Leary, J. W. 1985. Productivity and irrigation requeriments of halophytes grown with seawater in the Sonoran Desert. Journal of Arid Environments. 9(1):81-91.

Hervé, D.; Mita, V.; Paz, B. 2000. Sistemas de Labranza para Suelos Salinos. En Primer Congreso Boliviano de la Ciencia del Suelo. 28- 31 de julio de 1999. La Paz, Bolivia.

Hervé,D. ;, Ledezma, R. ; Orsag, V. 2002. Limitantes y Manejo de los Suelos Salinos y/o Sódicos en el Altiplano Boliviano. IRD, CONDESAN. La Paz, Bolivia.

Kamprath,E.J. 1970. Exchangeable aluminium as a criterion for liming.Int.Soil Testing Program Tech. Bull.4, North Carolina State University,Raleigh.

Kurmi.2002.Cosecha de Agua Pluvial en Comunidades Aymara del Altiplano Central. Secretariado Rural, Perú-Bolivia.

Labrousse,R.1993. Diagnóstico de la Erosión de Suelos.Técnicas de Conservación. PELT, BDPA-SCETAGRI. La Paz, Bolivia.

Ledezma, R. 1995. Influencia del Riego en los Procesos de Salinización y Sodificación en Suelos de la Provincia G. Villarroel, Tesis de Grado. Fac. de Agronomía-UMSA. La Paz, Bolivia.

Liberman, M. 1989. Desertificación en Bolivia. Liga de Defensa del Medioambiente. La Paz.

Mariaca, R. 1999.Criterios Básicos para el Diseño de Sistemas Agroforestales CIAT, Santa Cruz, Bolivia.

MDSMA-Secretaría Nacional de Recursos Naturales y Medio Ambiente -Secretaría de Conservación de Tierras 1996 Mapa Preliminar de Erosión de Suelos - Región Árida, semiárida y Subhúmeda Seca de Bolivia (Memoria Explicativa). Centro de Información para el Desarrollo. La Paz, Bolivia.

Miltz,J. 1998. Guía para el Establecimiento de Sistemas Agroforestales en Alto Beni, Yucumo y Rurrenabaque. NOGUB-COSUDE, DED. La Paz, Bolivia.

Miranda, F.; Canahua, A. 2001. Instalación de Pastos Cultivados y Mejoramiento de Pastizales CARE, INIA, Proyecto PPMA, Boletín N° 1. Puno, Azángaro - Perú.

Miyamoto,S.et al. 1984.Overview of saline water irrigation in far west Texas.In Proceeding ofiirigation and drainage specially conference.ASCE,Flagstaff, Arizona.

Norris, D. O. 1967. The intelligent use of of inoculants and lime pelleting for tropical pastures.Trop.Gras1.

Ocampo, R.; Medina, C.; Lovatón, G.1996. Manual de Conservación de Suelos y Agua. Asociación Arariwa. Cuzco, Perú.

Orsag, V. 1994. Consideraciones sobre a Contaminación Química de los Suelos Circunlacustres al Lago Poopó, ILDIS-UTO-COPLA. Seminario Taller Regional Sobre el Lago Poopó , Oruro, Bolivia. 21 –23.

Orsag, V.; Molina, P.; Quino, E. 1993. Caracterización Hidrofísica Preliminar de un Aridisol (Typic Paleargid) del Altiplano Central. En Revista Jiltañani, Facultad de Agronomía-UMSA , año 1, N°1. La Paz, Bolivia. pp 10-15.

Orsag, V; Miranda,R. 2000. Evaluación del Impacto de Riego con Aguas del Río Desaguadero sobre la Salinización, Sodificación y Acumulación de Metales Pesados en Suelos y Vegetación. Informe Principal. ALT. La Paz, Bolivia.

Orsag,V.; Blanco,M. 2000. Caracterización Físico-química de Algunos Suelos del Bloque Andino Oriental de Bolivia y Mineralogía de sus Arcillas. En Memorias del Primer Congreso Boliviano de la Ciencia del Suelo.28 - 31 de julio de 1999.La Paz, Bolivia.

Padilla,S.1993.Realidad de la Agroforestería en los Andes. Bosques y Desarrollo, Año 4. N° 8,Cali-Colombia, p.44-46.

Pasternak, D. 1987. Salt tolerance and crop production – a comprehensive approach. Anual Review of Phytopathology 25:271-291.

PELT. 1993. Plan del Sistema TDPS, Estudio de Contaminación e Hidroquímica. INTECSA, AIC PROGETTI,CNR. CCE Y PELTS BOLIVIA y PERU.

Pizarro, F. 1977. Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos. Madrid, España.

Porta, J.; López-Acevedo , M. ; C. Roquero , 1994. Edafología Para la Agricultura y el Medio Ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. MADRID.

Primavesi, A., y Primavesi, O. 2002. En Brasil, Optimizando las Interacciones entre el Clima , el Suelo, los Pastizales y el Ganado. Revista Leisa

PROFOCE. 2001.Multiplicación de Falaris en Viveros Familiares. Estrategias Para la Producción de Forraje y Control de Erosión Como Complemento de Manejo de Malezas en Laderas. PER-ASPERA-AD-ASTRA, UMSS, DFID, SRI. Cochabamba, Bolivia.

PROFOCE.2001. Barreras Vivas Asociadas a la Conservación de Suelo, Agua y

PROFOCE.2001. Barreras Vivas. Estrategias Para la Producción de Forraje y Control de Erosión como Complemento de Manejo de Malezas en Laderas. PER-ASPERA-AD-ASTRA,UMSS, DFID, SRI. Cochabamba, Bolivia.

Programa Nacional de Conservación de Suelos y Aguas en Cuencas Hidrográficas.1985 Manual Técnico de Conservación de Suelos. Ministerio de Agricultura. Convenio Perú-AID 527-0220.Lima, Perú.

PROMIC, 1997. Primer Seminario — Taller Metodología y Experiencias sobre Manejo de Cuencas en Cochabamba.

Puerta, R. 1993.Sistemas Agro- Silvopastoriles. Bosques y Desarrollo, Año 4.N° 8, Cali-Colombia,p14-16.

Quintanilla, J.; Coudrain-Ribstein, A.; Martinez,J. ; Camacho, V. 1995. Hidroquímica de las Aguas del Altiplano de Bolivia. Bull Inst. Fr. Etudes andines, 24 (3) 461-471.

Quisbert, M. 1980.Clasificación y Mapeo de Suelos con Fines de Salinidad Comprendida entre Tomás Barrón , Papel Pampa y Chilahuala. Tesis de Grado. Universidad Mayor San Simón, Cochabamba, Bolivia.

Rocabado, M. 2001. Impacto del Riego Tradicional con Aguas del Río Desaguadero en Suelos y Vegetación de la Comunidad de Santa Ana (Provincia G. Villarroel). Teésis de Grado. Facultad de Agronomía –UMSA. La Paz, Bolivia.

Rocha, R y V. Orsag. 1992. Tolerancia de Tres Variedades de Papa al Contenido de Sales en el Agua de Riego. En Primera Reunión Nacional de la Papa Amarga. ORSTOM, La Paz-Bolivia.

Rodríguez, J. 1999. La Agroforestería una Alternativa para la Conservación de Suelos. 1mer. Congreso Departamental de la Ciencia del Suelo. SDCS, UTO. Oruro.

Saldías, M. Et.al.1994. Guía para Uso de Árboles en Sistemas Agroforestales para Santa Cruz, CIAT-MBAT, Santa Cruz-Bolivia.

Salm, H.; Liberman, M. 2000. Recuperación de Suelos Bajo Vegetación de Acacia Caven. En Memorias del Primer Congreso Boliviano de la Ciencia del Suelo.28-31 de julio de 1999.La Paz, Bolivia.

Torrez- Ruiz, E.1981.Manual de Conservación de Suelos Agrícolas. Ed. Diana. Ciudad de México-México.

Tracy, F.; Perez, R. 1986. Manual Práctico de Conservación de Suelos. Proyecto Manejo de Recursos Naturales Tegucigalpa, D.C.Honduras.

Vacher, J.J.: Imaña, E.; Canqui, E. 1994. Las Características Radiativas y la Evapotranspiración Potencial en el Altiplano Boliviano. UMSS.Revista de Agricultura 24:4-11.

Verweij, M. 2001 Cosechar Lluvia. Guía de Implementación y Uso de Lagunas – Atajados . Corporación Agropecuaria Campesina, Aiquile.

Yensen, N. 1988. Halophytes of Latin América and the World: Their Use with Saline & Waste Waters and Marginal Soils. Centro de Investigación de Alimentación y Desarrollo.Tucson, Arizona, USA.

Estado Plurinacional de Bolivia

MMAyA
Ministerio de Medio Ambiente y Agua
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego



Inventario Nacional de Presas Bolivia 2010

Inventario Nacional de Presas

Bolivia 2010





Ministerio de Medio Ambiente y Agua
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego

EQUIPO DE TRABAJO

Información de campo	Ana Gorena Augusto Prudencio Catherine Iniguez Carlos Flores Daniel Trigo Esteban Antezana Fernando Pericón Hugo Díaz Omar Salinas
Procesamiento y elaboración	Patricia Jáuregui Eduardo Barea Ella Saavedra Luis Ayaviri Marcelo Tames
Cartografía	Nelson Abán Limber Cárdenas Miguel Pinto Miguel Chipana Farit Parra.
Revisión	Carlos Ortuño Humberto Gandarillas Carlos Montaño Carlos Flores
Colaboración	Pedro Dubravic Silvia Ortuño
Agradecimiento	Al ingeniero Ivan Keseg, quien tuvo la primera iniciativa de recoger la información relativa a las presas de embalse en el país.
Edición, diseño y diagramado	Unidad de Comunicación PROAGRO Gimena Schmidt, Romeo Marta

Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego
Capitán Castrillo 402. Edificio Nazareth, 2do piso.
Teléfono-fax: 591-2- 2117391
La Paz - Bolivia
www.riegobolivia.org

Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable
Av. Litoral 0984. Esq. B.Blanco
Teléfono: 591-4- 425-66-89 • 425-62-81
Cochabamba - Bolivia.
www.proagro-bolivia.org

Inventario Nacional de Presas

Depósito Legal:	4-1-267-10PO
ISBN:	978-99954-774-3-1
Editor:	Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)
Autor:	Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (PROAGRO)
Edición y Fotografías:	Equipo PROAGRO
Descriptores:	Bolivia, embalses, diques, presas, recursos hídricos, uso del agua.

El Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable PROAGRO es financiado por el Ministerio Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) y ejecutado por la Cooperación Técnica Alemana (GTZ), en convenio con el Gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia.

Está permitida la reproducción del presente documento, citando la fuente.

Cochabamba, noviembre 2010

Índice

Presentación 5

Prólogo 7

Capítulo 1: Contexto Nacional 9

Capítulo 2: Chuquisaca 21

Capítulo 3: Cochabamba 67

Capítulo 4: La Paz 207

Capítulo 5: Oruro 247

Capítulo 6: Potosí 267

Capítulo 7: Santa Cruz 369

Capítulo 8: Tarija 389

Abreviaciones, Bibliografía, Glosario 405

Anexos 408

Presentación

El Estado Plurinacional de Bolivia considera el acceso al agua como un derecho humano fundamental, debiendo, precautelar su calidad y uso, tanto para el consumo de la población como para la producción agrícola, la generación de energía eléctrica y las actividades industriales mineras.

La importancia de las presas en la economía boliviana es decisiva en la agricultura bajo riego, ya que proveen agua de un modo seguro, permitiendo la planificación de la producción. De esta manera, en muchas regiones se han creado condiciones favorables para el desarrollo agropecuario.

Las presas son también una importante fuente provedora de los servicios de agua potable, como en el caso de ciudades de La Paz y Cochabamba. Un uso no menos importante es el de generación de energía hidroeléctrica, aún poco aprovechado, y que representa un gran potencial para nuestro país.

Ante las alteraciones climáticas actuales, el reto de garantizar la disponibilidad de agua en cantidad y calidad suficiente, encuentra una respuesta concreta en la construcción de nuevas presas y la mejora de la gestión de las ya existentes.

El Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego considera una prioridad el conocimiento, control y reglamentación de este tipo de infraestructura de aprovechamiento de agua, especialmente de la resultante de la inversión pública. Por ello, se plantea - en un futuro - el establecimiento de una instancia técnica que controle los diseños, la calidad de construcción y sobre todo el funcionamiento de las presas insertas en la Gestión Integral de los Recursos Hídricos.

En este sentido, el Viceministerio se siente complacido al presentar esta publicación que permite contar con información descriptiva de las características de diseño, construcción, uso y funcionamiento de las presas en Bolivia. Este ha sido un anhelo de varios años, concretizado gracias al aporte de ideas, esfuerzos y trabajo de profesionales comprometidos con el desarrollo del pais y al decidido apoyo de la Cooperación Técnica Alemana (GTZ), a quienes expresamos nuestro reconocimiento.



Carlos Ortuño Yáñez
Viceministro de Recursos Hídricos y Riego

Prólogo

Las presas son de gran interés público por dos razones: la primera hace referencia a la función de almacenar y regular el agua para el bienestar de la sociedad, con sus múltiples usos; la segunda razón se refiere a los factores de riesgo de este tipo de infraestructura. Por ambos motivos, estas infraestructuras son consideradas como “estratégicas”.

La importancia es aún mayor en un país como Bolivia, donde la topografía accidentada montañosa, la alta demanda social de acceso al agua, y las necesidades de adaptación al cambio climático presentan grandes desafíos.

Hasta la fecha – salvo algunas excepciones - no ha existido un registro de las presas en el país, por tanto la información sobre sus características, la cantidad y uso del agua almacenada, las cuencas tributarias y otros aspectos inherentes, no fueron – hasta la fecha - de acceso público.

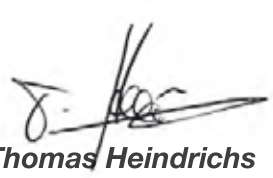
Por otra parte, durante los últimos años se ha incrementado la construcción de presas para agua potable, riego, energía, y regulación ambiental. Los criterios de diseño y el control de calidad durante la construcción han sido muy diferentes y se carece de información sobre los potenciales riesgos que podrían suscitarse en eventos extraordinarios, hecho que genera, así, una gran incertidumbre para la sociedad.

Tomando en cuenta que al presente, ha mejorado el conocimiento y la tecnología del diseño y construcción de presas; y también se ha incrementado la experiencia respecto a materiales de fundación y construcción; es posible considerar, en general, que se pueden implementar presas más seguras, y que construcciones antiguas pueden ser mejoradas aplicando la tecnología disponible.

Bajo tales condiciones, el Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable, PROAGRO, programa de cooperación boliviano-alemán apoyado por la GTZ, respaldó plenamente la iniciativa del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego de contar con un inventario nacional de presas, que describa las características de este tipo de obras en el país, con miras a establecer las bases de una estructura institucional que pueda encargarse de ordenar la gestión de presas en Bolivia, además de controlar los diseños y la calidad de construcción.

En este documento se presenta un resumen de la información de campo, que contó con la verificación de datos mediante cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar (IGM), imágenes satelitales y fuentes secundarias. También se consideró relevante realizar una categorización de las presas, en base a las normas internacionales, y finalmente se brinda una referencia sobre su estado de funcionamiento.

Consideramos este inventario un primer paso que podrá ser ampliamente completado por el Gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia, para impulsar el uso más eficiente del agua.



Thomas Heindrichs
Coordinador PROAGRO

Capítulo 1: Contexto Nacional

1.1 Introducción

Con la finalidad de establecer las bases para conceptualizar una estructura institucional encargada de contribuir a ordenar y mejorar la construcción y la gestión de presas para el almacenamiento y regulación del agua en Bolivia, el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego, consideró necesario contar en principio con un inventario de éste tipo de obras, para conocer las características de las mismas, el tipo de gestión y el sector al cual se relacionaban, la cantidad de agua que almacenaban o regulaban y otros aspectos inherentes a la gestión del agua.

Por la importancia del agua en el desarrollo y bienestar de la población y los factores de riesgo relacionados a este tipo de infraestructura y sus implicaciones en cuanto a la gestión del agua, las presas son obras de interés público y por su naturaleza consideradas como obras estratégicas, lo cual reafirma la decisión de llevar a cabo un registro individual de cada una de las obras de éste tipo existentes en el país.

En ese momento no existía información sistematizada sobre la cantidad de presas, ni sobre la gestión del agua relacionada con ellas, a excepción de la contenida en el "Inventario Nacional de Sistemas de Riego" del año 2000, que se concentró en los componentes del uso del agua en la agricultura, sin registrar detalles sobre las características de las obras.

En el país se tiene más de dos centenares de presas de diversa magnitud y tipos de materiales, que han sido construidas en muchos casos desde el siglo XIX; y aunque teóricamente ya habrían cumplido su vida útil, siguen funcionando con distintos usos como generación de energía eléctrica, abastecimiento de agua potable e industria, además de colas y desmontes para el control de residuos mineros y sobretodo, para el riego y contribución a la agricultura; de allí su gran importancia económica y social.

Sin embargo, generalmente no se ha realizado un seguimiento técnico y si bien la mayoría de las presas están funcionando actualmente, existen casos de fallas como por ejemplo en "El Salto" en Aiquile, o "Chaquí" en Potosí y otras.

En ese sentido, es necesario resaltar que la falla de una presa o su colapso puede producir daños de gran magnitud como: inundaciones, desabastecimiento de agua y/o energía eléctrica; daños ambientales en el sector minero; y por tanto deben evitase con medidas de prevención de riesgos, hecho que puede ser viable mediante una entidad especializada que se encargue del tema.

A la fecha no existe una clara definición de responsabilidades entre Gobiernos Departamentales (antes Prefecturas), municipios, empresas centros mineros, asociaciones de regantes respecto a las presas que se encuentran bajo su gestión. Otro tema es que en muchos casos los directamente involucrados no cuentan con el conocimiento, ni experticia para controlar y mantener adecuadamente la presa que embalsa sus aguas, y por tanto en la mayoría de los casos no existe un apropiado control, ni operación y protección de la misma.

Bajo tales consideraciones es primordial que, como primer paso, se realice un inventario nacional de presas, de manera tal que en base a éste se pueda completar información sobre las características de cada una de ellas, incluyendo en la medida de lo posible, sus respectivos diseños, contextos operativos, prácticas de mantenimiento, eventual monitoreo y evaluación de su funcionamiento, hasta culminar en el análisis de riesgo de cada presa, para incluir sistemáticamente el registro de cada presa en una base de datos.

Esta tarea ha sido encaminada por el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego, con el apoyo y asesoramiento del Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (PROAGRO) de la Cooperación Técnica Alemana (GTZ), a través del levantamiento de información de campo, procesamiento de datos y elaboración del presente documento, que principalmente servirá para detectar la necesidad de análisis de riesgo de cada uno de ellas y además la conformación de una base de datos para realizar el seguimiento pertinente.

1.2 Metodología de trabajo

El estudio estableció una ficha descriptiva con los datos más importantes a recabar; dichas fichas fueron llenadas en campo por consultores del Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (PROAGRO), durante el año 2008 y 2009. Se registraron todas las presas de las que se tenía referencia y que fueran accesibles, alcanzando más de dos centenares[1]. En anexos se adjunta un ejemplar de la ficha para recojo de información de campo.

En el año 2010, fueron complementadas y actualizadas por el equipo técnico de PROAGRO llegando casi a los trescientos registros. Dicha información fue concentrada en una ficha resumen con los datos principales de cada presa.

El código de cada presa se estableció considerando 3 elementos: lugar de ubicación, magnitud de la presa y el embalse y una numeración correlativa por orden de municipios donde se registró la infraestructura, aunque es necesario aclarar que muchas veces las cuencas de aporte se encuentran en otros municipios y/o departamentos.

Por ejemplo: en el caso de la Presa Chankas cuyo código es:

CB-M-065	CB	M	065
Chankas	Ubicación: LP, PT, TJ	Tamaño G, M, P	Numeración correlativa en base al orden alfabético del nombre del municipio.

El lugar de ubicación corresponde a uno de los 7 departamentos en los que se realizó el inventario: Cochabamba (CB), Chuquisaca (CH), La Paz (LP), Oruro (OR), Potosí (PT), Santa Cruz (SC) y Tarija (TR).

El tamaño de las presas puede ser: grande, mediana o pequeña, cuyos criterios se explican más adelante. La numeración es correlativa y según el nombre del municipio.

Cartografía

La metodología para la ubicación geográfica utilizó las imágenes proporcionadas por el servicio GOOGLE inicialmente y posteriormente la Unidad de Sistemas de Información Geográfica del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego generó la cartografía a nivel departamental y municipal utilizando imágenes Landsat-NASA de 15 metros de resolución espacial, y utilizando el Arc-Gis 9.3 para los datos vectoriales y atributos asociados.

Además se tomaron como referencia los límites municipales de carácter provisional del año 2004 establecidos por el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación por medio de la Unidad Técnica de Límites (MDSP-UTL) y la información del Censo de Población del año 2001 del Instituto Nacional de Estadísticas.

También se establecieron conceptos básicos y categorías para el análisis departamental y finalmente se agrupó la información para reportarla a nivel nacional.

1.3 Marco conceptual

Las presas son estructuras diseñadas y construidas para cumplir una doble exigencia:

- producir una estructura impermeable para almacenar y regular el agua, y
- resistir el empuje del agua y evacuarla cuando sea preciso.

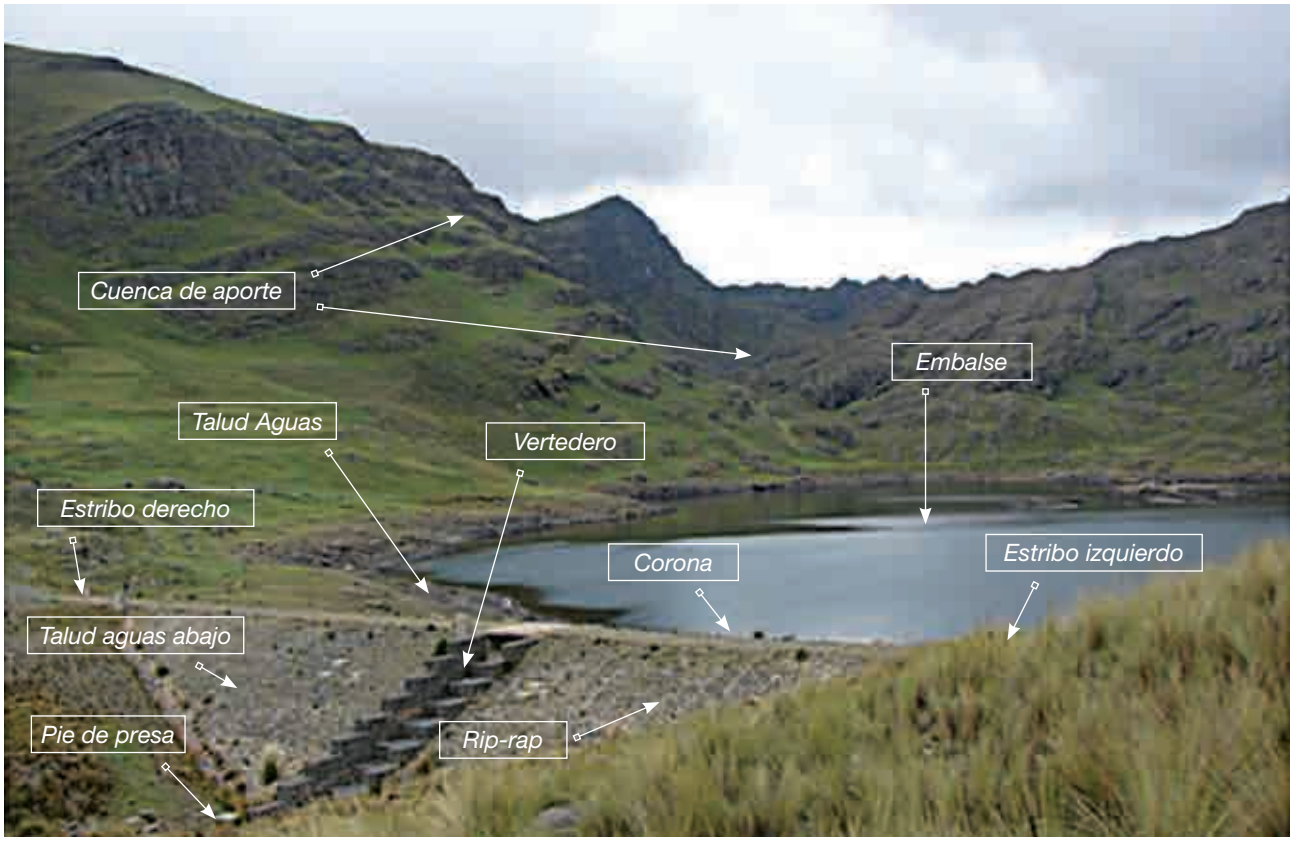
En base a esta definición no se han registrado las presas de cola, aquellas que sirven para detener los residuos de la explotación minera.

En cada caso, las características del terreno, la disponibilidad de los materiales y los usos que se le quiera dar al agua, condicionan la elección del tipo de presa más adecuado.

1 Se considera que existen presas que no han sido registradas en este inventario.

Las partes de un embalse, donde la presa es un elemento esencial son las siguientes:

Figura 1: Partes de un embalse



Fuente: Elaboración propia

Cuenca Área tributaria de un curso de agua hasta un punto determinado, que puede ser el sitio de presa, separada de las cuencas adyacentes por la divisoria de aguas o línea que une los puntos de mayor altura que separan cuencas vecinas.

Talud: En presas, inclinación de los paramentos de aguas arriba o de aguas abajo, con respecto a la vertical. En otras palabras, relación entre la proyección horizontal y la proyección vertical del plano inclinado de una presa, cuando la proyección vertical vale 1.

Estribo: Apoyo lateral que debe proporcionar estabilidad para el terraplén en todas las condiciones de saturación y de carga.

Rip-rap: Es una capa o superficie de roca, colocada manualmente para prevenir la erosión, socavación o desgaste de una estructura o terraplén.

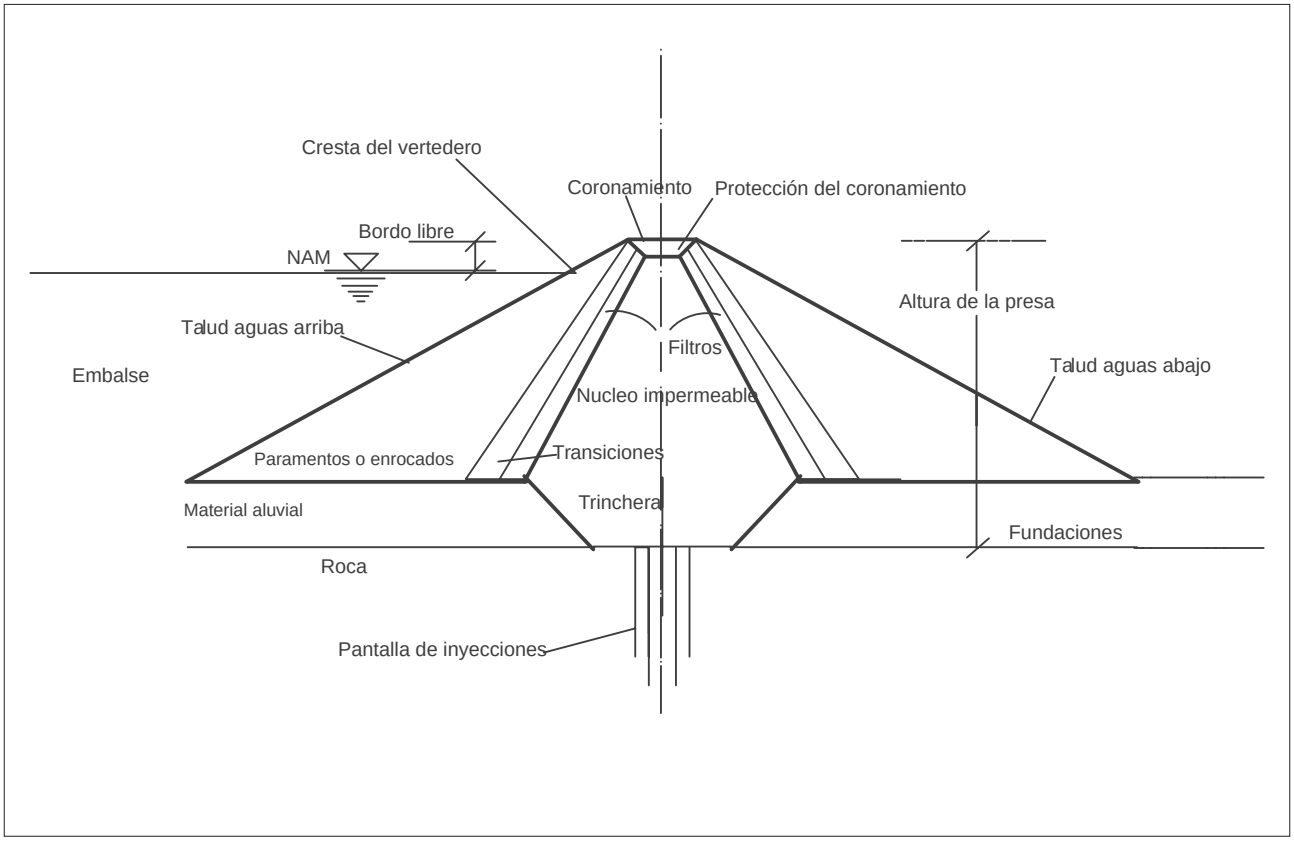
Corona: Es la superficie superior de la presa que es parte de la protección contra oleaje y sirve de acceso a otras estructuras.

Vertedor de excedencias: Estructura de desfogue de agua de un embalse cuando la misma supera el nivel máximo de almacenamiento de agua.

Pie de presa: Apoyo entre el cuerpo de la presa y el suelo de fundación que debe proporcionar estabilidad para el terraplén en todas las condiciones de saturación y de carga, debiendo tener al mismo tiempo una resistencia elevada a la filtración, para evitar una perdida de agua excesiva.

Embalse: Embalse es un lago artificial construido para almacenar agua.

Figura 2: Esquema de las partes de una presa



1.4 Categorías de análisis

Se han definido las siguientes categorías para el análisis de las presas:

Categorías	Divisiones	
Tamaño	Pequeñas	
	Medianas	
	Grandes	
Uso del agua	Riego	
	Agua Potable	
	Energía	
	Otros:	Industria, minería, recreación
	Múltiple:	Combinación de energía/riego
Tipo de presa	Rústica	
	Tierra	
	Enrocado	
	Arco	
	Gravedad	
	Contrafuertes	
	Combinadas:	Tierra/ Hormigón
Estado actual	Funcionan	
	No funcionan	
	Regular con problemas:	Filtración, sedimentación, daños, otros.

Fuente: Elaboración propia

a) Por el tamaño

Para la clasificación de las presas según su tamaño se ha tomado la clasificación utilizada por ICOLD (International Comisión of Large Dams) que se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 1: Clasificación de las presas por su magnitud

	Pequeña	Mediana	Grande
Altura de cortina	< 10 m	10-15 m	> 15 m
Longitud de corona	< 1.000 m	< 500 m	> 500 m
Capacidad de embalse	< 0.5 Millón m^3	< 1 Millón m^3	>1 Millón m^3

Fuente:En base al ICOLD

Se consideran pequeñas aquellas estructuras con menos de medio millón de metros cúbicos de embalse, con una longitud menor a un kilómetro y cuya altura de corona es menor a 10 metros.

Se denominan presas medianas a las que embalsan menos de un millón de metros cúbicos, con una longitud de 500 m y cuya altura de corona se encuentra entre 10 a 15 metros.

Las presas grandes embalsan un millón de metros cúbicos o más, cuya longitud de corona es mayor a 500 metros y su altura mayor a 15 metros.

b) Por el uso del agua

Según el destino del agua embalsada las presas se clasifican en:

- Riego, destinada a la provisión de agua para la producción agrícola.
- Agua potable, destinada a la provisión de agua para consumo humano.
- Energía, cuando el agua está destinada generar energía eléctrica.
- Otros usos, como industrial, minero, preservación ambiental, turístico y recreación.
- Múltiple, cuando se combinan varios propósitos (Ejemplo: energía y agua potable).

c) Por el estado actual

La situación actual de las presas se refiere tanto al funcionamiento, operación y mantenimiento, se establecieron 3 categorías:

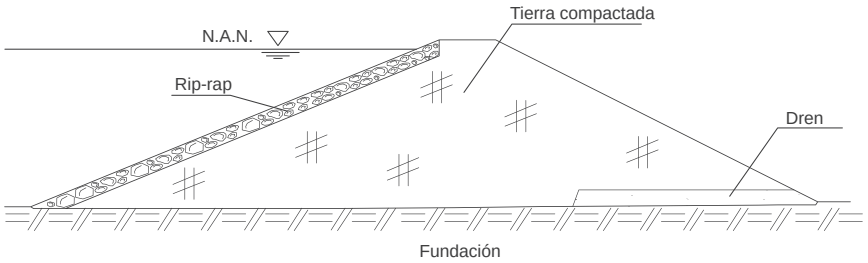
- **Funciona** normalmente, cuando se operan y cumplen su función como ha sido prevista.
- **No funciona,** cuando la presa no está embalsando el agua, o cuando el agua embalsada no está siendo utilizada. Aquí se han detectado casos de colapso total de la estructura (rotura, sedimentación) que no permite su uso. También se reportan casos donde la inversión ha sido abandonada por los usuarios, en el caso de agricultores que actualmente se dedican a la actividad minera.
- **Regular estado,** cuando la estructura es operada con dificultades o deficiencias presentando filtraciones en la obra de toma; sedimentación debido a procesos erosivos en la cuenca de aporte; daños en la infraestructura, o conflictos sociales que impiden su normal aprovechamiento.

d) Por el tipo de presa y material de construcción

Considerando la estructura y los materiales empleados en su construcción las presas pueden ser de dos tipos: terraplén (de tierras compactadas), u hormigón (cemento) y las combinaciones entre ambas además de varias subdivisiones. Además existe un tipo de presa de tierra no convencional que se presenta en el país y se nombrará como “rústica”.

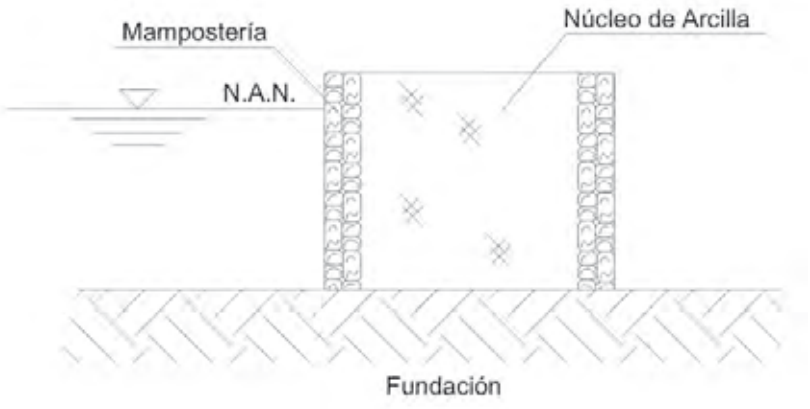
Presa de tierra

Son aquellas que se construyen utilizando solamente materiales finos como grava, arena, limo, polvo de roca y arcilla, colocados sin adición de otros materiales adherentes, que es sometida a procesos de compactación con el propósito de aumentar su resistencia e impermeabilidad.



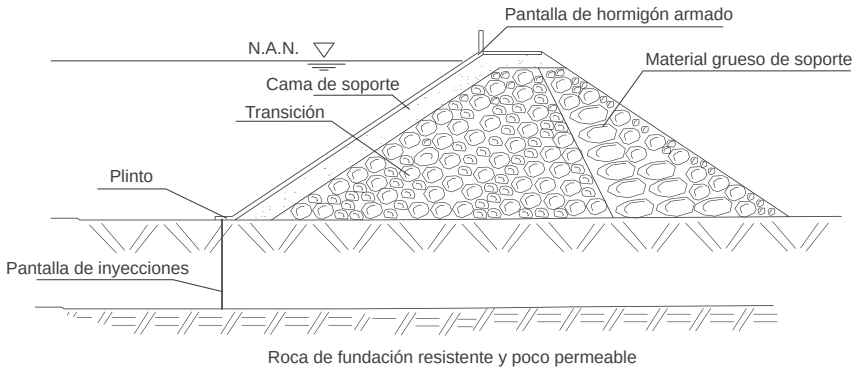
Presa rústica

Aquella que se construye con materiales del lugar como tierra, pasto, piedras, palos apilados y que han sido apisonados manualmente y con baja presión, por tanto presentan baja impermeabilidad, fugas y requieren altos niveles de mantenimiento. Generalmente han sido construidas por los campesinos.



Presas de enrocado:

Son terraplenes formados por fragmentos de roca de varios tamaños cuya función es brindar estabilidad y por una membrana que es la que proporciona impermeabilidad.

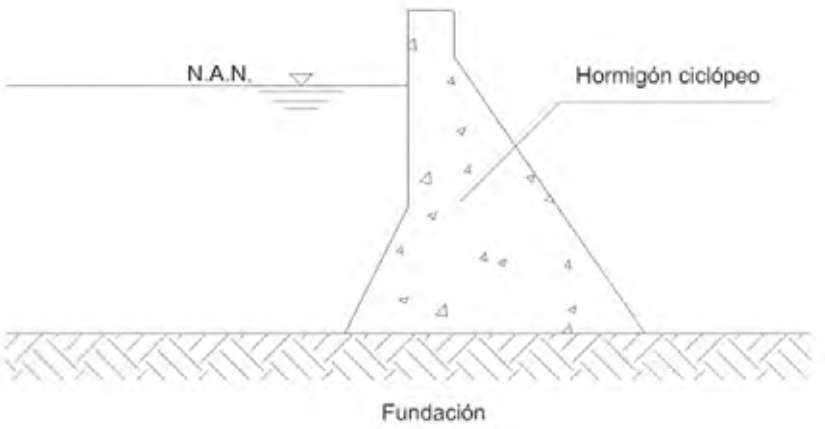


Presas de hormigón son aquellas que se conciben y ejecutan utilizando la combinación de áridos o agregados pétreos con cemento, para conformar una estructura de retención o regulación de agua.

NAN= Nivel de Aguas Normal

Presa de gravedad

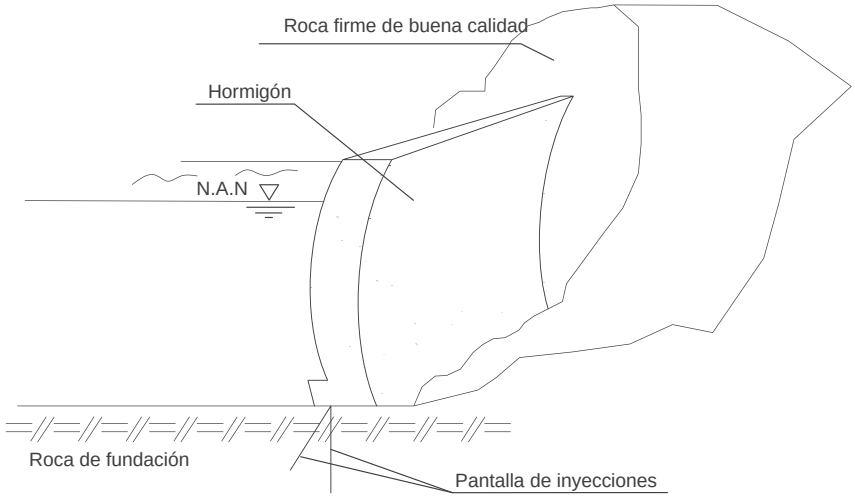
Consiste en una estructura sólida de hormigón, o mampostería de piedra con mortero diseñada y conformada de tal manera que su propio peso sea suficiente para asegurar su estabilidad contra los efectos de todas las fuerzas actuantes.



Presa de arco

Consiste en una estructura sólida de hormigón, con curvatura convexa desde aguas arriba.

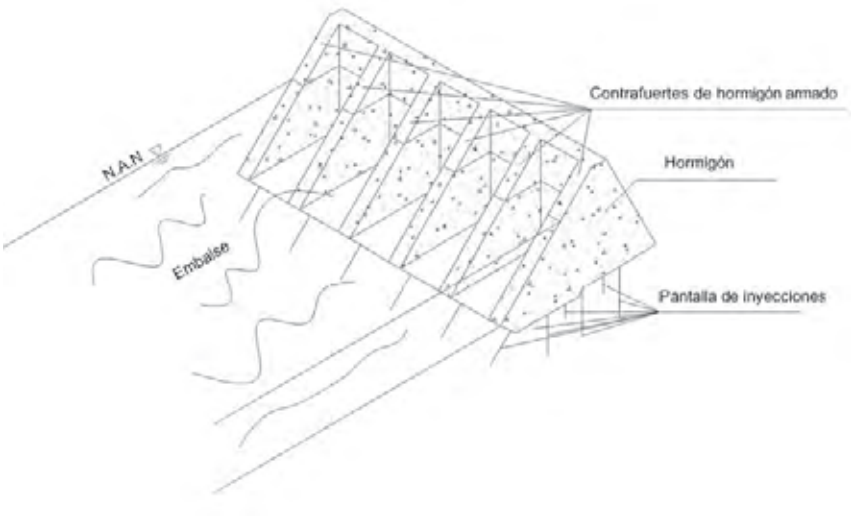
Además de resistir parte de la presión del agua con su propio peso, una presa de arco obtiene en gran medida su estabilidad transmitiendo la restante presión del agua a los estribos de las paredes de apoyo mediante la acción de arco, siempre que existan condiciones topográficas y la roca de apoyo lateral sea muy sana y resistente.



Presa de contrafuerte

Consiste esencialmente de dos elementos estructurales principales: una losa inclinada aguas arriba que soporta el agua, y los contrafuertes o muros verticales que se articulan con la losa inclinada y transmiten la carga hacia la fundación.

Son estructuras en forma de costillas perpendiculares al eje de la presa, que se unen hacia aguas arriba con losas de hormigón.



NAN= Nivel de Aguas Normal

2 Resumen Nacional

En total se han registrado 287 presas en siete de los departamentos del país, posiblemente se pueden añadir algunos casos en proceso de construcción y otros que no han sido reportados a la fecha del presente informe.

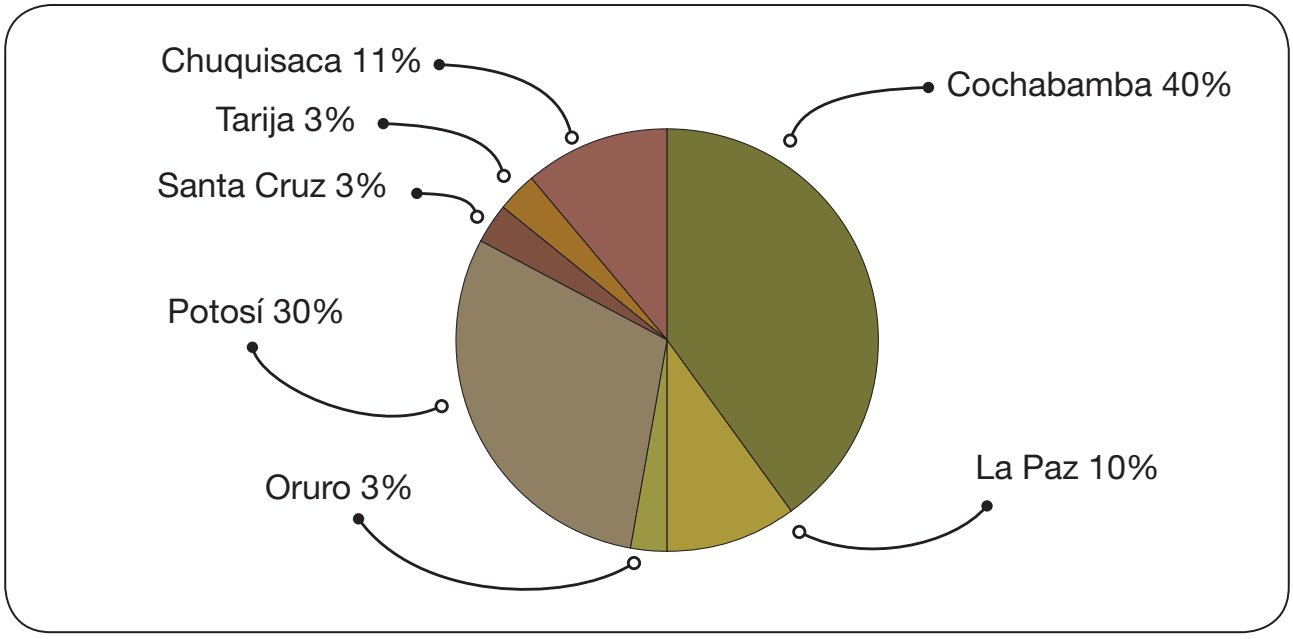
El departamento que concentra la mayoría de las presas es Cochabamba; debido a las condiciones favorables que ofrece la cordillera oriental y los valles interandinos y su uso es destinado principalmente a la agricultura; le sigue en importancia Potosí cuyas construcciones datan de la época colonial para abastecimiento de agua de consumo humano para las poblaciones urbanas y mineras.

En el cuadro 2 se detallan los números de presa por departamento y en la figura 2 su distribución porcentual.

Cuadro 2: Número de presas por departamento y tamaño

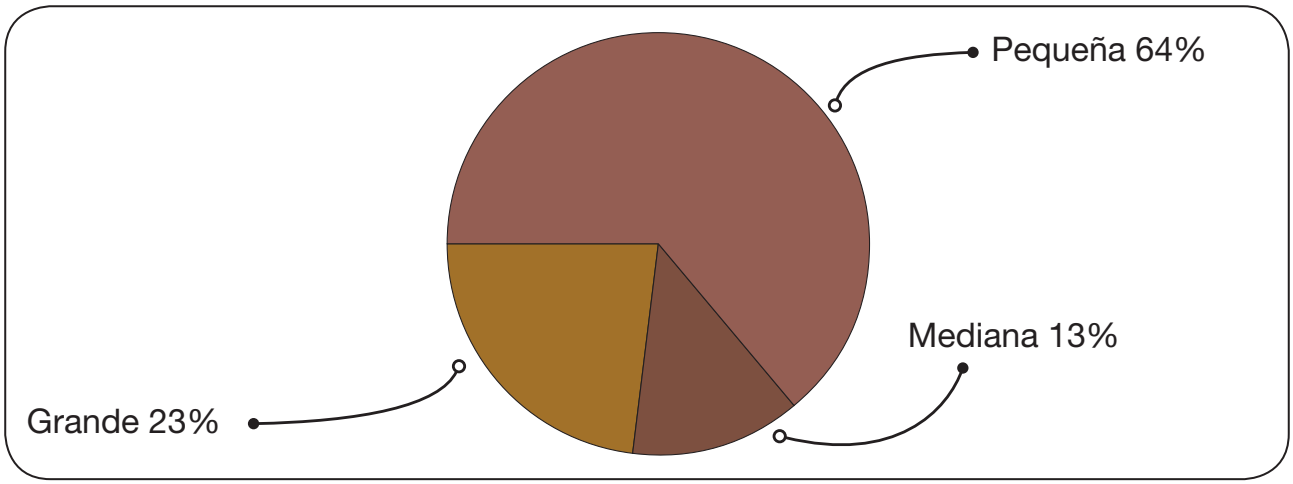
Departamento	Pequeña	Mediana	Grande	Total
Chuquisaca	10	13	7	30
Cochabamba	82	9	24	115
La Paz	15	0	15	30
Oruro	8	0	1	9
Potosí	64	15	6	85
Sta Cruz	5	0	4	9
Tarija	0	1	8	9
Total	**184**	**38**	**65**	**287**

Figura 2: Distribución de presas por departamento



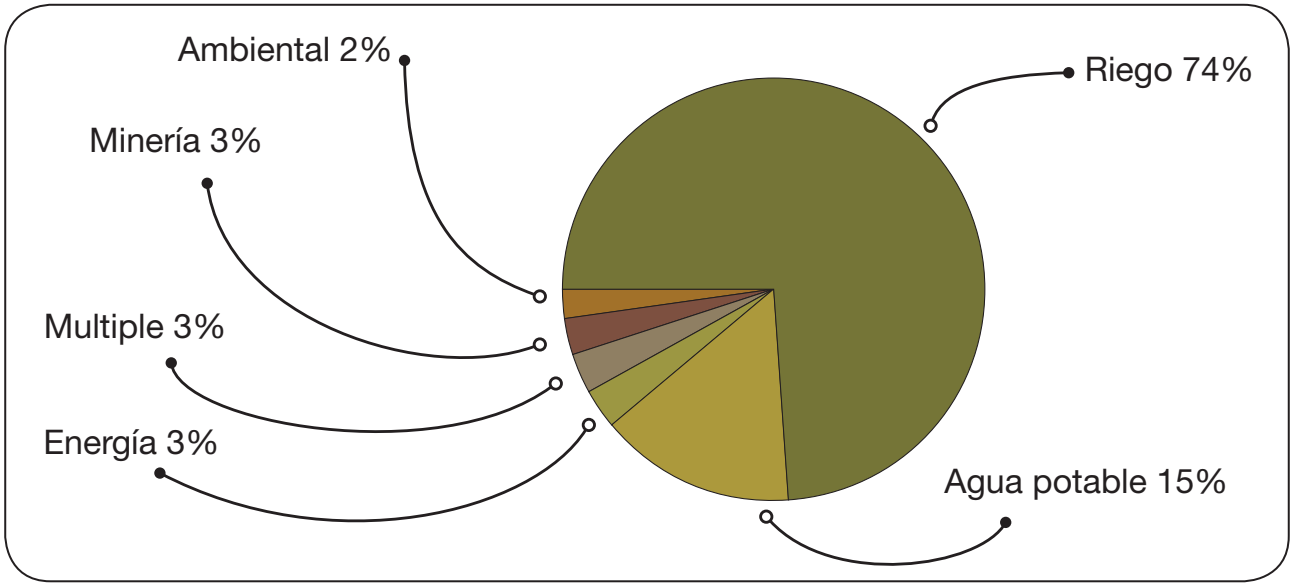
En el mismo cuadro 2 se observa que la mayoría de las presas (64%) corresponden a la categoría de pequeño tamaño; seguidas de las grandes en 23% y finalmente un grupo de presas de mediano tamaño (13%), como se indica en la figura 3.

Figura 3: Distribución de presas por tamaño



El uso que se otorga al agua embalsada de las presas, es mayoritariamente para riego (74%) para agua de consumo humano (15%); para generar energía hidroeléctrica se utiliza el 3% y para procesamiento de ingenios mineros 3%, uso ambiental 2%. El uso múltiple que comprende una combinación de energía, riego y/o agua potable alcanza al 3%.

Figura 4: Distribución de presas según uso



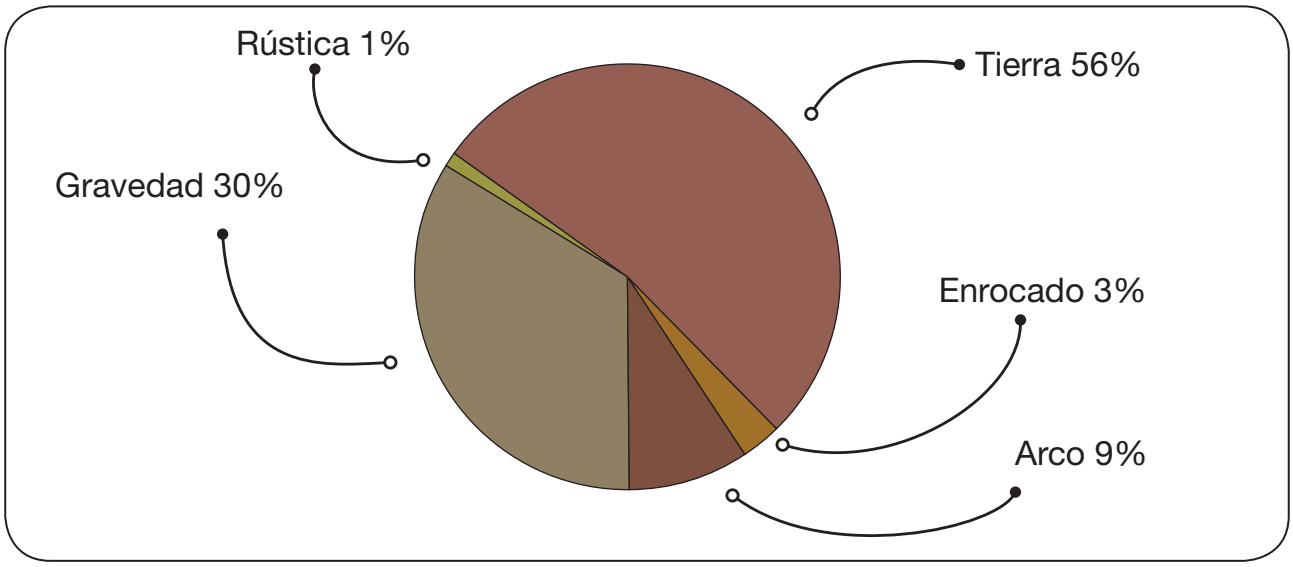
Cuadro 3: Número de presas según uso

Departamento	Riego	Agua Potable	Energía	Riego/ Agua P.	Energía/ Riego	Industria/ riego	Minería	Ambiental
Chuquisaca	29	0	0	0	0	0	0	1
Cochabamba	110	3	1	0	0	1	0	0
La Paz	14	6	7	3	0	0	0	0
Oruro	8	0	0	0	1	0	0	0
Potosí	45	28	1	1	1	0	9	0
Sta Cruz	3	6	0	0	0	0	0	0
Tarija	3	0	0	0	1	0	0	5
Total	**212**	**43**	**9**	**4**	**3**	**1**	**9**	**6**

Tipo de presas

Según el diseño y el material de construcción las presas en Bolivia son mayormente de tierra, (56%). Siguen en importancia las presas de gravedad 33% (hormigón) y luego las de arco con 9%. En pequeño porcentaje existen algunas de enrocado y otras rústicas.

Figura 5: Tipo de presas



Cuadro 4: Número de presas según tipo

Departamento	Tierra	Enrocado	Arco	Gravedad	Contrafuertes	Rústica
Chuquisaca	5	2	18	5	0	0
Cochabamba	86	2	1	23	0	3
La Paz	17	0	1	12	0	0
Oruro	2	1	1	4	1	0
Potosí	38	4	4	39	0	0
Santa Cruz	7	0	0	2	0	0
Tarija	7	1	1	0	0	0
Total	**162**	**10**	**26**	**85**	**1**	**3**

Estado de situación

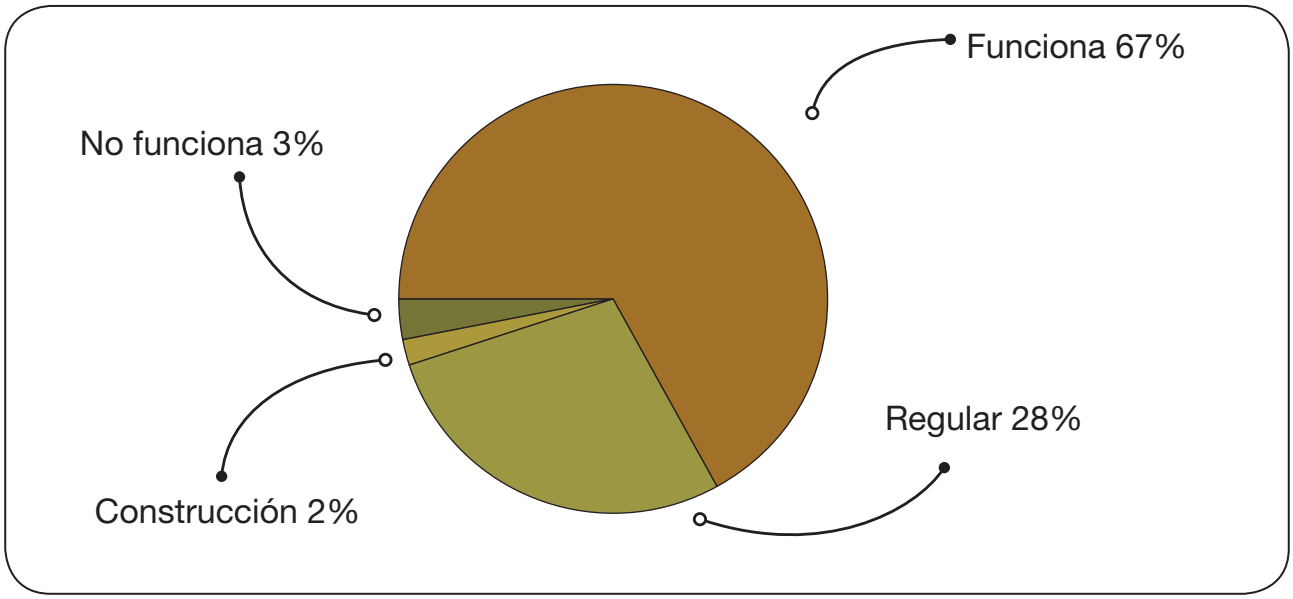
Según la situación de las presas se observa que el 67% funciona normalmente; 36% funciona con problemas en estado regular y un 3% no funciona por limitaciones técnicas o humanas (por ejemplo abandono de las actividades agrícolas). Se encontraron presas en construcción que al momento de la visita todavía no entraron en funcionamiento (2%).

Entre los problemas de funcionamiento se reportan: filtraciones en el cuerpo de la presa, fallas en las válvulas; otro tipo de dificultad es el que plantea la erosión en las cuencas que causan la sedimentación de los embalses disminuyendo su vida útil.

Cuadro 5: Número de presas según situación

Departamento	Funciona	Regular	Construcción	No Funciona
Chuquisaca	8	20	0	2
Cochabamba	65	48	2	0
La Paz	24	5	1	0
Oruro	3	5	0	1
Potosí	77	1	0	7
Sta Cruz	8	1	0	0
Tarija	7	0	2	0
Total	**192**	**80**	**5**	**10**

Figura 6: Estado de funcionamiento de las presas



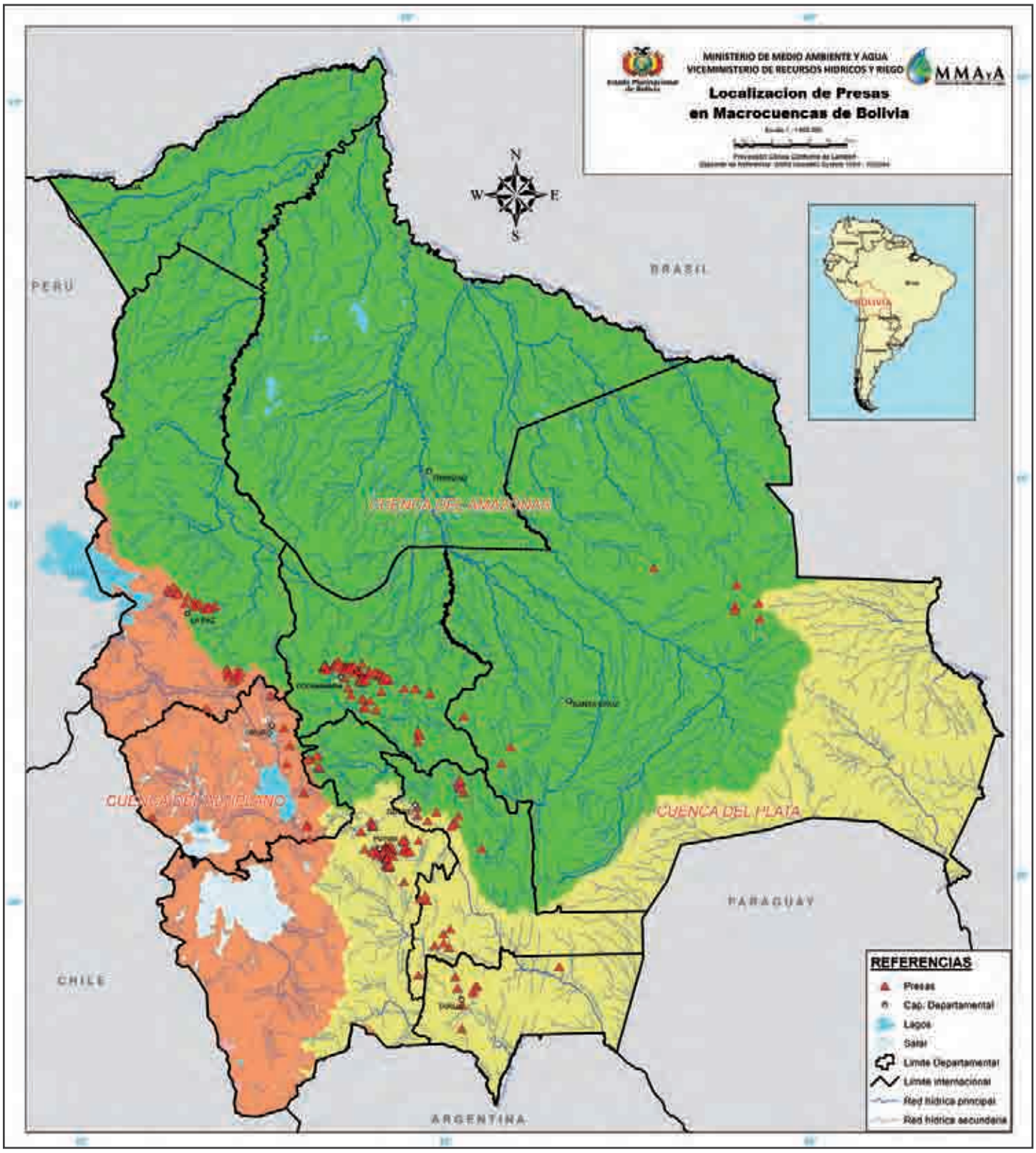
Volumen de embalse y área de las cuencas

Realizando una sumatoria de las capacidades de embalse y las áreas de las cuencas de aporte se tienen los siguientes datos por departamento.

Cuadro 6: Capacidad de embalse y área de las cuencas por departamento

Departamento	Volumen de Embalse m^3	Area cuenca km^2
Chuquisaca	17.410.500	770,16
Cochabamba	323.584.300	2.636,75
La Paz	78.371.500	582,15
Oruro	34.669.000	2.188,80
Potosí	54.211.500	1.211,58
Santa Cruz	27.844.000	615,46
Tarija	60.032.500	27,50
Total	**596.123.300**	**8.032,40**

Mapa No. 1: Ubicación de presas en Bolivia





Presa de Escana

2. Chuquisaca

30 presas
17 millones de m^3 de agua embalsados

Capítulo 2: Chuquisaca

En el departamento de Chuquisaca se registraron 30 presas, 29 de ellas destinadas al riego, a excepción de un caso que tiene el objetivo de contribuir al manejo de la cuenca.

Se han reportado 13 presas de mediano tamaño, 10 pequeñas y 7 grandes. Llama la atención que 20 presas presentan problemas de funcionamiento regular, además 2 no funcionan y solo 8 funcionan normalmente.

La capacidad de embalse a nivel departamental alcanza un total de 17 millones de metros cúbicos, abarcando en conjunto 770 kilómetros cuadrados de área de cuenca aproximadamente.

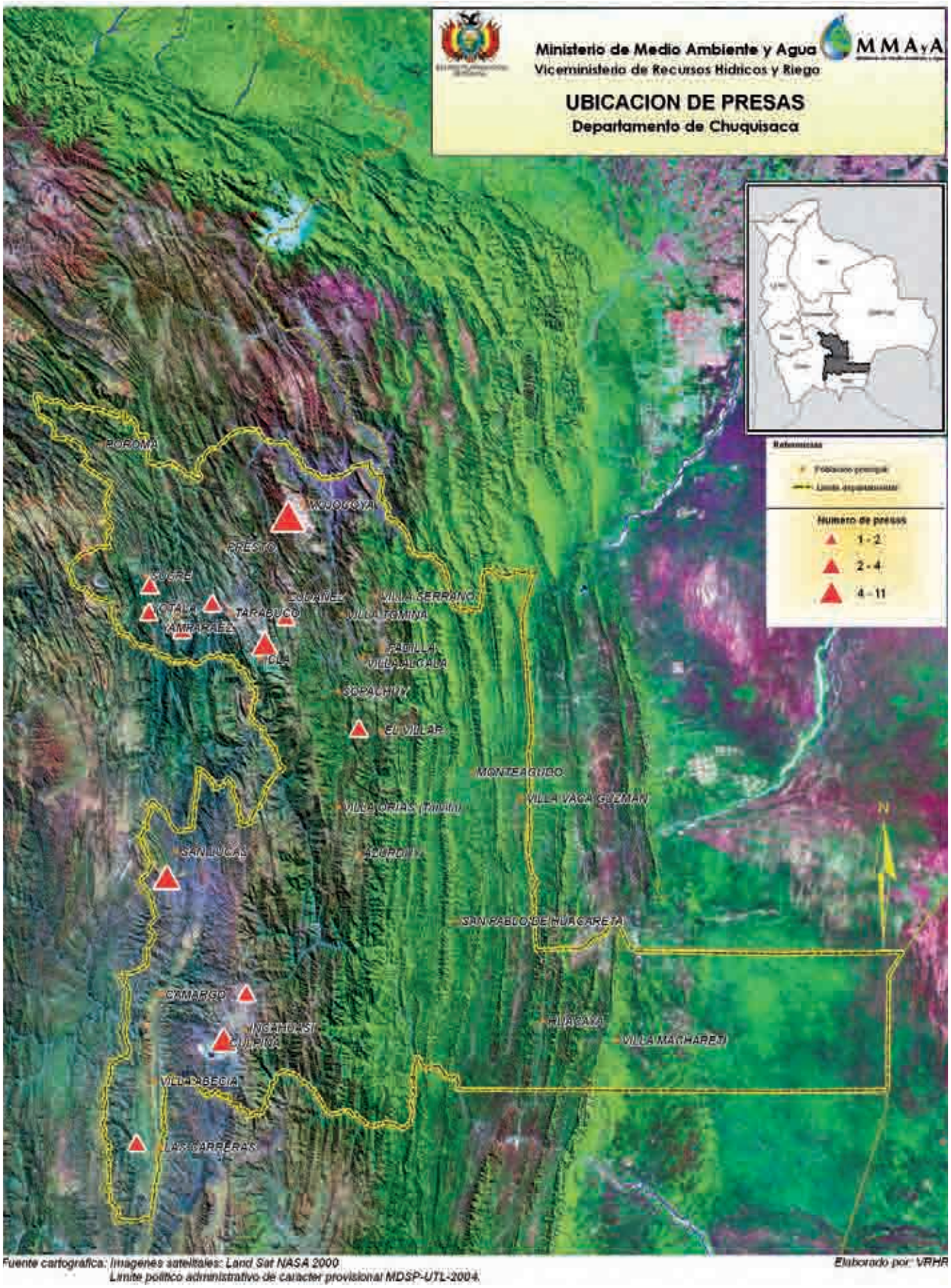
El diseño utilizado con mayor frecuencia es el arco con 18 casos, 5 de gravedad, 5 de tierra y 2 de enrocado.

A continuación se presenta una tabla con los datos generales de las presas en el departamento, luego los mapas de ubicación y al final las fichas resumen de cada presa.

Tabla: Datos generales de las presas en Chuquisaca

Municipio	Código	Nombre Presa	Material	Capacidad de embalse m^3	Area Cuenca km^2	Uso	Estado
Culpina	CH-M-001	Cantu Pampa	Tierra	226.500	6,80	Riego	No Funciona
	CH-G-002	El Tranque	Enrocado	5.000.000	50,90	Riego	Regular
	CH-M-003	Tojlasa	Arco	62.000	1,10	Riego	Funciona
El Villar	CH-M-004	El Villar	Enrocado	590.000	7,20	Riego	Funciona
Icla	CH-M-005	Candelaria	Arco	121.000	5,70	Riego	Regular
	CH-P-006	Jula Jula	Arco	34.000	6,00	Riego	Regular
	CH-M-007	Pila Torre	Arco	17.500	2,78	Riego	Regular
	CH-M-008	Saigua	Arco	74.000	1,43	Riego	Regular
Incahuasi	CH-G-009	Challhua Mayu	Tierra	1.500.000	17,40	Riego	Regular
	CH-G-010	Yana Khakha	Tierra	1.400.000	25,22	Riego	Funciona
Las Carreras	CH-G-011	Las Carreras	Gravedad	700.000	468,46	Riego	Regular
Mojocoya	CH-P-012	Aguada Mayu	Arco	34.000	6,00	Riego	Regular
	CH-P-013	Churicana	Arco	72.500	1,98	Riego	Funciona
	CH-P-014	Hornillos Mayu	Arco	47.000	11,35	Riego	Regular
	CH-P-015	Jarq'a Mayu	Arco	21.000	0,98	Riego	Regular
	CH-P-016	Laica Khota	Arco	42.000	1,58	Riego	Regular
	CH-M-017	Laja mayu	Arco	24.500	0,55	Riego	Regular
	CH-M-018	Ramadas	Arco	96.000	3,22	Riego	Funciona
	CH-M-019	San Gerónimo	Tierra	360.000	3,25	Riego	Regular
	CH-P-020	Thago Aguada	Arco	24.500	2,60	Riego	Funciona
	CH-P-021	Tipa Mayu	Arco	26.500	1,65	Riego	Regular
	CH-P-022	Tranca Mayu	Arco	40.000	7,90	Riego	Regular
San Lucas	CH-G-023	Padcoyo	Gravedad	136.000	16,46	Riego	Regular
	CH-G-024	Paticonga	Gravedad	2.260.000	42,00	Riego	Regular
	CH-M-025	Payacota del Carmen	Arco	240.000	28,52	Riego	Regular
Sucre	CH-P-026	Rumi rumi	Tierra	165.000	0,52	Ambiental	No Funciona
Tarabuco	CH-M-027	La Ciénaga	Arco	54.000	0,90	Riego	Regular
Yamparaez	CH-G-028	Escana	Gravedad	2.800.000	26,08	Riego	Regular
Yotala	CH-M-029	Yotalilla	Gravedad	312.500	13,40	Riego	Funciona
Zudañes	CH-M-030	Trancas	Arco	930.000	8,23	Riego	Funciona
	Total			**17.410.500**	**770,16**		

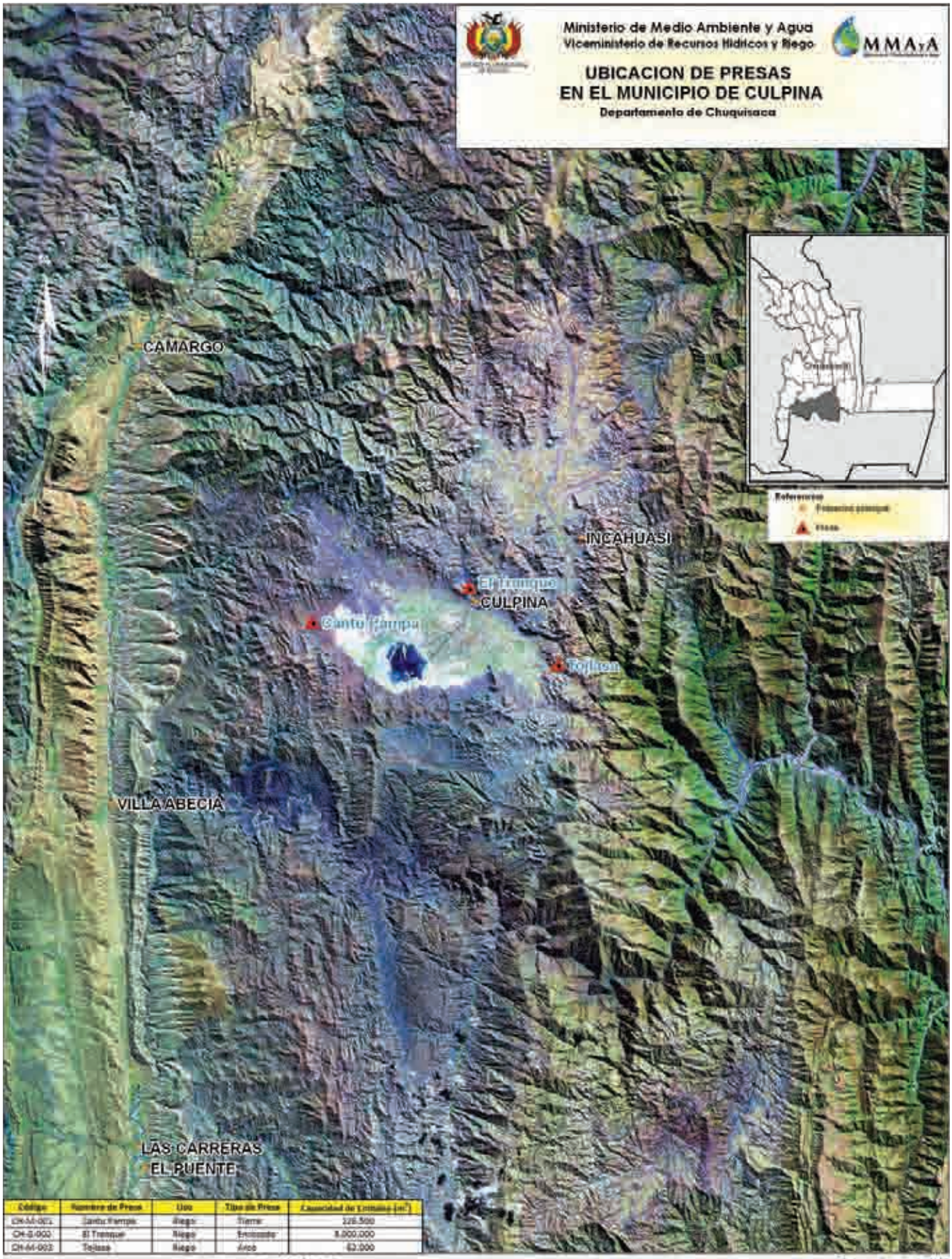
Mapa No. 2 Presas en el departamento de Chuquisaca



Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Limite politco administrativo de caracter provisional MDSP-UTL-2004

Elaborado por: VRHR

Mapa No. 3 Presas en el Municipio de Culpina



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CH-M-001	Santa Rampa	Riego	Tierra	126.500
CH-S-002	El Tranque	Riego	Enrocado	5.000.000
CH-M-003	Tejlasa	Riego	Arco	62.000

Cantu Pampa CH-M-001



Vista aguas arriba de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	6,79 km^2	Municipio	Culpina
Altura de la presa	11,00 m	Latitud	20°50’01”
Longitud coronamiento	135 m	Longitud	65°04’06”
Capacidad de embalse	226.500 m^3	Cuenca de influencia	Río Molle Huayco
Cota coronamiento	3.139 msnm	Río de la presa	Qda. Los Morros

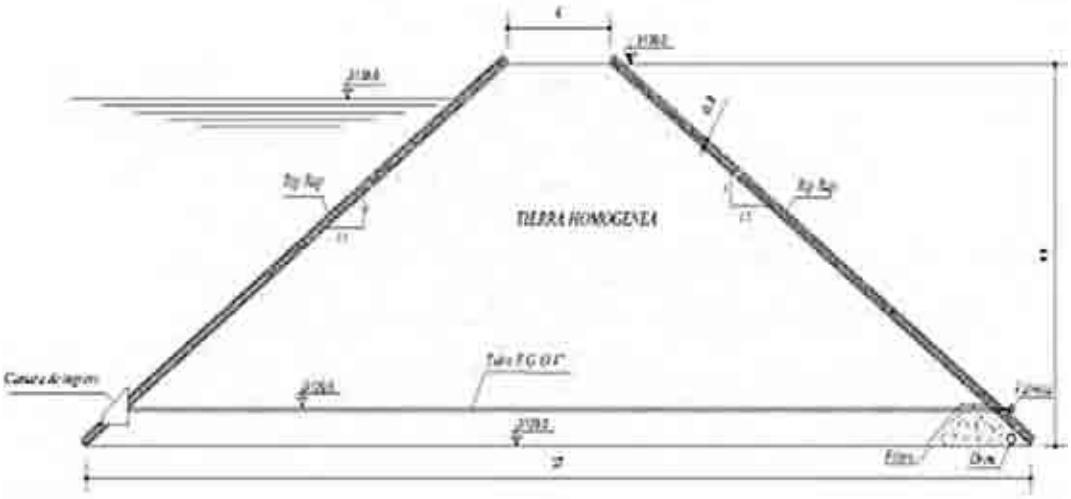
Antecedentes y situación actual

La presa fue diseñada el año 2004-2005. El estudio de pre-factibilidad fue elaborado por el municipio de Culpina, el diseño final por Consultora Sur y la construcción estuvo a cargo de la empresa Delach.

La operación de la presa y la descarga de caudales de riego no se realizan de manera programada.

La fuente de agua son los flujos superficiales de la quebrada de Los Morros y el trasvase de cuencas de Molle Huayco y Durán Aguada. La obra combinada de la presa (toma y desfogue), se encuentra con problemas menores.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *La presa NO se encuentra operando. Es necesario un manejo integral de la cuenca para su conservación.*

El Tranque CH-G-002



Vista aguas abajo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	50,90 km^2	Municipio	Culpina
Altura de la presa	40,00 m	Latitud	20°48’34”
Longitud coronamiento	195 m	Longitud	64°56’48
Capacidad de embalse	5.000.000 m^3	Cuenca de influencia	Culpina, Las Lagunas
Cota coronamiento	3.026 msnm	Río de la presa	Culpina Mayu

Antecedentes y situación actual

La presa El Tranque fue construida entre los años 1936 y 1940, con una altura de 35 metros y una capacidad de embalse de 5,6 millones de metros cúbicos, para regar 3.600 hectáreas.

El año 1984 se amplia la capacidad del embalse de la presa, elevándola 5 metros. Esta ampliación dio lugar a la incorporación de aproximadamente 1.500 hectáreas bajo riego.

El cuerpo de la presa, no presenta problemas; sin embargo se observan filtraciones en la obra de rebalse y también sedimentación en el embalse.

Área de la cuenca de aporte



Fuente: Cartas IGM 6531 I – 6631 IV

Comentarios: *Un riesgo importante es el de la contaminación por desechos de la actividad turística.*

Tojlasa CH-M-003



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa y contrafuertes de hormigón

Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,10 km^2	Municipio	Culpina
Altura de la presa	11,50 m	Latitud	20°51’56”
Longitud coronamiento	75 m	Longitud	64°52’42”
Capacidad de embalse	62.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Tojlasa
Cota coronamiento	3.074 msnm	Río de la presa	Qda. Niñorkho

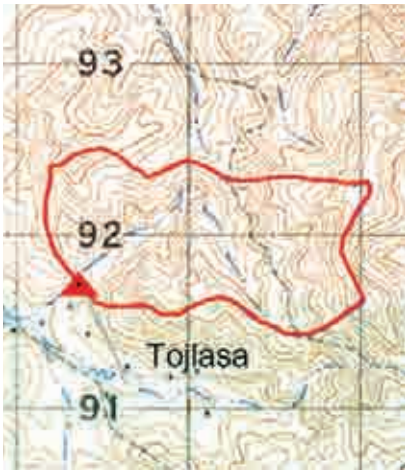
Antecedentes y situación actual

La presa de Tojlasa, fue construida entre los años 2004 a 2005. El estudio de pre-factibilidad fue elaborado por el municipio de Culpina, el diseño final por Consultora Sur y la construcción estuvo a cargo de la empresa Delach.

La presa sufrió importantes modificaciones durante su construcción ya que esta estructura debía ser una presa combinada entre arco y gravedad.

La presa no presenta importantes problemas a excepción de la cimentación del vertedero de excedencias al final de la misma donde se aprecian indicios de erosión además de algunas filtraciones menores por fallas constructivas en el paramento aguas abajo.

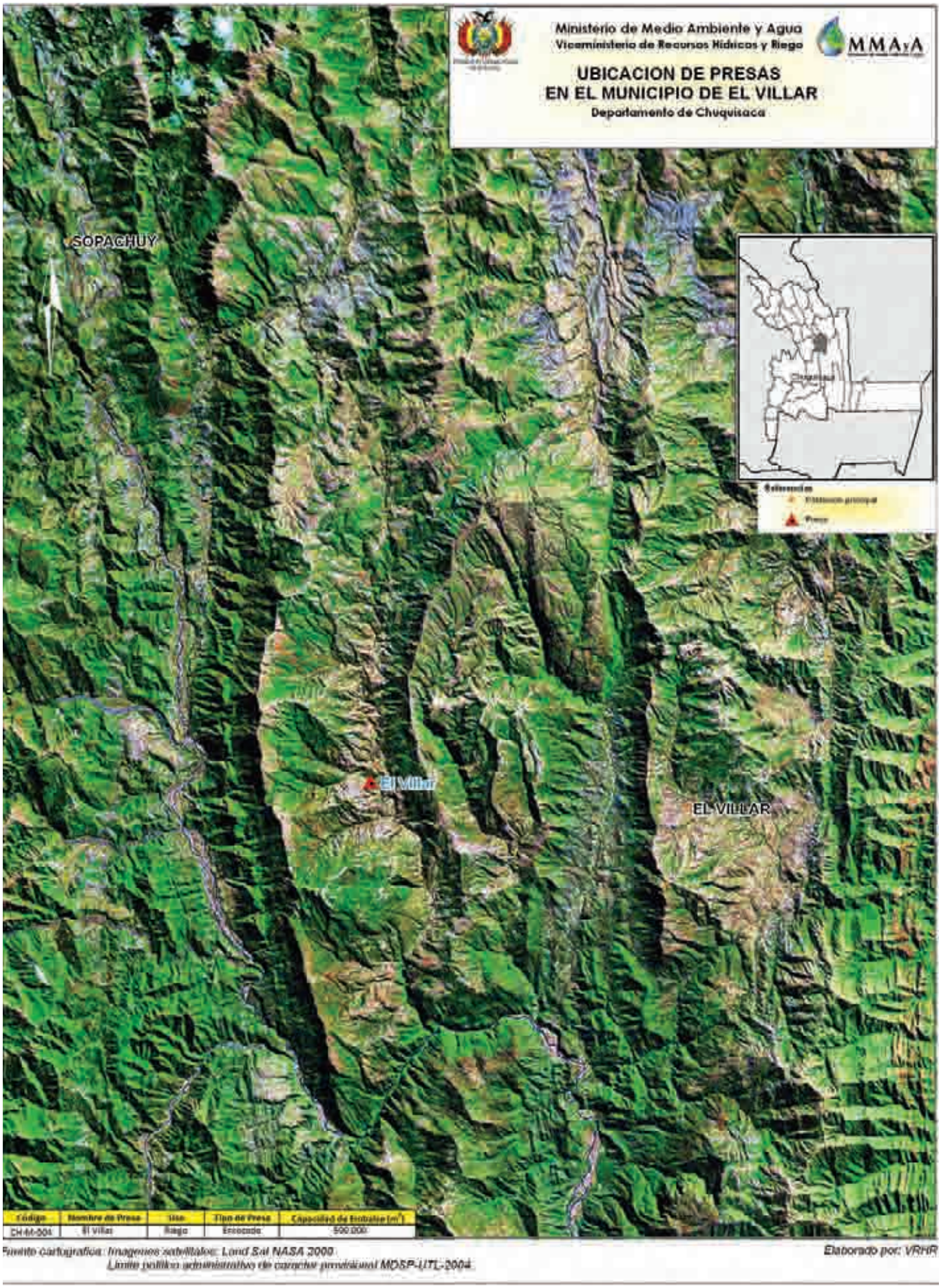
Área de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6631 III

Comentarios: *La cuenca presenta muestras de erosión y se observa sedimentación en el vaso.*

Mapa No. 4 Presas en el Municipio del Villar



El Villar CH-M-004



Vista del talud aguas abajo del cuerpo de la presa

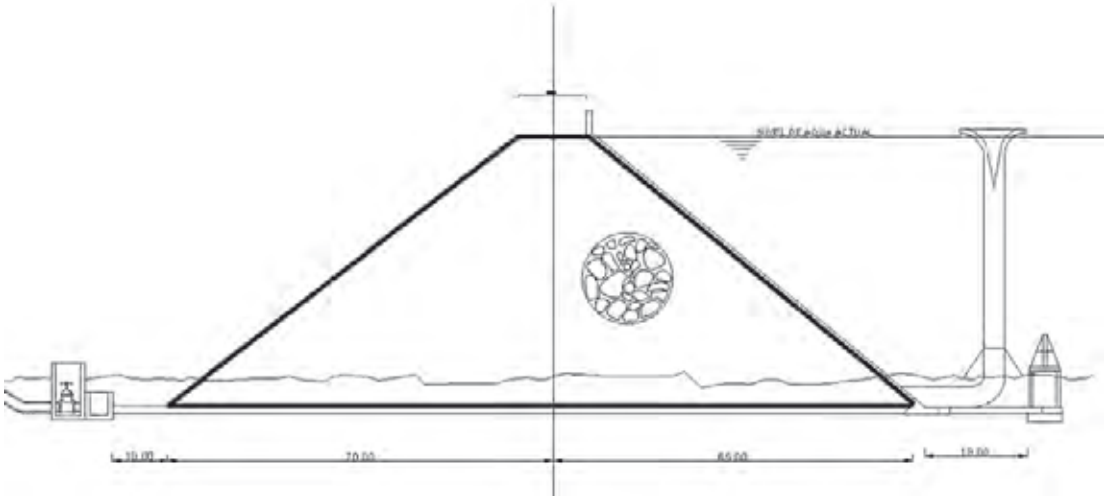
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	7,20 km^2	Municipio	El Villar
Altura de la presa	12,50 m	Latitud	19°37’24”
Longitud coronamiento	56 m	Longitud	64°23’46”
Capacidad de embalse	590.000 m^3	Cuenca de influencia	Río El Villar
Cota coronamiento	2.177 msnm	Río de la presa	Chirihuano Waykho

Antecedentes y situación actual

En 1996 la prefectura de Chuquisaca presentó el Plan General de Riego de Chuquisaca donde se evaluaron diversos proyectos de riego para el departamento, de los cuáles, el proyecto “El Villar” fue recomendado entre 19 proyectos mas para su ejecución a corto y mediano plazo, considerando sus características técnicas, sociales y ambientales.

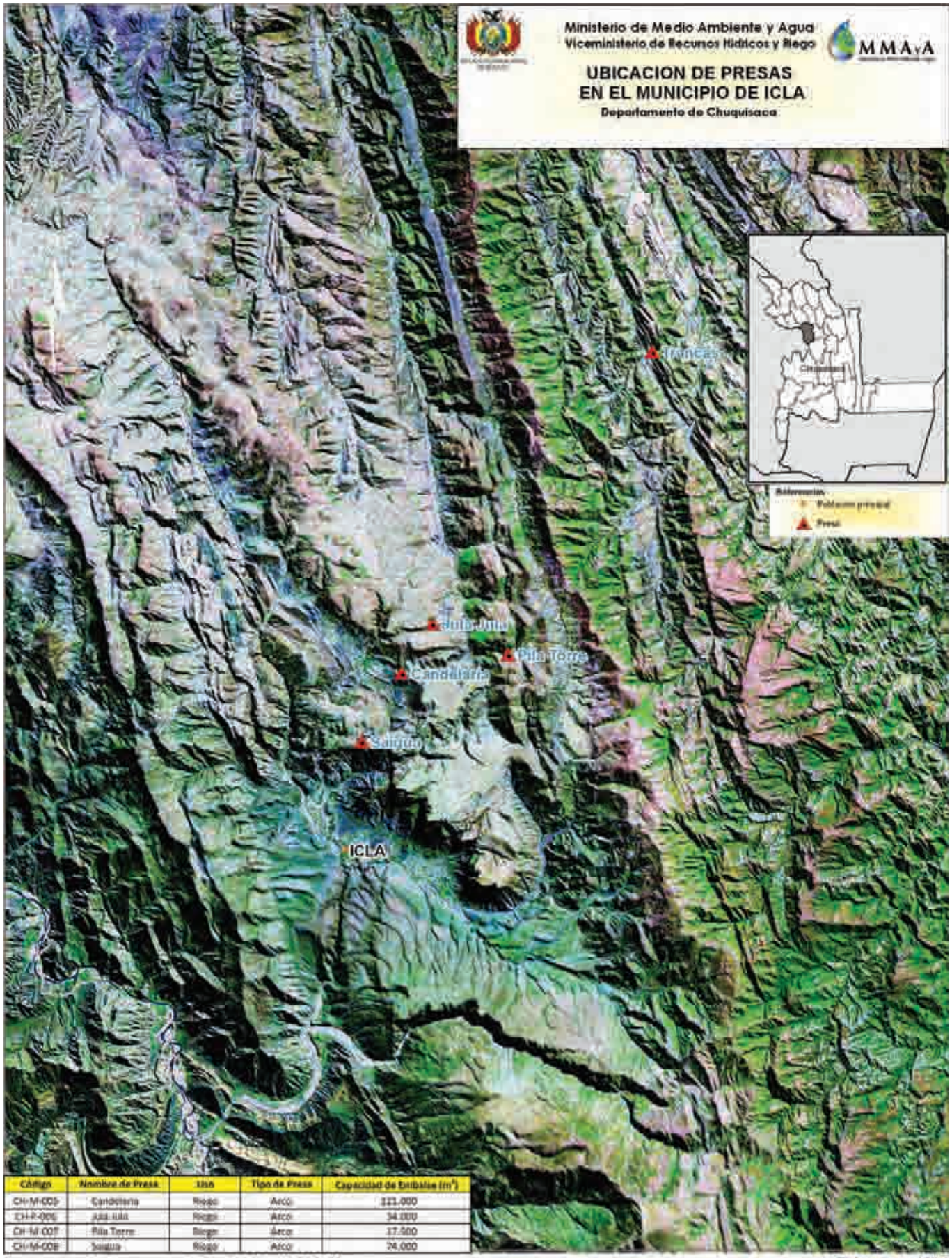
En la gestión 1999 se elaboró el Estudio de Factibilidad del Sistema de Riego El Villar con recursos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta presa fue construida por la empresa CRECONCI beneficiando a 32 familias campesinas mediante el almacenamiento y distribución de agua para riego.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Las obras complementarias de la presa se encuentran en buen estado pero el cuerpo de la presa requiere de mantenimiento. Se requiere un plan integral de manejo de la cuenca.*

Mapa No. 5 Municipio de Icla



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CH-M-003	Candelaria	Riego	Arco	121.000
CH-P-005	Juta Juta	Riego	Arco	34.000
CH-M-007	Pila Torre	Riego	Arco	17.500
CH-M-008	Saiguio	Riego	Arco	24.000

Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Límite politico administrativo de caracter provisional MDSP-UTL-2004.

Elaborado por: VRHR

Candelaria CH-M-005



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa y desfogue de fondo

Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	5,70 km^2	Municipio	Icla
Altura de la presa	15,00 m	Latitud	19°18’12”
Longitud coronamiento	25 m	Longitud	64°46’27”
Capacidad de embalse	121.000 m^3	Cuenca de influencia	Icla
Cota coronamiento	3.037 msnm	Río de la presa	Río Pila Torre

Antecedentes y situación actual

La presa fue construida por la ONG PROAGRO Promotores Agropecuarios el año 2007 con la participación de 50 familias campesinas que realizaron aportes de mano de obra no calificada.

La presa opera con normalidad cubriendo en época de lluvias su capacidad de almacenaje pero presenta pequeñas filtraciones debidas al escaso control en la etapa de construcción.

Existe mantenimiento regular realizado a través del comité de riego pero poco conocimiento del mantenimiento, operación y manejo de las compuertas de desfogue lo que causa un funcionamiento irregular de la presa. Actualmente se riegan 24 hectáreas.

Área de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6636 III

Comentarios: *Existe degradación de la cuenca de aporte con un importante volumen de sedimentos en el vaso de almacenamiento, por lo que se requiere un plan de manejo integral de la cuenca.*

Jula Jula CH-P-006



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa

Características generales

Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	6,00 km^2	Municipio	Icla
Altura de la presa	9,40 m	Latitud	19°17’15”
Longitud coronamiento	34 m	Longitud	64°45’50”
Capacidad de embalse	34.000 m^3	Cuenca de influencia	Icla
Cota coronamiento	3.203 msnm	Río de la presa	Qda Jula Jula

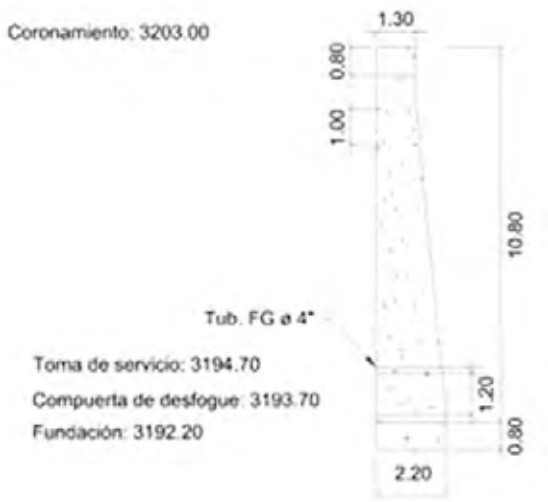
Antecedentes y situación actual

La presa de Jula Jula fue construida el año 2004 por la ONG PROAGRO (Promotores Agropecuarios), con la cooperación de Ayuda en Acción de España, el Gobierno Municipal y la participación activa de 28 familias beneficiarias.

Esta presa no dota de agua para riego al total de las hectáreas cultivables debido a que solo una parte de la comunidad se encuentra inscrita en el Comité de Riego siendo los únicos beneficiarios que acceden al agua almacenada.

La presa se encuentra actualmente en funcionamiento pero presenta filtraciones debido a algunas fallas constructivas, además de la existencia de fisuras externas, la obra de toma se encuentra bien conservada y protegida con una cámara de llaves a cargo del Comité de Riego. Existen además problemas importantes de sedimentación debidos a la erosión existente de la cuenca

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Es necesario considerar medidas de protección ambiental.*

Pila Torre CH-M-007



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa y obra de desfogue

Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	2,78 km^2	Municipio	Icla
Altura de la presa	13,80 m	Latitud	19°17’51”
Longitud coronamiento	54 m	Longitud	64°44’19”
Capacidad de embalse	17.500 m^3	Cuenca de influencia	Icla
Cota coronamiento	3.340 msnm	Río de la presa	Río Coillori

Antecedentes y situación actual

La presa Pila Torre fue construida el año 2008 por la ONG PROAGRO: “Promotores Agropecuarios” y se destina al abastecimiento de riego para 68 familias campesinas en un área de 35 hectáreas. Sin embargo, el objetivo inicial era atender 90 hectáreas con una altura de presa de 19 metros.

La presa opera con regularidad en toda época del año. El cuerpo de la presa presenta algunas filtraciones debidas al escaso control en la etapa de ejecución. La cuenca de aporte se encuentra en un proceso de degradación.

Área de la cuenca de aporte



Fuente: CartasIGM 6636 II y 6636 III

Comentarios: *Es necesario tomar medidas de manejo y protección ambiental para la erosión de la cuenca.*

Saigua CH-M-008



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa y obra de toma

Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,43 km^2	Municipio	Icla
Altura de la presa	13,20 m	Latitud	19°19’30”
Longitud coronamiento	60 m	Longitud	64°47’16”
Capacidad de embalse	74.000 m^3	Cuenca de influencia	Icla
Cota coronamiento	3.051 msnm	Río de la presa	Río Saigua

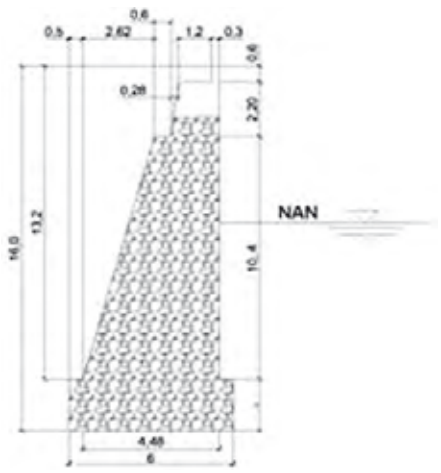
Antecedentes y situación actual

La presa Saigua tiene como finalidad el abastecimiento de agua para riego de 54 hectáreas y 50 familias.

La construcción de la presa fue realizada el año 2006 por la ONG PROAGRO: “Promotores Agropecuarios” y los beneficiarios del proyecto quienes aportaron con la mano de obra no calificada.

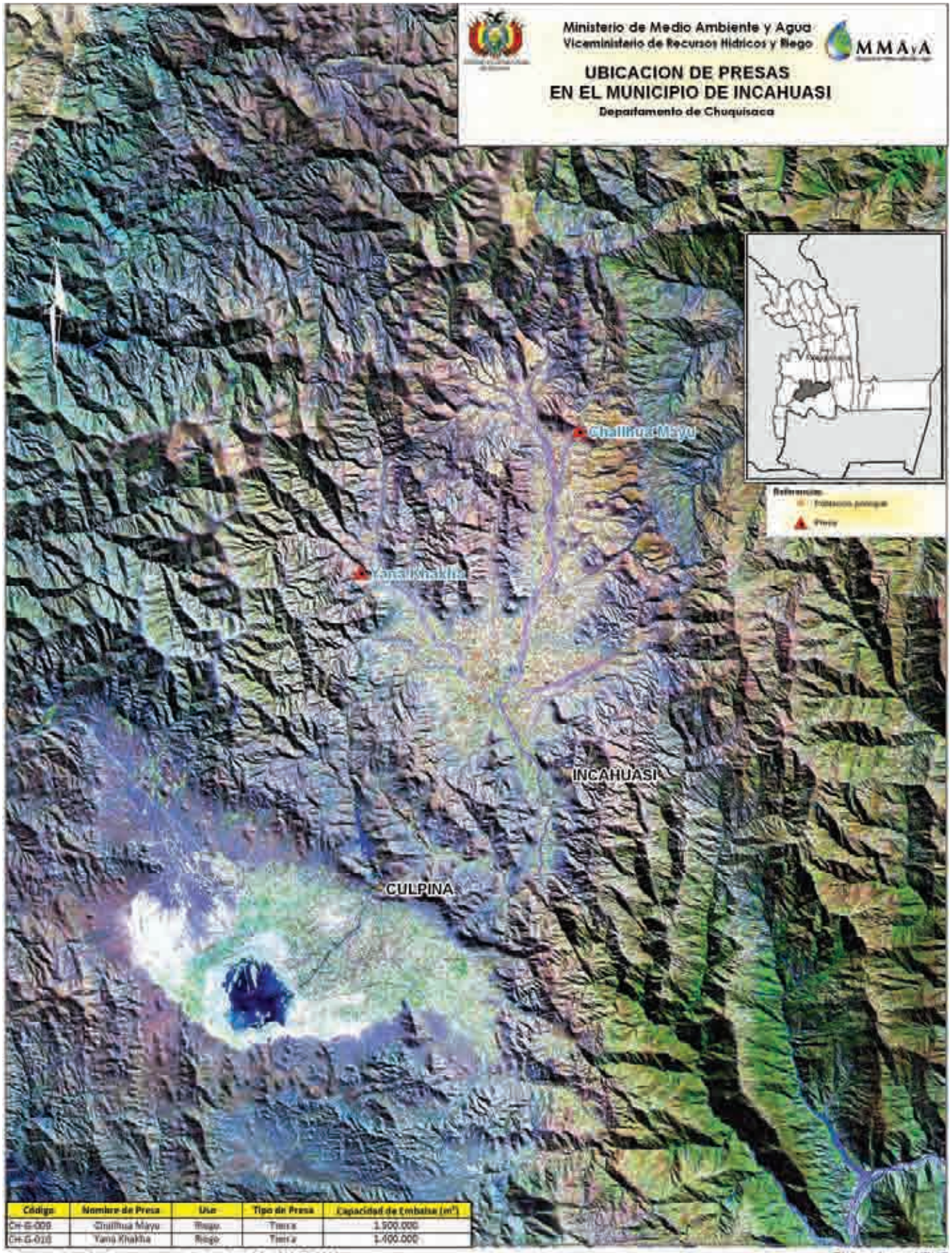
La presa presenta filtraciones en ambos flancos pero se encuentra en funcionamiento con problemas en la captación del agua debido a la falta de canales colectores y la infiltración del agua sobre el lecho de la quebrada donde se evacúa el agua de forma directa.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *El vertedero de excedencias podría provocar socavación al pie de la presa debido a la falta de obras de disipación de energía. Es necesario el manejo integral de la cuenca de aporte a fin de evitar la sedimentación prematura del vaso de almacenamiento.*

Mapa No. 6 Presas en el Municipio de Incahuasi



Challhua Mayu CH-G-009



Vista de la corona del cuerpo de la presa y vertedor de excedencias

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	17,40 km^2	Municipio	Incahuasi
Altura de la presa	16,00 m	Latitud	20°37’54”
Longitud coronamiento	260 m	Longitud	64°51’14”
Capacidad de embalse	1.500.000 m^3	Cuenca de influencia	Nor Cinti
Cota coronamiento	3.055 msnm	Río de la presa	Río Challhua Mayu

Antecedentes y situación actual

La presa de Challhua Mayu, es una obra de almacenamiento de agua para cubrir el déficit hídrico de galerías filtrantes “Poteos”, para el sistema de Villa Charcas.

La implementación del proyecto fue iniciada el año 2001 concretizando el financiamiento mediante un contrato de préstamo entre el Gobierno de Bolivia y la KFW, siendo construida entre los años 2004 a 2007 beneficiando de esta forma a 700 familias con agua para riego en la actualidad.

La presa se encuentra actualmente en funcionamiento y operación a cargo de la asociación de regantes.

Se requieren obras para evitar la erosión del canal de descarga del vertedor de excedencias debido al cruce entre el canal del vertedor y la quebrada.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *La presa no cuenta con una obra de desfogue de fondo por lo que se deben tomar medidas de limpieza en el momento de la acumulación de sedimentos.*

Yana Khakha CH-G-010



Vista del talud aguas abajo del cuerpo de la presa

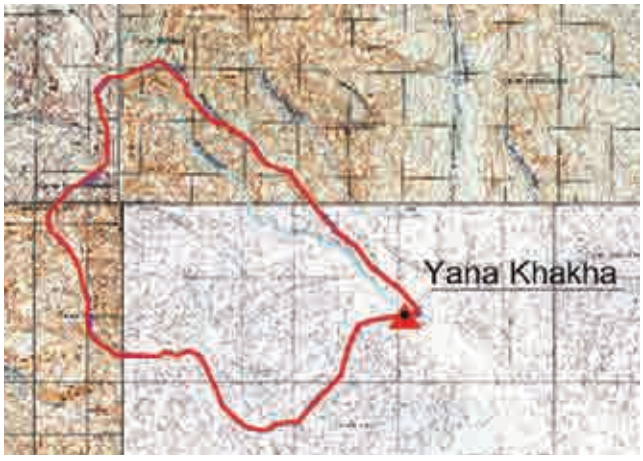
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	25,22 km^2	Municipio	Incahuasi
Altura de la presa	22,40 m	Latitud	20°41’23”
Longitud coronamiento	280 m	Longitud	64°56’59”
Capacidad de embalse	1.400.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Terrado
Cota coronamiento	3.047 msnm	Río de la presa	Yana Khakha

Antecedentes y situación actual

La presa Yana Khakha, es una obra que almacena agua para cubrir el déficit hídrico de los “Poteos” (galerías filtrantes) para el sistema de Terrado, beneficia directamente a alrededor de 560 familias con agua para riego. La implementación del proyecto fue iniciada el año 2001 mediante un préstamo entre los Gobiernos de Bolivia y Alemania (a través del Banco de desarrollo Alemán KfW). Fué construido el año 2004 a 2006 por la empresa ECLA y Asociados.

Actualmente la presa está en funcionamiento y operación a través de una asociación de regantes. Como estructura nueva, la presa no presenta problemas de concepción, construcción y funcionamiento, y no existen asentamientos ni filtraciones en el cuerpo de la presa.

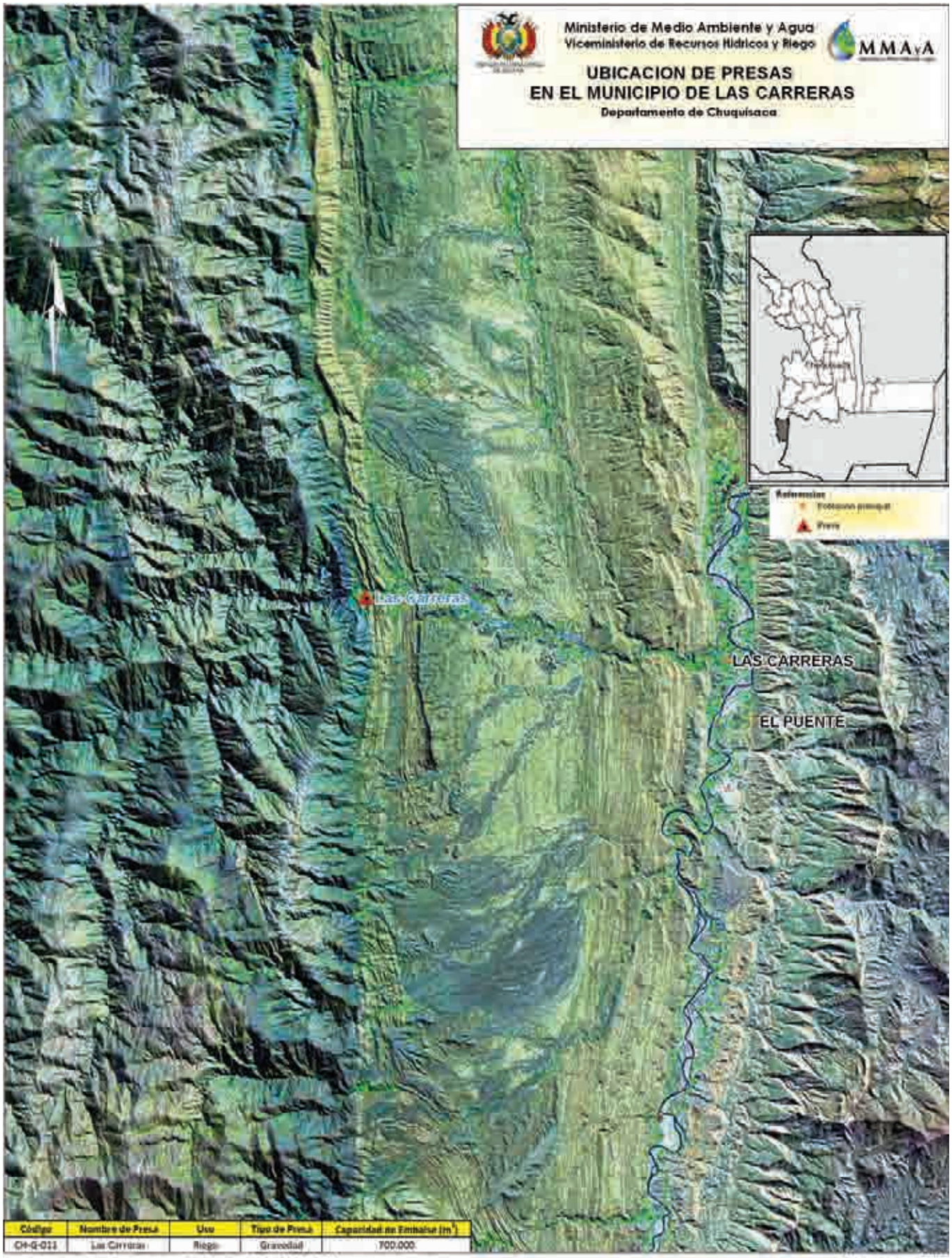
Área de la cuenca de aporte



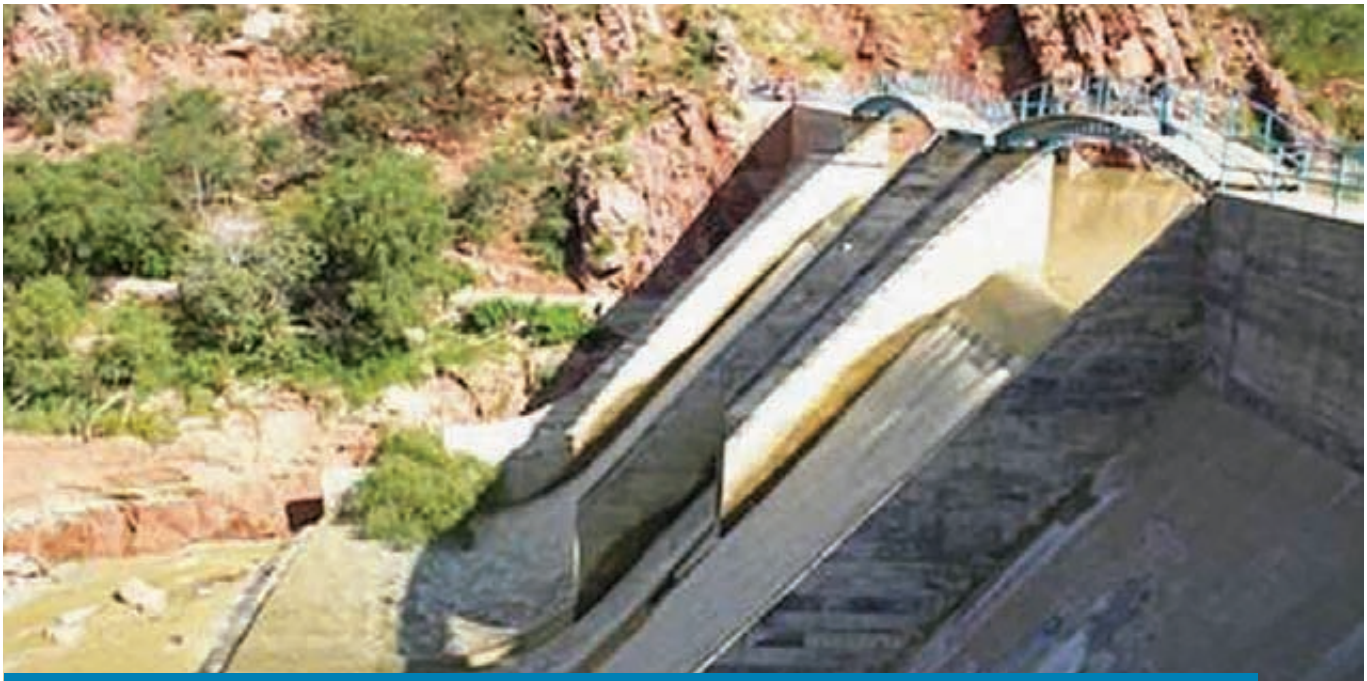
Fuente: Carta IGM 6631 IV

Comentarios: *Es necesario el manejo de la cuenca, para evitar la colmatación del embalse.*

Mapa No. 7 Presas en el Municipio de Las Carreras



Las Carreras CH-G-011



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa y vertedor de excedencias en funcionamiento

Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	468,46 km^2	Municipio	Las Carreras
Altura de la presa	17,00 m	Latitud	21°11’56”
Longitud coronamiento	80 m	Longitud	65°18’07”
Capacidad de embalse	700.000 m^3	Cuenca de influencia	Las Carreras
Cota coronamiento	2.480 msnm	Río de la presa	Río La Torre

Antecedentes y situación actual

La presa de Las Carreras construida a partir de los años 2003 al 2005 por el Consorcio del Sur(COSUR), constituye una de las presas más grandes a nivel del departamento mediante la cual se proyectó el riego a 530 Has con potencial agrícola.

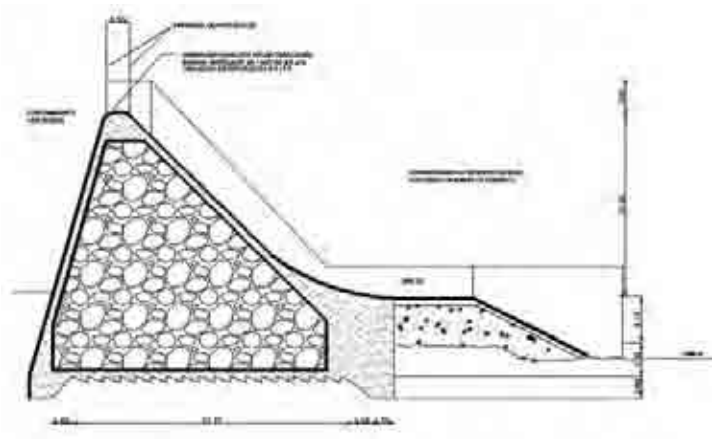
Esta obra de infraestructura consta de dos compuertas de desfogue de sedimentos, una inferior que constituye la compuerta principal y una segunda compuerta de emergencias.

La operación y mantenimiento sufre irregularidades debido al desperfecto en una de las compuertas de desfogue (Inferior), por lo que la presa no fue operada más que una sola vez desde su puesta en marcha.

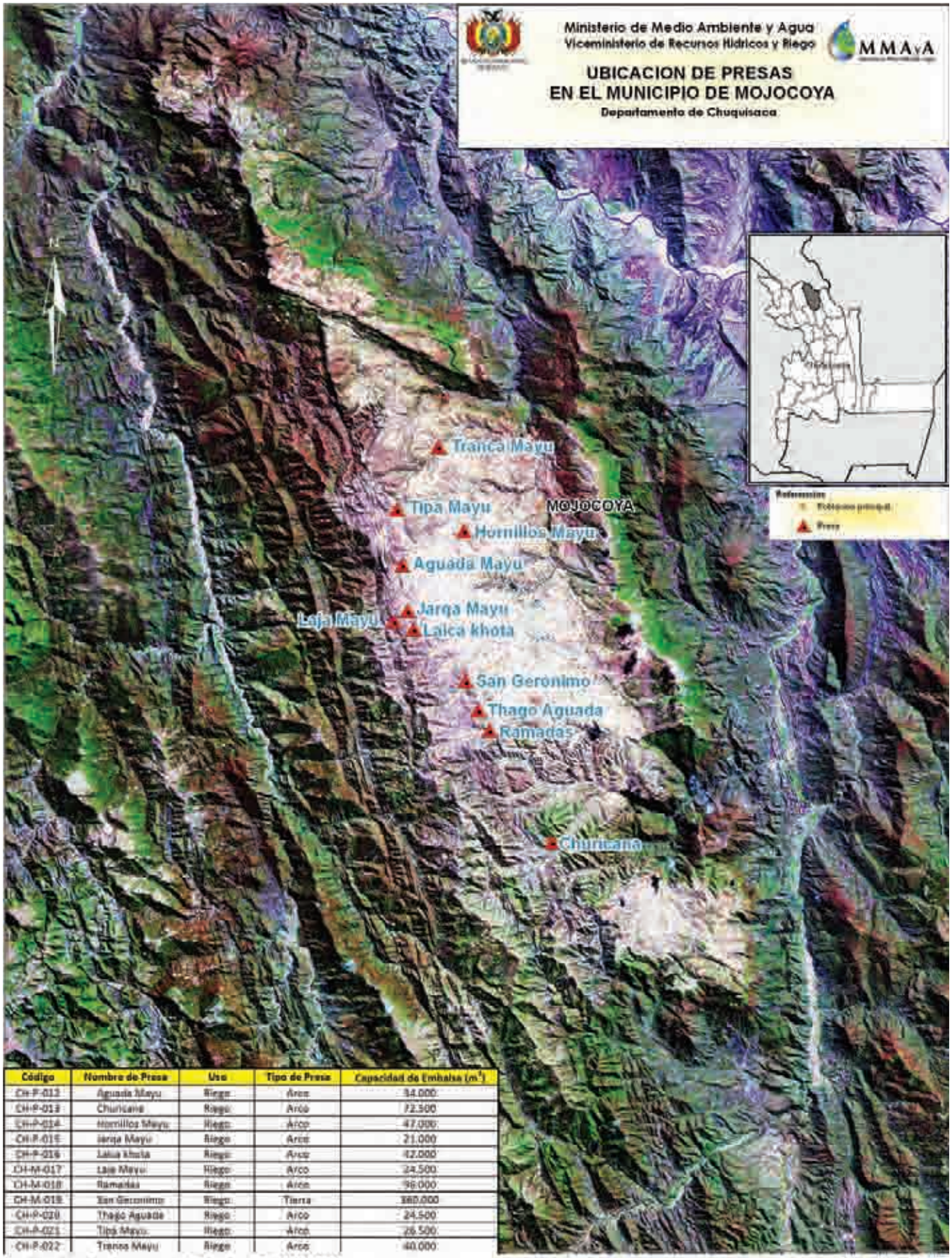
La prefectura de Chuquisaca mediante el Programa de Emergencias gestionó la reparación de esta compuerta para retomar la continuidad de operación del sistema.

No existen asentamientos ni filtraciones en el cuerpo de la presa. El arrastre de sedimentos ha ocasionado que la capacidad de almacenamiento de la presa haya disminuido.

Sección transversal de la presa



Mapa No. 8 Presas en el Municipio de Mojocoya



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m^3)
CH-P-013	Aguada Mayu	Riego	Arco	34.000
CH-P-014	Churicana	Riego	Arco	72.500
CH-P-015	Hornillos Mayu	Riego	Arco	47.000
CH-P-016	Jarqa Mayu	Riego	Arco	21.000
CH-P-017	Laica khota	Riego	Arco	42.000
CH-M-018	Laja Mayu	Riego	Arco	24.500
CH-M-019	Ramadas	Riego	Arco	98.000
CH-M-020	San Geronimo	Riego	Tierra	980.000
CH-P-021	Thago Aguada	Riego	Arco	24.500
CH-P-022	Tipa Mayu	Riego	Arco	28.500
CH-P-023	Tranca Mayu	Riego	Arco	40.000

Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Limite politico administrativo de caracter provisional MDSP-UTL-2004.

Elaborado por: VRHR

Aguada Mayu CH-P-012



Vista aguas abajo de la presa ,vertedor de excedencias y compuertas de desfogue de fondo

Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	6,00 km^2	Municipio	Mojocoya
Altura de la presa	8,00 m	Latitud	18°47'35"
Longitud coronamiento	24 m	Longitud	64°40'29"
Capacidad de embalse	34.000 m^3	Cuenca de influencia	Tomina
Cota coronamiento	2.527 msnm	Río de la presa	Laica Kota

Antecedentes y situación actual

La presa Aguada Mayu pertenece al sector del mismo nombre, de la comunidad Astillero, originalmente construida los años 1996 a 1997, siendo ampliada el año 2000 ya que la cuenca permitía ampliar el volumen de almacenamiento, abasteciendo así a varias cosechas debido a las sequías temporales que se presentan después de las primeras lluvias, beneficiando a 10 familias campesinas componentes de un Comité de Regantes con aproximadamente 13 hectáreas.

La presa fue ejecutada por la ONG Promotores Agropecuarios (PROAGRO) con la participación de la comunidad beneficiaria mediante el aporte de mano de obra no calificada.

En el financiamiento de esta obra participaron NOGUB y COSUDE. La presa de Aguada Mayu opera con regularidad pero con filtraciones menores en el cuerpo y debajo de la presa como también en las compuertas de desfogue de fondo. Existe mantenimiento regular de las obras complementarias.

Área de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6637 I

Churicana CH-P-013



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa

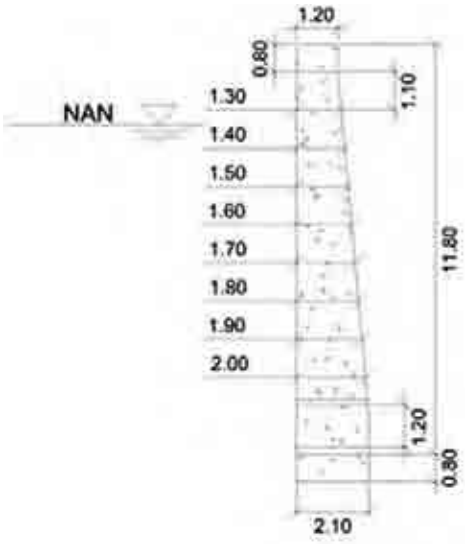
Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,98 km^2	Municipio	Mojocoya
Altura de la presa	9,00 m	Latitud	18°54’21”
Longitud coronamiento	58 m	Longitud	64°36’40”
Capacidad de embalse	72.500 m^3	Cuenca de influencia	Tomina
Cota coronamiento	2.406 msnm	Río de la presa	Ñuñuna

Antecedentes y situación actual

La presa Churicana, es de reciente construcción y funcionamiento, las entidades constructoras son PROAGRO (Promotores Agropecuarios) y la comunidad de Churicana del sector Kaspicancha el año 2008.

La presa presenta filtraciones menores en el cuerpo central, los demás componentes de la presa se encuentran en buen estado. Forma parte de un micro sistema de riego para 23 hectáreas agrícolas.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *La cuenca del río Ñuñuna es de cobertura vegetal moderada y pendiente pronunciada.*

Hornillos Mayu CH-P-014



Vista aguas arriba del cuerpo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	11,35 km^2	Municipio	Mojocoya
Altura de la presa	8,70 m	Latitud	18°46’46”
Longitud coronamiento	53 m	Longitud	64°38’54”
Capacidad de embalse	47.000 m^3	Cuenca de influencia	Tomina
Cota coronamiento	2.484 msnm	Río de la presa	Hornillos Mayu

Antecedentes y situación actual

La presa de Hornillos Mayu fue construida el año 2007 por la ONG Promotores Agropecuarios (PROAGRO) con la participación de la comunidad mediante el aporte de la mano de obra no calificada.

En el financiamiento participaron Manos Unidas y la Agencia Catalana de Cooperación al Desarrollo. Existen tres presas (Jarqa Mayu, Laica Kota y Laja May) que se ubican aguas arriba de la presa.

Brinda agua de de riego complementario a 12 familias organizadas en el Comité de Regantes. La presa funciona con regularidad a pesar de presentar algunas filtraciones menores, las obras complementarias se encuentran deterioradas debido a la mala operación y manipulación de éstas.

Área de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6637 I

Comentarios: *Se observa acumulación de sedimentos, por lo que es necesario el manejo integral de la cuenca.*

Jarq’a Mayu CH-P-015



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,98 km^2	Municipio	Mojocoya
Altura de la presa	6,40 m	Latitud	18°48’42”
Longitud coronamiento	52 m	Longitud	64°40’21”
Capacidad de embalse	21.000 m^3	Cuenca de influencia	Tomina
Cota coronamiento	2.574 msnm	Río de la presa	Jarq’a Mayu

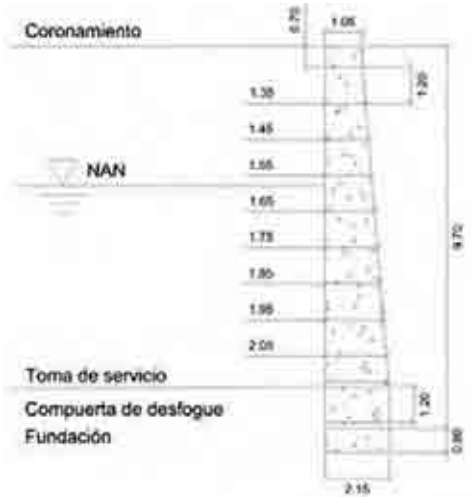
Antecedentes y situación actual

La presa de Jarq’a Mayu, perteneciente a la comunidad de Astillero, fue construida entre los años 1996 y 1997. Esta presa fue encarada por la ONG PROAGRO: “Promotores Agropecuarios” con la participación de la comunidad. Se observa que el vaso de almacenamiento se encuentra el paramento convexo del arco que forma la estructura.

La presa se encuentra actualmente fuera de funcionamiento debido a que el volumen de sedimentos ha excedido en 2 metros el nivel de la obra de toma.

La cámara de llaves de la obra de toma se encuentra con desperfectos además no posee ningún tipo de protección, el vertedor de excedencias presenta una de las paredes laterales destruida.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Es necesario el manejo integral de la cuenca como medida de mitigación a la sedimentación existente.*

Laica Khota CH-P-016



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa y compuerta de desfogue

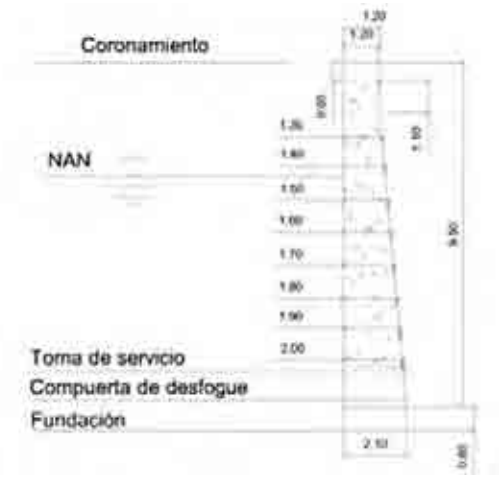
Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,58 km^2	Municipio	Mojocoya
Altura de la presa	9,50 m	Latitud	18°49’09”
Longitud coronamiento	52 m	Longitud	64°40’12”
Capacidad de embalse	42.000 m^3	Cuenca de influencia	Tomina
Cota coronamiento	2.577 msnm	Río de la presa	Laja Mayu

Antecedentes y situación actual

La presa de Laica Khota, perteneciente a la comunidad del mismo nombre, específicamente ubicada en el sector de Chaquituyoj. Fue construida aproximadamente entre los años 1996 y 1997. En el año 2000 fue ampliada en una altura de 1,10 m sobre la corona y las paredes del vertedor.

La construcción de la presa se realizó bajo la modalidad de administración directa, ejecutada por la ONG Promotores Agropecuarios (PROAGRO) con la participación de la comunidad beneficiaria mediante el aporte de la mano de obra no calificada. El proyecto beneficia a 17 familias campesinas organizadas en un Comité de Riego. La presa funciona con regularidad, sin embargo el cuerpo de la presa presenta algunas filtraciones. Entre las obras complementarias, se ha detectado que existe deterioro debido al mal manipuleo y operación.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *El nivel del sedimento acumulado ha sobrepasado el nivel de la compuerta de desfogue, por lo que es necesario establecer el manejo integral de la cuenca.*

Laja Mayu CH-M-017



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa y obra de toma

Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,55 km^2	Municipio	Mojocoya
Altura de la presa	13,00 m	Latitud	18°48’58”
Longitud coronamiento	46 m	Longitud	64°40’42”
Capacidad de embalse	24.500 m^3	Cuenca de influencia	Río Tomina
Cota coronamiento	2.610 msnm	Río de la presa	Laja Mayu

Antecedentes y situación actual

La presa de Laja Mayu, de la comunidad de Astillero, fue construida en el año 1997, proyecto encaminado por la ONG Promotores Agropecuarios (PROAGRO) con la participación de 16 familias que riegan 5 hectáreas.

La presa se encuentra actualmente en funcionamiento, operando con regularidad a pesar de que existen filtraciones en el paramento aguas abajo así como en la base de la estructura careciendo la estructura de mantenimiento rutinario.

La obra de toma se encuentra bien conservada y protegida con una cámara de llaves a cargo del comité de riego.

Área de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6637 I

Comentarios: *Se debe realizar un manejo de la cuenca de aporte a fin de evitar la degradación de la misma.*

Ramadas CH-M-018



Vista aguas arriba del cuerpo de la presa

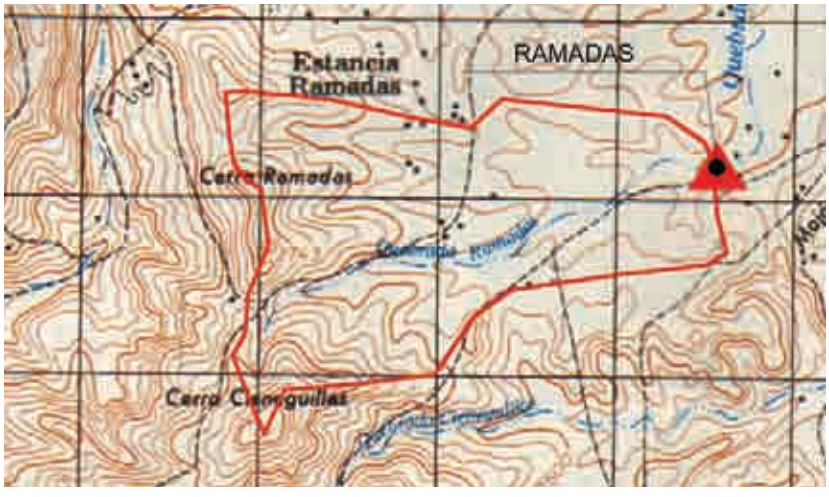
Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	3,22 km^2	Municipio	Mojocoya
Altura de la presa	12,30 m	Latitud	18°51’37”
Longitud coronamiento	87 m	Longitud	64°38’16”
Capacidad de embalse	96.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Tomina
Cota coronamiento	2.599 msnm	Río de la presa	Ramadas

Antecedentes y situación actual

La presa en arco Ramadas de la comunidad de Astilleros fue ejecutada el año 2005 por la ONG PROAGRO (Promotores Agropecuarios) a través de financiamientos externos y de la participación de 40 familias campesinas, para el riego de 30 hectáreas.

La presa se encuentra actualmente en funcionamiento, pero presenta filtraciones debido a fallas constructivas. Las obras complementarias se encuentran en buen estado por lo que se asume que se realiza una buena operación y mantenimiento de las mismas.

Área de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6637 II

Comentarios: *Se ha implementado acciones de forestación para combatir los efectos de arrastre de sedimentos y erosión hídrica, sin embargo se requieren obras para el control de cárcavas.*

San Gerónimo CH-M-019



Vista aguas arriba del cuerpo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	3,25 km^2	Municipio	Mojocoya
Altura de la presa	15,00 m	Latitud	18°50'25"
Longitud coronamiento	196 m	Longitud	64°38'52"
Capacidad de embalse	360.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Tomina
Cota coronamiento	2.510 msnm	Río de la presa	San Gerónimo

Antecedentes y situación actual

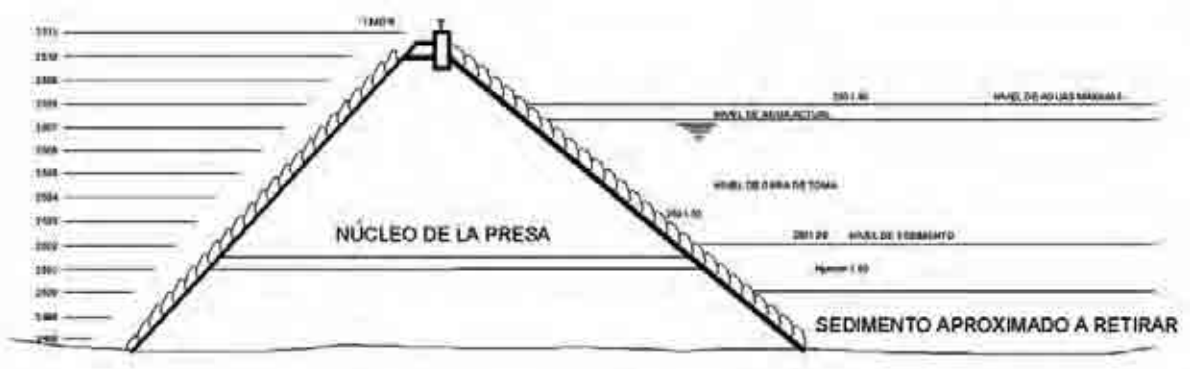
La presa de Redención Pampa, conocida como San Gerónimo por encontrarse sobre la quebrada del mismo nombre, fue concebida para el riego de 90 has, pertenecientes a 91 familias.

Fue construida por la Cooperación Regional de Desarrollo de Chuquisaca en el año 1993 a través del proyecto Norte Chuquisaca. En la actualidad, permite el riego a 70 Has aproximadamente, además de la cría a baja escala de peces. Desde el año 2008, las aguas almacenadas también son usadas para el funcionamiento de un molino comunal para las moliendas de maíz, cebada y trigo.

La presa funciona con regularidad, existe acumulación de sedimentos debido a que no existe un desfogue de fondo para la evacuación de los mismos.

El rip rap aguas arriba ha sido removido hasta el pie del talud por lo que existe un riesgo de erosión en este paramento.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Existe un estudio de deslame y manejo de la cuenca del año 2006 que no ha sido aplicado.*

Thaqo Aguada CH-P-020



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa y desfogue de fondo

Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	2,60 km^2	Municipio	Mojocoya
Altura de la presa	7,00 m	Latitud	18°51’08”
Longitud coronamiento	62 m	Longitud	64°38’33”
Capacidad de embalse	24.500 m^3	Cuenca de influencia	Río Tomina
Cota coronamiento	2.516 msnm	Río de la presa	Thaqo Aguada

Antecedentes y situación actual

La presa de almacenamiento de Thaqo Aguada fue construida en el año 2006, beneficiando a 21 familias de la comunidad de San Jorge, los mismos que operan en la temporada de siembra de miskha, en roles de turno por tiempo.

La construcción de la presa se realizó bajo la modalidad de administración directa, ejecutada por la ONG Promotores Agropecuarios (PROAGRO) y el aporte de la mano de obra no calificada de los campesinos.

La presa se encuentra actualmente en funcionamiento operando con regularidad, sin embargo, presenta algunas filtraciones de poca importancia.

Área de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6637 II

Comentarios: *Es urgente el manejo de la cuenca para evitar los procesos erosivos y la sedimentación en la presa.*

Tipa Mayu CH-P-021



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa, vertedor de excedencias y compuertas de desfogue de fondo

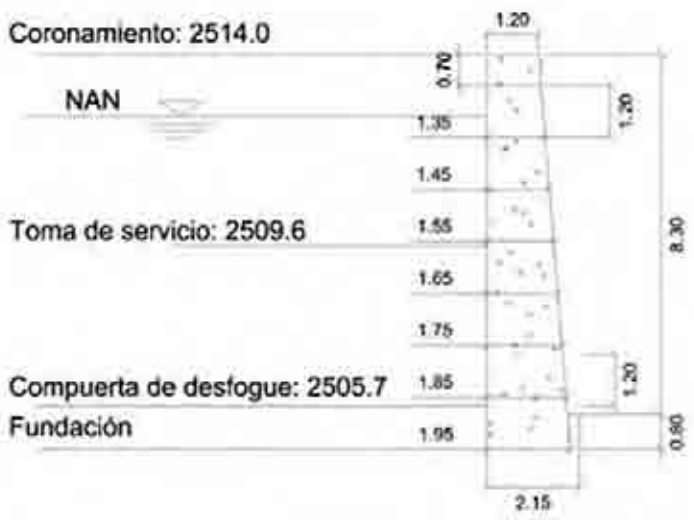
Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,65 km^2	Municipio	Mojocoya
Altura de la presa	8,30 m	Latitud	18°46’14”
Longitud coronamiento	45 m	Longitud	64°40’37”
Capacidad de embalse	26.500 m^3	Cuenca de influencia	Río Tomina
Cota coronamiento	2.514 msnm	Río de la presa	Tipa Mayu

Antecedentes y situación actual

La presa de Tipa Mayu, perteneciente a la comunidad de San Lorenzo, fue construida entre los años 1999 y 2000 por la ONG PROAGRO (Promotores Agropecuarios). Actualmente 19 beneficiarios riegan por bombeo directo desde el embalse organizando la distribución través de un Comité de Riego.

La presa se encuentra actualmente en funcionamiento, operando con regularidad, pero presenta pequeñas filtraciones. La capacidad de almacenamiento ha sido reducida en el transcurso de los ocho años de operación.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Es necesario el manejo integral de la cuenca por la pendiente pronunciada de las laderas.*

Tranca Mayu CH-P-022



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa, desfogue de fondo y vertedor de excedencias

Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	7,90 km^2	Municipio	Mojocoya
Altura de la presa	8,80 m	Latitud	18°44’43”
Longitud coronamiento	78 m	Longitud	64°39’33”
Capacidad de embalse	40.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Tomina
Cota coronamiento	2.457 msnm	Río de la presa	Tranqa Mayu

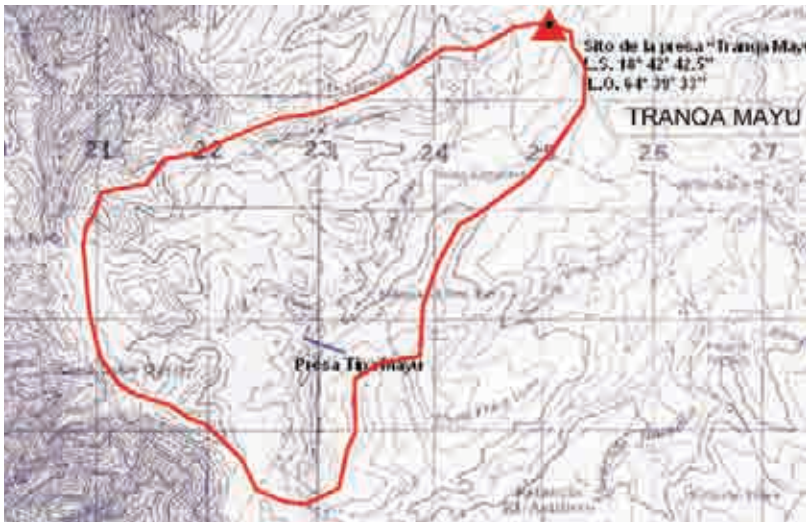
Antecedentes y situación actual

La Presa Tranqa Mayu fue construida el año 2000 por la ONG PROAGRO (Promotores Agropecuarios) para abastecer a 26 familias campesinas que poseen alrededor de 10 hectáreas en total.

La Organización está conformada por un Comité de Riego que coordina entre los usuarios las actividades de mantenimiento después de la primera lluvia del año.

La presa se encuentra fuera de funcionamiento, la obra de toma colmatada por los sedimentos acumulados, por lo que se requiere de la remoción este material.

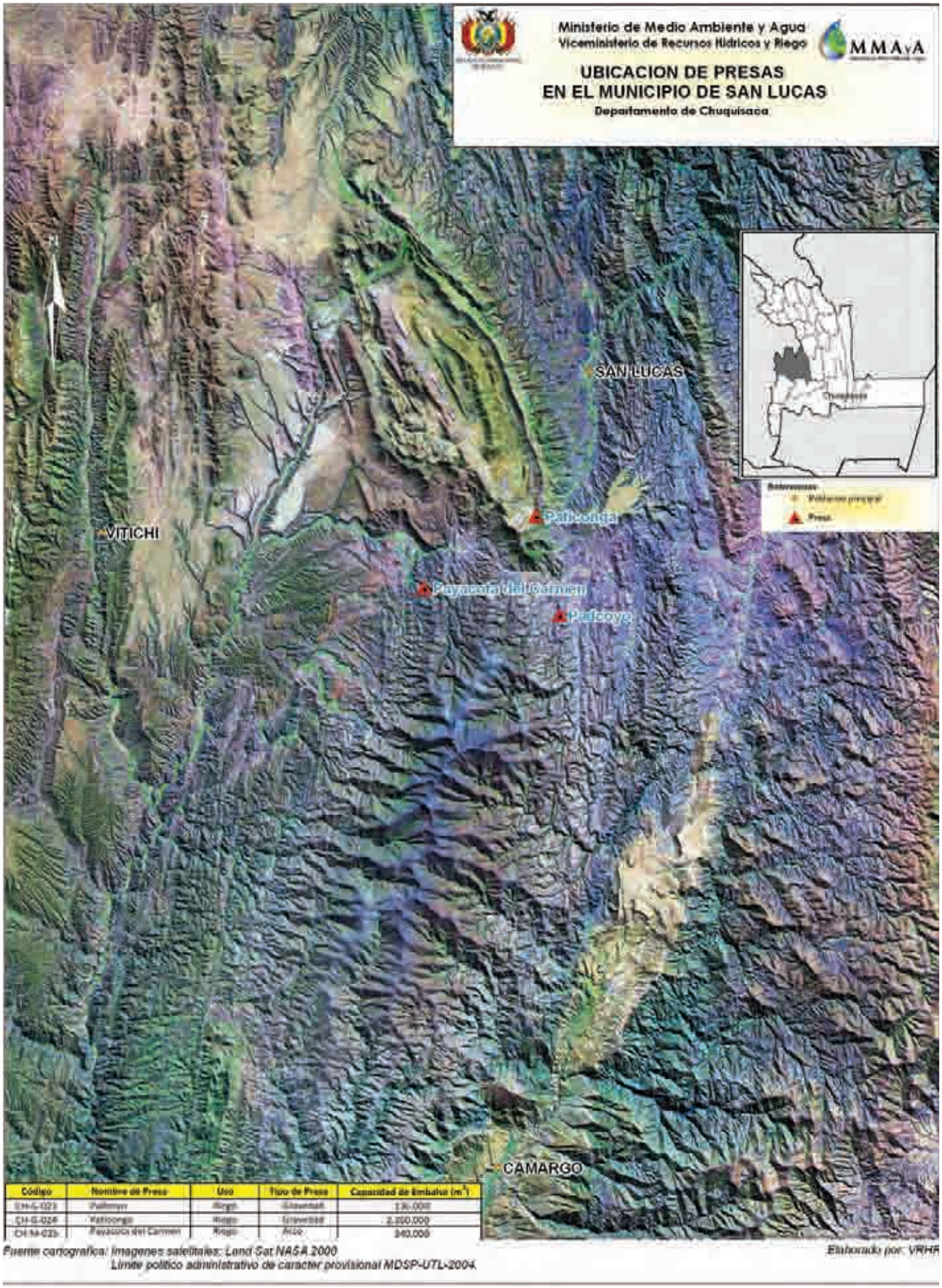
Área de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6637 I

Comentarios: *Se requiere de un manejo de la cuenca debido a las altas pendientes y consecuente erosión.*

Mapa No. 9 Presas en el Municipio de San Lucas



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m^3)
CH-S-023	Palmayo	Riego	Gravedad	130.000
CH-S-024	Palcoma	Riego	Gravedad	2.350.000
CH-S4-025	Payacota del Carmen	Riego	Arco	340.000

Padcoyo CH-G-023



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa y vertedero de excedencias

Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	16,46 km^2	Municipio	San Lucas
Altura de la presa	18,50 m	Latitud	20°15’27”
Longitud coronamiento	59 m	Longitud	65°09’20”
Capacidad de embalse	136.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Corma
Cota coronamiento	3.404 msnm	Río de la presa	Pajcha

Antecedentes y situación actual

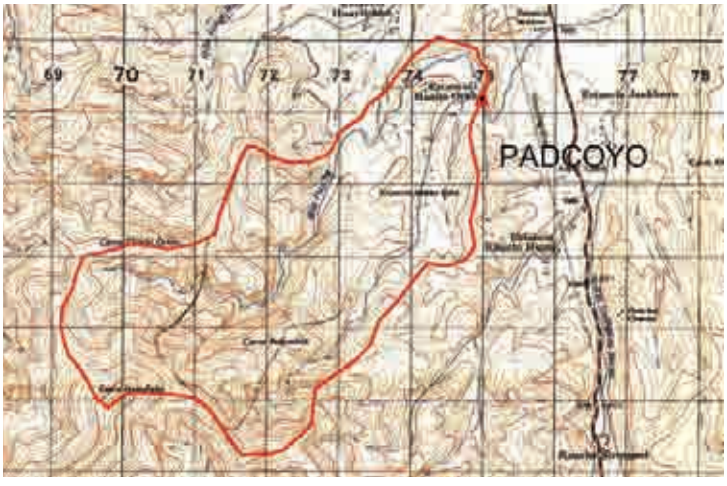
La presa reguladora de Padcoyo fue construida el año 1993, por el Proyecto Chuquisaca Sur de CORDECH y el año 1996 el Programa Nacional de Riego, complemento con canales de conducción.

La presa beneficia a 44 familias de las comunidades de Churquipampa, Padcoyo y Punquina, quienes se encargan de la operación y mantenimiento de la infraestructura.

La presa se encuentra actualmente en funcionamiento, pero presenta importantes filtraciones en el cuerpo.

El agua almacenada muestra un alto contenido de turbiedad y materia orgánica.

Área de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6533 II

Comentarios: *El volumen de sedimentos arrastrado ha reducido la capacidad de almacenamiento.*

Paticonga CH-G-024



Vista aguas arriba del cuerpo de la presa y desfogue de fondo

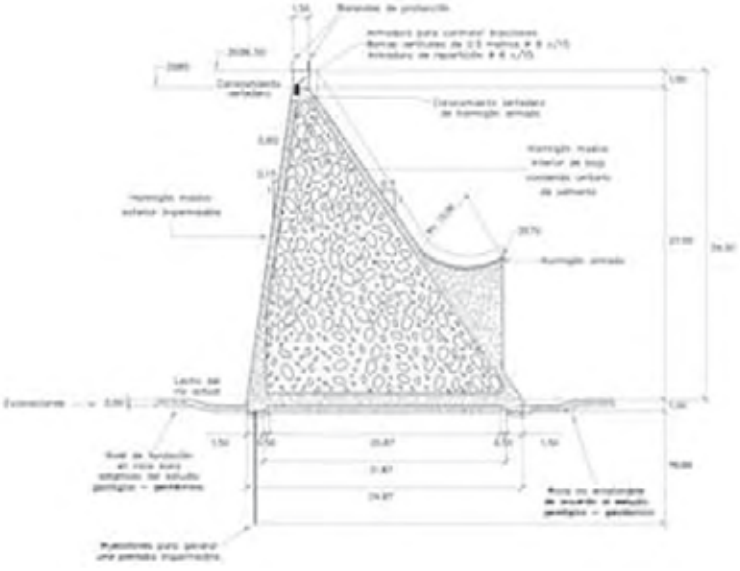
Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	42 km^2	Municipio	Nor Cinti
Altura de la presa	21,50 m	Latitud	20°11’25”
Longitud coronamiento	55 m	Longitud	65°10’19”
Capacidad de embalse	2.260.000 m^3	Cuenca de influencia	Rodeo Khocha
Cota coronamiento	3.579 msnm	Río de la presa	San Lucas Khocha

Antecedentes y situación actual

En el año 2004 se inició la ejecución de la obra, el 2006 debido a problemas sociales se amplió el plazo por la empresa Molavi y Asociados que en la actualidad se encuentra en un avance del 62%.

Actualmente la presa se encuentra inconclusa debido a una paralización desde el año 2006. Falta completar la construcción del cuerpo de la estructura en una altura aproximada de 7 m para llegar al nivel de la corona proyectada. El estado de abandono de la presa ha contribuido al deterioro paulatino del hormigón.

Sección transversal de la presa



Payacota del Carmen CH-M-025



Vista aguas arriba del cuerpo de la presa, vertedero,tubería de desfogue y conducto de desfogue de sedimentos

Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	28,52 km^2	Municipio	San Lucas
Altura de la presa	15,00 m	Latitud	20°14’19”
Longitud coronamiento	61 m	Longitud	65°15’10”
Capacidad de embalse	240.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Vitiche
Cota coronamiento	3.355 msnm	Río de la presa	Lique Mayu

Antecedentes y situación actual

La presa fue construida por el Proyecto Chuquisaca Sur (exCORDECH).entre los años 1991 a 1993, beneficiando a 206 familias campesinas de: Chullpa Grande, Chullpa Chica, Ciénega y Wisi Villque. Posteriormente se construyeron canales de riego.

La presa funciona regularmente en la actualidad pero no logra abastecer la demanda de agua para los cultivos bajo riego.

La distribución del agua se realiza por turnos.

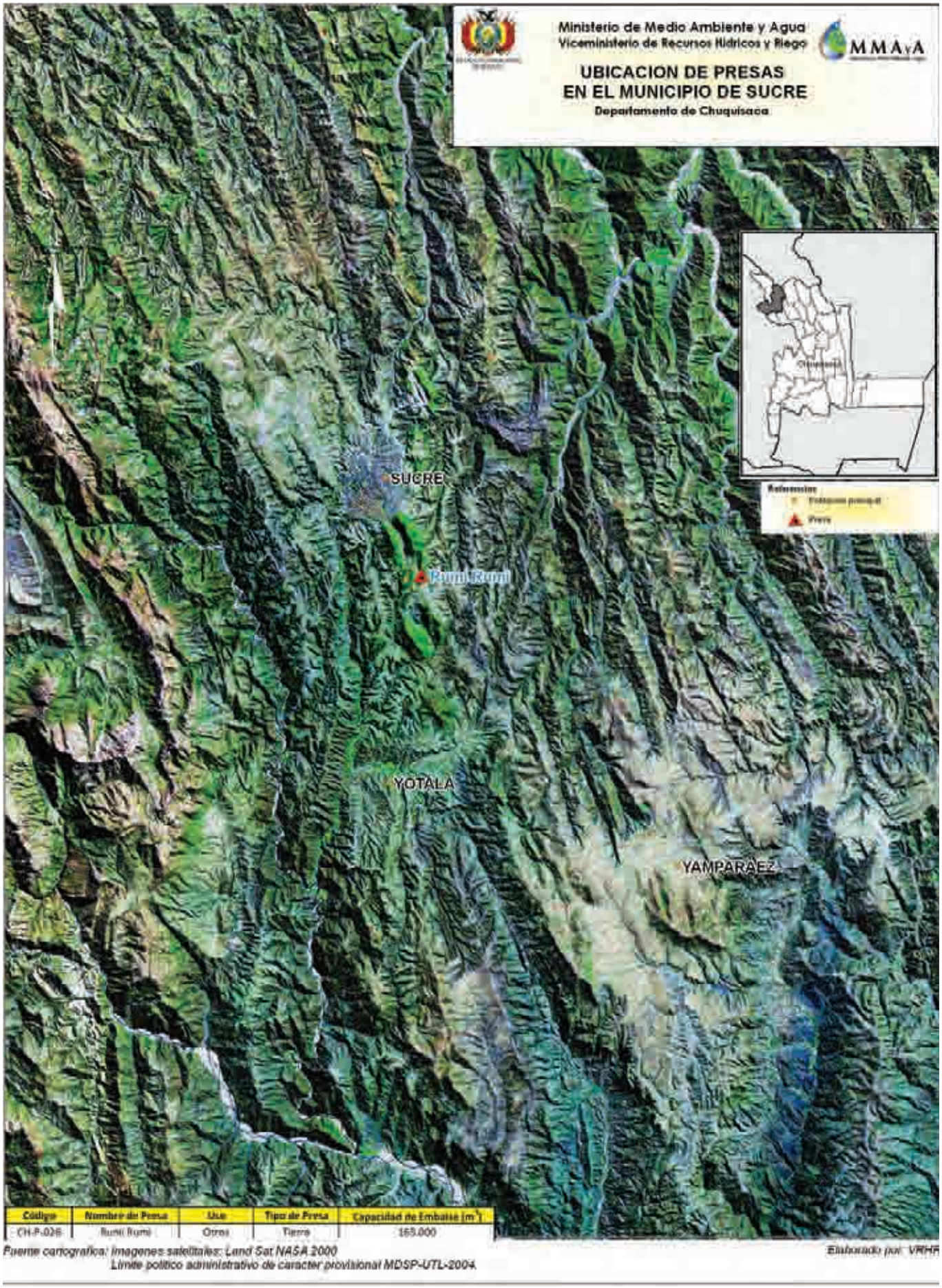
Área de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6533 II

Comentarios: *Es necesario plantear un plan de manejo integral de la cuenca de drenaje para evitar erosión hídrica.*

Mapa No. 10 Presas en el Municipio de Sucre



Rumi Rumi CH-P-026



Vista talud aguas abajo del cuerpo de la presa

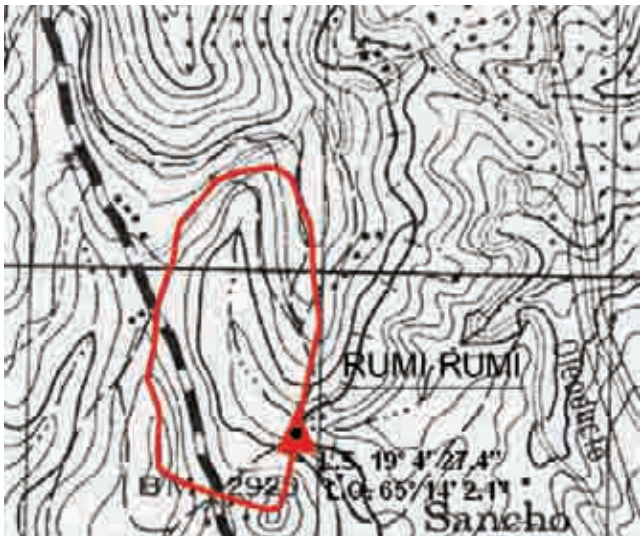
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Ambiental
Área de la cuenca	0,52 km^2	Municipio	Sucre
Altura de la presa	8,00 m	Latitud	19°04’39”
Longitud coronamiento	66 m	Longitud	65°14’08”
Capacidad de embalse	165.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Yotala
Cota coronamiento	2.940 msnm	Río de la presa	Qda. Rumi Rumi

Antecedentes y situación actual

La presa de Rumi Rumi, localizada en las proximidades de la ciudad de Sucre, en las faldas posteriores del cerro Churuquella, fue construida el año 1989 por un inversionista privado (Ing. Cors) como parte de un complejo turístico-recreacional de actividad piscícola y conservación del medio ambiente.

Aún posee agua almacenada pero estancada y con residuos orgánicos.

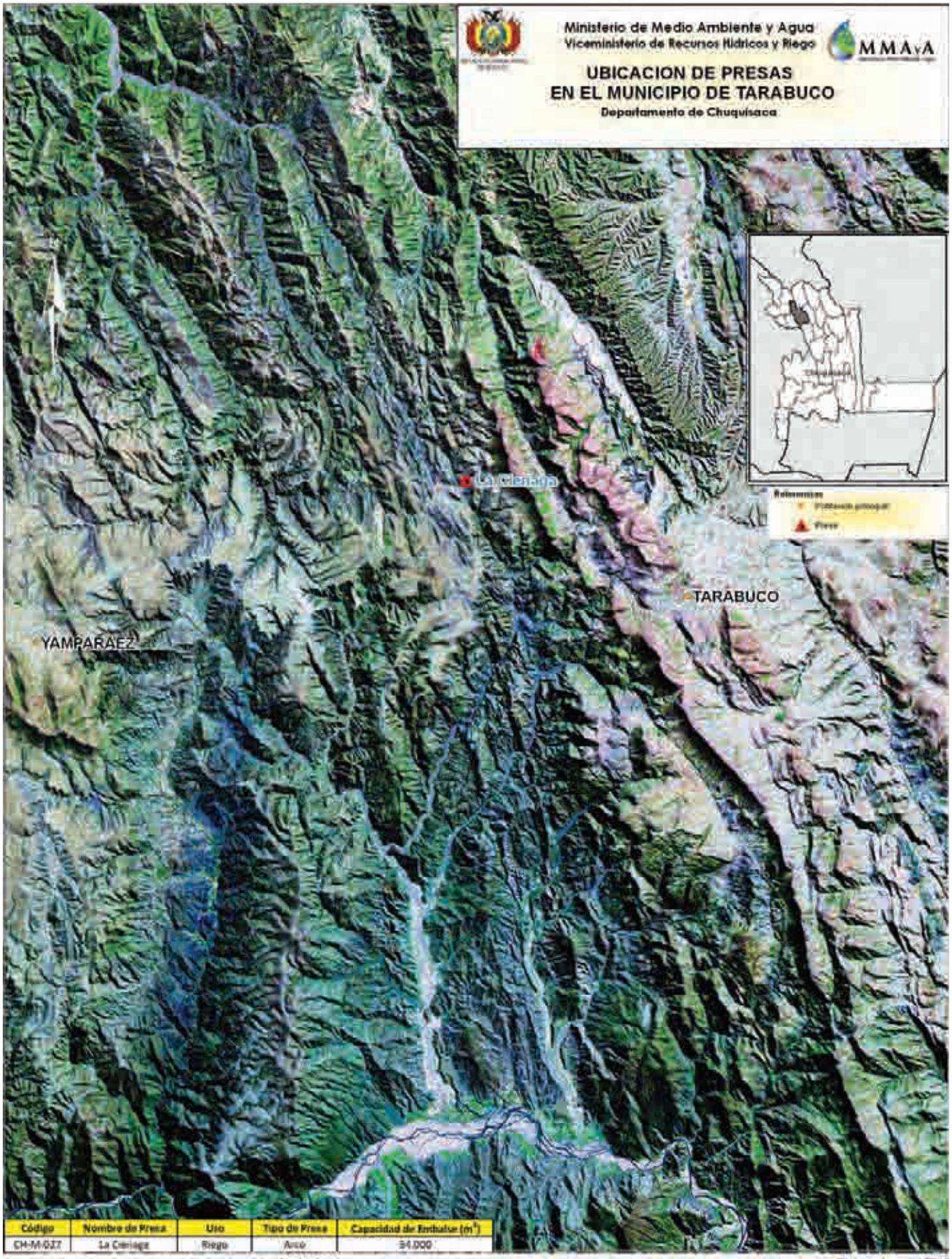
Área de la cuenca de aporte



Fuente: Cartas IGM 6637 II y 6637 III

Comentarios: *La presa se encuentra se encuentra en desuso y sin mantenimiento.*

Mapa No. 11 Presas en el Municipio de Tarabuco



La Ciénega CH-M-027



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,90 km^2	Municipio	Tarabuco
Altura de la presa	11,00 m	Latitud	19°08’47”
Longitud coronamiento	57 m	Longitud	64°59’02”
Capacidad de embalse	54.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Yotala
Cota coronamiento	3.153 msnm	Río de la presa	La Ciénega

Antecedentes y situación actual

La presa La Ciénega construida el año 2007, beneficia a 32 familias. La construcción fue encarada por la ONG Promotores Agropecuarios (PROAGRO) con la participación de la comunidad beneficiaria mediante el aporte de la mano de obra no calificada.

A la construcción de la presa, se implementó un programa de forestación con el objeto de coadyuvar a la conservación de la cuenca de aporte.

La presa se encuentra actualmente en funcionamiento, aunque presenta filtraciones en el cuerpo de la misma debido a deficiencias en la etapa de construcción.

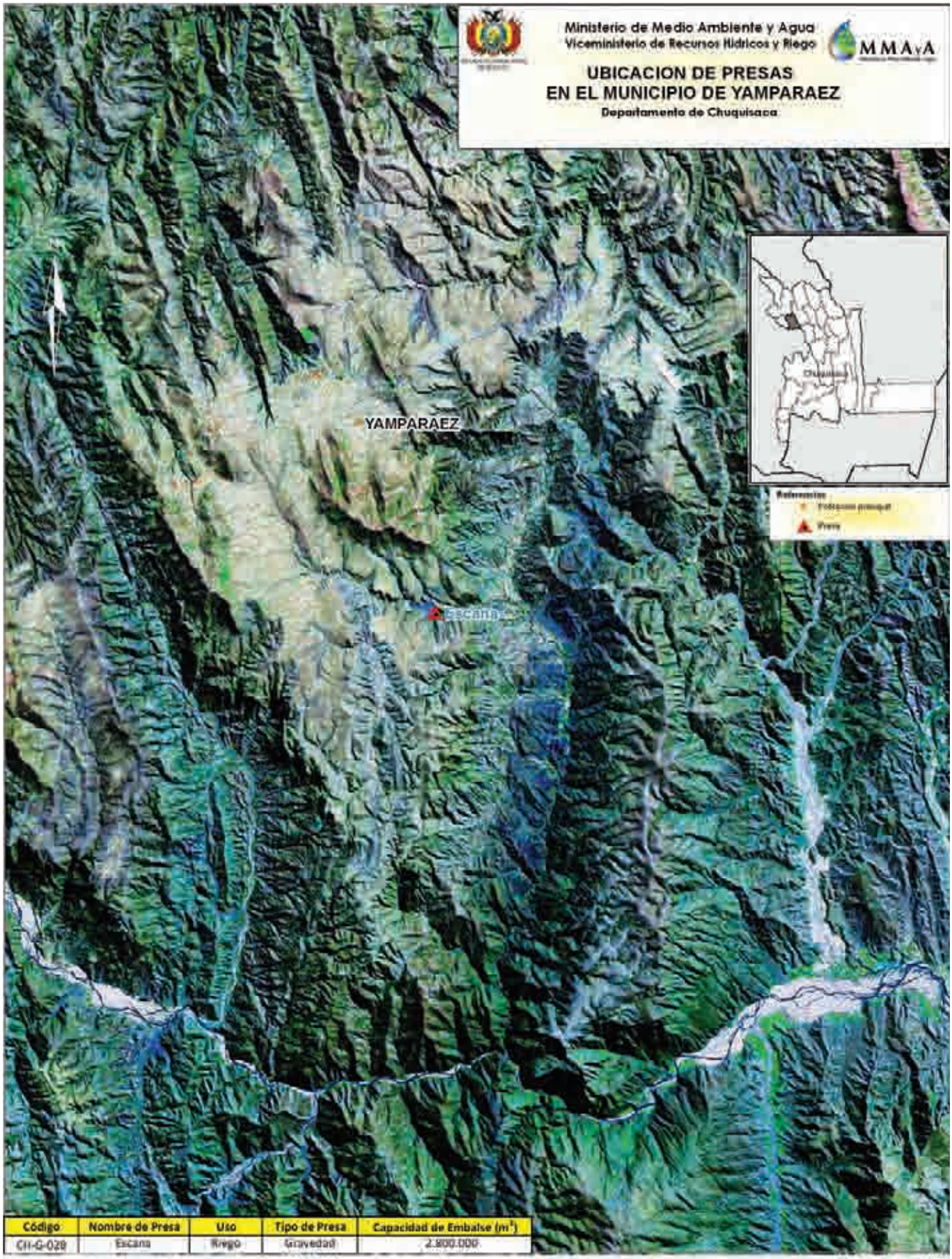
Área de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6636 IV

Comentarios: *Debe realizarse un manejo complementario de la cuenca debido a la pendiente pronunciada.*

Mapa No. 12 Presas en el Municipio de Yamparaez



Escana CH-G-028



Vista aguas abajo de la presa, vertedor de excedencias y obra de toma

Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	26,08 km^2	Municipio	Yamparáez
Altura de la presa	34,50 m	Latitud	19°14’53”
Longitud coronamiento	118 m	Longitud	65°06’17”
Capacidad de embalse	2.800.000 m^3	Cuenca de influencia	Escana
Cota coronamiento	3.174 msnm	Río de la presa	Pulqui

Antecedentes y situación actual

La presa de Escana, forma parte de un proyecto integral encarado por la ex Corporación Regional de Desarrollo de Chuquisaca (Cordech), con el propósito de regar en las comunidades de Era Pampa, Puente Pampa y Escana. La aplicación del riego es tecnificado por aspersión (270 hectáreas) en combinación con riego por gravedad (30 hectáreas).

Las 160 familias organizadas en la Asociación de Regantes se encargan del mantenimiento de la infraestructura. La presa se encuentra actualmente en funcionamiento y presenta mínimas filtraciones.

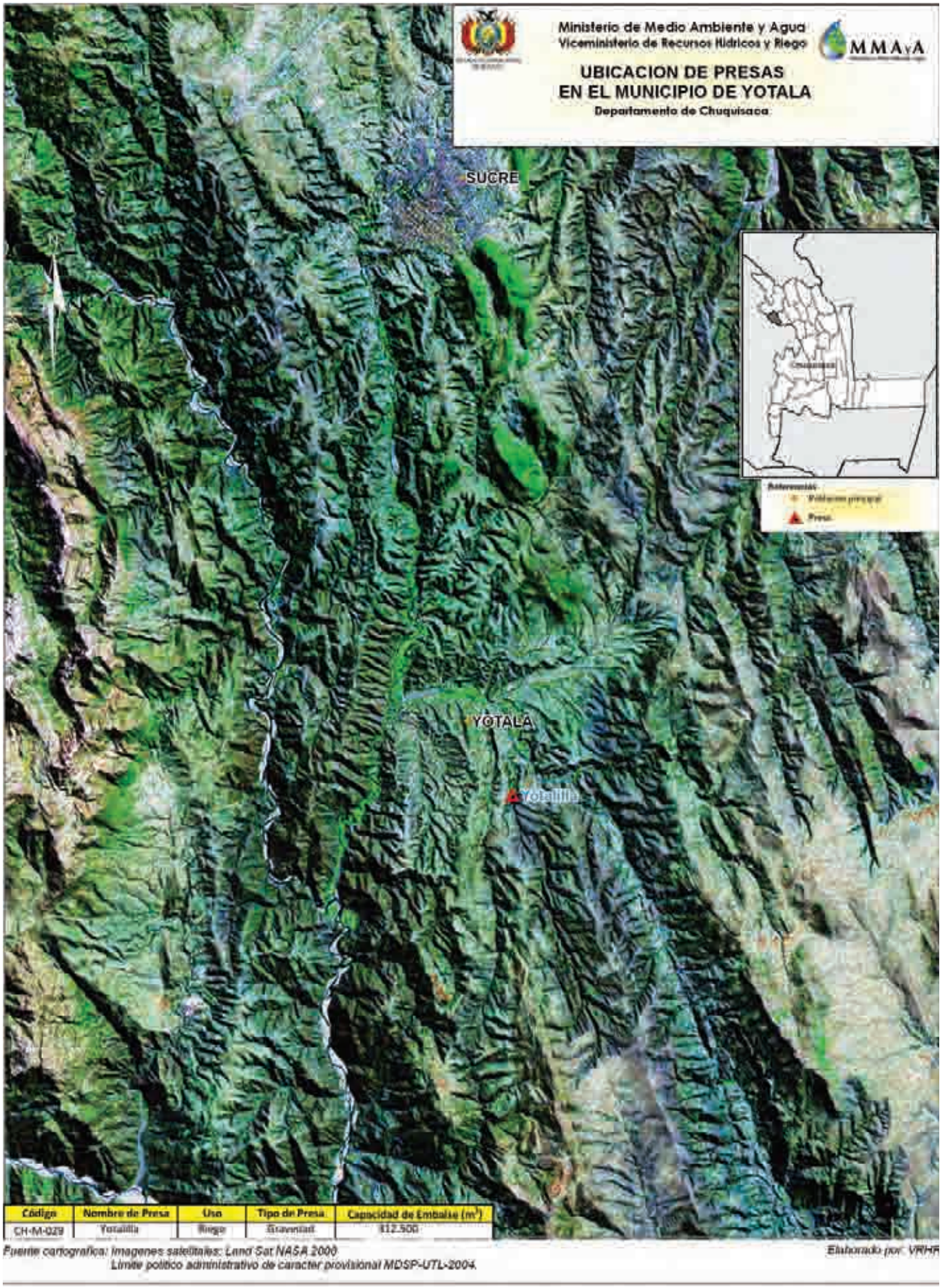
Área de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6536 II

Comentarios: *Existen sedimentos en el vaso de la presa por lo que es necesario controlar el arrastre de material.*

Mapa No. 13 Presas en el Municipio de Yotala



Yotalilla CH-M-029



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa y vertedero de excedencias

Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	13,40 km^2	Municipio	Yotala
Altura de la presa	15,00 m	Latitud	19°10’45”
Longitud coronamiento	78 m	Longitud	65°14’20”
Capacidad de embalse	312.500 m^3	Cuenca de influencia	Yotala
Cota coronamiento	2.629 msnm	Río de la presa	Río Yotalilla

Antecedentes y situación actual

La presa de regulación de Yotalilla construida por Consitop fue concluida el año 1989 con el doble propósito de riego y consumo humano atendiendo a 101 familias de las comunidades de Molle Mosoj, Llajta y Villa del Carmen.

La presa se encuentra actualmente en funcionamiento, a pesar que existen algunas filtraciones, además de un problema de colmatación del embalse. Las obras complementarias se encuentran en buenas condiciones.

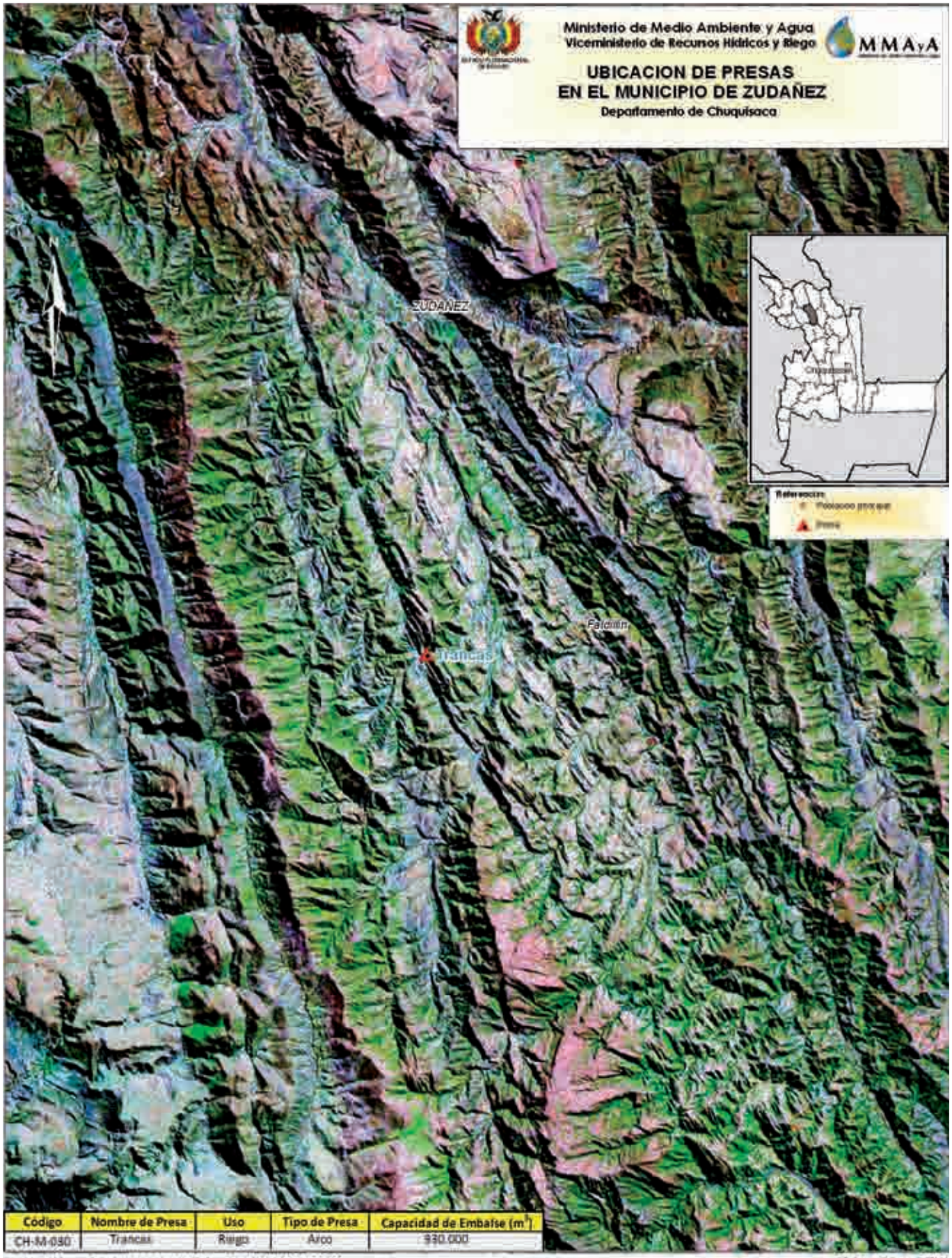
Área de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6536 II

Comentarios: *Existen problemas de sedimentación, la presa ya fue sometida a un proceso de dragado después de una primera colmatación, pero el fenómeno volvió a presentarse.*

Mapa No. 14 Presas en el Municipio de Zudañez



Trancas CH-M-030



Vista aguas arriba del cuerpo de la presa y obra de toma

Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	8,23 km^2	Municipio	Zudañez
Altura de la presa	13,20 m	Latitud	19°12’05”
Longitud coronamiento	54 m	Longitud	64°41’24”
Capacidad de embalse	930.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Zudañez
Cota coronamiento	2.710 msnm	Río de la presa	Qda Trancas Mayu

Antecedentes y situación actual

La presa fue construida entre los años 1993 a 1994 por el proyecto Norte de Chuquisaca de la Corporación de Desarrollo, la Organización no Gubernamental Promotores Agropecuarios y la participación de las comunidades de Pasota, Angostura y los terrenos bajos de Sundur Huasi.

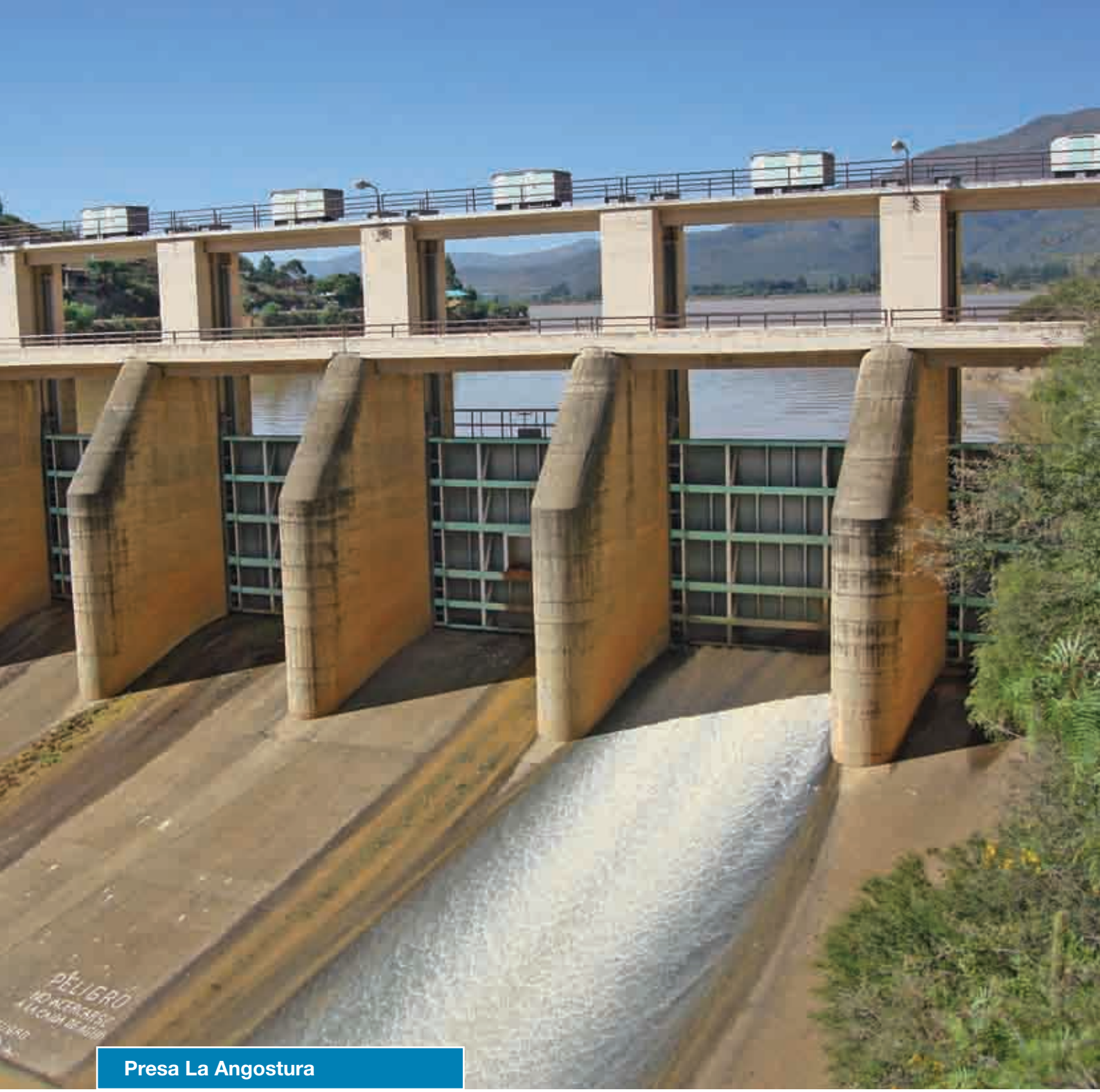
La presa actualmente se encuentra en buenas condiciones no existiendo filtraciones importantes en el cuerpo de la estructura.

Área de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6537 I

Comentarios: *Existe sedimentación en el vaso de la presa, por lo que es necesario el manejo integral de la cuenca. El sistema de riego puede ser complementado con canales hasta el área de las parcelas.*



Presa La Angostura

3. Cochabamba

115 presas
323 millones de m^3 de agua embalsados

Capítulo 3: Cochabamba

En el departamento de Cochabamba se registraron 115 presas, se constituye así en el departamento con mayor número de estas tipo de infraestructuras. La mayoría de ellas se concentran en los municipios de Sacaba y Tiraque ambos del Valle alto; les siguen en importancia Quillacollo y Tiquipaya.

El principal uso de las presas en Cochabamba se destina al riego (110 casos) y al agua potable (sólo 3 casos) una presa se destina a energía y otra a uso industrial, combinado con riego.

Según el tamaño de las presas: 82 son pequeñas, 24 grandes y 9 medianas, según la clasificación establecida. El material mayormente utilizado en la construcción es tierra (86 casos) con diferentes composiciones; seguido de 23 casos de gravedad y otros menores.

La mayoría de las presas (65) tienen funcionamiento positivo, 48 funcionan con problemas y de modo regular, y 2 aún no habían entrado en funcionamiento.

Se registra un total de 323 millones de m^3 embalsados, y -respecto al área de cuencas de aporte- se alcanzó alrededor de 2.600 millones de kilómetros cuadrados.

A continuación una tabla, con los datos principales y posteriormente los mapas de ubicación y al final las fichas resumen que describen cada presa.

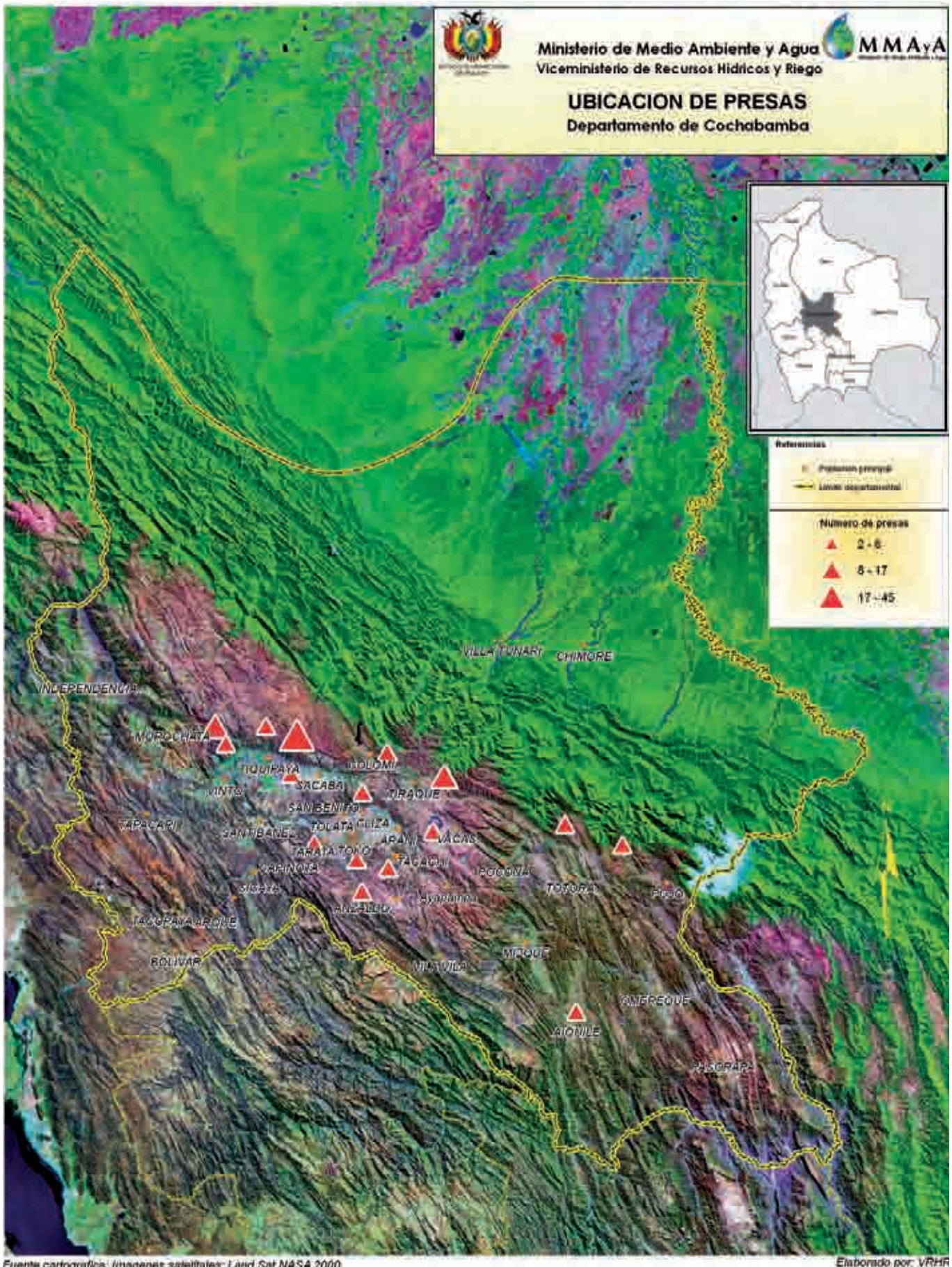
Tabla: Datos generales de las presas en Cochabamba

Municipio	Código	Nombre Presa	Material	Capacidad de embalse m^3	Area Cuenca km^2	Uso	Estado
Aiquile	CB-P-001	Angostura	Tierra	2.500	0,18	Riego	Regular
	CB-P-002	Atoj Orko	Tierra	8.000	0,28	Riego	Funciona
	CB-P-003	Miraflores	Tierra	6.000	0,26	Riego	Funciona
	CB-M-004	Tapera	Enrocado	470.000	7,22	Riego	Regular
Anzaldo	CB-M-005	Ch'alla Mayu	Gravedad	70.000	5,94	Riego	Regular
	CB-M-006	Muna Mayu	Gravedad	25.000	2,90	Riego	Regular
Cercado	CB-P-007	Country Club	Tierra	100.000	0,40	Riego	Funciona
	CB-G-008	Taquiña	Tierra	1.000.000	4,75	Industria/R	Funciona
Colomi	CB-G-009	Corani	Tierra	168.000.000	244,00	Energía	Funciona
	CB-P-010	Kewiña 1	Tierra	15.000	0,23	Riego	Funciona
	CB-P-011	Kewiña 2	Tierra	92.000	0,63	Riego	Funciona
	CB-P-012	Kotani	Tierra	194.000	10,24	Riego	Regular
	CB-G-013	Laguna Robada	Tierra	2.200.000	4,90	Riego	Funciona
	CB-P-014	Tonkoli	Tierra	82.000	9,43	Riego	Regular
Pojo	CB-G-015	Choqo Laguna	Tierra	1.400.000	1,66	Riego	Funciona
	CB-P-016	Orqhoyuj Laguna	Gravedad	341.000	0,32	Riego	Funciona
Quillacollo	CB-P-017	Cinturani	Tierra	60.000	0,53	Riego	Funciona
	CB-M-018	El Toro	Gravedad	681.500	1,50	Riego	Funciona
	CB-P-019	Falsuri	Gravedad	100.000	0,20	Riego	Funciona
	CB-P-020	Marquina	Tierra	132.000	3,23	Riego	Funciona
	CB-P-021	San Isidro	Tierra	17.500	0,25	Riego	Funciona
	CB-P-022	Chulpani	Tierra	246.000	0,45	Riego	Funciona
	CB-P-023	Khotani Alto	Tierra	79.000	0,35	Riego	Funciona
	CB-P-024	Khotani Bajo	Tierra	40.000	0,15	Riego	Funciona
	CB-P-025	Khumuni	Tierra	168.000	1,13	Riego	Funciona
	CB-P-026	La Nueva	Tierra	45.500	0,25	Riego	Funciona
	CB-P-027	San Juan	Tierra	50.000	0,40	Riego	Funciona
	CB-P-028	Tawa Cruz Antiguo	Tierra	30.000	0,27	Riego	Funciona
	CB-P-029	Tawa Cruz Nuevo	Tierra	20.000	0,02	Riego	Funciona

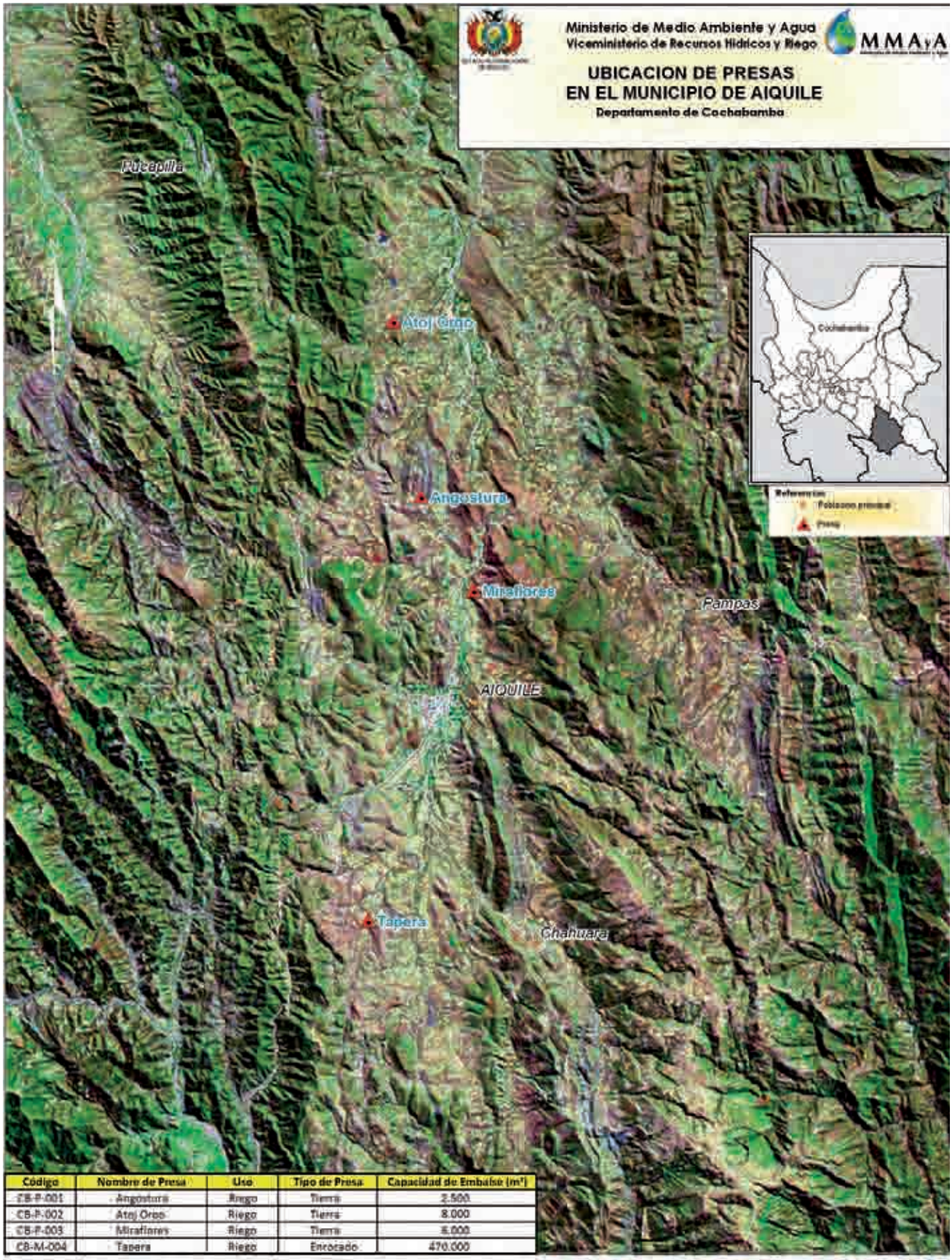
Municipio	Código	Nombre Presa	Material	Capacidad de embalse m³	Area Cuenca km²	Uso	Estado
	CB-P-030	Yanagallito	Tierra	35.000	0,05	Riego	Funciona
	CB-P-031	Chijchi Qhocha	Tierra	100.000	0,22	Riego	Regular
	CB-P-032	Kehueña	Gravedad	200.000	1,29	Riego	Funciona
	CB-P-033	Paso Apacheta	Tierra	123.000	0,65	Riego	Regular
Sacaba 1	CB-P-034	Jatun Orkho	Tierra	97.000	0,44	Riego	Funciona
	CB-P-035	Kuyoj Qhocha	Tierra	21.700	0,36	Riego	Regular
	CB-M-036	Rodeo	Tierra	730.000	4,85	Riego	Regular
	CB-P-037	Rodeo Camino	Tierra	29.200	0,96	Riego	Regular
	CB-M-038	San Isidro	Tierra	621.000	1,18	Riego	Regular
	CB-G-039	San José	Gravedad	104.000	1,53	Riego	Regular
	CB-P-040	San Pablo	Tierra	452.000	4,72	Riego	Funciona
	CB-M-041	Tuti Mayu	Tierra	720.000	2,10	Riego	Funciona
	CB-G-042	Achocalla	Tierra	3.550.000	3,80	Riego	Regular
	CB-P-043	Chiri Cueva	Tierra	390.000	0,63	Riego	Regular
	CB-P-044	Kara Khota	Gravedad	325.000	0,30	Riego	Funciona
	CB-P-045	Koncho Laguna	Tierra	341.000	2,30	Riego	Funciona
	CB-G-046	Larati	Gravedad	4.500.000	10,12	Riego	Regular
	CB-P-047	Pujru Qhocha	Tierra	71.000	0,52	Riego	Regular
	CB-P-048	Runtu Qhocha	Tierra	340.000	1,03	Riego	Funciona
	CB-P-049	Thimpuj	Gravedad	50.000	1,56	Riego	Funciona
	CB-P-050	Atoj Huachana	Tierra	90.000	0,70	Riego	Funciona
	CB-M-051	Huallatani	Gravedad	620.000	3,50	Riego	Regular
	CB-P-052	Laguna Thinki	Tierra	60.000	0,90	Riego	Regular
	CB-P-053	Laguna Thinki 2	Tierra	80.000	0,88	Riego	Regular
	CB-P-054	Laguna Thinki 3	Tierra	40.000	0,50	Riego	Regular
	CB-P-055	Mosoj Laguna	Gravedad	225.000	3,51	Riego	Funciona
	CB-P-056	N.N. 1	Tierra	65.000	2,31	Riego	Regular
	CB-P-057	N.N. 2	Tierra	65.000	2,31	Riego	Regular
	CB-P-058	Ovejeria	Tierra	134.000	3,28	Riego	Regular
	CB-P-059	Pajcha	Tierra	279.000	1,84	Riego	Regular
	CB-P-060	Tabla Laguna	Gravedad	245.000	1,38	Riego	Regular
	CB-P-061	Asna Ciénaga	Rústica	6.300	0,08	Riego	Regular
	CB-P-062	Chaki Laguna	Tierra	24.300	0,10	Riego	Regular
	CB-P-063	Chojna Khota	Tierra	115.500	1,30	Riego	Regular
	CB-P-064	Chunkara	Gravedad	94.600	0,26	Riego	Regular
	CB-P-065	Condor Khaka	Tierra	41.750	0,43	Riego	Regular
	CB-P-066	EL Toro	Tierra	16.350	0,21	Riego	Regular
	CB-P-067	Jonkho	Rústica	23.500	1,00	Riego	Regular
	CB-P-068	K'omer Qhocha	Tierra	40.000	0,52	Riego	Regular
	CB-P-069	Laguna thinki 4	Tierra	48.500	0,31	Riego	Regular
	CB-P-070	Mercedes	Tierra	211.500	0,45	Riego	Regular
	CB-P-071	Puka Laguna	Tierra	345.500	0,98	Riego	Regular
	CB-P-072	San Juan	Gravedad	421.000	0,43	Riego	Regular
	CB-P-073	San Pablo	Tierra	171.000	0,76	Riego	Funciona
	CB-P-074	Sapanani	Gravedad	249.000	0,29	Riego	Regular
	CB-P-075	N.N. 3	Rústica	104.500	0,33	Riego	Funciona
	CB-P-076	N.N. 4	Tierra	20.000	0,38	Riego	Funciona
	CB-P-077	Yana Laguna	Tierra	165.000	0,49	Riego	Regular

Municipio	Código	Nombre Presa	Material	Capacidad de embalse m^3	Area Cuenca km^2	Uso	Estado
	CB-G-078	Wara Wara	Tierra	3.425.000	4,08	A.Potable	Funciona
Sacabamba	CB-M-079	Chiara Qhochi	Arco	780.000	7,90	Riego	Regular
	CB-G-080	Quecoma	Enrocado	350.000	7,50	Riego	Regular
San Benito	CB-P-081	Chaqui Qhocha	Tierra	491.000	5,00	Riego	Regular
	CB-P-082	Tuti Laguna	Tierra	148.000	1,90	Riego	Funciona
Tarata	CB-G-083	La Angostura	Tierra	75.000.000	2022,00	Riego	Regular
	CB-G-084	Laka Laka	Gravedad	2.600.000	58,00	Riego	Regular
Tiquipaya	CB-G-085	Chankas	Tierra	1.037.000	4,45	Riego	Regular
	CB-G-086	Escalerani	Tierra	6.570.000	6,87	A.Potable	Funciona
	CB-G-087	Lagun Mayu	Gravedad	2.500.000	4,90	Riego	Funciona
	CB-P-088	Laguna Mesa	Tierra	20.000	1,58	Riego	Funciona
	CB-P-089	Laguna San Ignacio 2	Gravedad	200.000	1,25	Riego	Funciona
	CB-P-090	La Cumbre	Tierra	150.000	0,00	A.Potable	Funciona
	CB-G-091	Saytu Qhocha Abajo	Gravedad	1.000.000	3,83	Riego	Regular
	CB-G-092	Saytu Qhocha Arriba	Tierra	1.000.000	3,83	Riego	Funciona
Tiraque	CB-P-093	Choto	Tierra	3.300	0,63	Riego	Funciona
	CB-P-094	Cruz Qhocha	Tierra	100.000	4,51	Riego	Funciona
	CB-G-095	Kaspicancha	Tierra	473.000	7,60	Riego	Construcción
	CB-G-096	Murmuntani	Tierra	890.500	22,90	Riego	Construcción
	CB-G-097	Pachaj Qhocha	Tierra	1.589.000	4,88	Riego	Funciona
	CB-P-098	Pachaj Qhocha 2	Tierra	62.800	0,63	Riego	Funciona
	CB-P-99	Toro Wañuna	Tierra	46.500	0,49	Riego	Funciona
	CB-P-100	Cuenca A (Khewiñal)	Tierra	127.000	5,20	Riego	Funciona
	CB-P-101	Cuenca C (Lagunillas)	Tierra	69.000	8,90	Riego	Regular
	CB-G-102	Kewiña Qhocha	Tierra	2.000.000	2,72	Riego	Funciona
	CB-G-103	Koari Qhocha	Tierra	1.500.000	1,57	Riego	Funciona
	CB-G-104	Lluska Qhocha	Tierra	1.250.000	2,98	Riego	Funciona
	CB-G-105	Muyu Loma	Tierra	1.000.000	1,72	Riego	Funciona
	CB-G-106	Totora Qhocha	Tierra	21.500.000	13,84	Riego	Funciona
	CB-P-107	Totorayoj	Tierra	260.000	0,75	Riego	Funciona
	CB-P-108	Yana Qhocha	Tierra	300.000	3,93	Riego	Funciona
Toco	CB-P-109	Chua Loma	Tierra	470.500	17,60	Riego	Funciona
	CB-P-110	Tagapi	Gravedad	90.000	1,68	Riego	Funciona
Totora	CB-G-111	Chaupiloma	Tierra		13,20	Riego	Funciona
	CB-P-112	Chuchulgani	Gravedad	345.000	2,20	Riego	Funciona
	CB-G-113	Lahuachama	Tierra	3.540.000	13,24	Riego	Funciona
Vacas	CB-P-114	Huaynillo	Tierra	189.500	1,08	Riego	Funciona
Vinto	CB-P-115	Falsuri	Gravedad	31.000	1,30	Riego	Funciona
		Total		**323.584.300**	**2.637**		

Mapa No. 15 Presas en el departamento de Cochabamba



Mapa No. 16 Presas en el Municipio de Aiquile



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CB-P-001	Angostura	Riego	Tierra	2.500
CB-P-002	Atoj Orco	Riego	Tierra	8.000
CB-P-003	Miraflores	Riego	Tierra	6.000
CB-M-004	Tapera	Riego	Enrocado	470.000

Fuente cartográfica: Imágenes satelitales. Land Sat NASA 2000
Límite político administrativo de carácter provisional MDSP-UTL-2004

Elaborado por: VRHR

Angostura CB-P-001



Vista de la presa y el muro de contención aguas abajo

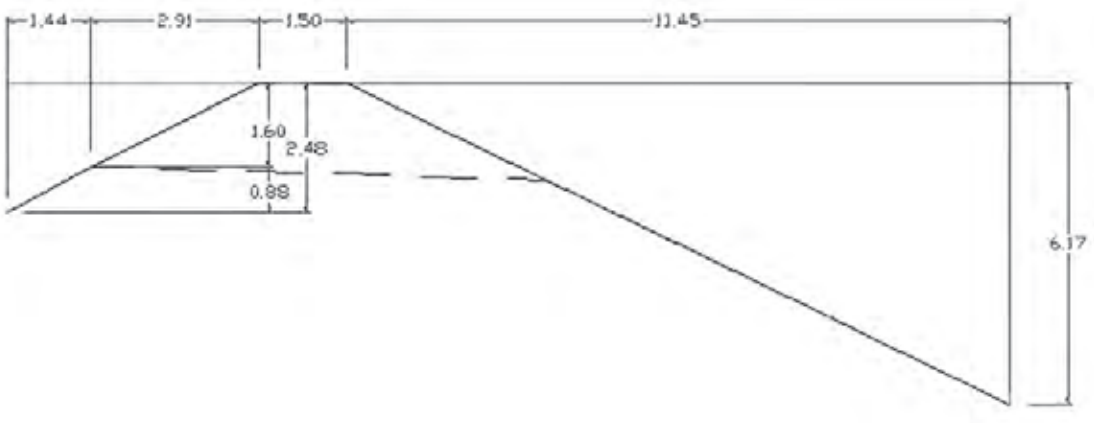
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,18 km^2	Municipio	Aiquile
Altura de la presa	6,17 m	Latitud	18° 9’14”
Longitud coronamiento	53,00 m	Longitud	65°10’59”
Capacidad de embalse	2.500 m^3	Cuenca de influencia	Río Uchu Chajra
Cota coronamiento	2.247 msnm	Río de la presa	Qda. Angostura

Antecedentes y situación actual

La presa Angostura fue construida por el Programa de Desarrollo Alternativo (PDAR). Como estructura la presa presenta un talud muy elevado en el paramento de aguas abajo lo que ocasiona una erosión activa al no estar protegido con enrocado de piedra.

En el estribo derecho se encuentra un canal cuya función es el desfogue de las aguas de rebalse. A pocos metros del canal se encuentra la obra de toma.

Sección transversal de la presa



Comentarios: La cuenca circundante se encuentra muy erosionada lo que permite prever azolvamiento del embalse en el corto plazo. Se requiere implementar acciones de manejo de cuencas.

Atoj Orqo (Cerro del zorro) CB-P-002



Vista de la corona de la presa con cubierta vegetal

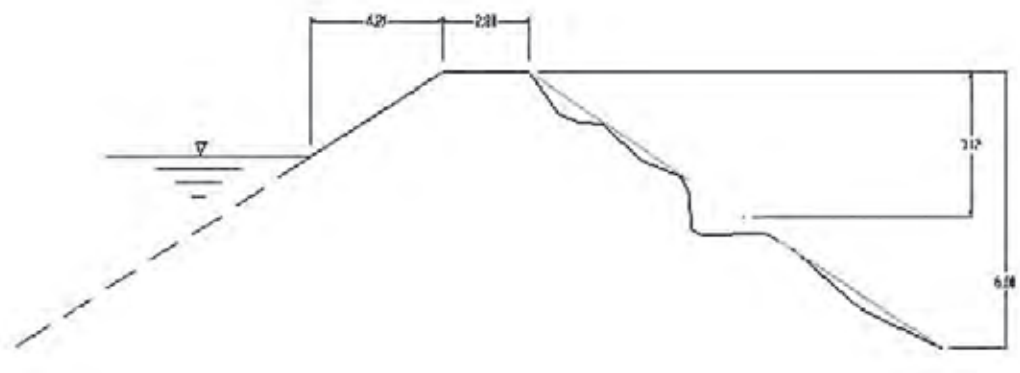
Características generales

Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,28 km^2	Municipio	Aiquile
Altura de la presa	6,00 m	Latitud	18° 6’53”S
Longitud coronamiento	43,00 m	Longitud	65°11’22”O
Capacidad de embalse	8.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Uchu Chajra
Cota coronamiento	2.171 msnm	Río de la presa	Qda. de Atoj Orko

Antecedentes y situación actual

Es una represa construida por el Proyecto de Desarrollo Alternativo Rural (PDAR) y no hay acceso a planos ni datos de diseño. No hay obra de control de excedencias y la toma, consistente en un tubo de 4 pulgadas que se encuentra a una profundidad estimada en 3,12 metros. En la parte baja de la presa se inician dos canales de riego que conducen el agua a ambas márgenes de la quebrada de Atoj Orqo.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *El estado de la cuenca circundante es aceptable. Por el tamaño de la cuenca y el estado de la obra no se prevén riesgos que afecten la obra. La calidad del agua no es la ideal.*

Miraflores CB-P-003



Vista aguas arriba de la presa

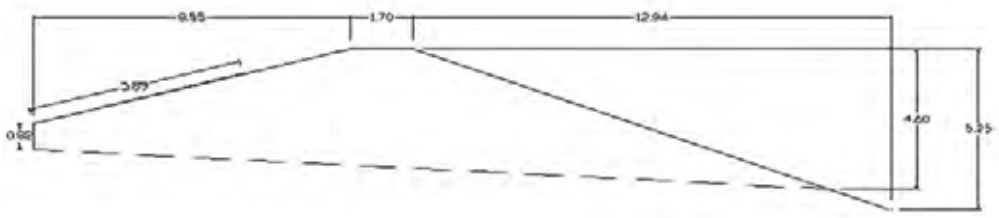
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,26 km^2	Municipio	Aiquile
Altura de la presa	5,25 m	Latitud	18°10’30”
Longitud coronamiento	45,00 m	Longitud	65°10’16”
Capacidad de embalse	6.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Uchu Chajra
Cota coronamiento	2.240 msnm	Río de la presa	Qda. Miraflores

Antecedentes y situación actual

La presa de Miraflores fue construida por Radio Esperanza de Aiquile con financiamiento de PROCLADE el año 2005 en el emplazamiento original de un atajado pequeño. La construcción original no contemplaba revestimientos y tenía el canal de control de excedencias en una cota superior a la actual. En el año 2007 debido a las infiltraciones, se procedió al revestimiento parcial del talud superior (aguas arriba) con una cortina de hormigón.

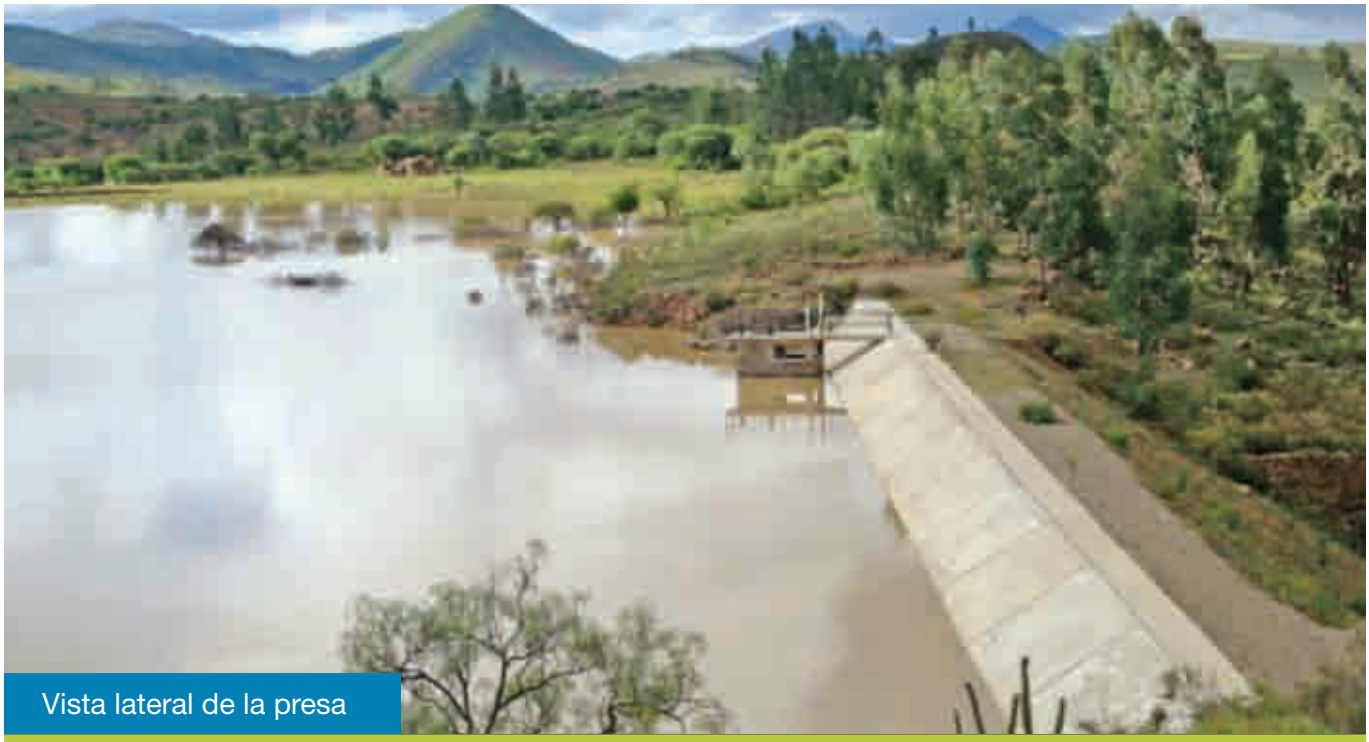
Adicionalmente, en el estribo izquierdo, se abrió una nueva obra de rebalse que empalmara al canal original de excedencias. La laguna Miraflores suministra agua de riego para 6 familias que cultivan aproximadamente 2 hectáreas.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Por el tamaño de la cuenca no se prevén riesgos para la estructura pero el ingreso de sedimentos puede ser un problema a largo plazo.*

Tapera CB-M-004



Vista lateral de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Enrocado	Uso	Riego
Área de la cuenca	7,22 km^2	Municipio	Aiquile
Altura de la presa	14,50 m	Latitud	18°14’55”
Longitud coronamiento	90,00 m	Longitud	65°11’46”
Capacidad de embalse	470.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Tapera
Cota coronamiento	2.328 msnm	Río de la presa	Leche mayu

Antecedentes y situación actual

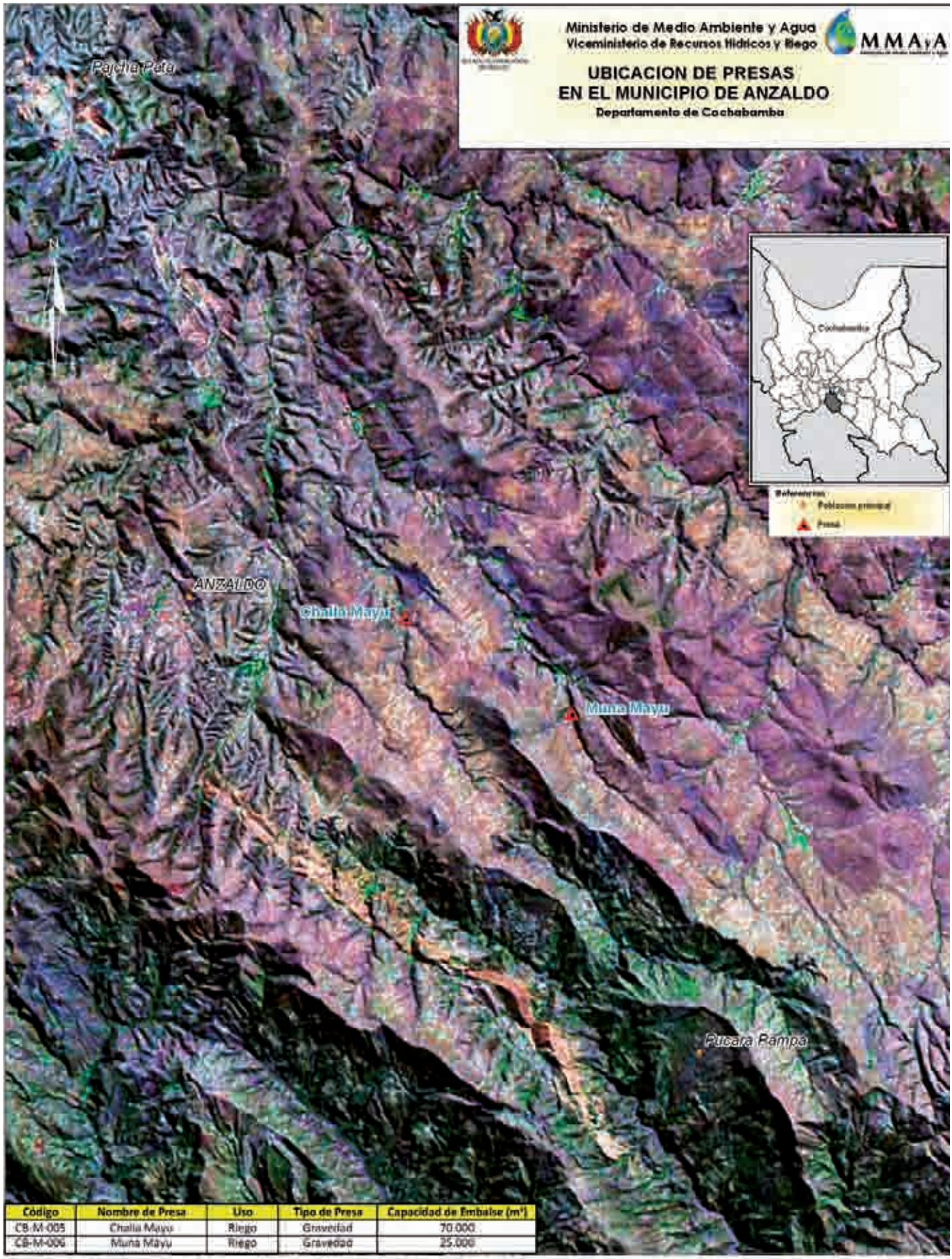
La presa presenta filtraciones y el sistema de riego funciona con dificultades necesitando trabajos inmediatos de reparación en taludes y otras partes.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *El embalse se encuentra operando con dificultades, es necesario controlar el arrastre de sedimento de la cuenca de aporte.*

Mapa No. 17 Presas en el Municipio de Anzaldo



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CB-M-005	Challa Mayu	Riego	Gravedad	70.000
CB-M-006	Muna Mayu	Riego	Gravedad	25.000

Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Limite politico administrativo de caracter provisional MDSP-UTL-2004

Elaborado por: VRHR

Ch’alla Mayu CB-M-005



Vista aguas arriba de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	5,94 km^2	Municipio	Anzaldo
Altura de la presa	13,00 m	Latitud	17°46’52”
Longitud coronamiento	62,00 m	Longitud	65°53’33”
Capacidad de embalse	70.000 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	3.069 msnm	Río de la presa	Ch’alla Mayu

Antecedentes y situación actual

Como estructura la presa se encuentra en buenas condiciones y opera adecuadamente, sin embargo se requieren trabajos de reposición de taludes para mejorar su estabilidad.

Mapa de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6440 IV Anzaldo

Comentarios: *Es necesario controlar la erosión de la cuenca de aporte.*

Muna Mayu CB-M-006



Vista aguas arriba de la presa

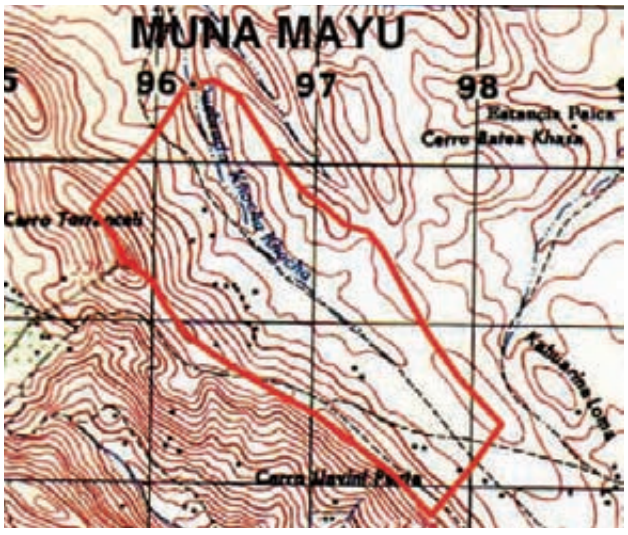
Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	2,90 km^2	Municipio	Anzaldo
Altura de la presa	11,10 m	Latitud	17°47’43”
Longitud coronamiento	23,00 m	Longitud	65°52’2”
Capacidad de embalse	25.000 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	3.106 msnm	Río de la presa	Ch’alla Mayu

Antecedentes y situación actual

La presa tiene pequeñas filtraciones.

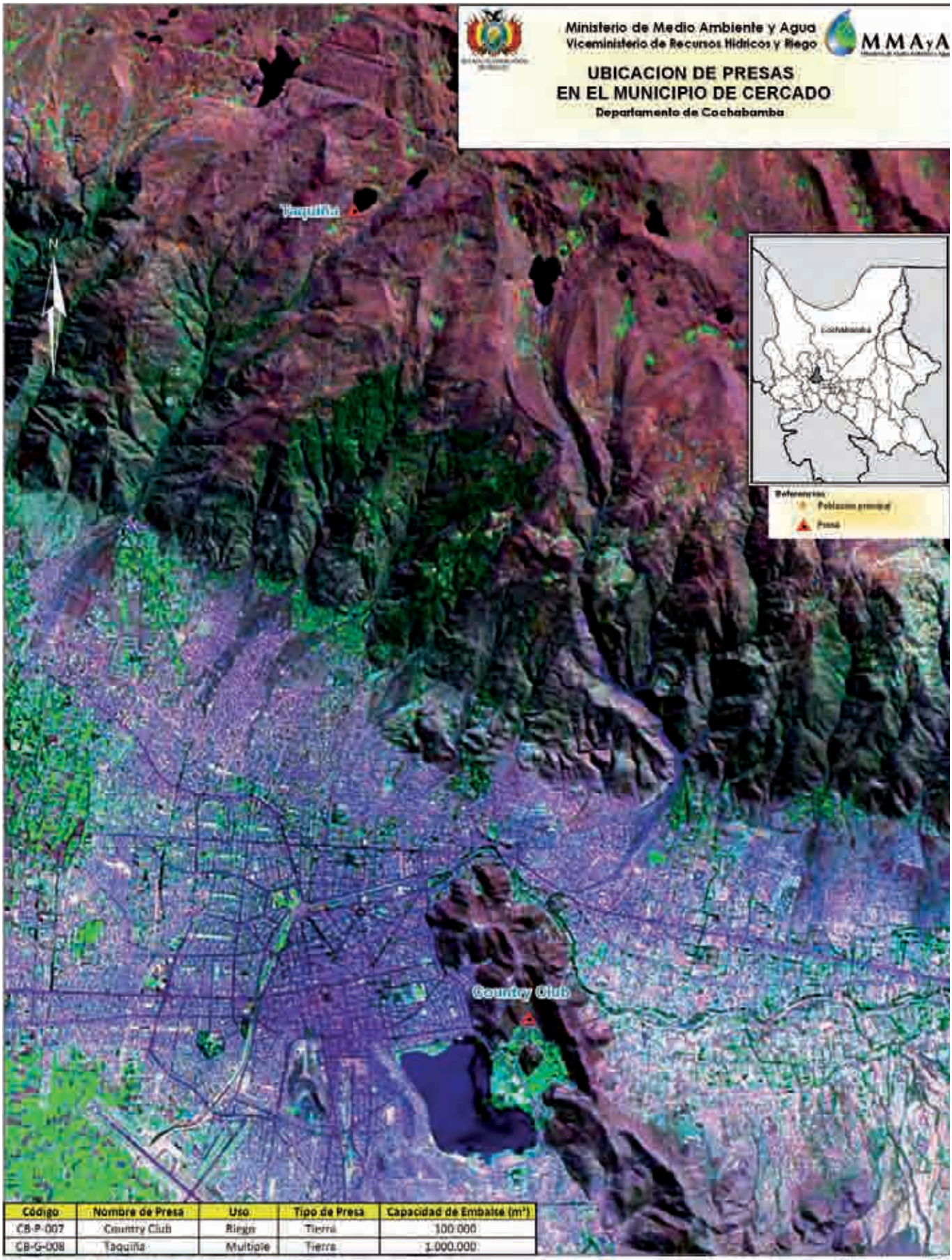
Se observa mucho sedimento en el embalse debido al excesivo arrastre de la cuenca de aporte.

Mapa de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6440 IV Anzaldo

Mapa No. 18 Presas en el Municipio de Cercado



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CB-P-007	Country Club	Riego	Tierra	100.000
CB-G-008	Taquiña	Multiple	Tierra	1.000.000

Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Limite politico administrativo de caracter provisional MDSP-UTL-2004

Elaborado por: VRHR

Country CB-P-007



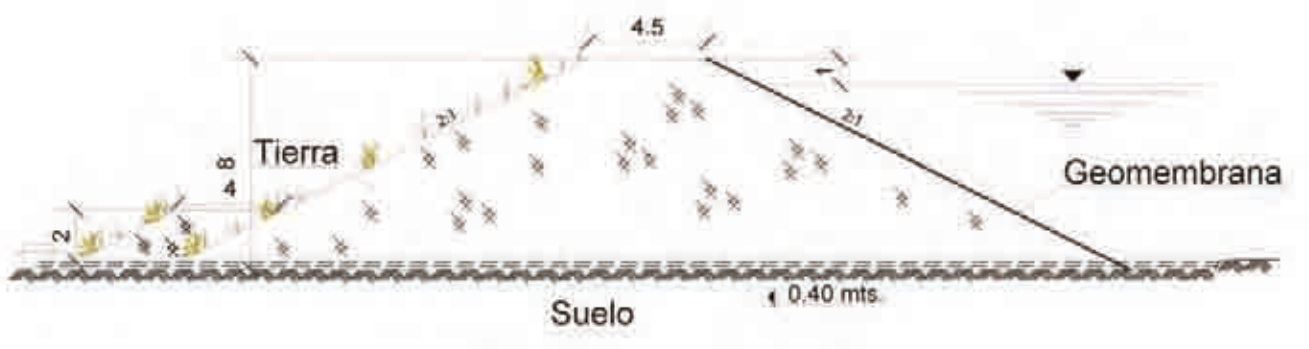
Vista lateral del talud aguas abajo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	4,75 km^2	Municipio	Cercado
Altura de la presa	12,00 m	Latitud	17°23’50”
Longitud coronamiento	38,00 m	Longitud	66°7’39”
Capacidad de embalse	100.000 m^3	Cuenca de influencia	Laguna Alalay
Cota coronamiento	4.096 msnm	Río de la presa	

Antecedentes y situación actual

La presa fue construida por el Country Club con fines de regulación para abastecer de agua a los campos de golf. Actualmente se encuentra bajo responsabilidad del ese club privado.

Sección transversal de la presa



Taquiña CB-M-008



Vista aguas abajo de la presa

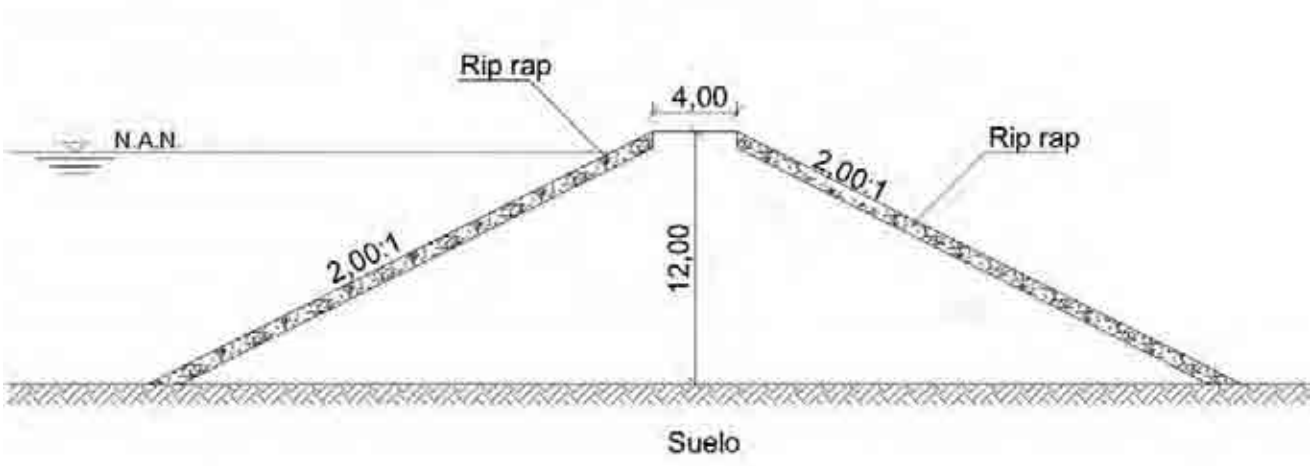
Características generales

Tipo de presa	Tierra	Uso	Múltiple
Área de la cuenca	4,75 km^2	Municipio	Cercado
Altura de la presa	12,00 m	Latitud	17°17’3”
Longitud coronamiento	38,00 m	Longitud	66°9’6”
Capacidad de embalse	1.000.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	4.096 msnm	Río de la presa	Tipicuy

Antecedentes y situación actual

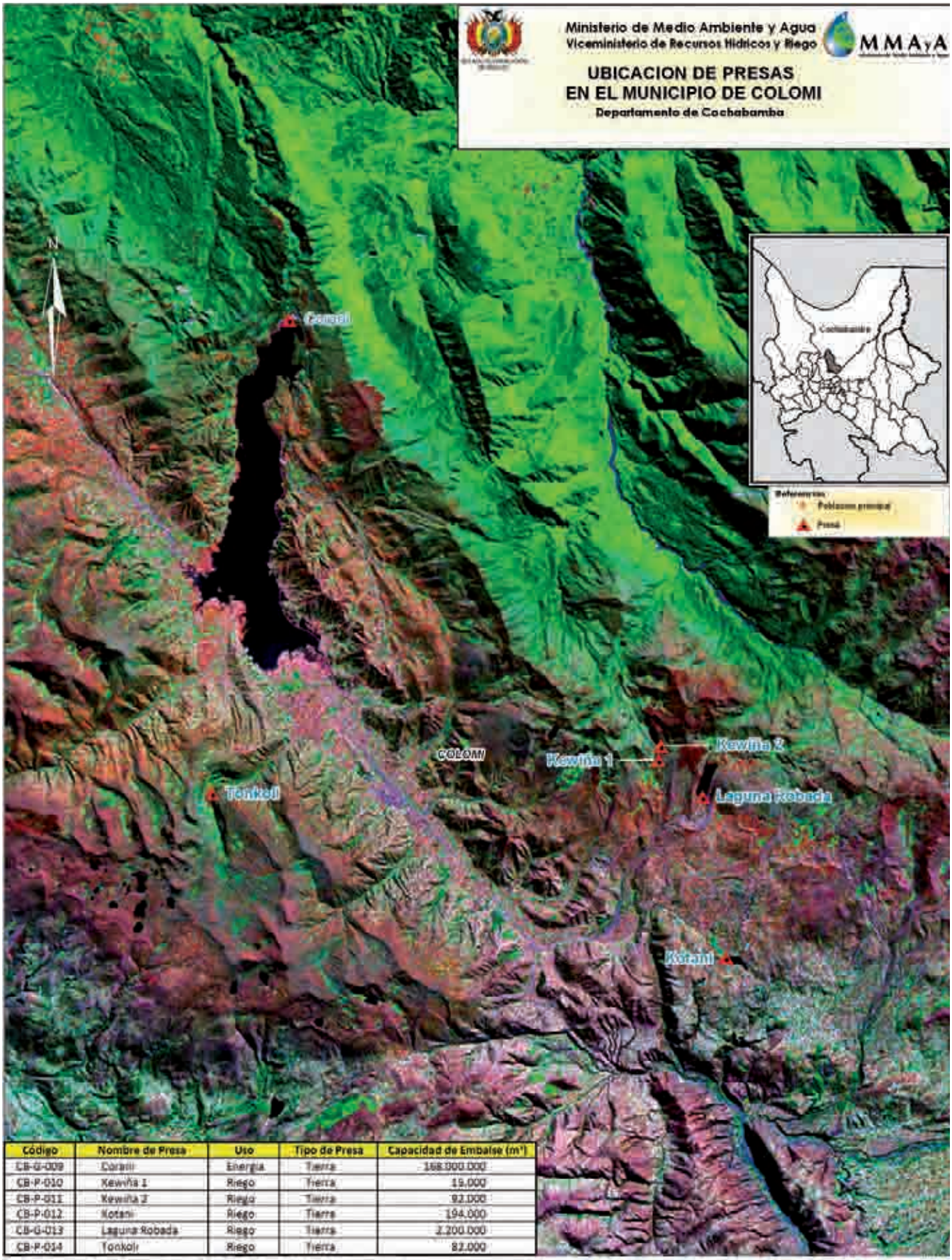
La presa Taquiña inicialmente era rústica (de tierra tepes y piedra emboquillada) y almacenaba con una altura de 6,50 metros un volumen de 600.000 m^3 posteriormente es ampliada hasta tener un embalse útil de 1 millón m^3, para uso múltiple, industria riego y agua potable, cuyos beneficiarios directos son la Cervecería Taquiña y el sindicato agrario Taquiña. Los regantes reclaman cada año mayores volúmenes de agua para su uso. El embalse no presenta problemas de sedimentos.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Como estructura la presa se encuentra en buenas condiciones, sin embargo se requiere trabajos de mantenimiento rutinario y acuerdos sociales permanentes entre la empresa que realizó la inversión y la población asentada en la zona.*

Mapa No. 19 Presas en el Municipio de Colomi



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CB-G-009	Corani	Energia	Tierra	168.000.000
CB-P-010	Kewiña 1	Riego	Tierra	15.000
CB-P-011	Kewiña 2	Riego	Tierra	92.000
CB-P-012	Kotani	Riego	Tierra	194.000
CB-G-013	Laguna Robada	Riego	Tierra	2.200.000
CB-P-014	Tonkoli	Riego	Tierra	82.000

Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Límite politico administrativo de caracter provisional MDSP-UTL-2004

Elaborado por: VRHR

Corani CB-G-09



Vista lateral de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Energía
Área de la cuenca	244 km^2	Municipio	Colomi
Altura de la presa	26 m	Latitud	17°13’38”
Longitud coronamiento	507,00 m	Longitud	65°53’30”
Capacidad de embalse	168.000.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Corani
Cota coronamiento	3.245 msnm	Río de la presa	

Antecedentes y situación actual

La presa fue construida por ENDE (Empresa Nacional de Electricidad) con fines de generación de energía eléctrica los años 60 y reconstruida el año 1988. (aumentó de altura en 5 m). Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de la empresa Corani y está en buen estado, pero existen filtraciones controladas.

Mapa de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6442 III Corani

Kewiña 1 CB-P-010



Vista lateral del talud y el coronamiento de la presa

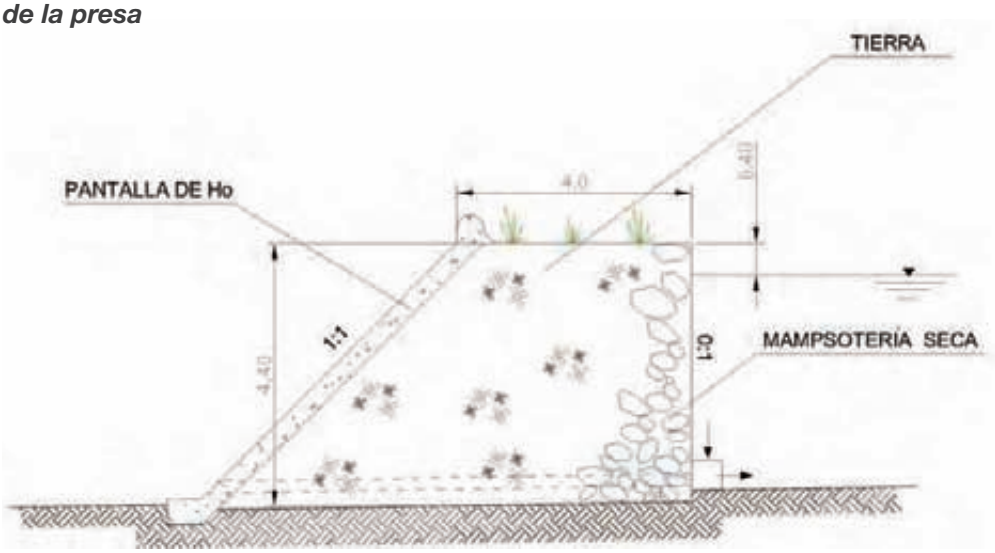
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,23 km^2	Municipio	Colomi
Altura de la presa	4,40 m	Latitud	17°19’47”
Longitud coronamiento	79,00 m	Longitud	65°48’14”
Capacidad de embalse	15.000 m^3	Cuenca de influencia	Corani
Cota coronamiento	3.950 msnm	Río de la presa	Kollpana

Antecedentes y situación actual

La presa fue construida con fines de riego, por los comunarios de Wancarani Pampa después de 1952.

Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de los campesinos usuarios. No existen riesgos, excepto las filtraciones.

Sección transversal de la presa



Kewiña 2 CB-P-011



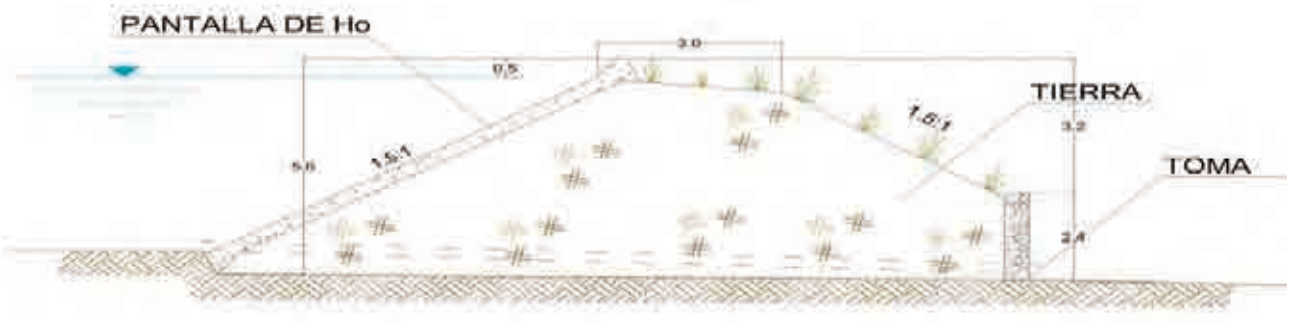
Vista aguas abajo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,63 km^2	Municipio	Colomi
Altura de la presa	5,60 m	Latitud	17°19’35”
Longitud coronamiento	37,00 m	Longitud	65°48’12”
Capacidad de embalse	92.000 m^3	Cuenca de influencia	Corani
Cota coronamiento	3.960 msnm	Río de la presa	Kollpana

Antecedentes y situación actual

La presa fue construida con fines de riego, por los comunarios de Wancarani Pampa después del 1952. Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de los campesinos usuarios. Existen filtraciones.

Sección transversal de la presa



Kotani CB-P-012



Vista aguas abajo de la presa

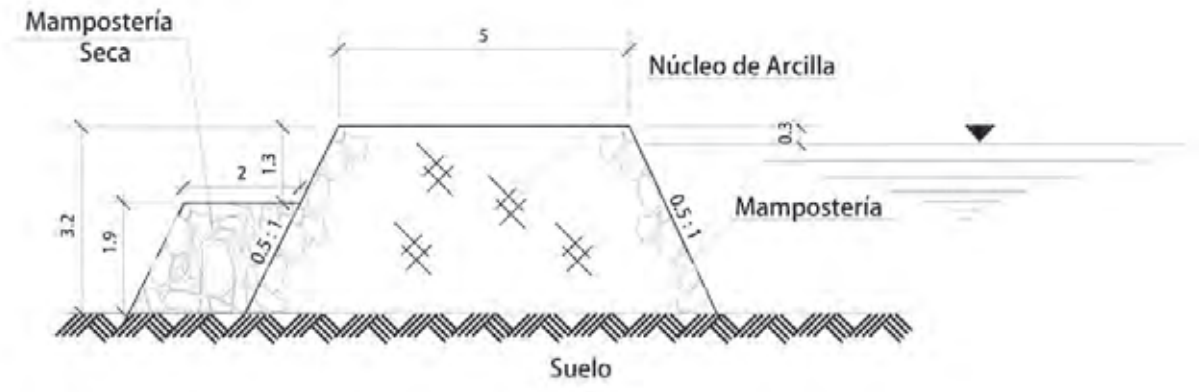
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	10,24 km^2	Municipio	Tiraque
Altura de la presa	3,20 m	Latitud	17°22’31”
Longitud coronamiento	150,00 m	Longitud	65°47’17”
Capacidad de embalse	194.000 m^3	Cuenca de influencia	Corani
Cota coronamiento	3.450 msnm	Río de la presa	Yaku Particoj

Antecedentes y situación actual

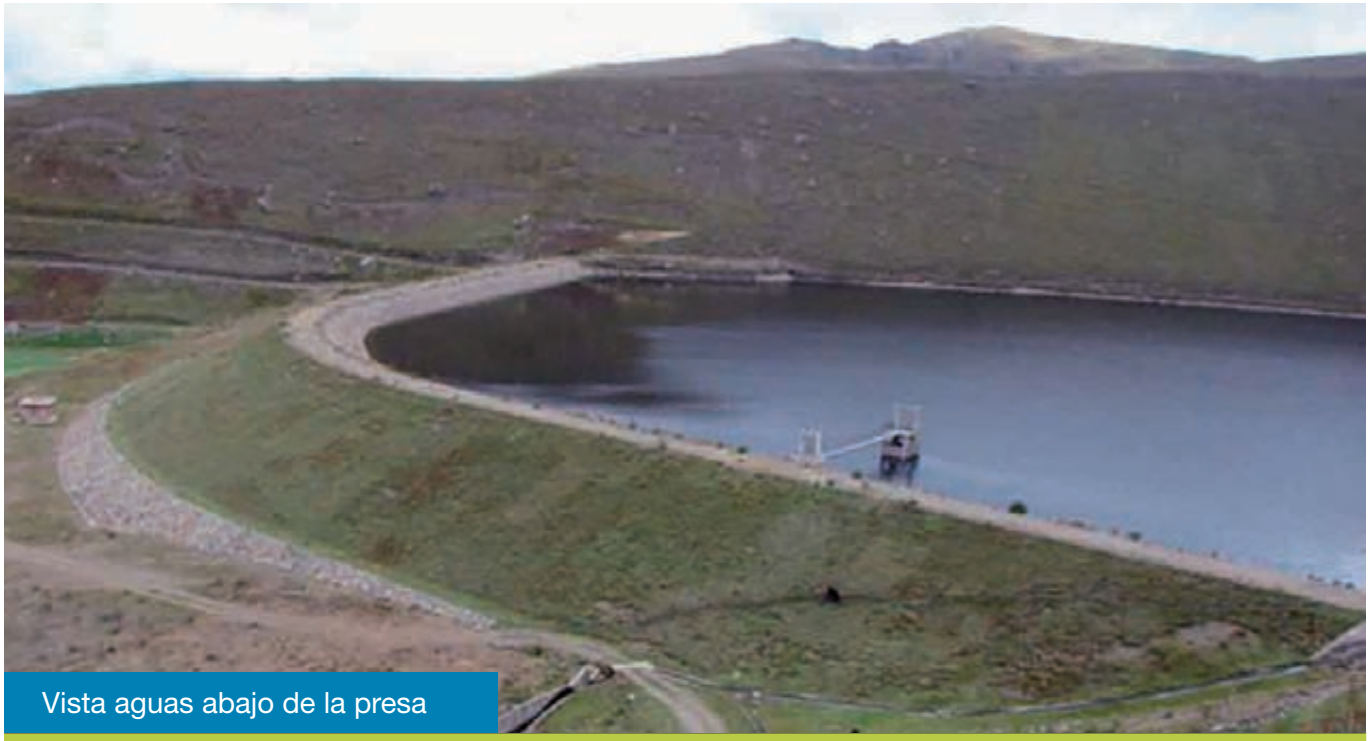
La presa fue construida con fines de riego, en la época de los patrones antes de 1952.

Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de los campesinos de Comunidades de Kotani bajo. Existen filtraciones.

Sección transversal de la presa



Laguna Robada CB-G-013



Vista aguas abajo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	4,90 km^2	Municipio	Colomi
Altura de la presa	17,00 m	Latitud	17°20’18”
Longitud coronamiento	375,00 m	Longitud	65°47’36”
Capacidad de embalse	2.200.000 m^3	Cuenca de influencia	Corani
Cota coronamiento	4.214 msnm	Río de la presa	

Antecedentes y situación actual

En 1925 hacendados de Punata construyeron una presa en las alturas de Aguirre (el nombre alude a la apropiación de aguas de otro municipio) en 1953 pasan a control de las comunidades, en 1963 colapsa por falta de mantenimiento. En 1975 el Servicio Nacional de Desarrollo de Comunidades inicia la reconstrucción. El Programa de Riego Altiplano Valles realiza estudios de ampliación y se ejecutan concluyendo el año 1985 y beneficiando a 320 familias del valle de Punata.

La presa se encuentra en buen estado y está funcionando.

Mapa de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6442 III Corani

Tonkoli CB-P-014



Vista del vertedor y coronamiento de la presa

Características generales

Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	9,43 km^2	Municipio	Colomi
Altura de la presa	3,50 m	Latitud	17°20’11”
Longitud coronamiento	98,00 m	Longitud	65°54’40”
Capacidad de embalse	82.000 m^3	Cuenca de influencia	Corani
Cota coronamiento	3.570 msnm	Río de la presa	Tonkoli

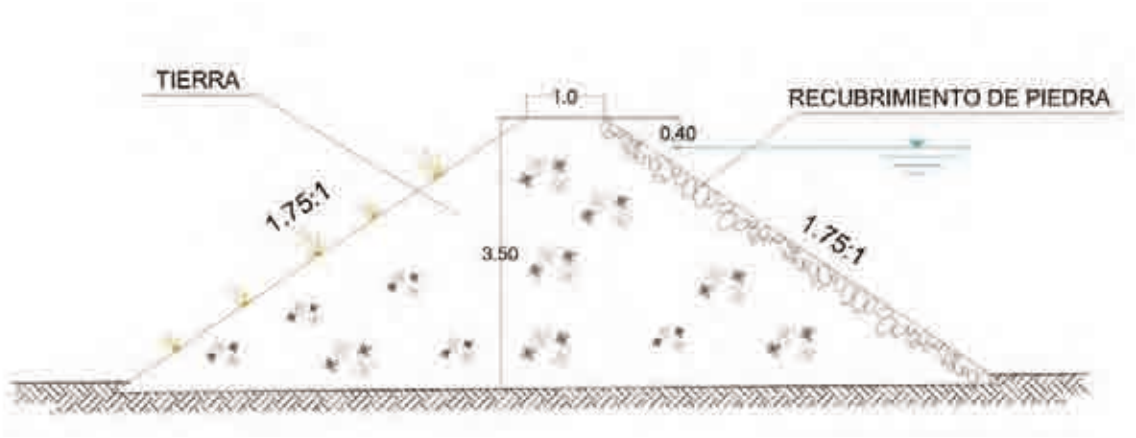
Antecedentes y situación actual

La presa fue construida con fines de riego por los hacendados antes de 1952 (Revolución Nacional). Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de los campesinos de Toncoli.

La presa consta de un cuerpo de tierra con talud aguas arriba revestido de piedra y agua abajo con hierba.

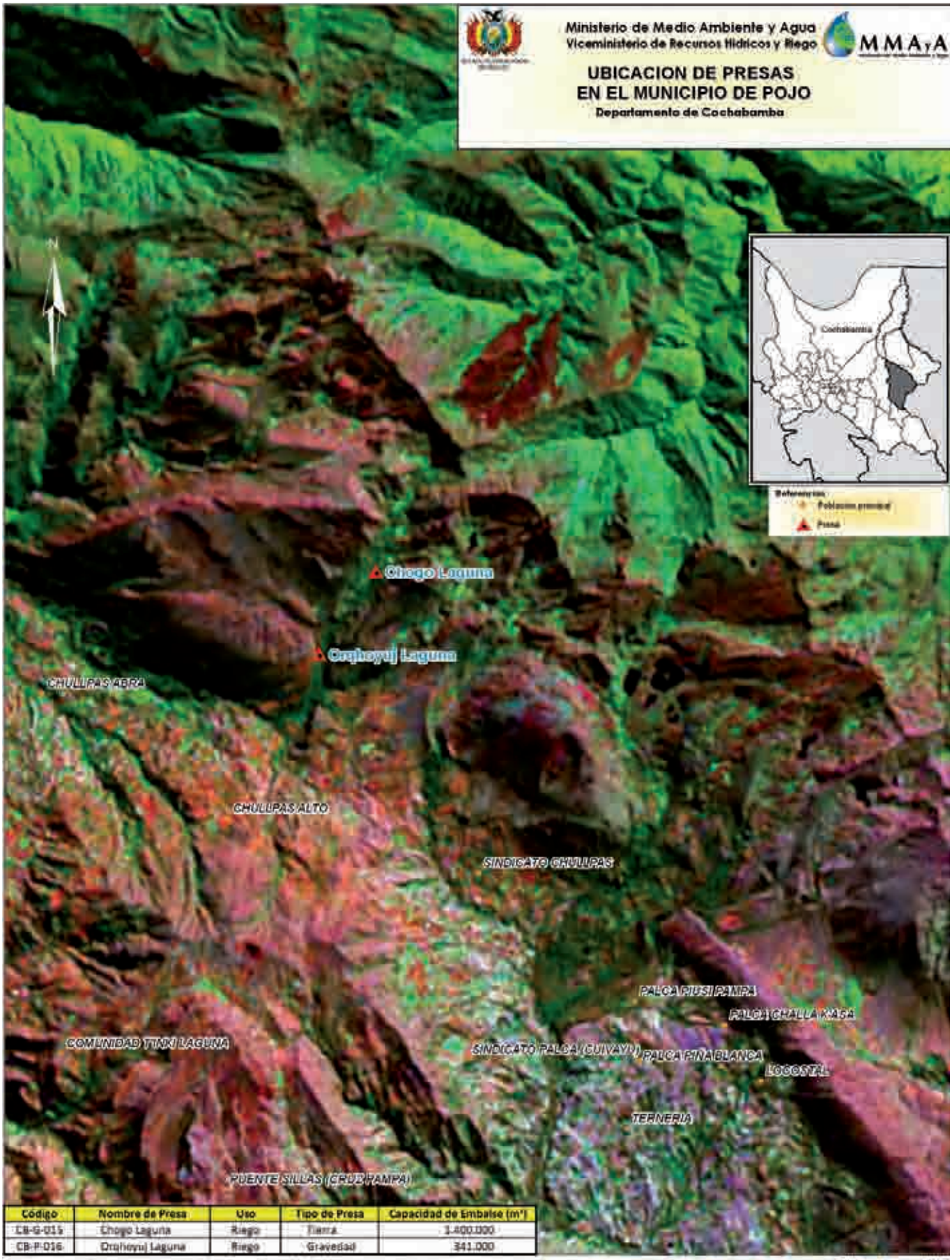
La presa se encuentra en mal estado y las filtraciones son significativas.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Ante el deterioro de la infraestructura es urgente su reconstrucción.*

Mapa No. 20 Presas en el Municipio de Pojo



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CB-G-015	Chogo Laguna	Riego	Tierra	1.400.000
CB-P-016	Orqhoyuj Laguna	Riego	Gravedad	341.000

Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Límite político administrativo de carácter provisional MDSP-UTL-2004

Elaborado por: VRHR

Choqo Laguna CB-G-015



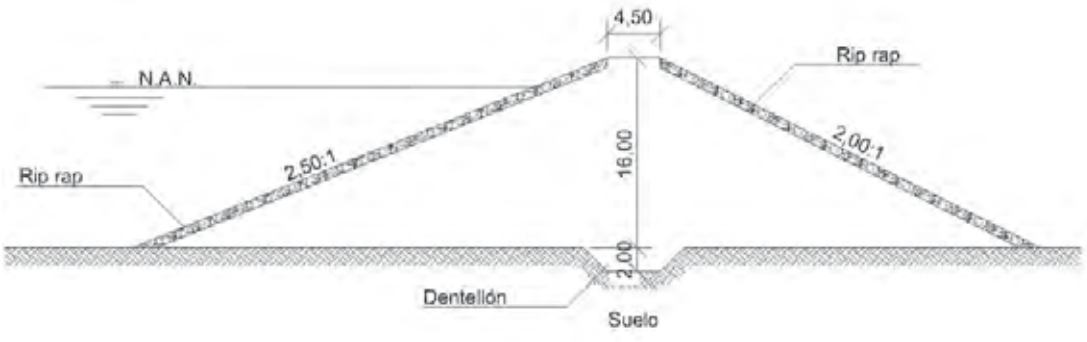
Vista aguas abajo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,66 km^2	Municipio	Pojo
Altura de la presa	16,00 m	Latitud	17°38’9”
Longitud coronamiento	127,00 m	Longitud	65°0’45”
Capacidad de embalse	1.440.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Grande de Pojo
Cota coronamiento	3.706 msnm	Río de la presa	Palca

Antecedentes y situación actual

Las familias de las comunidades campesinas de Palca, Ternería, Loqhostal, Chulpas Pajcha y Tholar, solicitaron la construcción de una represa. En los años 2001-2001 con el apoyo de las autoridades del Municipio de Pojo, han logrado que el Proyecto Agua y Tierra Campesina (ATICA) incluya en su Plan Estratégico quinquenal el estudio a diseño final de la Presa Choqho Laguna.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *La cuenca se encuentra enteramente protegida, por pasto natural y afloraciones rocosas firmes, no existiendo ningún peligro de sobre pastoreo ni deslizamientos de taludes.*

Orqhoyuj Laguna CB-P-016



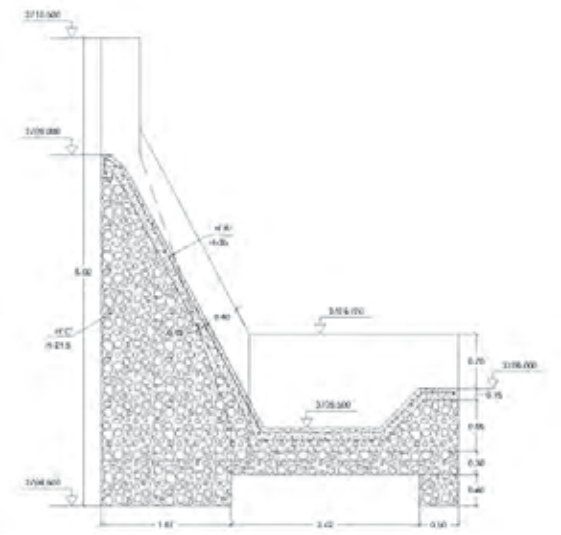
Vista aguas abajo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,32 km^2	Municipio	Totora
Altura de la presa	6,00 m	Latitud	17°38’35”
Longitud coronamiento	112,00 m	Longitud	65° 1’4”
Capacidad de embalse	341.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Grande de Pojo
Cota coronamiento	3.710 msnm	Río de la presa	Palca

Antecedentes y situación actual

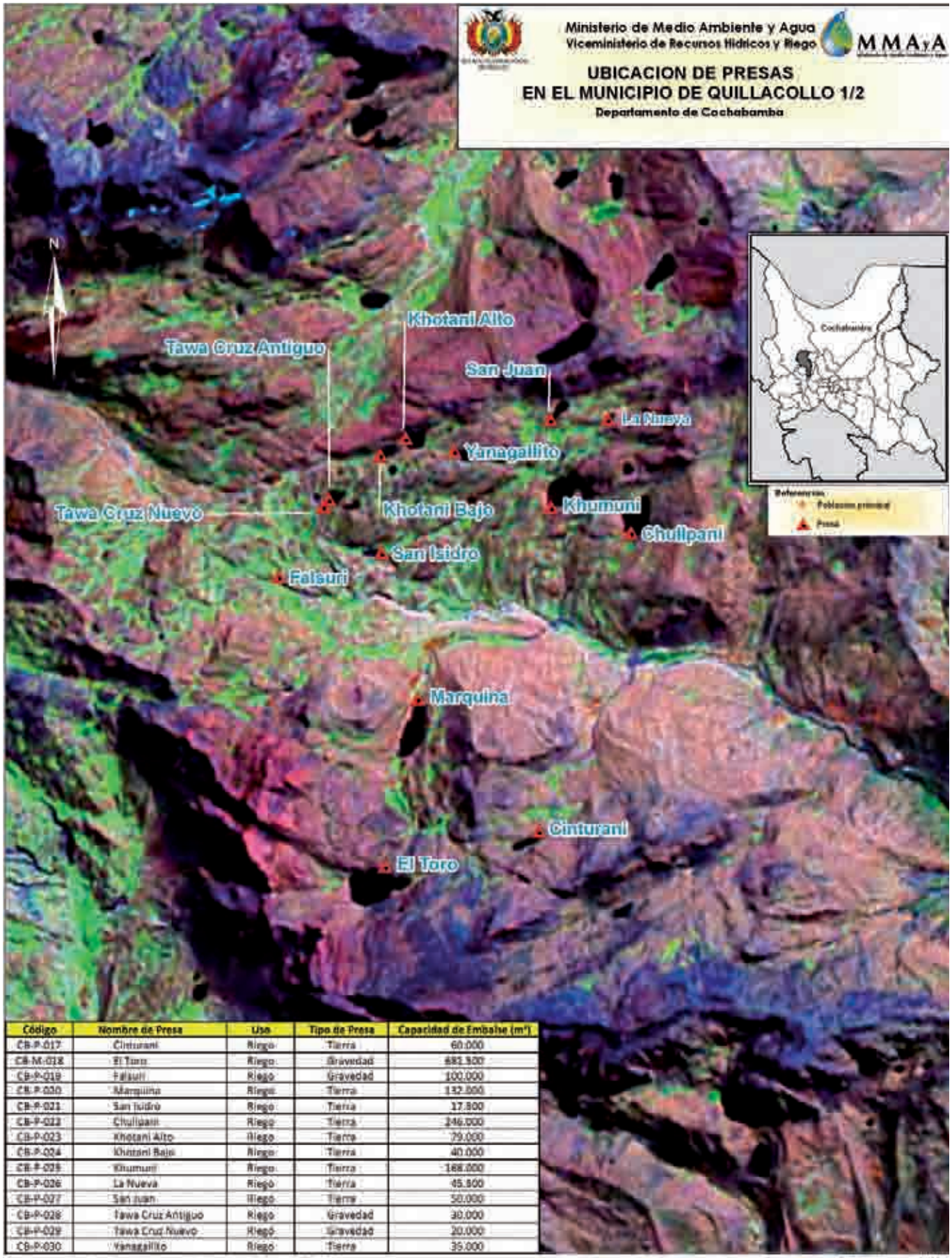
Las familias solicitaron el apoyo de las autoridades del Municipio de Pojo y del Proyecto Agua y Tierra Campesina ATICA para que un estudio del mejoramiento de la presa tradicional. El proyecto fue entregado y consistía una presa de 6 metros de alto. Sin embargo, el año 2006 las obras fueron paralizadas porque se rescindió contrato con la empresa adjudicada.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *La cuenca se encuentra protegida por pasto natural y afloraciones rocosas firmes, no existiendo peligro de sobre pastoreo ni deslizamientos de taludes.*

Mapa No. 21 Presas en el Municipio de Quillacollo



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CB-P-017	Cinturani	Riego	Tierra	60.000
CB-M-018	El Toro	Riego	Gravedad	681.900
CB-P-019	Falsuri	Riego	Gravedad	100.000
CB-P-020	Marquina	Riego	Tierra	132.000
CB-P-021	San Isidro	Riego	Tierra	17.800
CB-P-022	Chullpani	Riego	Tierra	246.000
CB-P-023	Khotani Alto	Riego	Tierra	79.000
CB-P-024	Khotani Bajo	Riego	Tierra	40.000
CB-P-025	Khumuni	Riego	Tierra	188.000
CB-P-026	La Nueva	Riego	Tierra	45.800
CB-P-027	San Juan	Riego	Tierra	50.000
CB-P-028	Tawa Cruz Antiguo	Riego	Gravedad	30.000
CB-P-029	Tawa Cruz Nuevo	Riego	Gravedad	20.000
CB-P-030	Yanagallito	Riego	Tierra	39.000

Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Limite politico administrativo de caracter provisional MDSP-UTL-2004

Elaborado por: VRHR

Cinturani CB-P-017



Vista aguas arriba de la presa

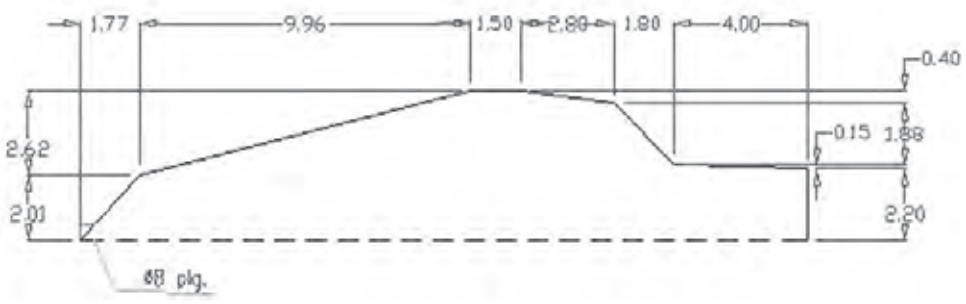
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,53 km^2	Municipio	Quillacollo
Altura de la presa	4,63 m	Latitud	17°16’21”
Longitud coronamiento	65,00 m	Longitud	66°22’30”
Capacidad de embalse	60.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Chocaya
Cota coronamiento	4.571 msnm	Río de la presa	Janko Khala

Antecedentes y situación actual

La presa de Cinturani suministra agua de riego a la Comunidad de Bella Vista fue construida en la época de los patrones de la familia de Octavio Salamanca. Con la Reforma Agraria en 1953, pasó a propiedad de los usuarios de Bella Vista quienes trabajaron en su rehabilitación.

El derecho de uso del embalse está ligado a la persona y es adquirido con la inversión de mano de obra y aportes económicos para su rehabilitación y se mantiene con la participación en los trabajos de operación y mejoramiento de la presa.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Por el pequeño tamaño de la cuenca y el estado de la obra no se prevén riesgos que afecten la obra. El estado de la cuenca circundante es bueno lo que no permite prever riesgos de sedimentación del embalse.*

El Toro CB-M-018



Vista aguas arriba de la presa

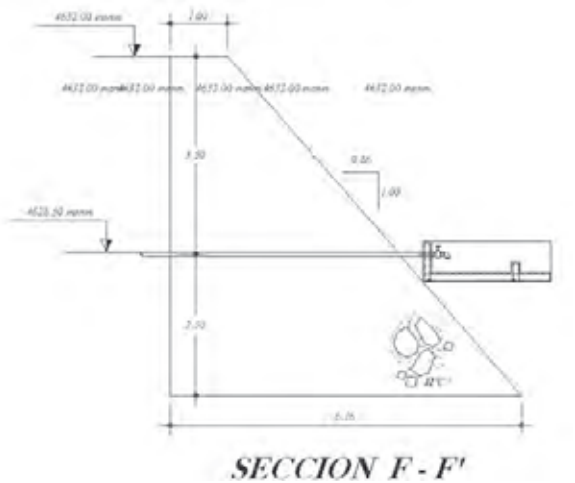
Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,50 km^2	Municipio	Quillacollo
Altura de la presa	6,00 m	Latitud	17°16’31”
Longitud coronamiento	Sin dato	Longitud	66°23’18”
Capacidad de embalse	681.500 m^3	Cuenca de influencia	Río Chocaya
Cota coronamiento	4.605 msnm	Río de la presa	Janko Khala

Antecedentes y situación actual

La laguna Toro fue hace muchos años propiedad del hacendado Octavio Salamanca y abandonada por el arduo trabajo que se empleaba para su rehabilitación. En los años ‘60 los campesinos de la comunidad de Marquina inician la rehabilitación y solicitan el apoyo de las comunidades de Paucarpata y Zanja Pampa.

El derecho de uso de la laguna fue adquirido con la inversión de 15 jornales de trabajo para la rehabilitación de la presa, obteniendo cada campesino el derecho de media hora por larga.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Por las características de la cuenca como el estado de las obras no se prevén riesgos que afecten al embalse, a excepción del vertedero de excedencias donde se observa erosión al pie de la obra.*

Falsuri CB-P-019



Vista aguas abajo de la presa

Características generales

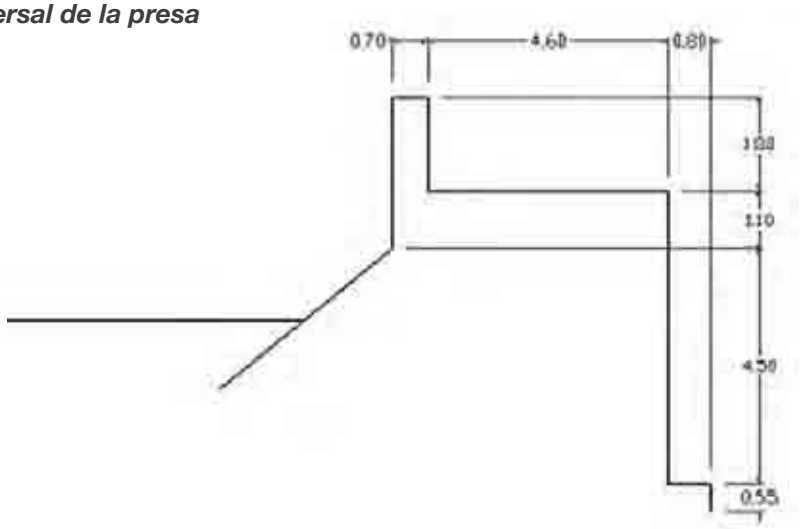
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,20 km^2	Municipio	Quillacollo
Altura de la presa	7,95 m	Latitud	17°15’4”
Longitud coronamiento	59,00 m	Longitud	66°23’50”
Capacidad de embalse	100.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Chocaya
Cota coronamiento	4.601 msnm	Río de la presa	Janko Khala

Antecedentes y situación actual

La laguna Falsuri pertenece a las comunidades de Bella Vista, Pucara y Puca Puca. Fue habilitada los años de 1989 y 1990 con la cooperación de CORDECO, que aportó cemento y mano de obra calificada, junto al trabajo de las comunidades campesinas.

El derecho de uso es personal y fue adquirido con los aportes en mano de obra y monetario para la rehabilitación de la presa y se mantiene con la participación en los trabajos de mantenimiento.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Por el tamaño de la cuenca y el estado de la obra no se prevén riesgos que la afecten*

Marquina CB-P-020



Vista lateral de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	3,23 km^2	Municipio	Quillacollo
Altura de la presa	3,00 m	Latitud	17°15’41”
Longitud coronamiento	42,00 m	Longitud	66°23’7”
Capacidad de embalse	132.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Chocaya
Cota coronamiento	4.409 msnm	Río de la presa	Janko Khala

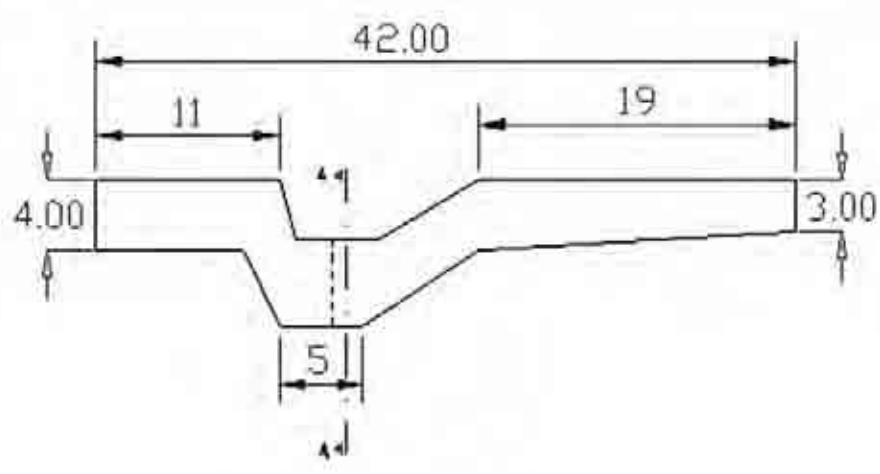
Antecedentes y situación actual

Las aguas del embalse de la presa Marquina pertenecían la mitad (50%) a los piqueros de la comunidad de Marquina y el 50% restante al hacendado Octavio Salamanca, antes de la Reforma Agraria.

Después, los propietarios de Marquina mantuvieron sus derechos y los parceleros de las comunidades de Bella Vista, Paucarpata y Chojñacollo se distribuyeron los derechos de la ex-hacienda.

La capacidad de almacenamiento estimada por el PEIRAV es de 420.093 m^3 y el derecho de uso está ligado a la persona.

Planta de la presa



Comentarios: *Por el tamaño de la cuenca y el estado de la obra no se prevén riesgos que afecten la obra.*

San Isidro CB-P-021



Vista aguas abajo de la presa

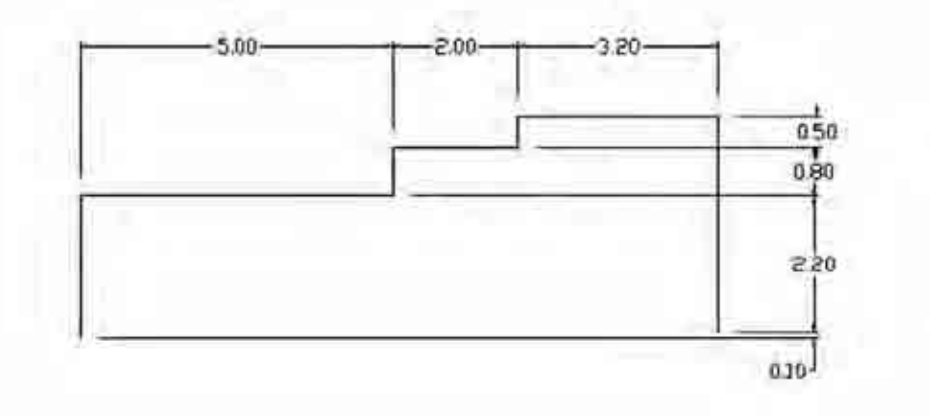
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,25 km^2	Municipio	Quillacollo
Altura de la presa	3,60 m	Latitud	17°14’57”S
Longitud coronamiento	51,00 m	Longitud	66°23’18”O
Capacidad de embalse	17.500 m^3	Cuenca de influencia	Río Chocaya
Cota coronamiento	4.392 msnm	Río de la presa	Janko Khala

Antecedentes y situación actual

La represa de San Isidro fue construida el año 1999 por los regantes de Jankho Khala y de Pandoja con objeto de aumentar las aguas que reciben de otras lagunas. En los trabajos participaron 32 regantes de cada comunidad haciendo un total de 64 beneficiarios.

El suministro de agua es de 40 litros por segundo durante 5 días lo que genera un volumen por largada, de 17.280 metros cúbicos a la salida de la presa. Debido a la poca cantidad de agua los regantes alternan, es decir, un año riegan los 32 beneficiarios de Jankho Khala y el próximo año riegan los de Pandoja.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Por el tamaño reducido de la cuenca y el estado de la obra no se prevén riesgos que afecten la estructura. El estado de la cuenca circundante es aceptable aunque se observan actividades de pastoreo alrededor del embalse.*

Chullpani CB-P-022



Vista aguas arriba de la presa

Características generales

Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,45 km^2	Municipio	Quillacollo
Altura de la presa	5,30 m	Latitud	17°14’52”
Longitud coronamiento	134,00 m	Longitud	66°22’0”
Capacidad de embalse	246.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Chocaya
Cota coronamiento	4.396 msnm	Río de la presa	Janko Khala

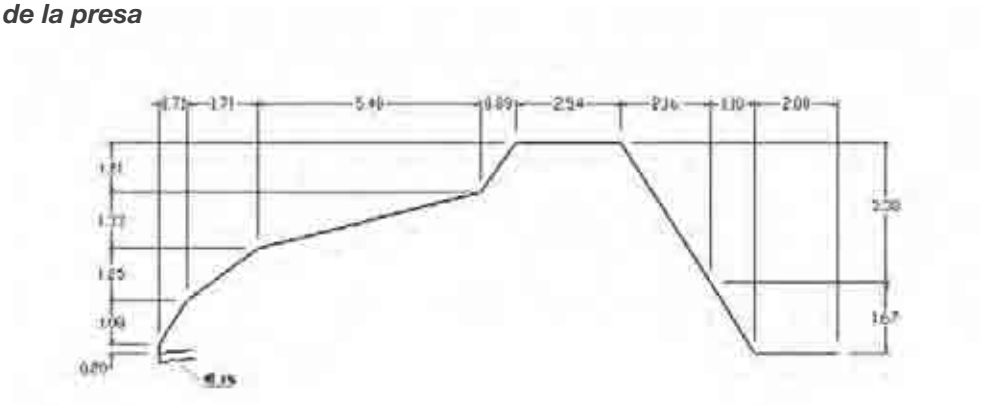
Antecedentes y situación actual

El embalse de Chullpani beneficia con sus aguas a las comunidades de Sumumpaya, Pandoja, Bella Vista, Puca Puca, Pucara y Jankho Khala. Se encuentra en la cuenca del río Chocaya y tiene una capacidad de almacenamiento de 542.000 m^3.

La presa de Chullpani pertenecía al hacendado Octavio Salamanca que poseía haciendas en las comunidades de Bella Vista, Pandoja, Sumumpaya y Jankho Khala. Con la Reforma Agraria los terrenos y las lagunas pasaron a propiedad de los colonos quienes reconstruyeron las presas del embalse.

De acuerdo a la información registrada en PEIRAV, el año 1992 se refaccionó la presa de la laguna Chullpani, reemplazando los tubos de desfogue de 6 pulgadas de diámetro.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Por el tamaño de la cuenca y el estado de la obra no se prevén riesgos que afecten la obra. La calidad del agua es buena pues proviene de los deshielos y nevadas de la cordillera.*
El estado de la cuenca circundante es aceptable lo que no permite prever sedimentación.

Kotani Alto CB-P-023



Vista lateral de la presa observándose asentamientos en el talud interior de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,35 km^2	Municipio	Quillacollo
Altura de la presa	4,20 m	Latitud	17°14’23”
Longitud coronamiento	97,00 m	Longitud	66°23’10”
Capacidad de embalse	79.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Chocaya
Cota coronamiento	4.534 msnm	Río de la presa	Janko Khala

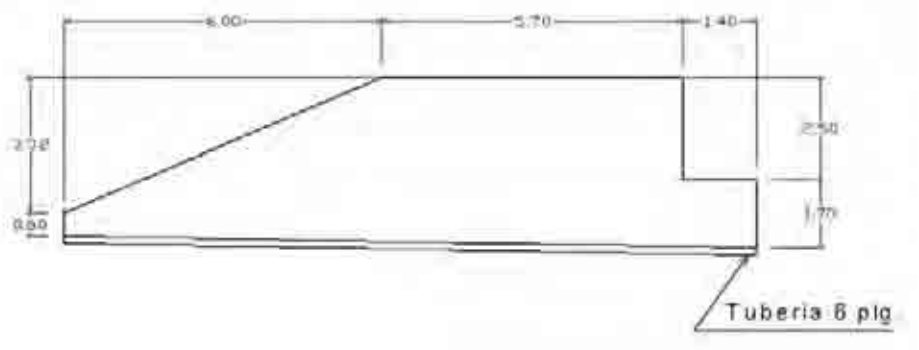
Antecedentes y situación actual

La presa de Khotani Alto data de la época de la hacienda y pertenecía al hacendado Octavio Salamanca. Su propiedad fue transferida a los colonos después de la Reforma Agraria.

La presa ha sido rehabilitada el año 1985 por un grupo de usuarios denominados “parceleros”; los usuarios que no participaron en los trabajos de rehabilitación el año 1985 perdieron su derecho de uso de agua de la represa.

El embalse de la presa se alimenta de las nevadas y precipitaciones pluviales que caen continuamente en el sector de la cuenca superior.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Por la ubicación, el pequeño tamaño de la cuenca y el estado de la presa no se prevén riesgos Al ser aguas de deshielo de la cordillera la calidad del agua es buena.*
El estado de la cuenca es aceptable.

Kotani Bajo CB-P-024



Vista lateral de la presa

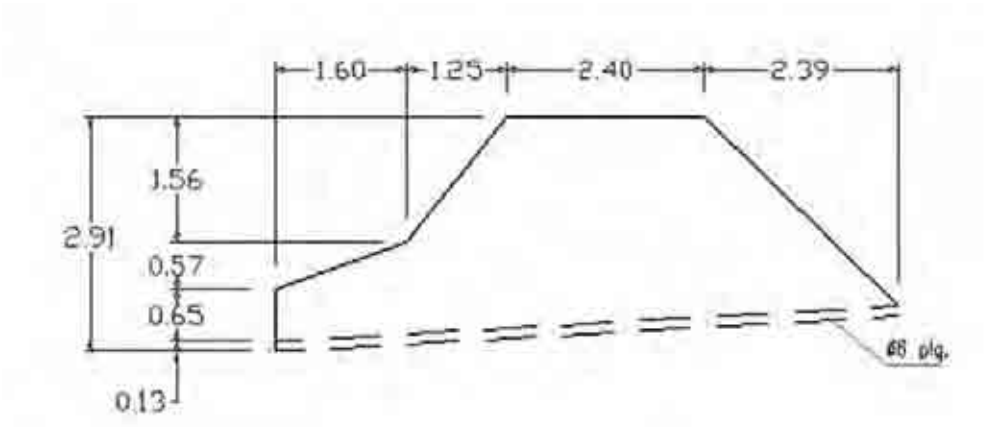
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,15 km^2	Municipio	Quillacollo
Altura de la presa	2,91 m	Latitud	17°14’28”
Longitud coronamiento	74,00 m	Longitud	66°23’18”
Capacidad de embalse	40.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Chocaya
Cota coronamiento	4.530 msnm	Río de la presa	Janko Khala

Antecedentes y situación actual

La presa de Khotani Bajo fue habilitada el año 1991 por las comunidades de Pandoja y Janko K’ala pero sus aguas son utilizadas solo por los usuarios de la primera.

Para realizar la rehabilitación del año 1991, se firmó un convenio entre ambas comunidades en el que se estableció que como el aporte de la comunidad de Janko Khala fue solo con mano de obra, deben vender sus turnos de riego en 120 Bs./día a la comunidad de Pandoja.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Por el tamaño de la cuenca y el estado de la presa no se prevén riesgos que afecten la obra. La calidad del agua es buena. El estado de la cuenca circundante es bueno.*

Khumuni CB-P-025



Vista lateral del talud aguas arriba de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,13 km^2	Municipio	Quillacollo
Altura de la presa	4,00 m	Latitud	17°14’44”
Longitud coronamiento	55,00 m	Longitud	66°22’25”
Capacidad de embalse	168.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Chocaya
Cota coronamiento	4.408 msnm	Río de la presa	Janko Khala

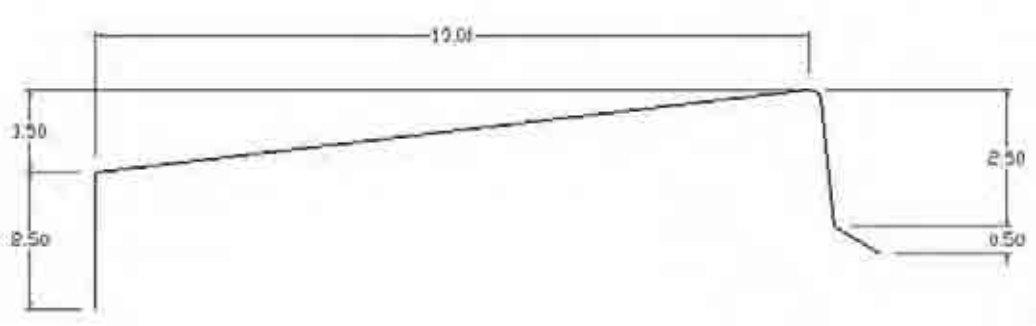
Antecedentes y situación actual

La presa de Khumuni perteneció al hacendado Octavio Salamanca que poseía haciendas en las comunidades de Bella Vista, Pandoja, Sumumpaya y Janko K’ala.

La presa de Khumuni ha sido reconstruida por los colonos. Pasada la reforma agraria los terrenos y las lagunas pasaron a propiedad de los colonos.

El año 1991 se refaccionó la presa de la laguna Khumuni y se cambiaron los 3 tubos de desfogue de 6 pulgadas por dos desfogues nuevos, uno de 6 y otro de 4 pulgadas de diámetro.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Por el tamaño de la cuenca y el estado de la obra no se prevén riesgos que afecten la obra. La calidad del agua no es la ideal. El estado de la cuenca circundante es conservado.*

La Nueva CB-P-026



Vista del talud y compuerta de limpieza aguas arriba de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,25 km^2	Municipio	Quillacollo
Altura de la presa	4,80 m	Latitud	17°14’18”S
Longitud coronamiento	43,00 m	Longitud	66°22’7”
Capacidad de embalse	45.500 m^3	Cuenca de influencia	Río Chocaya
Cota coronamiento	4.494 msnm	Río de la presa	Janko Khala

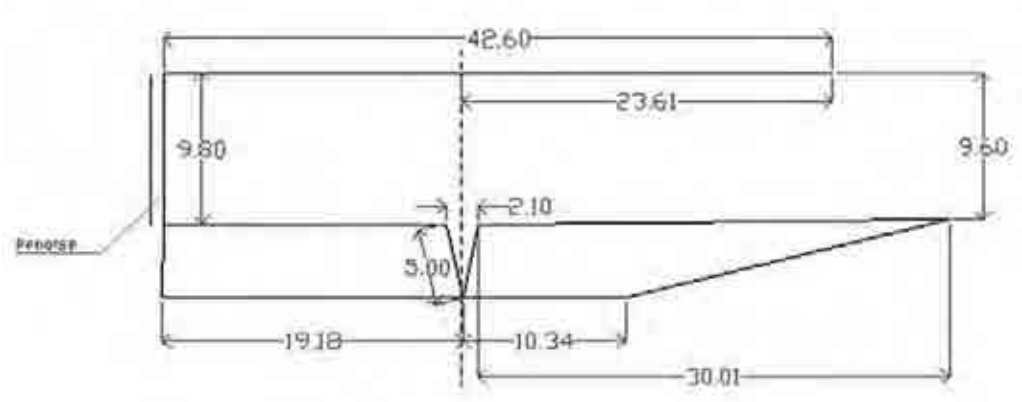
Antecedentes y situación actual

La laguna La Nueva pertenecía al hacendado Octavio Salamanca y con la Reforma Agraria pasó a propiedad de las comunidades de Zanja Pampa y Santa Rosa.

Los beneficiarios adquirieron el derecho de uso con 20 jornales de trabajo y aporte económico para la rehabilitación de la represa y, para mantenerlos deben participar en los trabajos y los aportes económicos para el mejoramiento y mantenimiento de la represa.

Los trabajos de rehabilitación fueron: elevación de un metro de la represa, habilitación del canal de desfogue y construcción de un muro de mampostería de piedra aguas arriba de la presa y cambio de la compuerta y emboquillado del canal de desfogue en diciembre de 1991.

Planta de la presa



Comentarios: *Por el tamaño de la cuenca y el estado de la obra no se prevén riesgos que afecten la obra. El estado de la cuenca es aceptable.*

San Juan CB-P-027



Vista aguas arriba de la presa.

Características generales

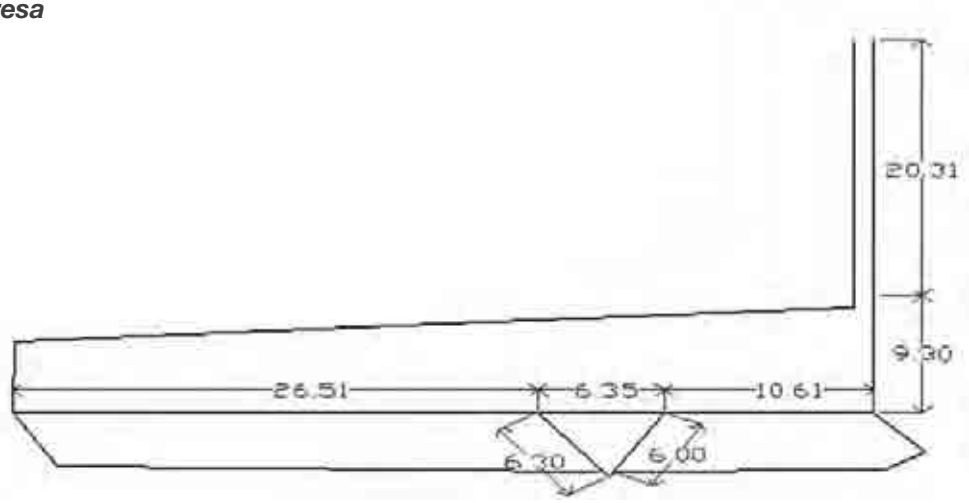
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,40 km^2	Municipio	Quillacollo
Altura de la presa	3,25 m	Latitud	17°14’18”
Longitud coronamiento	64,00 m	Longitud	66°22’25”
Capacidad de embalse	50.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Chocaya
Cota coronamiento	4.531 msnm	Río de la presa	Janko Khala

Antecedentes y situación actual

La Laguna San Juan perteneció al hacendado Octavio Salamanca y después de la Reforma Agraria pasó a propiedad de las comunidades de Zanja Pampa y Santa Rosa. La laguna San Juan regula 51.370 m^3 de suministro de agua en largadas.

El derecho de uso de agua de la presa San Juan establece un aporte de 20 jornales de trabajo y contribución económica para la rehabilitación de la presa. La inversión se hizo en la construcción de un muro de mampostería de piedra en noviembre de 1991.

Planta de la presa



Comentarios: *La presa se encuentra en estado aceptable de mantenimiento excepto el manubrio que acciona la compuerta, que se ve torcido.*

Tawa Cruz Antiguo CB-P-028



Vista lateral de la presa

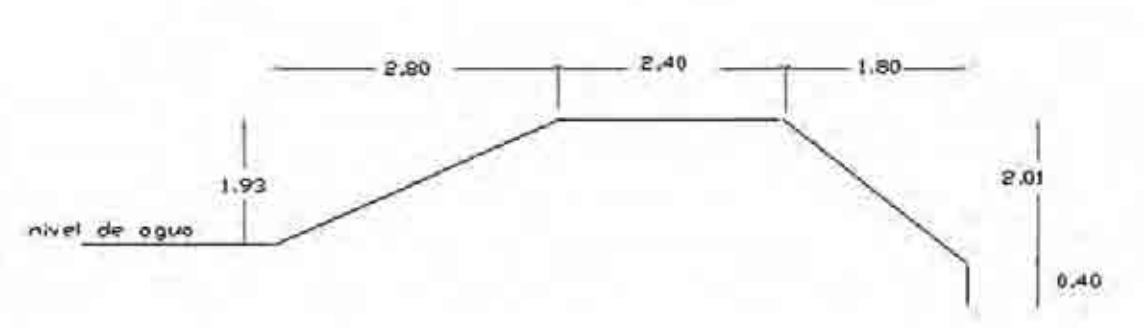
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,27 km^2	Municipio	Quillacollo
Altura de la presa	2,41 m	Latitud	17°14’41”S
Longitud coronamiento	67,00 m	Longitud	66°23’34”O
Capacidad de embalse	30.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Chocaya
Cota coronamiento	4.480 msnm	Río de la presa	Janko Khala

Antecedentes y situación actual

Las presa antigua de Tawa Cruz se ubican en la parte superior de la presa nueva muy cerca de los caminos a Misicuni y Morochata, y sus aguas son utilizadas por la comunidad de Bella Vista.

El derecho de uso de agua es asignado a la persona, ha sido adquirido con la participación en los trabajos de rehabilitación y se mantiene participando en las labores de mantenimiento.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Por el tamaño y condiciones de la cuenca y el estado de la obra no se prevén riesgos que afecten la estructura. El estado de la cuenca circundante es aceptable.*

Tawa Cruz Nueva CB-P-029



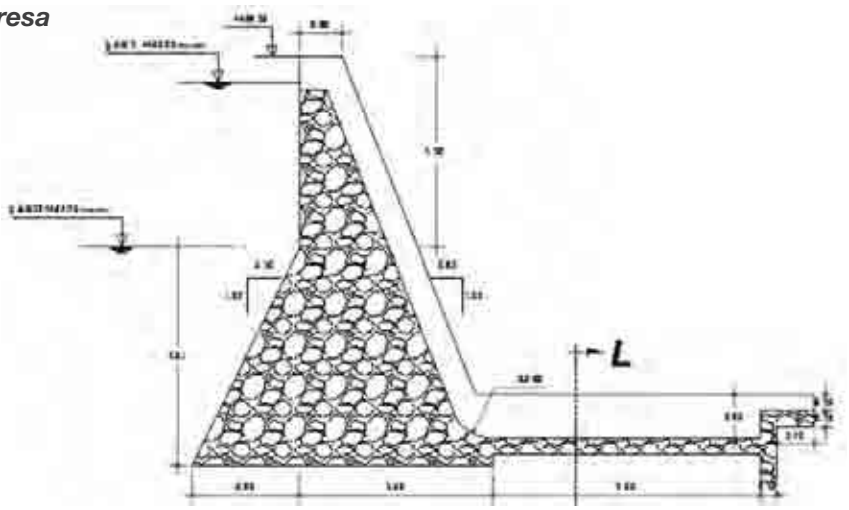
Vista del cuerpo, vertedor y obra de toma de la presa aguas abajo. No se observa el colchón amortiguador.

Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,02 km^2	Municipio	Quillacollo
Altura de la presa	5,80 m	Latitud	17°14’43”
Longitud coronamiento	56,00 m	Longitud	66°23’36”
Capacidad de embalse	20.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Chocaya
Cota coronamiento	4.468 msnm	Río de la presa	Janko Khala

Antecedentes y situación actual

La presa Tawacruz Nueva fue construida el año 2006 por la Prefectura de Cochabamba para los usuarios de Bella Vista. El Estudio o Diseño Final fue realizado por el Municipio de Quillacollo en colaboración con los beneficiarios y la principal función de la represa es regular las aguas de otras lagunas de Bella Vista ubicadas aguas arriba de Tawacruz como ser: Yanagallito, Khotani Alto y la propia Tawacruz Antigua.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Por el reducido tamaño de la cuenca y el estado de la obra no se prevén riesgos que afecten la obra. El hecho que la presa sea de regulación de aguas de otras presas elimina cualquier riesgo de sedimentación.*

Yanagallito CB-P-030



Vista aguas arriba de la presa

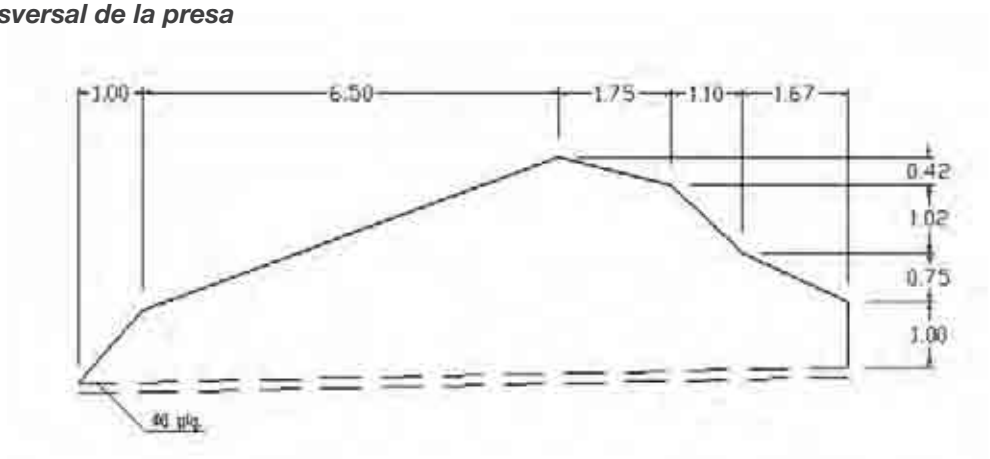
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,05 km^2	Municipio	Quillacollo
Altura de la presa	3,44 m	Latitud	17°14’27”
Longitud coronamiento	40,00 m	Longitud	66°22’55”
Capacidad de embalse	35.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Chocaya
Cota coronamiento	4.557 msnm	Río de la presa	Janko Khala

Antecedentes y situación actual

La presa Yanagallito pertenece a los regantes de la comunidad de Bella Vista quienes han conformado un grupo de pequeñas presas que son operadas en conjunto mediante una regulación a través de la presa nueva de Tawacruz.

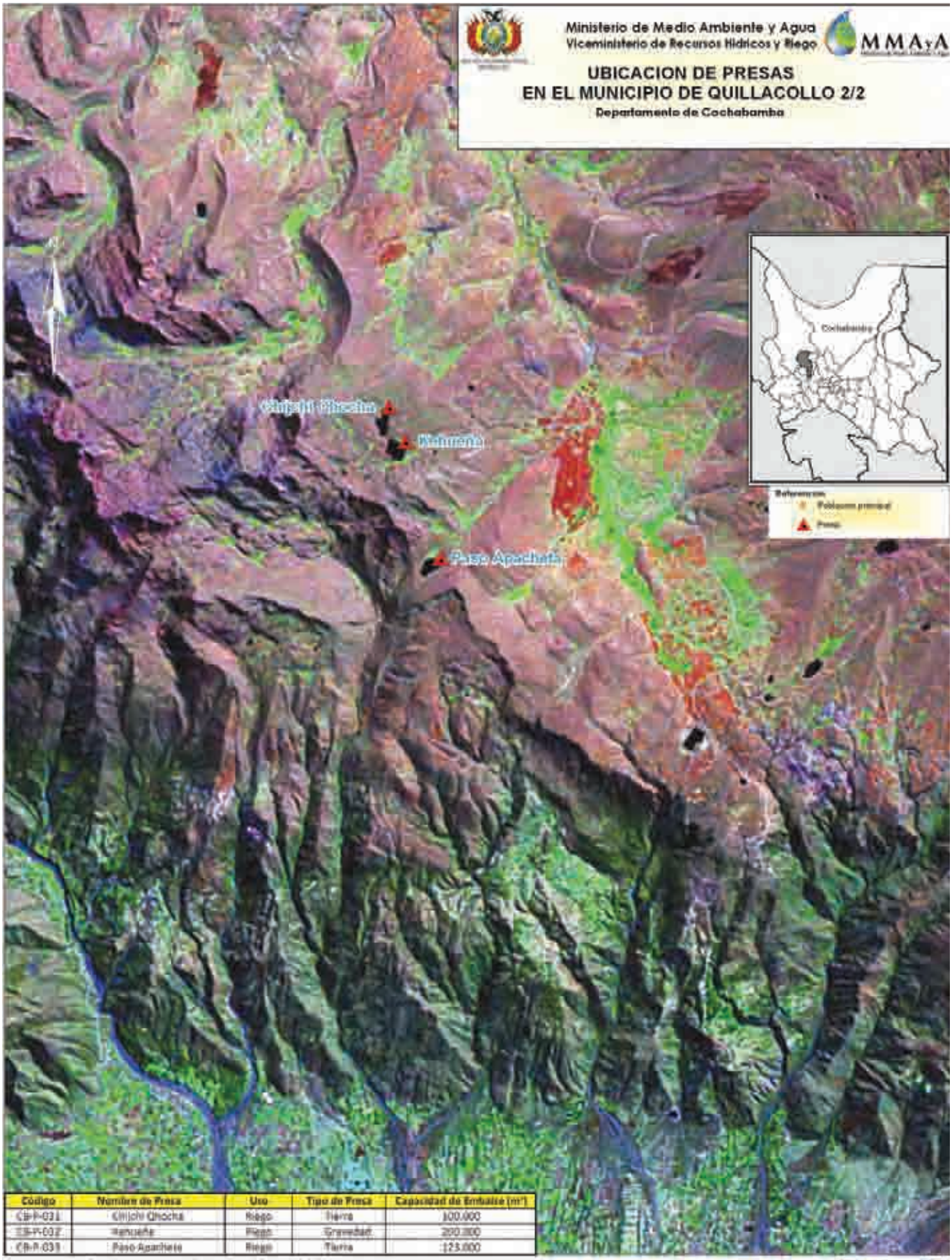
La presa Yanagallito se ubica muy cerca de la divisoria de aguas por lo cual tiene una cuenca de captación muy pequeña, sin embargo, debido a su altura y las nevadas constantes, compensan el tamaño con los aportes por deshielo.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Por el tamaño de la cuenca y el estado de la obra no se prevén riesgos que afecten la obra. La calidad del agua es la ideal y el estado de la cuenca es aceptable.*

Mapa No. 22 Presas en el Municipio de Quillacollo



Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Limite politico administrativo de caracter provisional MDSP-UTL-2004

Elaborado por: VRHR

Chijchi Qhocha CB-P-031



Vista aguas arriba de la presa y desfogue de fondo

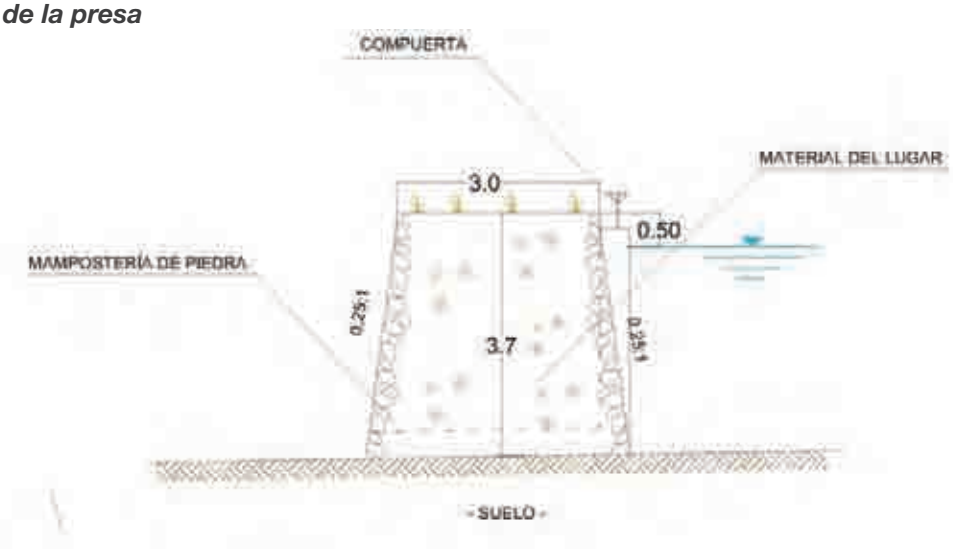
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,22 km^2	Municipio	Quillacollo
Altura de la presa	3,70 m	Latitud	17°13’54”
Longitud coronamiento	25,00 m	Longitud	66°15’24”
Capacidad de embalse	100.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Titiri
Cota coronamiento	4.358 msnm	Río de la presa	Siquiri

Antecedentes y situación actual

La presa fue construida por los comunarios de Llawquinquiri y la Alcaldia de Quillacollo con fines de riego. Se reconstruyó el año 1989.

La toma consiste en una tubería de fierro con una válvula aguas debajo de la presa. El vertedero es rudimentario. Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de los usuarios.

Sección transversal de la presa



Kehueña CB-P-032



Vista lateral de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,29 km^2	Municipio	Quillacollo
Altura de la presa	4,80 m	Latitud	17°13’54”
Longitud coronamiento	52,00 m	Longitud	66°15’24”
Capacidad de embalse	200.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Titiri
Cota coronamiento	4.350 msnm	Río de la presa	Siquiri

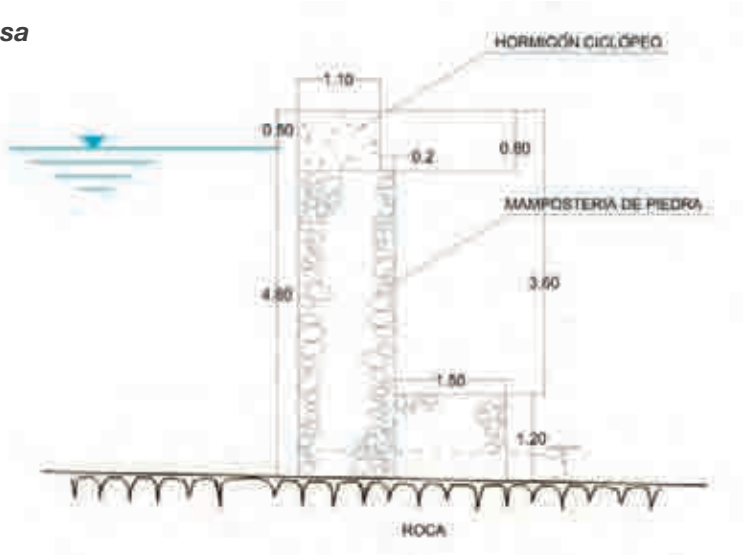
Antecedentes y situación actual

La Presa fue construida por los comunarios de Llawquinquiri y la Alcaldia de Quillacollo con fines de riego de la zona agrícola de Llawquinquiri. Se inició su reconstrucción el año 1989.

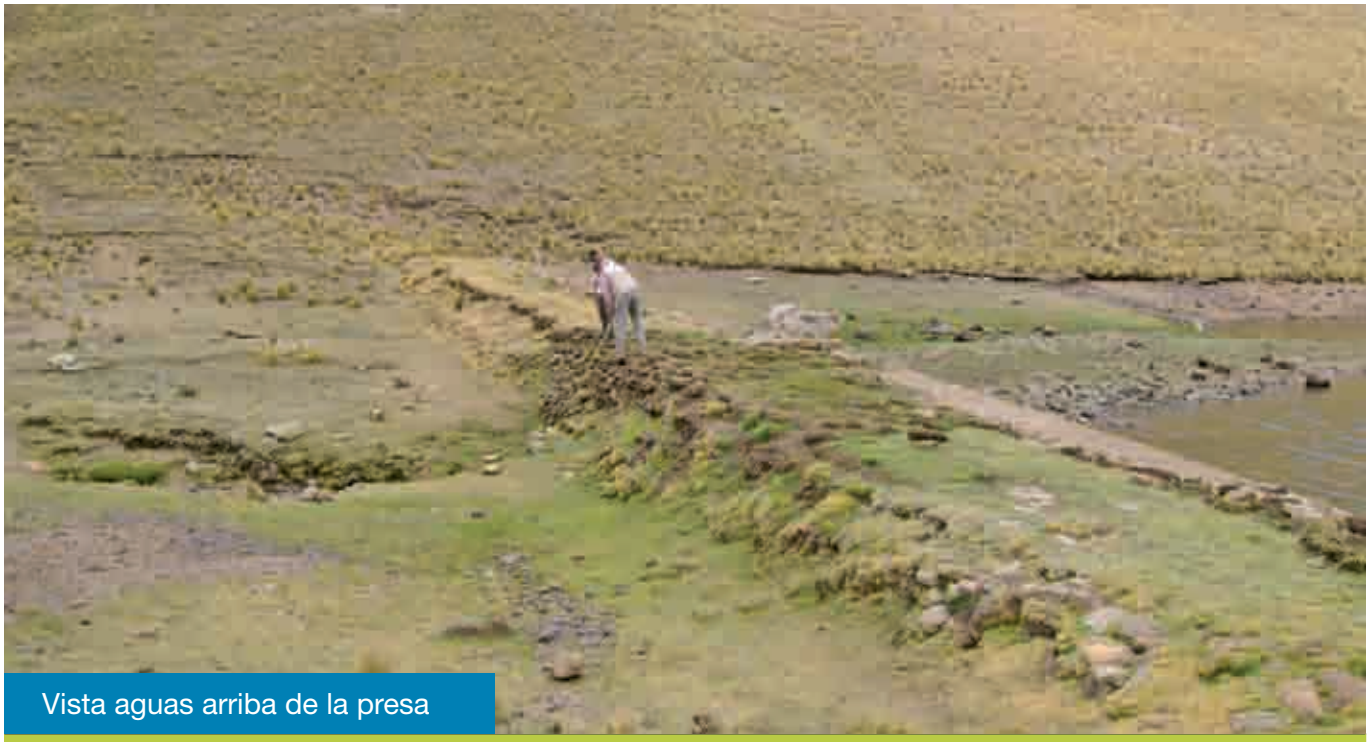
El embalse de Kehueña data de la época de los patrones, detectándose restos de la antigua presa rudimentaria en el lugar.

La toma consiste en una tubería de fierro con una válvula aguas debajo de la presa. El vertedero es rudimentario. Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de los usuarios.

Sección transversal de la presa



Paso Apacheta CB-P-033



Vista aguas arriba de la presa

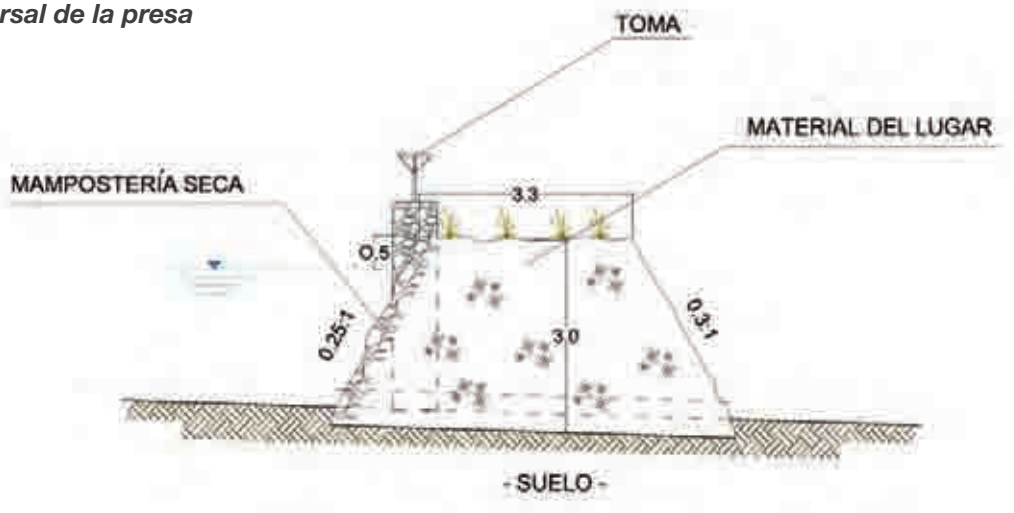
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,65 km^2	Municipio	Quillacollo
Altura de la presa	3,00 m	Latitud	17°15'0"S
Longitud coronamiento	50,00 m	Longitud	66°15'2"O
Capacidad de embalse	123.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Titiri
Cota coronamiento	4.270 msnm	Río de la presa	Siquiri

Antecedentes y situación actual

La presa fue construida por los comunarios de Totorcawa (Tiquipaya) con fines de riego de la zona agrícola de Totorcawa. Su construcción data de más de 50 años.

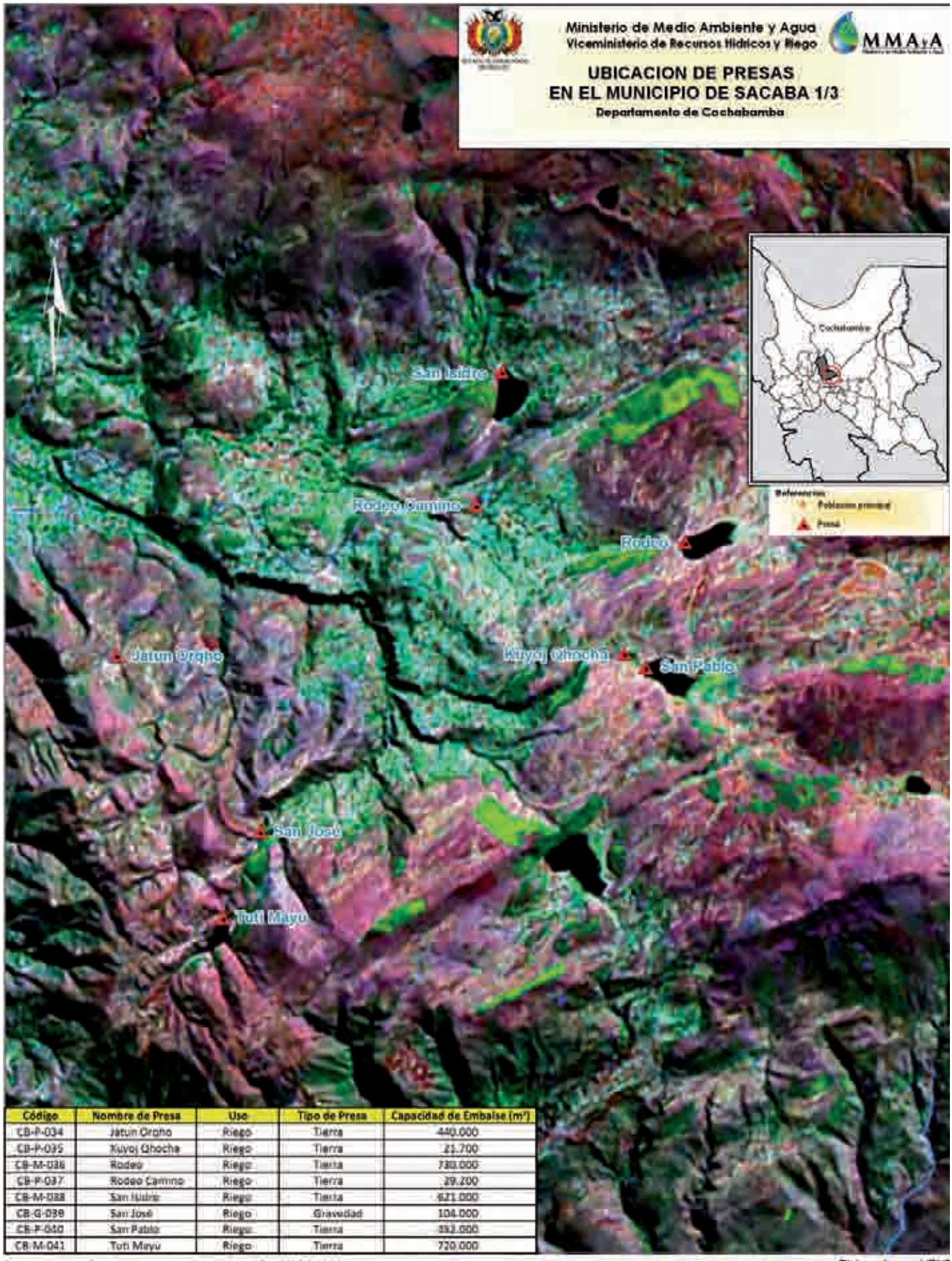
La toma consiste en una compuerta aguas arriba seguida de un orificio cuadrado falso. El vertedero es rudimentario. Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de los usuarios.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *La presa requiere una reparación importante.*

Mapa No. 23 Presas en el Municipio de Sacaba



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CB-P-034	Jatun Orqho	Riego	Tierra	440.000
CB-P-035	Kuyoj Qhocha	Riego	Tierra	21.700
CB-M-036	Rodeo	Riego	Tierra	730.000
CB-P-037	Rodeo Camino	Riego	Tierra	29.200
CB-M-038	San Isidro	Riego	Tierra	621.000
CB-G-039	San José	Riego	Gravedad	104.000
CB-P-040	San Pablo	Riego	Tierra	553.000
CB-M-041	Tuti Mayu	Riego	Tierra	720.000

Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Límite político administrativo de caracter provisional MDSP-UTL-2004

Elaborado por: VRHR

Jatun Orqho (Cerro grande) CB-P-034



Vista aguas arriba de la presa

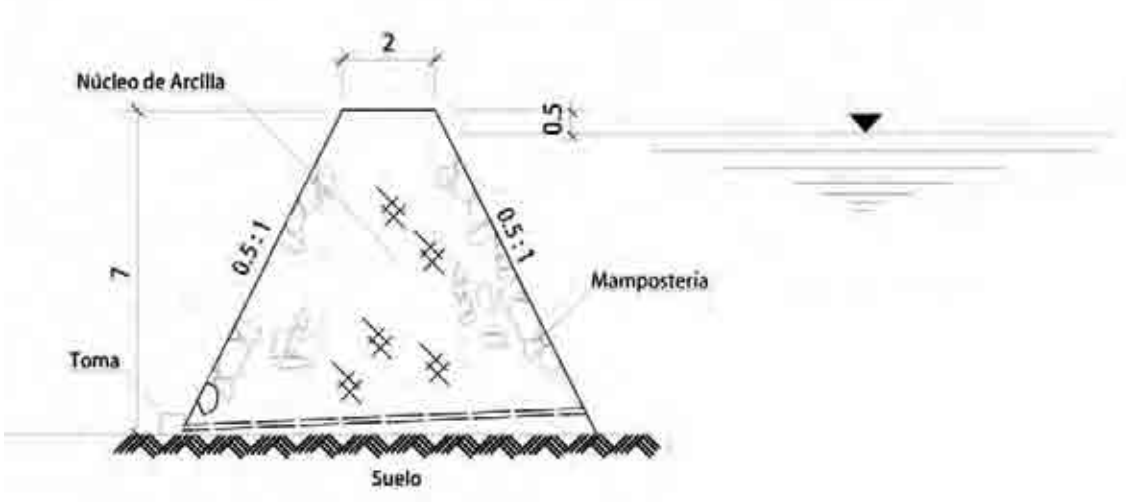
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,44 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	7,00 m	Latitud	17°26’5”
Longitud coronamiento	201,00 m	Longitud	65°56’15”
Capacidad de embalse	97.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	3.350 msnm	Río de la presa	Jatun Orkho

Antecedentes y situación actual

La presa fue construida con fines de riego, a fines de los años 60.

Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de los campesinos de Tutimayu, Santa Rita y K’asa pata.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Existen filtraciones.*

Kuyoj Qhocha CB-P-035



Obra concluida de la presa mejorada

Características generales

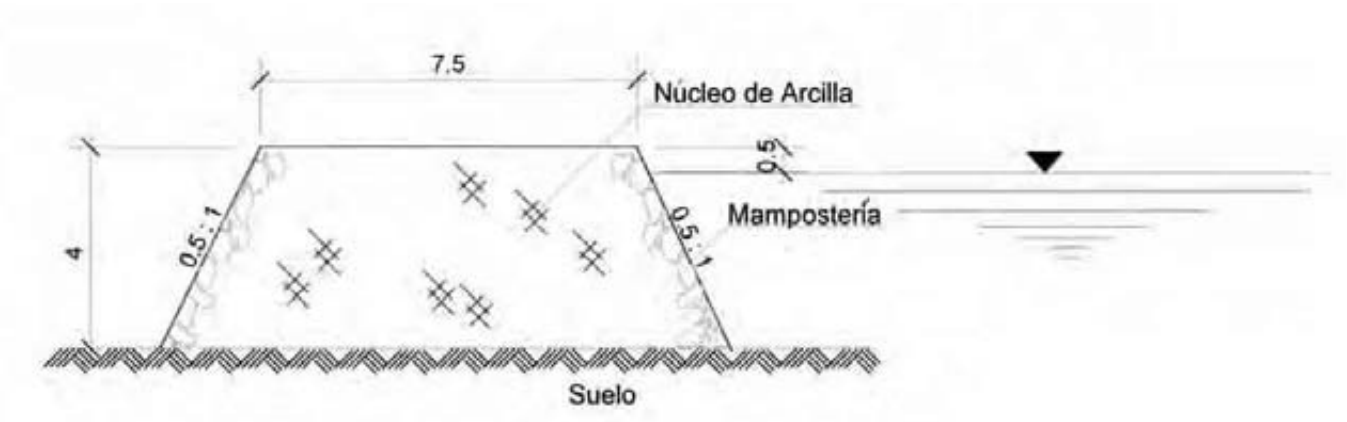
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,36 m^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	5,00 m	Latitud	17°26’6”
Longitud coronamiento	55 m	Longitud	65°53’5”
Capacidad de embalse	21.600 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	3.670 msnm	Río de la presa	Kuyoj Qhocha

Antecedentes y situación actual

La presa fue construida en la década de 1960 con fines de riego por los campesinos del lugar, actualmente se encuentra bajo responsabilidad de las Comunidades de Melga, Ucuchi y otras cercanas.

Por las filtraciones y el deterioro general de la presa, las 172 familias usuarias solicitaron un proyecto de mejoramiento al Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (PROAGRO); el municipio de Sacaba promovió su implementación con la gestión del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego a través del financiamiento de la Cooperación Técnica del Japón, (Fondos 2KR) cuya inversión concluyó el 2010.

Sección transversal de la presa



Rodeo CB-M-036



Vista lateral de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	4,85 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	12,00 m	Latitud	17°25’26”
Longitud coronamiento	240 m	Longitud	65°52’42”
Capacidad de embalse	730.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Tamborada
Cota coronamiento	3.690 msnm	Río de la presa	Rodeo

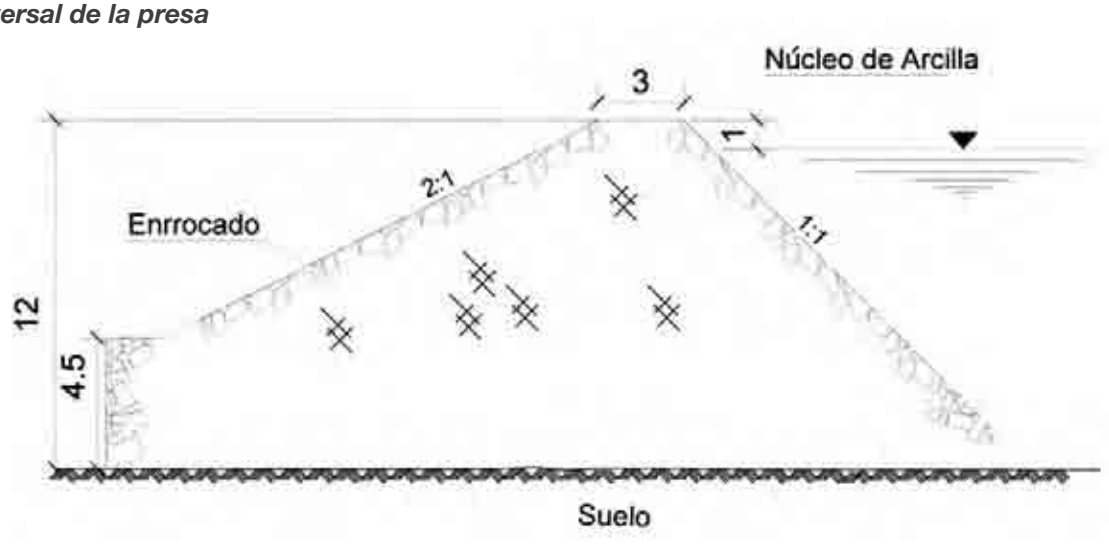
Antecedentes y situación actual

La presa fue construida con fines de riego, antes de la reforma agraria (1952).

Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de los campesinos usuarios de las comunidades de Rodeo y otras cercanas.

Existen filtraciones.

Sección transversal de la presa



Rodeo Camino CB-P-037



Vista aguas arriba de la presa

Características generales

Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,96 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	3,50 m	Latitud	17°25’12”
Longitud coronamiento	70,00 m	Longitud	65°54’0”
Capacidad de embalse	29.200 m^3	Cuenca de influencia	Rio Rocha
Cota coronamiento	3.405 msnm	Río de la presa	Aliso Mayu

Antecedentes y situación actual

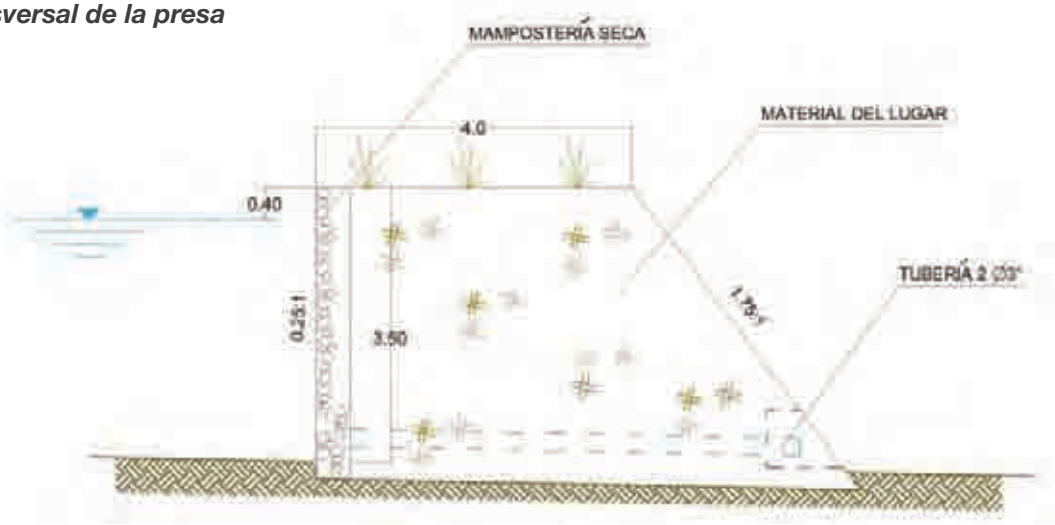
La presa fue construida con fines de riego por campesinos de Ucuchi en los años 70.

Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de las comunidades de usuarios.

El embalse se llena con aportes de otras cuencas vecinas.

No existen riesgos, excepto las filtraciones.

Sección transversal de la presa



San Isidro CB-M-038



Vista de la obra de toma y la presa aguas arriba

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,18 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	10,00 m	Latitud	17°24’24”
Longitud coronamiento	60 m	Longitud	65°53’50”
Capacidad de embalse	621.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Rocha
Cota coronamiento	3.450 msnm	Río de la presa	Q. Phalta Loma

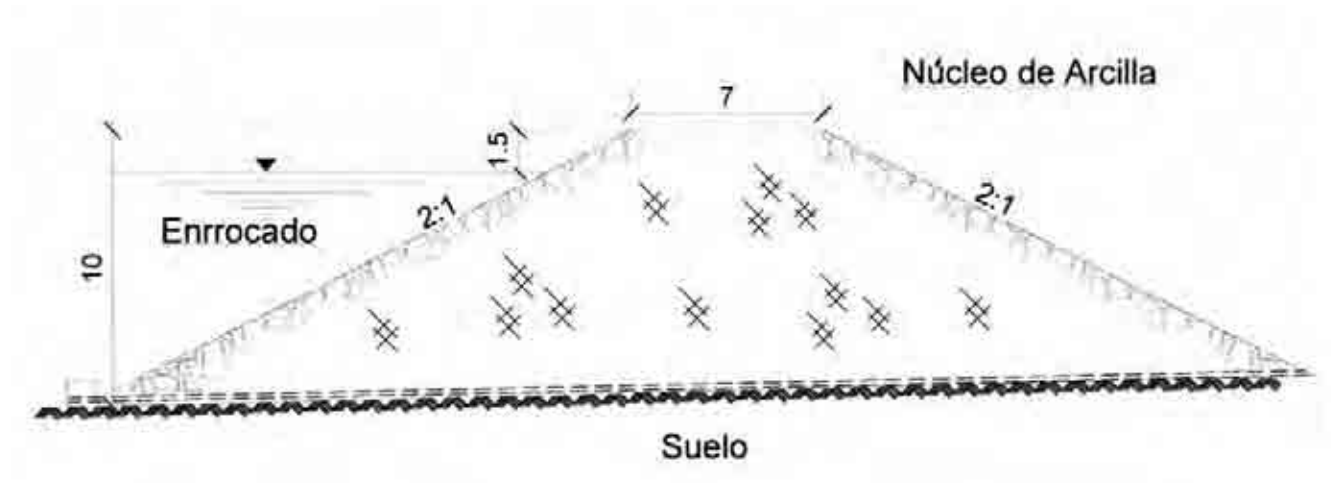
Antecedentes y situación actual

La presa fue construida con fines de riego, el año 2006.

Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de los campesinos usuarios.

El volumen total del embalse se llena con aportes de otras cuencas vecinas. No existen riesgos, excepto las filtraciones.

Sección transversal de la presa



San José CB-G-039



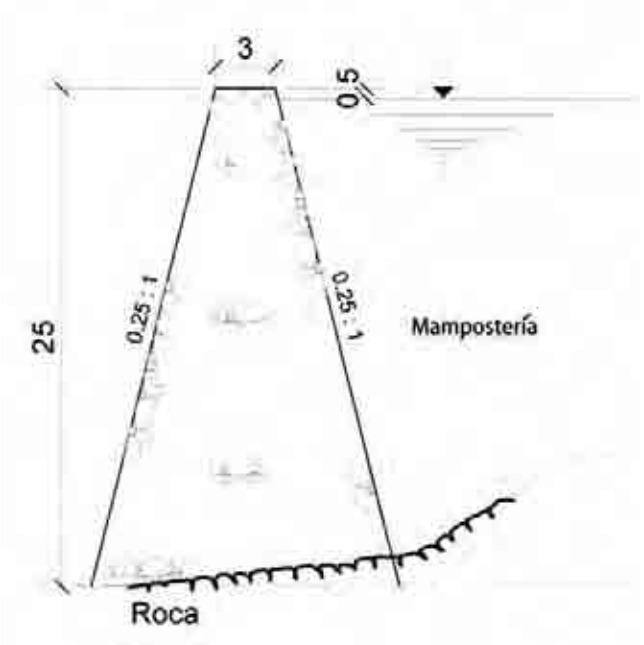
Vista lateral de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,53 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	25,00 m	Latitud	17°27’9”
Longitud coronamiento	26 m	Longitud	65°55’22”
Capacidad de embalse	104.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Rocha
Cota coronamiento	3.525 msnm	Río de la presa	Condor Puñuna

Antecedentes y situación actual

La presa fue construida con fines de riego hace más de 50 años, es de gran altura, sin embargo no almacena mucha agua. Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de los campesinos usuarios de las comunidades de Potrero.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *El embalse esta con sedimentos. ES URGENTE SU REPARACION.*

San Pablo CB-P-040



Vista lateral de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	4,72 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	5,00 m	Latitud	17°26’11”
Longitud coronamiento	120 m	Longitud	65°52’57”
Capacidad de embalse	452.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Rocha
Cota coronamiento	3.680 msnm	Río de la presa	San Pablo

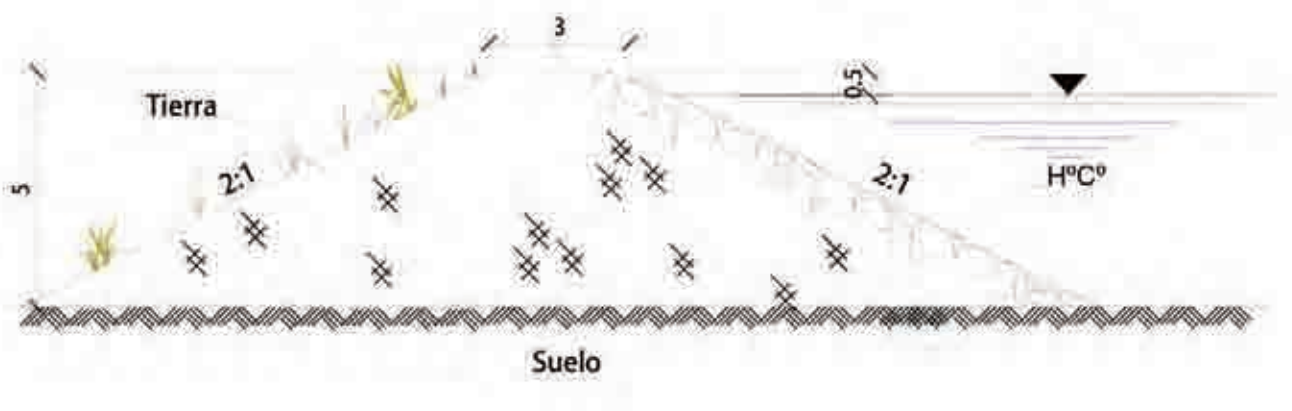
Antecedentes y situación actual

La presa fue construida con fines de riego, hoy está en reconstrucción.

Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de los campesinos usuarios de las Comunidades de Melga, Ucuchi y otras cercanas. Está vinculada a la organización de riego de la presa de Kuyoj Qhocha.

Existen filtraciones.

Sección transversal de la presa



Tuti Mayu CB-M-041



Vista aguas abajo de la presa

Características generales

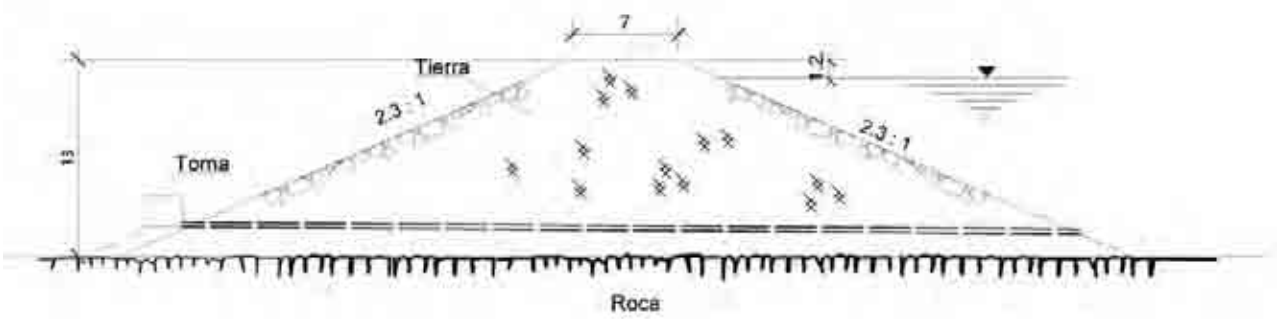
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	2,10 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	13,00 m	Latitud	17°27’40”
Longitud coronamiento	100 m	Longitud	65°55’36”
Capacidad de embalse	720.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Rocha
Cota coronamiento	3.580 msnm	Río de la presa	Cóndor Puñuna

Antecedentes y situación actual

La presa fue construida con fines de riego el año 1981.

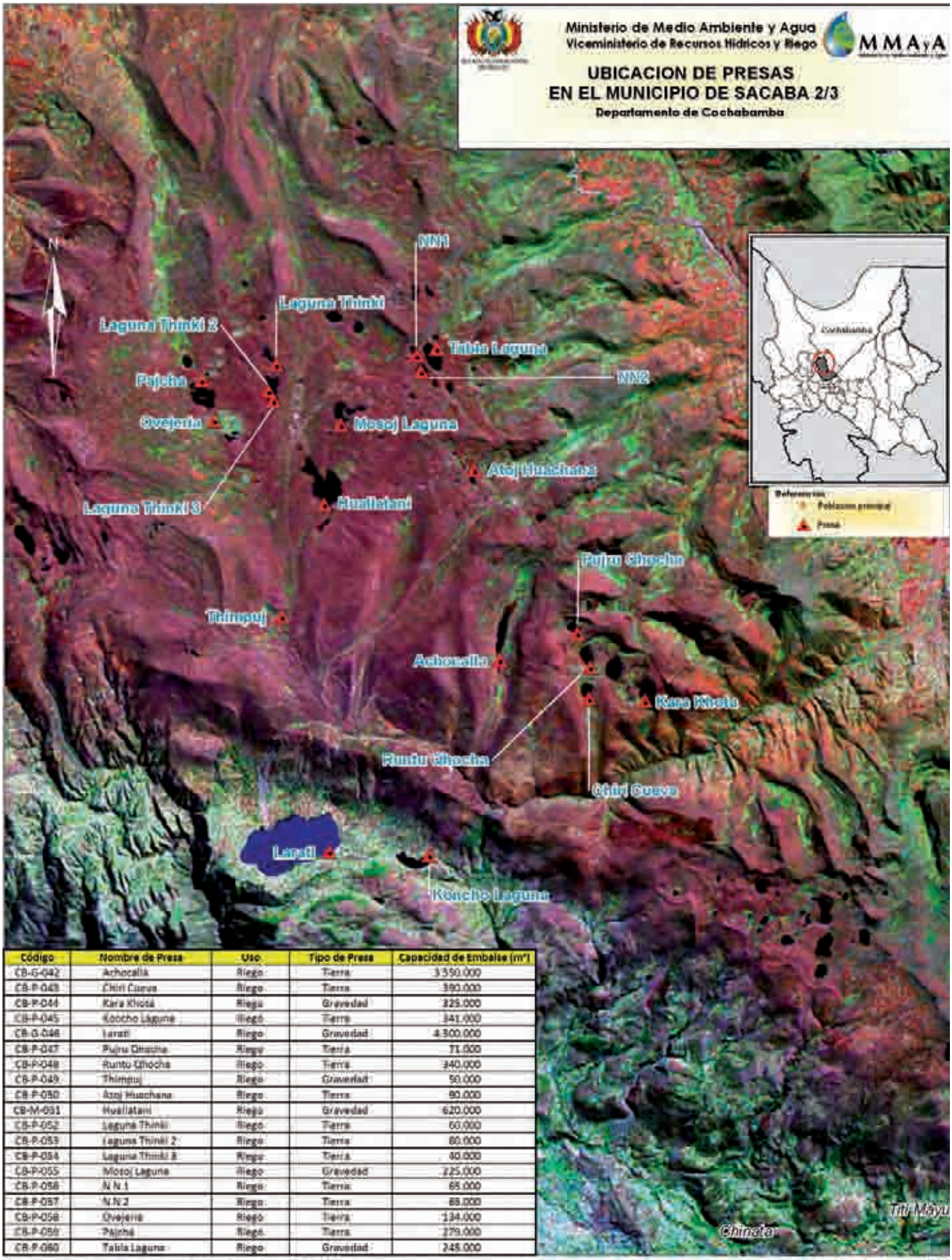
Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de los usuarios de las comunidades de Tutimayu.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Existen filtraciones.*

Mapa No. 24 Presas en el Municipio de Sacaba



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CB-G-042	Achocalla	Riego	Tierra	3'550.000
CB-P-043	Chiri Cueva	Riego	Tierra	390.000
CB-P-044	Kara Khota	Riego	Gravedad	325.000
CB-P-045	Koncho Laguna	Riego	Tierra	341.000
CB-G-046	Larati	Riego	Gravedad	4'300.000
CB-P-047	Pujru Chocha	Riego	Tierra	71.000
CB-P-048	Runtu Chocha	Riego	Tierra	340.000
CB-P-049	Thimpuj	Riego	Gravedad	50.000
CB-P-050	Azoj Huachana	Riego	Tierra	90.000
CB-M-051	Huallatani	Riego	Gravedad	620.000
CB-P-052	Laguna Thinki	Riego	Tierra	60.000
CB-P-053	Laguna Thinki 2	Riego	Tierra	80.000
CB-P-054	Laguna Thinki 3	Riego	Tierra	40.000
CB-P-055	Mosoj Laguna	Riego	Gravedad	225.000
CB-P-056	N N 1	Riego	Tierra	65.000
CB-P-057	N N 2	Riego	Tierra	85.000
CB-P-058	Ovejeria	Riego	Tierra	134.000
CB-P-059	Pajcha	Riego	Tierra	279.000
CB-P-060	Tabla Laguna	Riego	Gravedad	245.000

Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Limite politico administrativo de caracter provisional MDSP-UTL-2004

Elaborado por: VRHR

Achocalla CB-G-042



Vista lateral de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	3,80 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	15,80 m	Latitud	17°18’49”
Longitud coronamiento	196 m	Longitud	65°59’9”
Capacidad de embalse	3.550.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Rocha
Cota coronamiento	4.035 msnm	Río de la presa	Achocalla mayu

Antecedentes y situación actual

El embalse se encuentra operando adecuadamente, aunque los canales de aducción que trasvasan aguas necesitan permanente limpieza para evitar el ingreso de sedimentos. Aguas debajo de la zona de descarga, los taludes inclinados del canal de salida están perdiendo su espesor de revestimiento por impacto del agua, requieren reposición de hormigón.

El dren basal, se encuentra con materiales de sedimentos finos a la salida final de descarga

Area de la cuenca



Fuente: Carta IGM 6341-I6441 - IV

Comentarios: *Se requiere trabajos de sellado en todos los elementos que hacen de junta constructiva en las piezas de hormigón armado, como ser losa de ingreso a la obra combinada, losa de la obra combinada.*

Chiricueva B CB-P-043



Vista lateral de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,63 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	2,50 m	Latitud	17°19’13”
Longitud coronamiento	95 m	Longitud	65°58’12”
Capacidad de embalse	390.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	4.050 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

El embalse se encuentra operando adecuadamente, el espejo presenta aguas cristalinas, sin embargo existen tepes y piedras en algunas zonas puntuales que están sueltos y han perdido adherencia entre sí.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Se recomienda hacer una reposición de tepes y piedra acomodada verticalmente en los taludes, tanto aguas arriba y abajo, debido a que han perdido adherencia entre sí.*
Aguas abajo del cuerpo de la presa, se encuentra bastante humedad, lo que es inicio de filtraciones.

Kara Khota CB-P-044



Vista de la válvula y la cresta aguas abajo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,30 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	2,50 m	Latitud	17°19’15”
Longitud coronamiento	126 m	Longitud	65°57’36”
Capacidad de embalse	325.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	3970 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

El embalse se encuentra operando adecuadamente.

Se advierten cultivos en el vaso que provocan el arrastre de sedimentos al embalse.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Deberá monitorearse el ingreso de sedimentos al embalse.*
Se recomienda construir un vertedero frontal en el cuerpo de la presa, ya que las aguas de crecida han sobrepasado el volante de operación de la compuerta de descarga erosionando y debilitando el muro aguas abajo.

Koncho Laguna CB-P-045



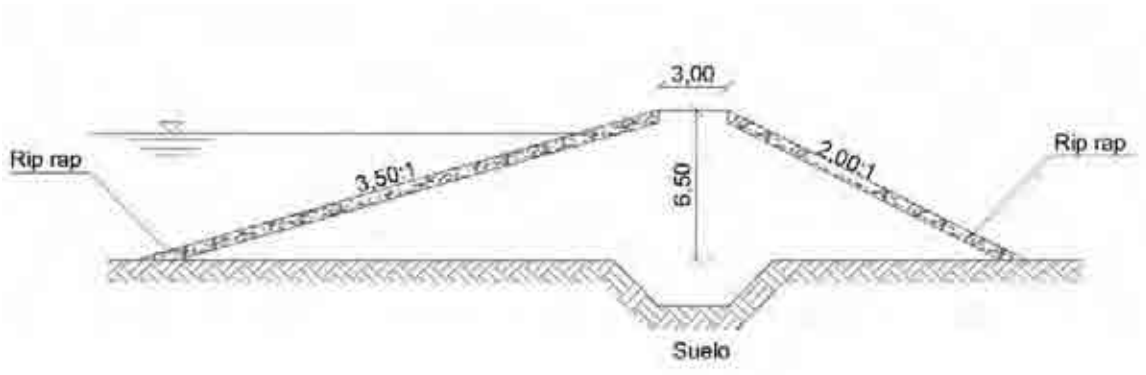
Vista lateral de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	2,30 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	6,50 m	Latitud	17°20’49”
Longitud coronamiento	42 m	Longitud	65°59’55”
Capacidad de embalse	341.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	3.550 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

Como estructura la presa se encuentra en buenas condiciones

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Deberá monitorearse el ingreso de sedimentos al embalse.*
Se recomienda hacer un reacondicionamiento del rip rap, tanto aguas arriba, como aguas abajo y eliminar arbustos que creen en el talud.

Larati CB-G-046



Vista lateral de la presa

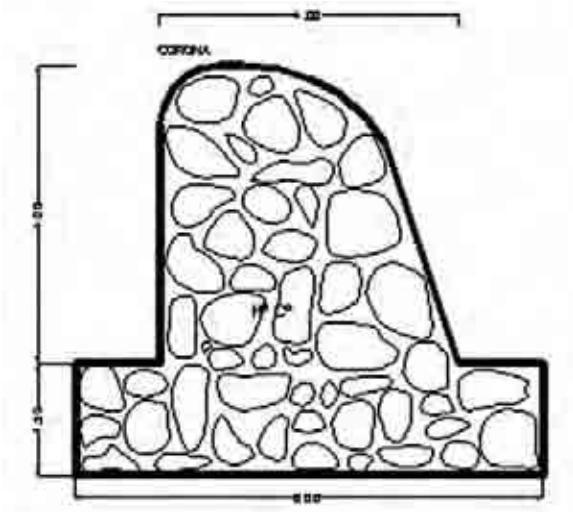
Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	10,12 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	4,00 m	Latitud	17°20’46”
Longitud coronamiento	70 m	Longitud	66° 0’59”
Capacidad de embalse	4.500.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	3.570 msnm	Río de la presa	Pajcha Mayu

Antecedentes y situación actual

La presa se encuentra en buenas condiciones, sin embargo las válvulas no se cierran herméticamente, razón por la cual existe fuga de agua. Algunas zonas de hormigón están empezando a sufrir desprendimientos del cuerpo de la presa.

El embalse está operándose adecuadamente y relativamente tiene actividades de mantenimiento preventivo en la conservación de la infraestructura, sin embargo, los taludes necesitan mayor atención.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Los asentamientos humanos y la actividad ganadera aguas arriba del embalse requieren ser monitoreados a objeto de evitar posibles arrastres de material.*
Se recomienda reponer válvulas más herméticas y controlar la apertura y cierre de las mismas.

Pujru Qhocha CB-P-047



Vista talud y compuerta de operación aguas arriba de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,52 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	3,50 m	Latitud	17°18’33”
Longitud coronamiento	50 m	Longitud	65°58’19”
Capacidad de embalse	71.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	4.150 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

Como estructura la presa se encuentra en buenas condiciones, sin embargo deberá monitorearse el ingreso de sedimentos finos al embalse.

Sección transversal de la presa



SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO DEL CUERPO DE LA PRESA

Comentarios: *Es necesario un plan de mantenimiento de obras pintura anticorrosiva, engrase de la compuerta de operación y mejorar el hermetismo de cierre. Se recomienda reacondicionar las partes deterioradas de los taludes.*

Runtu Qhocha CB-P-048



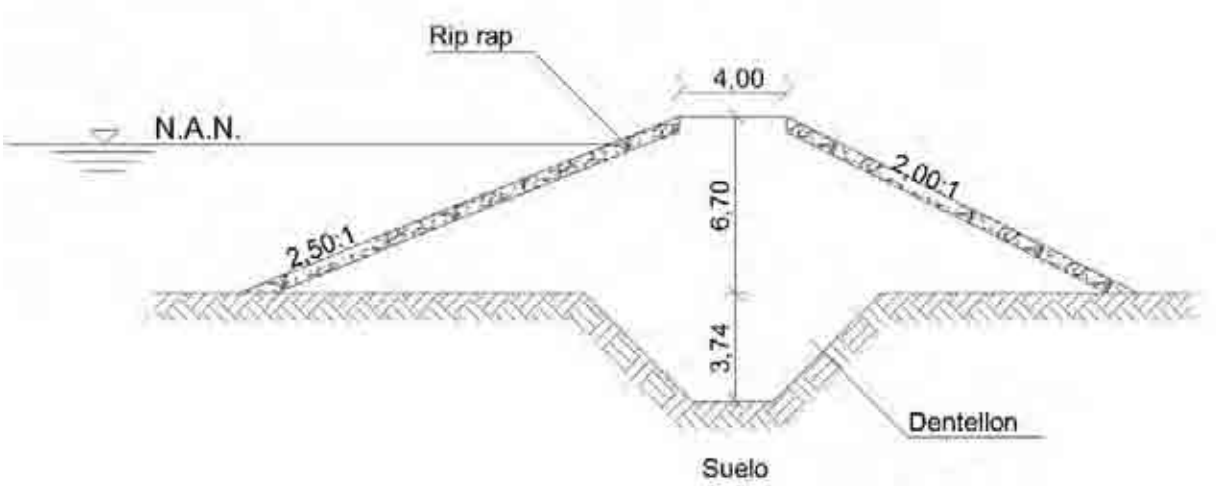
Vista lateral de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,03 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	6,70 m	Latitud	17°18’54”
Longitud coronamiento	147 m	Longitud	65°58’11”
Capacidad de embalse	340.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	4.025 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

Como estructura la presa se encuentra en buenas condiciones.

Sección transversal de la presa



Thimpuj CB-P-049



Vista del vertedor aguas abajo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,56 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	2,50 m	Latitud	17°18’21”
Longitud coronamiento	25 m	Longitud	66° 1’28”
Capacidad de embalse	50.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	4.101 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

La presa es una obra rústica desde donde se distribuyen Mithas aguas para los regantes de Apaka Punta.

El embalse almacena aguas claras provenientes de escurrimiento superficial y vertientes y permite la crianza de peces.

La obra se encuentra operando adecuadamente

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Es necesario colocar un mecanismo de operación (válvula o compuerta) para regular la salida de aguas embalsadas, se debe mejorar los cerramientos del embalse para que los mismos sean sólidos y permitan garantizar su estabilidad.*

Atoj Huachana CB-P-050



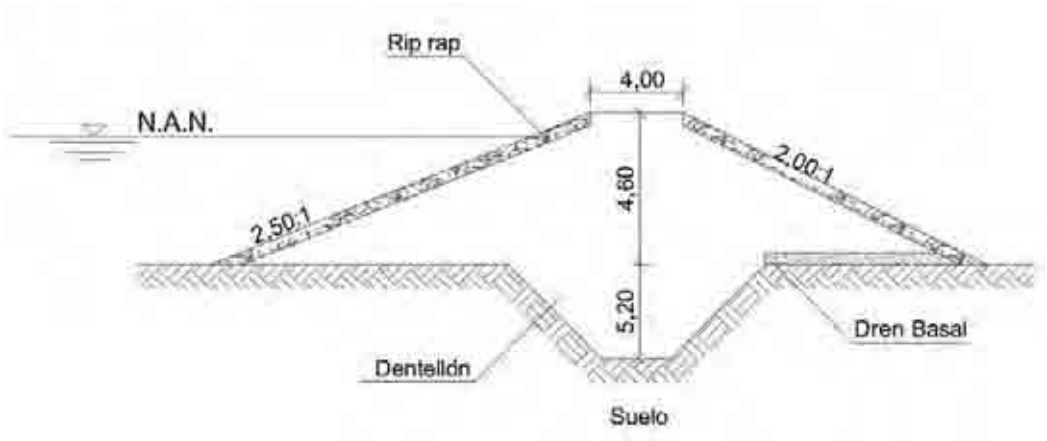
Vista lateral de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,70 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	4,60 m	Latitud	17°16’52”
Longitud coronamiento	103 m	Longitud	65°59’24”
Capacidad de embalse	90.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	4.250 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

El embalse se encuentra operando adecuadamente aunque el área de ingreso de la obra de toma, en el talud de aguas arriba, se encuentra con presencia de sedimentos finos.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *El ingreso de aguas presenta sedimentos finos que pueden producir colmataciones en la tubería de salida. Es necesario efectuar trabajos de pintado anticorrosivo de todos los elementos metálicos que están en la infraestructura de la presa.*

Huallatani CB-M-051



Vista lateral de la presa

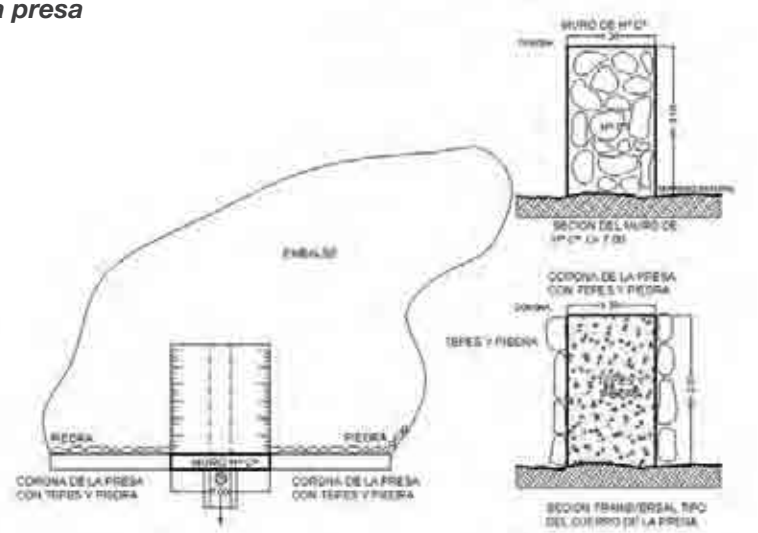
Características generales

Tipo de presa	Mixta *(Hormigón ciclópeo con Tierra)*.	Uso	Riego
Área de la cuenca	3,50 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	3,10 m	Latitud	17°17’12”
Longitud coronamiento	35 m	Longitud	66° 1’0”
Capacidad de embalse	620.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	4.236 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

Como estructura la presa se encuentra en aceptables condiciones

Sección transversal de la presa



Comentarios: *En las inmediaciones de la obra de toma existe presencia de sedimentos que perjudican el hermetismo de cierre de la válvula. Es necesario el mantenimiento y reposición de los taludes que conforman el cuerpo de la presa y construir un vertedero de excedencias.*

Laguna Thinki CB-P-052



Vista lateral de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,90 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	2,30 m	Latitud	17°15’46”
Longitud coronamiento	25 m	Longitud	66° 1’30”
Capacidad de embalse	60.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	4.267 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

Como estructura la presa se encuentra en aceptables condiciones

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Deberá monitorearse el ingreso de sedimentos al embalse.*
Recomendable hacer una reposición de los taludes que conforman el cuerpo de la presa de tierra y también construir un vertedero de excedencias.

Laguna Thinki dos CB-P-053



Vista aguas arriba de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,88 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	2,50 m	Latitud	17°16’2”
Longitud coronamiento	50 m	Longitud	66° 1’35”
Capacidad de embalse	80.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	4.270 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

Como estructura la presa se encuentra en aceptables condiciones

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Deberá monitorearse el ingreso de sedimentos al embalse.*
Es necesario reponer los taludes que conforman el cuerpo de la presa y construir un vertedero de excedencias.

Laguna Thinki tres CB-P-054



Vista aguas abajo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,50 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	1,65 m	Latitud	17°16’8”
Longitud coronamiento	5 m	Longitud	66° 1’30”
Capacidad de embalse	40.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	4.272 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

No existen datos

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Deberá monitorearse el ingreso de sedimentos al embalse. Es necesario reponer los taludes que conforman el cuerpo de la presa y construir un vertedero de excedencias.*

Mosoj Laguna CB-P-055



Vista aguas abajo de la presa

Características generales

Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	3,51 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	3,00 m	Latitud	17°16’23”
Longitud coronamiento	11 m	Longitud	66° 0’49”
Capacidad de embalse	225.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	4.285 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

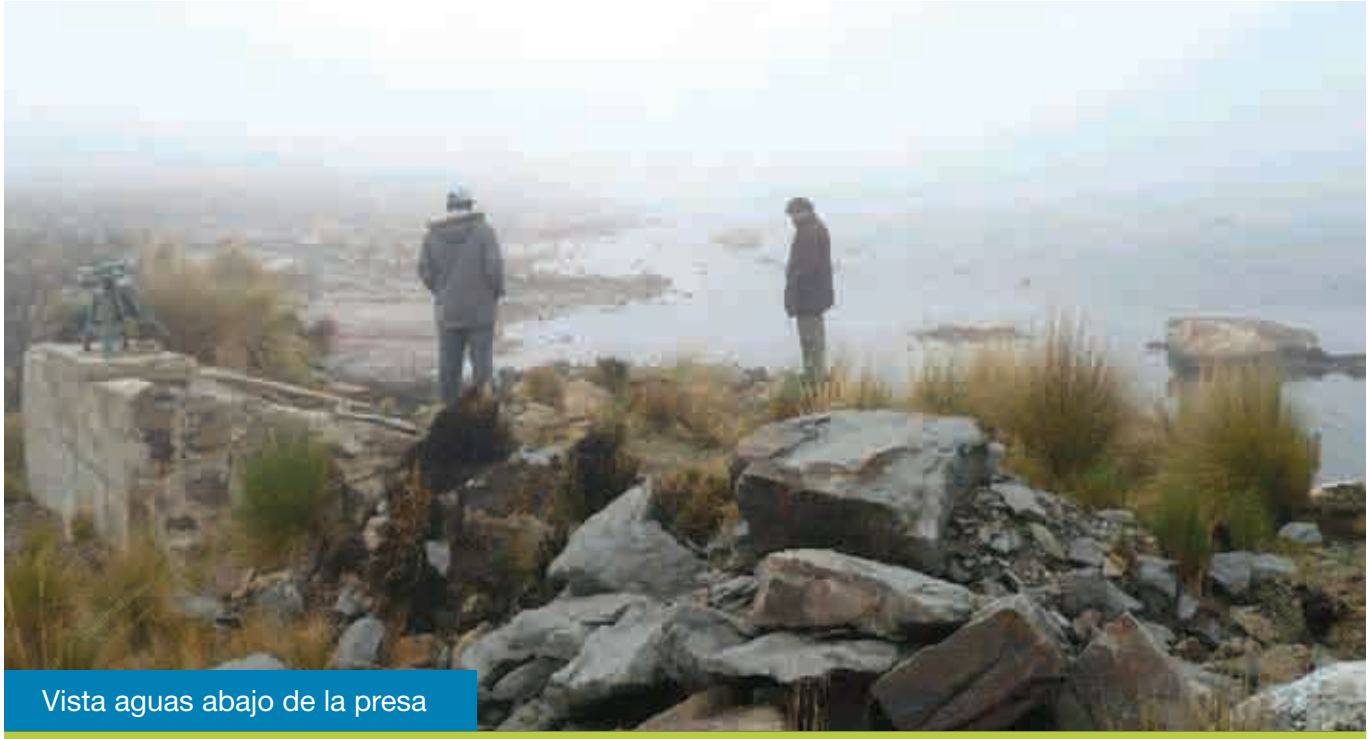
No existen datos

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Como estructura la presa está en buenas condiciones, la válvula presenta relativamente buen hermetismo de cierre, aunque la zona donde está situada carece de protección y retiene agua que genera oxidaciones en la válvula.*

N.N. Uno CB-P-056



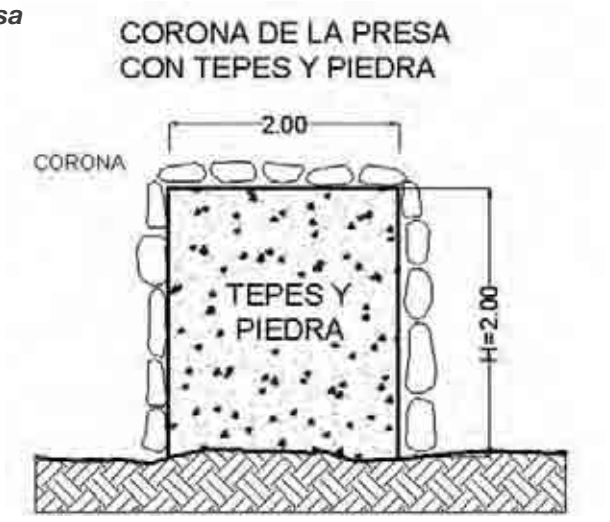
Vista aguas abajo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	2,31 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	2,00 m	Latitud	17°15’41”
Longitud coronamiento	31 m	Longitud	66° 0’0”O
Capacidad de embalse	65.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	4.266 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

Como estructura la presa no está en buenas condiciones. Su operación es dificultosa porque el volante de la compuerta está dañado y el cierre no es hermético.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Se deben reponer los taludes verticales, tanto aguas arriba, como aguas abajo, y controlar el crecimiento de arbustos debe ser controlada.*

N.N. Dos CB-P-057



Vista aguas arriba de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	2,31 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	1,20 m	Latitud	17°15’51”
Longitud coronamiento	10 m	Longitud	65°59’57”
Capacidad de embalse	65.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	4.272 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

La presa no está en buenas condiciones. El volante de la compuerta está dañado y el cierre no es hermético lo que dificulta la operación.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *A corto plazo es necesario hacer una reposición de taludes verticales, tanto aguas arriba, como aguas abajo, controlar el crecimiento de arbustos.*

Ovejeria CB-P-058



Vista aguas arriba de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	3,28 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	2,30 m	Latitud	17°16’20”
Longitud coronamiento	25 m	Longitud	66° 2’10”
Capacidad de embalse	134.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	4.204 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

Como estructura la presa se encuentra en aceptables condiciones

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Deberá monitorearse el ingreso de sedimentos al embalse que perjudican el hermetismo de cierre de la compuerta. A corto plazo, es necesario hacer una reposición de los taludes que conforman el cuerpo de la presa de tierra y también construir un vertedero de excedencias.*

Pajcha CB-P-059



Vista aguas arriba de la presa

Características generales

Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,84 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	4,00 m	Latitud	17°15’55”
Longitud coronamiento	15 m	Longitud	66° 2’18”
Capacidad de embalse	279.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	4.240 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

Como estructura la presa se encuentra en aceptables condiciones

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Deberá monitorearse el ingreso de sedimentos al embalse que perjudican el hermetismo de cierre de la compuerta. Es recomendable hacer una reposición de los taludes que conforman el cuerpo de la presa de tierra y también construir un vertedero de excedencias.*

Tabla Laguna CB-P-060



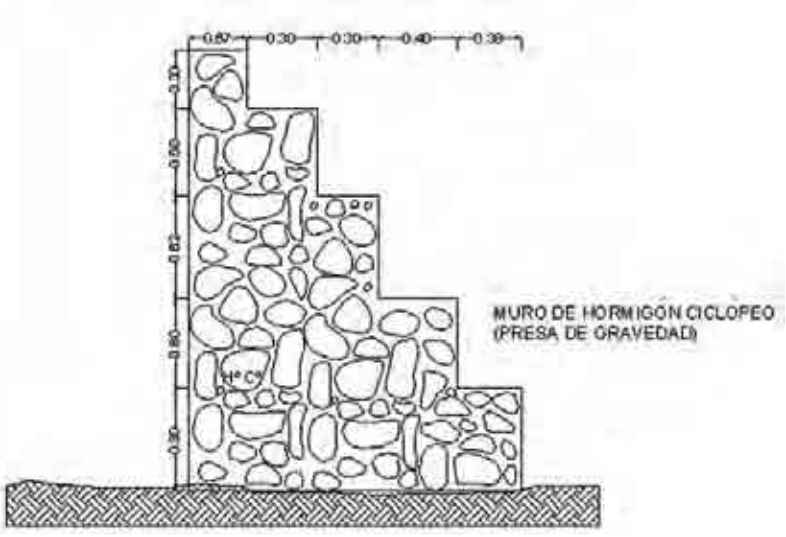
Vista aguas arriba de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,38 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	3,50 m	Latitud	17°15’37”
Longitud coronamiento	310 m	Longitud	65°59’47”
Capacidad de embalse	245.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	4.244 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

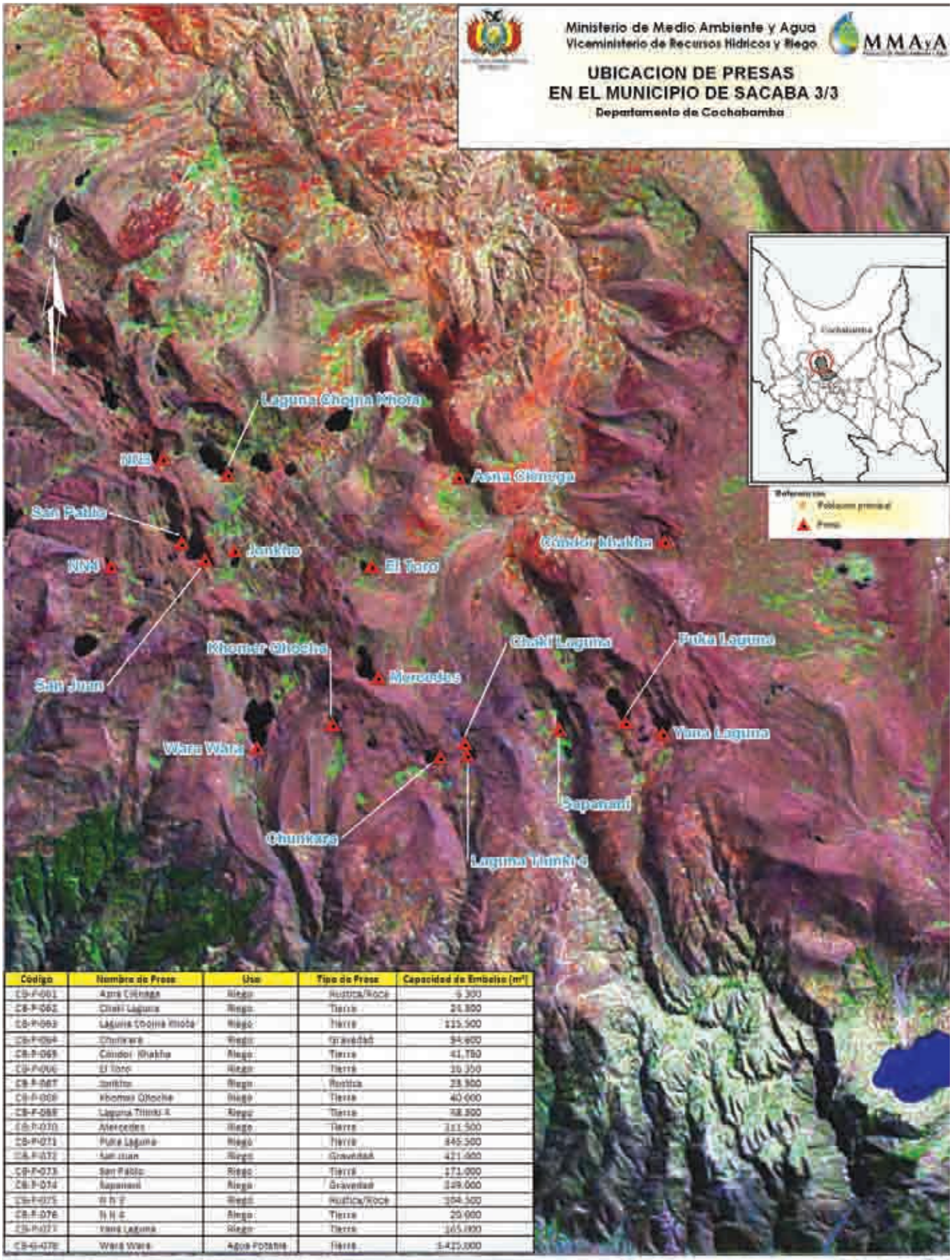
Como estructura la presa se encuentra en aceptables condiciones

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Deberá monitorearse el ingreso de sedimentos al embalse y se recomienda hacer una reposición de hormigones en el cuerpo de la presa.*

Mapa No. 25 Presas en el Municipio de Sacaba



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CB-P-061	Agua Colorada	Riego	Rustica/Roca	9.300
CB-P-062	Chiri Laguna	Riego	Tierra	24.800
CB-P-063	Laguna Chojna Khota	Riego	Tierra	115.500
CB-P-064	Chunkara	Riego	Gravedad	94.600
CB-P-065	Cóndor Khakha	Riego	Tierra	41.750
CB-P-066	El Toro	Riego	Tierra	39.350
CB-P-067	Jankho	Riego	Rustica	28.900
CB-P-068	Khomer Qhocha	Riego	Tierra	40.000
CB-P-069	Laguna Tunki 4	Riego	Tierra	48.300
CB-P-070	Mercedes	Riego	Tierra	111.500
CB-P-071	Puka Laguna	Riego	Tierra	845.500
CB-P-072	San Juan	Riego	Gravedad	421.000
CB-P-073	San Pablo	Riego	Tierra	171.000
CB-P-074	Sapanani	Riego	Gravedad	349.000
CB-P-075	N N 2	Riego	Rustica/Roca	304.500
CB-P-076	N N 4	Riego	Tierra	20.000
CB-P-077	Yana Laguna	Riego	Tierra	165.000
CB-H-078	Wara Wara	Agua Potable	Tierra	3.420.000

Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Límite politico administrativo de caracter provisional MDSP-UTL-2004

Elaborado por: VRHR

Asna Ciénega CB-P-061



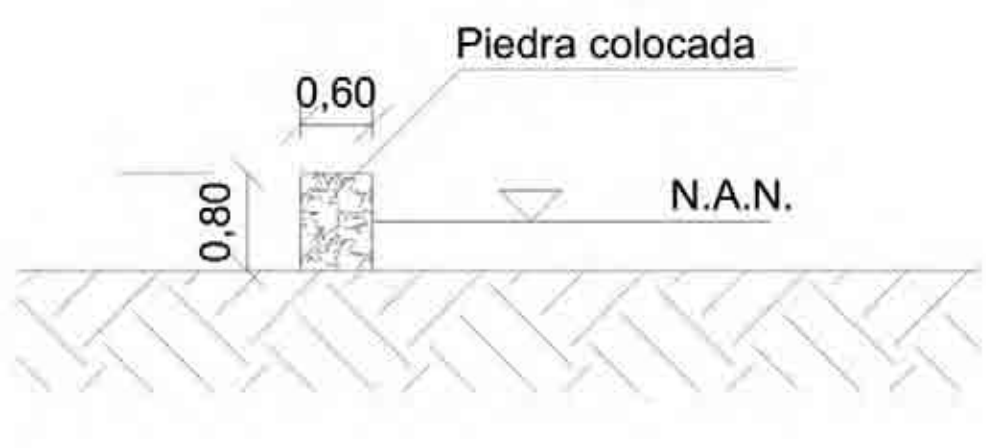
Vista aguas arriba de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Rústica	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,08 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	0,80 m	Latitud	17°15’32”
Longitud coronamiento	9 m	Longitud	66°05’37”
Capacidad de embalse	6.200 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	4.150 msnm	Río de la presa	Asna Ciénega

Antecedentes y situación actual

La presa es una obra rústica construida por los comunarios con materiales del lugar como piedras, tepes, tierra apisonada; esta técnica local requiere alta inversión de mano de obra y mantenimiento constante. Se observan asentamientos y filtraciones. Podría ser impermeabilizada para aumentar su capacidad de embalse. El agua es cristalina porque la cuenca de aporte se encuentra en buen estado.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Puede ser mejorada.*

Chaki Laguna CB-P-062



Vista aguas frontal de la presa

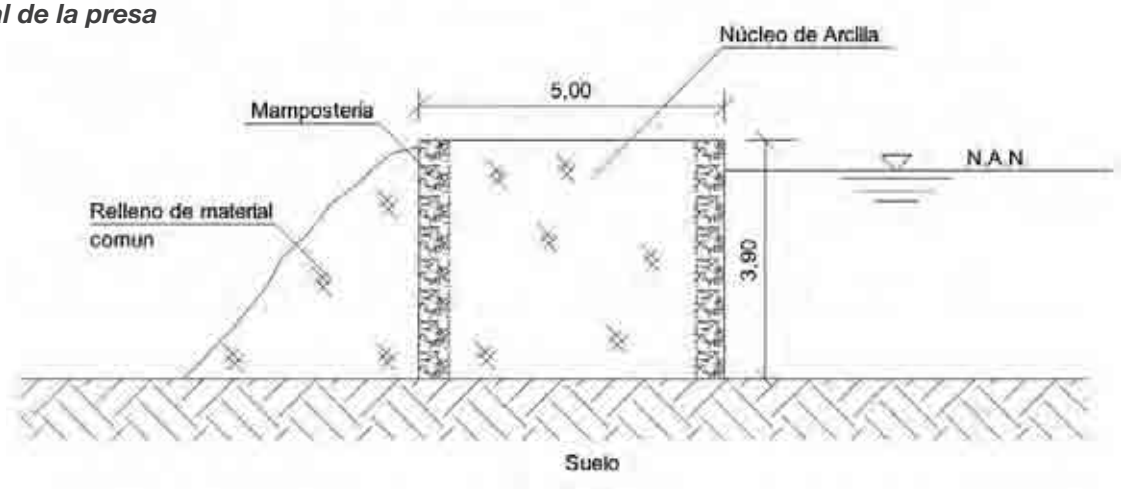
Características generales

Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,10 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	3,90 m	Latitud	17°17’51”
Longitud coronamiento	53 m	Longitud	66° 5’35”
Capacidad de embalse	24.200 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	4.248 msnm	Río de la presa	Chunkara

Antecedentes y situación actual

Se encuentra bien construida y el funcionamiento de sus partes es normal. Existen pequeñas filtraciones por la válvula de la obra de toma. No cuenta con un vertedero de excedencias. La corona se encuentra en su mayoría cubierta por paja brava.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Los campesinos del lugar se encontraban haciendo mantenimiento.*

Laguna Chojna Khota CB-P-063



Vista aguas arriba de la presa

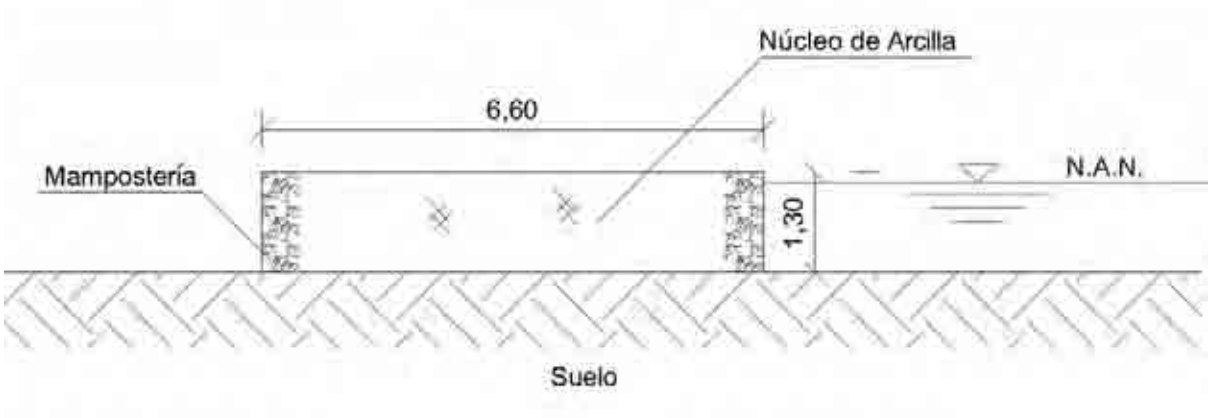
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,30 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	1,30 m	Latitud	17°15’30”
Longitud coronamiento	12 m	Longitud	66°07’42”
Capacidad de embalse	115.600 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	4.187 msnm	Río de la presa	Gamboa

Antecedentes y situación actual

Presa rústica construida con materiales del lugar piedras, tierra, tepes apisonados con filtraciones en el el cuerpo de la presa. Existen pequeños asentamiento a lo largo de la corona.

El agua es cristalina y abundante, el entorno se encuentra con cobertura vegetal.

Sección transversal de la presa



Chuncara CB-P-064



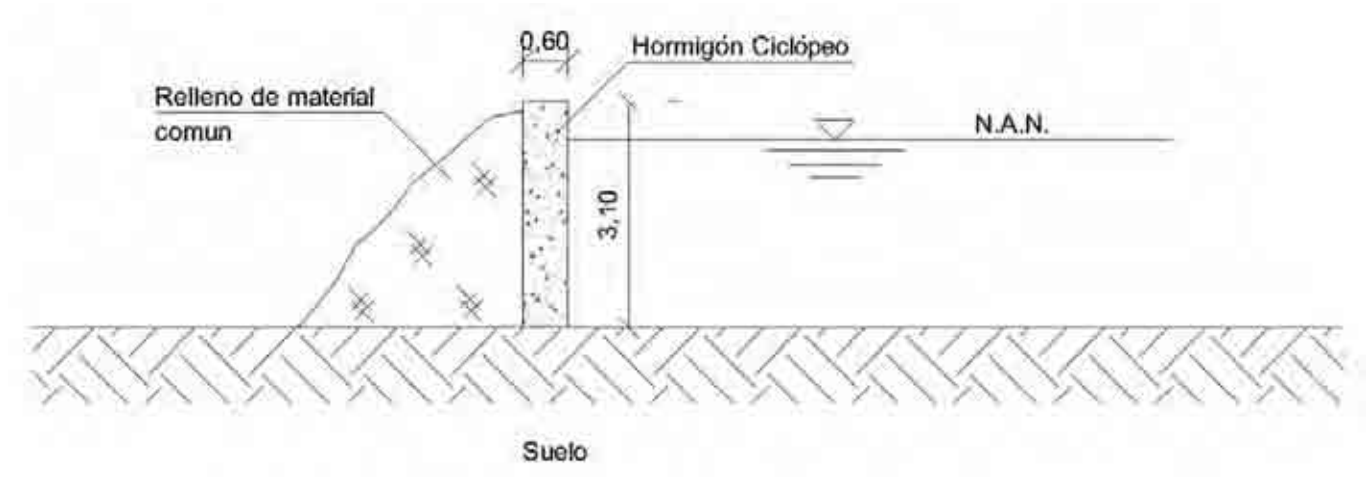
Vista aguas abajo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,26 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	3,10 m	Latitud	17°17’58”
Longitud coronamiento	21 m	Longitud	66°05’48”
Capacidad de embalse	94,600 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	4.207 msnm	Río de la presa	Gamboa

Antecedentes y situación actual

Existen pequeñas filtraciones por la válvula de la obra de toma. No cuenta con un vertedero de excedencias en el cuerpo de la misma. En general se encuentra en buen estado.

Sección transversal de la presa



Cóndor Khakha CB-P-065



Vista aguas arriba de la presa

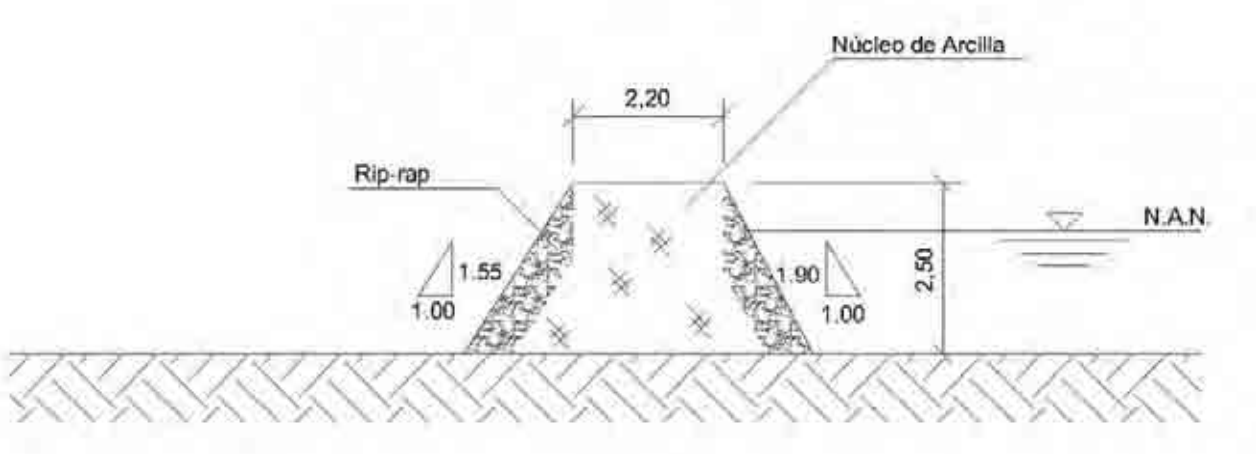
Características generales			
Tipo de presa	Rústica	Uso	Energía
Área de la cuenca	0,43 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	2,50 m	Latitud	17°16’07”
Longitud coronamiento	82 m	Longitud	66°03’46”
Capacidad de embalse	41.800 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	4.336 msnm	Río de la presa	Cóndor Khakha

Antecedentes y situación actual

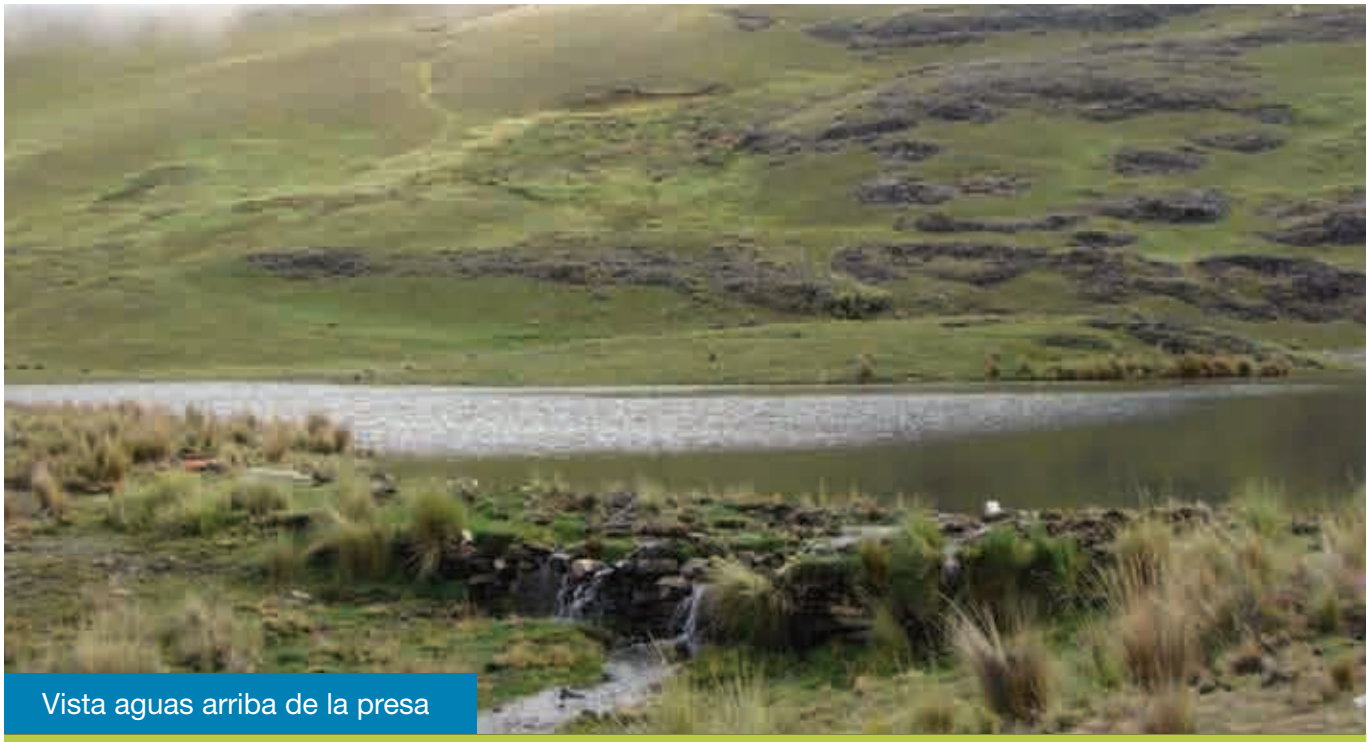
Presa rústica construida con materiales del lugar que opera regularmente.

Existen filtraciones internas, que se perciben aguas abajo de la presa donde se observan charcos de gran prolongación.

Sección transversal de la presa



El Toro CB-P-066



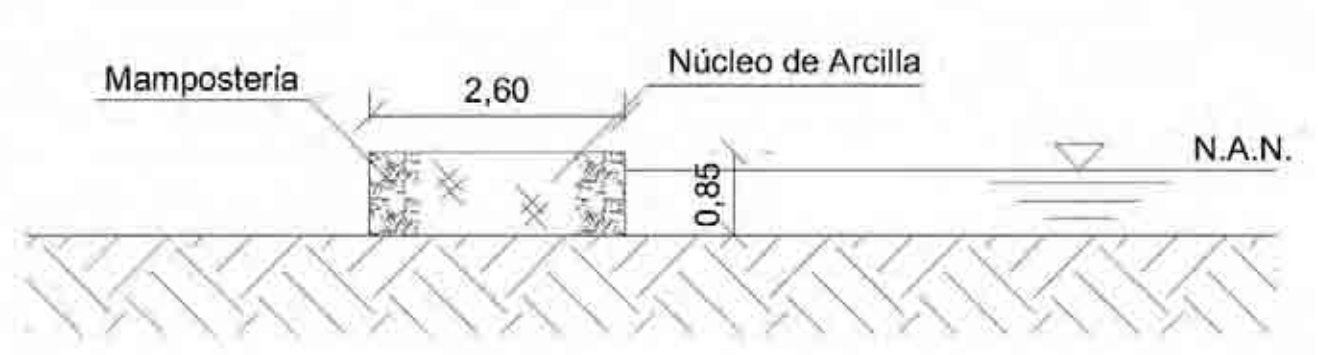
Vista aguas arriba de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,21 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	0,85 m	Latitud	17°16’18”
Longitud coronamiento	20 m	Longitud	66°06’25”
Capacidad de embalse	16.400 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	4.251 msnm	Río de la presa	El Toro

Antecedentes y situación actual

La presa es de construcción rústica (piedra colocada combinada con tierra y tepes). Se encuentra funcionando continuamente y se advierten muchas filtraciones a través del cuerpo de la presa.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Posible riesgo de colapso de la estructura por empuje del agua.*

Jonkho CB-P-067



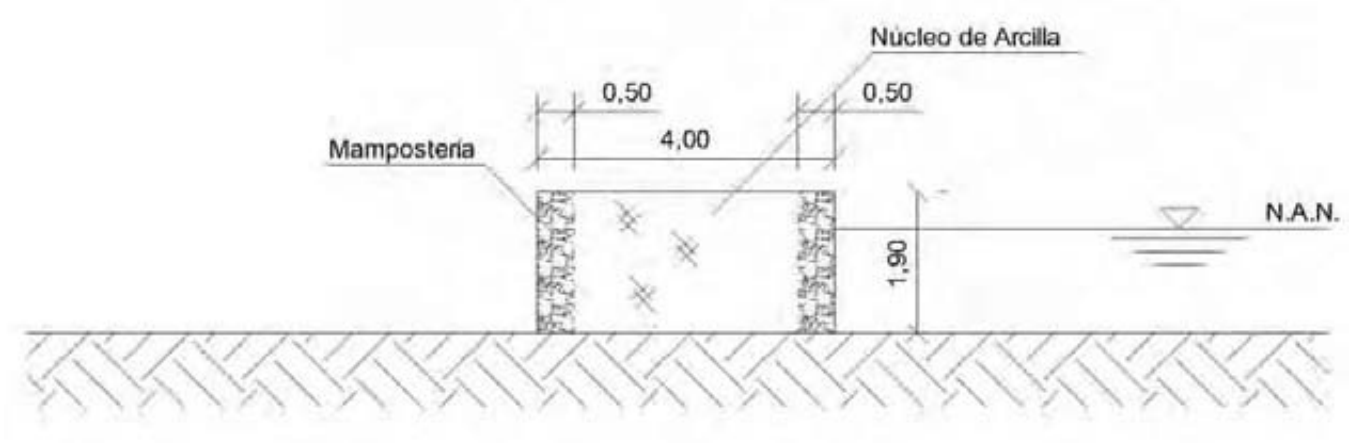
Vista aguas arriba de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,00 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	1,90 m	Latitud	17°16’09”
Longitud coronamiento	11 m	Longitud	66°07’39”
Capacidad de embalse	23.600 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	4.204 msnm	Río de la presa	Jonkho

Antecedentes y situación actual

La presa es de roca proveniente de la misma zona. La presa funciona sin problemas. Existen dos tomas: una que de forma rectangular que pasa por debajo de la presa y una tubería de polietileno. No se identificaron posibles riesgos

Sección transversal de la presa



Qhomer Qhocha CB-P-068



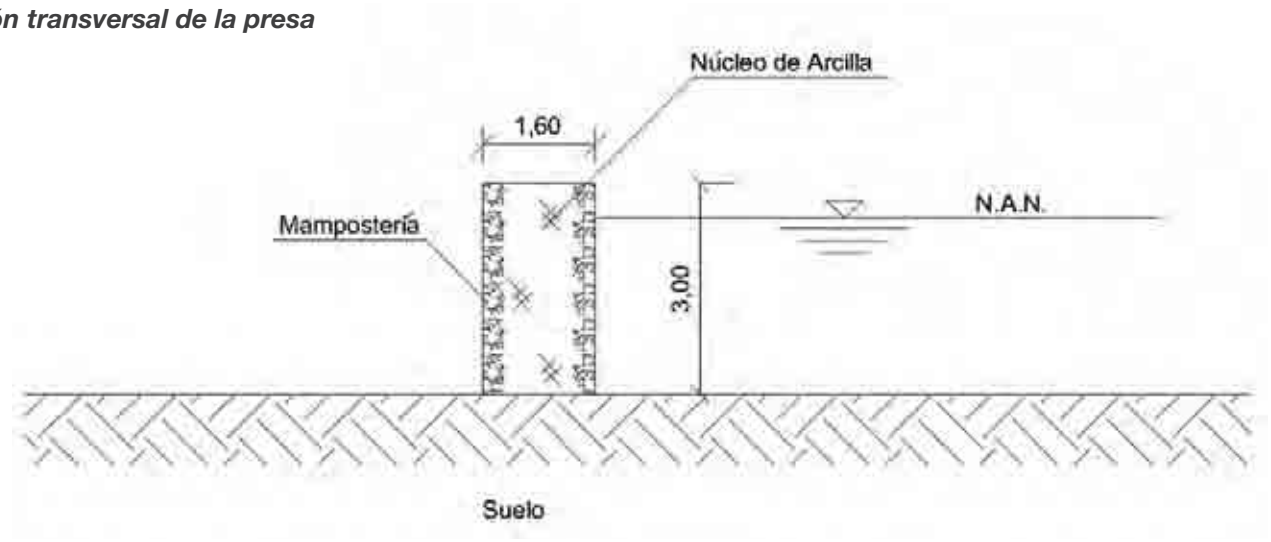
Vista aguas arriba de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,52 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	3,00 m	Latitud	17°17’41”
Longitud coronamiento	77 m	Longitud	66°06’47”
Capacidad de embalse	40.000 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	4.194 msnm	Río de la presa	Khomer Qhocha

Antecedentes y situación actual

Existen pequeñas filtraciones por el cuerpo de la presa, la corona se encuentra en su mayoría cubierta por paja brava. El vertedero de excedencias para por un costado del cuerpo de la presa.

Sección transversal de la presa



Laguna Thinki 4 CB-P-069



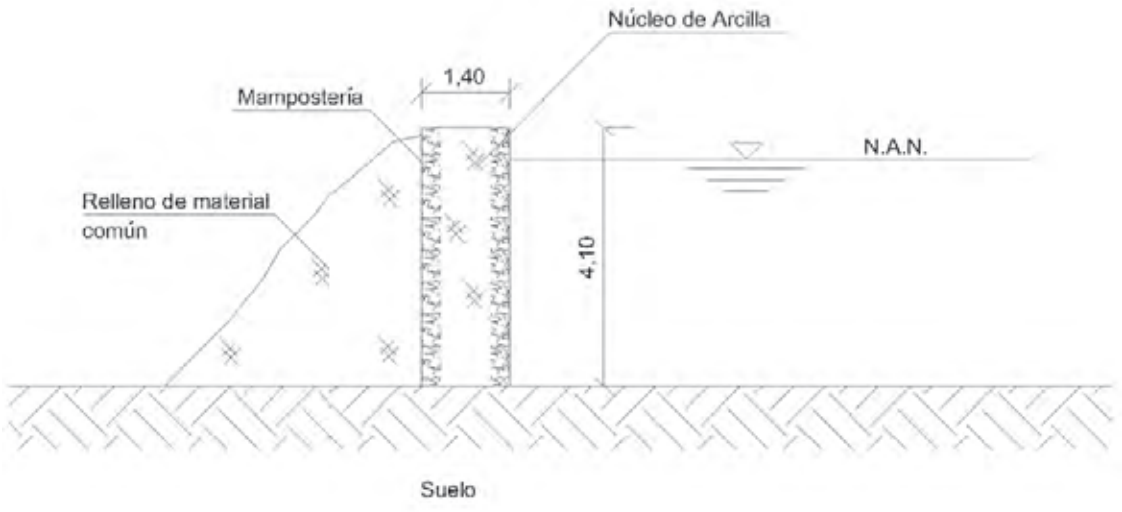
Vista aguas arriba de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,31 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	4.10 m	Latitud	17°17’57”
Longitud coronamiento	140 m	Longitud	66°05’34”
Capacidad de embalse	48.600 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	4235 msnm	Río de la presa	Chuncara

Antecedentes y situación actual

Se encuentra bien construida y el funcionamiento de sus partes es normal. Existen pequeñas filtraciones por la válvula de la obra de toma. No cuenta con un vertedero de excedencias. La corona se encuentra en su mayoría cubierta por paja brava.

Sección transversal de la presa



Mercedes CB-P-070



Vista aguas arriba de la presa

Características generales

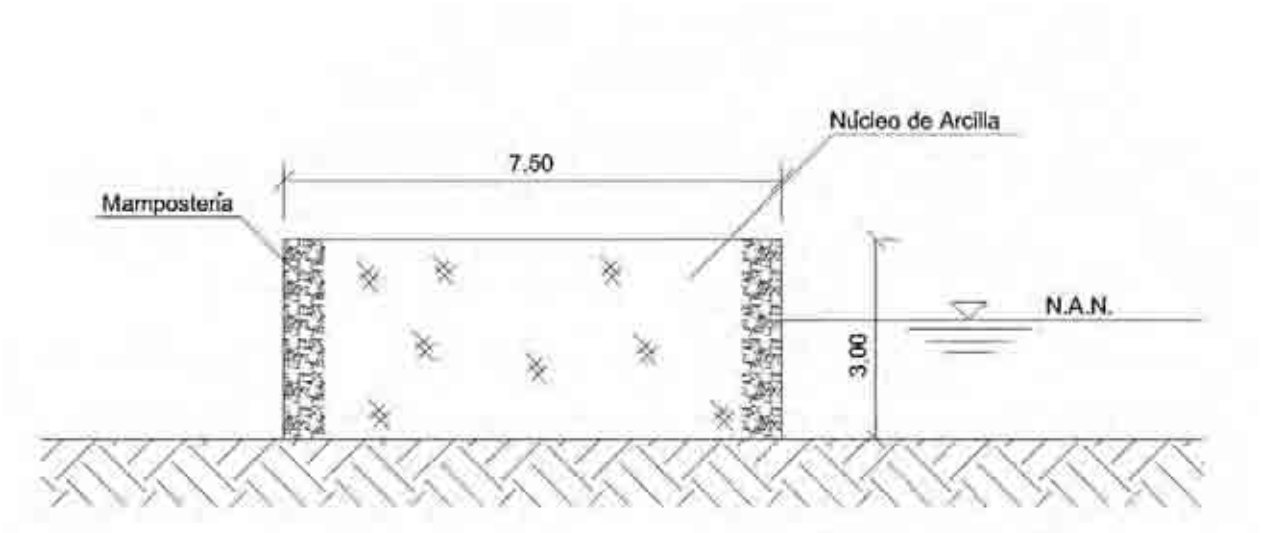
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,45 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	3,00 m	Latitud	17°17’16”
Longitud coronamiento	41 m	Longitud	66°06’22”
Capacidad de embalse	211.400 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	4.300 msnm	Río de la presa	Mercedes

Antecedentes y situación actual

La presa es de pequeña altura, presenta pequeñas deformaciones y asentamientos.

Existen pérdidas de agua. No se identifican riesgos, aguas abajo de la presa.

Sección transversal de la presa



Puka Laguna CB-P-071



Vista aguas arriba de la presa

Características generales

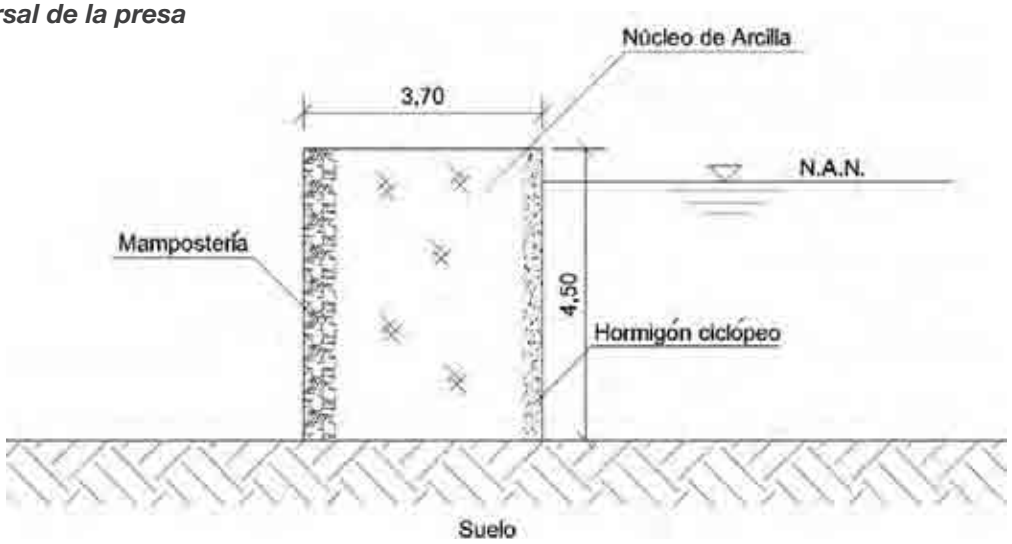
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,98 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	4,50 m	Latitud	17°17’41”
Longitud coronamiento	43 m	Longitud	66° 4’8”
Capacidad de embalse	345.400 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	4.254 msnm	Río de la presa	Carcanita Mayu

Antecedentes y situación actual

La presa se encuentra bien construida y el funcionamiento de sus partes es normal. Existen pequeñas filtraciones por la válvula de la obra de toma, así como también por la parte interna de la presa. La corona presenta pequeños asentamiento.

No cuenta con un vertedero de excedencias.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *El agua es cristalina*

San Juan CB-P-072



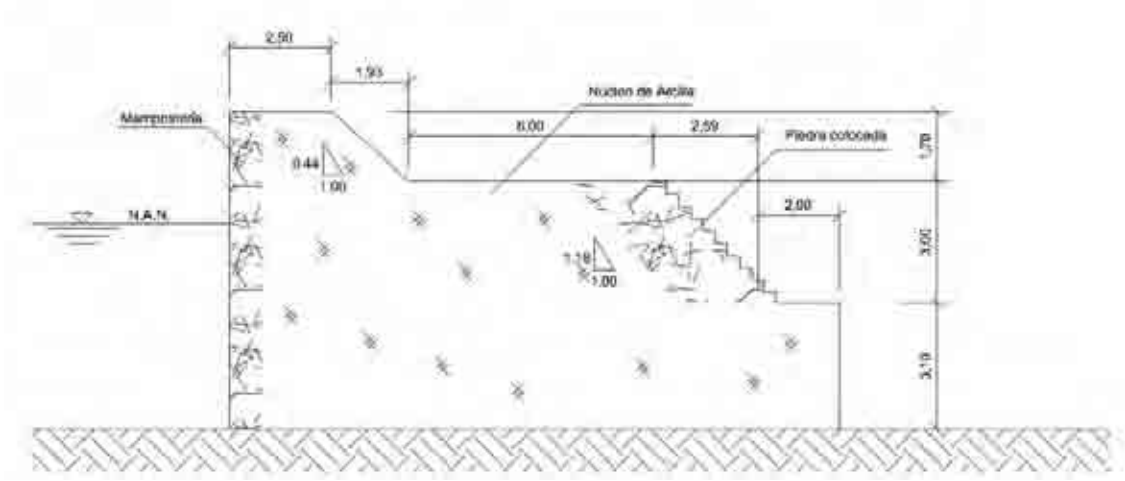
Vista aguas arriba de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,43 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	7,70 m	Latitud	17°16’14”
Longitud coronamiento	47 m	Longitud	66°07’55”
Capacidad de embalse	420.800 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	4.275 msnm	Río de la presa	San Juan

Antecedentes y situación actual

La presa se encuentra en buen estado. Construida con núcleo de arcilla y revestimiento de mampostería de piedra. Filtraciones existentes en el cuerpo de la presa.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Agua cristalina en el embalse.*

San Pablo CB-P-073



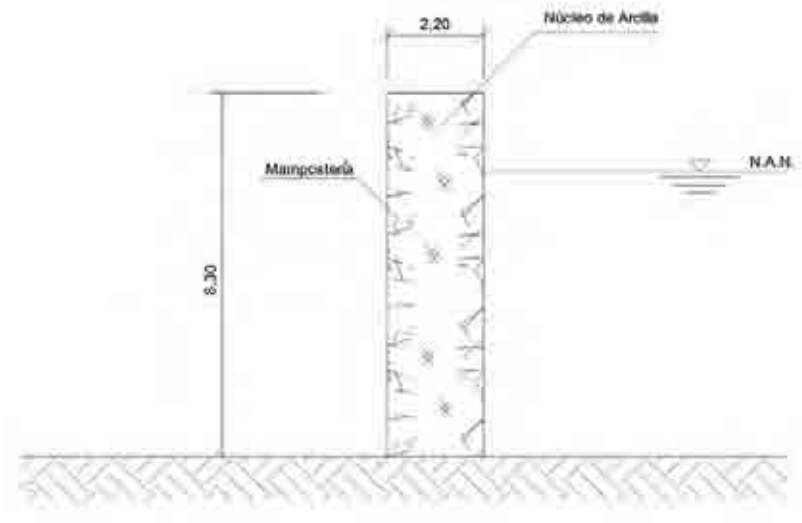
Vista aguas abajo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,76 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	8,30 m	Latitud	17°16’05”
Longitud coronamiento	26 m	Longitud	66°08’08”
Capacidad de embalse	170.800 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	4.275 msnm	Río de la presa	San Pablo

Antecedentes y situación actual

La presa funciona adecuadamente. Consta de un vertedor de excedencias que se encuentra funcionando sin problemas. Existen filtraciones en el cuerpo de la presa observada dentro una pequeña cámara de ingreso a la obra de toma. No se identifica riesgos aguas abajo de la presa.

Sección transversal de la presa



Sapanani CB-M-074



Vista aguas arriba de la presa

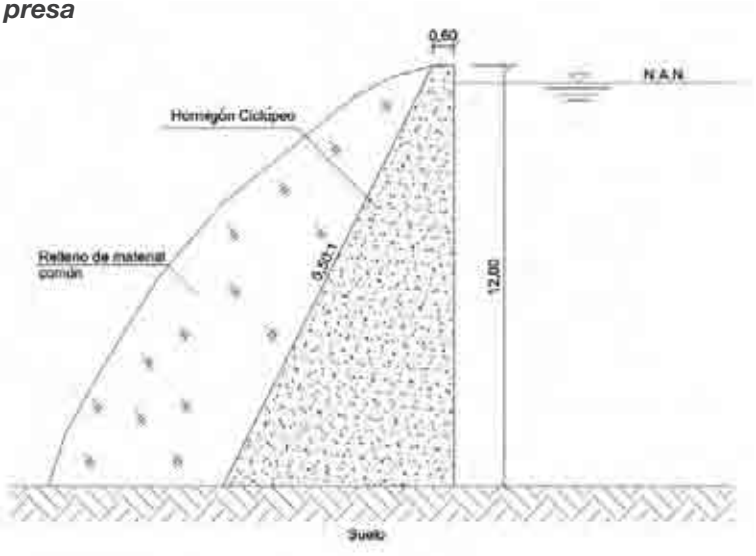
Características generales

Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,29 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	12,00 m	Latitud	17°17’44”
Longitud coronamiento	161 m	Longitud	66° 4’44”
Capacidad de embalse	249.200 m^3	Cuenca de influencia	Incachaca
Cota coronamiento	4.187 msnm	Río de la presa	Hampaturi

Antecedentes y situación actual

Existen pequeñas filtraciones en la válvula de la obra de toma y lugares cercanos a la misma.

Sección transversal de la presa



N.N Tres CB-P-075



Vista aguas arriba de la presa

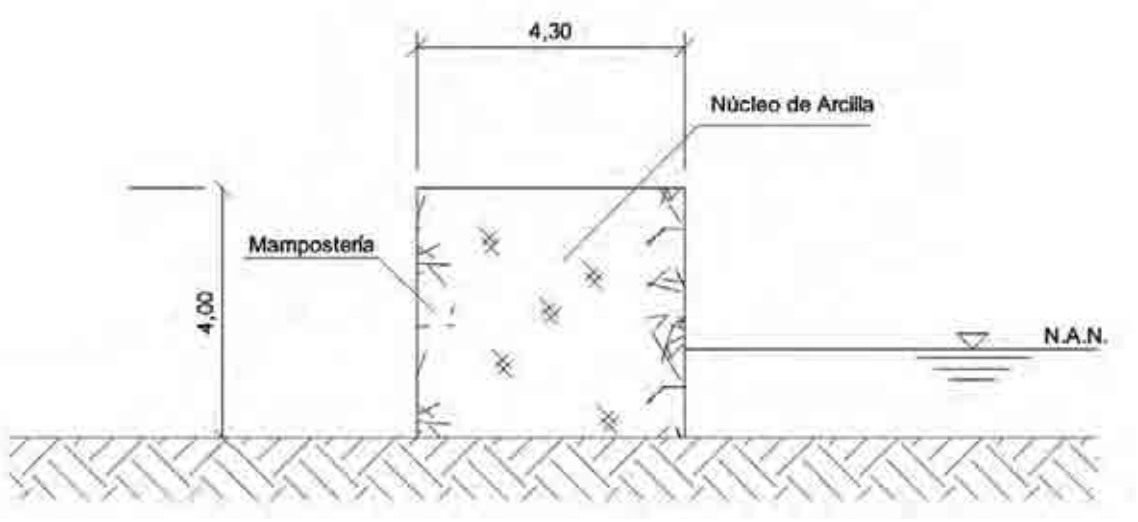
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,33 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	4,00 m	Latitud	17°17’41”
Longitud coronamiento	29 m	Longitud	66°06’47”
Capacidad de embalse	104.400 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	4.390 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

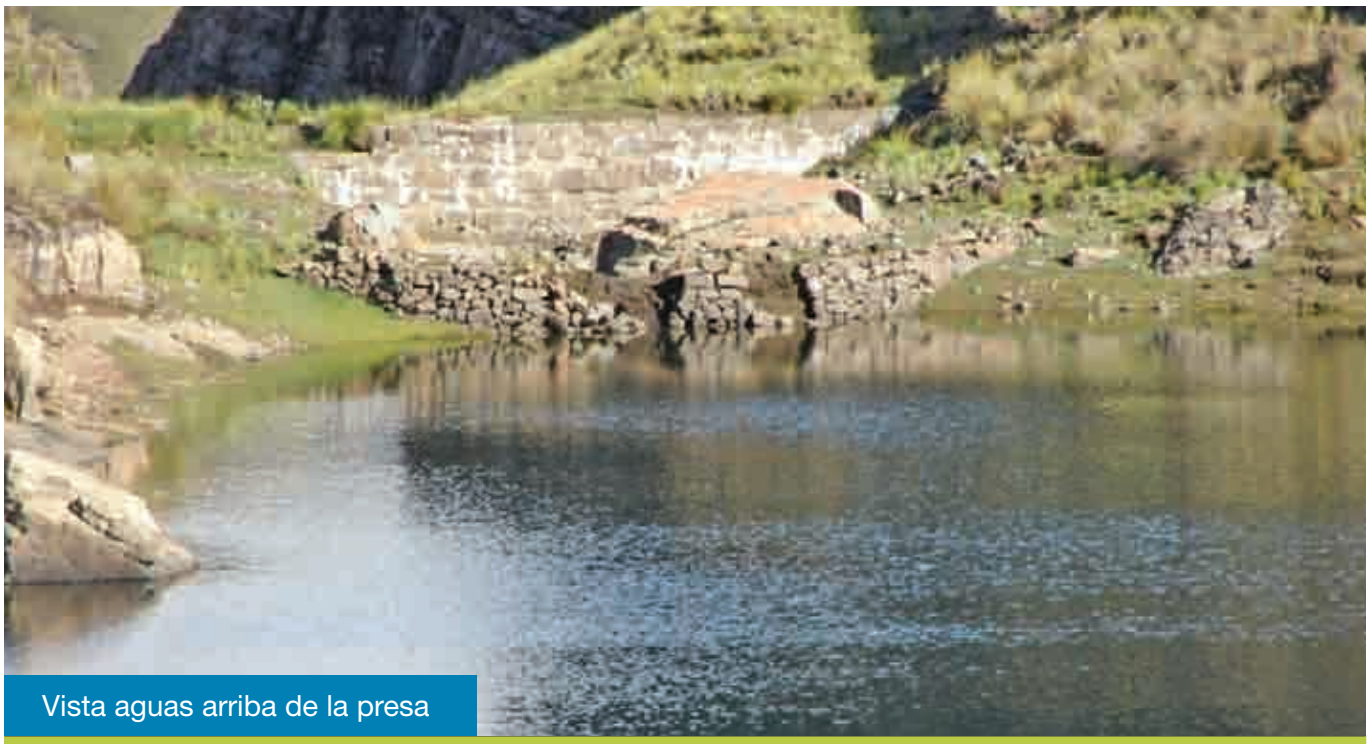
La presa funciona satisfactoriamente en la actualidad.

Se encuentra en buen estado. No existen riesgos

Sección transversal de la presa



N.N Cuatro CB-P-076



Vista aguas arriba de la presa

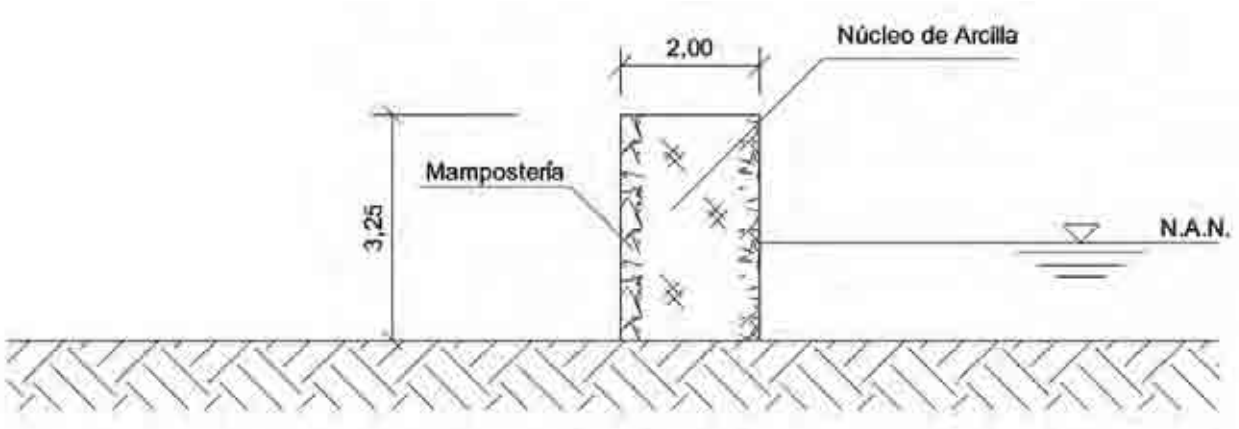
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,38 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	3,25 m	Latitud	17°16’17”
Longitud coronamiento	12 m	Longitud	66°08’46”
Capacidad de embalse	20.200 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	4.354 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

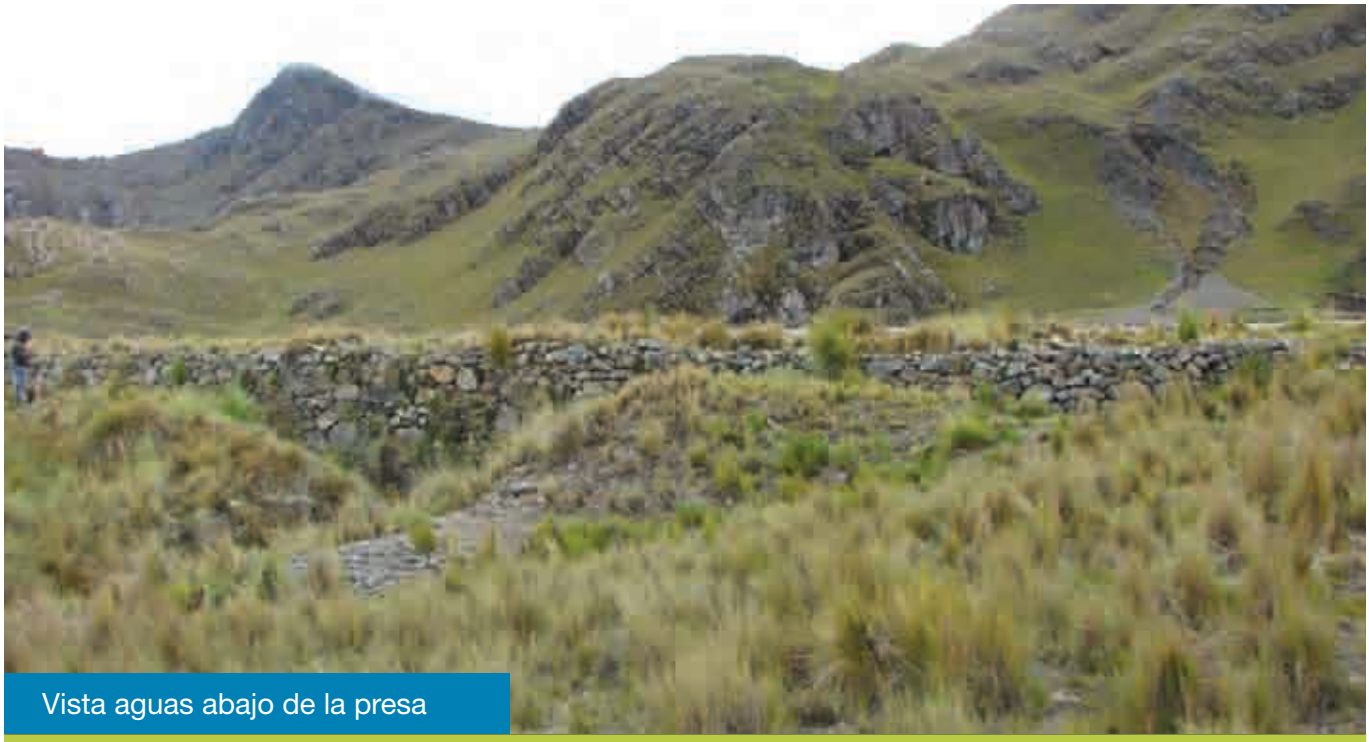
Existen dos ejes, uno que se encuentra totalmente colapsado (presa rústica de pequeñas piedras de la zona) y otra que en la actualidad se encuentra trabajando de manera satisfactoria. No existen problemas de filtración observada, tomando en cuenta que el nivel de aguas de la laguna fue de baja altura.

No se registraron posibles riesgos.

Sección transversal de la presa



Yana Laguna CB-P-077



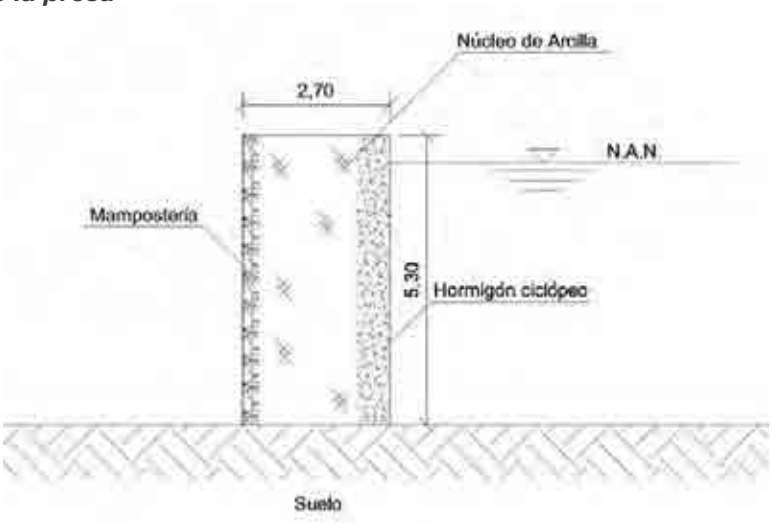
Vista aguas abajo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,49 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	5,30 m	Latitud	17°17’47”
Longitud coronamiento	43 m	Longitud	66° 3’48”
Capacidad de embalse	165.000 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	4.371 msnm	Río de la presa	Carcanita Mayu

Antecedentes y situación actual

Se encuentra bien construida y el funcionamiento de sus partes es normal. Existen Pequeñas filtraciones por válvula de la obra de toma, así como también por la parte interna de la presa cercana y cercana al pie de la presa. No Cuenta con un vertedero de excedencias. La corona presenta pequeños asentamientos a lo largo de la misma.

Sección transversal de la presa



Wara Wara CB-M-078



Vista aguas abajo de la presa

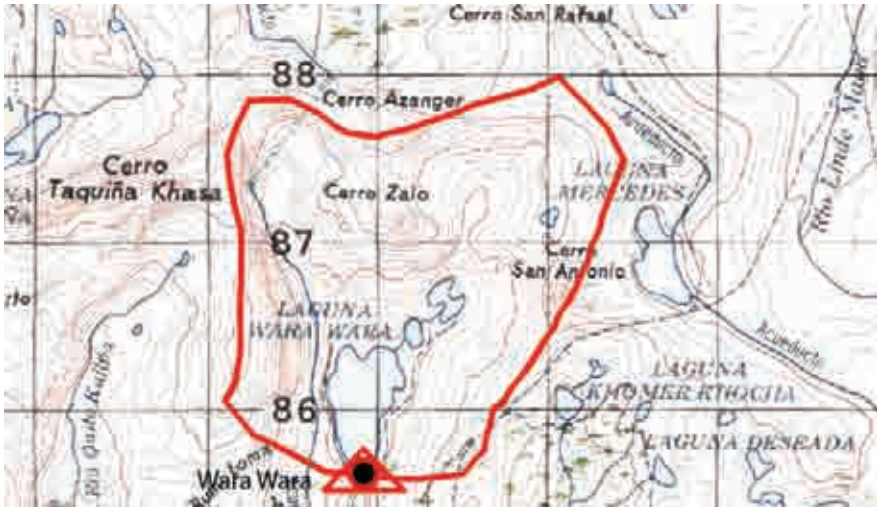
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Agua potable
Área de la cuenca	4,08 km^2	Municipio	Sacaba
Altura de la presa	9,50 m	Latitud	17°17’52”
Longitud coronamiento	98 m	Longitud	66° 7’28”
Capacidad de embalse	3.425.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	3.892 msnm	Río de la presa	

Antecedentes y situación actual

En al actualidad la presa de Wara Wara aporta el 60% de agua a SEMAPA para uso de agua potable y el 40% lo utilizan los antiguos dueños de Quintanilla (Sacaba) para riego y agua potable. La presa se encuentra en buen estado, no habiendo filtraciones en el cuerpo de la misma.

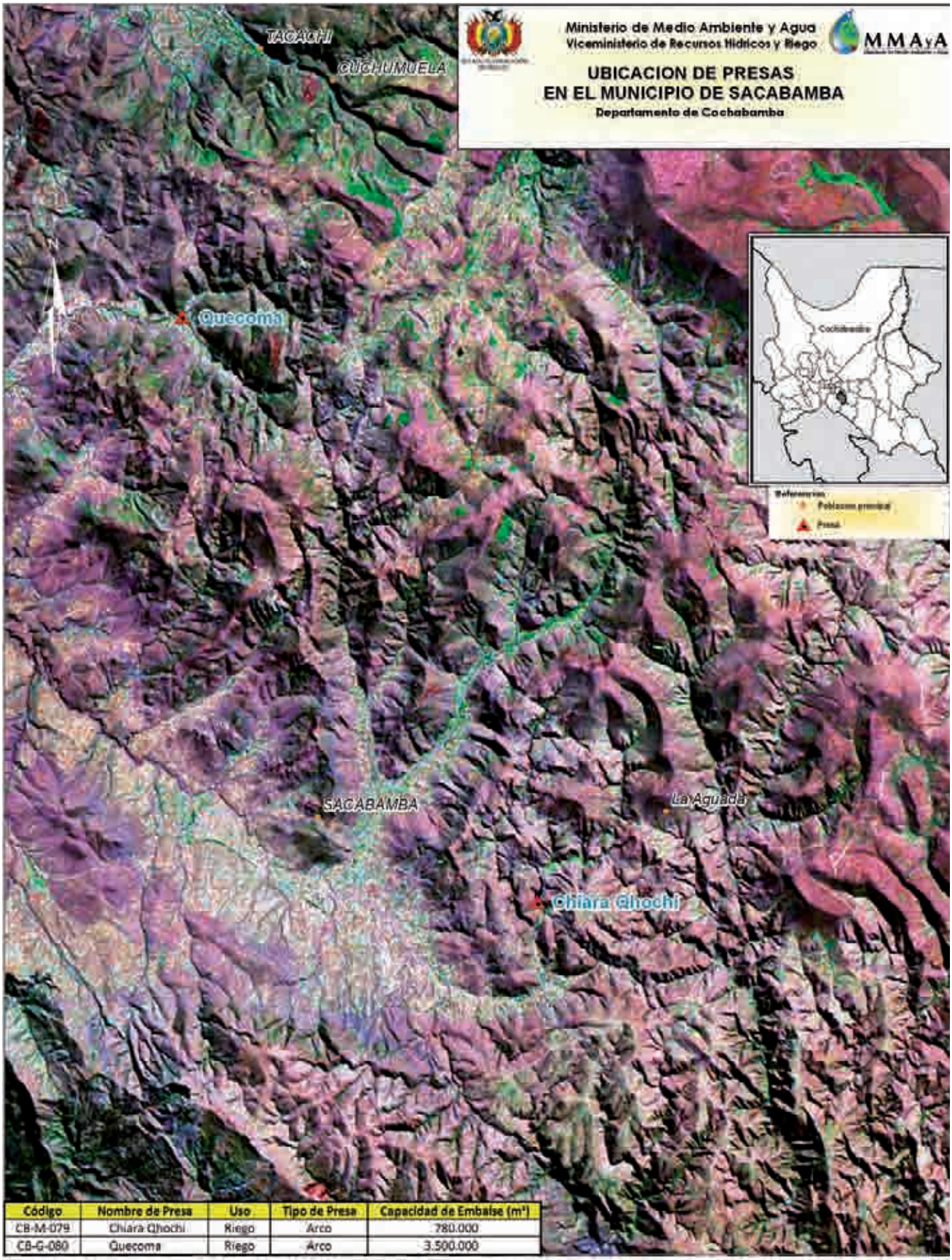
Tanto en el talud aguas abajo y la corona existe afloramiento de paja brava. Existe mantenimiento rutinario y acuerdos sociales permanentes entre la empresa que realizó la inversión y la población asentada en la zona. El embalse no presenta problemas de sedimentos.

Mapa de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6342 II Cuatro Esquinas

Mapa No. 26 Presas en el Municipio de Sacabamba



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CB-M-079	Chiara Qhochi	Riego	Arco	780.000
CB-G-080	Quecoma	Riego	Arco	3.500.000

Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Límite político administrativo de caracter provisional MDSP-UTL-2004

Elaborado por: VRHR

Chiara Qhochi CB-P-079



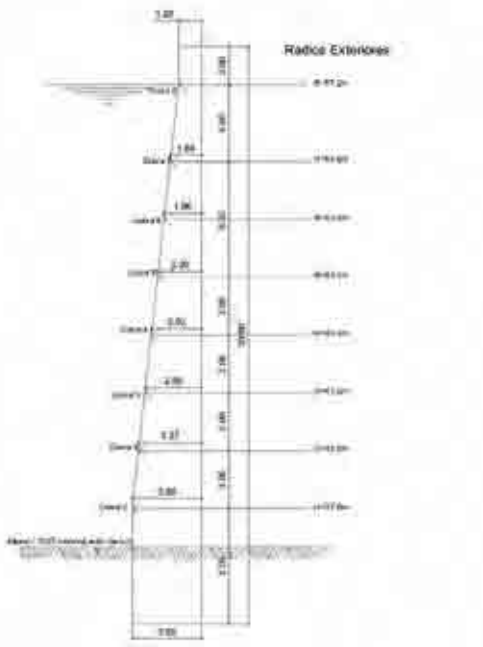
Vista del cuerpo de la presa aguas abajo

Características generales			
Tipo de presa	Arco	Uso	Riego
Área de la cuenca	7,90 km^2	Municipio	Sacabamba
Altura de la presa	27,00 m	Latitud	17°49’7”
Longitud coronamiento	86 m	Longitud	65°44’0”
Capacidad de embalse	780.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Sulty
Cota coronamiento	3.338 msnm	Río de la presa	Chiara Qhochi

Antecedentes y situación actual

La compuerta de desfogue de fondo está colmatada. Las válvulas de la obra de toma están oxidadas, su reparación es urgente. Las paredes laterales del vertedero de excedencias están fisuradas y deben repararse. Existe desgaste del hormigón de los dados de disipación de energía del vertedor. El camino de acceso al sitio de la presa y al vertedero está sin mantenimiento.

Corte sección principal



Quecoma CB-M-080



Vista de la presa

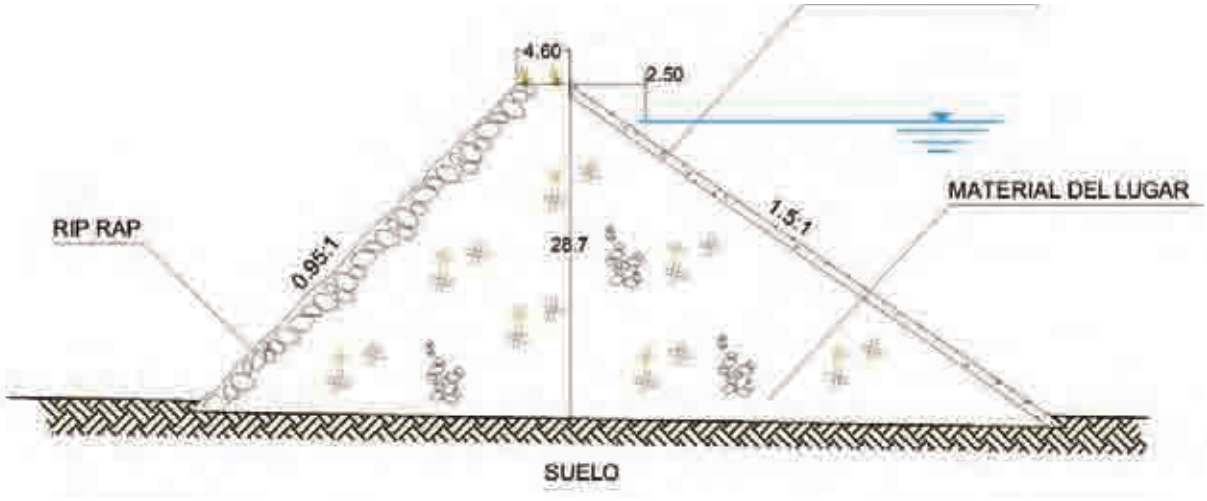
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	7,5 km^2	Municipio	Sacabamba
Altura de la presa	28,70 m	Latitud	17°42’22”
Longitud coronamiento	90 m	Longitud	65°48’11”
Capacidad de embalse	700.000 m^3	Cuenca de influencia	Río La Angostura
Cota coronamiento	3.100 msnm	Río de la presa	Quecoma

Antecedentes y situación actual

La presa es de enrocado con pantalla de hormigón armado. Se construyó en los años 2007-2008 con el financiamiento de la prefectura de Cochabamba.

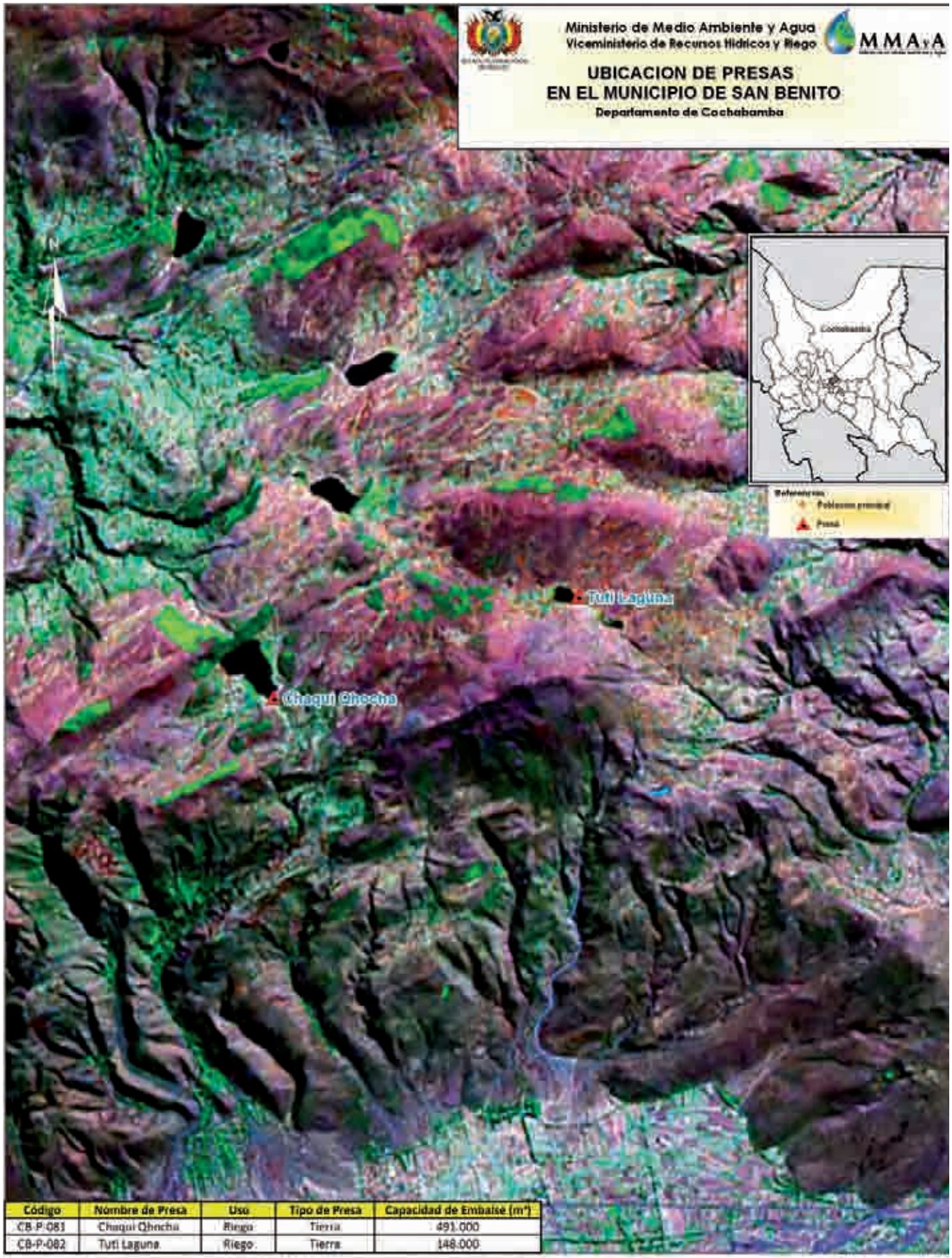
Existe una filtración importante de agua en la roca de fundación y por esta razón funciona con deficiencias.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Es necesaria su reparación.*

Mapa No. 27 Presas en el Municipio de San Benito



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CB-P-081	Chaqui Chocha	Riego	Tierra	491.000
CB-P-082	Tuti Laguna	Riego	Tierra	148.000

Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Límite político administrativo de caracter provisional MDSP-UTL-2004

Elaborado por: VRHR

Chaqui Qhocha CB-P-081



Vista aguas arriba de la presa

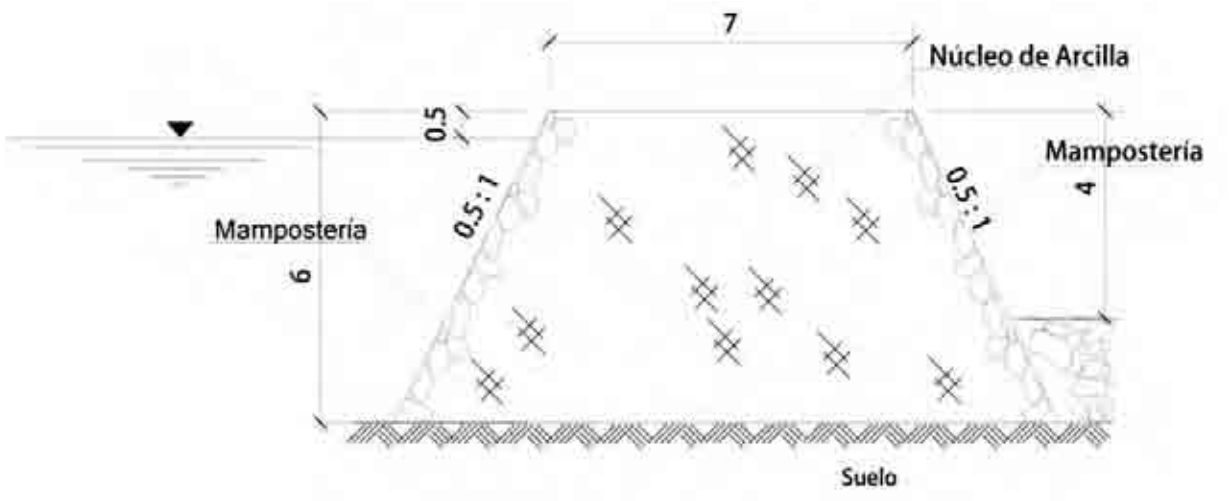
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	5,00 km^2	Municipio	San Benito
Altura de la presa	6,50 m	Latitud	17°27’33”
Longitud coronamiento	109 m	Longitud	65°53’14”
Capacidad de embalse	491.000 m^3	Cuenca de influencia	Tamborada
Cota coronamiento	3.620 msnm	Río de la presa	Chaqui mayu

Antecedentes y situación actual

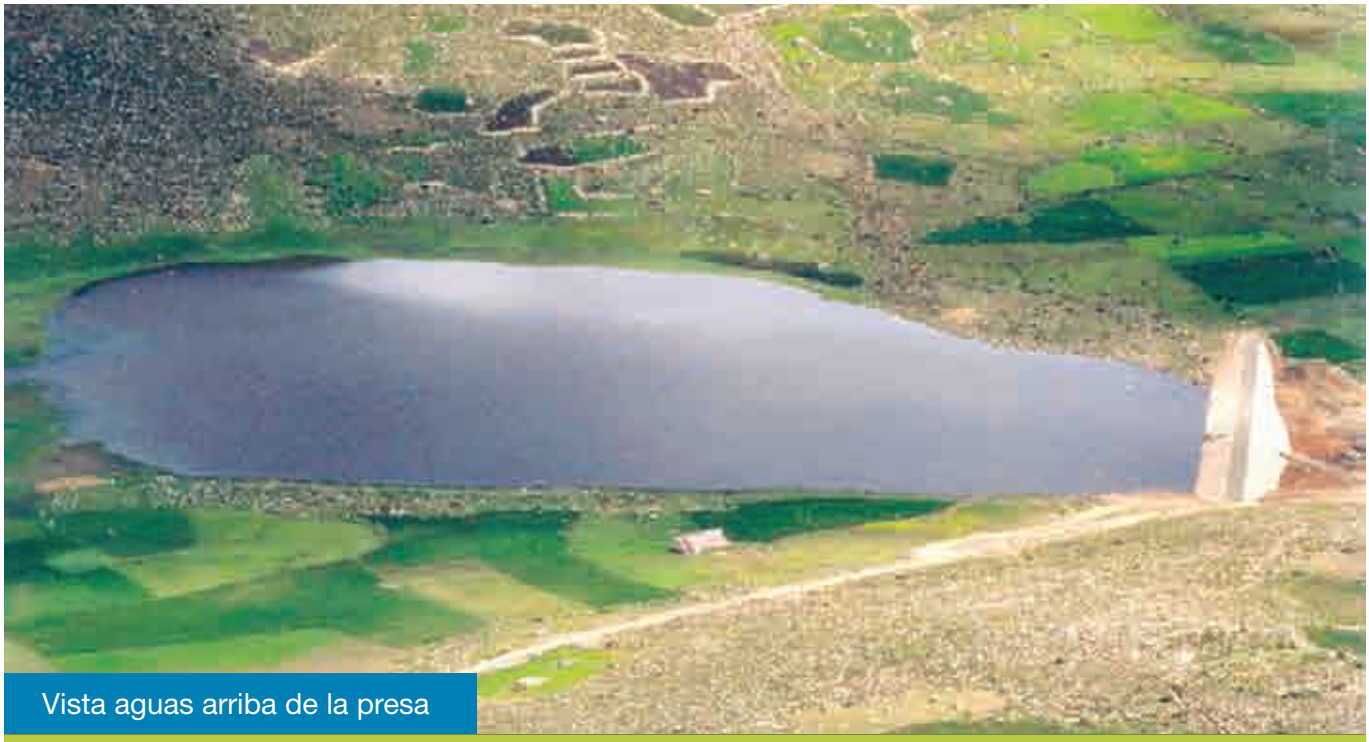
La presa fue construida con fines de riego por la Hacienda de Via Rancho antes de 1952.

Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de los campesinos usuarios de las comunidades de Laimiña, Sulti, y otras cercanas. No existen riegos, excepto las filtraciones.

Sección transversal de la presa



Tuti Laguna CB-P-082



Vista aguas arriba de la presa

Características generales

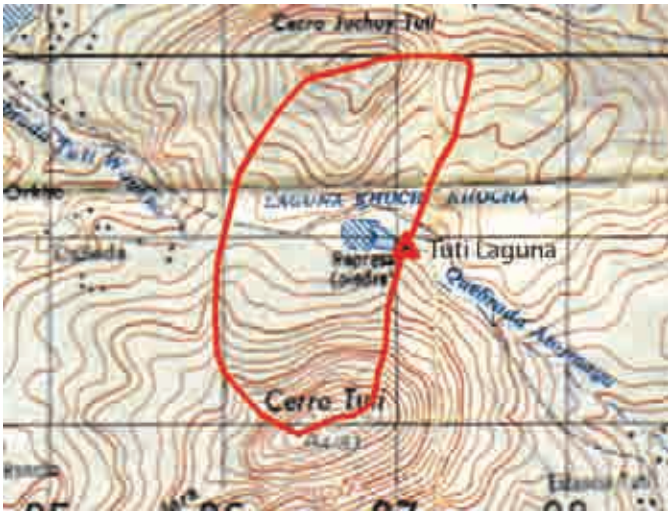
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,90 km^2	Municipio	San Benito
Altura de la presa	5,00 m	Latitud	17°26’55”
Longitud coronamiento	86 m	Longitud	65°51’10”
Capacidad de embalse	148.200 m^3	Cuenca de influencia	Rio Grande
Cota coronamiento	3.806 msnm	Río de la presa	Atoj Mayu

Antecedentes y situación actual

Antiguamente existía una presa rústica construida por las familias que pueblan los alrededores.

En los años 1998 al 2000 el Programa Nacional de Riego se encargó del diseño de ampliación y construcción de una presa de mayor embalse, que actualmente se encuentra en operación a cargo de la organización tradicional de regantes para regar 33 hectáreas pertenecientes a más de 100 familias.

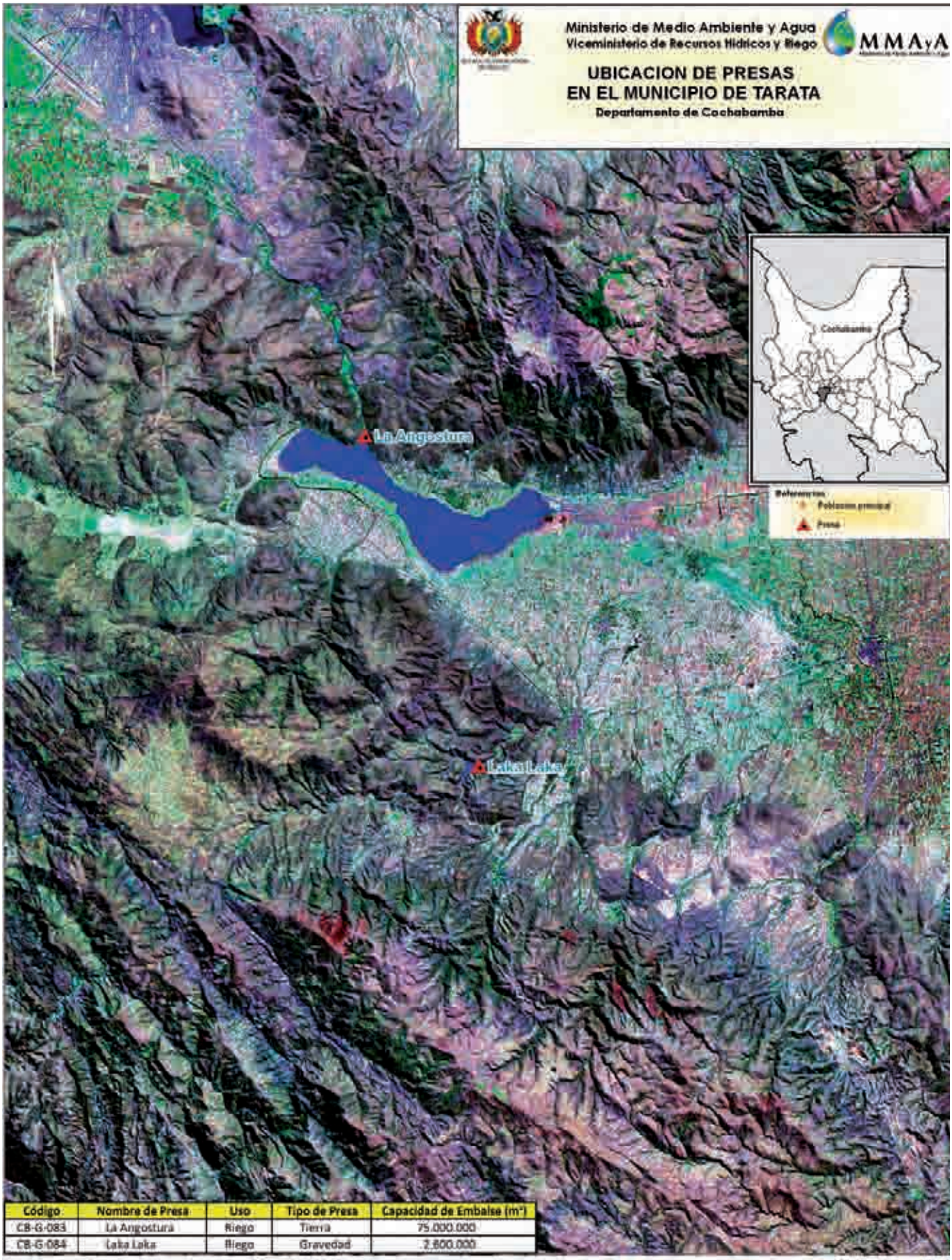
Mapa de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6441 IV

Comentarios: *Agua cristalina en el embalse.*

Mapa No. 28 Presas en el Municipio de Tarata



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CB-G-083	La Angostura	Riego	Tierra	75.000.000
CB-G-084	Laka Laka	Riego	Gravedad	2.600.000

Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Límite político administrativo de caracter provisional MDSP-UTL-2004

Elaborado por: VRHR

México (La Angostura) CB-G-083



Aguas abajo de la presa

Características generales

Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	202 km^2	Municipio	Tarata
Altura de la presa	22,00 m	Latitud	17°31’42”
Longitud coronamiento	140 m	Longitud	66° 05’08”
Capacidad de embalse	75.000.000 m^3	Cuenca de influencia	La Angostura
Cota coronamiento	2.710 msnm	Río de la presa	Sulty

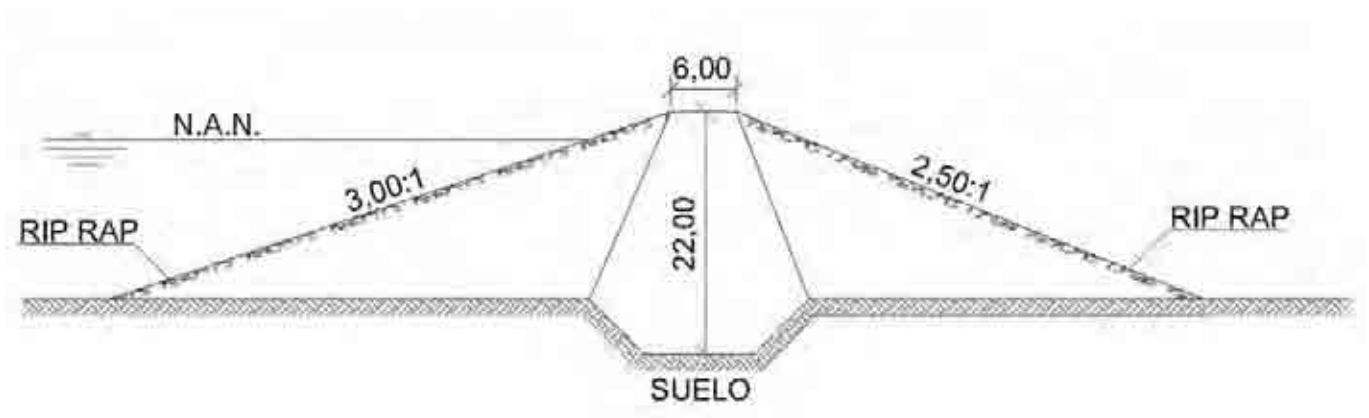
Antecedentes y situación actual

La presa fue diseñada y construida en los años 1939 al ’45 por la Comisión Nacional de Irrigación de México en convenio con el gobierno Boliviano.

Forma parte del Sistema de Riego Público No.1 y su administración estuvo a cargo del Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (MACA) hasta que, en la década de 1980 fue transferida a la Asociación de Regantes de La Angostura que agrupa a 5.000 usuarios.

Existe bastante sedimentación en el embalse, que proviene de la erosión de las cuencas de aporte.

Sección transversal de la presa



Laka Laka CB-G-084



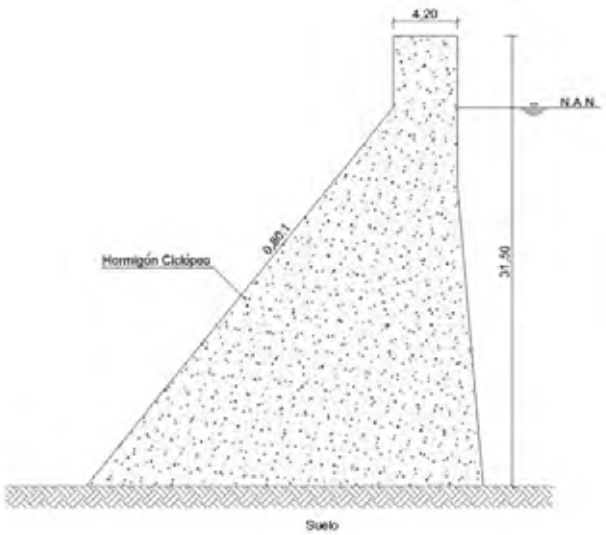
Vista lateral de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	58,00 km^2	Municipio	Tarata
Altura de la presa	31,50 m	Latitud	17°37’26”
Longitud coronamiento	140 m	Longitud	66° 39”
Capacidad de embalse	2.600.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Rocha
Cota coronamiento	2.807 msnm	Río de la presa	Calicanto

Antecedentes y situación actual

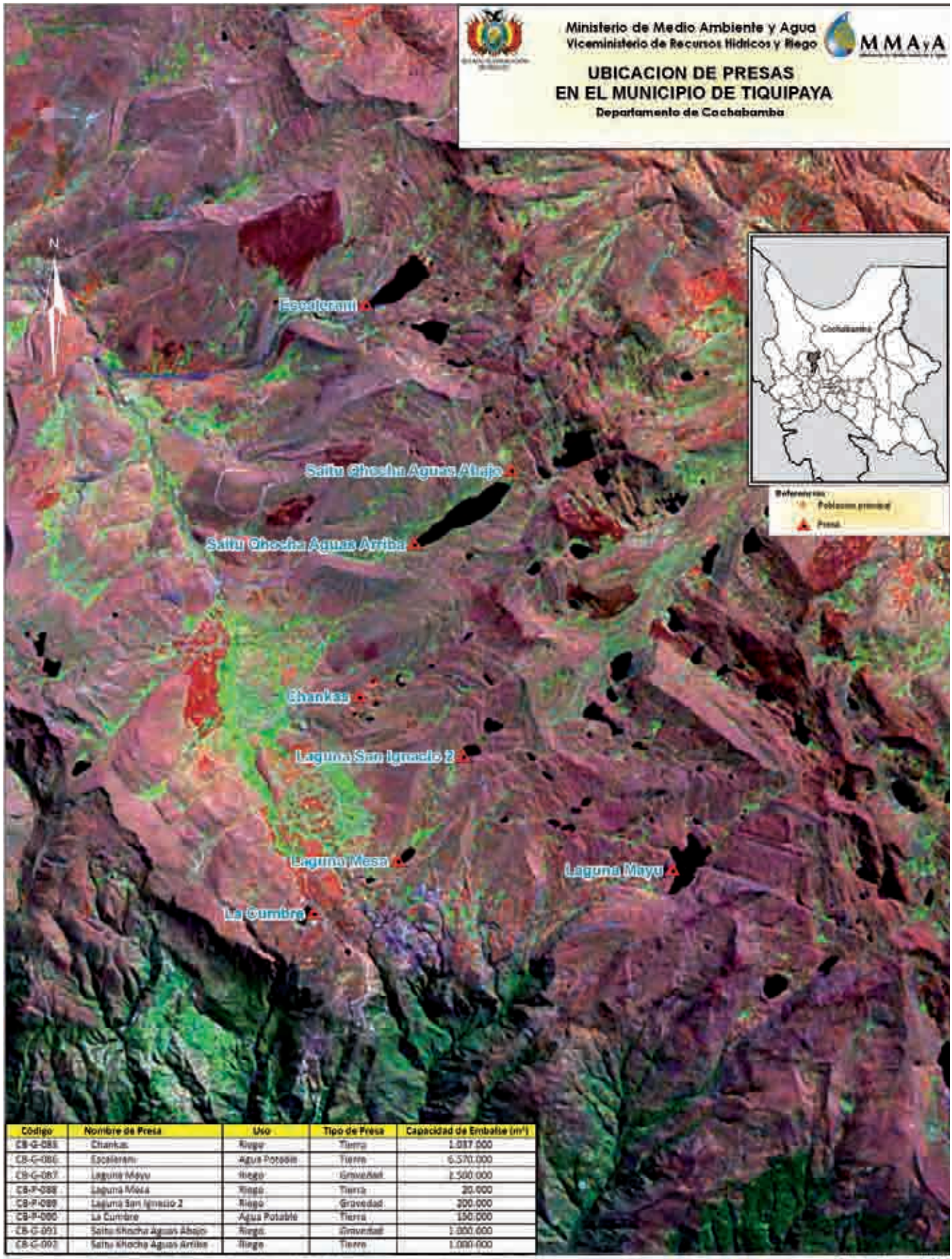
El embalse presenta abundante sedimentación que proviene de la erosión de las cuencas de aporte

Sección transversal de la presa



Comentarios: *La presa funciona sin embargo necesita trabajos de mantenimiento en el desfogue del sedimento, reposición de la solera del salto esqui. Los usuarios realizan periódicamente la limpieza del sedimento, acumulado vaciando completamente el embalse, sin mucho éxito. Se observan parcelas agrícolas en el vaso de almacenamiento. Los regantes están preocupados por reducción de la vida útil del embalse.*

Mapa No. 29 Presas en el Municipio de Tiquipaya



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CB-G-085	Chankas	Riego	Tierra	1.037.000
CB-G-086	Escalerani	Agua Potable	Tierra	6.570.000
CB-G-087	Laguna Mayu	Riego	Gravedad	2.500.000
CB-P-088	Laguna Mesa	Riego	Tierra	20.000
CB-P-089	Laguna San Ignacio 2	Riego	Gravedad	200.000
CB-P-090	La Cumbre	Agua Potable	Tierra	150.000
CB-G-091	Saitu Shocha Aguas Abajo	Riego	Gravedad	1.000.000
CB-G-092	Saitu Shocha Aguas Arriba	Riego	Tierra	1.000.000

Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Limite politico administrativo de caracter provisional MDSP-UTL-2004

Elaborado por: VRHR

Chankas CB-G-085



Vista del talud aguas arriba del cuerpo de la presa y la obra combinada tipo torre

Características generales

Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	4,45 km^2	Municipio	Tiquipaya
Altura de la presa	12,00 m	Latitud	17°14’28”
Longitud coronamiento	216,00 m	Longitud	66°12’39”
Capacidad de embalse	1.037.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Khora
Cota coronamiento	4.257 msnm	Río de la presa	Q. Jhochi Khuchu

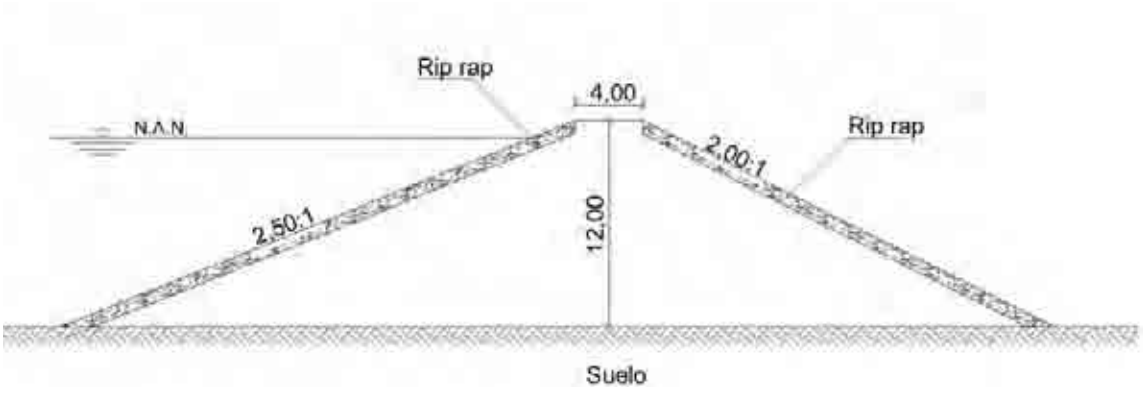
Antecedentes y situación actual

La presa Chankas, forma parte del sistema de riego Chankas, consistente en 11 pequeños embalses rústicos que hasta el año 1962 pertenecían a las comunidades de Sumpunpaya y Capachi. Estas comunidades abandonaron el sistema, hasta que después de realizar un acuerdo fue rehabilitado por las comunidades de Montecillo y Sirpita en 1967 y lograban solo embalsar hasta 200.000 m3.

En 1998 se realizó la ampliación con recursos del BID-PRONAR y la participación comunal de los usuarios, actualmente permite regular un volumen anual superior al millón de metros cúbicos de agua en condiciones normales de precipitación.

Como estructura la presa se encuentra sin mayores problemas de operación funcionando de manera satisfactoria.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Es necesario dar una solución adecuada al cierre de la válvula, que se encuentra con problemas.*

Escalerani CB-G-086



Imagen satelital de la presa de Escalerani (Fuente: Google Earth)

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Agua Potable
Área de la cuenca	6,87 km^2	Municipio	Tiquipaya
Altura de la presa	18,00 m	Latitud	17°11’9”
Longitud coronamiento	184,00 m	Longitud	66°12’33”
Capacidad de embalse	6.570.000 m^3	Cuenca de influencia	Caine
Cota coronamiento	4.149 msnm	Río de la presa	Sin dato

Antecedentes y situación actual

No se tienen datos

Área de la cuenca de aporte



Fuente: Carta IGM 6342 II Cuatro Esquinas

Lagun Mayu CB-G-087



Vista lateral de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	4,90 km^2	Municipio	Tiquipaya
Altura de la presa	7,00 m	Latitud	17°15’58”
Longitud coronamiento	165,00 m	Longitud	66° 9’54”
Capacidad de embalse	2.500.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Tiquipaya
Cota coronamiento	4.190 msnm	Río de la presa	Lagun mayu

Antecedentes y situación actual

La presa fue mejorada por CORDECO con fines de riego de la zona agrícola de Tiquipaya.

Lagun Mayu tiene dos presas, de 34 y 131 metros de longitud respectivamente.

Tiene una toma independiente de las presas que capta y conduce aguas a través de un túnel aguas abajo, captando el agua mediante una estructura tipo torre.Se encuentra bajo responsabilidad de los usuarios.

Existen algunos problemas de filtración en el cuerpo de la presa, sin embargo ésta se encuentra trabajando. La cuenca de aporte no expone a riesgos de sedimentación.

Área de la cuenca de aporte



Laguna Mesa CB-P-088



Vista aguas arriba del cuerpo de la presa y obra de toma

Características generales

Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,58 km^2	Municipio	Tiquipaya
Altura de la presa	3,00 m	Latitud	17°15’51.90”S
Longitud coronamiento	100,00 m	Longitud	66°12’19.42”O
Capacidad de embalse	20.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Rocha
Cota coronamiento	4.170 msnm	Río de la presa	Laguna Mesa

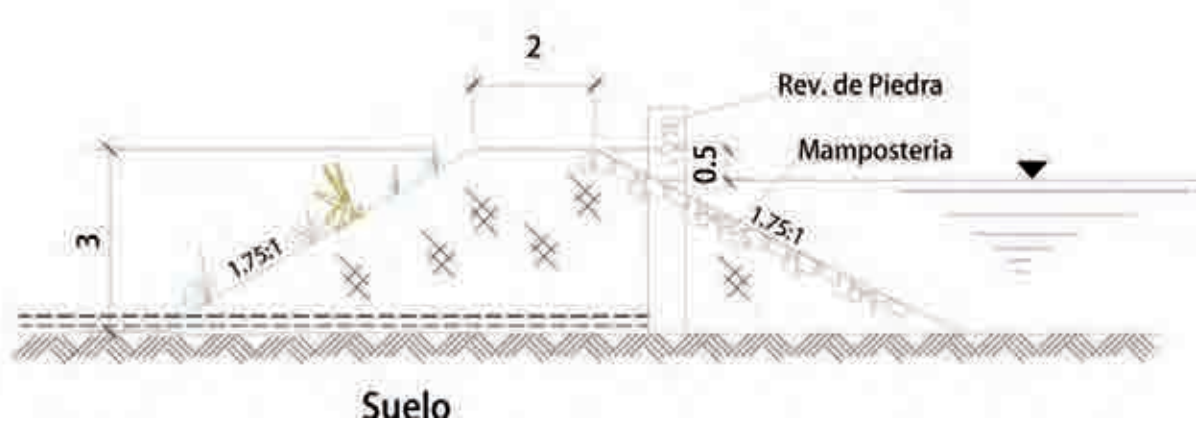
Antecedentes y situación actual

La presa es rudimentaria, construida en los años ’80 por los agricultores de la zona con fines de riego.

Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de los usuarios quienes son los encargados de la operación y mantenimiento.

La presa actualmente se encuentra en funcionamiento sin mayores desperfectos en la estructura.

Sección transversal de la presa



San Ignacio II CB-P-089



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa y desfogue de fondo

Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,25 km^2	Municipio	Tiquipaya
Altura de la presa	3,00 m	Latitud	17°14’59”
Longitud coronamiento	45,00 m	Longitud	66°11’44”
Capacidad de embalse	200.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Titiri
Cota coronamiento	4.286 msnm	Río de la presa	San Ignacio

Antecedentes y situación actual

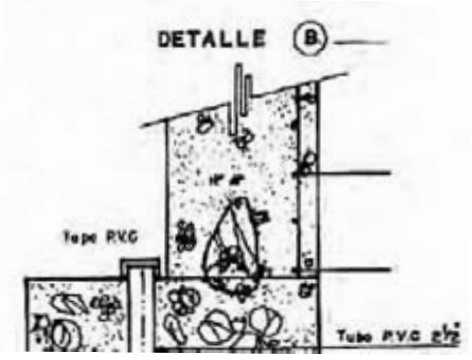
El diseño final de la presa San Ignacio II fue realizado por el Componente de Asistencia Técnica PRONAR (CAT-PRONAR), fue construida el año 2004 por la empresa GLOBAL.

Existe buen funcionamiento en general de la presa, sin embargo se han presentado fugas de agua durante la apertura y cierre de compuerta de la obra de toma.

Existe erosión de la cuenca de aporte debido a la quema de pastizales.

Detalles de construcción de la presa





La Cumbre CB-P-090



Vista corona de la presa y embalse La Cumbre

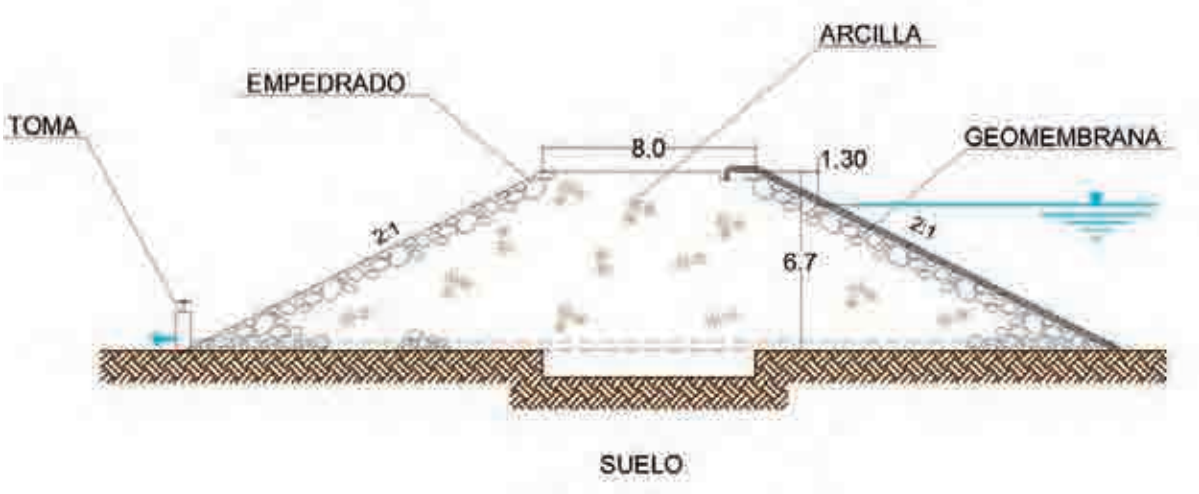
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Agua Potable
Área de la cuenca	Sin dato km^2	Municipio	Tiquipaya
Altura de la presa	6,70 m	Latitud	17°16’18”
Longitud coronamiento	301,00 m	Longitud	66°13’4”
Capacidad de embalse	150.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Titiri
Cota coronamiento	4.100 msnm	Río de la presa	Quebrada Cruzani

Antecedentes y situación actual

La Presa fue construida por SEMAPA en los años ’80 con fines de regulación para abastecer agua potable a Cochabamba. Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de la empresa Sinergya.

La presa se encuentra en buen estado desconociendo posibles efectos adversos.

Sección transversal de la presa



Saytu Khocha Aguas Abajo CB-G-091



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa

Características generales

Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	3,83 km^2	Municipio	Tiquipaya
Altura de la presa	14 m	Latitud	17°12’34”
Longitud coronamiento	238,00 m	Longitud	66°11’17”
Capacidad de embalse	1.000.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Titiri
Cota coronamiento	4.290 msnm	Río de la presa	Saitu Laguna

Antecedentes y situación actual

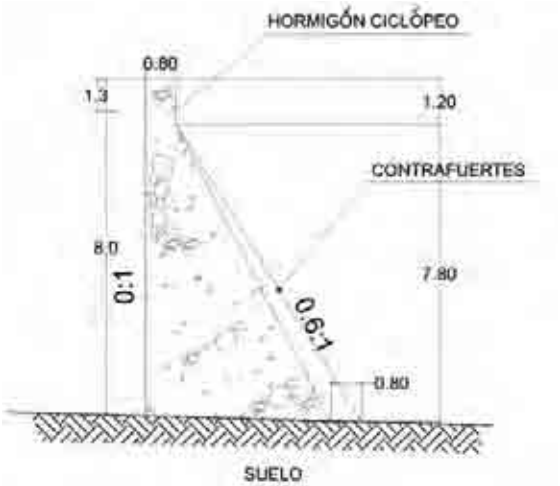
La presa fue construida por gestión de los comunarios de la Asociación de Sistemas de Riego de Tiquipaya (ASIRITIC) los años 90 con fondos prefecturales con fines de riego.

Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de los usuarios.

La operación y el mantenimiento es responsabilidad de ASIRITIC.

Existen problemas de sifonamiento en la fundación de la presa, lo que puede ocasionar la disminución de la capacidad útil de la presa, como también riesgos a nivel de estabilidad estructural.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Se requiere de un rediseño y de obras de reparación para reponer la base de fundación y evitar mayores riesgos, con el propósito de rehabilitar la estructura en su totalidad.*

Saytu Khocha Aguas Arriba CB-G-092



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa y vertedero de excedencias

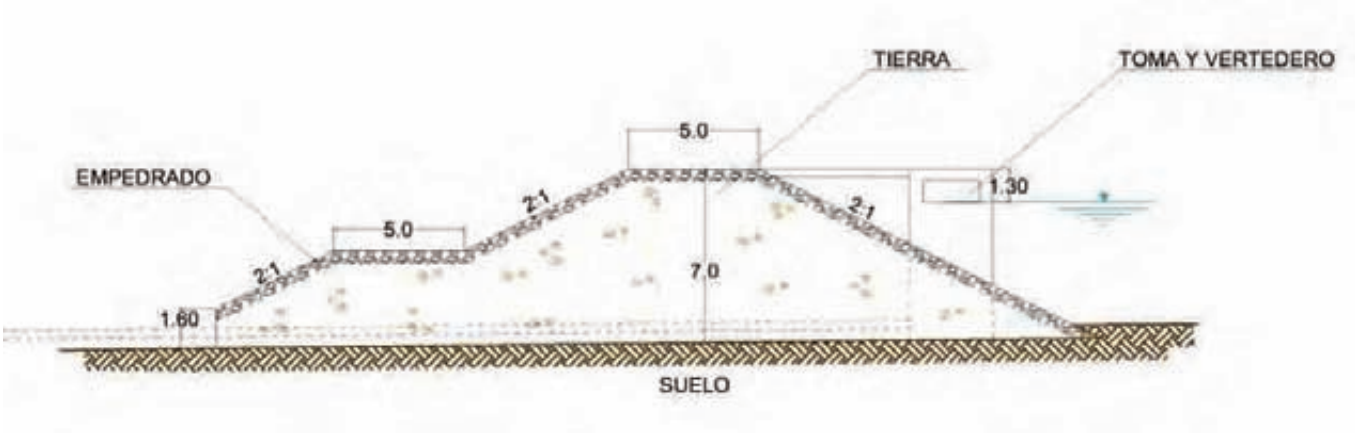
Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	3,83 km^2	Municipio	Tiquipaya
Altura de la presa	7,00 m	Latitud	17°13’11”
Longitud coronamiento	155,00 m	Longitud	66°12’9”
Capacidad de embalse	1.000.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Titiri
Cota coronamiento	4.290 msnm	Río de la presa	Saitu Laguna

Antecedentes y situación actual

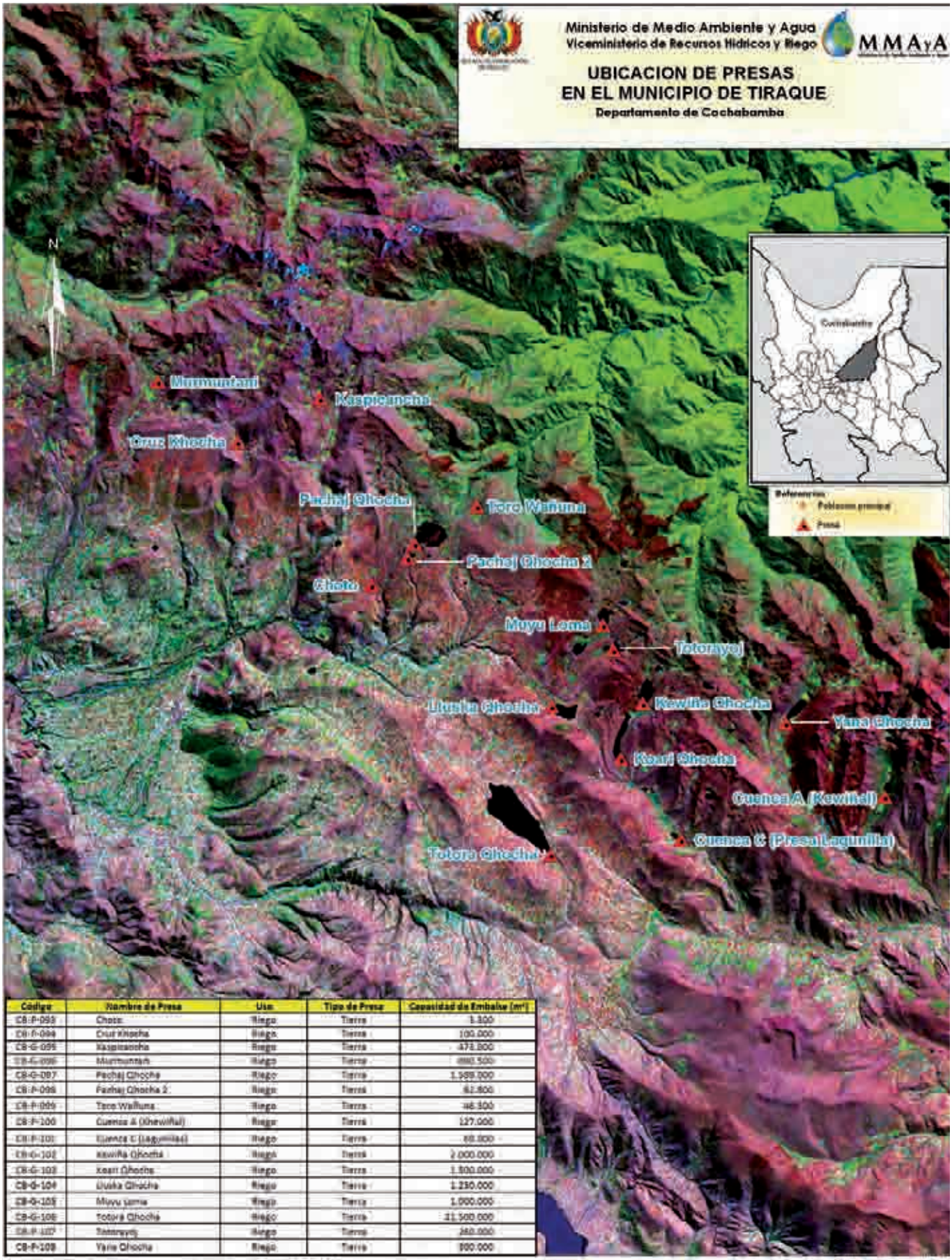
La presa fue construida en los años 1990 con fondos Prefecturales, por gestión de los comunarios de la asociación de riego de Tiquipaya (ASIRITIC) quienes se ocupan actualmente de la operación y el mantenimiento.

La estructura se encuentra en general en buen estado, no se aprecian filtraciones en el cuerpo de la misma ni se identifican posibles riesgos.

Sección transversal de la presa



Mapa No. 30 Presas en el Municipio de Tiraque



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CB-P-093	Ghoto	Riego	Tierra	1.300
CB-P-094	Cruz Khocha	Riego	Tierra	100.000
CB-G-095	Kaspicancha	Riego	Tierra	471.800
CB-G-096	Murmuntani	Riego	Tierra	880.500
CB-G-097	Pachaj Ghocha	Riego	Tierra	1.588.000
CB-P-098	Pachaj Ghocha 2	Riego	Tierra	62.800
CB-P-099	Toro Wañuna	Riego	Tierra	46.500
CB-P-100	Cuenca A (Khewiñal)	Riego	Tierra	127.000
CB-P-101	Cuenca C (Lagunillas)	Riego	Tierra	60.000
CB-G-102	Kewiña Ghocha	Riego	Tierra	2.000.000
CB-G-103	Kearí Ghocha	Riego	Tierra	1.300.000
CB-G-104	Llusta Ghocha	Riego	Tierra	1.230.000
CB-G-105	Muyu Loma	Riego	Tierra	1.000.000
CB-G-106	Totora Ghocha	Riego	Tierra	11.500.000
CB-P-107	Totorayoj	Riego	Tierra	260.000
CB-P-108	Yana Ghocha	Riego	Tierra	800.000

Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Límite político administrativo de caracter provisional MDSP-UTL-2004

Elaborado por: VRHR

Choto CB-P-093



Vista de la corona del cuerpo de la presa y vertedor de excedencias

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,63 km^2	Municipio	Tiraque
Altura de la presa	4,00 m	Latitud	17°23’41”
Longitud coronamiento	90,00 m	Longitud	65°40’22”
Capacidad de embalse	3.200 m^3	Cuenca de influencia	Rio Pucara
Cota coronamiento	3.980 msnm	Río de la presa	Quebrada Choto

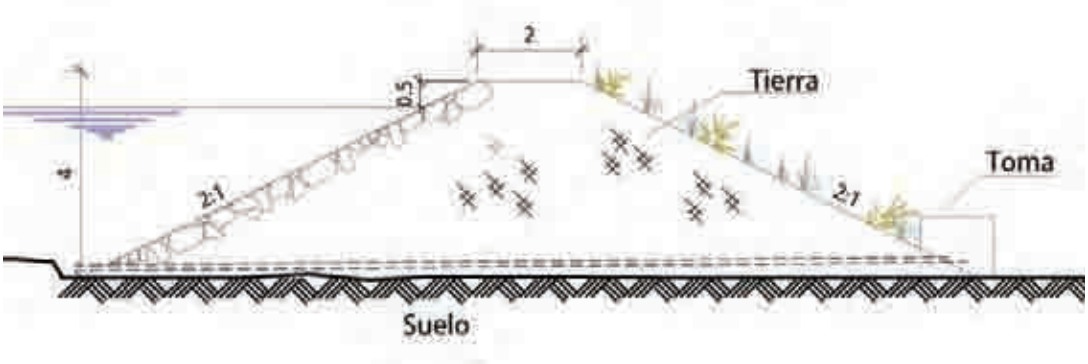
Antecedentes y situación actual

La presa fue construida con fines de riego, el año 2004.

Actualmente se encuentra bajo responsabilidad de los Campesinos usuarios de Sankayani bajo.

No ha sido concluida, falta levantar la cresta aproximadamente 1 metro, sin embargo se encuentra en funcionamiento en la actualidad.

Sección transversal de la presa



Comentarios: Existen pequeñas filtraciones que no representan riesgo de funcionamiento en la estructura.

Cruz Qhocha CB-P-094



Vista del talud aguas arriba del cuerpo de la presa y obra combinada

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	4,51 km^2	Municipio	Tiraque
Altura de la presa	5,80 m	Latitud	17°21’34”
Longitud coronamiento	100,00 m	Longitud	65°42’24”
Capacidad de embalse	100.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Pucara
Cota coronamiento	4.110 msnm	Río de la presa	Llachoj Mayu

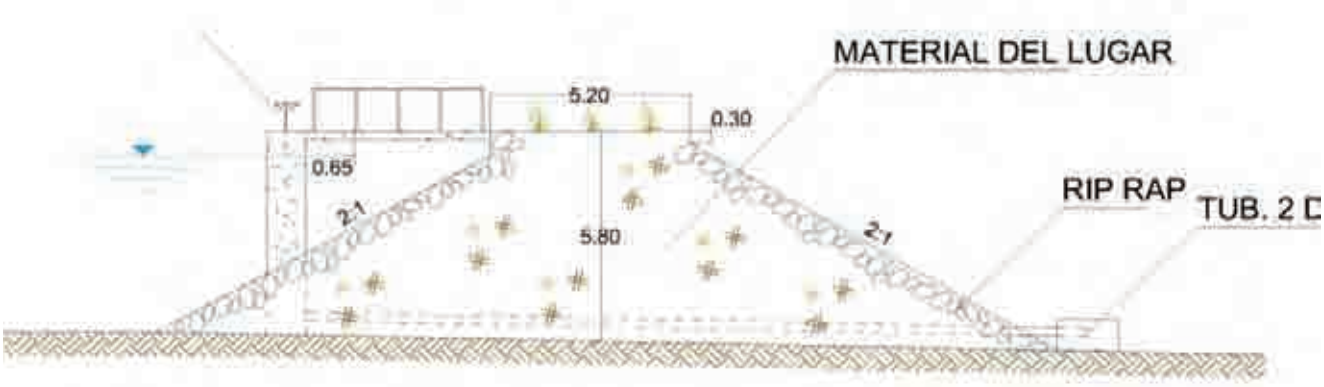
Antecedentes y situación actual

La presa fue construida con fines de riego el año 2006.

Actualmente, la presa se encuentra en funcionamiento bajo la responsabilidad de los usuarios de Villa Pampa, Villa Junín y Canal mayu.

Existen pequeñas filtraciones en el cuerpo de la presa que no ocasionan riesgos de funcionalidad.

Sección transversal de la presa



Kaspicancha CB-G-095



Vista de la presa concluida recientemente

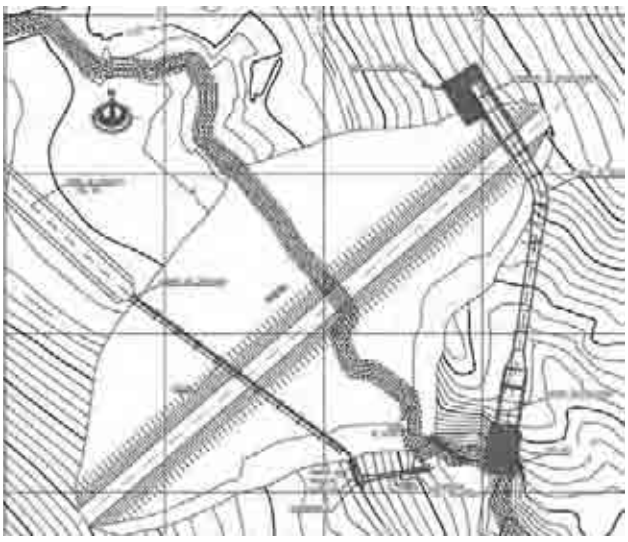
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	7,60 km^2	Municipio	Tiraque
Altura de la presa	18,80 m	Latitud	17°20’56
Longitud coronamiento	192,00 m	Longitud	65°41’8”
Capacidad de embalse	473.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Millu Mayu
Cota coronamiento	4.020 msnm	Río de la presa	Sallu Mayu

Antecedentes y situación actual

La construcción de la presa concluyó recientemente y se vienen construyendo los canales de conducción para la operación.

La cuenca cuenta con abundante cobertura vegetal garantizando la estabilización de las laderas por lo que se considera un reducido aporte de volumen de sedimentos

Plano de vista en planta de la presa y obras complementarias



Comentarios: *En la recolección de datos la obra se encontraba en proceso de construcción.*

Murumuntani CB-G-096



Vista de la presa y el embalse

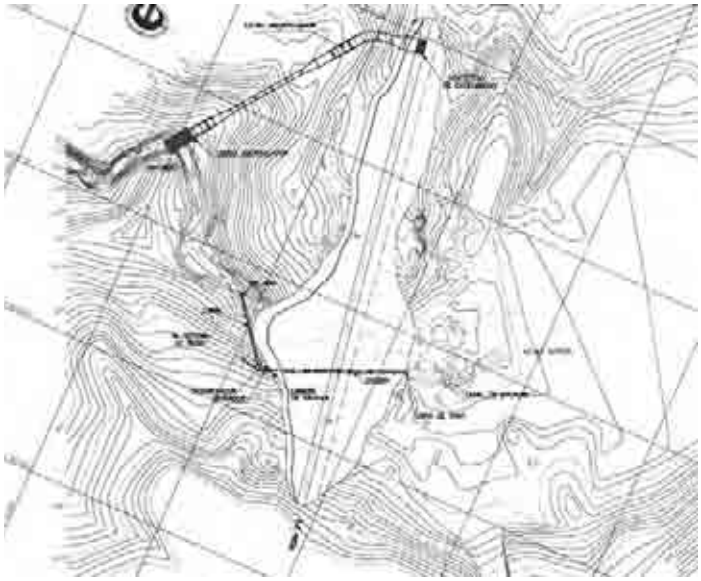
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	22,90 km^2	Municipio	Tiraque
Altura de la presa	21,00 m	Latitud	17°20’40”
Longitud coronamiento	300,00 m	Longitud	65°43’37”
Capacidad de embalse	890.400 m^3	Cuenca de influencia	Río Millu Mayu
Cota coronamiento	4.036 msnm	Río de la presa	Yana Chankha

Antecedentes y situación actual

La construcción de la presa concluyó recientemente y se vienen construyendo los canales de conducción para la operación.

La cuenca posee cobertura vegetal.

Plano en planta de la presa y embalse



Comentarios: *Al momento de recolección de datos (Año 2008),la presa se encontraba en proceso de construcción.*

Pachaj Khocha CB-G-097



Vista del talud de aguas abajo del cuerpo de la presa, coronamiento y vaso de almacenamiento

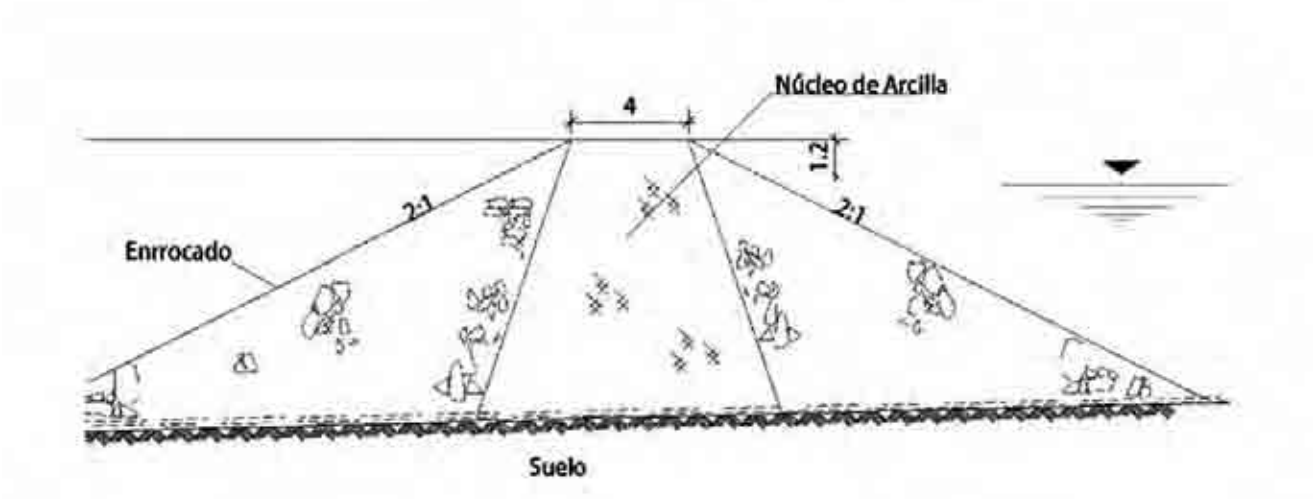
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	4,88 km^2	Municipio	Tiraque
Altura de la presa	10,00 m	Latitud	17°23'5"
Longitud coronamiento	192,00 m	Longitud	65°39'42"
Capacidad de embalse	1.589.000 m^3	Cuenca de influencia	Rio Pucara
Cota coronamiento	3.970 msnm	Río de la presa	Jatun Sallamani

Antecedentes y situación actual

La presa fue construida con fines de riego en los años 80, se encuentra bajo responsabilidad de los campesinos usuarios de Tiraque.

La presa presenta filtraciones menores en el cuerpo de la presa, sin embargo se encuentra funcionando con normalidad.

Sección transversal de la presa



Pachaj Khocha 2 CB-P-098



Vista aguas arriba del cuerpo de la presa y el embalse

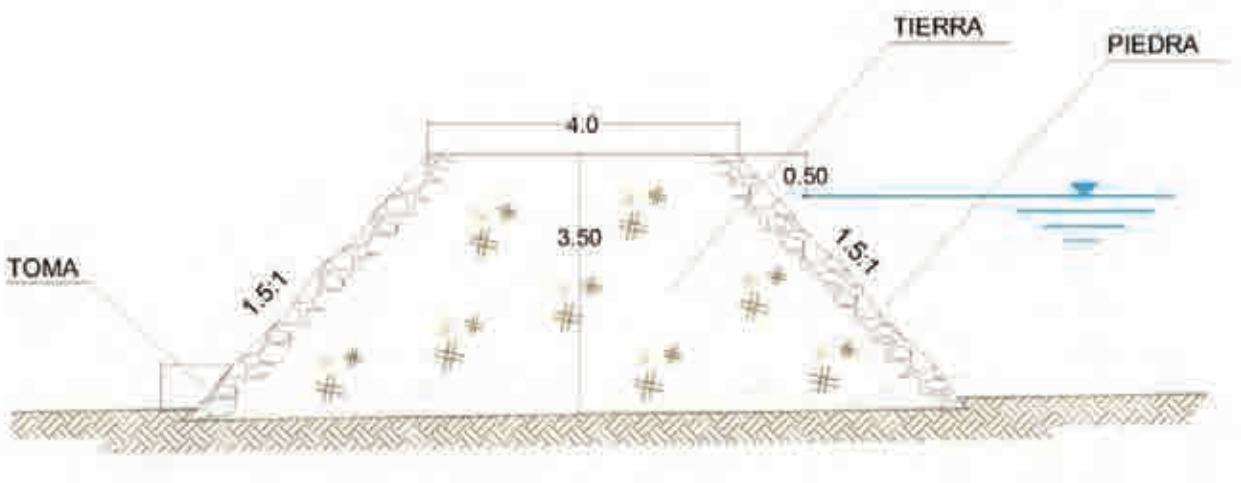
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,63 km^2	Municipio	Tiraque
Altura de la presa	3,50 m	Latitud	17°23'17"
Longitud coronamiento	48,00 m	Longitud	65°39'49"
Capacidad de embalse	62.800 m^3	Cuenca de influencia	Rio Pucara
Cota coronamiento	3.955 msnm	Río de la presa	Jatun Sallamani

Antecedentes y situación actual

La presa fue construida con fines de riego en los años ‘80, se encuentra bajo responsabilidad de los campesinos usuarios de San Kayani bajo.

La presa presenta algunas filtraciones que no comprometen a la funcionalidad actual de la estructura.

Sección transversal de la presa



Toro Wañuna CB-P-099



Vista de la corona, talud de aguas arriba del cuerpo de la presa y embalse Toro Wañuna

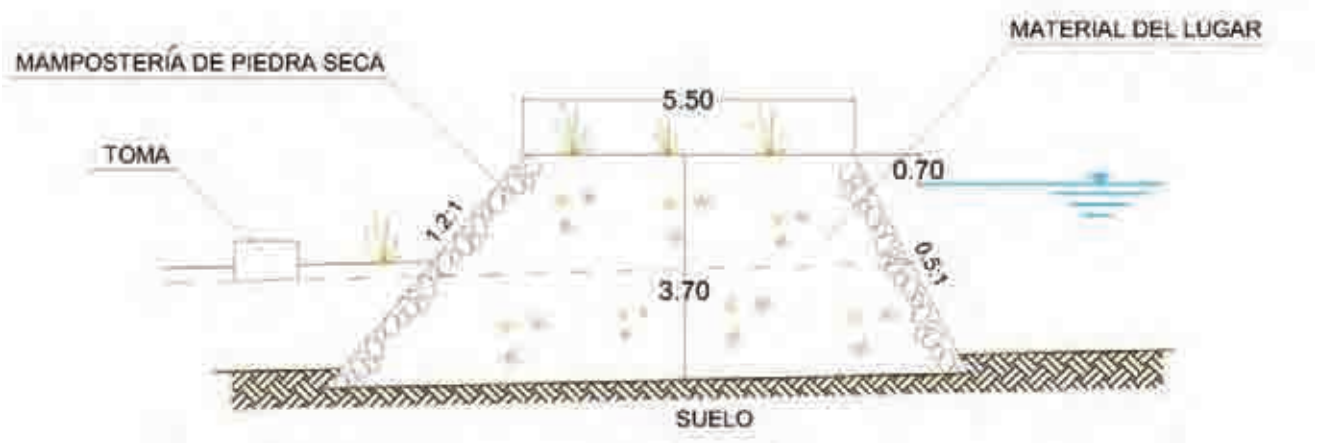
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,49 km^2	Municipio	Tiraque
Altura de la presa	3,70 m	Latitud	17°22'32"
Longitud coronamiento	40,00 m	Longitud	65°38'45"
Capacidad de embalse	46.400 m^3	Cuenca de influencia	Rio Ichilo
Cota coronamiento	4.000 msnm	Río de la presa	Encañada

Antecedentes y situación actual

La presa fue construida con fines de riego en los años ‘80, se encuentra bajo responsabilidad de los campesinos usuarios de San Kayani bajo.

La presa presenta algunas filtraciones que no comprometen a la funcionalidad actual de la estructura.

Sección transversal de la presa



Cuenca “A” (Khewiñal) CB-P-100



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa y vertedor de excedencias

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	5,20 km^2	Municipio	Tiraque L2/2
Altura de la presa	9,00 m	Latitud	17°26'51"
Longitud coronamiento	77 m	Longitud	65°32'33"
Capacidad de embalse	127.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Chullcu Mayu
Cota coronamiento	3.871 msnm	Río de la presa	Río Infiernillo

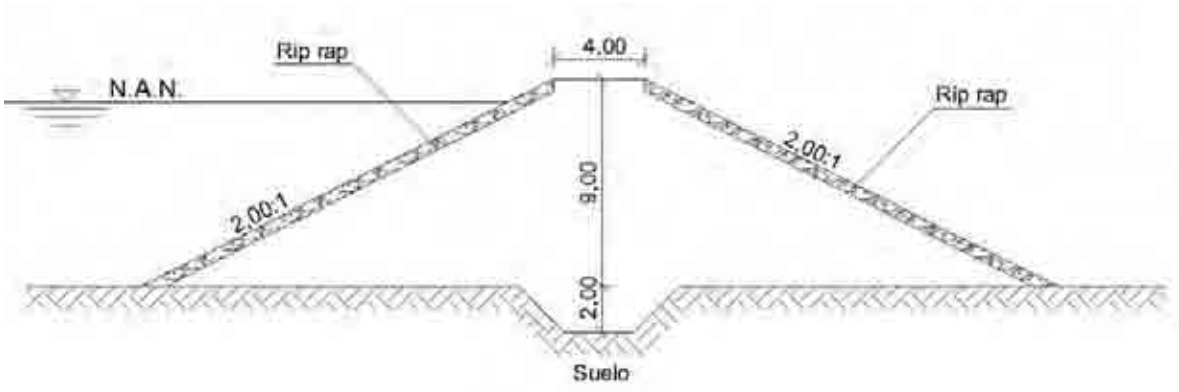
Antecedentes y situación actual

La presa fue construida el año 1990 por el Consorcio Olmedo-Inglobol, su función principal, es la de derivar las aguas provenientes de la cuenca “A” hacia la cuenca “B” como también captar las aguas superficiales que se escurren desde su propia cuenca de aporte de aguas arriba.

Como estructura la presa se encuentra en buenas condiciones, sin embargo se requiere trabajos de mantenimiento rutinario en el sitio del embalse.

La presa no presenta problemas de sedimentación en su embalse.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Los regantes de las asociaciones Tiraque-Punata con los de Koari, requieren mejorar la coordinación en la operación y mantenimiento de la infraestructura que comparten.*

Cuenca “C” (Lagunillas) CB-P-101



Vista aguas arriba del cuerpo de la presa, coronamiento y vertedero

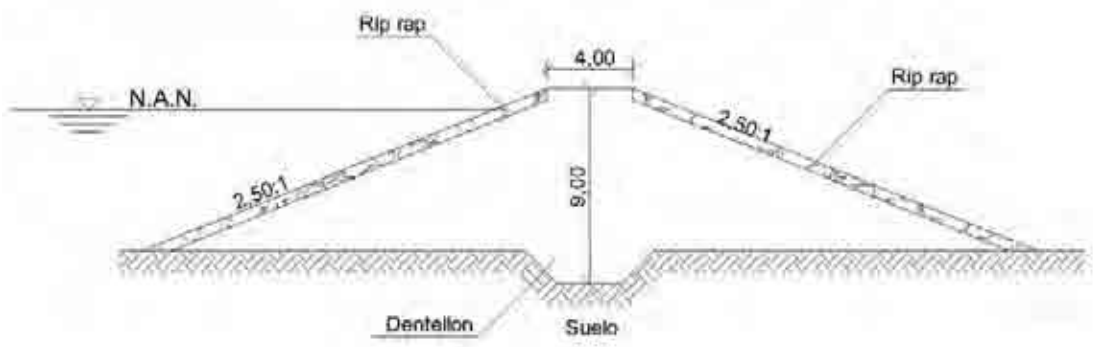
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	8,90 km^2	Municipio	Mojocoya
Altura de la presa	9,00 m	Latitud	17°27'27"
Longitud coronamiento	80 m	Longitud	65°35'40"
Capacidad de embalse	69.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Tomina
Cota coronamiento	3.871 msnm	Río de la presa	Ramadas

Antecedentes y situación actual

La Presa Lagunillas (Cuenca “C”) construida el año 1989 por el Consorcio Olmedo-Inglobol forma parte del sistema conducción y trasvase hacia el sistema de Totora Khocha. Su función principal es derivar las aguas provenientes de cuenca “A” hacia la cuenca “B”. Como también captar las aguas superficiales que se escurren desde su propia cuenca de aporte de aguas arriba.

La infraestructura existente se encuentra operando adecuadamente, aunque la salida del vertedero de excedencias, y las inmediaciones del área donde está situado el canal de salida de aguas embalsadas, demanda trabajos de reconformación de solera natural, mejorar el encauce, retirar el azolve de sedimento fino aguas arriba del sitio del emplazamiento de la obra.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Los asentamientos agrícolas aguas arriba de la presa deben ser controlados.*
Los regantes de las asociaciones Tiraque-Punata y los de Koari, necesitan mejorar coordinación en la operación y mantenimiento de la infraestructura que comparten.

Kewiña Qhocha CB-G-102



Vista aguas arriba del cuerpo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	2,72 km^2	Municipio	Tiraque
Altura de la presa	17,00 m	Latitud	17°25'27"
Longitud coronamiento	86,00 m	Longitud	65°36'14"
Capacidad de embalse	2.000.000 m^3	Cuenca de influencia	Desconocido
Cota coronamiento	3.806 msnm	Río de la presa	Lope Mendoza

Antecedentes y situación actual

El diseño y construcción de la presa y la puesta en funcionamiento de los sistemas de riego se realizó con apoyo del Programa de Riego Inter Valles (PRIV) el proceso duró los años 1987 al 1994, se encuentra en buen estado pero con pequeñas filtraciones en la válvula de toma.

La cuenca de aporte presenta cobertura vegetal por lo que no se detecta erosión apreciable ni arrastre de sedimentos.

Área de la cuenca de aporte



Fuente:Carta IGM 6441I

Koari CB-G-103



Vista aguas arriba del cuerpo de la presa , obra combinada y embalse Koari

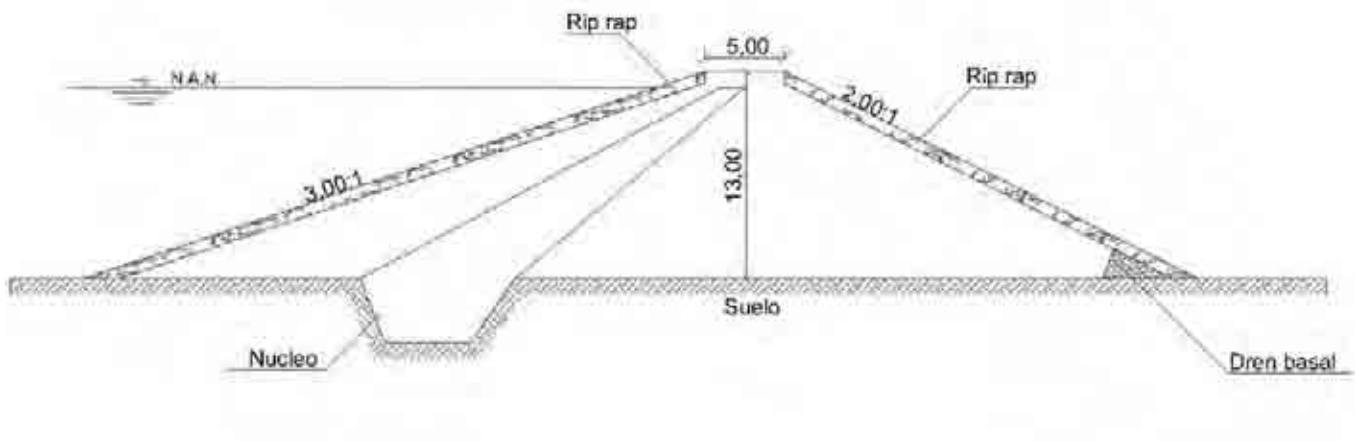
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,57 km^2	Municipio	Tiraque
Altura de la presa	13,00 m	Latitud	17°26'16"
Longitud coronamiento	240,00 m	Longitud	65°36'35"
Capacidad de embalse	1.500.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Lope Mendoza
Cota coronamiento	4.105 msnm	Río de la presa	Lope Mendoza

Antecedentes y situación actual

El diseño y construcción de la presa y la puesta en funcionamiento de los sistemas de riego se realizó con apoyo del Programa de Riego Inter Valles (PRIV) el proceso duró los años 1977 al 1994.

En general la presa se encuentra en buen estado, pero con algunas pequeñas filtraciones en el pie de aguas abajo.

Sección transversal de la presa



Lluska Qhocha CB-G-104



Vista aguas arriba del cuerpo de la presa y embalse

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	2,98 km^2	Municipio	Tiraque
Altura de la presa	9,00 m	Latitud	17°25'29"
Longitud coronamiento	260,00 m	Longitud	65°37'38"
Capacidad de embalse	1.250.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Millu Mayu
Cota coronamiento	3.880 msnm	Río de la presa	Talpasale

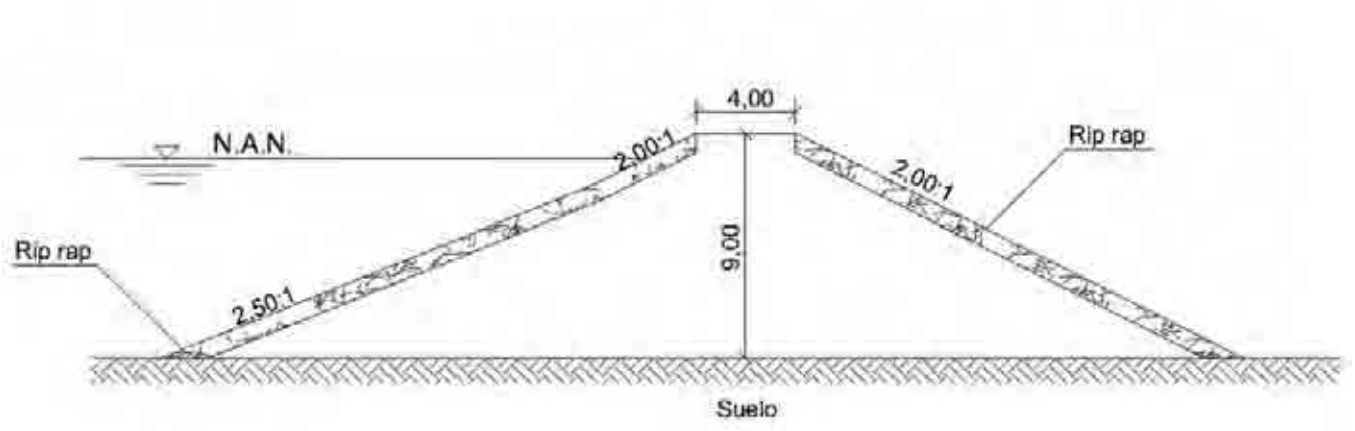
Antecedentes y situación actual

El diseño y construcción de la presa y la puesta en funcionamiento de los sistemas de riego se realizó con apoyo del Programa de Riego Inter Valles (PRIV) el proceso duró los años 1987 al 1994.

La presa se encuentra en buen estado, pero con algunas pequeñas filtraciones aguas abajo que no representan grandes riesgos en el funcionamiento de la estructura.

El agua es cristalina lo que indica que no existe erosión en la cuenca de aporte.

Sección transversal de la presa



Muyu Loma CB-G-105



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa, desfogue de fondo y vertedor de excedencias

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,72 km^2	Municipio	Tiraque
Altura de la presa	8,00 m	Latitud	17°24'18"
Longitud coronamiento	285,00 m	Longitud	65°36'50"
Capacidad de embalse	1.000.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Millu Mayu
Cota coronamiento	4.037 msnm	Río de la presa	Talpasale

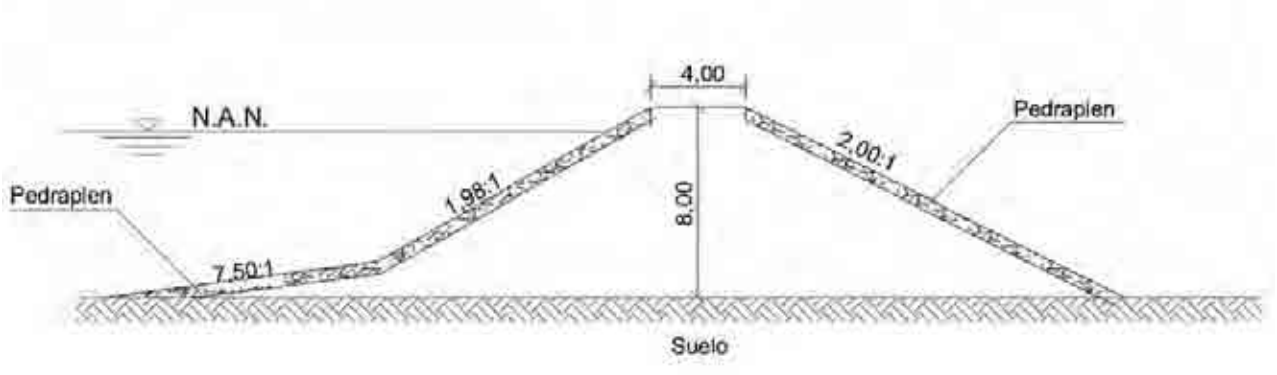
Antecedentes y situación actual

En 1974 los regantes construyeron la presa rústica de Muyu Loma, se presentaron filtraciones que causaron inestabilidad en sus taludes, razón por la que hicieron un vertedero de desfogue, que disminuyó su almacenamiento. En 1980 el Programa de Riego Altiplano- Valles (PRAV) inició el diseño de mejoramiento del embalse y concluyó las obras en 1987.

La presa de Muyu Loma, interconecta sus aguas con la presa de Lluskha Khocha y desde allí se distribuyen las aguas hasta la bocatoma sobre el río Paracaya, donde son captadas por los regantes de Punata en 12 comunidades.

La presa se encuentra en buenas condiciones, sin embargo se requiere trabajos de mantenimiento rutinario en el sitio del embalse. No presenta problemas de sedimentación.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Los regantes de las asociaciones de la zona deben mejorar la operación y mantenimiento de la infraestructura que comparten.*

Totora Qhocha CB-G-106



Vista del cuerpo de la presa y obra combinada tipo torre

Características generales

Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	13,84 km^2	Municipio	Tiraque
Altura de la presa	18,00 m	Latitud	17°27'40"
Longitud coronamiento	95,00 m	Longitud	65°37'40"
Capacidad de embalse	21.500.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Millu Mayu
Cota coronamiento	3.730 msnm	Río de la presa	Talpasale

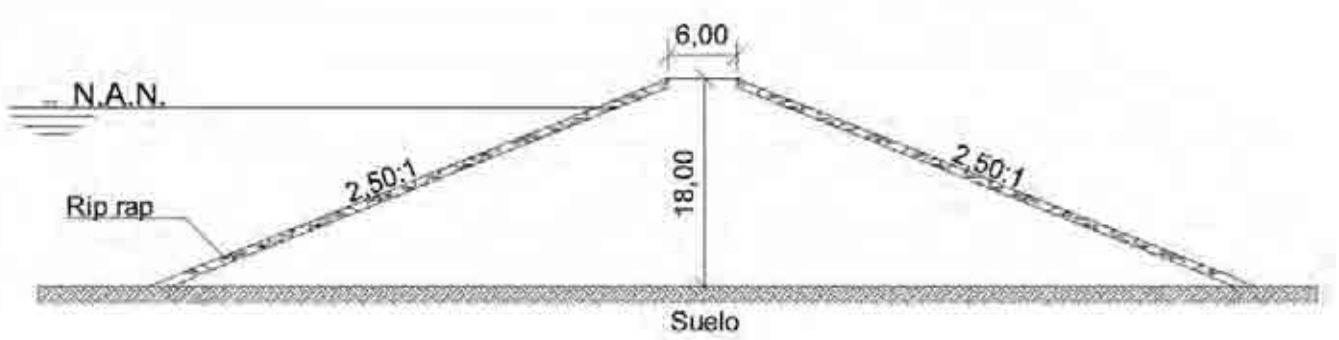
Antecedentes y situación actual

El diseño, construcción de la presa y la puesta en funcionamiento de los sistemas de riego se realizó con apoyo del Programa de Riego Inter Valles (PRIV) el proceso duró los años 1987 al 1994, la contraparte boliviana fue el Ministerio de Asuntos Campesinos, el Servicio Nacional de Comunidades y el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria; el convenio con el Ministerio Federal de Cooperación se realizó por medio del Banco Alemán de Desarrollo para el financiamiento y la Cooperación Técnica Alemana.

Actualmente, la operación y mantenimiento ha sido transferida a las Asociaciones de Riego de Tiraque y Punata (ARST, ARSP) que realizan uso eficiente y mejoras a la infraestructura.

La presa se encuentra en buenas condiciones sin problemas que afecten a la estructura. Un problema es que no se alcanza el almacenamiento de agua esperado.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Se han planteado alternativas para embalsar más agua, sin embargo existen conflictos sociales al respecto.*

Totorayoj CB-P-107



Vista del talud de aguas abajo del cuerpo de la presa, vertedero de excedencias y embalse Totorayoj

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	0,75 km^2	Municipio	Tiraque
Altura de la presa	7,00 m	Latitud	17°24'40"
Longitud coronamiento	135,00 m	Longitud	65°36'41"
Capacidad de embalse	260.000 m^3	Cuenca de influencia	
Cota coronamiento	4.041 msnm	Río de la presa	

Antecedentes y situación actual

La presa presenta pequeñas filtraciones a lo largo del pie del talud de aguas abajo, el agua del vaso de almacenamiento se observa que es clara por lo que se puede deducir que no existen problemas por sedimentación de la cuenca.

Área de la cuenca de aporte



Yana Qhocha CB-P-108



Vista del embalse de la presa Yana Qhocha

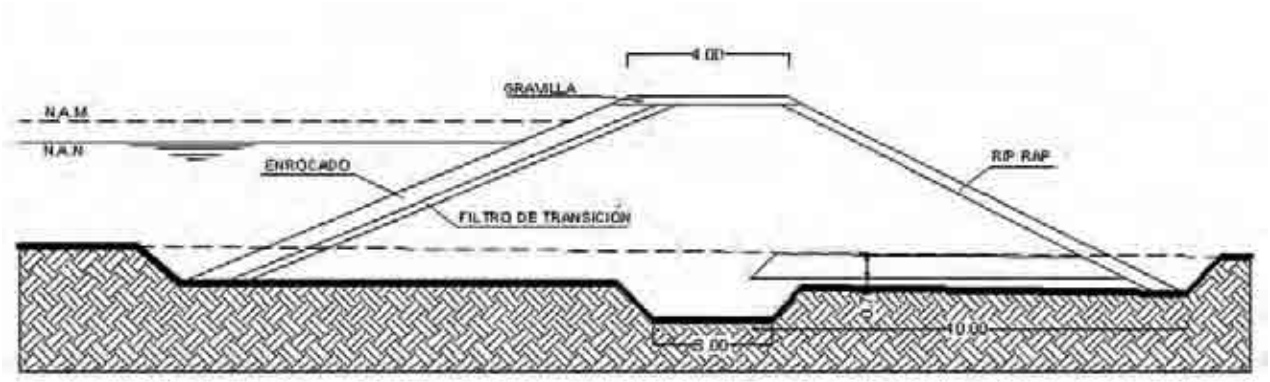
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	3,93 km^2	Municipio	Tiraque
Altura de la presa	4,70 m	Latitud	17°25'46"
Longitud coronamiento	67,00 m	Longitud	65°34'3"
Capacidad de embalse	300.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Millu Mayu
Cota coronamiento	4.249 msnm	Río de la presa	Talpasale

Antecedentes y situación actual

La presa se encuentra en buenas condiciones, sin embargo se requiere trabajos de mantenimiento rutinario en el sitio del embalse, por ejemplo en la zona de aguas abajo del sitio de la válvula de operación del embalse.

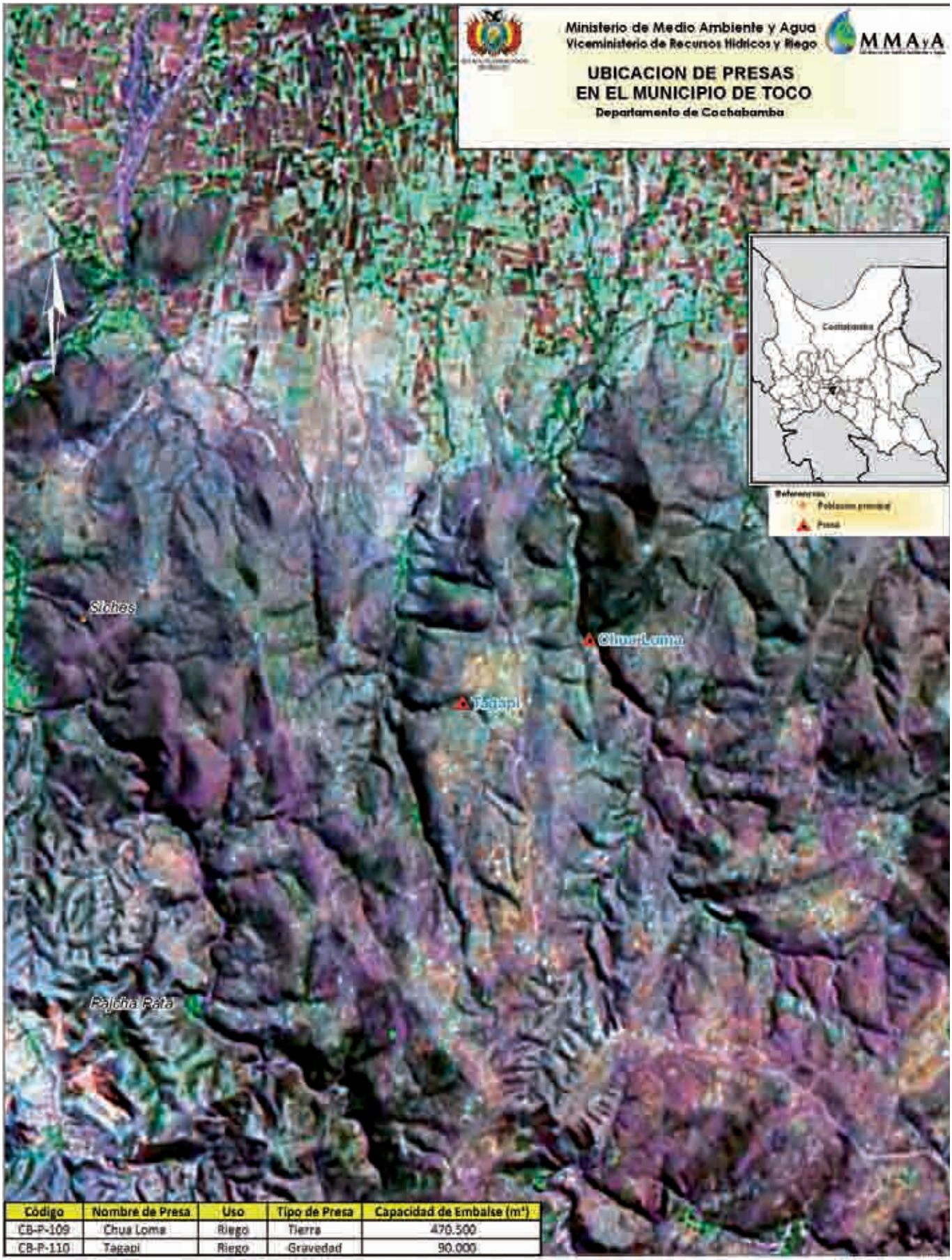
El dren basal, se encuentra con materiales de sedimentos finos a la salida final de descarga, se requiere proteger con una cubierta la caseta de válvulas.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Los asentamientos para cultivos y pastoreos, aguas arriba del sitio de embalse deben ser controlados.*

Mapa No. 31 Presas en el Municipio de Toco



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CB-P-109	Chua Loma	Riego	Tierra	470.500
CB-P-110	Tagapi	Riego	Gravedad	90.000

Fuente cartografica: Imagenes satelitales: Land Sat NASA 2000
Límite político administrativo de carácter provisional MDSP-UTL-2004

Elaborado por: VRHR

Chua Loma CB-P-109



Vista de la corona y taludes de la presa

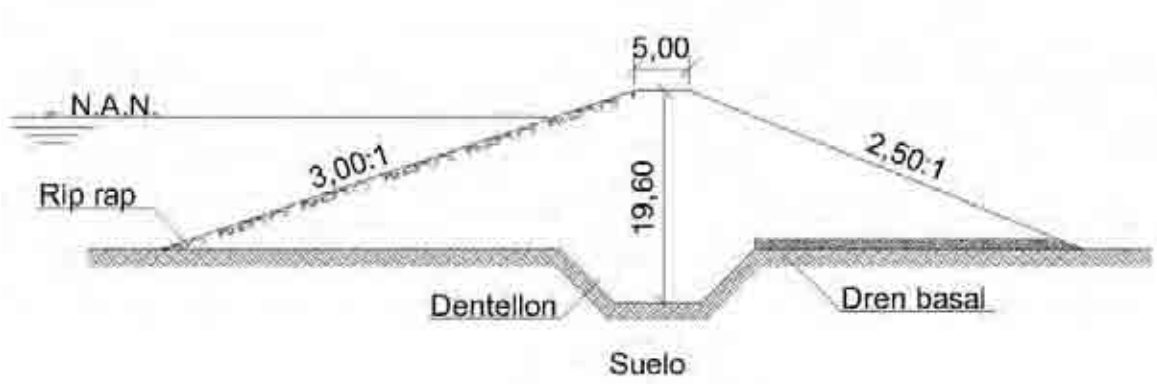
Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	17,60 km^2	Municipio	Toco
Altura de la presa	19,60 m	Latitud	17°40'19"
Longitud coronamiento	112,00 m	Longitud	65°53'54"
Capacidad de embalse	470.400 m^3	Cuenca de influencia	Río Cliza
Cota coronamiento	2.809 msnm	Río de la presa	Tarquiparu

Antecedentes y situación actual

Esta obra fue financiada con recursos de la Prefectura de Cochabamba y concluida el 2004.

Según los estudios, se establece que el sitio de ubicación de la presa es permeable en su fundación a consecuencia de la meteorización de la roca; razón por la cual se han realizado inyecciones de impermeabilización en la base, colocación de geotextiles y construcción de filtros.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Es necesario proteger el talud aguas abajo con un pedraplén, según estaba previsto en el diseño. Será necesario hacer trabajos de preservación y forestación en la cuenca, para reducir el transporte de sedimentos Se requieren trabajos de pintura anticorrosiva, y engrase en las compuertas de la obra combinada, como también sellar las juntas de dilatación del vertedor de excedencias.*

Tagapi CB-P-110



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa

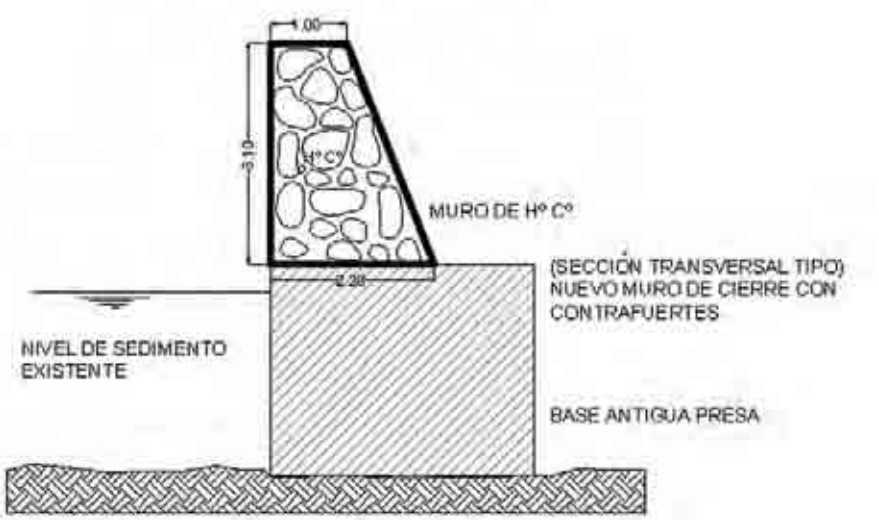
Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,68 km^2	Municipio	Toco
Altura de la presa	3,10 m	Latitud	17°40'37"
Longitud coronamiento	90,00 m	Longitud	65°54'32"
Capacidad de embalse	90.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Rocha
Cota coronamiento	2.810 msnm	Río de la presa	Tagapi

Antecedentes y situación actual

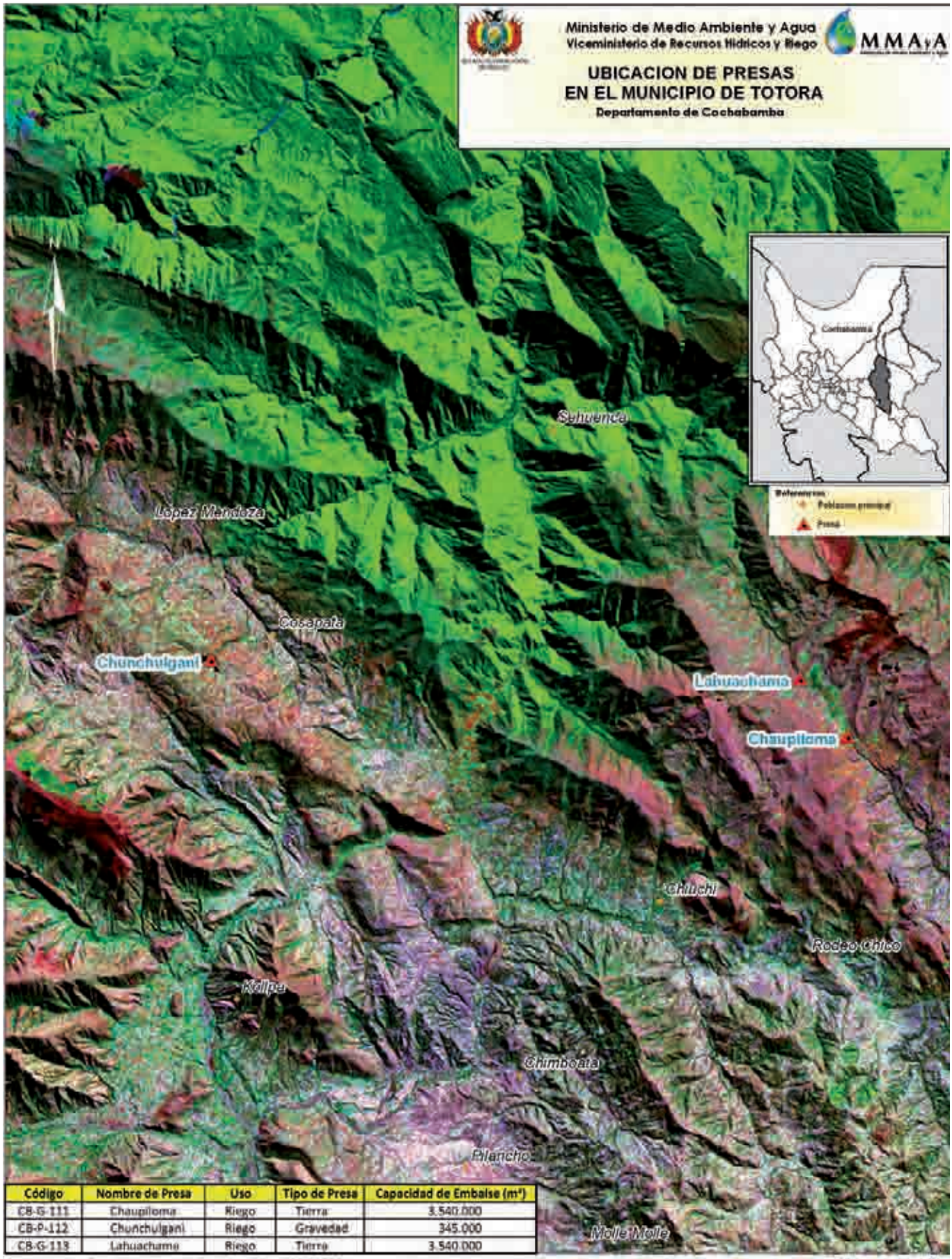
La presa fue construida por primera vez en la década de 1930 y sucesivamente elevada, 4 veces, debido a su pérdida de capacidad por la colmatación del vaso. El último mejoramiento se realizó el año 2008. La presa no presenta seguridad por la deshabilitación de un vertedero de excedencia para el desfogue de crecidas, que fue cubierto con hormigón ciclópeo a la salida de esta obra en el momento de la elevación de la altura de la presa.

Esta presa tampoco cuenta con una estructura de desfogue de fondo por lo que los problemas de colmatación son de gran magnitud, tomando en cuenta que la cuenca está altamente erosionada y sufre de arrastre de sedimentos por labores agrícolas en la cuenca alta. Entre otros problemas se encuentra la existencia de parcelas agrícolas dentro del área de inundación, que puede ocasionar pérdidas en la producción campesina.

Sección transversal de la presa



Mapa No. 32 Presas en el Municipio de Totora



Código	Nombre de Presa	Uso	Tipo de Presa	Capacidad de Embalse (m³)
CB-G-111	Chaupiloma	Riego	Tierra	3.540.000
CB-P-112	Chunchulgani	Riego	Gravedad	345.000
CB-G-113	Lahuachama	Riego	Tierra	3.540.000

Chaupiloma CB-G-111



Vista del talud de aguas arriba de la presa y la obra combinada tipo torre en funcionamiento

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	13,20 km^2	Municipio	Totora
Altura de la presa	8,00 m	Latitud	17°34'53"
Longitud coronamiento	86,00 m	Longitud	65°11'38"
Capacidad de embalse	3.540.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Sehuencas
Cota coronamiento	3.670 msnm	Río de la presa	Cueva Mayu

Antecedentes y situación actual

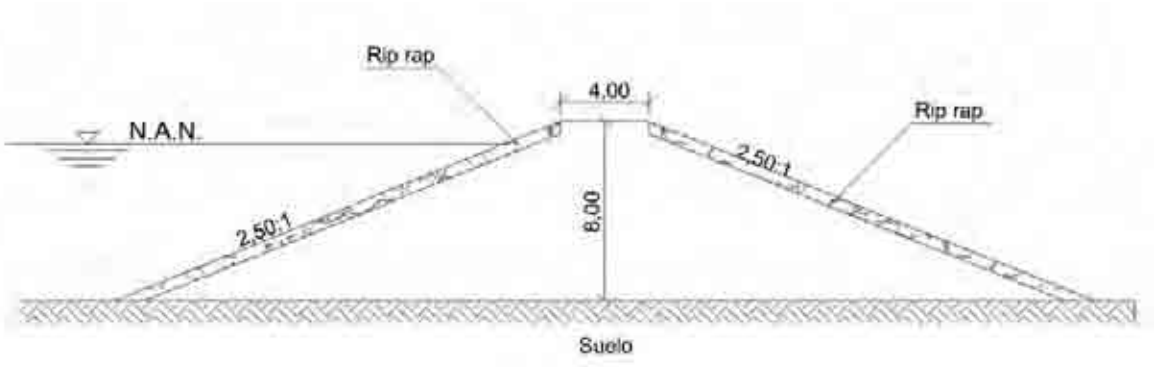
En 1997 la prefectura de Cochabamba encarga la elaboración del diseño final del proyecto Lahuachama al componente de asistencia técnica del Programa Nacional de Riego (CAT-PRONAR).

Entre los años 2001-2003 se construyen las obras con recursos del Programa de Apoyo a la Seguridad Alimentaria (PASA), aportes de la Prefectura de Cochabamba (Unidad de Riego) y contraparte en mano de obra de los beneficiarios.

En 2008 la Prefectura de Cochabamba encarga trabajos complementarios, como la colocación de una compuerta de control para la operación de la presa.

La presa no presenta dificultades y sin embargo el sistema tiene problemas en el canal de salida.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Existe el riesgo de arrastre de sedimentos por la presencia de parcelas agrícolas aguas arriba de la presa se requiere manejo de cuencas.*

Chuchulgani CB-P-112



Vista aguas abajo del cuerpo de la presa y vertedero de excedencias de compuerta radial

Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	2,20 km^2	Municipio	Totora
Altura de la presa	9,00 m	Latitud	17°33'43.43"
Longitud coronamiento	25,00 m	Longitud	65°21'8.48"
Capacidad de embalse	345.000 m^3	Cuenca de influencia	Lope Mendoza
Cota coronamiento	3.218 msnm	Río de la presa	Q. Tranca Waykho

Antecedentes y situación actual

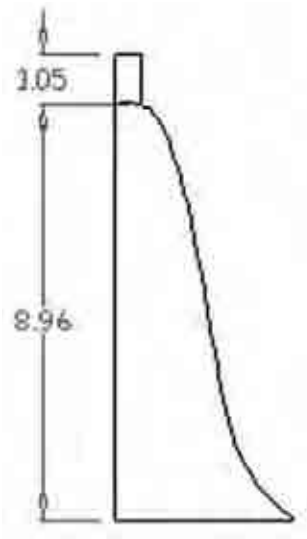
La presa de Chuchulgani fue construida por los usuarios del sistema; en el año 1985 fue mejorada con apoyo de CEDEAGRO y el diseño de Consultores Galindo.

La presa cuenta con un vertedero de excedencias ubicado en la cima de la presa, una fosa de disipación y una obra de toma que cuenta con una cámara de válvulas ubicada aguas abajo, en el estribo derecho de la presa.

En el año 2003 se colocaron las compuertas sobre el vertedero de excedencias con objeto de incrementar el volumen de embalse de la presa, mejoramiento realizado con el apoyo de CEDEAGRO.

No se prevén riesgos que afecten la integridad de la presa ya que el estado de la cuenca es estable y además de la existencia de bosques de pinos plantados en la cuenca por los usuarios.

Sección transversal de la presa



Lahuachama CB-G-113



Vista del talud de aguas abajo del cuerpo de la presa y embalse Lahuachama

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	13,24 km^2	Municipio	Totora
Altura de la presa	24,00 m	Latitud	17°34'3"
Longitud coronamiento	210 m	Longitud	65°12'20"
Capacidad de embalse	3.540.000 m^3	Cuenca de influencia	Río Sehuencas
Cota coronamiento	3.670 msnm	Río de la presa	Cueva Mayu

Antecedentes y situación actual

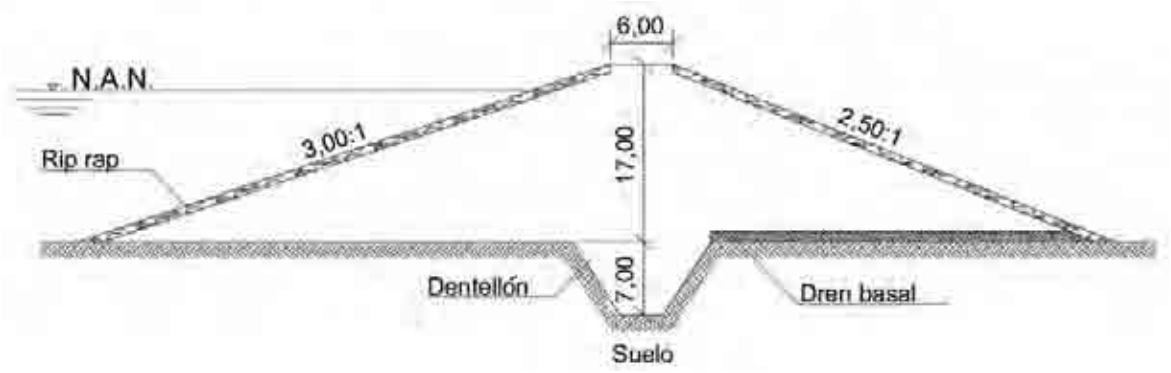
Las represas Lahuachama y Chaupiloma, conforman el embalse de aguas denominado Lahuachama, situados al norte de la comunidad de Chaupiloma a una altura media de 3.695 msnm

Entre 1997 y 1999, la prefectura de Cochabamba encarga la realización del diseño final al componente de asistencia técnica del Programa Nacional de Riego (CAT-PRONAR).

Entre 2001-2003 se construyen las obras a través de la Unidad de Riego de la Prefectura de Cochabamba con financiamiento (85%) del Programa de Apoyo a la Seguridad Alimentaria (PASA) y aporte local de las 600 familias campesinas.

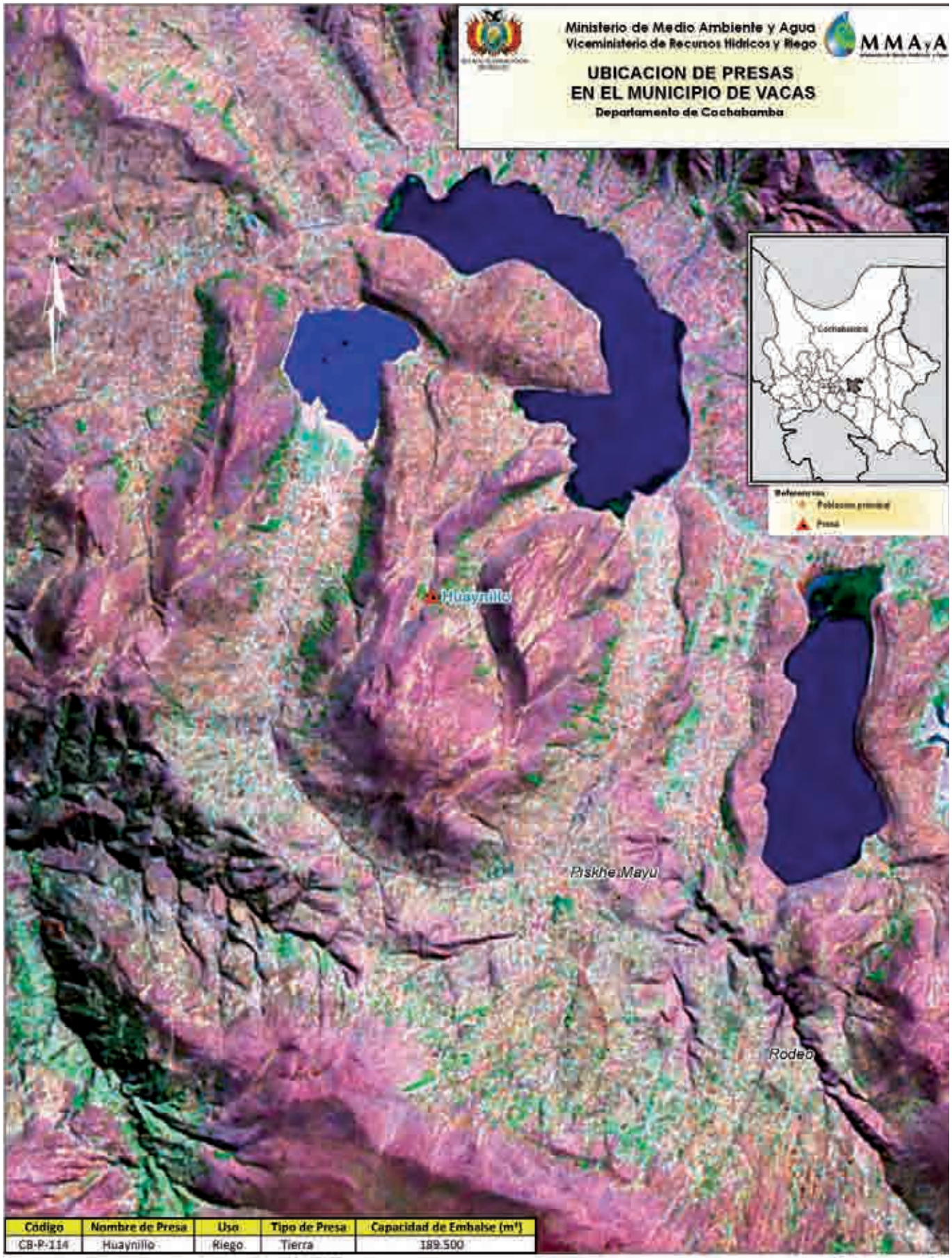
En el 2008 se realizan complementaciones a la infraestructura. La presa no presenta dificultades y se encuentra operando con regularidad.

Sección transversal de la presa



Comentarios: *Se recomienda control sobre la actividad agrícola en la cuenca aguas arriba de la presa.*

Mapa No. 33 Presas en el Municipio de Vacas



Huaynillo CB-P-114



Vista del talud de aguas arriba y coronamiento del cuerpo de la presa

Características generales			
Tipo de presa	Tierra	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,08 km^2	Municipio	Vacas
Altura de la presa	5,50 m	Latitud	17°35'18"
Longitud coronamiento	95,00 m	Longitud	65°39'5"
Capacidad de embalse	189.400 m^3	Cuenca de influencia	Parkho Khocha
Cota coronamiento	3.580 msnm	Río de la presa	V. Khotani Khuchu

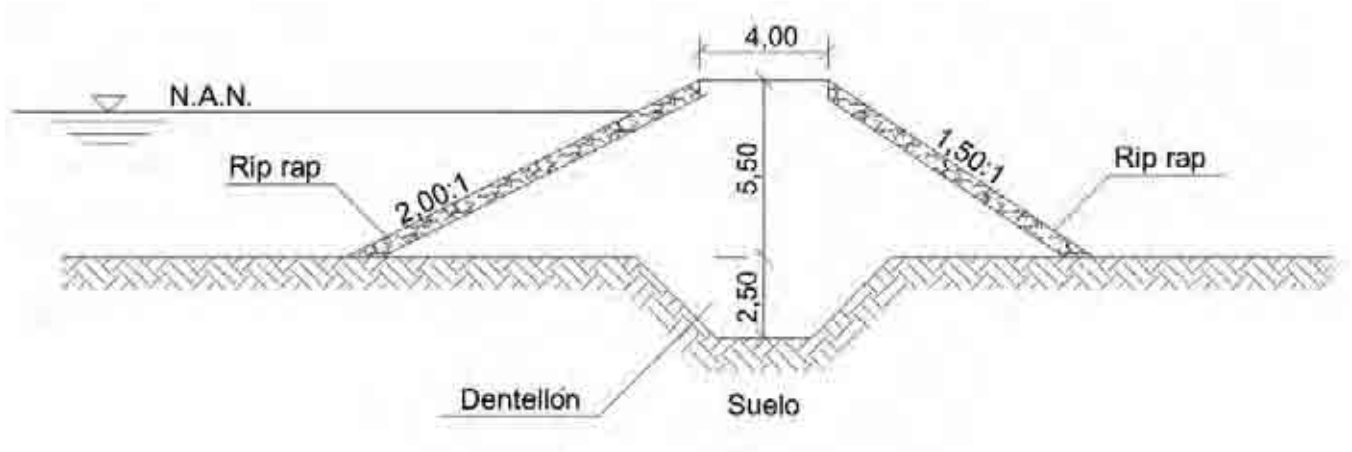
Antecedentes y situación actual

En 1998 los usuarios del sistema y el municipio solicitaron el estudio de rehabilitación al Programa Nacional de Riego (PRONAR), que elaboró el proyecto a diseño final incrementando la altura de la presa para mejorar la capacidad de almacenamiento.

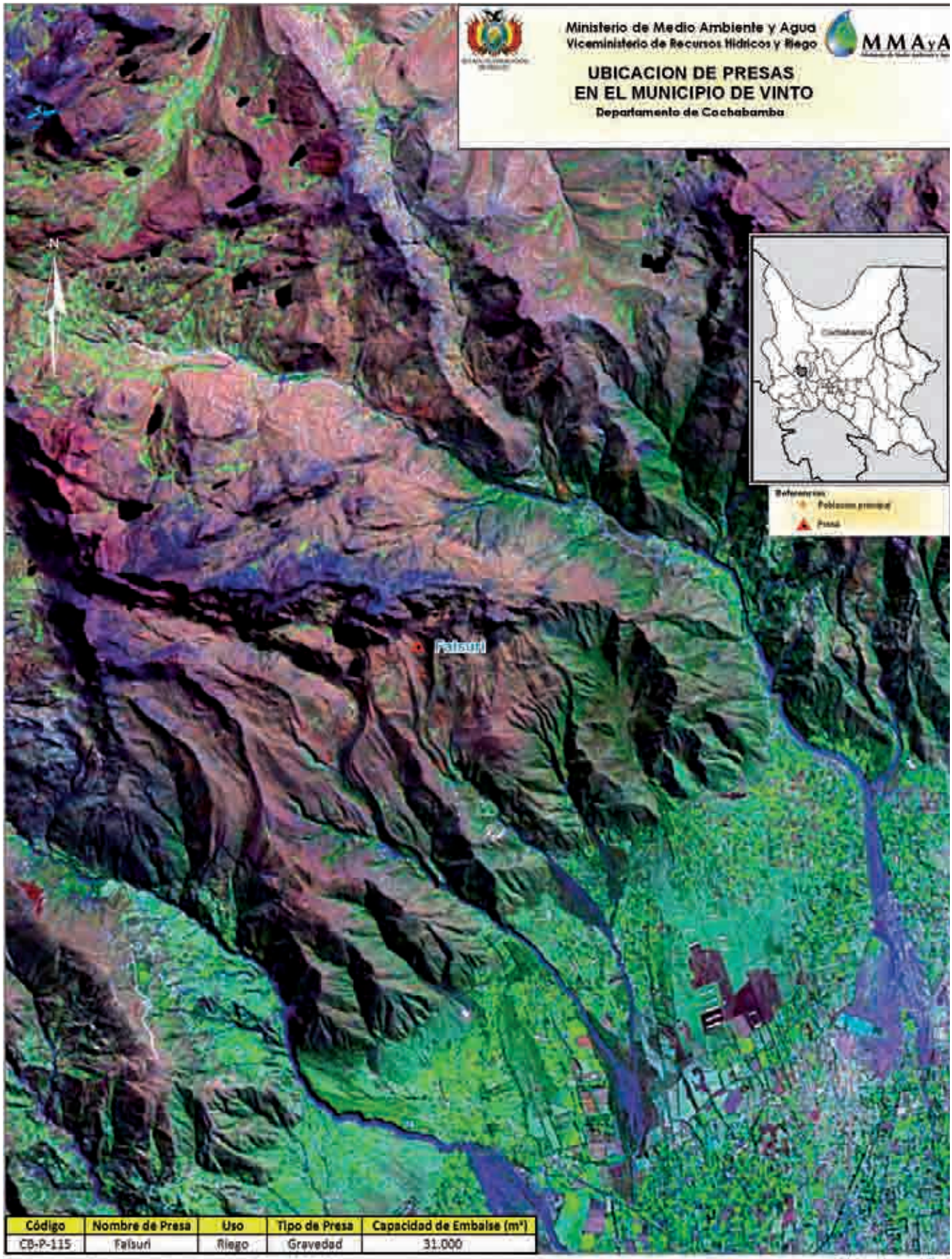
En los años 2003 y 2004 se realizó la construcción con el Fondo de Desarrollo Campesino (FDC).

Actualmente se encuentra en funcionamiento, sin ningún problema de asentamientos ni filtraciones en el cuerpo de la presa.

Sección transversal de la presa



Mapa No. 34 Presas en el Municipio de Vinto



Falsuri CB-P-115



Vista aguas arriba del cuerpo de la presa y obra de toma

Características generales			
Tipo de presa	Gravedad	Uso	Riego
Área de la cuenca	1,30 km^2	Municipio	Vinto
Altura de la presa	4,20 m	Latitud	17°17'49"
Longitud coronamiento	57,00 m	Longitud	66°20'48"
Capacidad de embalse	31.000 m^3	Cuenca de influencia	Tamborada
Cota coronamiento	4.060 msnm	Río de la presa	Khollpa Mayu

Antecedentes y situación actual

La presa fue construida con fines de riego, por los comunarios de Falsuri en el año 2009.

En la actualidad la presa funciona satisfactoriamente, sin presentar filtraciones debido a que el embalse se encontraba vacío.

Se observan algunas cangrejeras en el cuerpo de la presa que pueden afectar a la funcionalidad de la estructura.

Por el momento, no existen riesgos que puedan afectar al funcionamiento de la presa.

Sección transversal de la presa

