



TIERRA Y AGUA, LAS DOS CARAS DE LA LIBERTAD

Gestión Integral del agua subterránea, agua superficial de
escorrentía conservando suelos y áreas de recarga hídrica

Manual de sensibilización y capacitación comunitaria

Serie

GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA Y DE SUELOS
EN LA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA

Cartilla N° 1

TIERRA Y AGUA, LAS DOS CARAS DE LA LIBERTAD

Editor

AYNISUYU - Territorio de la Reciprocidad

Autores de la sistematización y contenidos

NICCOLO GIORDANO

MARTINO TERRONE

JUAN CARLOS SEJAS D.

Diagramación

RAMIRO LIZÁRRAGA T.

Revisión y coordinación general

JUAN CARLOS SEJAS D.

Coordinador Programa SOBAL - AYNISUYU

Dirección Ejecutiva - AYNISUYU

JOSEFINA MARQUEZ J.

Fotografías y dibujos

AYNISUYU

Impresión

LIVE GRAPHICS

Octubre de 2019

Cochabamba-Bolivia

CONTENIDO

PRESENTACION

1. INTRODUCCIÓN

El derecho al agua y a la tierra y el proyecto GIRCH

2. LA GESTIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN LA MICRO CUENCA DEL RÍO HIGUERA MAYU

- 2.1 ¿Por qué son importantes las aguas subterráneas?
- 2.2 Captación hídrica de una vertiente de la micro cuenca del río Higuera Mayu y distribución para el riego por aspersión
- 2.3 Cambios que genera el uso de agua de vertientes
- 2.4 Los acuíferos
- 2.5 Ventajas del uso de aguas subterráneas
- 2.6 Ventajas de la conservación de las aguas subterráneas

3. LA GESTIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL

- 3.1 Captación de aguas de escorrentía como “lucha contra el riesgo hidro-geomorfológico”
- 3.2 ¿Qué es realmente la erosión?
- 3.3 ¿Qué son las aguas de escorrentía?
- 3.4 La captación de aguas de escorrentía
- 3.5 La construcción de muros de piedra
- 3.6 Obras para luchar contra el riesgo hidro-geomorfológico
- 3.7 Medidas en el campo

4. MODELOS DE SOSTENIBILIDAD EN LA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA

PRESENTACION

AYNISUYU, Geología Sin Fronteras Onlus (GSF) y Acquifera Onlus, con la ejecución del Proyecto GIRCH (Gestión Integral del Recurso Hídrico en la Comunidad de Huañuma), han promovido acciones inclusivas con la Comunidad de Huañuma del Municipio de Vila Vila destinadas al **desarrollo de técnicas participativas de suministro de agua de vertientes y de escorrentía de agua de lluvia con protección contra la erosión de suelos**. Ambos métodos han tenido la función de mejorar la disponibilidad de agua para uso agrícola durante todo el año, mejorando considerablemente la Seguridad Alimentaria de 12 familias beneficiarias contrapartes directas del proyecto.

La cartilla reúne y difunde el conocimiento producido y las experiencias vividas por las familias que han participado activamente en el desarrollo del proceso de **construcción de las micro-obras y de los talleres de sensibilización-capacitación sobre el Derecho al Agua y los Riesgos Geomorfológicos**, con el fin de compartir tales experiencias a quienes no han participado ni beneficiado directamente del proyecto.

Creemos que las soluciones a los principales problemas derivados por la falta de acceso al agua, los fenómenos de constante desertificación y erosión de suelos, el cambio climático, la inseguridad agrícola y por lo tanto la inseguridad alimentaria de la población rural, **residen en la comprensión de la importancia de la protección de las áreas potencialmente agrícolas, de la conservación de aquellas áreas naturalmente destinadas a la recarga de agua y del intercambio de técnicas simples y de bajo costo para el uso responsable de los recursos.**

AYNISUYU, Geología Sin Fronteras Onlus (GSF) y Acquifera Onlus, agradecen a la IGLESIA VALDESE de Italia que con la financiación a través del Fondo Otto per Mille 2018, ha permitido la realización del Proyecto.

1. INTRODUCCIÓN

Agua, Tierra y Alimentación; así como Salud y Libertad, **son derechos humanos** universales e inalienables, estrechamente relacionados entre sí, que han sido y siguen siendo el objetivo final de los proyectos que promueve AYNISUYU y de la cooperación internacional. En el curso de las prácticas, sensibilizaciones y capacitaciones llevadas a cabo durante el proceso de ejecución del proyecto GIRCH, enfatizamos la concienciación de que estos derechos deberían y deben lograrse, como lo establece la propia Constitución boliviana, **“proporcionando a los pueblos indígenas las herramientas con las que ellos mismos se conviertan en protagonistas de su propio proceso de cambio”**, creando terreno fértil sobre el cual desarrollar las adaptaciones estructurales que permitan combinar buenas prácticas, para fortalecer la red de quienes defienden estos derechos y actúan con alternativas a largo plazo.

El proyecto GIRCH, para responder adecuada y efectivamente a las necesidades expresadas por las familias de la comunidad Huañuma en torno a la falta de agua para riego durante los periodos secos y/o de estiaje y el riesgo derivado de la inestabilidad de las laderas cercanas al pueblo, se ha focalizado en algunos principios básicos como:

- La gestión del agua y de la tierra debe ser manejada por las comunidades y sus autoridades locales, en el desarrollo de mejoramiento del acceso al agua en cantidad y calidad, a través de acciones de intercambio intercultural de buenas prácticas y conocimientos técnicos, educación, sensibilización y participación institucional.
- La contribución del apoyo y asesoramiento técnico es fundamental, para que toda la población pueda acceder permanentemente a mejor información útil y detallada sobre los recursos hídricos, ya sean naturales, hidrogeológicos, de ingeniería, físicos y bioquímicos.
- Las herramientas metodológicas y técnicas a utilizar deben estar localmente disponibles y pertenecer a la cultura local, buscando siempre un encuentro comprometido entre el conocimiento científico y el conocimiento tradicional.
- Garantizar el Derecho al Agua significa proporcionar a la población disponibilidad y calidad del agua, accesibilidad física y económica, participación, y acceso a la información sin ninguna discriminación.

Orientados por estos principios y después de dos años de planificación conjunta entre AYNISUYU (socio local) y GSF y Acuífera (socios italianos), se ha logrado realizar:

- 1) Un sistema de riego multifamiliar por aspersion para 12 familias, a partir de una vertiente de la Micro Cuenca del río Higuera Mayu que consiste en:
 - Una captación hídrica de 1.700 litros (1,7 m³) en hormigón ciclópeo con tapa en una vertiente de agua permanente (Cámara de captación)
 - Una cámara de sedimentación de 500 litros (0,5 m³) con tapa para la primera filtración de agua.
 - Un tanque circular subterráneo de hormigón armado con tapa para almacenamiento de 20.000 litros (20 m³)

- Y una red de conducción y distribución aproximadamente de 2.800 metros de longitud (2,8 Km.) desde la vertiente hasta el tanque de almacenamiento y del tanque hasta las parcelas de cultivo para riego por aspersión de las 12 familias beneficiarias directas del proyecto.
- 2) Un micro sistema de riego familiar por goteo, a partir de la captación de agua de lluvia con zanjas de coronación:
 - Una zanja de drenaje para aguas de escorrentía protegido con muro de piedra con sus cámaras colectoras y de sedimentación, contra la erosión de la pendiente y permitir la agricultura en terrazas a lo largo de las pendientes más altas.
 - Y dos tanques: uno de plástico de 5.000 litros y otro tanque circular subterráneo de hormigón armado de 10.000 Litros para la acumulación de agua de escorrentía de la lluvia a lo largo de la pendiente para el riego por goteo en terrazas.
 - 3) Tres terrazas con muros de piedra en un área total aproximada de 360 m² con riego por goteo para cultivos de alta rentabilidad.
 - 4) Protección con cercos y reforestación con especies nativas del área de recarga de agua de la Micro Cuenca del río Higuera Mayu.

Estos trabajos se llevaron a cabo en total sinergia entre GSF, Acuífera Onlus y AYNISUYU que ha gestionado las relaciones con la comunidad durante la realización de las micro obras y que se ha encargado de la logística, intercalando el trabajo con un ciclo de sensibilizaciones sobre la lucha contra la desertificación, la hidrogeología social, el riesgo geomorfológico, los derechos al agua y las características de los recursos hídricos, dirigidas a pobladores de la comunidad de Huañuma y a algunos técnicos municipales de Vila Vila.

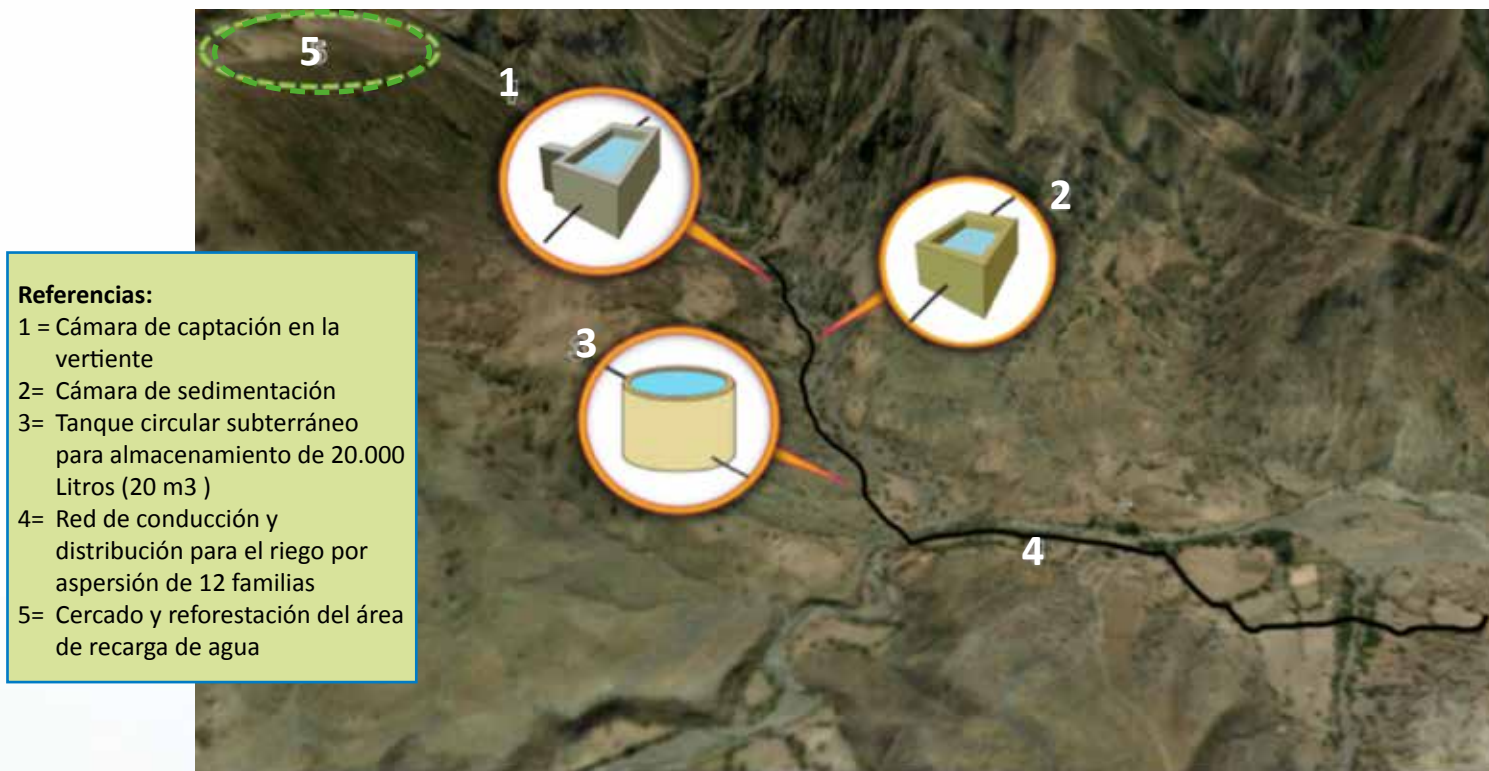


Referencias:

- 1 = Cámara de captación
- 2 = Cámara de sedimentación
- 3 = Tanque de 20.000 Litros (20 m³)
- 4 = Red de conducción y distribución para el riego por aspersión
- 5 = Captación de escorrentía y riego por goteo en terrazas de piedra
- 6 = Cercado y reforestación del área de recarga de agua.

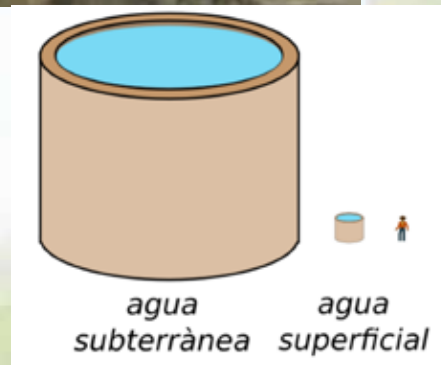
También los resultados han permitido, además de **ampliar el conocimiento** sobre los aspectos fundamentales del manejo del agua y de las zanjas de coronamiento; aprender y adoptar algunas metodologías importantes para capturar el agua de dos fuente, distribuirla para el riego tecnificado por aspersión y también goteo, y gestionar los factores de inestabilidad geomorfológica (erosión, lavado de suelo y escorrentía) **transformando las amenazas del agua en oportunidades.**

2. LA GESTIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN LA MICRO CUENCA DEL RÍO HIGUERA MAYU

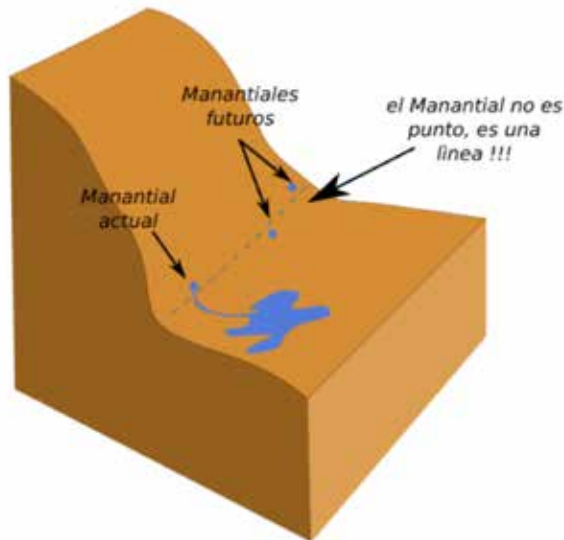


2.1 ¿Por qué son importantes las aguas subterráneas?

El agua subterránea representa aproximadamente el 0,35% del agua en la Tierra y su cantidad es aproximadamente 20 veces mayor que el total del agua dulce superficial. En la naturaleza tiene la función de devolver el agua a la biósfera en los momentos en que la contribución externa sea escasa (por ejemplo: debido a lluvias escasas), en virtud de la capacidad de ciertos suelos y ciertas formaciones rocosas para almacenarla, creando depósitos naturales de agua bajo tierra, llamadas **acuíferos**.

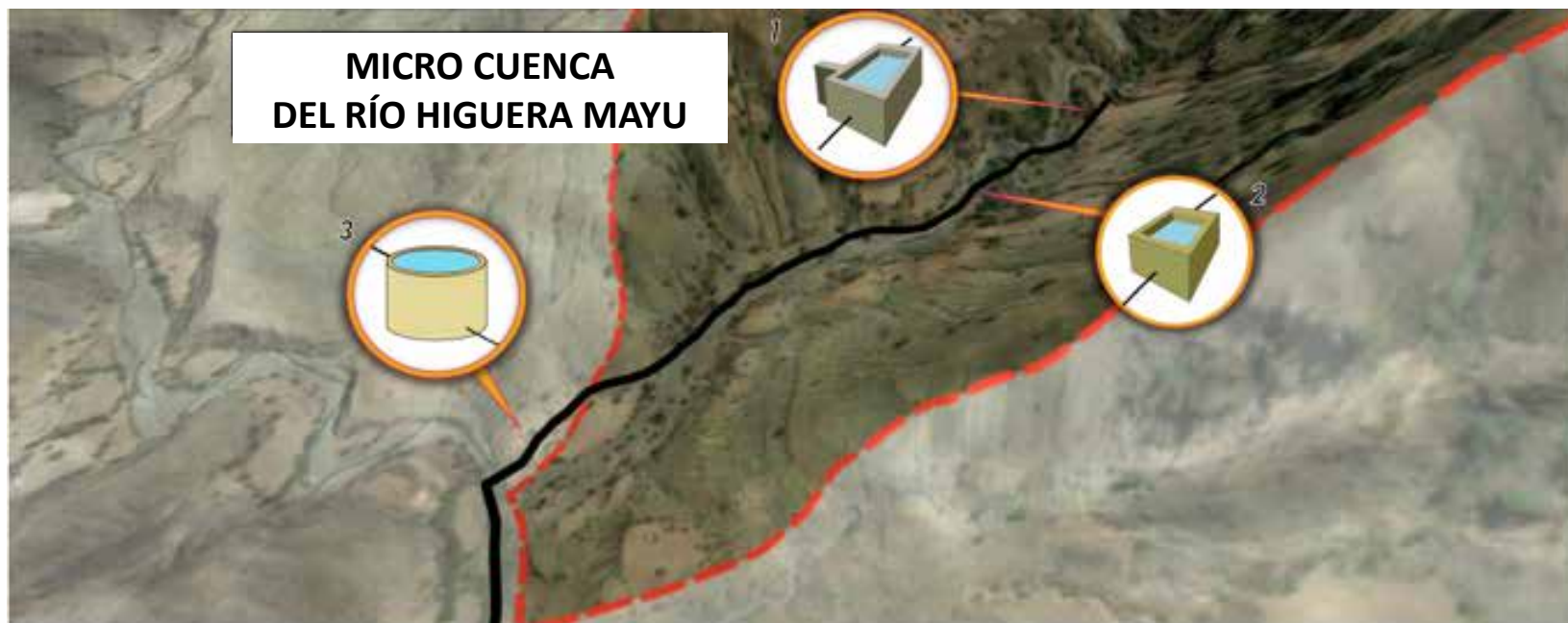


Los **acuíferos** son los principales responsables de los procesos biológicos que ocurren sobre y debajo de la superficie de la tierra, sin ellos la vida no se reproduciría durante las estaciones muy secas. Como resultado; la agricultura además del agua originado por la lluvia y de las aguas superficiales (ríos y lagos, en riesgo de secarse durante las estaciones secas), puede asegurarse gracias al agua de los **acuíferos**, que se manifiesta en la superficie a través de las **vertientes** y manantiales.



Estos, aunque representan un cierto punto de origen del agua, se establecen a lo largo de áreas que pueden tener incluso cientos de metros de largo. Por esta razón las **vertientes** y manantiales a veces "migran" de acuerdo con el mejor punto de origen que encuentran dentro de la línea de encuentro entre el **acuífero** y la **superficie**.

2.2 Captación hídrica de una vertiente de la Micro Cuenca del río Higuera Mayu y distribución para el riego por aspersión.

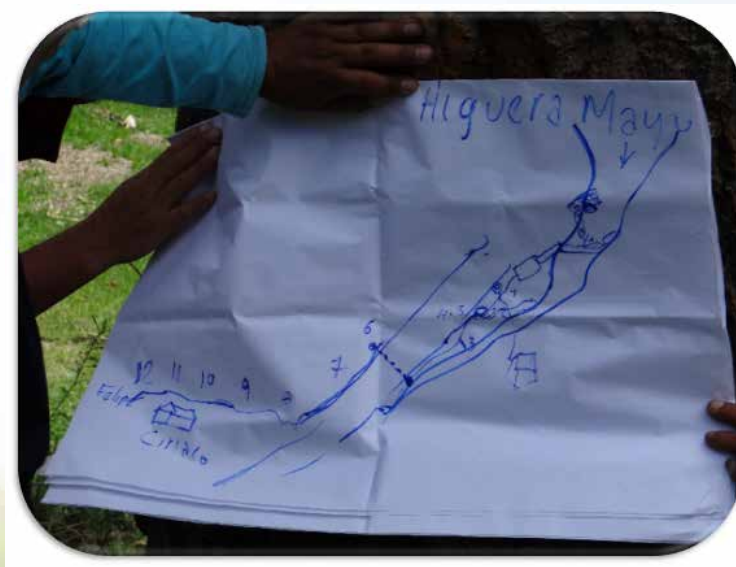


Se ha realizado en 10 pasos:

1º Paso: Establecer el lugar para construir la Cámara de captación y la Cámara de sedimentación, evaluando los siguientes aspectos:

- Flujo de agua casi constante durante todo el año.
- Accesibilidad por parte de la población.
- Calidad del agua.
- Proximidad relativa (máx. 1.000 metros) al punto de instalación del tanque.

Atención: Los comunarios, conocen el entorno en el que viven y la topografía del territorio, pueden identificar y definir las mejores fuentes para el suministro de agua.



2º Paso: Identificación y provisión de los materiales, herramientas y equipos necesarios:

- **Materiales:** Piedra; grava y arena fina de río, adobes, cemento, tablas de madera, tuberías PVC de 3", politubos de 1"; 1.5" y 2", cables acero inoxidable para pasos de quebrada, cañería FG de 2", fierros de construcción de 3/8"; 5/16" y 1/4", placas de plastoformo, clavos de 2,5", alambre de amarre y accesorios de plomería.
- **Herramientas:** Nivel A, palas, picotas, azadones, rastrillos, combos, martillos, alicates, serruchos, barrenos, carretillas, baldes y herramientas de albañilería y plomería.
- **Equipos:** Wincha de 50 metros, amoladora para cribar tuberías de drenaje, GPS y Cilindro metálico medidor de infiltración.
- **Mano de obra:** 12 personas beneficiarias del proyecto.



3º Paso: Limpieza y preparación del área del lugar para la construcción de la Cámara de captación:

- Es necesario eliminar las plantas (replantándolas en otros lugares cercanos), rocas y la mayor cantidad de sustrato o material posible, hasta alcanzar la roca madre o, alternativamente; una capa de arcillas limosas para asegurar un nivel medio-alto de impermeabilización de la base, reduciendo de esta forma los riesgos de infiltración de agua en las capas inferiores.



- La fuente del agua debe estar limpia y a la luz. Luego; se deben cavar uno o dos desagues para evitar que el exceso de agua en la base dificulte con la deposición del cemento y de las piedras.



4º Paso: Construcción de la Cámara de captación:

Después de haber preparado el molde con las tablas de madera, cortadas al tamaño apropiado, a lo largo del perímetro de la Cámara de captación en la fuente, se colocan dentro de ellas las piedras y tubos de PVC de 1 pulgada, comenzando desde la base y sobreponiendo un nivel de piedras con una de cemento.



Atención: Desde el lado más cercano a la fuente, o desde donde entrará el agua, la primera capa inferior de piedras no debe ser cementada, de modo que los espacios que permanecen naturalmente vacíos entre una piedra y otra favorezcan el paso del agua en entrada. En los otros 3 lados, en cambio, se comienza desde la base con una mezcla de arena y cemento. Además, las piedras no deben tocar la pared interior de madera. Una vez que se alcanza la parte superior deseada, algunas piedras se colocan a una distancia de aproximadamente 20 cm una de la otra, cementadas hasta la mitad, de modo que luego aseguren el sellado del cemento para el techo.



Advertencia: Hay que ajustar el tubo de salida y el tubo de desbordamiento antes de poner el cemento.

5º Paso: Construcción de la Base y Tapa de la Cámara de captación:

- La base debe construirse antes de que se tapen las rutas de escape lateral del agua, para que no interfiera con la solidificación del cemento. Se limpia el borde superior, se colocan dos capas de piedras (una inferior de tamaño mediano y otra superior con grava de río) y se pone la mezcla hasta obtener una base homogénea, horizontal y lisa.



- La Tapa se puede preparar en metal o mejor en cemento, considerando una escotilla de entrada de aproximadamente 50 cm. x 50 cm. desde el lado del tubo de salida para acceder a la Cámara de captación de la fuente y realizar el mantenimiento preventivo y de rutina.



6º Paso: Sellado de los escapes laterales de la Cámara de captación:

- Como el agua continúa saliendo de los desagües que se habían instalado anteriormente, estos deben cubrirse con piedras, tierra y una cuña cementada que ingrese unos 20 cm. en la pendiente, para evitar formas de infiltración secundaria.



7º Paso: Construcción de la Cámara de sedimentación:

- Más debajo de la Cámara de Captación, en la pendiente se debe construir una Cámara de sedimentación de hormigón subterránea de un metro, para aproximadamente 1 metro cúbico, con una entrada a unos 30 cm. de la base y una salida de aproximadamente 70 cm. de la base. También en este caso la tapa debe tener un hueco de entrada para mantenimiento.



8º Paso: Construcción del Tanque circular subterráneo de hormigón armado para almacenamiento de 20.000 Litros (20 m³):

- El tanque debe construirse en una cumbre que esté a un nivel topográficamente más bajo que la Cámara de sedimentación y más alto de las áreas o terrenos a regar.



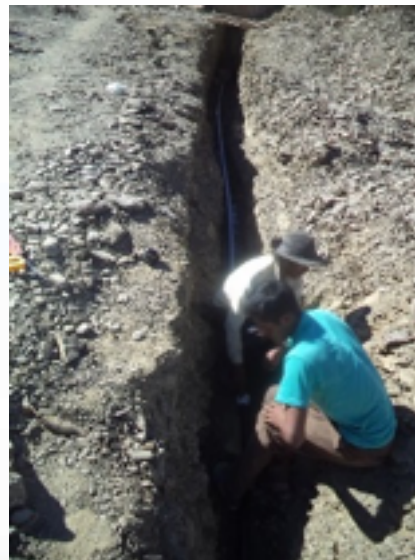
Después de haber cavado un cilindro subterráneo con un diámetro de 3.6 metros y una profundidad de 2 metros, se coloca una malla o estructura metálica y cilíndrica donde se pone la mezcla de cemento y arena combinando con piedras medianas, después de la aplicación de muros de adobe en el lado interno del tanque.



- La tapa del tanque debe construirse colocando una malla o estructura metálica combinada con placas de plastoforno, aplicando la mezcla de cemento y arena sobre la malla y plastofornos, dejando un hueco para instalar una tapa metálica que permita realizar el mantenimiento preventivo y rutinario del tanque.



9º Paso: Se procede con la **conexión hidráulica de la red de conducción** entre la Cámara de captación, la Cámara de sedimentación y el Tanque de hormigón armado con tuberías subterráneas de 2 pulgadas.



10º Paso: Finalmente; se procede con la **conexión hidráulica de la red de distribución** a 12 **acometidas familiares** para el riego por aspersión, con tuberías subterráneas de 2 pulgadas.



Gracias a este sistema, 12 familias tienen y tendrán agua suficiente para dos riegos cada semana, lo que evita el riesgo de la sequía y pérdida de cultivos y cosechas, además el sistema posibilitará a estas familias tener una cosecha más al año en periodo de sequía y/o estiaje.

El cálculo del tiempo necesario para llenar el Tanque de 20.000 Litros, se desarrolló a partir de la cantidad de agua disponible de la vertiente 9,8 Litros por minuto (caudal promedio) y el tamaño del tanque: 3,6 metros de diámetro por 2 metros de altura:

$$9,8 \text{ Litros/Minuto} \times 60 \text{ Minutos} = 588 \text{ Litros/Hora}$$
$$20.000 \text{ Litros} / 588 \text{ Litros} = 34 \text{ Horas}$$

El tiempo que se requiere para llenar de agua el Tanque de 20.000 Litros es 34 horas

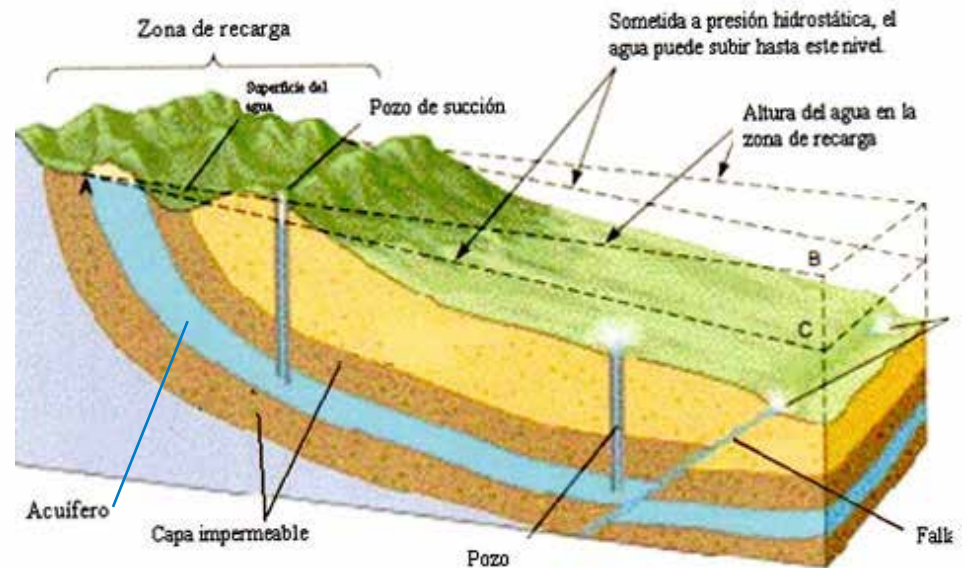
2.3 Cambios que genera el uso de agua de vertientes

La captura de agua de vertientes:

- Permite mantener vivo los cultivos en caso de sequía durante el período de germinación o durante el período de maduración.
- Asegura la accesibilidad al agua para riego casi constante durante todo el año, permitiendo el desarrollo de huertos y frutales.
- Genera conciencia sobre la importancia de proteger las áreas de recarga de acuíferos y prevenir la desertificación.
- Tiene mayor dinamismo y flexibilidad estructural en comparación con grandes presas o pozos que además requieren electricidad.
- El costo para la construcción de una micro-obra de Captación, es mucho más accesible que para cualquier otro proyecto de recolección de agua adecuado para un uso permanente.

2.4 Los acuíferos

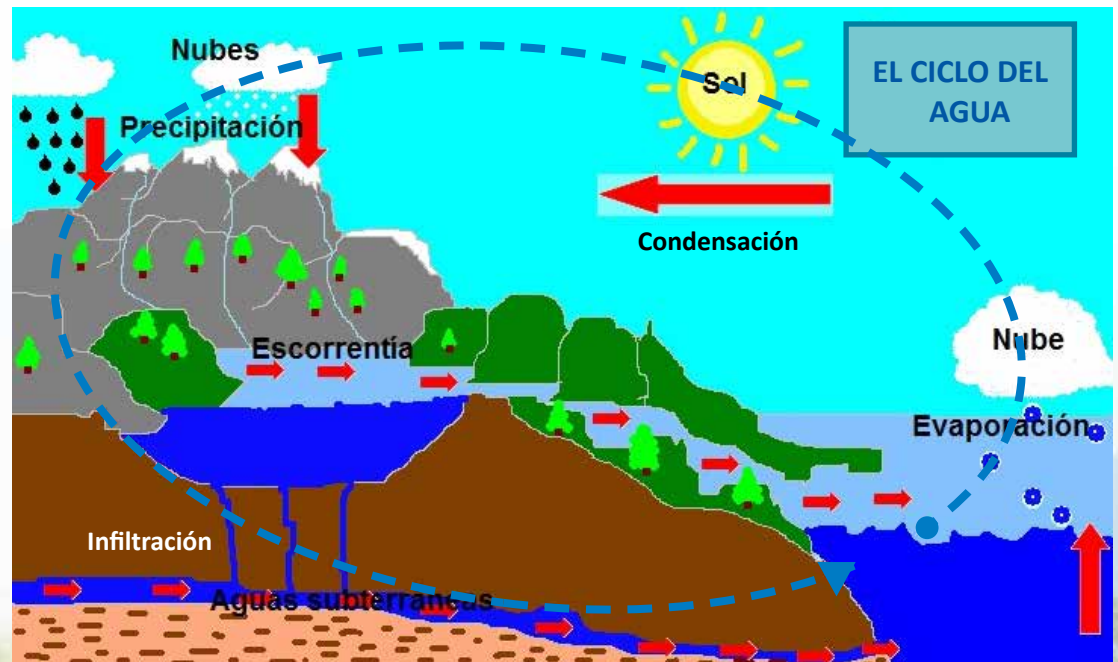
Los **acuíferos** son las reservas de agua subterráneas que nos permiten tener agua durante todo el año. El **área de recarga de los acuíferos** generalmente está ubicada en las **zonas superiores de la cuenca hidrográfica**, dentro de la cual las **lluvias se infiltran en el subsuelo hasta alcanzar y alimentar el acuífero que está en la parte inferior de la Micro Cuenca**. Sin embargo; debido a la deforestación, a los pastoreos descontrolados y a la desertificación; **el suelo es cada vez menos capaz de retener agua**, que escurre y se pierde río abajo, ocasionando a veces la desaparición de algunos acuíferos y vertientes.



¿Por qué?

Todo está conectado en la naturaleza; por ej.: las raíces de los árboles y arbustos mantienen la tierra más porosa y permeable, porque **crean cavidades a través de las cuales el agua puede infiltrarse**. Del mismo modo; las raíces y las hojas atraen el agua necesaria para que las plantas sobrevivan (y la liberan en el medio ambiente en forma de evapotranspiración). Eso da como resultado, un aumento de la humedad local, tanto superficial como subterránea, lo que permite que el suelo permanezca fértil.

La humedad, la fertilidad, la vegetación y la permeabilidad están estrechamente relacionadas con la vida de cada ser vivo, por lo que debemos actuar sobre algunos de estos factores para garantizar soluciones a largo plazo.



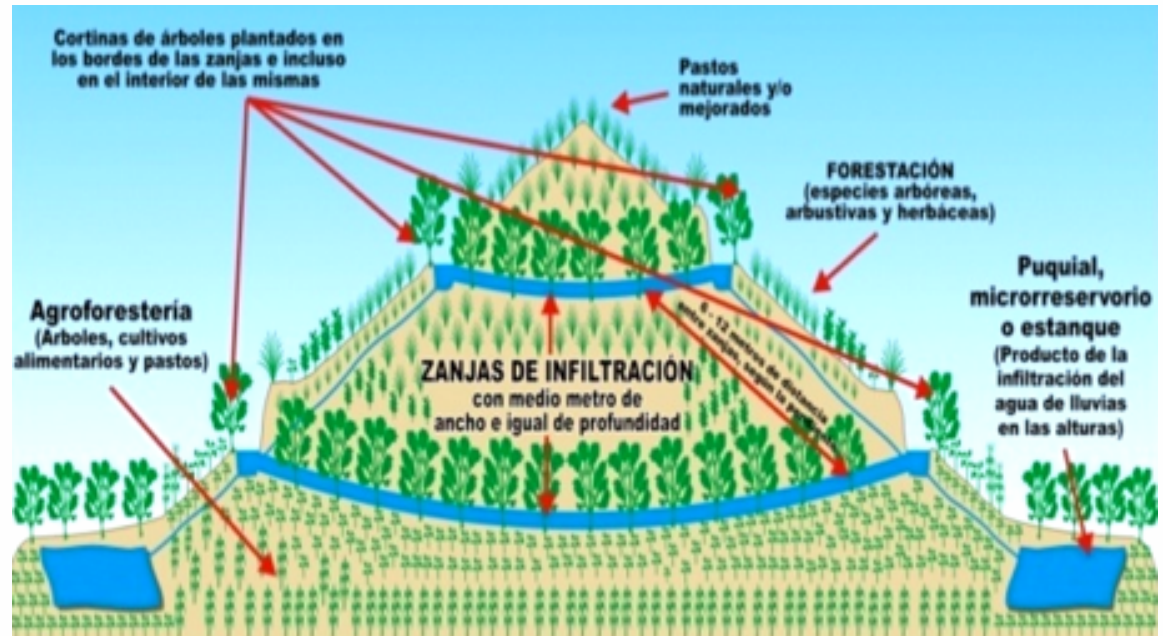
Al contrario, la falta de vegetación produce una compactación del suelo, que se traduce en una mayor impermeabilidad y en consecuencia; en una mayor escorrentía superficial. Esto significa que sin vegetación toda el agua que llueve no permanece, sino que se va hacia el valle.

Existen muchas técnicas para revertir la desecación de un acuífero y conservar las áreas de recarga, pero solo unas pocas han resultado útiles a largo plazo:

- **La reforestación:** técnica, económica, participativa y sostenible con una ventaja creciente a lo largo de los años (de 5 en adelante). Aprovecha la capacidad de los árboles para retener la humedad y el agua líquida, mejorando el microclima local.

- **La Reforestación** de las áreas de recarga hídrica debe desarrollarse de acuerdo con los siguientes criterios:

- Planificación integrada y participativa entre el Gobierno Municipal, instituciones territoriales; hidrogeólogos y técnicos, organizaciones de base campesina (Central Regional, Sub Centrales y Sindicatos Comunales), para la identificación y definición de las áreas de mayor recarga hídrica donde ya hay evidencia de fuentes de agua permanentes capaces de responder a las necesidades de agua de las comunidades.



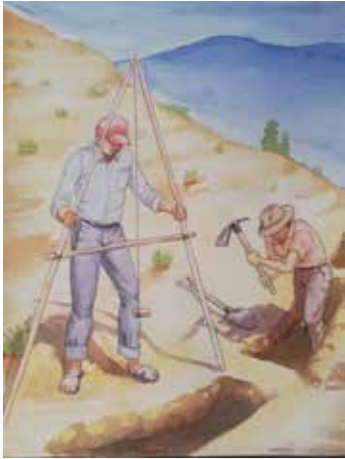
2001



2019

- Definición de regulaciones para la protección de las mismas áreas de la agricultura intensiva y el abastecimiento de madera.
- Definición de plantas forestales nativas y especies arbóreas adecuadas para una mayor penetración de raíces en el subsuelo.
- Plantación de frutales para mejorar la seguridad alimentaria de las comunidades.

- **Las zanjas de infiltración:** a través de la excavación de canales a lo largo de los contornos de la pendiente del área de recarga, es posible aumentar el tiempo de permanencia y por lo tanto; la infiltración de agua en el subsuelo, retrasando la escorrentía y mejorando la humedad local.



2.5 Ventajas del uso de aguas subterráneas

- ✓ Entre las variadas técnicas de recolección de agua (presas, pozos, bombas de agua de lagos y ríos, recolección de lluvia, etc.), la explotación responsable del agua subterránea por micro obras ofrece las siguientes ventajas:
 - Suministro permanente de agua local de calidad.
 - Baja vulnerabilidad a la contaminación (dependiendo de la geología y de las fuentes de contaminación)
 - Bajos costos y materiales locales.
 - Participación comunitaria.
 - Bajo impacto ambiental.
 - Alta sostenibilidad económica y social (dependiendo del mantenimiento y de la gestión adecuada del agua)

2.6 Ventajas de la conservación de las aguas subterráneas

- ✓ La **protección y conservación de las áreas de recarga hídrica** a través de la **reforestación** tiene las siguientes ventajas:
 - Mayor infiltración de agua subterránea y disponibilidad de agua a largo plazo, evitando la desertificación.
 - Mitigación de la erosión y escorrentía superficial.

- Estabilidad de las pendientes.
- Presencia de sombras y alimentos para los seres vivos.
- Protección contra los vientos cálidos y las inundaciones.
- Aumento de la biodiversidad animal y vegetal.
- Mejoramiento de la fertilidad del suelo.
- Mejoramiento del territorio y de su paisaje.

3. LA GESTIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL

3.1 Captación de aguas de escorrentía como lucha contra el riesgo hidro-geomorfológico

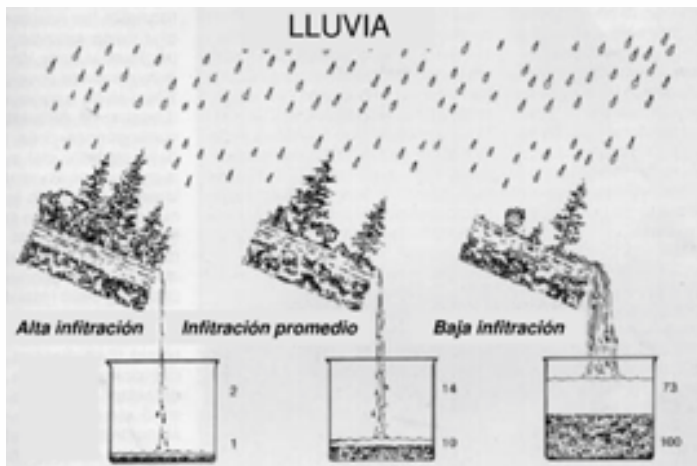
Huañuma, como todas las comunidades del municipio de Vila Vila y del Cono Sur de Cochabamba, se caracteriza por períodos de sequía (abril a diciembre) en los que el agua es escasa y por periodos cortos donde la lluvia es muy intensa que causa **erosión** del suelo por la **escorrentía** de agua de lluvia. En ese contexto, se ha desarrollado una experiencia valiosa de “**lucha contra los riesgos hidro-geomorfológicos**” a partir **de trabajos de cosecha de agua de lluvia con zanjas de drenaje y de conservación de suelos previa sensibilización** de las causas de la **erosión y escorrentía**.

3.2 ¿Qué es realmente la erosión?

Es ese fenómeno en el que **el agua y el viento eliminan el material fértil de las parcelas cultivadas y de las parcelas en descanso**.

Este fenómeno de la **erosión** pasa de año en año, y cada año que pasa hay menos espacio para sembrar y cosechar.





Un aspecto fundamental, como hemos dicho anteriormente, es recuperar la **cobertura vegetal y forestal para aumentar la capacidad de filtración del agua dentro del suelo**. Otro beneficio deriva de la disminución de la erosión porque si se plantan árboles y arbustos, se obtiene un efecto barrera: el suelo es golpeado por la lluvia o el agua de lavado, pero está protegido por el follaje de las hojas y las raíces.

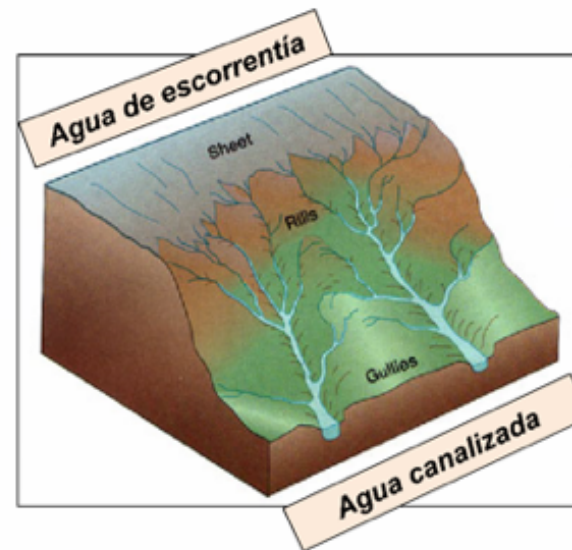
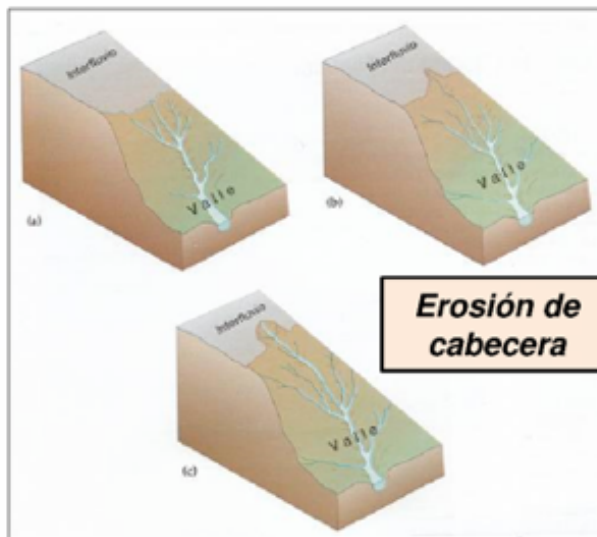
La solución principal sigue siendo la **reforestación** en cualquier caso. Sin embargo; se pueden realizar pequeños trabajos para proteger contra la erosión.

El proyecto ha proporcionado, además de la **captación de las aguas de origen del Río Higuera Mayu, la construcción de tanques (presas) y el almacenamiento de agua de escorrentía**.

3.3 ¿Qué son las aguas de escorrentía?

Sabemos que el agua cae del cielo en forma de lluvia. Antes de recolectarse en los ríos pequeños y grandes, el agua fluye y **escurre** en el suelo de arriba hacia abajo, sin una dirección precisa.

El **agua de escorrentía** aumenta en cantidad a medida que baja hacia el valle. Puede bajar tan intensamente causando **erosión**, especialmente en suelos finos **donde casi no hay vegetación e infiltración en el suelo**.

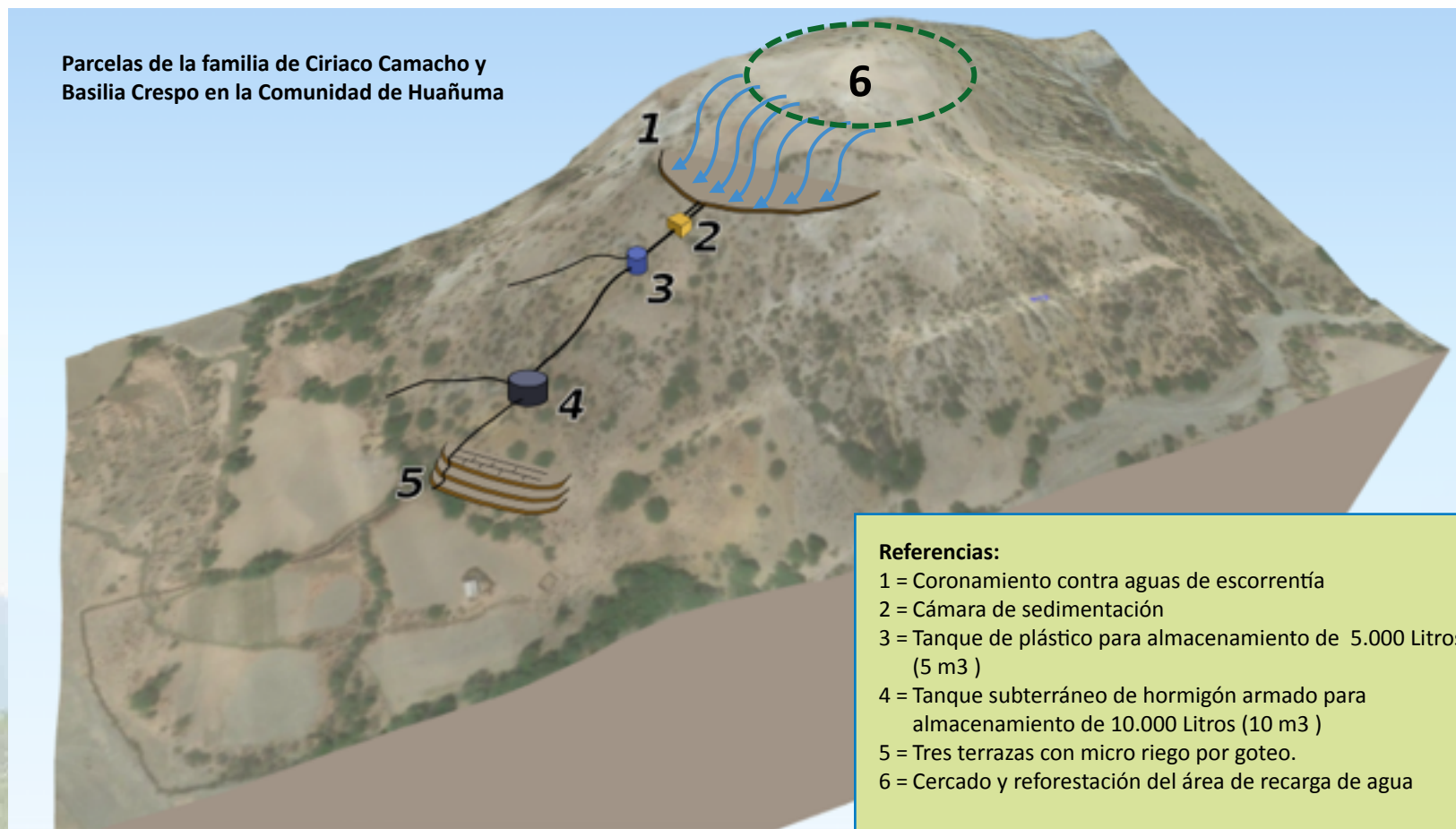


Por lo tanto; es necesario bloquear el agua que fluye y **escurre** cuando todavía es muy débil, con trabajos para captarlos, recuperarlos, almacenarlos y utilizarlos para el riego en periodos secos.

Esta acción se llama **bloqueo y captación de las aguas de escorrentía necesario para transformar el agua como amenaza en un recurso de oportunidad**, para no desperdiciar ni una gota de este precioso elemento líquido. La forma más barata de bloquear es construyendo zanjas de drenaje y terrazas protegidos con muros de piedra.

3.4 La captación de aguas de escorrentía

El proyecto ha posibilitado desarrollar una experiencia modelo de “**Lucha contra los riesgos hidro-geomorfológicos**” con la participación activa de la familia de Don Ciriaco Camacho en base al siguiente esquema y 7 pasos:



El propósito es que el agua de lluvia fluya por la zanja de coronamiento hacia una Cámara Colectora y de Sedimentación más abajo. A partir de ahí, salen los politubos de polietileno de dos pulgadas que transportan agua a un tanque de plástico de 5.000 litros y luego de éste tanque hasta a otro tanque de hormigón de 10.000 litros. Así el agua se almacena y está lista para su uso en el riego por sistema de goteo de nuevas áreas de tierra en terrazas de forma particular en periodos de sequía y/o estiaje, incrementando así una cosecha más al año a la agricultura familiar campesina.

De esta manera; **no solo se convierte una amenaza en un recurso de oportunidad**, sino que ni siquiera se desperdicia una gota de agua.

1º Paso: Medición para la construcción de zanjas de drenaje y terrazas protegidas con muros de piedra:

Primero necesitamos dibujar las líneas de contorno. Con un nivel tipo A se trazan surcos que siguen la forma de la pendiente. Si seguimos a lo largo de su camino, nos damos cuenta de que no subimos ni bajamos: las curvas de nivel también se llaman curvas de igual altura porque permanecen a la misma altura.

Para distancias pequeñas, las líneas de contorno son muy similares a las pistas rectas. El espacio entre las dos líneas de contorno es el lugar donde se realizarán las terrazas y puede ser angosto o ancho, dependiendo de la pendiente del talud que siempre se debe medir con el nivel A.



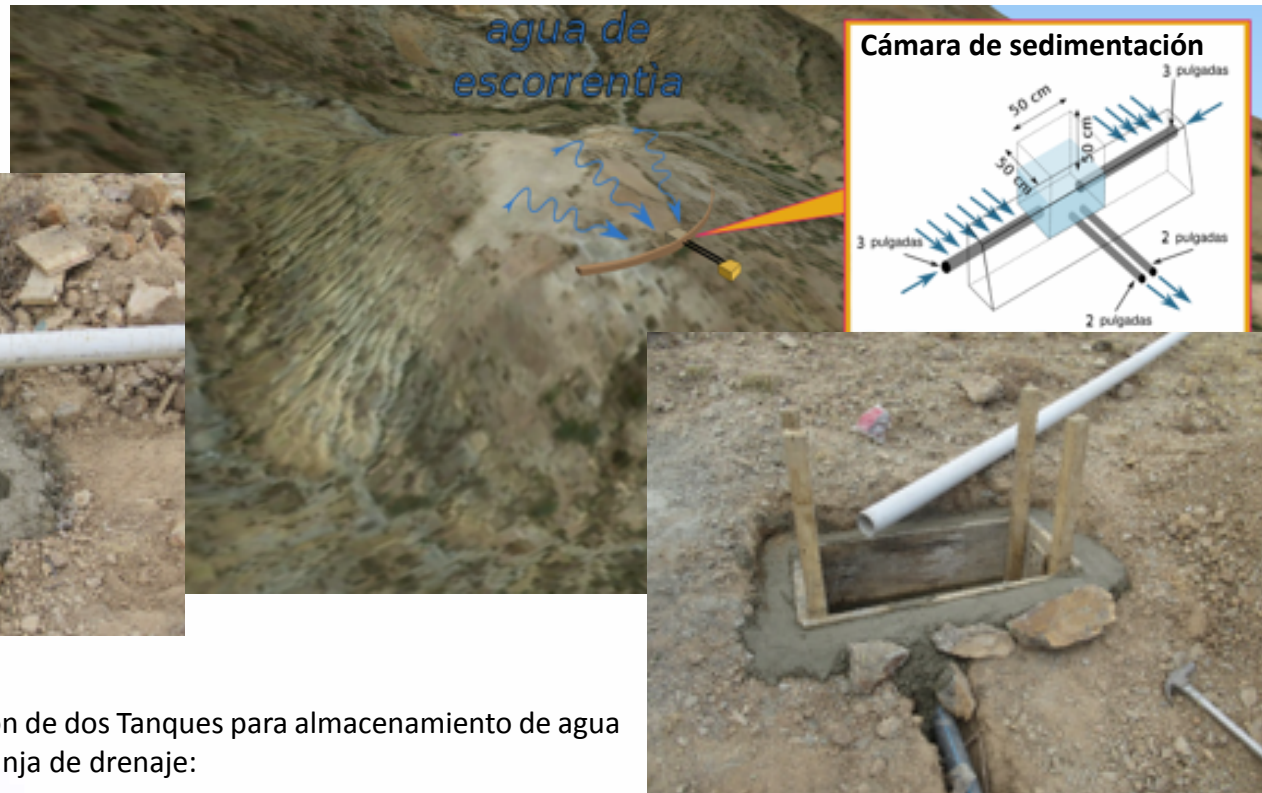
Una vez que se ha establecido el tamaño del área, pasamos a la construcción misma de las micro obras, dependiendo del uso que queramos hacer del muro de piedra. En el proyecto se utilizó para dos trabajos diferentes pero relacionados: Construcción de **zanjas de drenaje** y de **terrazas**.

2º Paso: Construcción de la zanja de drenaje protegido por muro de piedra:

- Cavar una zanja detrás de la pared o muro de piedra donde colocamos una tubería de PVC de 3 pulgadas previamente cribada.
- Una vez colocada el PVC en la zanja, cubrir con grava recogida del área. La pared tiene forma de "U" para que pueda bloquear las aguas que gotean y transportarlas más abajo, donde hay una pequeña agarradera de cemento que las recoge y las filtra.



3º Paso: Construcción de la Cámara Colectora y de la Cámara de Sedimentación:



4º Paso: Construcción e instalación de dos Tanques para almacenamiento de agua de escorrentía colectadas de la zanja de drenaje:



5º Paso: Conexión hidráulica de la **red de conducción** entre la Cámara Colectora, la Cámara de Sedimentación, el Tanque de plástico de 5.000 Lts., el Tanque circular subterráneo de hormigón armado de 10.000 Litros y las terrazas con tuberías subterráneas de 2 pulgadas.



6º Paso: Construcción de terrazas protegidas por muros de piedra como nuevas áreas de tierra para cultivar con riego por goteo.



7º Paso: Instalación del **Sistema de riego por goteo** a nuevas áreas de tierra en **terrazas** protegidas por muros de piedra:



3.5 La construcción de muros de piedra

Los muros de piedra se construyen dependiendo del uso que queramos darle, en el proyecto utilizamos los muros de piedra en dos trabajos diferentes pero muy relacionados:

- La zanja de coronamiento para drenaje de las aguas de escorrentía de la lluvia.
- Y las terrazas como nuevas áreas de tierra para cultivar.

En el primer caso será suficiente poner “piedra sobre piedra”, mientras que en las terrazas se tendrá que pensar también en la fase de excavación.

La técnica es la “excavación y arrastre” / “corte y relleno”. Uso del espacio entre la curva de nivel inferior y superior y dividido el terreno en dos. En la parte superior se realiza la excavación creando una superficie lo más plana posible. Toda la tierra removida ponemos en la parte baja, se aplasta y se la nivela para formar una superficie plana con la parte anterior.



Estadio inicial con estratificación natural



Preparación del basamento de apoyo del muro



Costrucción del muro y preparación de los siguiente



La tierra excavada es usada para llenar el terraplén



Corte y Relleno

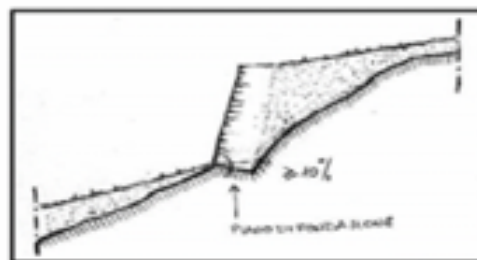
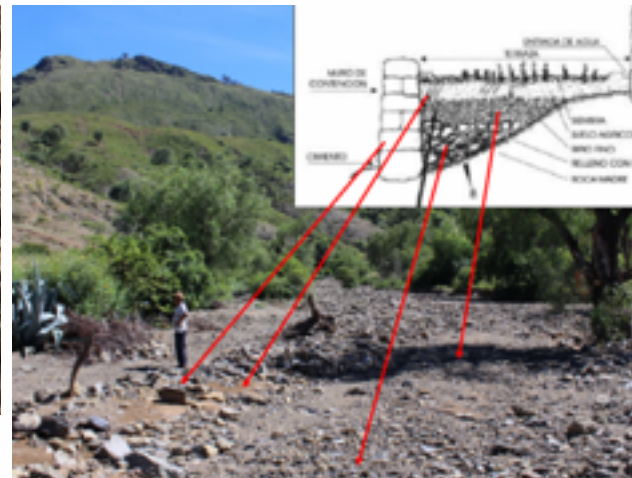


Terrazas



Luego; se tiene que construir el muro de piedra a lo largo de la curva de nivel inferior y superior.

En general, la relación entre la altura y el grosor de la base de la pared es de 2 a 1. Si tengo una altura de 1 metro, el grosor debe ser de al menos 50 cm. En el proyecto vimos que una altura de pared de 60 cm. era suficiente para crear un terreno de 3 metros de ancho. Por lo tanto, se eligieron piedras de al menos 30 cm. para formar la base.

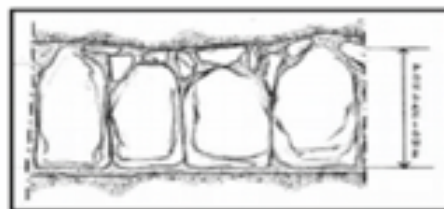


CORRECTO

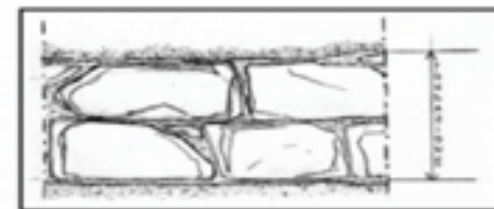


INCORRECTO

La base debe colocarse en una ligera pendiente contraria en el suelo y las piedras deben colocarse de la manera más compacta posible: no en una dirección longitudinal, sino transversalmente, es decir; el lado largo de la piedra debe ir en la dirección del suelo. Por encima de la base, las piedras deben colocarse haciendo coincidir los bordes.



CORRECTO



INCORRECTO



CORRECTO



INCORRECTO

3.6 Obras para luchar contra el riesgo hidro-geomorfológico

La palabra **riesgo** significa todo lo que puede dañar a personas o cosas, la palabra **Hidro-Geomorfológico** significa que el daño puede provenir del **agua (Hidro)** o de la **tierra (Geo)** y que estas fuerzas pueden cambiar el **paisaje (Morfológico)**.

El **mayor peligro** proviene del agua de **escorrentía y de la erosión**. El **riesgo** es que el agua de escorrentía y la erosión pueden dañar casas, terrenos, plantas, animales y personas.



Por lo tanto; el objetivo del proyecto es **mitigar el peligro para reducir el riesgo**. Para eso se creó un coronamiento de 40 cm. de altura y unos 200 m. de largo. La construcción es la misma que el muro de piedra que se muestra en la fotografía.

3.7 Medidas en el campo

Las medidas en el campo a realizar son muy importantes y son de dos tipos:

- a) **La Medición del caudal:** Se toma una botella pequeña de volumen conocido y se cuenta los segundos necesarios hasta que se llene de agua de la vertiente. Por ejemplo, si se tarda 60 segundos en llenar una botella de 1 litro, el caudal de la fuente será de 1 litro / 60 segundos = 1 Litro / Minuto. Se repite la medida 10 veces y toma el valor promedio.



Nombre Vertiente	Fecha	Contador	Tiempo (s)	Anotacion
HIGUERA MAYO	20 de Marzo	Balde 5 litros	10 minutos	
HIGUERA MAYO	4 de Mayo	Balde 5 litros	15 minutos	
HIGUERA MAYO	10 de Agosto	Botella 1 litro	3 minutos	
HIGUERA MAYO	2 de Diciembre	Botella 1 litro	2 minutos	Lluvia fuerte
HIGUERA MAYO	28 de Enero	Botella 1 litro	1 minutos	

- b) **La Medida de la intensidad de la lluvia con un pluviómetro:** Cada vez que llueva se lee el nivel en milímetros. En una misión anterior se distribuyeron 8 pluviómetros en la misma cantidad de comunidades. Huañuma fue uno de ellos.

Conocer estas informaciones fue, es y será muy importante. En Huañuma en 2018 había caído tanta agua que fue necesario comprar tuberías de PVC de 2 pulgadas, ¡sino de 3 pulgadas!

Lo mismo para el tanque: nos dimos cuenta de que un tanque de plástico de 5.000 litros no era suficiente, por lo que decidimos hacer un tanque de hormigón más para 10.000 litros.



Fecha	Hora	Duracion de lluvia en horas	Nivel	Anotacion
18-feb-18	20:00	3	15	
21-feb-18	11:00	2	2	
28-feb-18	21:00	1	32	Lluvia fuerte
05-mar-18	19:45	media hora	16	
06-mar-18	19:00	hora y media	2	

4. MODELOS DE SOSTENIBILIDAD EN LA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA - AFC

El proyecto ha contribuido en la mejora de las condiciones y capacidades de 12 familias en la comunidad de Huañuma en el marco del Modelo 3 (Riego tecnificado para generar excedentes productivos tradicionales estratégicos para el autoconsumo familiar y el mercado), lo que les posibilita también desarrollar los Modelos 1, 2 y 4 que el Programa Soberanía Alimentaria de AYNISUYU viene promoviendo en municipios del Cono Sur de Cochabamba, buscando que las mismas familias campesinas quechuas mejoren su Seguridad Alimentaria con Soberanía y salgan de la pobreza.



AFC

Las 12 familias de: Ciariaco Camacho, León Coca, Modesto Zurita, Manuel Guillén, Benigno Inturias, Filemón Inturias, Plácido Yevara, Leoncio Camacho, Hugo Camacho, Eduarda Marín de Guillén, Roberto Guillén y Felipe Laines; protagonistas de la realización exitosa del proyecto en la Comunidad de Huañuma, ahora cuentan con mejores condiciones y capacidades para enfrentar efectivamente al Cambio Climático y por lo tanto a la Inseguridad Alimentaria en base al desarrollo de 4 Modelos que promueve el Programa Soberanía Alimentaria de AYNISUYU en los municipios de Vila Vila y Alalay.



**Equipo técnico del Programa SOBAL - AYNISUYU
de apoyo, acompañamiento y asesoramiento
en el proceso de ejecución del proyecto GIRCH**

JOSÉ R. CÉSPEDES C.

JOSÉ LUIS DELGADILLO P.

RIEMANN PARDO M.

TIERRA Y AGUA, LAS DOS CARAS DE LA LIBERTAD

**¡Sembrar agua para cosechar vida y transformar el agua de
amenaza en un recurso de oportunidad, posibilidad y fortaleza
para la agricultura familiar campesina!**



AYNISUYU - TERRITORIO DE RECIPROCIDAD

C. Moxos N° 1766, casi Av. 6 de Agosto
Teléfono / Fax: 591 - 4 - 4560361 • Siguenos en Facebook
E-mail: aynisuyu@supernet.com.bo
Web: www.aynisuyu.org.bo