

## PROGRAMA REGIONAL SUR



Cosecha de agua, una práctica ancestral  
Manejo sostenible de las praderas naturales

**desco**

# Cosecha de agua, una práctica ancestral

Manejo sostenible de las praderas naturales

Yordy Santa Cruz Cárdenas  
Pablo Ordóñez Sánchez  
Urbano Jacobo Huamaní  
Fernando Camiloaga Jiménez

PROGRAMA REGIONAL SUR

**desco**

Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo - 2008

Código 13302

SANTA CRUZ CARDENAS, Yordy; ORDOÑEZ SANCHEZ, Pablo;  
JACOBO HUAMANI, Urbano y CAMILOAGA JIMENEZ, Fernando.

**Cosecha de agua, una práctica ancestral: manejo sostenible de las praderas naturales.** Arequipa: desco. Programa Regional Sur, 2008.

48 pp. (Serie: Herramientas para el desarrollo)

Agua / Ordenamiento del agua / Necesidades de recursos hídricos /  
Tratamiento del agua / Utilización del agua / Praderas / Llanuras

El presente trabajo fue posible gracias al apoyo de:



Autores: Yordy Santa Cruz, Pablo Ordoñez, Urbano Jacobo y Fernando Camiloaga

Revisión: Fernando Camiloaga

Carátula y diagramación: Yordy Santa Cruz

Fotografías: Yordy Santa Cruz, Pablo Ordoñez, Jhon Machaca y Urbano Jacobo

Foto de carátula: microrrepresa CHIUCHILLA, Quenco Cala Cala, distrito de Tisco, provincia de Caylloma, Arequipa, volumen de almacenamiento 1 MMC, altitud 4736 m.s.n.m.

ISBN: 978-9972-670-82-4

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2008-00417

1ra. edición: 1500 ejemplares

Impresión: AC Comunicación y Publicidad SRL. Mercaderes 321 Of. 4B - 5B Telf.: 054-200893 Cercado Arequipa

© **desco**

Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo

León de la Fuente 110. Lima 17 Teléfono (51-1) 613-8300

Programa Regional Sur

Malaga Grenet 678, Umacollo. Arequipa (51-54) 257043 / 270144

Marzo de 2008

[www.descosur.org.pe](http://www.descosur.org.pe), [www.desco.org.pe](http://www.desco.org.pe)

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| Introducción   | 7  |
| Los recursos naturales   | 8  |
| El ciclo del agua  | 9  |
| <br>   |    |
| CAPITULO I: MANEJANDO Y CONDUCIENDO EL AGUA                        | 11 |
| 1. CONSTRUYENDO LAS MICRORREPRESAS                                 | 11 |
| 1.1. ¿Qué es una microrrepresa?                                    | 11 |
| 1.2. Partes de una microrrepresa                                   | 11 |
| 1.3. Construcción de una microrrepresa                             | 12 |
| 1.3.1 Selección y ubicación del lugar                              | 12 |
| 1.3.2 Determinación de la capacidad de almacenamiento              | 13 |
| 1.3.3 Construcción del dique                                       | 14 |
| a. Medición y trazos para la construcción                          | 14 |
| b. Limpieza del terreno  | 15 |
| c. Excavación de la zanja de cimentación                           | 15 |
| d. Instalación de la tubería para salida del agua almacenada       | 15 |
| e. Construcción del dique de tierra                                | 16 |
| f. Protección de los taludes del dique                             | 18 |
| g. Construcción de la trampa de sedimentos                         | 19 |
| h. Construcción de la caja de válvula                              | 20 |
| i. Construcción del aliviadero de demasías                         | 21 |
| 1.3.4 Operación y mantenimiento                                    | 21 |
| 1.3.5 Sugerencias  | 22 |
| a. Acuerdo entre beneficiarios                                     | 22 |
| b. Elaboración del perfil técnico                                  | 23 |
| c. Aforos  | 23 |
| 2. MEJORANDO LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE LOS ESPEJOS DE AGUA | 23 |
| 2.1. Definición  | 23 |
| 2.2. Fases del mejoramiento  | 23 |
| a. Identificación del sitio  | 23 |
| b. Construcción del dique  | 24 |
| c. Acabados en la construcción                                     | 24 |
| 3. CONSTRUYENDO LOS CANALES PARA LA CONDUCCIÓN DEL AGUA            | 25 |
| 3.1. ¿Qué es un canal de riego?                                    | 25 |
| 3.2. Clasificación de canales de riego                             | 25 |
| a. Canal principal o de conducción                                 | 25 |
| b. canales secundarios   | 26 |
| c. Canales de tercer orden   | 26 |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.3. ¿Cómo se construyen los canales?                                    | 26        |
| 3.4. Distribución espacial de los canales                                | 27        |
| 3.5. Mantenimiento y operación de canales                                | 28        |
| 3.6. Sugerencias   | 28        |
| <b>4. TOMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA</b>                                     | <b>28</b> |
| 4.1. ¿Qué son las tomas de captación de agua?                            | 28        |
| 4.2. Tipos de tomas de captación   | 28        |
| a. Tomas rústicas  | 28        |
| b. Tomas estables o fijas  | 29        |
| 4.3. Partes de una toma de captación                                     | 29        |
| <b>CAPITULO II: MANEJANDO Y RECUPERANDO LOS PASTOS NATURALES</b>         | <b>31</b> |
| <b>1. NUESTROS PASTOS NATURALES</b>                                      | <b>31</b> |
| 1.1. Características de nuestros pastos naturales                        | 31        |
| 1.2. ¿Qué tipos de pastos naturales tenemos en nuestra zona alto andina? | 31        |
| a. El bofedal  | 31        |
| b. El pajonal  | 32        |
| c. El césped de puna   | 32        |
| d. El tolar  | 32        |
| e. El canllar  | 33        |
| 1.3. Reconozcamos la condición de nuestros pastos naturales              | 33        |
| 1.4. Definamos la capacidad de carga y soportabilidad de los pastizales  | 34        |
| <b>2. MANEJO Y RECUPERACIÓN DE LOS PASTOS NATURALES</b>                  | <b>35</b> |
| 2.1. ¿Qué es una actividad de manejo y recuperación?                     | 35        |
| 2.2. Conozcamos las actividades más importantes                          | 35        |
| a. Riego de praderas naturales   | 35        |
| b. Abonamiento de pasturas naturales                                     | 36        |
| ¿Cuándo y cómo aplicar el guano?   | 36        |
| c. Construcción e instalación de cercos de manejo                        | 37        |
| 2.3. Funciones de los cercos   | 37        |
| 2.4. Tipos de cercos   | 38        |
| a. Cerco de piedra   | 38        |
| b. Cerco de alambre  | 39        |
| c. Cercos de malla   | 40        |
| 2.5. Recomendaciones   | 40        |
| <b>3. ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN AL SOBREPASTOREO</b>                    | <b>41</b> |
| 3.1. Siembra e instalación de pastos cultivados                          | 41        |
| 3.2. Los pastos cultivados permanentes: el phalaris                      | 41        |

|   |    |
|---|----|
| 3.2.1 Instalación de parcelas con phalaris                          | 41 |
| a. Preparación del terreno  | 41 |
| b. Selección y preparación de esquejes                              | 42 |
| c. Plantación de esquejes   | 42 |
| d. Labores culturales   | 43 |
| 3.3. Los pastos cultivados temporales: la avena y cebada forrajeras | 43 |
| 3.3.1 Siembra de avena y cebada forrajera                           | 44 |
| a. Preparación de terreno   | 44 |
| b. Desterronado y desmalezado                                       | 44 |
| c. Preparación de semillas  | 44 |
| d. Siembra  | 44 |
| e. Labores culturales   | 44 |
| f. Cosecha o época de corte   | 44 |
| g. Henificación   | 44 |
| h. Almacenamiento   | 45 |
| ANEXO N° 1  |    |
| FICHA DE IDENTIDAD DE UNA MICRORREPRESA                             | 46 |
| BIBLIOGRAFIA  | 47 |



*"El Perú es el tercer país con más riesgos climáticos a nivel mundial después de Honduras y Bangladesh. Nuestras nieves consideradas perpetuas debajo de los 5 500 m.s.n.m. desaparecerán inexorablemente en los próximos 20 años, nuestras fuentes hídricas peligran y tenemos el deber de preservar nuestros ecosistemas altoandinos cuna del nacimiento del agua, nuestra fuente de vida".*

*Fuente: N. Brooks y N. Adger, Tyndall Center, UK, 2003.*

## INTRODUCCIÓN

El manejo hídrico en el Perú antiguo ha dejado una huella imborrable en el modo de vida andino, pues la sociedad andina se desarrolló en un medio ambiente complejo y frágil, donde el agua representa un elemento esencial para la supervivencia.

Actualmente, la población andina enfrenta un reto aun mayor: el cambio climático. Este cambio se produce como efecto de la actividad del hombre en su afán desmedido de satisfacer la demanda en el actual modelo de desarrollo global. Ya se están percibiendo con mayor frecuencia e intensidad las sequías, las inundaciones, los vientos huracanados, las lluvias torrenciales, las granizadas, las nevadas y el descongelamiento de los glaciares.

En el caso peruano la zona más vulnerable ante este desorden climático es el ecosistema altoandino, ecosistema frágil y con gran presión productiva. En este ecosistema, la principal actividad económica del poblador es la crianza de camélidos sudamericanos domésticos.

El hábitat de los camélidos sudamericanos y el modo de vida del poblador altoandino están siendo impactados negativamente y se está produciendo el deterioro paulatino del suelo y de los pastos naturales, especialmente el agotamiento de las fuentes de agua, fuente de vida de todo ser viviente.

Frente a esta problemática y en especial a la escasez hídrica, el Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo (desco), viene revalorando las prácticas antiguas del manejo del agua a través de la experiencia desarrollada en la provincia de Caylloma, utilizando para ello tecnología adecuada, fácilmente replicable y de bajo costo. Esta tecnología denominada como "la cosecha del agua" tiene por objetivo el almacenamiento del agua de lluvia a través

de la construcción de microrrepresas rústicas, para su posterior uso en el riego de pasturas.

En el presente manual, se explica de manera sencilla el proceso constructivo de la infraestructura de almacenamiento hídrico, la construcción y distribución del agua a través de los canales de riego, las prácticas de recuperación y conservación de los pastos y las alternativas de prevención frente al sobrepastoreo.

Finalmente debemos agradecer el apoyo del Instituto de Promoción y Apoyo al Desarrollo (IPADE), que financió el proyecto "*Incremento de las Rentas y del Bienestar Social de las Poblaciones Nativas de la Reserva Nacional Salinas Aguada Blanca y Caylloma*", (1/2002 - 6/2004); al Fondo de Capacitación Laboral y Promoción del Empleo (FONDOEMPLEO), que financió el proyecto "*Mejora de la Calidad del Empleo dedicado a la Crianza de los Camélidos en la Provincia de Lampa, Puno - CAMELAMPA*", (9/2004-10/2007); y a la Fundación Paz y Solidaridad de Navarra y al Gobierno de Navarra que financiaron los proyectos "*Articulación al Mercado Regional de Productores Agropecuarios del Valle del Colca. Perú*", (8/2006-12/2008) y "*Desarrollo Agropecuario Sostenible y Articulación Competitiva de las Provincias de Parinacochas y Paucar del Sara Sara. Ayacucho. Perú*", (1/2008-12/2009); por permitir que este documento salga a la luz.



## LOS RECURSOS NATURALES

Los recursos naturales son aquellos bienes y servicios que proporciona la naturaleza, sin alteración por parte del hombre y que son valiosos para las sociedades humanas por contribuir a su bienestar y desarrollo de manera directa (materias primas, minerales y alimentos) o indirecta (servicios ecológicos indispensables para la continuidad del planeta).

Para obtener una buena producción y altos rendimientos en la actividad ganadera, es de suma importancia integrar el buen manejo y las prácticas de conservación de los recursos naturales del ecosistema andino. Entre los recursos que conforman el ecosistema andino tenemos al agua como el recurso escaso más importante, pero usualmente desaprovechado, además del suelo, la vegetación y las diferentes especies animales que han venido conviviendo armónicamente con su medio ambiente.

Uno de los problemas más grandes que se presenta en el hábitat de los camélidos y que está acentuándose, es la degradación de los suelos producto de la erosión hídrica y eólica. Esta situación se da como consecuencia de la escasa e insuficiente reproducción de la vegetación natural, que no permite mantener una adecuada cobertura de protección y disposición oportuna de alimentos de calidad para los animales en las extensas praderas naturales.

Las praderas naturales son el soporte de alimento



Los recursos naturales y la producción de camélidos sudamericanos domésticos.

para la ganadería extensiva, principalmente alpacas, llamas y ovinos. Su producción forrajera varía según la estación del año, así, en la estación lluviosa la disponibilidad de pastos es adecuada, pero en la estación seca su cantidad y calidad disminuyen y no alcanza para cubrir el requerimiento mínimo del rebaño. Además, no existen pastizales reservados por cada especie ganadera, el sistema de pastoreo es libre, no hay separación de las áreas mediante cercos, no hay abonamiento, acondicionamiento de los terrenos, repoblamiento de las áreas depredadas ni un mantenimiento adecuado de los bofedales. Esto ha traído como consecuencia que el principal problema que afrontan las praderas naturales sea la sobre explotación, es decir la excesiva presión que ejercen los animales sobre los pastos, particularmente en la época seca.

La soportabilidad de los pastos es bastante baja y puede variar dependiendo de la especie vegetal entre un valor de 0.2 a 0.3 animales/ha/año y en bofedales puede llegar de 1.5 a 2 animales/ha/año. En la actualidad la sobrecarga animal puede llegar hasta 3 animales/ha/año. Esta presión tiene efectos inmediatos: la depredación de la cobertura vegetal, la desaparición de las especies deseables para el pastoreo de los rebaños, el estancamiento de la propagación natural por semillas, y el consiguiente incremento de especies no deseables y áreas totalmente desnudas.

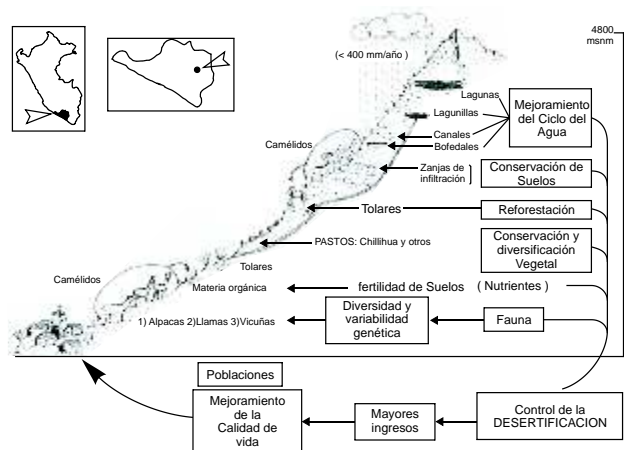
## EL CICLO DEL AGUA

El agua es el elemento más importante para el poblador altoandino, la producción de camélidos sudamericanos domésticos y para los pastos naturales (la fauna y flora en general), de aquí la necesidad de mantener adecuadamente la relación entre los recursos agua, suelo y vegetación. De esta manera, logramos beneficios ambientales y económicos que son apreciados en el incremento de la cantidad y calidad de los rebaños.

La cantidad de agua en el planeta Tierra en sus tres fases (sólido, líquido y gaseoso) se ha mantenido constante desde la aparición del hombre. El agua en el mundo se distribuye en tres reservorios principales: los océanos, los continentes y la atmósfera. El proceso continuo de circulación del agua entre los reservorios principales es lo que denominamos el ciclo del agua o ciclo hidrológico. El agua

constantemente se limpia y se renueva trabajando en equipo con el sol, la tierra y el aire, para mantener el equilibrio en la naturaleza.

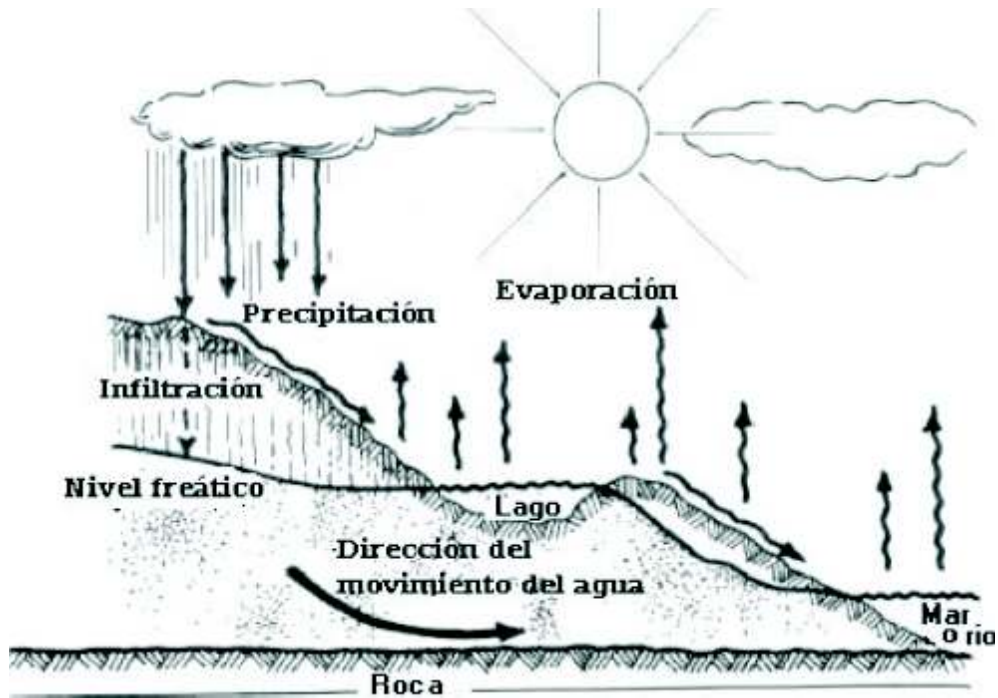
En los continentes, el agua se almacena temporalmente en los lagos, ríos y en el subsuelo; nos referimos a estas fuentes como aguas superficiales y aguas subterráneas. El sol calienta el agua superficial de la tierra, produciendo la evaporación que la convierte en gas. Este vapor de agua se eleva hacia la atmósfera donde se enfría, produciéndose la condensación. Así se forman las nubes, las que por enfriamiento regresan el agua a la tierra en forma de lluvia, nieve o granizo. La precipitación más usual en la región altoandina es la lluvia, zona de producción de los camélidos sudamericanos.



Modelo gráfico de la propuesta de manejo sostenible de los recursos naturales.

## EL CICLO HIDROLÓGICO

A medida que cae la lluvia, parte de esta se evapora directamente hacia la atmósfera o es interceptada por los seres vivos. La que sobra penetra a la tierra a través de un proceso que se llama infiltración, formando las aguas subterráneas. Si la precipitación continúa cayendo a la tierra hasta que ésta se satura, el agua excedente entonces pasa a formar parte de las aguas superficiales. Tanto las aguas superficiales como las aguas subterráneas finalmente van a dar al océano.



## CAPITULO I MANEJANDO Y CONDUCIENDO EL AGUA

El agua en el sector altoandino es de vital importancia dadas las características productivas de los pastos naturales, pues su desarrollo depende del adecuado riego y manejo del agua disponible, principalmente en la época seca. Es por ello que para mejorar el manejo y distribución del agua superficial y fortalecer los acuíferos o lagunas subterráneas manteniendo los manantes naturales, se han desarrollado técnicas adecuadas que se han validado mediante su aplicación los últimos años.

### 1. CONSTRUYENDO LAS MICRORREPRESAS

#### 1.1. ¿Qué es una microrrepresa?

Son depósitos o reservorios de agua, que el hombre utiliza aprovechando la depresión natural del suelo (hondonadas) o las lagunas naturales, construyendo para ello un dique de tierra compactada que permite captar y almacenar el agua proveniente de las lluvias producidas en los meses de diciembre a marzo, para luego ser utilizada en los meses de mayor escasez.

En la zona altoandina, las microrrepresas permiten a través de la lenta infiltración del agua una recarga permanente de los acuíferos produciendo el mantenimiento de los bofedales en las partes bajas. Asimismo permiten el riego superficial de los pastizales naturales, incrementando su capacidad productiva.

Entonces, es importante construir estos reservorios para cosechar el agua de lluvia y utilizarla en los meses de mayor necesidad (agosto a noviembre). Estas aguas pueden aprovecharse para el riego de pastos naturales, como abrevadero para el ganado, para la crianza de peces (fuente proteica) para la conservación y/o protección de los manantiales y bofedales a partir de la infiltración del agua en el suelo; y también por el efecto termorregulador que tiene en el ambiente circundante, creando un microclima con mayor humedad atmosférica que es atractiva para las aves silvestres.



Microrrepresa Chiuchilla - Quenco Cala Cala - Tisco - Caylloma.

#### 1.2. Partes de una microrrepresa

Una microrrepresa consta básicamente de 3 partes:

- Laguna o área de almacenamiento: viene a ser el terreno o área donde se almacenará el agua.
- Dique: es un muro de tierra compactada, construido

para evitar que el agua discurra por el cauce natural. Posee un conducto de salida del agua en la base. Este conducto es usualmente un tubo de plástico (PVC) de 4 pulgadas de diámetro y tiene en su extremo interior una trampa de sedimentos y exteriormente una caja de válvula para el control del caudal de salida.

- Aliviadero: es un canal o vertedero que elimina el exceso de agua que ingresa a la laguna, evitando que el agua se desborde por encima del dique y la destruya.

### 1.3. Construcción de una microrrepresa

#### 1.3.1 Selección y ubicación del lugar

Para la ubicación debemos tener siempre presente que la microrrepresa debe almacenar la mayor cantidad de agua y el dique debe ser lo más angosto posible para así obtener el máximo beneficio con el menor costo. Por eso debemos buscar:

- Que el sector tenga características para un buen almacenamiento, es decir, sea una laguna natural antigua o una depresión de suelo con poca

escorrentía, de topografía suave y área extensa.

- Que el sector donde cerraremos el paso de salida o escorrentía superficial sea lo más corto posible para favorecer la economía y la técnica de construcción del dique de tierra. Mientras más corto sea, se utilizará menos material, se realizará una buena compactación y garantizaremos la eficiencia del represamiento (solidez y duración).
- Que la pendiente del escurrimiento superficial no sea excesiva. Si el cauce es casi plano (pendiente de 0 a 2%), es mucho mejor, pues favorece la conservación del dique y cuando se presentan las lluvias y ocurran las avenidas estas no golpeen con fuerza el muro de tierra.

Es necesario que se tenga una cantidad regular y permanente de agua. Si no fuera posible, desarrollar la propuesta constructiva en un sector medianamente seco y derivar el agua permanente a través de un canal de conducción.

- Que se tenga el material necesario para levantar el muro, es decir, buena tierra arcillosa o gredosa, principalmente para la estructura central o núcleo y que se encuentre lo más cerca posible de la obra.

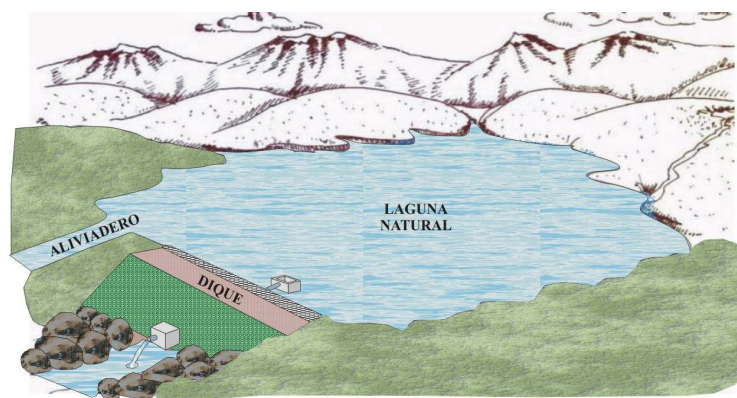


Gráfico de la microrrepresa.



**RECOMENDACIÓN:**

Es necesario que en los extremos donde se apoyará permanentemente el dique a construir, exista una superficie de tierra, evitando en todo momento que sea un área rocosa porque la adherencia entre tierra (muro) y piedra (ladera de apoyo) no es buena, y puede producirse filtración por esa unión.

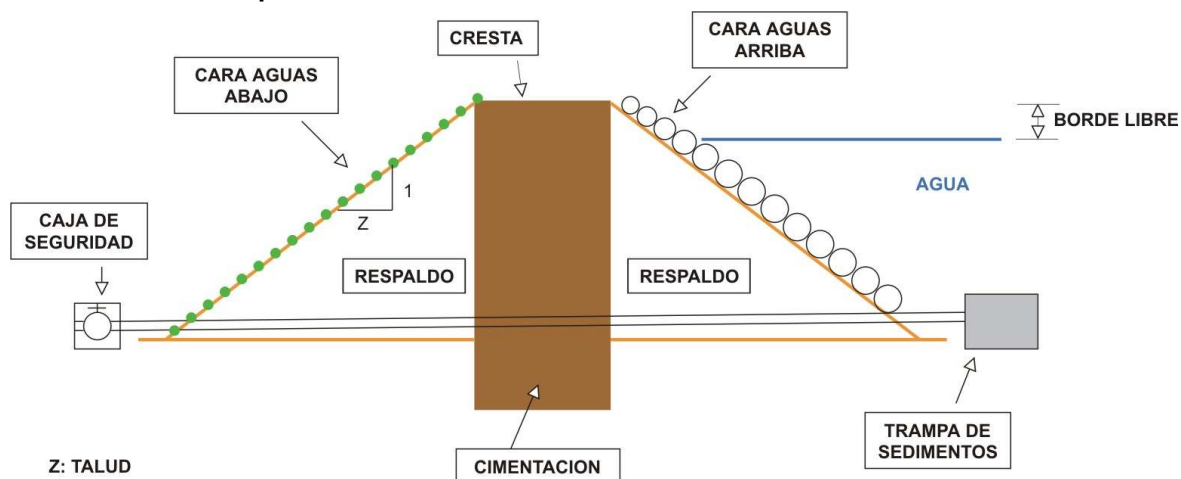
**1.3.2 Determinación de la capacidad de almacenamiento**

Para conocer bien el trabajo a desarrollar (el proceso constructivo), se debe determinar el volumen de almacenamiento y la cantidad de tierra arcillosa necesaria para la construcción del dique. A partir de

este punto se conocerá el tiempo que demora la construcción, los gastos y la compra de materiales (tubería de salida, cemento y válvula). Para ello es necesario realizar las siguientes actividades previas:

- Levantamiento topográfico del área del dique y área del embalse, utilizando teodolito, nivel de ingeniero, eclímetro, wincha y jalón.
- Reconocimiento de la cantidad de agua que ingresa al área embalsable, principalmente en el periodo de lluvias. Esta medición es necesaria para definir bien la instalación, las dimensiones de la tubería y válvula, la construcción del aliviadero y las dimensiones del dique (una mayor pendiente de bajada del agua significa mayor grosor del muro).

### 1.3.3 Construcción del dique



#### CRITERIOS PARA HACER UN BUEN DISEÑO DEL DIQUE:

**Eje de dique.** Debe ubicarse en la parte más angosta de la salida del agua y en el sitio de menor pendiente (0 a 2%).

**Cimentación.** Debe excavarse por lo menos 50 cm. como mínimo o hasta encontrar suelo firme. Debe tener un ancho de 4 m. en toda la longitud del dique.

**Cresta.** Ancho superior del dique. Tendrá el mismo ancho de la cimentación.

**Cara aguas arriba o Espaldón interno.** Talud inclinado 2:1, el cual es cubierto con piedra plana para evitar la erosión del agua, producto del oleaje.

**Cara aguas abajo o espaldón externo.** Talud inclinado 2:1, el cual será protegido con cobertura vegetal (gramíneas de la zona).

**Aliviadero.** Canal de rebose o vertedero de

demasiadas que estará a 50 cm. por debajo de la cresta y cuyo ancho dependerá del volumen máximo de aguas que ingresa a la microrrepresa en el periodo de lluvias.

#### a. Medición y trazos para la construcción

Se marca el lugar donde se levantará el dique. Generalmente el ancho del dique varía entre 10 a 20 m.



### b. Limpieza del terreno

Es la limpieza del área donde se construirá el muro de tierra. Esta labor se realiza con lampa y pico, sacando toda la cubierta vegetal (pasto seco, verde, piedras y materia orgánica), dejando el suelo limpio, para luego hacer nuevamente y de manera precisa la marcación de los tres sectores en los que se divide el muro: un núcleo y dos taludes en ambos lados.

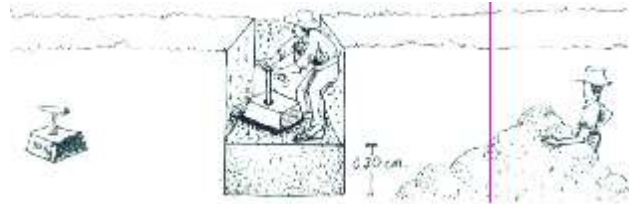


Limpieza de área de construcción.

### c. Excavación de la zanja de cimentación

Se procede a la apertura de la zanja de cimentación en el área seleccionada. La profundidad debe ser de 0.50 m. o hasta encontrar suelo firme, de acuerdo a las características del terreno. El largo debe extenderse principalmente sobre el eje del dique y el ancho recomendado es de 4 m.

Esta zanja es rellena con tierra arcillosa y compactada en capas de 30 cm., utilizando pisones de cemento o una compactadora mecánica.

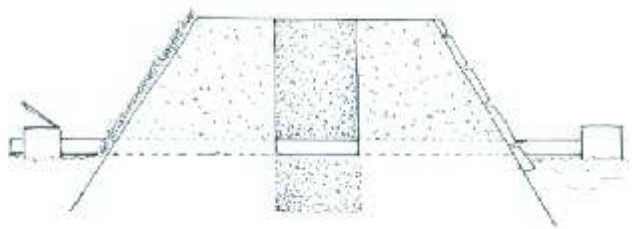


Relleno y compactación del núcleo central.

### d. Instalación de la tubería para salida del agua almacenada

Antes de proceder al relleno y compactación total del dique, es necesario colocar la tubería de salida del agua. Esta se colocará en forma transversal (dirección opuesta al eje principal del dique), tomando las siguientes previsiones:

- Terminado el relleno de la cimentación, se procede a colocar la tubería con una pendiente del 3% para que pueda tener efecto de presión en la salida y pueda evacuarse el agua con mayor rapidez. Es necesario remarcar que la tubería se colocará en la parte más profunda del cauce principal (lecho de fondo).



Colocación de tubería en el fondo de cauce.

- La extensión del conducto de salida dependerá del grosor o ancho del dique. Se asegurará colocando un borde de piedra grande, a ambos lados del tubo,



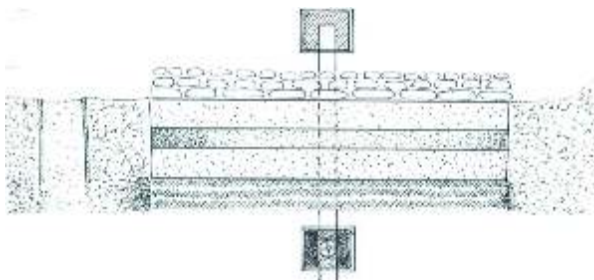
aproximadamente unos 5 cm. Luego se deben rellenar los espacios vacíos con arcilla previamente tamizada y compactada, la cual superará la altura del tubo en unos 5 cm. Finalmente se colocará un techo de piedra sobre la superficie.

- Terminada la protección del tubo, se procede a la aplicación de una cubierta de cemento ligero, estabilizando y protegiendo el conducto, lo que permitirá que durante la compactación del dique no se produzcan daños por los golpes y por el propio peso sobre la tubería.



Colocación de tubería en el fondo de cauce.

- A partir de los extremos finales de construcción en el ancho del dique, tomaremos 1 m. libre de tubería para la colocación de la válvula de salida en el talud externo y la trampa de sedimentos en el talud interno.



Alineación de la tubería con respecto a las cajas.

- La dimensión de la tubería está relacionada con la dimensión de la válvula, y estará acorde con la capacidad de almacenamiento de la microrrepresa para ayudar a una evacuación oportuna del agua excedente.

#### e. Construcción del dique de tierra

Para la construcción del dique es indispensable contar con tierra arcillosa suficiente. Esta tierra endurece con el tiempo y evita que el dique pierda agua por sus paredes. Este material deberá estar libre de toda materia orgánica (raíces, champa, etc.) y piedras mayores a 2 cm. (tamizar o zarandear).



Tierra arcillosa apropiada para la construcción del dique

Colocación de tierra por capas.

- La estructura que tendrá especial cuidado en su construcción es el núcleo, para ello debemos disponer del mejor material (arcilla o greda) para la compactación, el cual se rellena y compacta en capas de 30 cm.



- A medida que levantamos el núcleo central, también vamos levantando los taludes o espaldones, a ambos lados del núcleo, relleno y compactando en capas de 30 cm.



Compactación con pisón.

- Es importante tener siempre control de la humedad en el material de relleno, en el caso que éste se encuentre seco, es necesario aplicarle agua a las capas de tierra antes de ser compactadas.
- De la compactación depende la calidad y duración de nuestro dique. Por ello, es necesario realizar

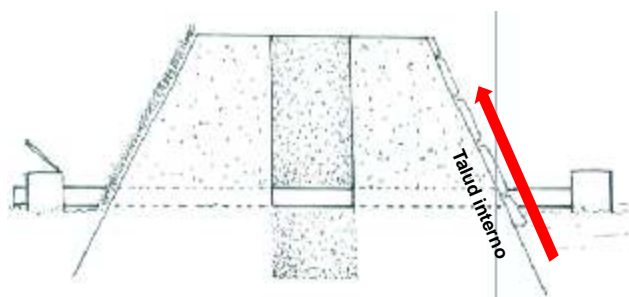
seriamente el proceso de relleno y compactación para eliminar la porosidad, evitar filtraciones y el colapso de la estructura cuando se esté almacenando el agua.



Compactación con motocompactadora.

- El diseño de los taludes, será de corte inclinado para evitar la caída o derrumbe del material por la altura que toma la construcción. Además, los taludes son determinantes por:

- 1) El espaldón o talud interno permite estabilizar la presión del agua contra la pared del núcleo. La inclinación se logra en el proceso constructivo: por cada 1 m. de altura se corre 2 m. de base, con respecto al borde del núcleo central.



Estructura del dique, cara al agua.



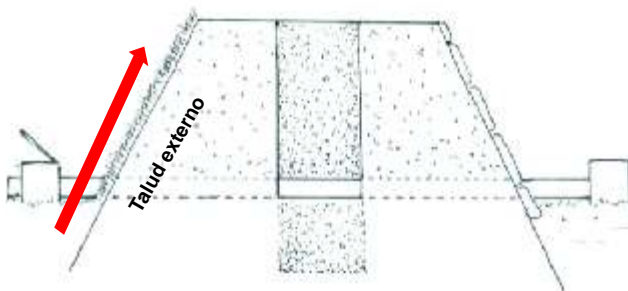
Talud interno o "cara al agua" de la microrrepresa Mollepunko", San Juan de Tarucani, Arequipa.



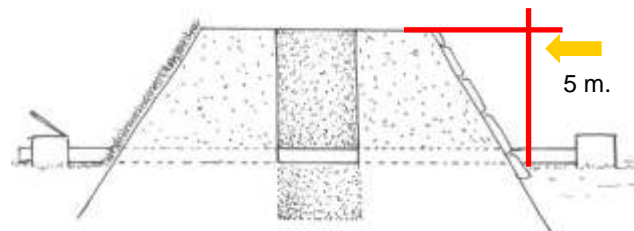
Estructura del dique microrrepresa Condorquiña, Chalhuanca, Caylloma.

2) La inclinación del espaldón o talud externo aparte de evitar el derrumbe del material por procesos erosivos, permite darle soporte al núcleo central, para que equipare fuerza con la presión del agua almacenada; la inclinación se logra en la construcción: por cada 1m. de altura se corre 1.5 a 2 m. de base, con respecto al borde del núcleo central (inclinación 1 : 1.5 ó 1 : 2 respectivamente)

3) La altura máxima del dique es de 5 m. Esta consideración se debe básicamente a la experiencia del trabajo desarrollado, tomando como criterios: la duración y simplicidad del proceso constructivo, la replicabilidad y la disminución de los costos.



Estructura del dique, talud externo.



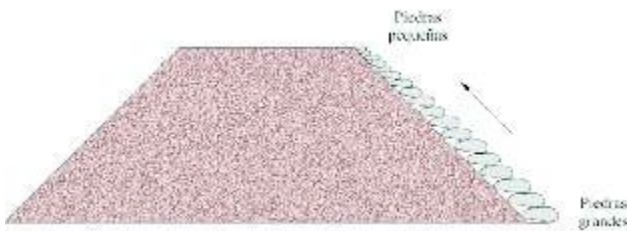
Relación de dimensiones de taludes y altura de dique.

#### f. Protección de los taludes del dique

El lado en contacto con el agua almacenada (espaldón interno) debe ser cubierto con piedra

(empedrado), con el objeto de evitar daños causados por el oleaje (vientos sobre el espejo de agua).

La colocación de las piedras se hará de abajo hacia arriba disminuyendo el tamaño a medida que se avanza; es decir, las piedras más grandes (30 ó 40 cm.) estarán en la parte inferior de la cara, y a medida que las piedras se van colocando hacia arriba, el tamaño irá disminuyendo (10 ó 15 cm. en la cresta).



Forma de protección de la cara al agua o espaldón interno.



Cara protegida con piedra.

El lado opuesto al agua (espaldón externo) deberá ser cubierto con gramíneas perennes que sirvan de

protección contra la erosión por efecto de las lluvias y el viento. Estas gramíneas serán extraídas de algún lugar cercano en bloques de 40 cm. X 40 cm. (champa de chillihua) y colocadas una al lado de la otra hasta cubrir toda la cara expuesta.



Cara de soporte cubierta con champas de césped de puna.

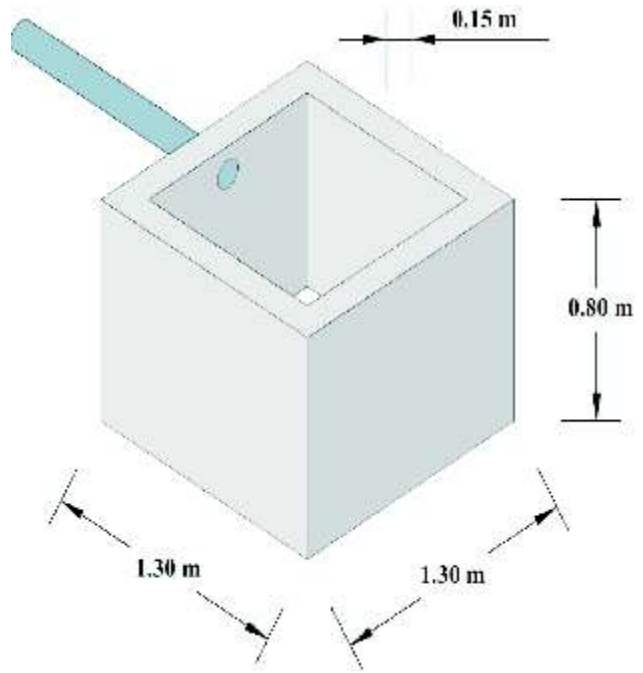
#### **g. Construcción de la trampa de sedimentos**

Esta estructura evita que piedras o tierra arrastrada por la corriente de agua dañen o tapen el conducto de salida. Se ubica dentro del embalse, a un 1m. de distancia del espaldón interno, a nivel de la tubería de salida del agua (ras de suelo). Para evitar un ingreso directo de los sedimentos a la trampa, esta se construirá con un borde libre de 20 cm. con respecto al ras de suelo.

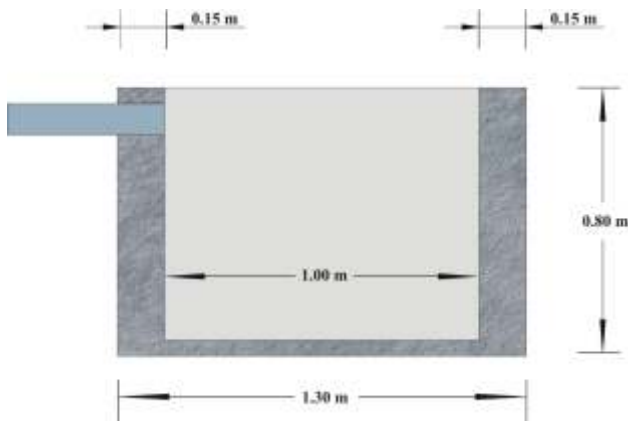
La trampa tiene dimensiones de 1 m. de ancho x 1 m. de largo y 0.8 m. de altura (en su interior), con un espesor de 0.15 m. en las paredes. Su construcción se realizará usando concreto simple (dosificación de 1:6 en volumen).



Trampa de sedimentos.

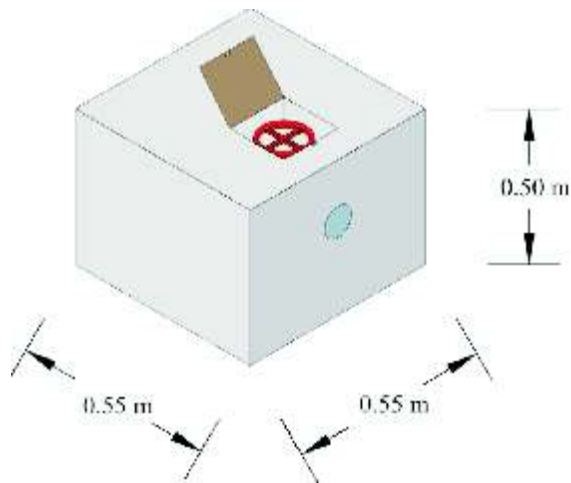


Modelo de trampa de sedimentos.



#### h. Construcción de la caja de válvula

En su construcción debe utilizarse concreto armado. Es importante que las dimensiones de la caja permitan fácilmente la manipulación del timón de apertura y cierre de la válvula y que la tapa de seguridad quede a 7 cm. por encima del piñón rotor (en el caso de válvulas con timón). La caja evita la manipulación de la válvula por personas ajenas al sistema de regulación. La forma que tiene la caja de seguridad es usualmente cuadrada, tiene una tapa metálica, la cual presenta un dispositivo de seguridad para la colocación de un candado.



Modelo caja de seguridad de válvula.



Caja de seguridad de válvula.

### i. Construcción del aliviadero

Es la estructura que permitirá eliminar los excedentes de agua que se captan en la microrrepresa durante la época de lluvias. Evita que los fuertes ingresos de agua llenen totalmente la estructura y provoquen su colapso.

El aliviadero se construye en uno de los extremos del dique, de preferencia en el lado que tenga menos pendiente con respecto a su encauzamiento para evitar la erosión del suelo y disminuir los gastos en su impermeabilización. Las dimensiones del aliviadero son variables y están relacionadas a los ingresos de agua durante la época de lluvias. Por lo general tiene un ancho no menor a los 2.5 m. y una profundidad de 0.50 a 0.70 m.

Para su construcción se utiliza concreto simple en sus bordes evitando así la erosión del corte hecho en el muro del dique. Para la protección del fondo se utiliza un empedrado y revoque con mortero de cemento.



Aliviadero microrrepresa Ccacasuico, Chalhuanca, Caylloma.

### 1.3.4 Operación y mantenimiento

#### Recomendaciones prácticas:

- Después de la finalización de la construcción del dique de tierra, es necesaria la aplicación en forma

regular de agua en la parte superior y apisonar. Esto permitirá la compactación, asentamiento y corrección de errores dándole mayor solidez y endurecimiento rápido a la tierra compactada.

- Se recomienda que se mantenga abierta la válvula durante los primeros meses de la temporada de lluvias para apoyar la descarga de excedentes y luego cerrarla para que el embalse se llene completamente 15 días antes de la finalización del periodo de lluvias. De igual manera debe tenerse un control permanente de la válvula para evitar cualquier percance (manipulaciones por personas ajenas).
- Es importante que durante el primer año, la microrrepresa sea llenada solamente hasta el 50% de su capacidad. De esta manera estaremos previniendo cualquier filtración o desborde en su estructura durante el reajuste natural que se pueda presentar por los asentamientos en la parte superior, algunas veces por debajo del nivel de descarga del aliviadero.
- Se sugiere que para la selección de la válvula, se tenga presente principalmente la pendiente del vaso, la cantidad de agua almacenada y el área bajo riego. La válvula ayudará a evacuar los excedentes de agua paralelamente con el aliviadero, evitando el desborde y posterior colapso de la estructura.
- Luego de utilizarse toda el agua almacenada, debe realizarse la limpieza de la trampa de sedimentos. De la misma forma se debe revisar el empedrado en el talud interno y rellenarse los espacios que hayan sido erosionados.
- Para el caso de microrrepresas construidas en

lugares secos, es recomendable traer agua de otras zonas a través de un canal, para reforzar la recarga del volumen embalsado que disminuirá paulatinamente por efecto de la evaporación y la infiltración.

- Terminada la construcción es necesario organizar a los productores que harán uso del agua almacenada, para que realicen la distribución del riego en forma programada, evitando que el propietario del terreno donde se ubica la microrrepresa sea el único beneficiario directo.
- El material a utilizar en el relleno, se recomienda que provenga del vaso interior, evitando en todo momento alterar el paisaje natural; esto permitirá de paso incrementar la capacidad del embalse. La zona de donde se extrajo el material será cubierta por el agua embalsada sin tener impactos negativos en el paisaje natural.

### **1.3.5 Sugerencias**

#### **a. Acuerdo entre beneficiarios**

El primer contacto con los beneficiarios se da con el fin de coordinar una visita de campo y ubicar las posibles áreas a represar. No se pueden construir microrrepresas sin la aprobación de los propietarios circundantes a la laguna. Deben existir documentos que den fe del acuerdo de cesión de uso y del aporte de la mano de obra no calificada durante todo el proceso constructivo.

Además se debe contar con la autorización previa de la administración técnica del distrito de riego respectivo (ATDR).

### b. Elaboración del perfil técnico

Para asegurar y verificar todos los parámetros constructivos de la microrrepresa, se realiza un levantamiento topográfico y se elabora el perfil técnico (elaborado por un profesional calificado). Este documento nos permite obtener la información necesaria de la cantidad de tierra y piedras a remover y trasladar, el volumen de agua almacenada en el embalse, características del dique tales como la altura, el ancho de la base, el ancho de la cresta, longitud del dique, dimensiones del aliviadero, inclinación de los muros (talud), trampa de sedimentos, instalación del tubo de descarga y la cantidad de materiales que deben comprarse.



Levantamiento topográfico del área de una microrrepresa.

### c. Aforos

Un dato importante a considerar es el caudal de agua que ingresa a la microrrepresa, tanto en época de lluvias como en la época seca. Este dato nos permitirá determinar las características de nuestro dique así como la disponibilidad de agua para el riego. El

método volumétrico es el más fácil de aplicar para determinar el valor del caudal; para ello utilizamos un balde y un reloj. El valor del caudal se calcula dividiendo el volumen del balde entre el tiempo de llenado, por ejemplo 25 litros/5 segundos = 5 litros/segundo.

## 2. MEJORANDO LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE LOS ESPEJOS DE AGUA

### 2.1. Definición

Son pequeños depósitos temporales de agua (no mayores a los 10,000 m<sup>3</sup>) comúnmente denominados "Cochas", los cuales se generan por el almacenamiento natural durante el periodo de lluvias. El mejoramiento consiste en el incremento de la capacidad de almacenamiento a través de la construcción de un pequeño dique de tierra compactada evitando la pérdida inmediata del agua por la escorrentía superficial, por filtraciones y la evaporación. Este tipo de infraestructura no tiene salida como las microrrepresas y su función básica es almacenar el agua durante el mayor tiempo posible para ser utilizado como abrevadero por la ganadería de camélidos y la fauna silvestre.

### 2.2. Fases del mejoramiento

#### a. Identificación del sitio

- La identificación del área es "al ojo" y durante el periodo de lluvias. En esta época se localizan las depresiones que son captadoras de agua y las pequeñas lagunas o "Cochas" que se llenan temporalmente con las lluvias.



- Se determina si la depresión del suelo y la "Cocha" tienen un sector de escurrimiento o salida en la cual se pueda construir el pequeño dique.
- Se determina la capacidad aproximada del embalse haciendo una simple multiplicación (largo por ancho por alto) o aplicando la fórmula del área del círculo ( $3.1416 \times \text{radio}^2$ ) y luego multiplicándolo por la altura.

### b. Construcción del dique

- Para la construcción del dique se utiliza tierra arcillosa compactada, con las mismas consideraciones constructivas que las mencionadas para las microrrepresas (talud inclinado y núcleo central).
- Las dimensiones máximas del pequeño dique para estos embalses son: 6 m. de base inferior (a ras de suelo) 1.5 m. de altura y 1.5 m. de ancho de la cresta.
- El material a utilizar para la construcción del dique será obtenido del vaso de almacenamiento, lo cual permitirá de paso incrementar la capacidad del



Estructura semicircular del espejo de agua Capillani, Toccra, Cayloma.

- En el caso de que la ubicación de la estructura sea en un bofedal, la construcción del dique será con "champas" (porciones rectangulares de tamaño variable de tierra o pasto) las cuales se dispondrán en forma de escalera formando los taludes inclinados y la parte central se rellenará con tierra arcillosa, principalmente seca y compactada adecuadamente.
- Si el caso lo amerita, se colocará un conducto de salida (tubería y válvula) solo si se dispone de agua permanente y la topografía permite desarrollar un sistema de riego.

### c. Acabados en la construcción

- Al igual que en las microrrepresas, ambos taludes son protegidos para evitar los efectos erosivos de la lluvia y el viento.
- El talud interno (en contacto con el agua) se protegerá con un enrocamiento para evitar la erosión del oleaje. En el caso de no disponer de piedra, se colocarán champas que principalmente provengan de la parte interna del vaso.



Espejo de agua de Cañihuani, San Antonio de Chuca, Arequipa.

- El talud externo necesariamente se protegerá con pastos naturales al igual que las microrrepresas (champas o siembra).
- En el caso de que el dique este hecho con champas, se recomienda colocarlas en el talud externo estiradas a lo largo, promoviendo el prendimiento inmediato de los pastos y cerrando los espacios que queden vacíos en el periodo de construcción.

### 3. CONSTRUYENDO LOS CANALES PARA LA CONDUCCIÓN DEL AGUA

#### 3.1. ¿Qué es un canal de riego?

Es una infraestructura que permite la conducción y distribución del agua captada desde una fuente de almacenamiento, desde los ríos, riachuelos, drenes de bofedales, etc. No se reviste con ningún material, por tanto es solo un corte en el suelo a tajo abierto. Esto permite el humedecimiento de la cobertura vegetal por acción de la filtración en el suelo. Se construyen transversalmente a la pendiente dominante del terreno.



Canal de riego.

La pendiente que se debe utilizar en su construcción no debe ocasionar erosión en el suelo. Si estamos sobre terreno muy pedregoso la pendiente debe ser un poco mayor para evitar la pérdida de agua por infiltración en el fondo del canal.

#### 3.2. Clasificación de canales

Los canales se clasifican según el volumen de agua que discurre en ellos:

##### a. Canal principal o de conducción

Son canales que conducen el agua a las parcelas bajo riego desde la captación o fuente de agua (por ejemplo una microrrepresa) hasta la primera ramificación. Por lo general es el canal que domina toda el área que se riega. Se recomienda construirla siguiendo una curva de nivel para que la pendiente sea mínima ¡UNA CURVA DE NIVEL NO TIENE PENDIENTE!, de manera que abarque la mayor superficie de tierra posible y abastezca la mayor cantidad de canales de distribución en los diferentes sectores de riego.

Las dimensiones de construcción de estos canales de sección rectangular (base x altura) son:

- 0.50 m. x 0.50 m.
- 0.50 m. x 0.40 m.
- 0.40 m. x 0.40 m.
- 0.40 m. x 0.30 m.



Canal principal.

### b. Canales secundarios

Son los canales que permiten la distribución del agua en las parcelas que serán regadas. Estos canales se derivan de los canales de conducción. Las dimensiones de construcción de estos canales son:

0.30 m. x 0.30 m.

0.30 m. x 0.20 m.



Canal secundario.

### c. Canales de tercer orden

Son los canales que se utilizan para aplicar directamente el riego y distribuir el agua en la parcela de pastos. Las dimensiones de construcción de estos canales son:

0.20 m. x 0.20 m.

0.20 m. x 0.15 m.



Riego por canales.

### 3.3. ¿Cómo se construyen los canales?

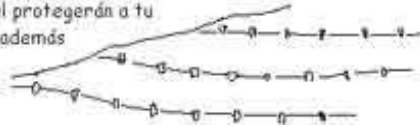
- El trazo de los canales se hace con ayuda del nivel en "A", buscándose una pendiente cercana al 0%, lo que permite un lento escurrimiento del agua y evita la erosión del suelo.



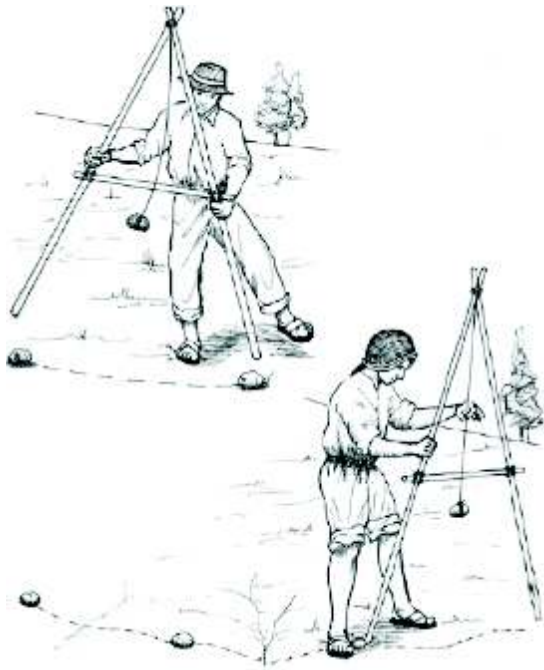
Realizando la nivelación y trazo.

- El trazo se debe realizar desde la fuente de agua, trazando en el suelo el recorrido de la línea a nivel, haciendo marcas (hoyos y trazo directo en tierra) para su posterior excavación.
- Una vez trazada la línea, se procede a la excavación del canal utilizando para ello un pico, lampa y una barreta. Se abre la zanja a lo largo del trazo, teniendo en cuenta la cantidad de agua que discurrirá por el canal y teniendo en cuenta las dimensiones mencionadas anteriormente.

Has caminar al nivel en "A" a lo largo del terreno, marca sus pasos, pero recuerda que el siguiente punto de paso será cuando el hilo de la plomada esté en el punto medio. A veces será necesario mover a este barrachito para arriba o para abajo. Estas curvas a nivel protegerán a tu suelo de la erosión además el riego será más eficiente



Esquema de trazo y manejo de nivel en A.



Esquema de trazo y manejo de nivel en A.

- El material excavado del canal se coloca en la margen izquierda dándole con ello mayor resistencia y permitiendo el incremento de la profundidad (tener en cuenta este aspecto al momento de determinar la profundidad efectiva).

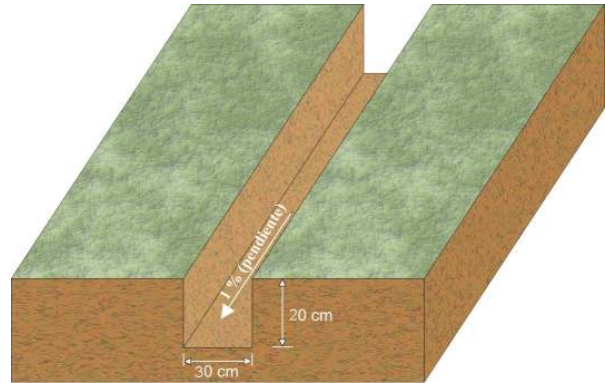


Gráfico de apertura del canal.

- Se debe estimar la capacidad de infiltración del suelo para calcular la longitud máxima del canal en función del caudal existente.
- Igualmente se recomienda que la sección del canal debe reducirse según se avanza la excavación. El caudal inicial captado va disminuyendo por las pérdidas como efecto de la infiltración. Esta labor se realiza para que siempre la sección del canal esté completamente llena de agua.

### 3.4. Distribución espacial de los canales

Para realizar la construcción de los canales y distribuirlos adecuadamente en nuestro terreno debemos tener presente lo siguiente:

- En terrenos con gran pendiente los canales deberán ser construidos paralelamente con un distanciamiento entre sí de 20 a 30 m.
- En terrenos con pendiente moderada los canales podrán ser distribuidos a mayor distancia, dependiendo de la cantidad de agua que se tenga (distancias mayores a 30 m.).



Dibujo de curvas de nivel.

### 3.5. Mantenimiento y operación de canales

- Es necesario realizar 2 limpiezas al año; una antes del inicio de las lluvias y otra después de las mismas, eliminando todos los sedimentos y malezas que colmatan el canal y dificultan el libre desplazamiento del agua.
- Realizar supervisiones periódicas en toda la longitud del canal para prevenir cualquier ruptura que causaría una fuerte erosión en el suelo.
- Se recomienda sembrar gramíneas (chilligua) en el borde inferior de los canales para estabilizarla y protegerla.



Canal protegido con gramíneas.

### 3.6. Sugerencias

Para la construcción de canales de longitudes mayores a 2 km. que tengan que conducir caudales por encima de los 50 litros/segundo se deberá solicitar el apoyo de personal calificado y utilización de equipos topográficos. Para los canales que conducen caudales menores puede utilizarse para el trazo solamente, el nivel Cholo o nivel "A".

## 4. TOMAS DE CAPTACIÓN DEL AGUA

### 4.1. ¿Qué son las tomas de captación de agua?

Son estructuras que sirven para captar y derivar el agua de una fuente superficial (río, riachuelo, laguna, etc.) a través de los canales.

### 4.2. Tipos de tomas de captación

#### a. Tomas rústicas

Son estructuras que se construyen utilizando materiales rústicos, que son generalmente de la zona, logrando de este modo derivar el agua hacia el canal principal. No tienen un punto fijo de ubicación debido a los cambios en el caudal durante el periodo de avenidas.

Las más utilizadas son las que se construyen empleando las denominadas "champas", las que vienen a ser porciones rectangulares de tamaño variable de tierra y pasto. Estas se colocan en hilera perpendicularmente a la dirección de la escorrentía superficial, permitiendo de esta manera la derivación del agua.



Canal de derivación de agua

Toma para agua con barrage de champas

Toma de agua rústica.

#### b. Tomas estables o fijas

Son estructuras construidas de material sólido que se emplazan en el cauce de un río. Constan de un barrage o azud de concreto ubicado transversalmente al flujo del agua para elevar su nivel y captarla convenientemente. Cuentan además con estructuras de aducción, regulación y limpia.



Canal de derivación

Toma de agua con barrage de concreto simple

Bocatoma Casablanca, Chalhuanca, Caylloma.

#### 4.3. Partes de una toma de captación

- **El barrage.** Es la estructura que represa el río elevando el nivel del agua para permitir su captación; cruzando todo el cauce o parte de él. Esta se construye utilizando concreto ciclópeo, concreto armado, piedra emboquillada, mampostería de piedra, entre otros. El barrage puede ser fijo, móvil o mixto.
- **Aducción y bocal.** Estructura ubicada aguas arriba a continuación del barrage. El inicio se encuentra en el extremo del vertedero de ingreso.



Aducción y bocal

Barraje

Bocatoma estable.

- **Sistema de regulación.** Es la estructura que regula el ingreso del caudal. Puede ser automática o manual (compuertas).
- **Compuerta de limpieza.** Dependiendo del volumen a captar en el río, se puede contar con esta estructura. Generalmente esta obra controla el ingreso de material de arrastre y deriva el agua durante el mantenimiento de la bocatoma.

- **Obras complementarias.** Estas por lo general se construyen a continuación de la toma propiamente dicha o forman parte de esta. Estas obras pueden ser desarenadores o vertederos.



Bocatoma estable.



Bocatoma Casablanca, Chalhuanca, Caylloma.

## CAPITULO II MANEJANDO Y RECUPERANDO NUESTROS PASTOS NATURALES

### 1. NUESTROS PASTIZALES NATURALES

Están conformados por una diversidad de pastos perennes como las chilliguas, la tajlla, el sillu sillu, el libro libro, entre otros y temporales como el chiji pasto y el llapa pasto; que dan lugar a asociaciones vegetales típicas del ecosistema altoandino.

#### 1.1. Características de nuestros pastizales naturales

Las praderas naturales tienen características propias y específicas que responden a condiciones del sector altoandino, cuyo relieve diverso va desde los 3,800 hasta por encima de los 4,500 msnm. La zona altoandina tiene un paisaje provisto de planicies y picos elevados, con un clima adverso para el desarrollo de una agricultura intensiva. Se caracteriza por tener una temperatura fría que en los meses de invierno desciende bajo 0°C y también por la presencia de fuertes corrientes de aire seco que afectan visiblemente al suelo y las plantas. En los meses de verano las temperaturas oscilan entre los 15 y 18°C y se presentan precipitaciones pluviales acompañadas de granizadas y nevadas.



#### 1.2. ¿Qué tipos de pastizales naturales tenemos en nuestra zona alto andina?

##### a. El Bofedal

Es un pastizal permanentemente húmedo con suelos hidromorfos y poco drenados. Esta se caracteriza por ubicarse en terrenos planos y con alta humedad, encontrándose a lo largo de riachuelos lentos, al borde de los lagos y pantanos o sobre acuíferos subterráneos. Las especies que predominan en los bofedales son el sillu sillu (*Alchemilla pinnata*), el libro libro (*Alchemilla diplophylla*), la tajlla (*Lilecopsis andina*), la sora (*Calamagrostis eminens*), el ojho pilli (*Hipochoeris stenocephala*), etc. El bofedal constituye el tipo de pastizal con la más alta producción de forraje para beneficio de los rebaños de camélidos sudamericanos.



Bofedal.



### b. El Pajonal

Son densas agrupaciones de matas de pajas (gramíneas) que en muchos casos presentan hojas duras y punzantes. Estas pajas principalmente son de porte alto; las especies que predominan son las chilliguas (*Festuca dolichophylla*), el ichu (*Stipa brachiphylla*), el iru ichu o paja brava (*Festuca orthophylla*), entre otras.



El Pajonal.

### c. El césped de puna

Es el tipo de vegetación que florísticamente está dominado por especies vegetales de porte almohadillado, arrochetado y con pajas de porte bajo (gramíneas). Su composición característica está definida por la proporción entre hierbas y pajas de porte bajo; entre ellas predominan el pesque pesque, la yareta (*Azorela compacta*), el koran koran (*Carex ecuadorica*), la thurpa (*Nototiche longisima*), el chiji pasto (*Poa spiciegera*), el llapa pasto (*Muhlenbergia peruviana*), ñapa pasto (*Poa horridula*), etc.



Pastos de puna.

### d. El tolar

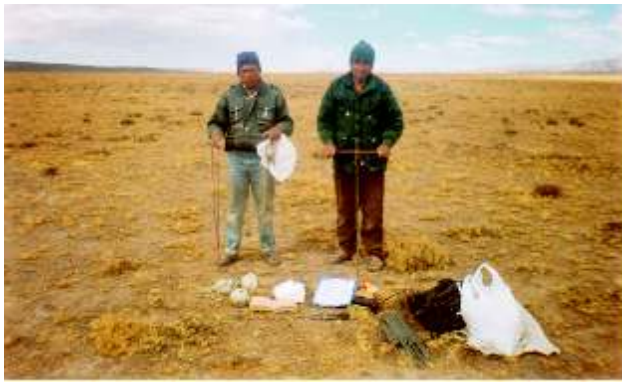
Vegetación con predominancia arbustiva; las especies arbustivas características contienen resinas que las protegen del pastoreo excesivo. Asociadas a estos arbustos normalmente se encuentran pajas de porte alto. Las especies características de este tipo de cobertura vegetal son: la tola romero (*Parastrephia lepidophylla*), el nigri nigri, la huiswi tola (*Parastrephia cuadrangulare*), entre otras.



Tolares.

#### e. El canllar

Vegetación dominada por especies leñosas y espinosas de porte bajo, generalmente se ubican en sectores donde la calidad de los suelos es pobre o con textura arenosa. En su composición florística predomina el Canlli de los géneros *Tetraglochim* y *Margiricarpus*.



Pastos y textura del suelo.

### 1.3. Reconozcamos la condición de nuestros pastizales naturales

La condición de un pastizal es el estado de salud en el que se encuentra esta; entiéndase que un área de pastos naturales de condición excelente es la que tiene un crecimiento adecuado, alcanza su máximo desarrollo fisiológico y tiene una proporción alta de especies deseables.

A medida que nosotros realizamos las labores de pastoreo con nuestros rebaños de alpacas, llamas y ovinos, el pasto natural tiende a tener un desarrollo regular, es decir se desarrolla a la mitad del tamaño máximo que alcanza normalmente, en esta situación

consideramos que el pasto se encuentra en una condición buena.

Pero cuando nuestro pasto se encuentra disminuido en su tamaño (plantas pequeñas o mayor cantidad de áreas con suelo desnudo) en comparación con áreas con desarrollo óptimo, consideramos que sus condiciones son pobres o muy pobres.

Todo productor debe recordar que el pasto natural es el alimento de sus animales; es por ello que debe mantener sus pastos con buena salud, manejando apropiadamente sus rebaños y los recursos que forman parte de su hábitat.



Mala condición de pastizal.



Excelente condición de pastizal.

#### 1.4. Definamos la capacidad de carga y soportabilidad de los pastizales

Cuando hablamos de la capacidad de carga animal y la soportabilidad de un pastizal, nos referimos a la cantidad de animales que pueden pastorear por unidad de área sin ocasionar la sobreexplotación del pasto y su deterioro ecológico; asimismo también debe tomarse en cuenta que los animales que pastorean estén en buenas condiciones productivas y reproductivas. La capacidad de carga de los pastizales la podemos determinar de acuerdo a su condición actual o estado de salud y además basándonos en los cuadros N° 1 y N° 2.

#### ¿Cómo determinamos la capacidad de carga?

En nuestro campo realizamos la identificación de pastos a través de un recorrido (se recomienda que

sea en "zig-zag"), anotando las especies que se identifican cada dos pasos o cada metro de distancia, totalizando 100 puntos evaluados. De los 100 puntos evaluados, definimos cuales son las especies deseables y poco deseables identificadas, sumamos el numero de especies palatables y no palatables para luego comparar el resultado con el cuadro N° 1. Por ejemplo si de 100 puntos evaluados la suma entre especies palatables y poco palatables es 60 puntos, entonces nos encontramos en el rango de 54 a 78% y nuestra condición de pastos es BUENA. Por lo tanto nuestra capacidad de carga según el cuadro N° 2 será de 2 alpacas que pueden pastorear en una hectárea durante 1 año ( 2UA/HA/AÑO) o 4 llamas que pueden pastorear en 3 hectáreas por 1 año (1.30 ULL/HA/AÑO) o 3 ovinos que pueden pastorear en 2 hectáreas durante 1 año (1.5 UO/HA/AÑO).

**CUADRO N° 1: CONDICIÓN DE PASTIZAL**

| PUNTAJE (%) | CONDICIÓN DEL PASTIZAL |
|-------------|------------------------|
| 79 a 100    | Excelente              |
| 54 a 78     | Buena                  |
| 37 a 53     | Regular                |
| 23 a 36     | Pobre                  |
| 0 a 22      | Muy Pobre              |

**CUADRO N° 2: CAPACIDAD DE CARGA ANIMAL**

| CONDICIÓN DEL PASTIZAL | ALPACAS | LLAMAS | VICUÑAS | OVINOS |
|------------------------|---------|--------|---------|--------|
| Excelente              | 2.70    | 1.80   | 4.44    | 4.00   |
| Buena                  | 2.00    | 1.30   | 3.33    | 3.00   |
| Regular                | 1.00    | 0.70   | 1.65    | 1.5    |
| Pobre                  | 0.33    | 0.2    | 0.53    | 0.5    |
| Muy Pobre              | 0.17    | 0.1    | 0.28    | 0.25   |

Fuente: Programa Pastos y Forrajes. UNALM - 1980.

### **¿Cómo determinamos la soportabilidad de los pastizales?**

La soportabilidad se calcula a través de la producción de forraje seco por cada hectárea de nuestro terreno y al consumo diario de cada especie animal de nuestro rebaño. Por ejemplo una soportabilidad de 0.5 alpacas / hectárea significa que 1 alpaca puede vivir tranquilamente con 2 has de pastizales durante todo el año. Los bofedales son el tipo de vegetación que tiene la mas alta producción de forraje; por ende la soportabilidad es alta y varia entre 1 UA/Ha/Año a 3 UA/ Ha/año.

Es necesario considerar que de acuerdo a la estacionalidad del año y a la incidencia de la rotación del pastoreo los indicadores de soportabilidad aumentan o disminuyen.

## **2. MANEJO Y RECUPERACIÓN DE LAS PASTURAS NATURALES**

### **2.1. ¿Qué es una actividad de manejo y recuperación?**

Para tener una adecuada alimentación de los rebaños de alpacas, llamas y ovinos; debemos disponer de una buena o excelente producción de pastos naturales. Por lo tanto nuestro trabajo como productores debe llevarnos a planificar y adecuar actividades que nos permitan mejorar la condición actual de los diferentes tipos de pastizales que tiene nuestro terreno o propiedad. Para ello debemos buscar:

- Tener una buena soportabilidad de los pastos naturales.
- Adecuar nuestra carga animal acorde a la soportabilidad de los pastos y de esta manera evitar el sobrepastoreo.
- Rotar el ganado para descansar los terrenos y favorecer la recuperación de las pasturas.
- Implementar un sistema de mejora y recuperación de los pastos: riego, abonamiento y protección.
- En épocas de escasez de pastos naturales alternar la alimentación con forrajes cultivados.

### **2.2. Conozcamos las actividades más importantes**

#### **a. Riego de praderas naturales**

Consiste en aplicar agua (desde canales de distribución y terciarios) en el suelo para que discurra lentamente por acción de la gravedad y la pendiente del terreno. El riego de los pastos naturales debe aplicarse a lo largo de todo el año, y en la época seca se debe ser más eficiente en su uso. En la época de lluvias es necesario que la penetración del agua en el suelo sea efectiva, debemos por tanto operar el sistema de canales de riego evitando que las fuertes escorrentías superficiales erosionen los suelos y se pierda el caudal aguas abajo.

#### **Recomendaciones:**

- La aplicación del riego debe realizarse en horas de la mañana y máximo hasta el medio día, para que el manejo sea eficiente y caída la tarde el enfriamiento de la noche no provoque que los

pastos que están germinando sean removidos por acción del congelamiento.



Riego de pastos naturales.

- Los canales en todo momento deben ser supervisados, para que el agua discorra lentamente provocando una adecuada penetración en el suelo. Así mismo debe verificarse que la distribución sobre el terreno sea homogénea y sin provocar erosión en el suelo.



Efecto del riego en los pastos naturales.

### **b. Abonamiento de pasturas naturales**

Es la práctica que se realiza incorporando el guano de los dormideros uniformemente en las áreas de pastos naturales. Con el abonamiento estamos realizando 2 prácticas de recuperación de praderas naturales:

- Devolver nutrientes orgánicos al suelo, considerando que los suelos alto andinos son pobres en materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y micro elementos.
- Desarrollar la práctica de revegetar las áreas de suelo desnudo, mediante la germinación de semillas de pastos de buena palatabilidad que se encuentran en el estiércol.



Aplicación de estiércol en pastizal de condición pobre.

### **¿Cuándo y cómo aplicar el guano?**

- El guano preferentemente debe provenir de estercoleros y dormideros que sean antiguos, pues allí el guano se encuentra casi mineralizado y se reconoce por el agradable olor a tierra fresca.
- Esta práctica se debe realizar en épocas cercanas a las lluvias, para facilitar la descomposición del guano y penetración de los nutrientes con la humedad proveniente de las precipitaciones.
- Aplicar el guano en áreas adyacentes a los canales de riego para favorecer la rápida descomposición, liberación de nutrientes y la germinación de las semillas que se encuentran en

el guano.

- La aplicación del guano debe dirigirse principalmente a las áreas con escasa vegetación, con mayor incidencia en el suelo desnudo, el cual debe ser removido con un pico o punta de barreta para que la incorporación y penetración posterior del guano sea efectiva.



Distribución de estiércol.

### c. Construcción e instalación de cercos de manejo

Los terrenos y áreas de pastizales son pastoreados por rebaños mixtos (alpacas, llamas y ovinos). Existen áreas que son de mayor importancia unas respecto de otras por la calidad de sus pastos. Estas áreas son preferidas por los diferentes animales y por ello deben protegerse y recuperarse, pues son una reserva alimenticia y de producción de semillas; los cuales pueden ser diseminados en los suelos de forma natural por efecto del consumo de los animales o también por el trabajo de diseminación del hombre.

Aprovechando algunos recursos que la naturaleza

nos proporciona así como los recursos económicos producto de la buena conducción de los rebaños, se ha diseñado la construcción e instalación de cercos, que son áreas protegidas mediante muros de piedra, líneas de alambre o malla.



Cerco de alambre.

### 2.3. Funciones de los cercos

- Recuperación de praderas que han sido degradadas por el sobre pastoreo.
- Facilitar la rotación del pastoreo.
- Exclusión de animales de áreas peligrosas que tienen presencia de plantas tóxicas o plantas espinosas (indeseables).
- Formar y dejar praderas de reserva para los meses de escasez de pastos.
- Proteger los pastos cultivados.
- Utilización completa de áreas poco frecuentadas por el ganado que obliguen a los animales a comer en estas zonas.
- Evitar el sobrepastoreo y degradación de pasturas.

## 2.4. Tipos de cercos

De acuerdo a la presencia de materiales en la zona y la disponibilidad de recursos para adquirir otros, se ha desarrollado el trabajo de cercado o "clausura" de diferentes áreas mediante:

### a. Cerco de piedra

La piedra es el material que más abunda en muchos terrenos, por ello el mayor esfuerzo que se realiza es el acopio y traslado del material a los sectores donde se levantará el muro. Existen dos modelos de cerco:



Cercos de piedra.

**Cerco de hilera simple.** Este cerco será construido ante una limitada disponibilidad de piedra, pero se debe tener en cuenta que su duración no es amplia y se tienen que realizar continuamente tareas de mantenimiento. La altura máxima a levantar es 1.2 m., ubicando a las piedras de mayor dimensión en la base y asegurando (cuñas) con piedras pequeñas los niveles superiores para evitar su caída.

**Cerco de hilera doble.** Este cerco es el más seguro, solo que requiere una mayor cantidad de material y tiempo. En su construcción se realiza la colocación entrecruzada de las piedras (amarrando) en dos filas verticales, lo cual asegura que el muro tenga mayor estabilidad.

El cerco en hilera doble permite levantar muros de hasta 1.50 m. de altura, colocando en la base dos filas de piedra grande sobre la cual se dispondrán los niveles superiores. El avance por día de un jornalero es de 4 m. lineales.

Herramientas que se utilizan:

- Carretilla buggy con llanta neumática
- Pico de punta
- Barretón de 1.5 pulgadas
- Comba de 20 libras



Construcción de cercos de piedra de doble hilera.

### b. Cerco de alambre

Es el tipo de cerco que se debe instalar cuando no existe disponibilidad de piedra. Se recomienda su instalación en sectores de césped, pajonal, tolar y canllar, por ser unidades que producen entre regular y mínima cantidad de forraje deseable. El cerco de alambre es económico con respecto al de malla. Este cerco ha sido muy utilizado en la distribución de canchas de pastoreo dividiendo grandes áreas para la rotación de los rebaños.



Construcción de cerco de alambre.

Materiales para el cercado de una hectárea de terreno:

- 20 kilos de brea
- 2 kilos de grapas de 1.5 pulgadas
- 80 postes de eucalipto de 3 pulgadas de diámetro por 1.80 m. de largo
- 79 kilos de alambre galvanizado N° 12
- 15 jornales por cada hectárea instalada
- Tensador tipo cadena

Método de instalación:

- Se selecciona y mide el terreno donde se va a instalar el cerco.
- Se realiza la alineación de los postes para la apertura de hoyos, se tratará de que sea recta y con las esquinas bien definidas.
- Se aperturan los hoyos en profundidades de 0.30 a 0.50 m.
- Los postes serán sumergidos en aceite quemado durante un día. Posteriormente se aplicará una cubierta con brea derretida.
- Se plantan los postes en línea recta. El distanciamiento entre postes es de 7 m. y se coloca una traba doble cada 5 postes.
- Se distribuyen las 6 líneas de alambre en distanciamiento variable entre cada línea para evitar el ingreso de diferentes tamaños de animales:

- Primera línea : a 0.15 m. del ras de suelo
- Segunda línea : a 0.20 m.
- Tercera línea : a 0.20 m.



- Cuarta línea : a 0.25 m.
- Quinta línea : a 0.30 m.
- Sexta línea : a 0.40 m.

- Se aplica el tensador de alambre en cada línea utilizando una longitud máxima de 100 m. Luego se asegura con las grapas en cada uno de los postes instalados.
- En las esquinas o zonas con ángulo se asegurará con tres trabas de postes, los cuales se colocarán a 0.20 m. por debajo del extremo superior del poste ha asegurar.

### c. Cercos de malla

Es un cerco altamente costoso, pero con una excelente eficiencia en la protección de pastizales, pues evita al 100% el posible ingreso de los rebaños. Este cerco es utilizado principalmente en los ahijaderos o zonas de recuperación de bofedal; esto por la alta presión del ganado en ingresar a pastos altamente deseables.



Instalación de cercos de malla.

Materiales para el cercado de una hectárea de terreno:

- 4 rollos de malla ganadera de 1.20 m. x 100 m.
- 5 kilos de grapas 1.5 pulgadas
- 70 postes de eucalipto de 3 pulgadas de diámetro por 1.70 m. de largo
- 20 kilos de brea
- 20 jornales por cada hectárea instalada
- Tensador tipo barra de 8 hilos

### Método de instalación:

- Se sigue los pasos de instalación de postes en forma similar al caso del cerco de alambre.
- El distanciamiento entre postes es de 10 m.
- Cada rollo será estirado y tensado asegurando cada una de las líneas de la malla con grapas en cada poste.

### 2.5. Recomendaciones:

- Es importante que anualmente se realice la supervisión de cada uno de los cercos, tanto los de piedra que pueden presentar alguna caída de muros y los de alambre y malla que pueden presentar algún poste caído producto de la pudrición o soltura de alguna grapa.
- El mantenimiento a realizar debe ser inmediato para evitar que siga aumentando el daño, evitar el ingreso de los rebaños y prolongar la vida útil de los cercos.

### 3. ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN AL SOBREPASTOREO

#### 3.1. Siembra e Instalación de pastos cultivados

Los pastizales naturales tienen una corta época de crecimiento, desarrollo y producción de forraje en la cual el ganado obtiene una alimentación adecuada a sus requerimientos nutricionales. Sin embargo, en la época seca y fría esta oferta forrajera desciende considerablemente. Ante esta situación tenemos que buscar especies forrajeras cultivables que se adapten al medio y que tengan características de palatabilidad, contenidos nutricionales digestibles, alto rendimiento de materia seca, especies perennes y que sean rústicas; es decir, que soporten el pisoteo y las prolongadas épocas secas e intensas heladas de la zona. Entre las especies forrajeras que cuentan con estas características tenemos al phalaris, la avena y cebada forrajera.

#### 3.2. Los pastos cultivados permanentes: el phalaris

Es una gramínea perenne, de características agresivas y porte alto (mayor a 50 cm.). Se reproduce por esquejes y requiere para su crecimiento de un terreno bien preparado, es exigente en materia orgánica, agua y nitrógeno soportando con éxito fuertes heladas. Se ha reportado una producción de 60 toneladas métricas al año en zonas de 3,800 m.s.n.m. (IVITA 1998). Sin embargo se ha cultivado el phalaris hasta los 4600 m.s.n.m.

Es recomendable el pastoreo cuando las plantas tienen un porte por debajo de los 50 cm. Por encima de esta altura es mejor realizar el corte y la henificación.

#### 3.2.1 Instalación de parcelas con phalaris

##### a. Preparación del terreno

Se requiere de suelo bien roturado (profundo) y libre de malezas. Cuando las áreas son pequeñas se realiza con herramientas agrícolas manuales, pero cuando las áreas son mayores a una hectárea preferentemente se debe utilizar maquinaria agrícola.

Es recomendable realizar la roturación con el suelo húmedo para que facilite la labor de volteado. Luego de la roturación hay que eliminar los terrones y los restos de cosecha.

Es importante considerar las composturas para el riego ya sea en el sistema de melgas o en el sistema de surcos.



Preparación del terreno.

### b. Selección y preparación de esquejes

La siembra de phalaris se recomienda realizarla mediante esquejes pues es un vegetal híbrido que tiene muy pocas semillas botánicas viables. Es importante tener sumo cuidado en la extracción y preparación del esqueje, por lo que debe ser extraído de esquejeros con plantas adultas (mayor a dos años). El esqueje debe tener un buen sistema radicular y contar con dos o más brotes vigorosos. Los esquejes deben tener por lo menos el grosor de un dedo y con raíces desarrolladas para garantizar su prendimiento.

Si se tienen que transportar largas distancias es mejor realizar esta labor de noche o en horas frescas de la mañana utilizando sacos de yute mojados para que los esquejes no se deshidraten.



Esquejes de phalaris.

La extracción de esquejes se realiza con el suelo húmedo, con la finalidad de desprender con facilidad la tierra del sistema radicular sin causar mucho daño y de preferencia en días nublados o en horas frescas de la mañana.



Esqueje de phalaris.

### c. Plantación de esquejes

La plantación se realiza en surcos o en melgas. En el caso de surcos la distancia debe ser de 40 cm. entre surcos y de 30 cm. entre esquejes. En el caso de melgas se plantan a una distancia de 40 cm. entre líneas y a 30 cm. entre esquejes, enterrando todo el sistema radicular. Se recomienda regar inmediatamente después de la siembra para asegurar el prendimiento. Es importante considerar que la siembra debe realizarse al inicio de las lluvias para facilitar el prendimiento y evitar el costo por mano de obra en el riego.



Siembra de phalaris.

#### d. Labores culturales

**Riego.** Por ser una plantación permanente es necesario contar con agua durante todo el año para realizar los riegos durante el primer año de instalación. Si las lluvias son irregulares se deben realizar riegos pesados cada 8 días durante los primeros dos meses y luego cuando los esquejes estén establecidos distanciar los riegos a 15 días durante el primer año de instalación. En los años posteriores se pueden distanciar todavía más los riegos.



Riego de phalaris.

**Deshierbe.** Es la labor cultural que más requiere este cultivo. Consiste en la eliminación de malezas que compiten por agua, nutrientes, luz, espacio, etc.

Se requieren cercos en buen estado para evitar el daño de los animales ya que el cultivo se mantiene apetecible para el ganado en épocas de estiaje.



Cultivo de phalaris.



### 3.3. Los pastos cultivados temporales: la avena y cebada forrajeras

La avena y cebada forrajeras son gramíneas anuales de tallo delgado y hueco con hojas lanceoladas estrechas de flores en forma de panoja; tienen un alto rendimiento alcanzando hasta 70 toneladas de

materia verde y 14 toneladas de materia seca por hectárea. Son muy resistentes a las condiciones de bajas temperaturas, heladas y sequías.

### **3.3.1 Siembra de avena y cebada forrajeras**

#### **a. preparación del terreno**

Tanto para la avena y cebada es necesario realizar una buena preparación del terreno. La roturación del suelo debe realizarse cuando el suelo tiene un buen contenido de humedad para facilitar el volteado. Esto sucede al final de la época de lluvias o al inicio de estas; se utiliza para ello el tractor con arado de discos o vertedera, arados con tracción animal o herramientas locales como el “tira pie” (chaquitacla). La profundidad de roturación es de 40 cm. en promedio.

#### **b. Desterronado y desmalezado**

Usualmente esta actividad se realiza manualmente cuando las áreas son pequeñas y mecánicamente cuando las áreas son grandes (igual o mayor a 1 Ha.). El trabajo mecánico se realiza con el tractor utilizando arado de rastra o ganchos, retirando todo tipo de malezas y destruyendo terrones de tierra que impiden el buen crecimiento de las plantas.

#### **c. Preparación de semillas**

Las semillas se deben adquirir de establecimientos que ofrezcan garantía. Se utiliza de 100 a 120 kg. de semilla de avena o cebada forrajera por hectárea; las cantidades dependerán de la calidad del terreno, es decir en suelos de mejor calidad se utilizará menor cantidad de semillas y en suelos de menor calidad se

utilizará mayor cantidad de semillas.

#### **d. Siembra**

Se debe de escoger bien la especie de acuerdo a la zona y piso ecológico, una vez preparado el terreno llega el momento de siembra al inicio de la temporada de lluvias. El sistema de siembra debe ser al voleo distribuyendo las semillas uniformemente, en todo el terreno (que no falte ni sobre semillas), haciendo un enterrado de semillas no muy profundo para que puedan emerger con facilidad y cuidando que no sea muy superficial porque pueden terminar como alimento de las aves. La profundidad ideal es de 8 a 10 cm.

#### **e. Labores culturales**

Estos cultivos no requieren de muchos tratamientos culturales, solamente el deshierbo en el peor de los casos.

#### **f. Cosecha o época de corte**

La avena y cebada deben cortarse cuando se encuentran con el máximo valor nutritivo. Esto sucede cuando el grano se encuentra en estado lechoso, obteniendo un heno rico en energía y proteínas. La calidad disminuye a medida que las plantas van madurando.

#### **g. Henificación**

Es la transformación de forraje verde en forraje seco por acción del sol o el viento; produciéndose la pérdida de gran parte de la humedad y permitiendo por ello una buena conservación sin afectar las propiedades nutritivas. El secado natural es el más

económico y consiste en dejar extendido en el campo durante 3 a 6 días el forraje que se ha cortado. El tiempo de secado depende de la intensidad de radiación solar en la zona.

Es importante realizar el volteado para obtener un secado uniforme; se considera un buen heno apto para su empaclado cuando al exprimirlo no humedece la mano ni se vuelve excesivamente quebradizo.

#### h. Almacenamiento

Esta actividad por sencilla que parezca, se debe realizar con sumo cuidado porque de esto depende que el heno se mantenga en condiciones de buena palatabilidad y con buen valor nutritivo.

El almacenamiento se puede realizar en el campo a través de pacas o heniles rústicos, los cuales deben ser protegidos de los efectos del sol y la lluvia.



Pacas de heno de avena.



Apilado rústico de heno de avena.

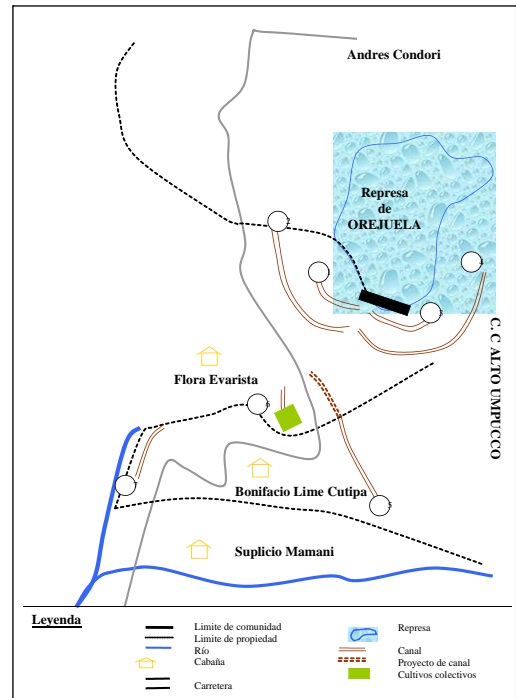


Empacado de avena forrajera (heno).

ANEXO N° 1

FICHA DE IDENTIDAD DE UNA MICRORREPRESA

| Microrepresa de OREJUELA    |  |  |                                    |  |
|-----------------------------|--|--|------------------------------------|--|
| Ubicación                   | Dirección:   | Paico  | Comunidad:                         | Musuk Tika                                       |
|                             | altitud (msnm):  | 4268   |                                    |  |
| Acceso:                     | De la línea asfáltica de la carretera construida de Paico (24 Km.)<br>con un desvío a la izquierda por el puente (Luz de María) (100 Km.)<br>Hacia el centro de la comunidad se toma la segunda curva a la izquierda (7,5 Km.) |  |                                    |  |
| Características hidráulicas | Longitud del dique (m):  | 35   | Capacidad (m³):                    | 123 (26)   |
|                             | Altura del dique (m):  | 3,5  | Área potencial (Ha):               | 14,7   |
| Construcción                | Fecha:   | 18° del 06/11 de 2004  |                                    |  |
| Gente implicada             | 5 Beneficiarios:   | Andrés Condori Zapana,<br>Justino Condori Zapana,<br>Bonifacio | Flora Evarista,<br>Suplicio Mamani |  |
|                             | Presidente de la comunidad:  | Suplicio Mamani  | Dueño del terreno de la laguna:    | Andrés Condori Zapana,<br>Justino Condori Zapana |
|                             | Presidente del comité de riego:  | Andrés Condori Zapana  | Reconocimiento:                    | 18/06/2004                                       |
| Canales rústicos            | Numero:  | Diseño:  | Longitud (m):                      | Fecha de construcción:                           |
|                             | 1  | Andrés Condori Zapana  | 130                                | Después de la construcción                       |
|                             | 2  | Andrés Condori Zapana  | 150                                | Después de la construcción                       |
|                             | 3  | Justino Condori Zapana   | 60                                 | Después de la construcción                       |
|                             | 4  | Justino Condori Zapana   | 280                                | Después de la construcción                       |
|                             | 5  | Comunidad  | 40                                 | Después de la construcción                       |
|                             | 6  | Suplicio Mamani  | 300 (no cobrado)                   | Después de la construcción                       |
| 7                           | Comunidad  | 60   | Después de la construcción         |  |
| Características del suelo   | Tipo:  | de los andes   |                                    |  |
|                             | Permeabilidad (mm/h):  | 15   |                                    |  |



Fuente: Realización propia a partir del catastro de la comunidad de Musuk Tika.

## BIBLIOGRAFIA

ALZÉRRECA, H. y LUNA, D.

2001. *Manual del ganadero para el manejo de bofedales*. Autoridad Binacional del lago Titicaca - PNUD. La Paz - Bolivia.

BENÍTEZ CASTRO, C.

2001. *Sistemas hidráulicos de riego*. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa - Perú.

BERLIJN D. Johan.

1985. *Pastizales naturales*. Ed. Trillas. México.

BUSTINZA CHOQUE, Víctor.

2001. *La alpaca*. Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos. Puno - Perú.

CHOQUEHUANCA SOTO, José.

1996. *Evaluación de áreas de praderas mejoradas bajo la implementación de diferentes sistemas alternativos Cauca, Quenco Cala Cala, Hanansaya II y Toccra*. **desco**. Arequipa - Perú.

CHOQUE, J.; SOTOMAYOR, M.; MIRANDA, F.; MAMANI, W. y CANAHUA, F.

1990. *Evaluación agrostológica y ganadera de unidades familiares alpaqueras de puna seca del altiplano*. Informe técnico N° 20. Proyecto alpacas. Puno. Perú.

FLORES MARTINEZ, Arturo.

2005. *Manual de pastos y forrajes altoandinos*. ITDG. Lima - Perú.

FLORES MARIAZA, Enrique.

1998. *Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos*. FAO.

FLORES MARIAZA, Enrique.

1997. *Inventario y evaluación de los pastizales del fundo Toccra*. **desco**. Arequipa - Perú.

LARA, R. y ALZÉRRECA, H.

1976. *Forrajeras nativas del altiplano*. Boletín N° 5. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. La Paz - Bolivia.



MALPARTIDA I., Efraín.

2000. *Guía metodológica de evaluación de praderas altoandinas*. Puno - Perú.

MELOANCCASI, Máximo.

1997. *Sistemas de control y manejo sanitario de alpacas y llamas en la región andina del sur peruano*. Puno - Perú.

MIRANDA CHOQUE, Francis.

1999. *Manejo y producción de pastos en microcuencas altoandinas*. Curso Taller PRONAMACHCS. Arequipa - Perú.

MIRANDA CHOQUE, Francis.

1995. *Manual de pastos nativos mejorados y establecimiento de forrajes*. Coordinadora Inter. Institucional del Sector Alpaquero - CISA. Arequipa - Perú.

SOLÍS HOSPITAL, Ramón.

1997. *Producción de camélidos sudamericanos*. Primera Edición. Cerro de Pasco - Perú.

TORO, Oscar; MARQUINA, Rodolfo; NOVOA, Cesar y Otros.

2001. *Crianza de camélidos andinos*. Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo - **desco**. Arequipa - Perú.

VÁSQUEZ VILLANUEVA, Absalón.

2000. *Manejo de cuencas altoandinas*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.



**desco**

Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo - 2008