

# ESTUDIO DE LA IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS Y ANDENERIAS DEL VALLE DEL COLCA Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DE ANDENES

Aquilino Mejía Marcacuzco<sup>1</sup>

## RESUMEN

El presente estudio trata de comprender el funcionamiento de los sistemas hidráulicos y sus componentes como son las fuentes de agua (nevados, riachuelos y manantiales), los canales de conducción y los sistemas de andenería, que los antiguos pobladores del Valle del Colca lograron su funcionamiento articulado y sistémico como estrategia para hacer uso de las tierras que de otra manera no hubiese sido posible el desarrollo de la agricultura.

El Valle del Colca, hacia ambas márgenes presentan 23 sistemas hidráulicos que hasta hace dos décadas han sostenido a la agricultura del Valle. Hasta antes de la construcción del canal del proyecto Majes Siguan I, todos los pueblos de ambas márgenes tenían sistemas hidráulicos semejantes en su funcionamiento, las que fueron modificados sustancialmente en la margen izquierda al interrumpir los cauces naturales de las fuentes de agua, disminuir y a veces desaparecer los manantiales, ocasionaron la destrucción de áreas de andenería, perjudicándolos con todo ello el funcionamiento de muchos sectores agrícolas y a nivel de todo el Valle disminuir la humedad ambiental al secar su principal termorregulador que era el río Colca.

Los canales principales, diseñados y construidos con una tecnología adecuada a las condiciones topográficas y geológicas que se presentaron desde el origen hasta la zona de entrega del agua, construidas con materiales propias de la zona, adecuadamente seleccionadas y combinadas permitieron el traslado del agua con alta eficiencia, pero con el correr del tiempo y el manejo inadecuado por el hombre han perdido las eficiencias de captación, conducción y distribución que antes tenían.

Los andenes del Valle del Colca son otro de los componentes de los sistemas hidráulicos, que se hallan distribuidas en todo el Valle, en forma de plataformas escalando las laderas, adaptándose a las distintas formas topográficas propias del Valle del Colca. Es otra de las tecnologías que los antiguos pobladores diseñaron para afrontar las dificultades que el medio les imponía. El estudio analiza su importancia en la conservación el suelo, en el aprovechamiento óptimo del agua, la generación de microclimas y la conservación de la agrobiodiversidad. Existe en el Colca 9,612 ha de andenería de los cuales el 67% se encuentran en pleno uso agrícola y 33% se hallan abandonadas. Los andenes en uso además presentan deterioros hasta de un 40% de sus estructuras y a pesar de ello se siguen cultivando. Existen diferentes causas para el deterioro y el abandono de andenes, siendo la más importante la poca conciencia conservacionista y el limitado conocimiento de los pobladores sobre las técnicas de su construcción y los fundamentos que sustentan su importancia, este problema tiene sus raíces en el despoamiento del Valle durante la Colonia.

El documento, también analiza sobre el manejo del agua y cultivos dentro del ciclo agrícola que los pobladores desarrollan, las costumbres imperantes a la disponibilidad del agua y consiguientemente la producción y productividad agrícola a pesar de los cambios producidos en los sectores y zonas de producción.

Por último, el documento presenta como propuesta la experiencia de rehabilitación de andenes en 6 microcuencas, resaltando la estrategia utilizada, los resultados e impactos logrados y que pueda ser tomado como modelo de un Plan de rehabilitación de andenes.

**Palabras claves:** Infraestructura, cultivos, clima, conservación y rehabilitación

---

<sup>1</sup> Ing. Agrónomo, egresado de la Universidad Agraria La Molina Lima, con especialización en Manejo de cuencas y gestión de proyectos de desarrollo en manejo de recursos naturales. Coordinador de proyectos de desco - Programa Regional Sur.

## I. INTRODUCCION

Pocos de quienes hoy observan o visitan el valle del Colca, son conscientes de estar ante uno de los sistemas de hidráulicos y de andenerías más complejos y mejor desarrollados de los andes del Perú. Los antiguos pobladores del Colca encararon seriamente el “problema del agua de riego” y esto, muy probablemente, dio inicio a importantes cambios en la agricultura y la sociedad. A través de tiempo, estos sistemas han ido debilitándose debido a diversos factores tanto ambientales como del comportamiento de los pobladores que actualmente parecen ser menos serios en cuanto al manejo adecuado de los componentes de estos sistemas.

En este trabajo nos ocupamos de los sistemas de hidráulicos del Valle del Colca y sus componentes: fuentes de agua (nevados, riachuelos y manantiales de las partes altas), los canales de conducción y el sistema de andenerías, ambos de origen pre hispánico. Lo abordamos desde una visión de conjunto, la microcuenca como primer nivel, y la subcuenca como espacio mayor formado por diversos pisos ecológicos que guarda unidad económica, social y cultural.

Si bien los sistemas hidráulicos se caracterizan por infraestructuras que permiten captar, transportar y repartir el recurso agua en los andenes, el estudio tiene por objetivo de analizar y comprender el manejo del agua, que requiere de un saber hidráulico y agronómico, desde la evaluación y la captación del recurso, hasta su repartición en las parcelas con dosis y frecuencias adecuadas a los requerimientos de los cultivos. También se analiza sobre el desempeño de los productores agrícolas y las autoridades de aguas encargados de administrar el agua en las mejores condiciones, realizar el mantenimiento de la red de riego, etc.

### Metodología utilizada

- 1. Ámbito de intervención.** El estudio se ha realizado en la subcuenca del río Colca, tomando como unidades de análisis los sistemas hidráulicos de 5 distritos: Coporaque, Yanque Urinsaya, Ichupampa y Lari, pertenecientes a la margen derecha y distrito de Cabanaconde perteneciente a la margen izquierda.

**Fig. N° 1. Imagen satelital de la Subcuenca del río Colca**



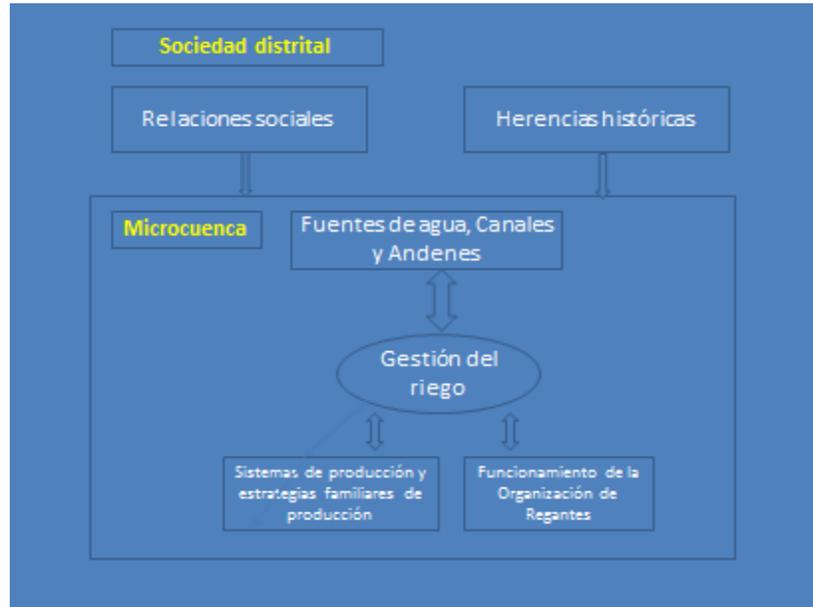
**Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth**

- 2. El modelo de análisis.-** La gestión de los sistemas hidráulicos, depende de las características de cada uno de sus componentes: las fuentes de agua, los canales de conducción y el sistema de andenerías y de las interrelaciones entre ellos. En efecto, la gestión de los sistemas hidráulicos

forma un sistema coherente en el que los elementos son interdependientes: la transformación de uno de ellos interfiere sobre las características de los otros y, en consecuencia, sobre el funcionamiento de todo el sistema.

Entre estos elementos, la gestión del agua representa el elemento central, puesto que organiza el funcionamiento global de los sistemas de producción y la intervención de la organización de regantes dentro de la microcuenca y por esta razón se ubica al centro del esquema.

**Grafico N° 1. ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA HIDRAÚLICO**



**Fuente: Elaboración propia con fines del presente estudio**

Finalmente, estos elementos son una consecuencia de las relaciones sociales de los actores y de la historia local (herencia cultural). Por lo tanto, la interpretación del funcionamiento del sistema hidráulico pasa de riego pasará por un análisis histórico del contexto social que influyó e influye sobre la gestión del agua.

3. **La información primaria y secundaria** para el presente estudio fue posible a las siguientes actividades:

- Recorrido de los sistemas hidráulicos de los distritos de Yanque urinsaya, Lari y Cabanaconde, acompañando en las actividades tradicionales de Yarq'a aspiy
- Participación en la realización del inventario de los andenes en 11 regiones del Perú y en particular la información del inventario concerniente al Valle del Colca.
- Haber participado en la conducción de las experiencias de rehabilitación de andenes del Valle del Colca, cuya información sistematizada ha servido para la propuesta de rehabilitación
- Los seguimientos de los ciclos agrícolas de los pueblos del valle del Colca, han permitido conocer a profundidad sobre el manejo de cultivos y el funcionamiento del sistema canal andén.
- La participación en el diagnóstico de la variabilidad genética de los cultivos en el Valle del Colca, permitió conocer la distribución de la agrobiodiversidad en los diversos pisos ecológicos.
- Por último, están las entrevistas con los personales y actores del manejo del agua, rehabilitación de andenes y conservacionistas de la agrobiodiversidad, cuyos conocimientos forman parte del presente estudio.

## II. LOS PRINCIPALES SISTEMAS HIDRAÚLICOS PARA RIEGO EN EL COLCA

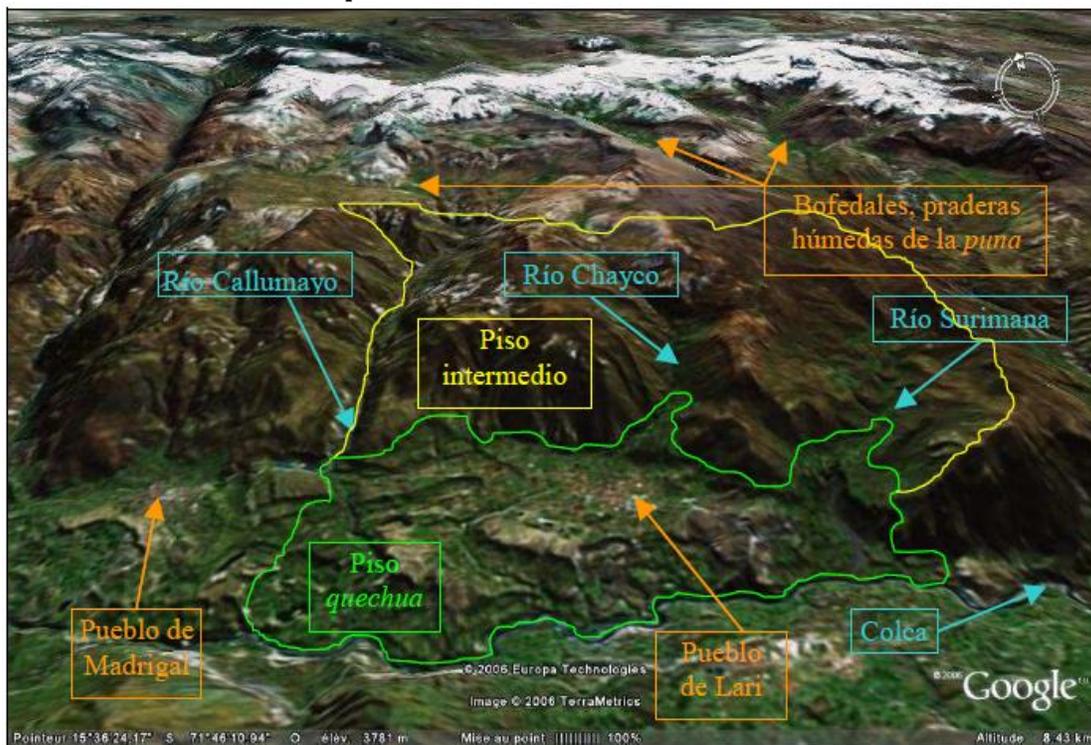
En el valle del Colca, los sistemas hidráulicos en ambas márgenes están constituidos por tres componentes: las fuentes de agua principalmente nevados y manantiales de las partes altas, la

infraestructura de riego que capta y conduce el agua a las áreas de cultivo que están constituidos básicamente por andenerías.

Los nevados, fuente principal de agua, son alimentados por las precipitaciones y a través de la infiltración originan manantiales, bofedales o colchones de agua que se forman en las praderas alto planicies; el nevado, se deshíela gradualmente en forma estacional y alimenta lagunas y riachuelos, cuyas aguas se mueven por afluentes o se filtra para reaparecer en superficie en las partes bajas de las microcuencas<sup>2</sup>.

El antiguo poblador del Colca, ha logrado manejar sostenidamente estos sistemas: realizando prácticas de cosecha del agua (q'ochas), generando y manejando los bofedales; estas prácticas, a través del tiempo han ido decayendo y han contribuido hacia la disminución del recurso hídrico de estos sistemas. Existen vestigios de q'ochas abandonadas como el de Chillmacocha en Yanque Urinsaya y Chaquiccocha en el distrito de Lari. Hoy las autoridades recién comprenden sobre la importancia de estas infraestructuras y están elaborando expedientes para su recuperación.

**Gráfico N°2. Nevados que alimentan los sistemas hidráulicos del distrito de Lari**



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth

En los pueblos del Valle del Colca, hacia ambas márgenes son unos 23 los sistemas hidráulicos que tienen como fuentes de agua a los nevados y manantiales que hasta antes de hace dos décadas han sostenido a la agricultura del Valle del Colca. Se presenta las características de sistemas hidráulicos de 5 localidades:

**CUADRO 1. SISTEMAS HIDRÁULICOS DE 5 DISTRITOS DEL VALLE DEL COLCA**

DISTRITO	SISTEMAS HIDRÁULICOS	FUENTE QUE ORIGINA	N° DE CANALES	CAUDAL DE AGUA	LUGAR CAPTACIÓN	N° DE ESTANQ	SUPERFICIE IRRIGADA
----------	----------------------	--------------------	---------------	----------------	-----------------	--------------	---------------------

<sup>2</sup>La microcuenca se define como “una pequeña cuenca de primer o segundo orden, en donde vive un cierto número de familias (comunidad), utilizando y manejando los recursos del área como son el suelo, agua y las actividades agropecuarias; incluyendo la flora y la fauna. desde el punto de vista operativo, la microcuenca posee un área que puede ser planificada por un técnico contando con recursos locales y/o un número de familias que pueda ser tratado como un núcleo social que comparte algunos intereses comunes camino, organización, etc.”.

			PRINCIPALES	lts/seg		UES	ha
<b>Lari</b>	Chaico – Chunta	Nevado s Chaico y Chunta	2	152	Quebrada del nevado Chaico	7	329.09
	Tejlla y Ccehuisha	Nevados Ccehuisha y Tejlla	2	95	represas de Ccehuisha y Tejlla	2	203.26
<b>Ichupampa</b>	Wiracchua – Tucsa	Nevados Wiracchua y Choqueccorahua	7	380	Río Picomayo	5	579
<b>Yanque Urinsaya</b>	Sistema Mismi	Nevados Choqueccorahua, Mismi y Willcayo	1	74	Agua de deshielos y manantiales	2	110
	Canal sifón Chininí	Canal majes valvula	1	50	Válvula N°7-A	1	76
<b>Coporaque</b>	Aquenta - Cantumayo	Nevado Willcayo y manantiales Huanacuría, Aquenta	2	84	Río Cantomayo y manantiales	4	333
	Ccachulle - Chillwitera	Manantial Chillwitera	1	15	Manantial de Chillwitera	1	18
	Canal Coporaque	Río colca y dotación de canal majes	1	180	Río colca	3	409
<b>Cabanaconde</b>	Hualcahualca – Campiña	Nevado Hualcahualca y Válvula C20	7	260	Río Hualcahualca	2	720
	Media luna	Canal majes	1	55	Válvula 18B	1	174
	Joyas	Nevado Hualcahualca	1	55	Río Hualcahualca	1	180
	Villa Colca	Válvula 18A	1	45	Canal majes	1	150
	Castropampa	Nevado Hualcahualca y Válvula	2	130	Río Hualcahualca y válvula	1	381

Fuente: Elaboración propia con fines del presente estudio

Hasta antes de la construcción del canal principal del proyecto Majes Siguan I<sup>3</sup>, todos los pueblos del Valle tenían sistemas hidráulicos semejantes en su funcionamiento. Este proyecto que tiene 88 Km de túnel, ha modificado sustancialmente el funcionamiento del sistema, al interrumpir los cauces naturales de las fuentes de agua, disminuir y a veces desaparecer muchos manantiales y también ocasionaron destrucción de áreas de andenería, perjudicándolos con ello el funcionamiento de muchos sectores agrícolas de los pueblos de la margen izquierda. Es recién a partir del 1987 como producto de la presión de los campesinos se han logrado dotaciones de agua en compensación por los daños, en algunos casos incrementando el caudal al sistema existente como el caso de las aguas de la válvula Válvula C20 en el sistema Hualcahualca –campiña; en otras se han generado nuevos subsistemas articulándose al sistema existente pero con funcionamiento casi autónomo como es el caso del subsistema sifón Chininí en Yanque Urinsaya; en algunos casos, se han generado nuevas irrigaciones (nuevos subsistemas hidráulicos) como son los casos de las irrigaciones de Joyas, Media Luna y Villa Colca en Cabanaconde.

### III. LOS CANALES PRINCIPALES DE CONDUCCIÓN DEL AGUA

Otro de los componentes de los sistemas hidráulicos, son los canales principales de conducción de agua, construidos por los antiguos pobladores con mucha destreza, conocimiento de la topografía y geología de la zona. Estos canales, constan de estructuras que les ha permitido conservar y garantizar a través del tiempo su funcionamiento, dotando de agua a los pueblos de ambas márgenes del Colca. Las principales estructuras y las funciones que cumplen en el manejo hidráulico se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 2. ESTRUCTURAS DE LOS CANALES PRINCIPALES DE LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS DEL VALLE DEL COLCA

<sup>3</sup>El canal de Majes, obra monumental, como le llaman los arequipeños, cruza toda la margen izquierda del río colca y tiene una longitud de más de 100 km., de los cuales 88 km son túneles bajo tierra con una capacidad para conducir 34 m<sup>3</sup>/seg de agua. este proyecto hidráulico fue terminado en 1983, después de casi 10 años del inicio de su construcción

CLASES DE ESTRUCTURAS	TIPOS DE ESTRUCTURAS	CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONES QUE CUMPLEN EN EL MANEJO HIDRÁULICO
Estructuras de regulación caudal		Su función es regular el volumen del agua que debe transportar el canal y evitar su deterioro.
	Los "reguladores" o Uchuy Chacas	Son piedras planas largas colocadas transversalmente sobre ambos bordes del canal y sirven para desviar el exceso de agua por "wischunas" o echaderos.
	Los desviaderos "Wikchunas"	Son aberturas de sección rectangular de unos 10 cm. de altura y de ancho variable, en el borde lateral inferior del canal para regular y desviar el exceso de agua.
	Puentes "Chacas"	Estructuras de sección semicircular hacia arriba a modo de puentes, construidos en las quebradas por donde cruza el canal, con la finalidad de evitar la colmatación del canal con el agua, lodo, piedras que las avenidas que traen durante la época de lluvias.
Estructuras de contención		Su función es sostener el canal y evitar derrumbes continuos en zonas donde los suelos son inestables y con pendiente empinados.
	Paredes de apoyo "Anchacas"	Son plataformas de piedra superpuestas a modo de terrazas que sostienen al canal en zonas de suelo inestable, con pendientes empinados.
	Túneles	Son canalizaciones subterráneas a modo, hechas a base de piedras planas en lugares donde zonas adyacentes presentan inestabilidad con material es movedizo y cascajoso y que constantemente invaden al canal.
Estructuras de distribución	Las bocatomas de captación	Son estructuras de piedra maciza ubicadas en las quebradas de los ríos y riachuelos en zonas que permiten la captación del agua hacia un canal principal. Actualmente muchas de estas infraestructuras ya son estructuras hidráulicas de material noble.
	Los canales de derivación	Son los canales principales, llamados como canales madres, que parten desde las bocatomas y zonas de captación y conducen el agua muchos km. hasta los reservorios y a las cabeceras de las parcelas agrícolas, son rústicos y en algunos tramos han sido "mejorados" con cemento.
	Los canales de distribución	Son cursos de agua artificiales que se derivan de los canales principales y trasladan el agua a la zona agrícola o sector de riego. Se pueden distinguir hasta dos tipos de canales
	Canales secundarios laterales	Son canales que conducen agua desde un canal principal o un estanque hacia uno o más sectores de riego. Su capacidad de conducción varía entre 20 y 90 lts/seg.
	Canales de distribución de tercer orden	Son canales que conducen agua desde un canal secundario hacia la parcela de un sector de riego. Su capacidad de conducción en promedio es de 20 lts/seg.

FUENTE: Elaboración propia con fines del presente estudio

Los canales principales han sido diseñados y construidos con una tecnología sorprendente adecuados a las condiciones que se presentaron desde el origen hasta la zona de entrega del agua. Los materiales eran propios de la zona, adecuadamente seleccionadas y combinadas. Las estructuras estaban diseñadas para conservar a través del tiempo esta infraestructura. El mantenimiento de estas se realizaban en forma festiva a través de las faenas comunales denominadas **Yarq'a aspiy**, cuyo propósito no era sólo limpiar los canales sino realizar mantenimientos de los muros, las obras de arte y depurar las malezas crecidas en los bordes. Hoy el **Yarq'a aspiy**, se sigue ejecutando, pero ha perdido la esencia de conservación y mantenimiento, ahora se hace sólo con el objetivo de limpiar o extraer todo obstáculo existente dentro del canal, mas no hacer el mantenimiento y así estas infraestructuras han ido perdiendo las eficiencias de captación, conducción y distribución que antes tenían.

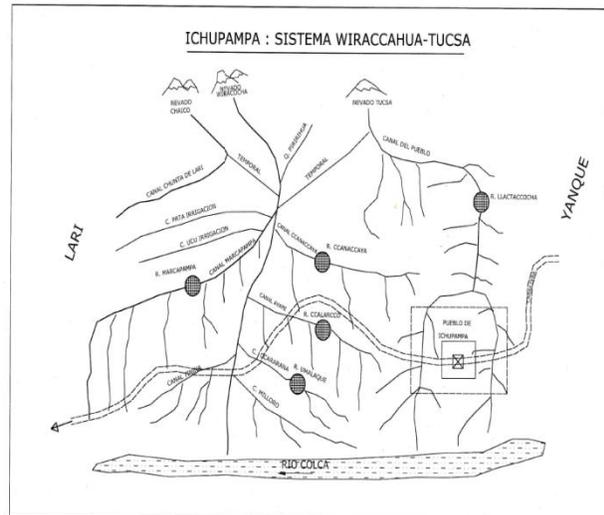
Los canales principales condujeron primero el agua hacia los reservorios y distribuyeron hacia los sectores de andenerías a través de canales secundarios que también tuvieron reservorios de menor volumen y que sirvieron para almacenar el agua durante las noches y regar durante el día, distribuyendo a su vez a través de los canales terciarios hacia las parcelas que en la mayoría son andenes. En cada localidad la red de canales y reservorios, responden a la naturaleza de los terrenos y los sectores de riego en las que se diseñaron modalidades de distribución del agua a las parcelas familiares. En las partes bajas algunos manantiales de caudales pequeños aportan su caudal a la fuente principal y a veces riegan independientemente las parcelas las que se denominan parcelas con “**agua propia**”.

**Grafico 3. Sistema Wiracchahua – Tucsá en foto**



Fuente: Elaboración a partir de Google Earth

**Gráfico N° 4. Distribución de canales**



Fuente: Elaboración propia para el estudio

#### IV. LOS SISTEMAS DE ANDENERÍAS DEL COLCA

Los andenes del Valle del Colca son plataformas horizontales que se hallan distribuidas escalando las laderas, adaptándose a las distintas formas topográficas propias del valle que el río Colca ha formado a través del tiempo; existen andenes en laderas con diversidad de pendientes, algunas uniformes otras con sinuosidades y también formando anfiteatros. Las características señaladas han permitido reducir la erosión a través de un manejo adecuado del agua de riego y de las lluvias, facilitando la circulación y drenaje del agua, mejorar las condiciones microclimáticas de los terrenos otorgando una protección natural de los cultivos y posibilitó la siembra de un amplio portafolio de cultivos. Los andenes también permiten prácticas agrícolas más productivas y menos riesgosas y aprovechan mejor los abonos naturales que constantemente se incorporan y se reciclan conservando y mejorando la fertilidad natural del suelo.

#### Las partes de un Andén y funciones que cumplen

Los andenes no son simples estructuras, sino un complejo engranaje de partes y obras de arte, construidos para el manejo adecuado del agua, de las labores agrícolas y de los cultivos. Para ello están provistos de sus respectivos canales de riego y drenaje, los accesos y escalinatas, sus obras de arte como las guarderías y cajas rituales; todas ellas construidas a base de piedra. Las partes principales de las andenerías, las características y funciones que cumplen son las siguientes:

**CUADRO N° 3. LAS PARTES DE LOS ANDENES Y SU IMPORTANCIA EN EL MANEJO DEL AGUA**

PARTES DEL ANDÉN	OBRAS DE ARTE	CARACTERÍSTICAS	FUNCIÓN QUE CUMPLE
Terraza o		Plataforma cultivable, recibe el nombre de pata y al	Conserva la tierra agrícola, maximiza el

terraplén llamado Pata		conjunto patapatás. Las medidas varían: ancho de 1.20 a 45 m, largo de 8 a 115 m., sus pendientes está entre 0 a 0.5%	uso del agua evitando la erosión. Asegura la producción de cultivos
	Acequias de cabecera u orccoyas	Es un canal hecho de piedras lajas en la cabecera de un andén para regar un grupo de andenes. Tiene la pendiente del terraplén.	Recibe y distribuye el agua del canal de bajada en forma eficiente para el riego de 2 o más andenes.
	Acequias de manejo del agua	Son canales en tierra construidas dentro del terraplén	Sirve para un adecuado distribución y manejo del agua
	Pendiente transversal	Es la inclinación del terraplén desde el rincón hacia el borde y normalmente es de 0 a 0.5%	Permite manejo uniforme del agua desde el rincón del hacia el borde del terraplén sin erosionar el suelo ni destruir el muro
	Pendiente longitudinal	Es la inclinación del terraplén desde un extremo hacia el otro y normalmente es a nivel o sea 0, algunas veces tiene doble pendiente desde un canal central transversal hacia ambos extremos del andén en este caso la pendiente llega hasta 0.5%	Permite el manejo uniforme del agua de riego a lo largo del terraplén sin ocasionar erosión del suelo ni destrucción del muro
	Bordo del andén	Es una hilera de tierra amontonada a lo largo del borde del andén con 0.60 m. de ancho y una altura aproximada de 10 a 15 cm. Por lo general está cubierta de vegetación nativa permanente.	Evita el paso del agua por cualquier parte del borde del andén, protegiendo al muro y orientar el agua hacia las estructuras de paso del agua paq'chas y kalchas
Muro o anchaca		Viene a ser el soporte de la terraza que en quechua se denomina anchaca. Está construida piedra sobre piedra con estructuras para el manejo del agua. La altura varía de 0,60 a 4.20 m. y el talud de 5 a 10%	Protege al terraplén junto con sus estructuras. Permite la distribución uniforme del agua hacia el siguiente andén.
	Caídas o resaltos denominadas paq'chas	Estructuras en el borde del andén a base de 3 piedras lajas sobresalientes de 0.30 m. de largo y 0.10 m de ancho, tienen en la base del muro una poza disipadora hechas de piedras que amortiguan la caída del agua	Permite pasar el agua a través de caída libre en forma parabólica de un andén a otro andén sin ocasionar daño al muro ni erosionar la base del muro
	Acequias de riego y drenaje denominadas kalchas	Son canaletas de piedra laja menuda adoquinada e incrustada en el muro de los andenes, siguiendo el talud, tienen en la base del muro una poza disipadora hecha de piedras que amortiguan la caída del agua	Permite pasar el agua a través de caída libre en forma parabólica de un andén a otro andén sin ocasionar daño al muro ni erosionar la base del muro
	Estructuras de drenaje y desviaderos o Wischunas.	Son estructuras en el muro del andén (paq'chas o kalchas), sirven para eliminar el exceso de agua del andén, se denominan Wischunas	Permite evacuar agua sobrante de los andenes hacia el canal de bajada de un sector de andenerías que normalmente llega al río colca
Acequia de bajada.		Es un canal de piedra adoquinada que atraviesa un sector de andenerías y articuladas al sistema de infraestructuras de riego de la microcuenca	Permite el riego de un sector de andenerías de acuerdo a los turnos asignadas a las parcelas de varios usuarios
Los accesos o caminos		Conjunto de caminos y accesos que permiten el manejo adecuado de las labores agrícolas en los andenes	El manejo y control oportuno del riego, el traslado de animales y personas de un andén a otro y realizar labores agrícolas.
	Peldaños : sarupas, charq'ña, paticllos o tuykos	Son grupos de piedras largas incrustadas en el muro del andén con distanciamientos uniformes entre piedra y piedra. La cantidad de piedras por grupo depende de la altura del andén y la cantidad de grupos depende de la longitud del muro	Permite el traslado rápido del personal y manejo oportuno del agua de riego en los andenes. También permite realizar las tareas de limpieza y mantenimiento del muro de los andenes
	Escaleras simples o uchuy pukaras	Estructuras construidas en forma de gradas en un extremo de un andén	Permite el traslado de animales y personas de un andén a otro y realizar las labores agrícolas
	Escalera – tipo vereda Jatun pukaras	Estructuras construidas en forma de gradas y en forma paralela a las acequias de bajada en cada sector de andenerías	Permite el acceso para la distribución del agua a los andenes de cada propietario, acceso de animales y personas para realizar las labores agrícolas
Cabañas o guarderías	Utahallas	Son estructuras en forma de covachas, construidas a base de piedra laja debajo del terraplén con la puerta de acceso por el muro del andén	Sirve para guardar cosechas, herramientas y para guarecerse de las lluvias.
Las cajas rituales	Piedra Caja	Estructuras a base de piedra laja, en forma de una caja, ubicadas en el andén principal de una parcela	Son lugares escogidos para la ceremonia central del pago a la tierra en las parcelas.

Fuente: Elaboración propia con fines del presente estudio

## Gráficos N° 5 y 6. Fotografías de andenes mostrando las partes y estructuras



Fuente: Fotografías tomadas con fines del presente estudio

### Características Internas de los Andenes del Valle del Colca

Interiormente los andenes presentan una secuencia ordenada de capas de materiales, que permiten una buena infiltración y retención del agua.

1. Profundidad de la cimentación = 0.40 a 0.50 m., siguiendo el nivel del terreno.
2. Profundidad del suelo agrícola = de 0.60 a 1.20 m., en su mayoría son suelos profundos.
3. Tipo del suelo = franco arenoso a franco, con buena capacidad de infiltración y retener el agua.
4. Profundidad de raíces (vegetal nativa pastos) de 0.70 a 1.20.
5. Presencia de piedras menudas, a partir de 1.60 m. de profundidad
6. Disposición interna de piedras hasta 0.60 m. de profundidad el corte demuestra una sola columna de piedras en el muro, dispuestas de mayor a menor desde la base; después de esto aparecen piedras chicas detrás de las piedras del muro a modo de filtros y de tapones de los orificios entre las piedras.
7. Disposición de las piedras en el muro colocadas piedra sobre piedra, bien incrustadas en su mayoría de largo hacia el interior del terraplén
8. PH, desde 7 a 7.5 en la parte superficial, 8.0 en la parte media y 8.5 en la parte más profunda

### Distribución espacial de los Andenes en el Valle del Colca

De acuerdo al último inventario, en el Valle del Colca desde Huambo hasta Tuti, existen 9,612.80 ha de andenería. La distribución espacial de acuerdo a la pendiente de las laderas nos indica que 3,597.69 ha (37.4%) se hallan en pendientes bajas, menores al 10%, 5,706.2 ha (59.36%), 5,706.2 ha (59.36%) se hallan entre 11% y 30% de pendientes, calificadas como pendientes medias y sólo 302.17 has. (3.14%) corresponden a pendientes mayores al 30%, calificadas como pendientes altas.

### Cuadro N° 4. Distribución de andenes del Valle del Colca de acuerdo a la pendiente del terreno

DISTRITOS	SUPERFICIE DE ANDENES (has.) POR TIPO DE PENDIENTE (%)								TOTAL
	1-10%	11-20%	21-30%	31-40%	41-50%	51-60%	61-70%	71-80%	
ACHOMA	465,45	528,06	176,46	16,01	0,34				1.186,32
CABANACONDE	1.131,77	988,91	282,37	59,15	6,58	3,22	2,32	0,37	2.474,68
CHIVAY	155,59	180,25	101,24	19,01	3,74	0,01			459,83
COPORAQUE	338,63	295,74	128,75	36,37	0,68	0,01			800,18
HUAMBO	302,04	526,33	209,58	35,22	2,66				1.075,83
ICHUPAMPA	151,23	220,81	84,68	14,27	1,88				472,87
LARI	221,94	465,75	165,77	22,26	0,49				876,22

MACA	341,34	377,95	199,01	39,04	1,12				958,46
MADRIGAL	90,02	194,50	88,74	20,37	0,26				393,88
TAPAY	13,87	126,84	72,48	18,06	2,79	0,27			234,32
TUTI	50,64	49,64	9,81	1,09	0,75				111,93
YANQUE	335,17	199,68	32,87	0,04					567,77
<b>TOTAL</b>	<b>3,597.69</b>	<b>4,154.44</b>	<b>1,551.76</b>	<b>280.89</b>	<b>21.28</b>	<b>3.51</b>	<b>2.32</b>	<b>0.37</b>	<b>9,612.80</b>

Fuente: DESCO - COPEME, Inventario de andenes en 11 regiones del Perú, año 2013, realizado por encargo de AGRORURAL.

### Andenes en uso y en abandono

El abandono de los andenes en el Valle del Colca es un problema creciente. Resultados del inventario realizado por DESCO – COPEME, por encargo de AGRORURAL, señalan que del total de andenes del Colca, 3,154.34 ha. (32.82%) son andenes que se encuentran sin uso y en situación de abandono y 6,457.93 ha. (67.18%) son andenes que se hallan en uso agrícola (Cuadro N°).

#### Cuadro N° 5. Andenerías de los distritos del Valle del Colca en situación de uso y abandono.

DISTRITOS	ANDENES SIN USO		ANDENES EN USO		TOTAL
	ha	%	ha.	%	ha
ACHOMA	398.84	33.45	787.48	66.55	1186.32
CABANACONDE	622.14	24.73	1852.55	75.27	2474.68
CHIVAY	173.86	37.81	285.98	62.19	459.83
COPORAQUE	534.96	66.85	265.22	33.15	800.18
HUAMBO	223.07	20.73	852.75	79.27	1075.83
ICHUPAMPA	208.99	44.19	263.87	55.81	472.87
LARI	294.37	33.59	581.84	66.41	876.22
MACA	222.61	23.23	735.85	76.77	958.46
MADRIGAL	164.97	41.88	228.91	58.12	393.88
TAPAY	26.63	11.36	207.69	88.64	234.32
TUTI	53.64	47.92	58.28	52.08	111.93
YANQUE	230.26	40.55	337.51	59.45	567.77
<b>Total</b>	<b>3154.34</b>	<b>32.82</b>	<b>6457.93</b>	<b>67.18</b>	<b>9612.29</b>

Fuente: DESCO - COPEME, Inventario de andenes en 11 regiones del Perú, año 2013, realizado por encargo de AGRORURAL.

Un 32.82% de abandono de tierras para toda la quebrada es un porcentaje elevado y hay distritos donde este porcentaje sobrepasa los 40%, de hecho son los andenes de la margen derecha (Tuti, Coporaque, Yaunque Urinsaya, Ichupampa, Lari y Madrigal) y su explicación principal es la escasez de agua, y la mayoría se hallan en avanzado estado de deterioro por el tiempo, sus canales de riego también se encuentran deteriorados.

Diversos factores han contribuido al proceso de deterioro de los andenes del Valle del Colca, aún los andenes en uso son pocas veces conservados o rehabilitados en forma inmediata por sus dueños. El proceso de deterioro está relacionado a las siguientes causas:

1. Cambio en el uso de herramientas y métodos de siembra como es el caso de la utilización de la yunta, en reemplazo de la chaquitaklla.
2. Cambios en el cultivo, como son el establecimiento de plantaciones de eucaliptos y tunas, establecimiento de cultivos de alfalfa y su posterior invasión por la maleza llamado kikuyo o grama.
3. El pastoreo suelto del ganado que hacen caer paulatinamente las piedras del muro.
4. Años de sequía y escasez del agua de riego, hacen que muchos abandonen sus andenes.
5. Los movimientos sísmicos frecuentes, al encontrarse el Colca dentro de una zona altamente sísmica.
6. Proceso de privatización de los terrenos comunales y el decaimiento de las formas de ayuda mutua.
7. Carencia de mano de obra en las épocas de estiaje, debido fundamentalmente a los flujos migratorios.

8. La poca valoración de parte de los agricultores, sobre la importancia de los andenes en la producción agrícola, lo cual conlleva a juntar dos o más andenes con la finalidad de agrandar el área cultivable..

En el año de 1992 al iniciar con el proyecto de rehabilitación de andenes en la micro-cuenca de Callumayo (en el distrito de Lari), para seleccionar especialistas en rehabilitación de andenes, DESCO constata que los habitantes del valle del Colca en su mayor parte han perdido ese conocimiento ancestral de los principios fundamentales en que se basan la construcción de andenes. La causa podría estar en la disminución catastrófica de la población que sufrió el valle durante la colonia (siglo XVI y XVIII), donde se redujo de 63,000 a algo más de 6,000 habitantes a inicios de la república. Esta situación y las posibles causas arriba señaladas condujeron al proceso de abandono del sistema de andenerías en el valle.

Se supone que disminución de la población, ocasionó la carencia de mano de obra para trabajar toda el área cultivable y se empezó sólo a usar aquellos terrenos más fáciles de conducir, descuidaron los andenes, y también los canales, porque había de sobra agua y terrenos cultivables. Más de dos siglos que se dejaron de hacer las prácticas de conservación de suelos y aguas no permitió la trasmisión de conocimientos entre las generaciones siguientes y hoy lo notamos en cada pueblo, donde es difícil encontrar agricultores que sepan construir y rehabilitar andenes. Más por el contrario se evidencia cuando el campesino junta dos o tres andenes para agrandar su terreno para usar tractor.

### **Características de los Andenes en uso y su grado de conservación**

Los andenes en uso agrícola, no necesariamente se encuentran bien conservadas, estas tienen diferentes grados de deterioro. Evaluando las andenerías de la microcuenca de *Callumayo*<sup>4</sup> con fines de intervención, se pudo comprobar que en esta microcuenca habían 17 sectores agrícolas con un total de 2,442 andenes ocupando una superficie agrícola total de 180.3 ha. Las medidas del muro fueron: longitud total del muro 2,170 m., con alturas de muro comprendidos entre 1.7 hasta 3.1 m (2.56 promedio total), los deterioros del muros eran entre 12.3% hasta 40% (21.48% en promedio). Además en la microcuenca, existen un total de 459 unidades agropecuarias, casi todas con andenería, variando las áreas de cada unidad familiar entre 0.25 y 0.52 ha. (promedio de 0.38 has)

Contar con información cuantitativa, como lo presentado en el cuadro y otras referidas a las medidas del terraplén de los andenes y sobre la disponibilidad de materiales en la zona, son importantes cuando se quiere intervenir andenes de un sector o una micro-cuenca, pues permite realizar los cálculos de requerimientos en herramientas, mano de obra y materiales, también planificar el desarrollo de los trabajos.

El daño a un andén usualmente se inicia por la mala preparación del suelo y la limpieza de los canales de riego y el mal drenaje del suelo, que permiten que el agua se acumule en la superficie. Una combinación de la presión sobre la superficie del andén y derrame en lugares donde el agua se encharca rápidamente permite la erosión y eventualmente la destrucción del andén. Si la parte alta de una parcela con andenes no se mantiene, aún bien conservados los andenes de las partes bajas, pueden ser dañadas.

## **V. MANEJO DEL AGUA EN LOS SECTORES AGRÍCOLAS**

### **Manejo del agua en los andenes**

Los andenes proveen una superficie para el cultivo y, lo que es aún más importante, para la circulación del agua en las parcelas. En caso del Colca, sin riego, no se puede cultivar, solo algunos cultivos temporales para forraje. Por eso los sistemas de andenería de cada microcuenca, están provistos de infraestructuras hidráulicas, compuesto por canales que alimentan de agua y permiten la distribución y manejo ordenado y eficiente del riego. En cada sector de riego, el encargado de repartir los turnos de agua (mita) es el regidor de aguas y lo ejecuta de acuerdo a un padrón de regantes y siguiendo el orden

---

<sup>4</sup> El proyecto de rehabilitación de la microcuenca Callumayo fue la primera experiencia de rehabilitación de andenes, desarrollado por DESCO durante el periodo 1992 y 1994, con apoyo financiero del Programa de Cooperación Hispano – Peruano. Las acciones y resultados del proyecto, sirvieron de base y fuente principal de información para elaborar una propuesta de manejo integral de las microcuencas de la margen derecha del Valle del Colca.

del ciclo agrícola y de acuerdo a los sectores de riego, por cultivos y el reparto se inicia de la chacra más cercana a la fuente, normalmente de arriba hacia abajo en forma consecutiva. Nadie tiene derecho de solicitar si por descuido ha dejado de pasar su turno de riego en orden del cultivo. Las características principales del manejo del agua son las siguientes:

1. Con excepción del distrito de Cabanaconde en los demás distritos el riego es durante el día, pues no hay riego nocturno. En las noches, el agua de los canales es almacenada en los estanques, abarcando así una mayor cantidad de terrenos y evitando la pérdida de agua y deslizamiento de andenes que pudiera ocasionarse durante la noche. Se riega durante el día también debido a las bajas temperaturas nocturnas, que en ciertas épocas congela el agua y baja el caudal en los canales y no hay avance con el riego, sobre todo desde junio hasta agosto.
2. Normalmente, el agua se suelta por una toma principal, luego pasa por las tomas de distribución que permiten la regulación del caudal para tres o cuatro dotaciones a la vez. La regulación del caudal en las tomas de distribución es importante para evitar la destrucción de los andenes, erosión de los suelos o daños en las acequias secundarias y terciarias. Solo en Cabanaconde cada usuario maneja toda el agua, previamente prepara el andén nivelando mediante el maconeo para empozar el agua.
3. Con excepción de Cabanaconde en los demás pueblos, la distribución se realiza 8 horas de riego para un topo y sus fracciones de terreno, la mita es por cultivo. Se inicia en un sector y cubre 2 o más sectores hasta culminar, luego empieza con la mita de otro cultivo. En Cabanaconde - Campiña por su condición de monocultivo el riego gira en torno al maíz y cada usuario usufructúa entre 1.5 a 2 horas traspasando el agua entre usuarios durante el día y noche. El agua se mueve 4 días y 4 noches en Urinsaya y 4 días y 4 noches en Hanansaya, terminan la influencia de un canal, luego pasan a otro canal y así sucesivamente hasta terminar toda la campiña.
4. Las *mitaciones* son obligatorias y por cultivo: mita de maíz, mita de papa, etc. Y el usuario tiene que hacer uso de este orden, de lo contrario pierde su dotación; solo en el caso de Ichupampa, permiten la *mitación* voluntaria, puede postergar el orden y puede preferir el agua para cualquier cultivo, esto genera a veces desorden.
5. En los pueblos donde hay escasez de agua hay mayor número de regidores, tanto para el agua que discurre por los canales, como para agua almacenada en los estanques, por la necesidad misma de cuidar mejor el recurso hídrico. En cambio en sectores donde hay mayor cantidad de agua, un solo regidor administra simultáneamente tanto el agua del estanque, como del agua del canal. Los regidores son nombrados para toda la campaña agrícola.
6. El método de riego es por gravedad, pero existen diferencias en la forma como se ejecuta, por ejemplo en Cabanaconde el riego es por inundación consiste en empozar el agua en los andenes, para lo cual se arregla el terraplén de los andenes y sus "bordos", en cambio en los pueblos de la margen derecha el riego es tendido, haciendo circular el agua por los andenes hasta lograr la humedad hasta una profundidad adecuada.
7. Los andenes, requieren de un manejo muy cuidadoso y preciso, teniendo en cuenta no deteriorar por exceso de inundaciones. Desde antiguo, no sólo los terrenos cultivables de los andenes están debidamente adecuados para la circulación del agua por gravedad, sino también, los canales de riego y los surcos trazados por el arado de yunta y la *chaquitaklla* (cada vez escaso), están hechos de tal manera que el agua de riego puede circular eficientemente.

### Los principales cultivos y el ciclo agrícola

El Valle del Colca sigue siendo un espacio agrícola de una gran variedad de productos, pues los diferentes pisos altitudinales que posee así lo permite. Los principales cultivos, de acuerdo a la superficie que ocupan son diez: alfalfa, papa, maíz amiláceo, haba, arveja cebada, quinua, avena forrajera y trigo. Los demás cultivos como kiwicha, oca, mashua y olluco, se siembran en pequeñas cantidades con fines de autoconsumo, asociados a los cultivos de maíz y papa.

El maíz, se cultiva en la mayoría de los pueblos entre 2.800 y 3.600 msnm. Las tierras de Cabanaconde son las más aptas para este producto, siendo el *maíz cabanita* una variedad propia de este pueblo con 42 ecotipos. Por el calentamiento del planeta y los cambios climáticos que éste ha provocado, hoy ya se cultiva maíz en andenes hasta los 3,700 msnm, por encima de Chivay.

La papa se cultiva en distintas altitudes, desde las zonas templadas hasta las frías. El mejor clima para las variedades de papa está entre 2.500 y 3.800 msnm, son en su mayoría variedades comerciales como la papa canchán, Única y Yungay; también se cultivan variedades nativas junto con los cultivos de oca, mashua (izaño), olluco (papa liza), preferentemente para el autoconsumo. Estos productos se desarrollan mejor en climas semifríos, entre 3.400 y 3.800 msnm.

La quinua y la kiwicha, se siguen cultivando en climas intermedios, tanto para el consumo doméstico como para el mercado urbano. Otros cultivos venidos de Europa, como haba, trigo, cebada y avena, se han adaptado a climas diversos. El haba y arveja se alterna con el maíz y la papa y su producción es básicamente para el mercado Arequipeño. A nivel doméstico, se cultivan en pequeñas cantidades hortalizas (cebolla, zanahoria, lechuga, espinaca, acelga, perejil y otros).

La importancia de la alfalfa y de la avena estriba en la generalizada crianza de animales domésticos (vacunos y ovinos) y animales menores (cuy) que requieren de estos cultivos forrajeros.

La agricultura es una actividad económica que conserva todavía una fuerte tendencia al autoconsumo, aunque en los últimos años se nota un cambio fuerte a través de la articulación de la producción en verde hacia el mercado de Arequipa (papa, habas y arveja), cultivos y variedades comerciales que para lograr cosechas requieren de altas dosis y frecuencias cortas de agua y que el incremento de áreas orientado a estos cultivos agudizaron el problema de la demanda de agua en los sectores de riego.

El ciclo agrícola del Valle del Colca, se inicia en el mes de julio, especialmente en Cabanaconde con la siembra del maíz *cabanita* y en otros pueblos con la siembra adelantada (*mishka*) de los cultivos de haba, arveja y papa. Es en este periodo (agosto a diciembre) donde se agudiza el problema de escasez de agua, cuando las fuentes han disminuido su caudal significativamente y es durante esta temporada donde la distribución de turnos de agua se torna en problema.

La Campaña *michka*, se realiza los meses de julio y agosto para cosechar en verde en los meses de diciembre y enero y lograr la maduración del cultivo para venta a mediados de la estación lluviosa y dependen absolutamente del riego, el manejo del agua para la siembra es libre sin control y cualquiera puede hacerlo, solo comunicando que van a sembrar *mishka*, después del mes de agosto, recién pasan bajo el control de los Regidores de aguas y su manejo ya se hace por turno y bajo el control del regidor de aguas. Normalmente las *mishkas* se instalan en terrenos no heladizos y con cultivos y variedades más resistentes

La campaña *Jatun tarpuy*, llamada también campaña grande, se inicia en la segunda semana del mes de agosto en Cabanaconde con la siembra de maíz y en los demás pueblos a partir del mes de septiembre, apenas que el clima ha cambiado favorablemente, termina cuando finaliza la temporada de lluvias (mes de mayo). El riego se utiliza más en las etapas de barbecho, siembra y durante el primer aporque. En años de lluvia regular, en el periodo de enero a marzo, se riega teniendo en cuenta la frecuencia e intensidad de las lluvias, en caso de que sea abundante ya no se riega. Los cultivos principales son maíz, papa, habas, cebada, quinua y avena.

El riego se realiza siguiendo un turno específico denominado *mitación*, pero existen particularidades que el Regidor de aguas tiene que conocer para un adecuado manejo de la mitación:

- a. La mita, se inicia en un sector de cultivo, termina el sector y pasa a otros sectores hasta terminar.
- b. El riego de *jatun tarpuy*, se empieza siempre por las chacras que están en la parte más alta del sector porque demoran más tiempo en desarrollarse.
- c. La mita de agua a partir del mes de setiembre, empieza por la siembra de *mishka*, el riego de barbecho para papa, el riego de las alfalfas, y el riego para la siembra grande de acuerdo al orden siguiente: maíz, habas, trigo, papa y cebada.
- d. Generalmente la mita se inicia por los sectores cuyos suelos son franco arenosos y gredosos o franco arcillosos, son los que retienen humedad por más tiempo; luego continúa en sectores con terrenos calcáreos y finalmente los cascajosos. Existe una etnoclasificación de suelos como *tullu allpa* (tierra flaca o pobre) y *wira allpa* (tierra fértil o rica); *yana allpa* (tierra orgánica) y *yuraq allpa* (tierra blanca o ceniza de origen volcánico), etc.
- e. En algunas parcelas se priorizan el riego en función al microclima de la chacra, sucede especialmente en los cultivos de *michka* para evitar las heladas y adelantar las cosechas. Existen

categorías de andenes abrigados, denominados “maiceros” y los denominados tierras “heladizas”, o andenes heladizos, ubicadas cerca a las pampas y en los andenes de nivel más alto, los cuales son más fríos, estas parcelas tienen que ser cuidadosamente encuadrados dentro del calendario agrícola.

- f. La alfalfa es un cultivo permanente que encaja en ambas campañas, pero en cuanto al otorgamiento del riego se le prioriza junto a la instalación de la campaña de *mishka*. Este cultivo está ganando más terreno cada año por la demanda de leche de parte de la Empresa Gloria S.A. y Laive.

## El Calendario agrícola

La distribución del agua juega un rol importante en la determinación del calendario agrícola. Con excepción de Cabanaconde, el maíz es sembrado en áreas de andenería desde las partes altas, luego siguen los cultivos y variedades más susceptibles a las heladas, generalmente las especies de habas, arvejas (mes de agosto), siembra primera de papa, maíz y trigo (mes de octubre), luego la siembra entra a las pampas menos heladizas con la cebada. La campaña grande de papas se siembra en los meses de noviembre y diciembre y luego se culmina con la siembra generalizada de la cebada. Algunas veces cuando hay poca agua, los agricultores postergan la siembra de cebada hasta el inicio de lluvias.

Cada una de las actividades del ciclo agrícola está encuadrada dentro del calendario y cada una tiene sus nombres con los que los agricultores identifican. El itinerario del ciclo agrícola del cultivo de maíz en Yanque por ejemplo es como sigue: El riego para barbecho del terreno se inicia en la segunda quincena de junio hasta 25 de julio, estando el terreno barbechado unos 60 días como mínimo; luego se realiza el riego para la siembra de maíz que dura hasta fines del mes de octubre durante el cual se debe haber sembrado con maíz todos los sectores destinados para este cultivo; el cultivo germina y desarrolla esperando la primera dotación de agua (riego *lojme* o *umareo*) que vendrá recién a los 40 a 60 días, esto más o menos en los meses de noviembre y diciembre, con este riego se realiza el aporque de maíz; después de 40 a 45 días vendrá el segundo riego del cultivo de maíz (riego denominado *Ccellway*), para entonces ya empiezan las primeras lluvias cuando el año es normal, lo cual permite acortar la frecuencia de riego a 25 días aproximadamente con lo que se realiza la labor de deshierbo, con este riego el cultivo empieza a madurar choclos verdes; después vienen sucesivos riegos de mantenimiento con frecuencias cortas hasta lograr la madurez total del maíz que normalmente se da a partir de los primeros días del mes de abril, en la que se inicia la operación del *calcheo*, para después cosechar en mazorcas secas a partir del mes de abril. Los demás cultivos siguen un parecido itinerario dentro del calendario

## Los problemas actuales riego.

El regidor por lo general otorga una dotación de agua para cada parcela, lo cual cada agricultor debe manejar en beneficio de sus cultivos, sin embargo el agua no es aprovechada adecuadamente ya sea por la falta de mantenimiento de los andenes y canales de riego, los vicios en el manejo del agua y inadecuado funcionamiento del sistema de mitación por cultivo, los problemas identificados son:

1. La Poca costumbre de arreglar los canales y andenes de parte de los agricultores, generan pérdidas de agua en las parcelas y sectores de riego. Los casos son los siguientes:
  - a) **Canal y andenes bien conservados.**- En este caso el agricultor hace uso de toda la dotación del agua que les va a permitir terminar antes del tiempo previsto, pero lo que sucede es que trata de aprovechar el agua de su turno el mayor tiempo posible, tratando de remojar el terreno con la idea de garantizar mayor tiempo la humedad a su cultivo.
  - b) **Canal bien conservado y andenes mal conservados.**- El andén por estar en mal estado no está en condiciones de aprovechar el caudal de agua que entrega el canal y por lo general el agua se desperdicia, agravando el daño de los andenes y no se termina de regar la parcela, teniendo que solicitar otra dotación extra de unas horas para terminar el riego.
  - c) **Canal y andén mal conservados.**- En este caso el canal por no estar arreglado pierde agua en el trayecto, entrega poca agua a los andenes que también no han sido arregladas previamente y por esta situación la poca agua todavía se pierde y no es aprovechado en los andenes. El riego es casi

ligero y superficial, los cultivos sufren hasta el siguiente turno de riego. Generalmente no terminan de regar y solicitan dotación extra de horas de agua para poder terminar.

d) **Canal mal conservado y andén bien conservado.** El agua de riego llega muy poco al terreno, el agricultor se esfuerza en la eficiencia de riego y a pesar de ello no termina, necesitando mayor cantidad de horas y si no sucede esto el riego es sólo superficial y el cultivo no resiste al largo período entre riego y riego y los cultivos no serán muy satisfactorios.

2. La costumbre de riego por inundación hasta remojar el suelo el mayor tiempo posible, con la creencia de asegurar la mayor humedad posible es un problema que genera el alargamiento de las frecuencias de riego y por tanto afectan el desarrollo y producción de los cultivos en general.
3. El problema de agua, se complica aún más, cuando cada familia tiene parcelas en distintos pisos ecológicos y cultivos diferenciados, que suponen solicitar mitas para cada canal o sector y para cada cultivo y el agua tiene que desplazarse grandes distancias para terminar con la mita. Antes cuando las zonas de producción eran homogéneas, el agua con las mitas regaban en forma consecutiva hasta terminar con el sector y había mayor eficiencia; actualmente el portafolio de cultivos en las zonas, se ha diversificado y la distribución del agua sigue igual, se requiere un nuevo reordenamiento del sistema de distribución o implementar un nuevo plan de cultivo y riego en función al portafolio de los sectores.

### Los andenes y los microclimas

Los andenes son paisajes en los que la agricultura se ha desarrollado en un sistema de policultivos con riego, además de suelos recreados, se diseñaron con vistas a generar microclimas diferentes, en función de los cuales se iban sembrando diversas combinaciones de cultivos adaptados a tales microclimas antrópicos. Los agricultores señalan que los andenes facilitan las labores agrícolas, ya que en los terrenos de ladera, la pendiente dificulta la eficiente ejecución de las labores agronómicas, por ejemplo la yunta no ara a profundidad, las siembras no son uniformes, el manejo de cultivos es desordenado e ineficiente.

Los andenes crean un clima propicio para los cultivos, porque reducen el efecto de las heladas al almacenar el calor del día para irradiarlo en las noches lo que no sucede en terrenos de ladera y pampas. Durante el día reciben radiación del sol de diferentes direcciones (muros y terraza), de noche producen irradiación creando un clima templado favorable para los cultivos. Las zonas de ladera y pampa reciben radiación de una sola dirección y por irradiación pierden fácilmente el calor recibido debido a su amplitud por lo que estas chacras son frías de noche, perjudicando a los cultivos.

Sobre esta afirmación, Jhon Earls (Earls, 1980), ha realizado investigaciones en los andenes de Moray midiendo la temperatura del suelo de los andenes de piedra, que estas tenían una temperatura más alta que los suelos sin andenes y por tanto a través de los andenes se enfrenta mejor a las heladas. De esta manera, Earls ha confirmado lo que Denevan en 1980 ya había planteado en los estudios sobre las prácticas conservacionistas en la época pre-hispánica en el valle del Colca.

Los estudios también han constatado que la retención del agua, permite que la tierra, puede “enfrentarse” mejor frente a las heladas, la temperatura del agua retenida, siempre es más alta que las heladas; de este modo se neutraliza los efectos. También porque en los andenes por su configuración el aire se mueve en forma turbulenta y no enfría ni deseca el suelo y el ambiente, reduciendo el efecto de las heladas. Cuantos más cortos son los andenes hacen mejor el medio ambiente para los cultivos. En terrenos de ladera y pampa, los vientos soplan fuerte por las tardes y se mueven en forma laminar en una sola dirección enfriando y desecando el suelo y el ambiente.

Al crear un ambiente favorable durante el año los andenes permiten completar el período vegetativo de los cultivos, que en el caso de la región sierra es larga por la escasa cantidad de oxígeno que demora el desarrollo de las plantas. Asimismo, la sequía se enfrenta mejor con los andenes porque el suelo permanece húmedo mayor tiempo después de cada riego.

## **Andenes y la conservación de la agrobiodiversidad**

El conjunto de andenes ubicados en diversos lugares de una zona y microcuenca generan diversidad de microclimas que permiten cultivar varios tipos de cultivos que sirven para diversificar la alimentación de los habitantes de los pueblos del Valle del Colca. Las diversas zonas de producción, los pisos ecológicos y el sistema de andenerías han permitido a través del tiempo el desarrollo de una amplia variabilidad genética de los cultivos. Es así, que mediante la realización de un diagnóstico (Desco 2008), se logró realizar un inventario y hacer el respectivo mapeo de zonas de mayor variabilidad genética. El diagnóstico así desarrollado permitió inventariar una colección de 42 ecotipos de maíz, 17 de quinua, 8 de papas nativas, 7 de habas, 8 de mashua, 7 de olluco y 8 de oca. El maíz y la quinua fueron los cultivos de mayor variabilidad genética.

Los aspectos relevantes del diagnóstico desarrollado sobre la variabilidad del cultivo de maíz nos induce a formular los siguientes:

1. De que las localidades de mayor variabilidad genética del maíz son aquellas donde el cultivo en mención viene a ser el principal integrante del portafolio de los cultivos. Tal es así que en Cabanaconde el 80% de las áreas cultivables son destinados al maíz, en Pinchollo el 60% y en Ichupampa el 40%. Estas localidades cuentan con ciertas condiciones climáticas favorables para el maíz: variaciones climáticas no tan bruscas, tienen una temperatura promedio del día superior al 10°C., el problema del agua de riego no es tan crítico como en las otras localidades y los suelos se caracterizan por ser franco arcillosos que permiten una mayor retención de la humedad en el tiempo.
2. La variabilidad genética del cultivo de maíz es parte de la estrategia campesina para contrarrestar las agresiones ambientales, por eso las localidades de cabanaconde y Pinchollo se caracterizan por contar con mayor infraestructura de andenes y en diferentes pisos ecológicos con relación al resto.
3. Los múltiples usos que se le da al maíz en estas localidades, como son: para la alimentación en sus diferentes modalidades, chala para el ganado, para medicina tradicional el intercambio o trueque, para usos rituales, etc. ha permitido al campesino conservar la amplia variabilidad que todavía actualmente existe.
4. El caso de Cabanaconde – sector campiña, es una zona de monocultivo de maíz Cabanita por excelencia que durante años se viene conservando por que la población sabe el manejo de este ecosistema y una tecnología de producción orgánica cuyos componentes radican en: manejo de andenes, manejo del agua, incorporación de materia orgánica, asociación de maíz con trébol carretilla, el barbecho anticipado y generalizado que son prácticas que lo sustentan la producción.

En cuanto a la quinua las zonas o localidades de mayor variabilidad genética encontramos en Yanque y Coporaque con 17 y 13 variedades respectivamente, tal como se puede observar en el siguiente cuadro:

La mayor variabilidad del cultivo de quinua en las localidades tiene su explicación en:

1. Que estas localidades son carentes de agua suficiente para la agricultura (Coporaque por lo menos hasta el año 2,002 era) y las variaciones climáticas son más drásticas, presentándose con frecuencia las heladas y sequías. El cultivo de quinua es el que salva al agricultor porque sea cual sea climatológicamente el año agrícola se logra obtener la producción de este cultivo.
2. La pobre fertilidad de los suelos de estas localidades hace que el agricultor incluya casi siempre a la quinua como asociación dentro de los sistemas de producción, porque responde muy bien a los suelos pobres.
3. En condiciones secas y suelos arenosos como Yanque y Coporaque se utiliza la quinua porque su estructura de planta con raíz profunda, ramificada, de follaje menudo y coriáceo permite mayor captación y retención de la humedad del suelo.
4. Es un cultivo por lo general orgánico porque no se usa ningún tipo de agroquímicos. Es un recurso genético que se mantiene en su mismo ambiente en el que se generó y se adaptó en largos períodos de selección natural.

## **La introducción y desarrollo de cultivos “rentables”**

Diversas instituciones tanto del Estado y también privadas han mirado al Colca como una zona potencial para desarrollar productos para mercados externos y exigentes, tenemos por ejemplo el cultivo de canola promovido por el Programa Sierra Exportadora, el cultivo de alcachofa y haba *baby* promovido por la

Empresa Damper, ambos intentos han fracasado sencillamente por no tener en cuenta y comprender el funcionamiento de los sistemas de riego en la zona, principalmente el riego oportuno para la cosecha del producto. Sólo el cultivo de orégano, logró posesionarse en el distrito de Huambo en zonas de mayor disponibilidad de agua.

Entonces, no es que el Valle del Colca no pueda producir nuevos cultivos o cultivos “apropiados” para el mercado; lo que sucede es que en su promoción no se consideró la lógica del funcionamiento y el control social del riego. Esto que es esencial y muchas veces se obvia en los proyectos y programas de desarrollo.

## VI. LA EXPERIENCIA DE DESCO PARA UNA PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DE ANDENES

La oportunidad de incidir en la recuperación de la infraestructura agropecuaria ha sido desde los inicios un reto muy claro, y esta fue la experiencia que, desde mediados de los noventa, desarrolló DESCO como respuesta a la preocupación de los pobladores de la margen derecha del Valle del Colca por mejorar sus condiciones productivas. Enumeramos todas las fases de la experiencia:

**1. Fase diagnóstico o estudio de línea base.-** Fue el punto de partida del trabajo que fue muy participativo en levantamiento de información y propuestas de parte de los actores locales. Así se identificaron dos problemas principales:

- La pérdida de eficiencia de los sistemas hidráulicos existentes desde cientos de años (en la captación, la conducción, distribución, y almacenamiento);
- La pérdida, en más del 40 %, de la capacidad productiva de los andenes, debida a una serie de problemas y fallas: muros deteriorados o deslizados, destrucción de bordes y terraplenes, deterioro de las estructuras de riego, etc.

En cuanto a andenes, la evaluación realizada en campo, determinó el grado de deterioro de las estructuras del andén y graficar en un mapa las zonas de andenería de las microcuencas, describiendo las características particulares de los diferentes tipos de andenes. A continuación el resumen:

**CUADRO Nº 6. RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE ANDENES EN SECTORES PRIORIZADOS DE 5 MICROCUENCAS**

LOCALIDAD	ANDENES EN USO EN MAL ESTADO (ha)	Número de ANDENES	LONGITUD MURO (m.)	ALTURA MURO (m.)	Porcentaje de DETERIORO
LARI	354.00	2740	151,054	2.01	42
ICHUPAMPA	352.50	1963	118,465	1.94	46
COPORAQUE	144.00	794	39,310	2.20	47
MADRIGAL	229.00	2081	53,301	1.77	39
YANQUE U.	175.50	984	58,500	2.20	36
<b>TOTALES Y PROMEDIOS</b>	<b>1,255.00</b>	<b>8562</b>	<b>420,630</b>	<b>2.024</b>	<b>42</b>

Fuente: Estudio línea base 1993.

### 2. Fortalecimiento de las capacidades de los participantes del proyecto.

Los campesinos más destacados de cada zona, fueron seleccionados y fortalecidos en sus capacidades como los Maestros de Rehabilitación de andenes. Ellos debieron cumplir con requisitos como: tener sus parcelas con andenes bien conservadas, secundaria completa para llevar los registros, ascendencia moral y respeto en su pueblo. Estos maestros directamente han trabajado bajo el control de los integrantes del Comité de rehabilitación de andenes y la supervisión de los técnicos del proyecto. También se realizaron capacitaciones en temas técnico productivo de carácter masivo.

### 3. La concertación y coordinación interinstitucional.

El trabajo demandó fortalecer el proceso de concertación y coordinación interinstitucional en torno a la Comisión de Regantes, en cada localidad se logró la participación de los Municipios, las organizaciones e

instituciones. Así el sector salud ha estado en alerta permanente en la atención de cualquier ocurrencia de accidentes; el Club de Madres organizando la participación de las mujeres en el trabajo y en la preparación de ollas comunes; el Municipio, apoyando con movilidad para el traslado de las cuadrillas.

#### **4. Planificación y organización del trabajo.**

La rehabilitación de las infraestructuras, como es de suponer, requiere de un trabajo organizado y planificado, involucrando a todos los actores de la microcuenca y definiendo en forma clara los roles, compromisos y/o responsabilidades de cada uno y sobre todo de la población beneficiaria. Así, la experiencia que referimos, contó con actores claves como las Comisiones de Regantes, el Comité de obras, la Comunidad campesina, las instituciones públicas y privadas más importantes y con mayor presencia. Las asambleas fueron las instancias máximas para resolver los problemas acontecidos en las actividades de rehabilitación. Un instrumento de control muy valioso por su eficiencia, han sido las tarjetas de control de cada usuario de riego.

#### **5. Los Comités de Rehabilitación y Conservación de Andenes.**

Se constituyeron en cada localidad los Comités de rehabilitación de andenes con 5 integrantes, fueron los encargados de organizar la parte ejecutiva del proceso de rehabilitación. Ellos, con los técnicos del proyecto y los maestros de obra, planificaron semanalmente los sectores y áreas de intervención con participación de los campesinos de cada sector, coordinando con el Regidor sobre los turnos de agua. Estos comités también se encargaron de centralizar y consolidar los registros de avance de la obra en continua comunicación con los maestros y dirigentes de las Comisiones de Regantes.

#### **6. La participación de los beneficiarios.**

La participación de los beneficiarios, fue definida en la asamblea de cada una de las Comisiones de Regantes<sup>5</sup>. Establecido una meta de inversión que implicase al financiamiento del proyecto en una relación de equilibrio con el aporte del beneficiario. El costo de recuperar una hectárea de andén es de S/35,729.00 nuevos soles, la participación de los agricultores, es de S/15,294.25 nuevos soles o sea (43%) por cada hectárea de andén rehabilitado. El incentivo económico para los trabajadores fue equivalente al 55% del jornal de la zona en ese momento. Los beneficiarios usaron diversas formas de participación familiar para cumplir con sus compromisos.

El maestro de obras, además de dirigir las obras conduciendo una cuadrilla de 20 trabajadores, fue clave para organizar los trabajos en coordinación con cada uno de los beneficiarios, exigiendo el cumplimiento de los compromisos asumidos como beneficiario; reportar semanalmente el informe de los avances de ejecución, así como del comportamiento de la planilla.

#### **7. El proceso de rehabilitación de andenes**

El proceso de rehabilitación viene a ser una secuencia cuidadosa de intervenciones a las diferentes partes y estructuras de un conjunto de andenes, por lo cual es importante conocer los parámetros del andén. En el caso del Valle del Colca, se consideraron: La pendiente longitudinal de la terraza, ancho de la terraza, pendiente transversal de la terraza, talud del muro de contención, altura del muro, ancho de la base del muro, profundidad de la cimentación, ancho final del muro, las diferentes obras de arte (accesos, canales, guarderías, etc.)<sup>6</sup>

En un proceso de rehabilitación de esta naturaleza es importante entender y valorar los conocimientos ancestrales acerca de las características internas del andén: la disposición de las diferentes capas de los

---

<sup>5</sup>El proyecto aportó cuadrillas de trabajadores equipadas con herramientas básicas, equivalentes al 70% de la mano de obra requerida para la rehabilitación de cada parcela, incluyendo la mano de obra calificada (maestro de andenes), un perforista y un detonador de piedras que trabajó en forma rotativa para varias cuadrillas y el profesional responsable de la dirección técnica. Mientras, el beneficiario se hizo cargo del 30% de la mano de obra, la atención a los trabajadores con el almuerzo, la chicha, etc. Y, sobre todo, la preparación anticipada del terreno (la limpieza de muros y el riego de la terraza) para permitir un trabajo más eficaz.

<sup>6</sup>El proceso constructivo de rehabilitación toma como base las características del andén original, buscando en primer término cimentación original, empalmado las piedras en función de su tamaño (de mayor a menor) para colocar luego el material de relleno (piedras chicas, cascajo y tierra). El talud define la estabilidad del muro como soporte del suelo, estabilidad que depende de la forma, tamaño y peso de la piedra. El muro de contención puede tener entre 0.5 y 3 m de altura según el tipo de material, la pendiente de la ladera y el límite de la fuerza humana.

materiales (suelo agrícola, los cascajos y las piedras); de igual manera es importante entender sobre los conocimientos de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, y cómo ese conocimiento se hace patente en lo heredado como pautas de manejo de la conservación, permeabilidad, textura y fertilidad orgánica y mineral de los andenes. La tecnología andina empleó principios de infiltración, captación y pérdida de calor por irradiación y convección de fluidos, así como prácticas mecánicas que reducen la erosión.

Asimismo, es importante entender la arquitectura de la construcción de los andenes, la disposición y tipos de materiales que se usan desde la cimentación, la forma de empalme entre las piedras en el muro, la forma y medidas de disposición y distribución de los materiales en las obras de arte, la forma de disposición de los rellenos y su compactación. Antes de todo, tener en cuenta las condiciones previas para el trabajo: limpieza del terreno, humedad del suelo, la separación de materiales, la cantidad de materiales, las canteras para proveerlas si es que faltare.

## RESULTADOS E IMPACTOS DE LA EXPERIENCIA DE REHABILITACIÓN DE ANDENES

Los proyectos ejecutados por DESCO, han sido integrales, dentro del enfoque de manejo sistémico de la microcuencas como unidades de implementación de propuestas, donde la rehabilitación de andenes ha ido articulado a otras actividades que les asegure su sostenibilidad en su funcionamiento. En ese marco los principales resultados e impactos fueron:

- Se ha recuperado a nivel masivo una tecnología tradicional de conservación de suelos y aguas, patrimonio cultural del valle, fomentándose en distintos niveles su práctica constante.
- Un total de 914.04 ha, con 6372 andenes rehabilitadas en 6 microcuencas del valle del Colca, recuperadas al 100% en su capacidad productiva, beneficiando a 2,386 familias. (Cuadro N° )

### Cuadro N°7. Resultados de la rehabilitación de andenes en 6 microcuencas del Valle del Colca

Localidad	Área intervenida	N° andenes	Medidas de los andenes intervenidos			Familias beneficiarias
			Longitud muro	Altura muro	Ancho muro	
Lari	217.87	1,680	87,180	1.99	25.00	571
Ichupampa	245.90	1,379	71,484	1.99	34.40	584
Madrigal	227.43	2,069	52,891	1.77	43.00	495
Yanque	36.21	217	10,973	2.30	33.00	261
Coporaque	136.01	753	37,262	2.20	36.50	343
Chivay	50.62	274	18,080	1.80	28.00	43
Total	914.04	6372	277,870	2.01	33.32	2386

Fuente: Elaboración propia a partir de los registros de maestros de andenes

- Se ha mejorado la infraestructura de riego: 61 canales que suman 28.8 km. (entre principales y secundarios), 25 estanques de almacenamiento de agua y 182 partidores de agua. Estas infraestructuras benefician a 2,330 familias.

### Cuadro N° 8. Resultados de mejoramiento de Infraestructura de riego en 6 microcuencas del Valle del Colca

Distrito	N° canales mejorados	Longitud total de canales mejorados (m)	N° Estanques mejorados	N° de partidores colocados	N° familias beneficiarias
Coporaque	5	4,785	3	38	350
Ichupampa	10	6,372	4	48	200
Lari	23	6,807	7	46	360
Madrigal	7	1,430	5	17	300
Yanque	9	7,100	2	18	420

Chivay	7	2,318	4	15	400
TOTAL	61	28,812	25	182	2,230

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de obra.

- Se ha mejorado el manejo de agua en las parcelas, logrando la eficiencia de aplicación promedio de 48% y gracias a esto en los sectores de intervención hubo reducción en los intervalos de riego en un promedio del 30% (de 60 a 40 días en promedio). Existen aún limitaciones para asumir los planes de cultivo y riego y lograr un mejor uso.
- Los efectos combinados de la mayor disponibilidad de agua, el mejor aprovechamiento de nutrientes, la recuperación del área ociosa y la reducción de la erosión, dieron como resultado incrementos en rendimientos promedios de los cultivos: papa de 10.4 T.M. a 30.5 T.M./ha, maíz de 1.2 a 3.1 T.M./ha, quinua de 1.10 a 2.3 T.M./ha.
- Se ha logrado determinar el costo promedio de rehabilitación de una ha. de andenes en 35,729.00 nuevos soles, asumiendo los beneficiarios S/.15,294.25 (43%), bajando el costo de jornal a menos de S/.35.00 por persona por día, constituyéndose así en un incentivo económico.
- Mayor conciencia conservacionista en los habitantes: realizan anualmente el mantenimiento de los andenes; La organización, obliga a los usuarios el arreglo de andenes antes de cada campaña agrícola; los Municipios priorizan obras de manejo de los recursos naturales agua y suelo.
- Igualmente se ha avanzado de manera significativa en:
  - Ampliación del portafolio de cultivos, introduciendo nuevos productos con mayor nivel de rentabilidad. (ajo, cebolla y orégano).
  - Recuperación de la práctica de barbecho anticipado como forma de mejorar la fertilidad de los suelos, control de malezas, plagas y enfermedades.
  - Costumbres y tradiciones del agua y tierra (como el *Tinkachi*) se han visto fortalecidas, reforzando la identidad local y generando un mayor respeto a la tierra y al agua.
  - Organizaciones *de Regantes* fortalecidas, concertación y coordinación con los Gobiernos locales y otros actores en la planificación y ejecución de los trabajos y actividades agrícolas.
  - Valoración del papel de la mujer reconociendo su participación con los mismos derechos y oportunidades que los varones. La distancia entre los niveles salariales se ha reducido..
  - La generación del empleo permitió mejores condiciones de vida, lo que se manifiesta en mejoras en las viviendas, contar con artefactos eléctricos, aparición de comercios locales, mayor estabilidad de la población, se redujo el problema del alcoholismo y problemas de robos en las localidades.
  - Se especializaron 65 maestros en andenerías y muchos de estos maestros fueron contratados para conducir trabajos en Arequipa, Huancavelica y Ayacucho.
  - Los propietarios de los andenes han capitalizado sus propiedades los terrenos con andenes rehabilitados incrementaron su valor en 100%.

#### Gráficos 7 y 8 Proceso rehabilitación de un andén en Yanque y andenes rehabilitados de Uyo uyo



Fuente: Fotos del proyecto de Rehabilitación de andenes

### **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

1. Earls, J., (1989), *Planificación agrícola andina: bases para un manejo cibernético de sistema de andenes*. Lima: COFIDE
2. Denevan, W., (1986), *The cultural ecology, archaeology and history of terracing and terrace abandonment in the Colca Valley of southern Perú. Technical report to the National Science Foundation and the National Geographic Society. Vol 1*. University of Wisconsin, Madison, Department of Geography.