

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA**



**“PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO  
PRESURIZADO EN ANDENERÍA EN LA MICROCUENCA  
HUACACCARA COTAHUASI – AREQUIPA”**

**TESIS**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**RENE QUISPE CHAMBI**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÍCOLA**

**PUNO – PERÚ**

**2012**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA**

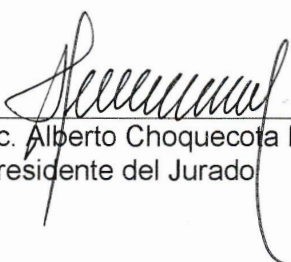
**TESIS:**

**"PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO EN  
ANDENERÍA EN LA MICROCUENCA HUACACCARA COTAHUASI –  
AREQUIPA"**

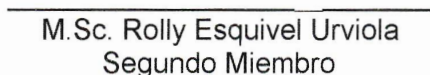
Presentada a la Dirección de Coordinación de Investigación de la Facultad de  
Ingeniería Agrícola, como requisito para optar el Título Profesional de:

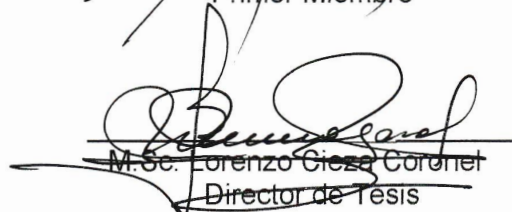
**Ingeniero Agrícola**

**APROBADA POR:**

  
M.Sc. Alberto Choquecota Riva  
Presidente del Jurado

  
M.Sc. Germán Belisario Quispe  
Primer Miembro

  
M.Sc. Rolly Esquivel Urviola  
Segundo Miembro

  
M.Sc. Lorenzo Cieza Coronel  
Director de Tesis

**EJECUTADO POR:**

  
Bach. René Quispe Chambi  
Tesista

  
Ing. Teófilo Chirinos Ortiz  
Asesor de Tesis

PUNO – PERU

2012

**ÁREA : Ingeniería y Tecnología**  
**TEMA: Gestión de sistema de riego**  
**LÍNEA: Recursos Hídricos**

## DEDICATORIA

*Dedico esta Tesis:*

*A ti Dios, quien me dio la fe, fortaleza, salud y esperanza para realizar esta Tesis.*

*A mis queridos padres, Ernesto y Julia quienes me enseñaron desde pequeño a luchar para alcanzar mis metas, especialmente por sus sabios consejos y por estar a mi lado y apoyarme en todo momento.*

*A Andrea, mi pareja fiel y sincera, quien me brindo su amor, comprensión y apoyo para que pudiera terminar esta tesis.*

*A mi adorado hijo Alexander, por ser mi fuerza y templanza, su nacimiento ha sido el acontecimiento más maravilloso en mi vida y me ha dado la fuerza necesaria para culminar mi Tesis y de igual manera a mi recordado hijo Daniel, a quien considero mi ángel de guarda, que desde el cielo me acompaña todos los días de mi vida para quien va dedicado esta tesis.*

*A todos ellos con mucho cariño y amor.*

## AGRADECIMIENTO

*Antes que a todos quiero agradecer a Dios por darme la fuerza necesaria en los momentos en que más la necesité y bendecirme con la posibilidad de caminar a su lado durante toda mi vida.*

*Son muchas las personas especiales a quien quisiera agradecer, algunos están cerca a mí y otras en mis recuerdos y corazón. Sin importar estén donde estén o si alguna vez llegan a leer este agradecimiento quiero darles las gracias por formar parte de mi, por todo lo que me han brindado durante mis estudios universitarios, en el trabajo y en la elaboración de este trabajo.*

*Doy el más sincero agradecimiento a los docentes de la Facultad de Ingeniería Agrícola, por sus conocimientos impartidos durante mi vida universitaria, por que hicieron en mi un buen profesional y una mejor persona.*

*No puedo dejar de agradecer a mi asesor, Ing. Teófilo Chirinos Ortiz, a mi director de Tesis, Ing. Lorenzo Cieza Coronel, por sus consejos y ayuda desinteresada.*

*Quiero agradecer además a mis hermanos Vidal, Hernán, Norma, Marina, Marisol y Casar, quienes me apoyaron y alentaron en todo momento.*

*René*

## INDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.	JUSTIFICACIÓN.....	1
1.3.	ANTECEDENTES.....	2
1.4.	OBJETIVOS.....	3
1.4.1.	Objetivo general.....	3
1.4.2.	Objetivos específicos.....	3
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1.	La micro-cuenca.....	4
2.2.	Diagnóstico de los recursos hídricos.....	4
2.3.	Uso del SIG en la planificación del manejo de los recursos naturales.....	4
2.4.	Clasificación de tierras según capacidad de uso mayor.....	5
2.4.1.	Tierras aptas para cultivo en limpio.....	6
2.4.2.	Tierras aptas para cultivo permanente.....	6
2.4.3.	Tierras aptas para pastos.....	6
2.5.	Clasificación de áreas por su aptitud para el riego.....	6
2.5.1.	Factores de clasificación de suelos para riego tecnificado.....	7
2.5.2.	Categorías de clasificación por aptitud para riego tecnificado.....	8
2.6.	Estudio de la disponibilidad de agua.....	9
2.6.1.	Cálculo de la disponibilidad de agua.....	9
2.6.2.	Fuentes de abastecimiento y disponibilidad del agua.....	9
2.6.3.	Medición del volumen de agua.....	10
2.7.	Calidad de agua de riego.....	12
2.8.1	La Concentración de sales solubles.....	12
2.8.2	La Concentración relativa del sodio con respecto a otros cationes.....	13
2.8.3	Concentración de Boro y otros elementos que pueden ser tóxicos.....	13
2.8.4.	Concentración de Bicarbonatos con relación a la concentración de Calcio y Magnesio.....	14
2.8.	Necesidades de agua de riego.....	14
2.8.1.	Necesidades de agua de los cultivos.....	14
2.8.2.	Evapotranspiración de cultivo (ETC).....	15
2.8.3.	Coeficiente de cultivos (Kc).....	15
2.8.4.	Necesidades de agua de un sistema de riego.....	16
2.9.	Los sistemas de riego.....	17
2.9.1.	Selección de los sistemas de riego.....	17
2.9.2.	El sistema de riego presurizado.....	19
2.9.3.	Capacidades y limitaciones para el riego tecnificado.....	24
2.9.4.	Estudio para el desarrollo de riego tecnificado en ladera.....	24
2.9.5.	Los andenes.....	29
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
3.1	Características del Ámbito de Estudio.....	31
3.1.1.	Ubicación del ámbito.....	31
3.1.2.	Extensión.....	31
3.1.3.	Limites.....	31
3.1.4.	Vías de acceso.....	32
3.2	Materiales.....	34
3.2.1.	Información cartográfica.....	34

3.2.2.	Información climatológica. ....	34
3.2.3.	Información disponible utilizada. ....	34
3.2.4.	Equipos de medición y análisis. ....	35
3.2.5.	Software utilizado. ....	35
3.3	<b>METODOLOGÍAS. ....</b>	<b>35</b>
3.3.1.	Metodología empleada para el estudio básico de la zona. ....	37
3.3.2.	Metodología para determinar la aptitud de suelos para riego presurizado. ....	38
3.3.3.	Metodología para determinar la disponibilidad y calidad de agua de las fuentes hídricas. ....	43
3.3.4.	Metodología para determinar las necesidades de agua de riego....	46
3.3.5.	Metodología del diseño del sistema de riego presurizado por microaspersión para andenería. ....	52
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ....</b>	<b>66</b>
4.1.	Estudio básico de la microcuenca. ....	66
4.1.1.	Condiciones topográficas de la micro-cuenca. ....	66
4.1.2.	Condiciones fisiográficas de la micro-cuenca. ....	67
4.1.3.	Condiciones climatológicas de la micro-cuenca. ....	67
4.1.4.	La estructura agrícola actual. ....	71
4.1.5.	Uso y estado de los andenes. ....	75
4.2.	Determinación de suelos con aptitud para riego presurizado. ....	76
4.2.1.	Clases de suelos según su capacidad de uso mayor. ....	77
4.2.2.	Clases de suelos según su aptitud para implementar riego presurizado. ....	79
4.3.	Determinación de la disponibilidad y calidad de agua de las fuentes hídricas en la microcuenca. ....	81
4.3.1.	Las fuentes de agua. ....	81
4.3.2.	Uso de las fuentes de agua. ....	82
4.3.3.	Disponibilidad de agua para riego en la micro-cuenca. ....	84
4.3.4.	Calidad de agua de riego. ....	85
4.4.	Determinación de necesidades de agua para la cedula de cultivo actual. ....	86
4.5.	Sistema de riego presurizado para andenería. ....	96
4.5.1.	Condiciones generales para el planteamiento del sistema de riego presurizado en andenería. ....	96
4.5.2.	Diseño agronómico planteado para el "sector V". ....	101
4.5.3.	Diseño hidráulico del sistema de riego. ....	105
4.5.4.	Cabecal de riego. ....	107
4.6.	Evaluación económica. ....	108
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>119</b>
5.1.	CONCLUSIONES. ....	119
5.2.	RECOMENDACIONES. ....	121
<b>VI.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA. ....</b>	<b>122</b>

## RESUMEN.

La presente investigación fue realizada en la “Microcuenca Huacaccara”, que tiene una extensión de 6,354.34 hectáreas y está ubicada en el Distrito de Cotahuasi, Provincia de la Unión, Departamento de Arequipa, en beneficio de 1164 productores agrícolas con sistemas de andenerías, organizados en 06 comisiones regantes.

El objetivo de la investigación es plantear un sistema de riego presurizado, con el fin de tecnificar el sistema de riego por gravedad y garantizar el abastecimiento de agua del área bajo riego actual. Para ello, se ha adoptado un proceso metodológico que comprende las siguientes etapas: identificación de áreas con aptitud para riego presurizado, identificación y análisis de disponibilidad de las fuentes de agua, determinación de las necesidades hídricas de la cedula de cultivo existente, planeamiento del sistema de riego presurizado general y la evaluación económica y el diseño parcelario.

Los resultados obtenidos de esta investigación se resumen así:

- Se han identificado 444.36 ha. de suelos aptos para riego presurizado, 51 fuentes de agua superficial para riego que generan una “oferta hídrica” permanente de 214.26 lits/seg, de un total de 86 fuentes inventariadas para diferentes usos. La calidad del agua para riego es clase C1S1, salvo la fuente manantial Huayllacocha que corresponde a clase C3S1, los que caracterizan a aguas de muy buena calidad para el riego.
- Las necesidades de agua de riego demandado varían de 27.19 m<sup>3</sup>/ha/día a 57.38 m<sup>3</sup>/ha/día. Según el balance hídrico efectuado existe “Superávit hídrico”, lo que demuestra que se atenderá las necesidades de agua de los cultivos. Que será un Sistema de riego por “Micro aspersion”, que consta de 19 subsistemas de riego sectorial y su diseño se hará a nivel sectorial, en el presente investigación se ha diseñado el “Subsistema V”, y la condición económica resulta que: para un 15% valor como costo de oportunidad del capital se obtuvo que el VAN es s/. 5854.59, con TIR de 37.01% y la relación B/C es 1.18, lo que significa que este sistema de riego es **Rentable**, con un presupuesto de s/. 12,023.44 nuevos soles.

## I. INTRODUCCIÓN.

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El desarrollo de las zonas rurales en nuestro país está íntimamente ligado a la agricultura por las condiciones geográficas, culturales, tradición, etc., por ende los pobladores en la Micro-cuenca Huacaccara no son ajenos a esta realidad. La situación agropecuaria esta caracteriza por una **baja productividad** agropecuaria, siendo este el problema principal, realidad que se viene suscitando por muchos años, debido principalmente a: la escasa disponibilidad de agua y uso ineficiente del mismo; la dispersión y minifundio de las unidades de producción, en donde se han construido los andenes para el desarrollo de los cultivos y que estos a la vez representan patrimonio cultural y paisajístico, valorizada en el marco de área natural protegida - ANP. Existiendo por lo tanto bajos niveles de rendimiento en la producción y productividad agrícola y como consecuencia es afectada directamente al desarrollo socioeconómico de los pobladores.

La complejidad de todos estos factores sumados a las características sociales del poblador rural, muestran que las acciones de desarrollo se deben realizar en forma integral, pero por la poca disponibilidad de recursos con la que cuentan los agricultores obligan a centrarse en algunos recursos, y para nosotros adquiere vital importancia el “Agua”.

### 1.2. JUSTIFICACIÓN.

El planteamiento del sistema de riego presurizado por micro aspersion en andenes, se justifica básicamente en que responde a la solución del problema principal, por que:

- Posibilita la tecnificación del sistema de riego actual (gravedad) para optimizar el aprovechamiento y uso del recurso agua en el riego de los cultivos.



- Garantiza la disponibilidad de agua para el riego y optimiza el uso del mismo en su momento y frecuencia de riego.
- Además de ello hace posible la disminución de riesgos de erosión de las paredes de los andenes y controlar el microclima para protección contra heladas.
- A la vez, facilita cambios en la cédula de cultivos, con especies de mayor demanda comercial y exigencias del mercado, reduciendo costos de producción en el rubro de mano de obra empleada para el riego.
- Garantiza la producción y productividad agrícola hasta en doble campaña y con ello mejorar el nivel de vida de los agricultores.

### 1.3. ANTECEDENTES.

El Instituto de Promoción para la Gestión del Agua - IPROGA, (Lima, 2001), muestra importantes experiencias de riego por aspersión realizadas durante los últimos años en áreas rurales de ladera en los departamentos de Cajamarca y Cusco.

Aquí se describen los resultados que lograron estas experiencias y que influyeron en la decisión de implementar sistemas de riego por aspersión:

- Escasez de agua en zonas de ladera, con topografía accidentada, donde los problemas de infraestructura, de conducción y distribución, así como las prácticas de riego parcelario resultan en uso ineficiente del agua y afectan los suelos.
- El riego por aspersión hace posible la optimización del uso del agua y ofrece más de una cosecha por año.
- Reduce costos de mano de obra empleada para el riego, y su mantenimiento.
- Permite el uso de pequeños caudales en el riego de laderas, donde no se puede regar por gravedad y en terrenos de ladera se puede lograr presión de agua sin costo adicional por uso de energía.

## 1.4. OBJETIVOS.

### 1.4.1. Objetivo general.

Plantear un sistema de riego presurizado en andenería para la micro-cuenca Huacaccara, rescatando la infraestructura actual y la estructura organizacional existente en la zona que consideramos positivos para lograr el objetivo.

### 1.4.2. Objetivos específicos.

1. Determinar suelos con aptitud para la implementación de un sistema de riego presurizado.
2. Determinar la disponibilidad y calidad de agua de las fuentes de agua.
3. Determinar las necesidades de agua de riego para la cedula de cultivo existente.
4. Plantear un sistema de riego presurizado en andenes, mostrando la factibilidad técnica y económica.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1. La micro-cuenca.

VASQUEZ V. A. (8), Se llama micro cuenca, a cuencas pequeñas o se les llaman también quebradas, valles o vallecitos; generalmente tienen una extensión menor a las 10 mil Has. Al ocupar un territorio pequeño se hace más fácil la comunicación, la relación y coordinación entre las diversas personas, grupos e instituciones que viven y trabajan en ella, esto es una ventaja para promover el desarrollo de la micro-cuenca y es necesaria la participación de todos en la gestión, cuidado y uso de los recursos naturales de la zona.

### 2.2. Diagnóstico de los recursos hídricos

VASQUEZ V. A (8), Se entiende como el requerimiento de los diversos grupos de usuarios para satisfacer sus necesidades en cuanto a cantidad y calidad de agua. En el medio rural, se debe tomar en cuenta la demanda de agua requerida para la subsistencia y desarrollo de los asentamientos rurales. Las demandas agrícolas se calculan sobre la base de las demandas mensuales de las diferentes alternativas de cultivo, que satisfagan las demandas de alimento de la población.

### 2.3. Uso del SIG en la planificación del manejo de los recursos naturales.

HIJAMS D. ROBERT (9), Los Sistemas de Información Geográfica – SIG, son un conjunto de métodos y herramientas que actúan en forma coordinada y lógica, para recolectar, almacenar, actualizar, manipular , analizar y visualizar la información espacial y no espacial de los elementos considerados de nuestro entorno, con el fin de satisfacer las necesidades de los usuarios.

HIJAMS D. ROVERT (9), La utilización del SIG en los procesos de la planificación física del territorio a llevado a los países con experiencia a crear mecanismos que permitan trabaja sobre áreas de gran extensión, es así que se desarrolla la planificación regional permitiendo abarcar grandes extensiones de territorios. Los esquemas y metodologías son diversos pero siempre influyen en el mismo objetivo, la planificación física del territorio.

#### **2.4. Clasificación de tierras según capacidad de uso mayor.**

ROJAS A. (19), Ejecuta el "Proyecto Regional de ordenamiento espacial y desarrollo integrado de valles alto andinos (Año 1984), para la Corporación Departamento de desarrollo de Arequipa – CORDEAREQUIPA, quien para clasificar suelos según; Capacidad de Uso Mayor de las Tierras; Fertilidad de suelos y Calidad Agrológica emplea las normas y técnicas de CUMAT, Codazzi y Storie, respectivamente.

Posteriormente el Ing. M.Sc. Alberto Herrera Torres (2006), para el "Estudio edafológico de la sub cuenca Cotahuasi - Arequipa", en la parte interpretativa de clasificación de las tierras según su Capacidad de Uso Mayor, Emplea el Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú aprobado por el Decreto Supremo N° 0062-75-AG con las modificaciones sugeridas por ONERN (1982). Dentro de esta categoría se incluyó la identificación y cuantificación de las limitaciones de suelos debido a mal drenaje, erosión, suelos y clima.

ONERN (1982), el sistema de clasificación de las tierras está conformado por tres categorías de grupos de suelos:

- A). Grupos de capacidad de uso mayor.
- B). Clases de capacidad.
- C). Sub clases de capacidad.

En donde el grupo de capacidad de uso mayor destaca:

#### **2.4.1. Tierras aptas para cultivo en limpio.**

ONERN (1982), Se refiere a aquellos suelos que reúnen condiciones ecológicas que permiten la remoción periódica y continuada del suelo para el sembrío de plantas herbáceas y semi arbustivas de corto período vegetativo, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo, ni alteración del régimen hidrológico de la Micro-cuenca.

#### **2.4.2. Tierras aptas para cultivo permanente.**

ONERN (1982), Está referido a aquellos suelos cuyas condiciones ecológicas no son adecuadas a la remoción periódica y continuada del suelo, pero que permiten la implantación de cultivos semi-perennes y perennes, sean herbáceas, arbustivas y frutales, bajo técnicas económicamente accesibles al agricultor del lugar.

#### **2.4.3. Tierras aptas para pastos.**

ONERN (1982), Se refiere a aquellos suelo que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivo en limpio o permanente, pero que si permiten la implantación de pastos cultivados o el uso de pastos naturales bajo técnicas económicamente accesibles al agricultor del lugar.

### **2.5. Clasificación de áreas por su aptitud para el riego.**

ROJAS A. (19), en el proyecto "Proyecto Regional de ordenamiento espacial y desarrollo integrado de valles alto andinos (Año 1984), para la Corporación Departamento de desarrollo de Arequipa – CORDEAREQUIPA para el reconocimiento de suelos según su aptitud para el riego, adopta una técnica basada en normas de CUMAT, Codazzi y Storie, respectivamente considerando los aspectos siguientes:

- a). Ubicación y extensión.
- c). Escenario Fisiográfico.
- d). Escenario Ecológico.
- e). Escenario Topográfico

Estos aspectos sirven para especificar los factores condicionantes para el riego tecnificado:

### **2.5.1. Factores de clasificación de suelos para riego tecnificado.**

#### **2.5.1.1. Factor suelo.**

ROJAS A. (19), Refiere a las características edáficas y físicas de lo suelos que condicionan para estar bajo un régimen de riego tecnificado, y están relacionados a la profundidad, Textura, infiltración, susceptibilidad a la erosión, capacidad de retención de humedad, complementada con las características químicas entre las que consideramos el pH, CE, Capacidad de intercambio Cationico y otros.

#### **2.5.1.2. Factor topográfico.**

ROJAS A. (19), refiere a la facilidad o dificultad para instalarlo un sistema de riego tecnificado y poner en funcionamiento, así como la manejabilidad de las mismas, para el análisis de este factor se consideran cuatro aspectos: La pendiente, el relieve, la posición y forma.

- a). El grado de pendiente influye en el sentido de regular la distribución de la red del sistema de riego, considerando la susceptibilidad de los suelos a la erosión, el tipo de cultivo, la velocidad de infiltración, y la capacidad de retención de humedad aprovechable.
- b). La relieve tiene importancia desde el punto de vista de nivelación por lo siguiente: alto costo en la nivelación, mayor cantidad de accesorios y dificultad de manejar la presión de trabajo en todo el sistema.

- c). La posición, en la que consideramos son tres casos: Aislada de las fuentes de agua, alta y baja respecto a generación de presión para el funcionamiento del sistema., además requerimiento de trabajos adicionales de ingeniería.
- d). La forma, desde el punto de vista construcción, instalación y manejo por lo general son forma de terrazas o andenes, que requieren un manejo cuidadoso del sistema por cada andén para poder distribuir el agua de riego.

#### **2.5.1.3. Factor cultivo.**

ROJAS A. (19), Para el análisis de este factor es importante clasificar cultivos según aplicabilidad para el riego sea por goteo o aspersión, ya que no todos los cultivos son apropiados para riego por goteo y por aspersión.

#### **2.5.1.4. Factor infraestructura.**

ROJAS A. (19), Este factor tiene importancia desde el punto de vista disponibilidad de agua en la zona como fuente de abastecimiento para riego, además de la frecuencia de riego y la condición de toda la infraestructura.

#### **2.5.2. Categorías de clasificación por aptitud para riego tecnificado.**

Los suelos pueden agruparse en base a su aptitud para el riego tecnificado, en tres grupos generales:

- Suelos aptos para riego presurizado.
- Suelos aptos con limitaciones para riego presurizado.
- Suelos no aptos para el riego presurizado.

## 2.6. Estudio de la disponibilidad de agua.

BROUWER C. (5), Desde el punto de vista hidrológico, se refiere a la cantidad de agua que se dispone en un sistema hidrológico para abastecer la demanda de un usuario de agua. Esta cantidad puede provenir de la lluvia o está disponible en ríos, manantiales, lagunas, nevados.

### 2.6.1. Cálculo de la disponibilidad de agua.

BROUWER C. (5), Refiere que en el cálculo de disponibilidad de agua nos encontramos generalmente frente a dos situaciones:

#### **a.- Caso en que la fuente (ríos o manantiales) tienen datos históricos de caudales.**

En este caso, es suficiente procesar los datos históricos de caudales, estos datos se pueden analizar estadísticamente, mediante un análisis de frecuencia. Lo más común es elaborar la “curva de duración” de caudales, a partir del cual se puede determinar los caudales disponibles para un determinado nivel de persistencia. Para el caso de proyectos de riego, es suficiente trabajar con datos mensuales o registro de aforos en épocas de estiaje.

#### **b.- Caso en que la fuente de agua no tiene datos históricos de caudales.**

En este caso es posible el uso de métodos de aproximación, “Método Racional”, es un método más eficiente por su sencillez, se puede usar en cuencas pequeñas.

### 2.6.2. Fuentes de abastecimiento y disponibilidad del agua.

BROUWER C. (5), considera que en cada zona de riego hay una demanda de agua y un abastecimiento de agua:



La demanda de agua varía a lo largo del tiempo y depende de los tipos de cultivo, de las fases de crecimiento del cultivo y el clima, por otro lado, la disponibilidad de agua respecto a la posibilidad de abastecer a la zona tanta agua como sea necesaria durante cada periodo de tiempo de riego depende de la disponibilidad de agua.

### **2.6.3. Medición del volumen de agua.**

INRENA (2005), y UC PSI, (12), establece un manual de hidrometría, en donde detalla una metodología de medición de volúmenes de agua. Dice que la medida de caudal recibe el nombre de aforo de agua y esta se realiza por medio de estructuras y con algún método los cuales son:

#### **2.6.3.1. Aforo volumétrico.**

Se denomina así por que mide el volumen (V) de agua por unidad de tiempo (T). Consistió en tomar el tiempo que demora en llenar un recipiente de volumen conocido, se emplea para caudales pequeños. El caudal responde a la formula siguiente:

$$Q = \frac{v}{t}$$

Donde:

Q = Caudal en l/s

v = Volumen del recipiente (litros).

t = tiempo Promedio (segundos).

#### **2.6.3.2. Aforo con correntómetro.**

Es un instrumento que se accionan dentro de la corriente de agua. Se fundamenta en un mecanismo que al oponerse al flujo de agua gira, moviendo la hélice cuyas vueltas son contabilizadas en tiempo, siendo relacionadas con la velocidad del fluido.

La señal de vueltas va en un correntómetro que registra el número de revoluciones en un determinado (anexo C – 8, Ficha de aforo). La velocidad se obtiene utilizando la formula siguiente:

$$v = a + bN$$

Donde:

$v$  = velocidad de agua y  $a$  y  $b$  = Son dadas por cada marca de Correntómetro así tenemos para: Correntómetro: Global Water Flow, Hélice Nº 1.

Diámetro = 125mm; Paso = 0.25m

Ecuación:

Si:  $n < 0.64$ , usar  $V = 0.9528 * n + 0.016$

Si:  $0.64 \leq n \leq 9.59$ , Usar  $V = 0.2605 * n + 0.005$

Para la aplicación del correntómetro se dan los siguientes pasos:

Se mide el ancho del espejo de agua, se divide en secciones de ancho iguales, se mide la profundidad de agua en el punto medio de cada sección, se coloca el correntómetro en el centro de la sección a 1/3 o 2/3 de abajo hacia arriba o de encima de espejo de agua hacia la profundidad, Se anota en número de revoluciones y se promedian, luego se anotan las profundidades y sección del canal o río, y en el gabinete se calcula la velocidad y el área para obtener el caudal.

### **2.6.3.3. Aforo con flotador.**

Método que consiste en medir la distancia recorrida de un objeto flotante de un punto al otro entre el tiempo. En un tramo recto y uniforme y de longitud conocida. Con el tiempo ( $T$ ) y la distancia ( $L$ ) se obtiene la velocidad ( $V$ ), y luego se hacen correcciones por un factor de corrección ( $C$ ) que depende

de la velocidad y la profundidad del cauce. Luego se determina el caudal con la siguiente fórmula:

$$Q = C \cdot V \cdot A$$

Donde:

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

C = Factor de corrección

V = Velocidad del flotador (m/T)

A = Área de la sección (m<sup>2</sup>)

Cuadro N° 1: Factor de corrección "C"

Depende de la velocidad y la profundidad de cause.	
Características:	C
Velocidades muy fuertes, de tirantes mas de 4m	1,00
Velocidades en Ríos grandes, de 2 a 4 m. de profundidad	0,95
Velocidades medias, hasta 2m de profundidad	0,90
Velocidades pequeñas, de 1 a 2m de profundidad	0,85
Velocidades muy pequeñas, menos de 1 m de profundidad	0,80

Fuente: Manual de INRENA - PSI

## 2.7. Calidad de agua de riego.

BENITES C. (3), Considera que la calidad del agua en su forma natural, está determinado por una mayor o menor concentración y composición de las sales disueltas que contenga. Para evaluar su calidad es necesario conocer a través de sus respectivos análisis la cantidad de cationes y aniones.

### 2.8.1 La Concentración de sales solubles.

Llamada también salinidad, se determina mediante la medida de la "Conductividad Eléctrica" que vendría a ser la mayor o menor facilidad con que la corriente eléctrica se desplaza por el agua debido a su mayor o menor concentración de sales en su contenido.

Se expresa en micromho o en milimhos/cm. Algunas veces se expresa por la totalidad de sales disueltas (gramos/litros).

### 2.8.2 La Concentración relativa del sodio con respecto a otros cationes.

Los constituyentes de las aguas de riego reaccionan con el suelo en forma iónica. Dentro de la concentración absoluta y relativa de cationes, si la proporción de cationes es alta, será mayor el peligro de codificación y al contrario si predomina el calcio el peligro es menor.

Existe actualmente un parámetro "Relación de absorción de Sodio" (SAR o RAS), que puede usarse como índice de sodio o peligro de sodificación que tiene dicha agua, esta relación es la siguiente:

$$SAR = \frac{N_a}{\sqrt{\frac{1}{2}(C_a + M_g)}}$$

En el cual, el Sodio, Calcio y Magnesio representa la concentración en mili equivalentes por litro de los iones respectivos.

El SAR tiene Relación con el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) del suelo, que esta en equilibrio con el agua de riego respondiendo a la siguiente formula:

$$PSI = \frac{100(-0.0126 + 0.01475SAR)}{1 + (0.0126 + 0.01475SAR)}$$

### 2.8.3 Concentración de Boro y otros elementos que pueden ser tóxicos.

La concentración de este elemento se expresa en partes por millón (ppm), y de acuerdo a la clasificación señalada, cantidades mayores de 3.7 ppm son inadecuadas para riego, aun en plantas tolerantes. Siendo necesario tenerlo en cuenta como un factor decisivo en el diagnostico y recuperación de suelos salinos sódicos.

Los altos niveles de boro en los suelos pueden reducirse mediante prácticas de lavado, aun cuando durante este proceso el boro no puede ser eliminado en la misma proporción que otras sales.

#### **2.8.4. Concentración de Bicarbonatos con relación a la concentración de Calcio y Magnesio.**

A medida que la solución del suelo se vuelve más concentrada, el bicarbonato tiende a precipitar el calcio y de magnesio en forma de carbonatos, aumentando así la proporción relativa de sodio.

VASQUEZ V. (8), refiere que es importante el análisis de la calidad de agua, para conocer el grado de contaminación de este recurso y tomar las medidas del caso para su uso, ya sea por parte de la población o en la agricultura, ganadería, etc.

La calidad de agua de riego es determinada por la composición y concentración de los diferentes elementos que pueda tener, ya sea en solución o en suspensión.

### **2.8. Necesidades de agua de riego.**

#### **2.8.1. Necesidades de agua de los cultivos.**

WALTER OLARTE. (18), menciona que, cuando se tiene que identificar, formular, analizar y evaluar la viabilidad de un proyecto de riego, es necesario predecir con exactitud los volúmenes de agua que se requieren para obtener una producción óptima de los cultivos.

BENITES C. (3), Plantea que la necesidad de agua de los cultivos, vendría a ser la cantidad de agua requerida para su normal desarrollo, que depende de varios factores, entre ellos clima, ciclo vegetativo y tipo de cultivo.

El cálculo de dicha necesidad se puede establecer por medio de la Evapotranspiración potencial ETP, afectada por el coeficiente de cultivo  $K_c$ , que vendría a ser la Evapotranspiración real ETR. La formula es:

$$NR = ETP * K_c$$

En lugares donde se produce la precipitación, debe considerarse la precipitación efectiva, que es la cantidad de agua que puede ser aprovechada por la planta, entonces la formula quedaría así:

$$NR = ETR - PE$$

### 2.8.2. Evapotranspiración de cultivo (ETC).

MANUAL DE CENTRO AGUA (7), llamado también ETR, se define que, bajo condiciones estándar es la evaporación de un cultivo libre de enfermedades, bien fertilizado bajo condiciones óptimas de suelo (FAO 24, FAO 56).



#### 2.8.2.1. Determinación de evapotranspiración de cultivo (ETC)

Caso de enfoque del coeficiente de cultivo, la fórmula de cálculo es la siguiente:

$$ET_c = K_c ET_o$$

Donde:

ETc: Evapotranspiración de cultivo (mm/d)

Kc: Coeficiente de cultivo

ETo: Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/d), (Penman Monteith (FAO 56), o Método Hargreaves).

### 2.8.3. Coeficiente de cultivos (Kc).

VASQUEZ V. (8), Llamado también factor de cultivo, es un factor que indica el grado de desarrollo o cobertura del suelo por el cultivo del cual se quiere evaluar su consumo de agua.

Los factores que afectan los valores de Kc son principalmente: las características del cultivo, fecha de siembra, ritmo de desarrollo del cultivo, duración de periodo vegetativo, condiciones climáticas y las frecuencias de lluvia o riego. El coeficiente de Kc varía en función a las fases de desarrollo del cultivo y que son lo siguiente:

- a. fase inicial: Fase 1.
- b. Fase de desarrollo del cultivo: Fase 2.
- c. Fase de mediados del periodo (maduración): Fase 3.
- d. Fase final del periodo vegetativo (cosecha): Fase 4.

#### 2.8.4. Necesidades de agua de un sistema de riego.

BROUWER C. (5), Dice que, es la necesidad de riego no por hectárea sino para toda la zona de riego, por consiguiente ya no se expresa mm./día sino mas bien en lts./seg., mas el agua necesaria para compensar las perdidas ocurridas durante el periodo de distribución, para cultivos múltiples. La formula es:

$$NASR_{neta} = \frac{NRxA}{260}, \text{ en Lts/Seg.}, \text{ Entonces: } NASR_{Bruta} = \frac{NASR_{neta} \times 100}{Er}$$

Donde:

Necesidad Neta de Agua del Sistema de Riego: NASR neta (Lts/Seg.)

Necesidad Bruta de Agua del Sistema de Riego: NASR bruta (Lts/Seg.)

Necesidades de Riego:  $NR = E_{to} \cdot K_c - PE$

Área cultivada: A (há.)

Evapotranspiración Potencial:  $E_{to}$  (mm)

Coeficiente de Cultivo: Kc

Precipitación Efectiva al 75%: PE (mm).

Eficiencia de riego del Sistema: Er (%).

## 2.9. Los sistemas de riego.

BENITES C. (3), Dice que los sistemas de riego constituyen el elemento principal para un uso adecuado no solamente del agua, sino de la mayoría de las actividades culturales existentes, y facilitan las actividades de preparación de terreno.

GOYAL R. (16), Define como el arte de riego, ha sido esencial al desarrollo y florecimiento de algunas civilizaciones. El riego se aplica para lograr el objetivo de suministrar la humedad necesaria para el desarrollo de los cultivos, asegurar un abasto suficiente de agua durante sequías de corta duración y clima impredecible, disolver sales del suelo, como medio para aplicar agroquímicos, mejorar las condiciones ambientales para el desarrollo vegetal, activar ciertos agentes químicos, generar beneficios operacionales, el agua de riego es un componente muy importante en el ciclo hidrológico

### 2.9.1. Selección de los sistemas de riego.

GOYAL R. (16), Afirma que, el riego puede realizarse de diferentes formas: Por inundación, surcos, infiltración, subterráneo, aspersión y por goteo. Por eso es necesario elegir un tipo de sistema de riego antes de que se pueda proceder al diseño, especificación del equipo e instalación.

En la selección de un sistema de riego deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Los cultivos y prácticas relacionadas: Tipo, profundidad de raíces, consumo de agua.
- Características del suelo: Textura y estructura, profundidad y uniformidad; velocidad de infiltración y potencial de erosión; topografía pendiente y grado de irregularidad.
- Abasto de agua: Fuente, cantidad disponible, calidad, sólidos en suspensión y análisis químico.
- Disponibilidad y confiabilidad de la energía.



- Consideraciones económicas: Inversión de capital requerida, disponibilidad de créditos y tasa de interés, y costos.
- Consideraciones sociales: Asuntos políticos y legales, disponibilidad y confiabilidad de la mano de obra, nivel de conocimiento, expectativas del gobierno y habitantes, nivel del control automático deseado.

Cuadro N° 2: Condiciones que facilitan la aplicación de riego.

Método de riego				
Condiciones	Inundación	Surcos	Aspersión	Goteo
Topografía	Moderado a irregular	Moderada	Irregular	Irregular
Permeabilidad del suelo	Buena	Buena	De excesiva a buena	De excesiva a buena
Erosionabilidad	Alta	Alta	Baja	Baja
Característica de los cultivos	Sembrados a voleo	Cultivo en Hileras	Cultivo valioso	Cultivo valioso
Carga hidráulica	Alta	Alta	Moderada	Baja

Fuente: Goyal R. Megh, Puerto Rico 00681-5984.

Cuadro N° 3: Comparación de los métodos de riego.

TÍPICO	Riego por inundación	Riego por surcos	Riego por aspersión	Riego por goteo
1. Pérdida por evaporación	Alta	Alta	Mediana	Mínima
2. Humedecimiento del follaje	Alto	Mediano	Alto	Mínimo
3. Consumo de agua por yerbajos	Alto	Alto	Alto	Mínimo
4. Escurrimiento superficial	Alto	Alto	Mediano	Mínimo
5. Control en la profundidad de riego	Mínimo	Mínimo	Mediano	Alto
6. Rendimiento por unidad de agua aplicada	Mínimo	Mínimo	Mediano	Alto
7. Uniformidad en el rendimiento	Poco	Mediano	Mediana	Alta
8. Aplicación del abono y plaguicidas a través del agua de riego	Mínima	Mínima	Moderada	Alta
9. Costos de operación y mano de obra	Bajo	Bajo	Moderado	Alto
10. Requerimiento de nivelación del terreno	Alto	Alto	Bajo	Mínimo
11. Automatización del sistema	Bajo	Bajo	Alto	Alto
12. Requerimientos de energía	Bajo	Bajo	Alto	Alto
13. Calidad de agua	Mínima	Mínima	Moderado	Alto
14. Uso de filtros	Mínimo	Mínimo	Moderado	Alto
15. Control de enfermedades y plagas	Mínimo	Mínimo	Moderado	Alto

Fuente: Goyal R. Megh, Puerto Rico 00681-5984

### 2.9.2. El sistema de riego presurizado.

IPROGA 2001, muestra importantes experiencias de riego por aspersión realizadas durante los últimos años en áreas rurales de ladera en los departamentos de Cajamarca y Cusco, aquí mencionamos los resultados que lograron y a las conclusiones que llegaron estas experiencias, presentando las recomendaciones y criterios que serán de utilidad para orientar y afianzar mejor nuestro “Planteamiento”:

A. Aspectos de la problemática de la sierra, que influyen en la decisión de implementar sistemas de riego por aspersión:

Escasez del recurso hídrico en zonas de ladera, con topografía accidentada, donde los problemas de infraestructura, de conducción y distribución, así como las prácticas de riego parcelario resultan en uso ineficiente del agua y afectan los suelos.

B. Principales factores para el éxito de las experiencias de riego por aspersión, se dieron prioridad a los siguientes:

El riego por aspersión hace posible disminuir los riesgos de erosión del suelo, así como la optimización del agua, controlar el microclima para protección contra heladas, y ofreciendo más de una cosecha por año y responde a las exigencias del mercado, facilitando cambios en la cédula de cultivos, con especies de mayor demanda comercial.

C. “Cuellos de botella” o dificultades que son motivo de riesgo para este tipo de proyectos fueron:

No son sostenibles los sistemas donde el diseño dé prioridad al “carácter técnico” del sistema de riego, sin recoger los planteamientos e intereses del productor, o descuidando los aspectos económico-sociales y los costo de los sistemas en relación con los cultivos de subsistencia o sin rentabilidad económica.

D. Capacitación y los niveles tecnológicos del riego por aspersión, se han formulado los siguientes aportes:

Los planteamientos de diseño, incorporan modificaciones para facilitar la utilización por el campesino y disminuir costos.

E. Principales criterios identificados para decidir la **VIABILIDAD** del riego por aspersión:

La incorporación de valor agregado en la economía de los cultivos, por sus relaciones con el mercado, y generación de mayores ingresos a las familias y la capacidad de gestión de la población, por sus efectos en la organización, la participación en las decisiones, y sobre la distribución equitativa del recurso, resolviendo conflictos sociales.

Además muestran grandes **VENTAJAS** y algunas **DESVENTAJAS** que presentan este tipo de sistemas de riego:

#### De orden Técnico

- Hay un mejor aprovechamiento de las condiciones topográficas del terreno.
- Permite el uso de pequeños caudales en el riego de laderas, donde no se puede regar por gravedad.

#### De orden Sociocultural

- No se requiere un alto nivel de organización para el riego.
- No se requiere un alto nivel de instrucción para su manejo.
- Permite al usuario tener tiempo adicional para otras actividades productivas.
- Fácil aprendizaje y manejo del sistema por todos los miembros de la familia.

### De orden Económico

- Posibilita la siembra oportuna de los cultivos.
- Reduce los costos de operación y mantenimiento del sistema de riego.
- Reduce los riesgos para la producción por efecto del clima y de plagas.
- Incrementa la actividad pecuaria (cultivo de pastos)
- En terrenos de ladera se puede lograr presión de agua sin costo adicional por uso de energía.

### De orden Medio Ambiental

- Disminuye el riesgo de erosión y contribuye a la conservación de los RRNN.
- Posibilita el control mecánico de algunas plagas.
- Disminuye el proceso erosivo del suelo mediante la buena selección de aspersores.
- Contribuye a la mejor conservación de los recursos suelo y flora.

A la vez existen **DESVENTAJAS** en este tipo de sistemas de riego:

### De orden Técnico

- No se puede utilizar agua con sedimentos ni aguas salinas. Requiere aguas con bajo contenido de sales y óxidos de hierro.
- Requiere de una inversión inicial alta y de mantenimiento frecuente.
- Cuando las fuentes de agua están ubicadas distantes al terreno y en un mayor desnivel, se requiere más carga de presión incrementando los costos.

### De Orden Socio cultural

- Inexistencia en el País de una Política Técnico - Normativa para promover el Riego tecnificado y requiere de un periodo más prolongado de acompañamiento.

### De Orden Económico

- Requiere de una alta inversión inicial la que muchas veces no está al alcance del productor y los accesorios son costosos y no se consignan fácilmente en el mercado local.

En base a la discusión de las ventajas y desventajas, se **RECOMENDA** para plantear centralmente lo que debe tomarse en cuenta:

### Qué se debe hacer

- Las intervenciones deben tener visión integral y no partir de cero. Al incorporar nuevas tecnologías, es necesario tomar en cuenta la tecnología existente y la cultura de manejo del agua.
- Antes de intervenir con esta técnica, efectuar un estudio y monitoreo de la calidad y usos del agua.

### Qué no se debe hacer

- No se debe imponer propuestas técnico – organizativas, que no han sido aceptadas por los productores.
- No debería trabajarse sólo enfocando la construcción de infraestructura o solamente desde el punto de vista técnico.
- La producción con este sistema no debe estar desarticulado del mercado.

LUZA D. (15), Expresa que el riego presurizado, es un sistema de riego a presión, que consiste en la aplicación de agua a través de un aspersor o gotero, es decir a gran velocidad de chorros de agua dispersa en el aire en un conjunto de gotas o la aplicación lenta y frecuente al suelo a través de goteros.

ANTEN y WILLET H. (1), En el riego presurizado se pueden distinguir muchas diferentes modalidades, siendo las tres más relevantes para la sierra, el riego por Goteo, riego micro aspersión y riego por aspersión.

Hasta hace algunos años atrás las experiencias con riego presurizado en la sierra del Perú principalmente con aspersión, y recientemente el INIA esta desarrollando una experiencia interesante con riego por goteo.

Provisoriamente se presentaran algunas consideraciones para orientar la elección entre los diferentes métodos de riego son los tipos de cultivo, los costos de inversión por hectárea, el costo real de agua y las presiones disponibles.

**Los tipos de cultivo:** En general, por ser sistemas fijos o semi – fijos (es decir fijos durante una campaña agrícola), riego por goteo y micro aspersión son adecuados para cultivos permanentes y semi – permanentes, en lo cual se requiere una aplicación de agua localizada en la zona radicular de las plantas.

Como una primera orientación, presentamos en el cuadro N° 4, algunas indicaciones sobre técnicas de riego y su aplicación en diferentes cultivos.

Cuadro N° 4: Técnicas de riego más indicados para algunos cultivos.

CULTIVO	GOTEO	MOCRO-ASPERSION	ASPERSION
Árboles frutales	x	-	-
Pastos	-	-	x
Zanahoria	-	x	x
Cebolla	-	x	x
Alfalfa	--	x	x
Papa	x	x	x

Fuente, ANTEN y WILLET H, (Año 2000).

ANTEN y WILLET H. (1), Las **Presiones disponibles:** conforme la forma de administración, el agua, los sistemas de riego por goteo pueden funcionar con presiones mínimas mientras que el riego por aspersión requiere relativamente elevadas y el de Micro-aspersión ocupa una posición intermedia.

### 2.9.3. Capacidades y limitaciones para el riego tecnificado.

#### 2.9.3.1. Cultivo, suelo y topografía

GOYAL R. (16), **En riego por aspersión:** Se pueden regar casi todos los cultivos y suelos con el método de aspersión, aunque los suelos con infiltración inferior a 5 mm/h pueden requerir medidas especiales. Los aspersores se pueden utilizar en suelos muy poco profundos para permitir que se amolde la superficie o en suelos muy variables para un riego eficiente de la superficie.

En general, los aspersores se pueden usar en terrenos de cualquier topografía que pueda cultivarse. Por lo general no se requiere la nivelación del terreno.

#### 2.9.4. Estudio para el desarrollo de riego tecnificado en ladera.

ANTEN y WILLET H., (1), la identificación de proyectos de riego tecnificado, debería pasar por un inventario de fuentes de agua a nivel de caserío/comunidad, en que se aforan los caudales y se determinan los usos actuales y potenciales.

Los puntos de partida para el desarrollo de riego tecnificado son los siguientes:

Antes de tomar la decisión de elaborar el estudio técnico de un proyecto de riego se tiene que saber en base a un diagnóstico de campo en que se recoge información clave si el proyecto tiene la probabilidad de ser viable, el proyecto tiene que tener aceptación social y sobre los puntos siguientes debe haber acuerdo entre la institución y la población antes de iniciar la elaboración del expediente técnico.

De igual manera se tiene que tener en cuenta la factibilidad técnica del proyecto: Caudal disponible en estiaje y área regable, topografía, y cultivos a ser irrigado.

#### **2.9.4.1. Componentes de un sistema de riego presurizado.**

ARANGO T. J. (2), Describe que un sistema de riego en ladera está constituido por pequeñas obras civiles y estructuras hidráulicas que permiten la captación, conducción y distribución del agua para beneficiar una zona agrícola explotable:

##### **a). Captación.**

Se entiende por captación, a la estructura o conjunto de estructuras que es necesario construir en una fuente de abastecimiento, para asegurar la desviación de una cantidad de agua determinada.

##### **b). Red de conducción.**

Es el tramo de canal entre la captación y el primer tanque de repartición. Puede ser ejecutado como canal abierto (de tierra o concreto) o entubado. La última opción es generalmente preferible para evitar que el sistema traiga sedimento a los sectores de riego.

En los sistemas de riego en ladera, la red de riego se encuentra constituida normalmente por una o dos tuberías principales, y varias tuberías secundarias o ramales, con varios hidrantes destinados a proveer de agua a las alas de riego en las cuales van los aspersores.

##### **c). El Desarenador.**

Es una estructura hidráulica, que permite retener y evacuar los sedimentos como arenas y gravas. El desarenador es un tanque que generalmente tiene tres cámaras.



**e). Las válvulas.**

Se instalan en los sistemas de riego válvulas de bronce, hierro fundido y acero en diferentes diámetros y para distintas presiones de servicio. Las válvulas van incorporadas a la tubería de conducción, distribución y deben quedar plenamente indicadas en los planos en los puntos finalmente instaladas.

**f). El Hidrante, el regulador de presión y el ala de riego**

En cada predio se dispone de los hidrantes o más comúnmente conocidos como tomas de riego.

En las zonas de ladera es posible instalar equipos de riego por goteo y micro aspersión, ya que estas modalidades funcionan con bajas presiones y pequeños caudales.

En el riego por micro aspersión, un pequeño difusor aplica el agua por debajo del follaje de los árboles frutales.

**g). Red de distribución.**

Son los canales (abiertos o entubados) que distribuyen el caudal de sistema a los diferentes sectores de riego. Podemos utilizar en sistemas entubadas obras adicionales como sifones, válvulas de limpia de y de desfogue, cámaras de rompe presión, etc. La capacidad de los canales o tuberías disminuye conforme se divide el caudal del sistema a los sectores.

**h). Sectores de riego.**

Son las unidades de riego que reciben un caudal continuo para regar. Al interior de los sectores de riego el caudal es aplicado mediante una línea de aspersores que es rotada para regar toda su superficie en forma intermitente.

El sector de riego puede ser constituida de una o varias parcelas o andenerías. En el último caso la distribución del agua entre parcelas es por turnos. El caudal permanente de un sector de riego es recibido en un reservorio/cámara de carga que se encuentra en la parte más alta del sector, donde se produce la presión necesaria para regar.

#### **i). Reservorio/cámara de carga.**

El reservorio/cámara de carga cumple la doble función de cámara de carga, donde se produce una presión constante para el sistema de riego presurizado del sector, y proporcionar el caudal "pedido" por los aspersores que se tiene funcionando en el sector.

Cualquier desequilibrio que puede ocurrir entre el caudal fijo que recibe el sector de riego de su tanque de repartición, y el caudal pedido por los micro aspersores es absorbido por el reservorio.

#### **j). Línea de riego fijo enterrado.**

La línea de riego fijo distribuye el agua por todo el sector de riego, entregando el caudal de riego mediante los hidrantes a las líneas de riego móviles en forma presurizada, consiste de tuberías de PVC enterradas cuyos diámetros son calculados de tal manera que en cada hidrante existe la presión suficiente para los aspersores.

#### **k). Línea de riego móvil.**

La línea de riego móvil consiste de una manguera con micro aspersores montados sobre ella o si es por goteo lleva las cintas de goteo.

Es conectada a los hidrantes para regar, en forma rotativa, todo el sector de riego. Si el sector de riego consiste de varias propiedades la línea de riego móvil es compartida entre los usuarios del sector.

#### **2.9.4.2. Adaptación de canales de riego por gravedad para riego presurizado.**

ARANGO T. J. (2), En muchos casos, el agua que se pretende emplear para riego tecnificado proviene de canales de riego, con un turno establecido. En estos casos la propuesta de diseño generalmente es, almacenar el turno de riego en un reservorio para utilizar el volumen almacenado mediante aspersión o goteo.

Esta opción conlleva inevitablemente al costo adicional de una estructura de almacenamiento (salvo en casos que ya existe), y compromete fuertemente la relación beneficio/costo. La opción de utilizar turnos de canales con riego tecnificado, utilizando reservorios para almacenar el turno de riego, incrementan los costos/ha, Al no existir estas circunstancias, quedan dos posibilidades:

- a). Realizar módulos presurizados en sectores del sistema que pueden contar con un caudal permanente o casi permanente, derivado de un tramo inicial del canal. Podemos tomar como criterio que por lo menos durante 75% del tiempo haya agua en el punto de captación para los sectores presurizados.
  
- b). Modificar la distribución del agua en todo el sistema del turno del agua en un sistema de flujos continuos a sectores de riego presurizado.

Ambas soluciones por lo general encuentran con resistencia de ciertos grupos de usuarios y por lo tanto podemos concluir que la conversión del riego en sistemas de riego por gravedad existentes es un ejercicio complejo que requiere de una reflexión profunda entre regantes y profesionales de apoyo.

### 2.9.5. Los andenes.

El I.N.R.E.N.A. (12), define que los andenes resultan de la construcción de muros de piedra de modo tal que logran modificar la pendiente de las laderas generando plataformas escalonadas de superficie plana.

Los andenes permiten incrementar de manera considerable la frontera agrícola convirtiendo zonas en pendiente en chacras planas. Además, permiten:

- Regular el riego construyendo canales.
- Controlar la erosión de las laderas
- Crear un microclima favorable en las chacras. En efecto, una disposición en andenes modifica las turbulencias de viento, modifica el ángulo solar incidente y permite una irradiación desde las paredes. Todo eso tibia el aire y reduce el daño causado por las heladas sobre los cultivos
- Controlar la humedad en las chacras, están construidas un depósito en pendiente para facilitar el drenaje y así evitar la saturación de agua en el suelo

#### 2.9.5.1. Tipos de andenes.

INRENA (12), Las clasificaciones de las terrazas o andenes usan diferentes criterios, tales como: Respecto al riego, altitud y construcción rustica u origen incaico.

Foto 1: Andenes de pampa



Foto 2: Andenes de ladera



Foto 3: Andenes de talud de tierra



### **2.9.5.2. La agro ecología**

[www.rle.fao.org/bpa](http://www.rle.fao.org/bpa) (22), Es una disciplina producción de alimentos de alta calidad, conservación de la biodiversidad, respeto al ambiente: suelo, agua. Se constituye como una estrategia de desarrollo que involucra la integración del conocimiento local, científico, tecnologías ancestrales y modernas, para el desarrollo de sistemas silvoagropastoriles, dentro de un marco de inclusión, equidad, genero, justicia social, impacto cultural, sostenibilidad ecológica y económica - bionegocio.

### **2.9.5.3. Cultivos orgánicos.**

[www.rle.fao.org/bpa](http://www.rle.fao.org/bpa). (22), Se define cultivo orgánico a aquel producto obtenido en un sistema de producción agrícola que respete al medio ambiente, la integridad cultural y utilice recursos naturales y socioeconómicos que garanticen la continuidad de la producción en el tiempo y en las mismas condiciones.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁMBITO DE ESTUDIO.

##### 3.1.1. Ubicación del ámbito.

###### a). Ubicación política:

Región : Arequipa  
 Departamento : Arequipa  
 Provincia : La Unión  
 Distrito : Cotahuasi

###### b). Ubicación geográfica:

SISTEMA	DATUM	COMPONENTES	VÉRTICES	
Coordenadas Geográficas	Horizontal	Longitud Oeste	72°54'25.95"	72°49'38.35"
	WGS 1984	Latitud Sur	15°12'39.52"	15°15'21.84"
Coordenadas UTM	Horizontal	Metros Este	724821	733357
	WGS 1984	Metros Norte	8317241	8312167
Altitud	Vertical	m.s.n.m.	2200 a 4800	
Zona L18				

Fuente: Elaboración propia.

##### 3.1.2. Extensión.

El ámbito de estudio del proyecto tiene una superficie de 6354.34 hectáreas, con altitudes que oscilan desde los 2200 a 4800 m.s.n.m.

##### 3.1.3. Límites.

La Micro cuenca Huacaccara coincide espacialmente con el distrito de Cotahuasi, sus límites son:

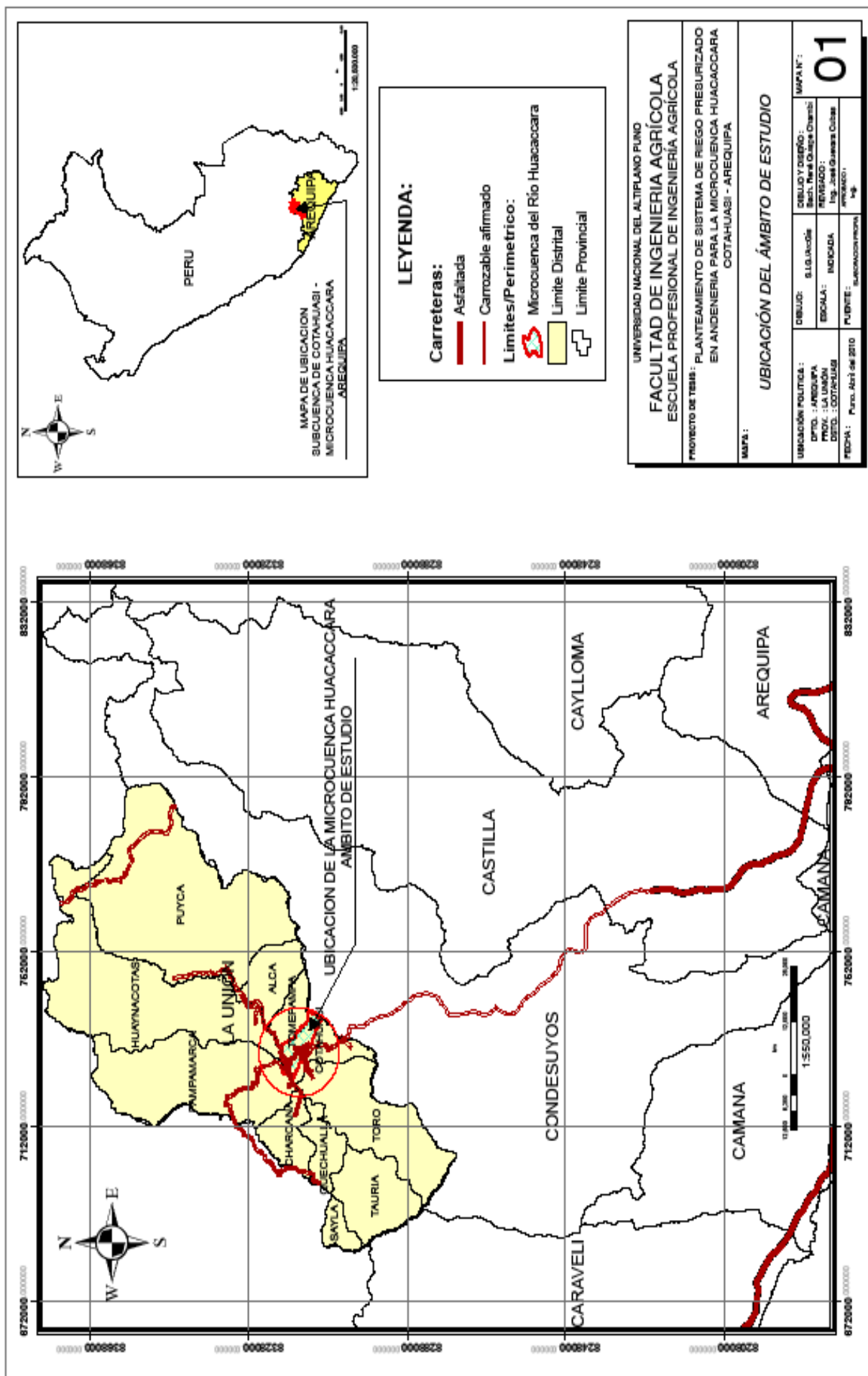
- Por el Nor Este : Con el distrito de Tomepampa.  
 Por el Sur Oeste : Limita con el distrito de Toro.  
 Por el Nor Oeste : Limita con el distrito de Pampamarca.  
 Por el Sur Este : Limita con la provincia de Condesuyos.

#### 3.1.4. Vías de acceso.

El acceso a la zona de estudio, es por una vía desde la Ciudad de Arequipa hasta la localidad de Cotahuasi, así como se detalla en el cuadro siguiente:

DESDE	HASTA	DISTANCIA (Km.)	TIEMPO (Horas)	TIPO DE VIA
Arequipa	Chuquibamba	250	5	Asfaltada
Chuquibamba	Cotahuasi	180	6	Afirmada
<b>TOTAL</b>		<b>430</b>	<b>11</b>	

Fuente: Elaboración propia.





## **3.2 MATERIALES.**

### **3.2.1. Información cartográfica.**

- Carta Nacional, escala 1/100,000 hoja 31-q Cotahuasi.
- Carta geológica nacional, escala 1/100000 hoja 31-q Cotahuasi.
- Mapa de PETT de la Provincia de La Unión,
- Mapas temáticos del proyecto ANP Cotahuasi, tales como: climatológicos y zonas de vida.

### **3.2.2. Información climatológica.**

La información climatológica ha sido obtenida de la estación COTAHUASI/CO-749/DRE-06, esta estación reúne registro de información Climatológica de: Precipitaciones, temperatura y humedad relativa, el registro de los datos se encuentran en el anexo A.

### **3.2.3. Información disponible utilizada.**

- Expediente técnico del ANP Cotahuasi (AEDES 2005), fue utilizado para la zonificación climática de la zona.
- Diagnostico de métodos de riego parcelario en la micro-cuenca Huacaccara (AEDES, 2006).
- Estudio edafológico de la sub cuenca Cotahuasi – Arequipa (AEDES, 2000).
- Diagnostico de infraestructura de riego (AEDES, 2006).
- Estudio de andenería en la sub-cuenca de Cotahuasi (AEDES, 2005).
- Padrón de usuarios de agua, (Junta de Usuarios La unión, 2008).
- Plan de cultivo y riego PCR, (Junta de Usuarios La Unión, 2009).

#### **3.2.4. Equipos de medición y análisis.**

Los equipos de medición que fueron utilizados son: un correntómetro, un GPS garmín, una wincha de 50 m., un cronometro, un tablero, un envase calibrado para medición de agua, una ficha de campo, una computadora, una impresora HP Láser jet 1022 y Plotter.

#### **3.2.5. Software utilizado.**

ArcGis 9.3/Arcmap, AutoCad, Exel, Word, planilla de calculo de Kc a condiciones locales del centro de investigación – CENTRO AGUA, Bolivia.

### **3.3 METODOLOGÍAS.**

El enfoque metodológico para el presente investigación fue el método descriptivo – deductivo, de tipo aplicado, y se ha implementación una secuencia de actividades de gabinete - campo y laboratorio. Esquemáticamente puede resumirse como se ve en el cuadro N° 5.

Cuadro N° 5: Secuencia de actividades realizadas.

ETAPAS	ACTIVIDADES	ACCIONES DE LA ACTIVIDAD
ETAPA PRELIMINAR	Compilación, bosquejo y análisis de información existente.	Recopilar información de los datos Topográficos, Fisiográficos, Climatológicos y los cultivos e infraestructura de riego actual.
ETAPA DE CAMPO	Reconocimiento preliminar	Visita al campo para obtener una Visión general de la configuración del área, suelos, así como las formas y densidad de los andenes. Que nos permite llevar material y equipo necesario al campo.
	- Mapeo sistemático y registro de información de suelos con aptitud para riego tecnificado. - Recolección de muestras de suelo.	Obtener mapas básicos de suelos con aptitud para riego tecnificado y registro de datos. Obtener muestras representativas para el análisis de laboratorio.
	- Aforo del caudal de agua y registro de información de todas las fuentes de agua. - Recolección de muestras de agua.	Aforar el volumen de agua de cada fuente, registrar su ubicación con GPS y anotar información necesaria de las fuentes de agua. Obtener muestras representativas para el laboratorio.
	- Levantamiento topográfico de la parcela	Hacer un levantamiento topográfico de la zona con equipo de Estación Total.
ETAPA DE LABORATORIO	Análisis físico - químico de las muestras de Suelos.	Determinar los parámetros físicos – químicos del suelo
	Análisis físico - químico de las muestras de Agua.	Determinar los parámetros físicos – químicos del agua de riego.
ETAPA DE GABINETE	Planeamiento del sistema riego general en la micro cuenca	Elaborar base de datos de los subsistemas existentes en la micro cuenca. Elaborar un mapa general del sistema hidráulico general de la micro cuenca.
	Interpretación y Procesamiento de los resultados de la evaluación en campo y laboratorio de los Suelos y Agua.	Interpretar los resultados de campo y laboratorio, tanto del Suelo así como del agua para determinar: - Las Características físicas y químicas del suelo. - Determinar la Disponibilidad de agua de riego. - Determinar la Calidad de agua para fines de riego.
		- Descripción y definición de la leyenda final de los suelos con aptitud para riego presurizado.
	Diseño del sistema de riego por micro aspersión	- Calculo del diseño agronómico e hidráulico de riego por micro aspersión para una parcela. - Calculo de la Evaluación económica del sistema riego propuesto
	Elaboración y Generación de mapas y planos	Obtener mapas definitivos: - Mapa de Ubicación del ámbito de estudio. - Mapa Fisiográfico de la zona. - Mapa Climatológico de la Zona. - Mapa de Infraestructura de riego actual. - Mapa de Suelos según capacidad de Uso mayor. - Mapa de Suelos Según su Aptitud para riego presurizado. - Mapa de distribución de Fuentes de Agua. - Diseño de esquema hidráulico del sistema propuesto - Plano topográfico de la parcela - plano del esquema hidráulico del sistema de riego.
	Redacción final	Redacción del proyecto de tesis final

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación se detalla la metodología empleada para cumplir los objetivos:

### **3.3.1. Metodología empleada para el estudio básico de la zona.**

Primeramente, se ha realizado un estudio básico de las condiciones topográficas, climatológicas y los suelos y cultivo actual, con el objetivo de reconocer las características de dichos aspectos.

#### **3.3.1.1. Aspectos topográficos.**

Para determinar los aspectos topográficos de la zona, se utilizó la Carta Nacional a escala 1/100,000 hoja 31-q Cotahuasi, base de datos SIG y mapas de la micro cuenca en formato Shape proporcionado por AEDES y el software Arck Gis 9.3, en donde se ha determinado el área, perímetro y ubicación del sector agrícola.

#### **3.3.1.2. Aspectos fisiográficos.**

Para reconocer los aspectos fisiográficos, se ha utilizado los reportes del estudio de la Asociación Especializada en el Desarrollo Sostenible (AEDES, 2005). Con la finalidad determinar los rasgos fisiográficos y unidades en la que se realiza el cultivo.

#### **3.3.1.3. Aspectos climatológicos.**

Los parámetros climáticos que se analizaron en la presente investigación son: las precipitaciones, la temperatura y la humedad relativa, de la estación meteorológica Cotahuasi CO-749/DRE-06. Para determinar su incidencia en la agricultura.

Así mismo para la zonificación climática, se ha utilizado la información climática analizada en el expediente del Área Natural Protegida - ANP (AEDES, 2005).

#### 3.3.1.4. Análisis de cultivos e infraestructura actual.

Los cultivos e infraestructura de riego actual, se ha obtenido de los estudios: “Diagnostico de las técnicas de riego parcelario en la micro-cuenca” - (AEDES, 2006), y “Diagnostico de infraestructura de riego de la micro-cuenca” – (AEDES 2006), ver Anexo B – 6.

Los principales aspectos que se obtuvieron son: Los sistemas de riego actual, métodos de riego parcelario, los andenes, los cultivos, las condiciones de los estanques, canales y tomas.

#### 3.3.2. Metodología para determinar la aptitud de suelos para riego presurizado.

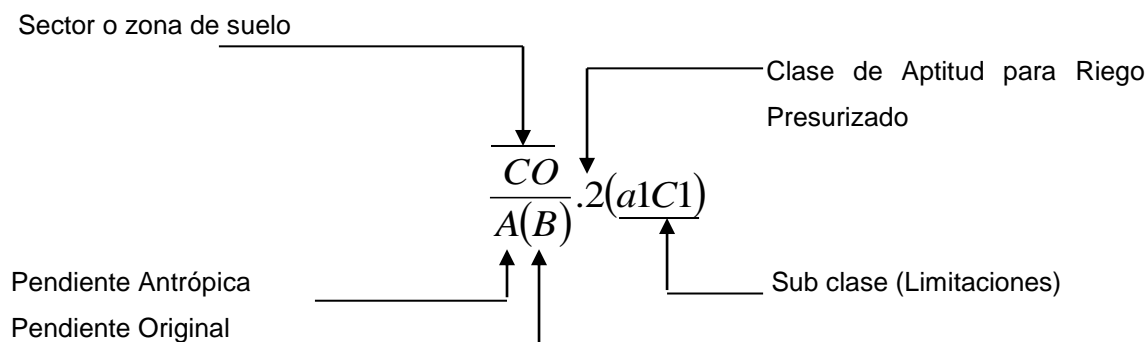
##### 3.3.2.1. Fase de campo.

Consistió en verificar y evaluar las características y condiciones del suelo, con el objetivo de determinar su aptitud para riego presurizado.

El procedimiento fue recorrer todo el ámbito de estudio, realizando el mapeo y registro con el GPS los puntos en cada predio agrícola y anotar las características y detalles en una ficha de información.

**El Mapeo** consistió en demarcar y puntualizar la deficiencia o potencialidad más relevante como causal de la aptitud de estos suelos para la implementación de riego tecnificado.

Para establecer diferencias de áreas en mapa, se ha empleado una formula cartográfica como una unidad de mapeo. A fin de representar gráficamente así como se observa:



### 3.3.2.2. Fase de laboratorio.

Esta etapa consistió en realizar el análisis físico – químico de suelos, en el laboratorio de Agua y Suelos del Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA Puno. Los parámetros determinados en el laboratorio fueron:

#### a. Análisis físico:

Se ha determinado los parámetros de: Textura del suelo, conductividad eléctrica (CE) y potencial hidrogenión (pH) o reacción del suelo.

#### b. Análisis químico:

Se ha determinado los parámetros de: La materia orgánica, nitrógeno total, fósforo disponible y potasio disponible.

### 3.3.2.3. Fase de gabinete.

Esta etapa constituye en la clasificación e interpretación de suelos por su aptitud para riego presurizado.

Específicamente consistió en puntualizar la deficiencia o potencialidad más relevante como causal de la aptitud de estos. Las clases y factores de clasificación fueron:

### b1). Clases de aptitud de suelos para riego tecnificado.

Se estableció en tres clases, así como se muestra en el cuadro N° 6.

Cuadro N° 6: Clases de aptitud de suelos para riego presurizado.

CLASES	CARACTERISITCAS
1	Aptos, sin limitaciones
2	Aptos, con ligeras a mayores limitaciones
3	No aptos, que presentan severas limitaciones

Fuente: Elaboración Propia.

### b2). Los factores de clasificación de suelos para riego presurizado.

#### - Factor suelo.

Se refiere a las características edáficas que condicionan para el proceso de diseño e implementación de riego presurizado, están relacionadas a la fertilidad (Prof. Efectiva, textura, % erosión, etc.), estas características fueron obtenidas del “estudio edafológico de la sub-cuenca de Cotahuasi”

#### - Factor topográfico.

Están referidas a la facilidad o dificultad para instalar el sistema de riego y poner en funcionamiento, para establecer este factor se ha considerado los aspectos siguientes:

- ☞ El grado de pendiente del suelo, que influye en la regulación de la distribución de la red del sistema, así como en el manejo de la presión del sistema, la susceptibilidad a la erosión, la carga hidráulica, distanciamiento de aspersores, la pluviosidad, el traslape, la orientación de las redes primarias y secundarias, la necesidad de instalar hidrantes y cámaras rompe presión.

- ☞ La posición de suelos en relación a los andenes en la que se considero el acceso y distancia de las fuentes de agua.
- ☞ La forma de suelos respecto a la andenería, desde el punto de vista construcción, instalación, y manejo, que implica hacer un manejo cuidadoso y minucioso, para ello se observo la homogeneidad y tamaño.

- **Factores climáticos.**

Están referidos a la temperatura y la precipitación, con respecto a la altitud.

- **Factores relacionados al agua.**

Se refiere a la disponibilidad y calidad que determinan el problema de aptitud para fines de riego.

- **Otros factores predominantes.**

Están referidas a la infraestructura actual existente en la zona, los cultivos existentes, así mismo la densidad de andenes, las características de la andenería, la distribución poblacional, la forma de laboreo del predio (arado con yunta o chaquitacla)

**b3). Sub clases de aptitud de suelos con aptitud para riego presurizado.**

Constituyen los factores limitantes y los riesgos que restringen la tecnificación del riego actual, se agrupan a suelos de acuerdo a la "clase de limitación".

Se estableció tres factores limitantes que caracterizan a las subclases de aptitud, así como se detallan en los cuadros N° 7, 8 y 9:



Cuadro N° 7: Deficiencia o limitación por topografía.

SIMBOLO	% pendiente	TERMINO DESCRIPTIVO
A	0 – 5	Planos a ligeramente ondulados, no presentan limitaciones para instalar siego presurizado
B	5 – 15	Moderada a fuertemente inclinadas, presenta limitaciones respecto a nivelación y relieve.
C	15 – 25	Moderadamente empinada, presenta serias limitaciones respecto a construcción e instalación del sistema.
D	25 – 50	Empinada, presenta serias limitaciones respecto a erosión, nivelación, construcción, instalación y manejo
E	50 a mas	Muy empinadas, no son recomendables para implementación de riego presurizado

Fuente:, Elaboración propia.

Cuadro N° 8: Deficiencia o limitación por clima.

SIMBOLO	DESCRIPCION
C1	Templado Sub Húmedo, se adapta cualquier tipo de sistemas de riego.
C2	Frío Boreal, presenta deficiencias respecto a temperaturas altas y vientos próximos a 20km/h
C3	Frígido, presenta serias limitaciones respecto altas temperaturas y vientos que sobrepasan a 20km/hora.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 9, Deficiencia o limitación por la calidad de agua.

SIMBOLO	CALIDAD	DESCRIPCION
a1	Aptos para riego de cultivos	Sin problema
a2	Aptos con limitaciones para riego de cultivos	Con problemas crecientes
a3	No aptas para riego de cultivos	Con problemas graves

Fuente: Elaboración propia

### **3.3.3. Metodología para determinar la disponibilidad y calidad de agua de las fuentes hídricas.**

#### **3.3.3.1. Fase de campo.**

La meta del trabajo en el campo consistió en inventariar todas las fuentes hídricas, determinando el caudal y registrar la posición con GPS en una ficha (Anexo C - 6), de registro de información necesaria de todas las fuentes existentes.

La ficha de registro de información utilizado, fue proporcionada por el INRENA por su aplicabilidad y manejabilidad de la información.

Los términos y conceptos utilizados en el proceso de inventariado se encuentran en el anexo N° C – 3.

Los métodos utilizados para determinar el caudal de las fuentes de agua fueron:

- Aforo volumétrico.
- Aforo con flotador
- Aforo con correntómetro.

Las formulas y el proceso de caculos se describe en la parte de revisión bibliográfica.

#### **3.3.3.2. Fase de laboratorio.**

Consistió en determinar los parámetros físico – químicos de las muestras de agua de riego, en el laboratorio de Aguas y Suelos de INIA – Puno. Los parámetros determinados fueron: pH, C.E., T, Ca, Mg, Na y K.

### 3.3.3.3. Fase de gabinete.

En esta etapa se realizó el procesamiento e interpretación de los resultados de campo y laboratorio, que consistió en:

#### a. Clasificación de las fuentes de agua.

Consistió en clasificar las fuentes de agua según los usos, siendo estos:

Uso para fines de consumo humano.

Uso para fines múltiples (bebedero y bofedales).

Uso para fines de riego.

Luego de determinar el uso de agua para fines de riego se calculó la disponibilidad de agua para el riego.

#### b. Análisis e interpretación de la calidad de agua para fines de riego.

Para determinar la calidad del agua se ha utilizado los parámetros y escalas utilizadas "Normas RIVERSIDE US SALINITY LABORATORY" y ISO 10390, ISO 11265 (1994 E), SOIL QUALITY DETERMINATION OF pH y CE. Básicamente han sido considerados el peligro de salinidad, determinado por CE, el peligro por sodio, determinado por la relación de absorción de sodio (RAS) y luego se ha clasificado e interpretado según el cuadro N° 10 y 11.

**a. Clasificación por peligro de salinidad.**

CUADRO N° 10: Peligro según el contenido de sales y clasificación.

PELIGRO DE SALINIDAD				CLASIFICACION
Nivel	CE (mmhos/cm.)	Denominación	Características de peligro	Salinidad
C1	0 – 0.25	Baja	Buenos, solo peligro de salinización en suelos con drenaje restringido o malo.	Aguas de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas solamente en suelos de muy baja permeabilidad.
C2	0.25 – 0.75	Media	Peligro para plantas sensibles y suelos con drenaje restringido	Aguas de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.
C3	0.75 – 2.25	Alta	Cultivos tolerantes; suelo debe tener buen drenaje	Aguas de salinidad alta que puede utilizarse para suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.
C4	2.25 – 4.00	Muy alta	Plantas tolerantes y suelos permeables donde se requiere lavados especiales	Aguas de salinidad muy alta, que en muchos casos no es apta para el riego. Solo debe usarse en suelos permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso de agua para lavar las sales del suelo, y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.
C5	4.00 – 6.00	Excesiva	Plantas muy tolerantes, suelos con buen drenaje donde se requiere lavados.	Aguas de salinidad excesiva, que solo debe emplearse en casos muy contados, extremando todas las precauciones apuntadas anteriormente.
C6	Mas de 6.00	Muy excesiva	Nunca debe utilizarse para riego	Agua de salinidad excesiva no aconsejable para riego.

Fuente: NORMAS RIVERSIDE

**b. Clasificación por peligro de sodio.**

Se ha evaluado el peligro de dosificación que tienen las aguas de los mamantes utilizando la relación de absorción de sodio (RAS) empleando la formula siguiente:

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{1/2(Ca + Mg)}}$$

En el siguiente cuadro, se muestra el contenido de sodio en el agua y su aptitud para fines de riego según la clasificación de Norma Riverside.

Cuadro N° 11: Peligro según el contenido de sodio y clasificación por norma riverside.

PELIGRO DE SODIFICACION				CLASIFICACION
NIVEL	S.A.R.	DENIMINACION	CARACTERISTICAS	SODIFICACION
S1	0 – 10	Poco sódica	Sin peligro	Aguas con bajo contenido de sodio, apta para riego en la mayoría de los casos. Sin embargo pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.
S2	10 – 18	Medio sódica	Peligro en suelos de textura fina con buena CIC especialmente si es baja permeabilidad	Aguas con contenido medio de sodio en el suelo, especialmente en suelos de textura fina y franco con buena permeabilidad. Debe vigilarse las concentraciones físicas del suelo y especialmente el nivel de sodio cambiante del suelo, corrigiendo en caso necesario.
S3	18 – 26	Muy sódica	Peligro en suelos sin yeso; requiere drenaje, materia orgánica y enmiendas periódicas yeso o azufre.	Aguas con alto contenido de sodio, y gran peligro de acumulación del sodio en el suelo. Son aconsejables aportaciones de materia orgánica y el empleo del yeso para corregir el posible exceso e sodio en el suelo. También se requiere un buen drenaje y el empleo de volúmenes altos de riego.
S4	Mas de 26	Excesivamente sódica	No sirve para riego	Aguas con contenido muy alto de sodio, no es aconsejable para el riego en general, excepto en caso de baja salinidad y tomando todas las precauciones indicadas.

Fuente: NORMAS RIVERSIDE

### 3.3.4. Metodología para determinar las necesidades de agua de riego

Para la determinación de la necesidad de agua de los cultivos se ha establecido una secuencia de cálculos:

#### a. Cedula de cultivos.

Se considero los cultivos más predominantes y de mayor rentabilidad existente en la zona, y luego se ha establecido la sucesión de cultivos para la campaña principal y rotación así como se ve en el cuadro N° 12.

#### b. Evapotranspiración potencial de los cultivos (Eto).

##### - Método de Hargreaves en base a temperatura

La ecuación matemática para determinar la evapotranspiración potencial o de referencia, mediante éste método es el siguiente:

$$ETP = MF * TMF * CH * CE$$

$$TMF = (5/9) * ^\circ C + 32$$

$$CH = 0.166 * (100 - Hr)^{1/2}; \text{ para } Hr > 64\%$$

$$CH = 1 ; \text{ para } Hr < 64\%$$

$$CE = 1.00 + \frac{0.04 * E}{2000}$$

Donde:

ETP : Evapotranspiración potencial (mm/mes).

MF : Factor mensual de latitud (CUADRO N° 5)

TMF : Temperatura media mensual (°F).

CH : Factor de corrección por la humedad relativa.

Hr : Humedad relativa media mensual (%).

CE : Coeficiente de corrección para la elevación del lugar.

E : Altitud de la zona en estudio (m.s.n.m.).

### - Método de Hargreaves en base a radiación solar

Para calcular la evapotranspiración potencial mediante éste método se emplea la siguiente ecuación:

$$ETP = 0.0075 * RSM * TMF$$

$$RMS = 0.075 * RMM * S^{0.5}$$

$$RMM = Ra * DM$$

$$S = (n/N) * 100$$

$$TMF = (5/9) * ^\circ C + 32$$

Donde:

ETP : Evapotranspiración Potencial en (mm/mes)

RSM : Radiación Solar equivalente en (mm/mes)

RMM : Radiación extra-terrestre equivalente en (mm/mes)

Ra : Radiación extra-terrestre equivalente en mm/día.

DM : Número de días del mes

S : Porcentaje de horas de sol:

n : Horas de sol promedio del lugar

N : Horas del sol posible según la latitud.

TMF : Temperatura media mensual en °F

### - Método de Penman Monteith.

Los cálculos de la evapotranspiración potencial (Eto), a partir de los datos climáticos mensuales, el método de Penman-Monteith, utiliza la siguiente fórmula:

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (c_s - c_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

Donde:

- ETo : Evapotranspiración de referencia (mm día-1)  
 Rn : Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m-2 día-1)  
 Ra : Radiación extraterrestre (mm día-1)  
 G : Flujo del calor de suelo (MJ m-2 día-1)  
 T : Temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)  
 u2 : Velocidad del viento a 2 m de altura (m s-1)  
 es : Presión de vapor de saturación (kPa)  
 ea : Presión real de vapor (kPa)  
 es – ea: Déficit de presión de vapor (kPa)  
 $\Delta$  : Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C-1)  
 $\gamma$  : Constante psicrométrica (kPa °C-1)

Este método por su complejidad, requiere de planillas de cálculo o bien de programas específicos. Para se ha utilizado el programa llamado CROPWAT que ha sido elaborado por la Dirección de Fomento de Tierras y aguas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), éste programa de computadora permite calcular la evapotranspiración potencial para este método, además permite calcular las necesidades de agua de los cultivos a partir de informaciones de clima y cultivo; además el programa permite elaborar los planes de riego para diferentes condiciones de operación y diferentes cédulas de cultivo.

### c. Factor de Cultivo (Kc).

Los valores de Kc de los cultivos se han obtenido según la planilla de cálculo del Centro de Investigación del Agua de Bolivia – CENTRO AGUA. El cuadro y gráfico se encuentra en el Anexo D.

Para hallar el coeficiente de cultivo ponderado mensual (Kcp), se ha empleado la siguiente ecuación:

$$K_{cp} = \sum [ ( A_1 * K_{c1} ) + ( A_2 * K_{c2} ) + \dots + ( A_n * K_{cn} ) ] / A_t$$

Donde:

$K_{cp}$  : Coeficiente de cultivo mensual ponderado.

$K_{c1}, K_{c2}, \dots, K_{cn}$  : Coeficientes del cultivo 1, 2, ..., n

$A_1, A_2, \dots, A_n$  : Área del cultivo 1, 2, ..., n.

$A_t$  : Area total.

#### d. Evapotranspiración real del cultivo (ETR).

Es la cantidad de agua que necesitan los cultivos para cumplir con sus requerimientos fisiológicos. Se expresa en mm/día y es el producto de la evapotranspiración potencial y el factor del cultivo ponderado.

$$ETR = K_{cp} * ETP$$

Donde:

$K_c$  = Coeficiente de cultivos ponderado.

ETP = Evapotranspiración potencial (mm/mes)

#### e. Precipitación efectiva (P. Efec).

Se considera como parte de lluvia que es efectivamente aprovechada por los cultivos. Se ha calculado por el método de Water Power Resources Service (WPER – USA). Que considera la distribución de la siguiente forma así:

Incremento de precipitación (mm.)	% de precipitación efectiva
5	0
30	95
55	90
80	82
105	65
130	45
155	25
<155	5

Fuente: Elaboración propia.

Luego se calculo la frecuencia de probabilidad de ocurrencia mediante la formula de Weibull, así:



$$f = \frac{m}{N+1} * 100$$

Donde:

f = Frecuencia o probabilidad de ocurrencia.

m = Valor de posición de la lluvia ordenada en forma ascendente.

N = Numero total de valores de precipitación (mm.)

#### f. Demanda de agua de los cultivos

Para calcular la demanda de agua de los cultivos, se ha utilizado la siguiente ecuación:

$$DA = ETR - (PE + CA + N)$$

Donde:

ETR : Evapotranspiración real o actual de los cultivos (mm).

PE : Precipitación efectiva (mm)

CA: Diferencia de lamina de la capacidad de almacenamiento del suelo inicial y final del período considerado (mm).

N : Aporte del nivel freático (mm)

Considerando que no existe aporte del nivel freático porque se encuentra muy profundo, entonces el valor de N es cero. El valor de CA también se considera cero para efectos de planificación de proyectos de riego, puesto que el objetivo es conocer la demanda de agua total del proyecto; en consecuencia, tomando las consideraciones anteriores, se tiene que:

$$DA = ETR - PE$$

Donde:

DU : Demanda unitaria de agua de los cultivos (mm)

ETR : Evapotranspiración real o actual de los cultivos (mm).

PE : Precipitación efectiva (mm)

### g. Cálculo de demanda de agua del proyecto

Finalmente se ha calculado, la demanda de agua del proyecto o las necesidades de agua del sistema de riego para toda la zona agrícola y se ha calculado de la siguiente forma:

$$NASR_{neta} = \frac{ETR \times A}{260}$$

$$\text{Y luego } NASR_{bruta} = \frac{NASR_{neta} \times 100}{Er}$$

Donde:

$NASR_{neta}$  = Necesidades de agua del sistema de riego neto (lts./seg.).

$NASR_{bruto}$  = Necesidades de agua del sistema de riego bruto (lts./seg.).

ETR = Evapotranspiración real del cultivo (mm./mes)

A = Área de cultivada (Ha)

Er = Eficiencia de riego del sistema Er(%)

### h. Oferta de agua a nivel de parcela.

Para el caso de análisis a nivel de parcela, la oferta de agua por gravedad está considerado por el estanque cascahuilca, aguas que son derivadas del manantial con el mismo nombre, lugar donde se desarrolla el proyecto motivo del presente estudio.

### i. Balance de Oferta y Demanda con y sin proyecto

El balance oferta – demanda, es la relación entre el volumen de agua de gravedad, y el volumen de agua que se requiere para irrigar los cultivos con y sin proyecto.

#### 3.3.5. Metodología del diseño del sistema de riego presurizado por micro aspersión para andenería.

Luego de haberse obtenido la información necesaria, se procede a proyectar paso a paso el sistema de riego por micro aspersión:

##### 3.3.5.1. Diseño Agronómico del sistema de riego por micro - aspersión

###### a. Cálculo de lámina de agua o lamina de riego:

En base a los datos del análisis de suelos obtenidos en el laboratorio del INIA Puno, como son: capacidad de campo (CC), punto de marchitez permanente (PMP) y densidad aparente (Da.) y el dato de profundidad de raíces de los cultivos se determina la lamina de riego (Lamina Neta), así:

$$Ln(mm) = \frac{\%(CC - Pm)Pr Da}{100}$$

###### b. Cálculo de frecuencia o intervalo de riego:

El intervalo de riego entre riego, se calculó mediante la división de la lámina de riego y la evapotranspiración del cultivo, así:

$$IR(dias) = \frac{Ln}{Etr}$$

**c. Eficiencia de riego (Er).**

Este dato ha sido proporcionado por la Junta de usuarios de La Unión - JULU, siendo en la situación sin proyecto el riego es por inundación y surcos con eficiencia de 35%; y en situación con proyecto (riego por micro aspersión), se espera alcanzar el 80% de eficiencia.

**d. Cálculo de lámina real o lámina de diseño:**

Esta lamina, es la que se usó para el diseño, la lámina de riego a aplicar se consigue castigando a la lámina de riego por la eficiencia, así:

$$Lr(mm) = \frac{Ln}{Er}$$

**e. Módulo de riego (MR).**

Representa la dotación de agua en Lts./seg., que necesita una hectárea de cultivo y se calcula mediante la relación matemática:

$$MR = \frac{Lr * 10000 * 24}{d * 86400 * t}$$

Donde:

MR = Modulo de riego (Lts./seg./Ha).

AR = Lamina de riego

t = Tiempo de riego diario

d = Días que tiene el mes

**f. Caudal del Sistema,**

El caudal del sistema se determina mediante la fórmula siguiente:

$$Q = MR * A * \frac{12}{24}$$

En donde:

A = área total de la parcela (ha)

Mr = Modulo de riego (lit/sg- ha)

Q = Caudal del sistema (lps)

Con este dato se ajusta el modulo de riego y posteriormente se determina el caudal del sistema con el modulo de riego ajustado.

#### g. Cálculo de superficie mínima de riego: (SMR)

La superficie mínima de riego que debe regarse durante un día durante el Intervalo de riego, el cual además debe estar en una relación de 7/6, así:

$$SMR = \frac{S_T}{IR} * \frac{7}{6}$$

#### h. Selección de los micro aspersores:

La selección de los micro aspersores se efectuó en base a los catálogos de Línea NAAN DAN JAIN Irrigation, seleccionándose para cada andén, Obteniéndose los siguientes datos:

$\phi$  = dimensiones de la boquilla.

Po = presión de operación del micro aspersor.

Qa = Gasto del micro aspersor.

D = diámetro de humedecimiento.

E x EL = espaciamiento entre micro aspersores y laterales.

Pp = Pluviometría o grado de aplicación.

Cu = coeficiente de uniformidad.

X = Exponente de descarga del micro aspersor

Considerando: Pluviometría < Infiltración Básica

**i. Espacio entre micro aspersores (Ea).**

En este caso, se asume varios valores de longitud de tuberías (Ea es igual a esta longitud o un múltiplo de ella), luego se divide la longitud total donde se trazó la tubería lateral entre estos valores, este resultado da el número de aspersores por lateral, así: Si Velocidad del viento = 3m/seg.

$$E = 0.5 D$$

**j. Revisión del traslape.**

Conocido el diámetro de humedecimiento se procede a chequear entre ellos el porcentaje de traslape, que esta en función de la velocidad del viento, chequear estos valores con E1 y Ea.

**k. Espaciamiento entre laterales: (E1).**

El espaciamiento entre laterales y aspersores, esta en función del diámetro de humedecimiento, velocidad del viento, y de la longitud máxima de las de tuberías sobre cada andén.

$$E = 0.5 D$$

**l. Cálculo de la pluviometría.**

La pluviometría se calculo considerando que  $P_p < i_b$ , así:

$$P_p = \frac{q_a}{A}$$

**m. Cálculo de tiempo de riego.**

El tiempo de riego o de aplicación esta dado por la relación que existe entre la lámina real y la pluviometría del aspersor así:

$$TR(\text{horas}) = \frac{L_r}{P_p}$$

**n. Número de posturas al día.**

El número de posiciones que un lateral puede tener en un día de trabajo, se obtuvo de la relación: jornada de trabajo de un día entre la suma del tiempo de aplicación y el tiempo de cambio, así:

$$N_p = \frac{J}{TR}$$

**o. Trazo y colocación de tuberías.**

En el trazo y la colocación de tuberías se ha planteado las siguientes normas fundamentales para terrenos de andenería:

La tubería principal estará siempre colocada según la pendiente predominante para el mejor control posible de las presiones laterales.

Las tuberías laterales serán colocadas en lo posible en ángulo recto con respecto a la tubería principal y a través de la pendiente de cada andén, siendo trazados lo más posible a nivel.

Para terrenos en andenería de forma irregular, el trazo debe hacerse de manera que permita la colocación de laterales de igual longitud, tanto como sea posible. El diámetro de tuberías serán lo menos variado posible.

**p. Longitud de tubería principal.**

Se obtuvo del plano topográfico en donde se trazó la disposición de la tubería principal midiendo la longitud total menos el radio de humedecimiento del aspersor, así: Si longitud del principal es 1000 m y Radio de humedecimiento del aspersor es 6 m será así  $1000 - 6 = 994$  m

**q. Número de aspersores por lateral:**

$$N_a = \frac{L_L}{E}$$

**r. Área de riego de cada lateral:**

Es la superficie que es capaz de mojar cada lateral en un día según su espaciamiento y su número de aspersores.

$$S.R.L. = A * N_a * 2$$

Donde:

Na = número de aspersores

A = área en m<sup>2</sup> (Ea\*El)

E = espaciamiento entre aspersores en m

El = espaciamiento entre laterales en m

**s. Número de laterales para regar la superficie mínima.**

Es el número necesario de laterales, que requeriremos para humedecer toda el área, realizando cambios de posición, y en un tiempo menor al intervalo de riego. Esta dado por la división de el área mínima de riego entre la superficie de riego de un lateral.

$$N_L = \frac{SMR}{SRL}$$

**t. Número de días de riego.**

Es el número real de días que se necesitara para realizar el riego en toda el área.

$$NDR = \frac{ST(ha)}{SRL(ha) * NL}$$



### 3.3.5.2. Diseño hidráulico del sistema de riego por micro -aspersión.

#### a. Caudal requerido del sistema

Este caudal se obtuvo de la suma de los caudales del lateral y principal que se utilizarán para realizar el riego, así:

$$Q \text{ sistema (lts/seg.)} = Q_L + Q_P$$

Donde:

$$\text{Caudal del lateral } Q_L = N_a * q_a$$

$$\text{Caudal del principal } Q_P = N_I * \text{Caudal del lateral}$$

#### b. Análisis de diferencia de presión admisible en lateral – porta micro aspersores.

La diferencia de presión en la lateral es del 10 % entre el 1er y último micro aspersor. Por lo que la variación admisible de presión en la lateral es:

$$dH_{Lat} = 0. \frac{1}{x} H$$

El costo mínimo de la instalación ocurre cuando el 55% de las pérdidas admisibles en la sub unidad se produce en los laterales; mientras que el 45% restante se produce en las tuberías terciarias.

Entonces la ecuación queda de la siguiente manera:

$$dH_{Lat} = \frac{(0.1)(0.55)}{x} H = dH_{Lat} = \frac{(0.055)}{x} H$$

Y reemplazando a esta fórmula de diferencial de presión admisible en la lateral (m).

$$dH \text{ lat} = 1.1\text{m}$$

Aplicando la condición “En el diseño de las laterales, debe cumplirse lo siguiente”:

$$dH \text{ Lat} > Hf \text{ lat.}$$

### c. Pérdida de carga en la lateral (Ecuación de Blásius)

Las pérdidas de carga del lateral se han calculado mediante la fórmula de Blásius, el cual está dado por la siguiente relación:

$$Hf \text{ lat.} = (0.00083)(D^{-4.75})(Q^{-1.75})(F)(LF)$$

Hf lat. = Pérdida de carga en la lateral (m)

D = Diámetro interior de la lateral (m)

Q = Caudal de la lateral (m<sup>3</sup>/s)

F = Factor de salidas múltiples de Christiansen (TABLAS)

LF = Longitud de la lateral + longitud equivalente del micro aspersor x N° de micro aspersores. Por lo tanto se hace la comprobación, aplicando la condición:

$$dH \text{ Lat} > Hf \text{ lat.}$$

$$J = 1.21 * 10^{10} \left( \frac{q}{C} \right)^{1.852} D^{-4.87}$$

$$hf = J * L * F$$

j = pérdida de carga en m/m

q = caudal en lts./seg.

C = Coeficiente del material de tubería

D = diámetro en mm

L = longitud de la tubería

F = factor

**d. Cálculo de presión necesaria en la en el origen del lateral**

$$Po \text{ lat.} = H + 0.75 (Hf \text{ lat.} \pm Hg/2)$$

Po lat. = Presión en el origen de la lateral (m)

H = Presión de trabajo del gotero (m)

Hf lat. = Perdida de carga en la lateral (m)

Hg lat.= Desnivel topográfico de los extremos de la lateral (m)

**e. Cálculo pérdida de carga admisible en la tubería terciaria - porta lateral.**

Para la pérdida de carga admisible en la tubería terciaria, es utilizó la siguiente fórmula:

$$dH \text{ terc.} = \frac{(0.1)}{x} H - Hf \text{ lat.}$$

dH ter. = Perdida de carga admisible en la terciaria (m)

H = Presión de trabajo del gotero (m)

X = Exponente de descarga del gotero

Hf lat = pérdida de carga real en la lateral (m)

**f. Perdida de carga de la terciaria - porta lateral**

Parámetros de diseño:

Q terc. = caudal del terciario en m<sup>3</sup>/s.

Di = Diámetro interno de la tubería terciaria.

La perdida de carga de la terciaria, se calcula usando la ecuación de Blasius.

$$Hf \text{ ter.} = (0.00083)(D^{-4.75})(Q^{-1.75})(F)(LF)$$

$H_f \text{ ter.}$  = Perdida de carga en la lateral (m)

$D$  = Diámetro interior de la terciaria (m)

$Q$  = Caudal de la terciaria ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$F$  = Factor de salidas múltiples de Christiansen (TABLAS)

$LF$  = Longitud de la lateral + longitud equivalente de cada lateral x  $N^\circ$  de laterales.

Para que el diámetro terciaria sea adecuado se aplicó la condición siguiente:

$$dH \text{ ter.} > H_f \text{ ter.}$$

### g. Presión en el origen de la terciaria – porta lateral

$$P_o \text{ ter.} = P_o \text{ lat.} + 0.75 (H_f \text{ ter.} \pm H_g/2)$$

$P_o \text{ ter.}$  = Presión en el origen de la terciaria (m)

$P_o \text{ lat.}$  = Presión en el origen de la lateral (m)

$H_f \text{ ter.}$  = Perdida de carga en la terciaria (m)

$H_g \text{ lat.}$  = Desnivel topográfico de los extremos de la terciaria (m).

### h. Perdida de carga en tuberías secundarias.

Para el cálculo de perdida de carga y diámetros de las tuberías secundarias, se utilizó la ecuación de pérdida de carga de Hazen – Williams, para diámetros superiores a los 70 mm.

$$J = 1.21 * 10^{10} \left( \frac{q}{C} \right)^{1.852} D^{-4.87}$$

$$hf = J * L * F$$

$j$  = perdida de carga en m/m,  $q$  = caudal en lts./seg.

$C$  = Coeficiente del material de tubería

$D$  = diámetro en mm

$L$  = longitud de la tubería y  $F$  = factor

**i. Presión en el origen de la secundaria.**

$$Po \text{ sec.} = Po \text{ terc.} + 0.75 (Hf \text{ sec.} \pm Hg/2)$$

Po sec. = Presión en el origen de secundaria (m)

Po terc. = Presión en el origen de terciaria (m)

Hf sec. = Perdida de carga en la terciaria (m)

Hg sec.= Desnivel topográfico de los extremos de secundaria (m).

**j. Pérdida de carga en tubería principal.**

Para el cálculo de pérdida de carga y diámetros de las tuberías principales, se utilizó la ecuación de pérdida de carga de Hazen – Williams, para diámetros superiores a los 70 mm.

$$J = 1.21 * 10^{10} \left( \frac{q}{C} \right)^{1.852} D^{-4.87}$$

$$hf = J * L * F$$

j = pérdida de carga en m/m

q = caudal en lts./seg.

C = Coeficiente del material de tubería

D = diámetro en mm

L = longitud de la tubería

F = factor

**k. Presión en el origen de la tubería principal.**

$$Po \text{ princ.} = Po \text{ sec.} + 0.75 (Hf \text{ princ.} \pm Hg/2)$$

Po sec. = Presión en el origen de principal (m)

Po sec. = Presión en el origen de secundaria (m)

Hf princ. = Perdida de carga en la principal (m)

Hg princ = Desnivel topográfico de los extremos del principal (m).

### 3.3.5.3. Diseño de cabezal de riego.

#### a. Diseño del desarenador (Decantador)

La superficie del decantador se calculó en función al caudal de entrada y la velocidad de sedimentación.

El funcionamiento del depósito es independiente de su profundidad por lo que ésta no se calcula, estableciéndose 1.00 m aproximadamente, por debajo de la cota del piso del canal.

$$S = \frac{(F)(Q)}{10V}$$

S = superficie del depósito (m<sup>2</sup>)

Q = Caudal de entrada (l/s)

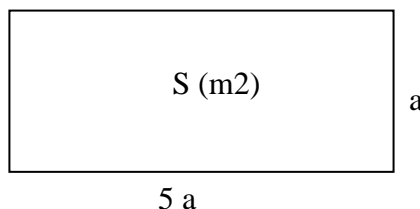
V = Velocidad de sedimentación (cm/s)

F = factor de almacenaje (F=2)

El dimensionamiento del decantador es para eliminar partículas mayores a 75 micras, bajo las siguientes consideraciones:

Calculo de anchura del deposito: "a" si la longitud del depósito es 5 veces de su ancho:

Longitud del depósito:  $L = 5a$ ,  $a \times 5a = 5a^2$ ,  $L = 5a$



### b. Diseño del filtro de arena.

El cálculo de la superficie filtrante para filtro de Arena, que sirve para eliminar elementos orgánicos como algas, además de basura y otros se ha empleado las ecuaciones siguientes:

Primero se ha usado el mismo diámetro del micro-aspersor en el diámetro de graba, considerando el caudal a filtrar.

Tabla N° 01: Capacidad de filtrado según la granulometría de la arena.

Arena	Tamaño (mm)	Q (m <sup>3</sup> /h-m <sup>2</sup> )	Velocidad (m/h)
Fina	0,4 a 0,8	25 a 50	25 a 50
Media	0,9 a 1,5	51 a 70	51 a 70
Gruesa	1,6 a 3,0	71 a 90	71 a 90

#### Calculo de Superficie filtrante:

$$S = \frac{Q(m^3/h)}{V(m/s)}$$

Donde:

Q = Caudal a filtrar

V = Velocidad de filtrado

Calculo del diámetro del filtro:

$$D = \sqrt{\frac{4s}{\pi}}$$

### c. Calculo filtro de MALLA y la superficie filtrante de un filtro de “malla de acero”.

Los filtros de malla definen su capacidad de filtrado por el número de mesh, que es el número de orificios por pulgada lineal.

Tabla N° 02: Relación entre el número de mesh y el tamaño del orificio de la malla de acero inoxidable (micras).

Nº de mesh	Tamaño de orificio (micras)	Recomendado para riego por goteo o micro-aspersión
60	259	Se obstruye fácilmente
80	180	Recomendado
100	150	
120	130	
150	106	Gotero se tapona con facilidad
170	90	
200	75	
250	63	

Condiciones:

- El tamaño de los orificios de la malla debe ser 1/7 del tamaño del micro-aspersor.
- La capacidad de filtrado se da por el caudal de agua que atraviesa la unidad de la superficie filtrante (m<sup>3</sup>/h-m<sup>2</sup>) o por la velocidad del agua que atraviesa la superficie filtrante (m/h).
- La velocidad del agua recomendada en los filtros de malla es de 0.4 a 0.6 m/s ó 1440 a 2160 m/h.

Parámetros a utilizar:

Caudal a filtrar Q - m<sup>3</sup>/h

Diámetro del micro-aspersor - mm

El área efectiva es 0.3 del área total (información dada por el fabricante)

Calculo del orificio de la malla:  $O = (1/7)*D$  (mm ó micras).

El número de mesh, según la tabla, y la velocidad del agua dentro del filtro, es de 0.4 m/s ó 1440 m<sup>3</sup>/h-m<sup>2</sup> , y luego calculando la superficie efectiva, se incrementa el caudal de riego en un 20%, como margen de seguridad,  $Q+(0.20xQ)$ , "Q" en m<sup>3</sup>/h.

La superficie efectiva:  $"Q"/V$ , V = velocidad dentro del filtro.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. ESTUDIO BASICO DE LA MICROCUENCA.

En esta primera parte mostraremos los resultados del estudio básico de la zona, luego se mostraran los resultados para cada objetivo específico.

#### 4.1.1. Condiciones topográficas de la micro-cuenca.

La topografía de la zona tiene un relieve accidentado, por consiguiente existen una variedad de ecosistemas, desde la parte más baja (2200 m.s.n.m. a 3000m.s.n.m.) que corresponde a valles interandinos hasta los puntos más altos que constituyen la Puna Sub tropical y desierto frío (3000m.s.n.m. a 4800m.s.n.m.).

El ámbito de estudio, tiene una poligonal perimétrica de **1,794.95** ml. dentro de los cuales encierra un Área total de **6354.34** Hás., vea el Mapa N° 2, del anexo G.

Las condiciones topográficas de esta zona para fines de implementación de riego presurizado, presentan:

El grado de la pendiente original ha sido modificado siendo estos pendientes antropicas por la construcción de andenes, y que no presentan deficiencias para regular la distribución de la red del sistema de riego, que puedan afectar la susceptibilidad de suelos a la erosión.

El relieve del suelo agrícola no presenta limitación alguna en cuanto al costo en la nivelación por ser andenería. Sin embargo, presentan limitaciones para el manejo de presión de trabajo de todo el sistema.

La posición, en la que se encuentran los terrenos agrícolas están en la parte baja de la micro-cuenca, presenta condiciones favorables para

generar la presión hidráulica, por tanto no se requiere de generadores de presión hidráulica a base de bombas, esto se obtiene por carga natural dada por el fuerte desnivel.

La forma, de los suelos agrícolas, por lo general son andenerías que requieren su conservación y un manejo cuidadoso al momento de instalar el sistema.

#### **4.1.2. Condiciones fisiográficas de la micro-cuenca.**

En la zona, se han identificado 6 unidades fisiográficas, las cuales son: Abanicos predominantes (Apd), Las Colinas Moderadamente empinadas (CMe), Los Conos de Deyección (Cdy), Las laderas de montaña moderadamente empinadas (LMme), La Planicie fluvio glacial ligeramente inclinada (PFGli) y las laderas de montaña extremadamente empinada (LMee), así como se muestra en el mapa N° 3, del anexo G.

Estos rasgos fisiográficos, obedecen principalmente a la acción erosional, expresada por degradación del piso aluvial, sea por erosión lateral o alteración de nivel de llanura, por huellas de ruptura de la pendiente original o construcción de andenes.

Se ha identificado las áreas en la que se desarrollan los cultivos, y se encuentran solamente en los “Conos de deyección” situados en la parte baja de la micro-cuenca.

#### **4.1.3. Condiciones climatológicas de la micro-cuenca.**

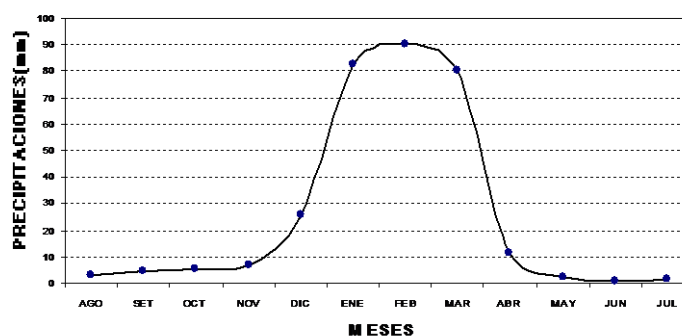
Las condiciones climatológicas más importantes que influyen el clima de la Micro cuenca, presentan: invierno muy seco y una concentración de las lluvias en los meses de Diciembre hasta Marzo, desde Abril hasta Noviembre la evapotranspiración potencial es significativamente más alta que la precipitación.

Por eso la agricultura depende del agua de riego, además desde el punto de vista agrícola la frecuencia de las lluvias es muy escasa e irregular para la definición de un año normal o un año seco. Los datos climáticos se encuentran en el anexo A y los parámetros climáticos analizados en el presente estudio se detallan a continuación:

#### 4.1.3.1. Las precipitaciones.

El análisis de este elemento climático, se ha llevado a cabo mediante la determinación de sus variaciones permitiendo conocer de esta manera la influencia que ejerce sobre el desarrollo vegetal. Resultando que las precipitaciones máximas se dan en los meses de Diciembre a Abril y las mínimas se dan en los meses de Mayo a Noviembre. Y las variaciones son de 328.23mm anuales, con una media de anual de 90.12 mm. Máxima y un mínimo de 0.93 mm. en el mes de Junio, como se muestra en el grafico siguiente:

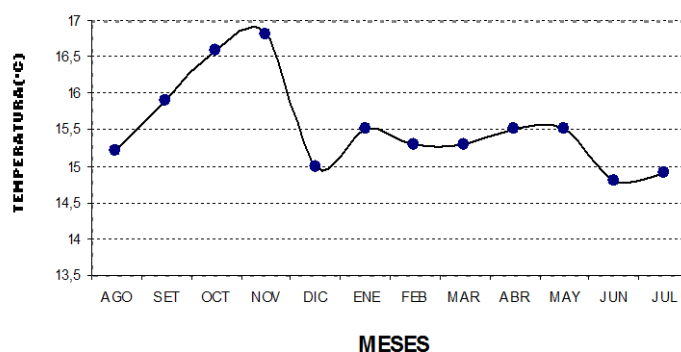
Grafico N° 01, Variación media mensual de las precipitaciones.



#### 4.1.3.2. Temperatura.

La temperatura viene a ser otro de los factores más importantes y como tal su análisis esta dirigido a conocer las diferentes modalidades de su distribución y variación, este factor esta ligada a la altitud. Resultando que en la zona se tiene temperaturas máximas de 16.8°C en el mes de noviembre y mínimas de 14.8 en el mes de junio. Así como se muestra en el grafico siguiente:

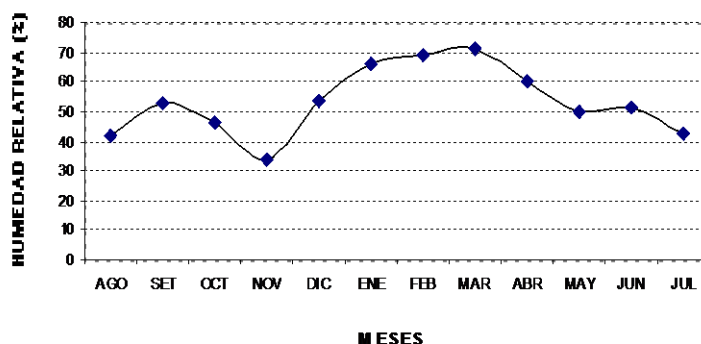
Gráfico N° 02, Variación media mensual de temperatura (°C)



**4.1.3.3. Humedad relativa.**

Las variaciones de la humedad relativa promedio varia entre un máximo de 71.3% en los meses de Marzo y un mínimo de 46.2% en los meses de Noviembre tal como se puede apreciar en el garifo siguiente:

Grafico N° 03, Variación media mensual de Humedad Relativa (%)



**4.1.3.4. Zonificación climática de la micro-cuenca.**

En la micro-cuenca hemos identificado tres zonas de clima, que varían mayormente en dependencia de la altura, en el Mapa N° 04, del anexo G, se observa la distribución climática de la zona.

A continuación describimos estos climas:

**a). Clima templado sub húmedo.**

Representa a la parte baja de la micro-cuenca, que corresponde a valles subtropicales y comprende las zonas de vida matorral domestico subtropical y matorral bajo subtropical. Se encuentran sobre altitudes que oscilan entre 2200 a 3000 m.s.n.m.

La agricultura es posible con riego debido a la irregularidad de las precipitaciones y la aridez de los suelos. Debido a las condiciones térmicas permite sostener cultivos tropicales como cítricos, algunos frutales de hueso, cereales, y tuberosas.

**b). Clima Frío Boreal.**

Este clima caracteriza a la parte media de la micro cuenca, alberga zonas de vida matorral domestico - montano subtropical. Están dentro de altitudes que oscilan entre 3000 a 4000m.s.n.m.

Este clima hace que la agricultura se desarrolle con riego suplementario y permite sostener cultivos como tubérculos, cereales, granos, y leguminosas comestibles.

**c). Clima Frígido.**

Corresponde a la parte alta de la micro cuenca representa a puna subtropical y también comprende el resto de las zonas de vida matorral desértico Subalpino-Subtropical. Están dentro de altitudes que oscilan entre 4000 a 4800m.s.n.m. este clima es conocido como puna o páramo.

La agricultura en estas zonas se hace muy difícil, debido al periodo de heladas muy prolongadas, solo es posible el cultivo de granos alto andinos y tuberosas, el riego suplementario es determinante para el éxito de la agricultura.

#### 4.1.4. La estructura agrícola actual.

##### 4.1.4.1. Nivel de organización para el riego.

La principal actividad de los pobladores es la agricultura, siguiendo por la producción pecuaria.

La población agrícola, asciende a un total de 1164 agricultores que están en condiciones de usuarios de agua, se organizan en 06 Comisiones y 10 Comités de regantes y que conforman la Junta de Usuarios La Unión, el detalle se ve en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 13: Organizaciones de regantes.

Comisiones de Regantes	Comités de Regantes	Nº Usuarios	Área Total (Has.)	Área Bajo Riego (Has.)
Cotahuasi - Piro		261	208,19	185,55
	Toma corira	50	8,69	8,26
	Estanque Occara	26	5,64	5,64
	Estanque Cascahuilca	16	5,95	5,95
Quillunza		245	219,14	185,63
	Chumpullo	18	11,99	11,16
	Huayllaccocha	40	15,14	14,38
Chacaylla - Chayme		75	63,70	52,12
	Chayme	15	7,02	7,02
Reyparte - Peccse		54	62,45	60,24
chacana		82	52,28	47,60
	Reyparte - Armancca	59	31,85	31,85
Chaucavilca		122	253,42	236,42
	Anchapacha	58	59,59	52,70
	Ccasiancca	31	22,24	22,24
	Estanque Tarayoc	12	4,38	4,38
<b>06</b>	<b>10</b>	<b>1164,00</b>	<b>1031,67</b>	<b>931,14</b>

Fuente: Junta de Usuarios La Unión - Elaboración Propia.

Estas organizaciones se han establecido de acuerdo a la normatividad de la Ley de Recursos Hídricos N° 29338, están reconocidas por la Administración Local de Agua Ocoña Pausa ALAO-P.

**4.1.4.2. El sistema de riego actual.**

Actualmente el sistema de riego es “Riego por gravedad”, en donde las condiciones de manejo y uso de agua se han establecido a través de tres (03) sub sistemas, tal como se muestra en el cuadro N°14. Y el esquema hidráulico se ilustra en el Mapa N° 8 del anexo G.

Cuadro N° 14: Sistema de riego actual.

Sub Sistemas de Riego	Comisiones de Regantes	Comités de regantes	Fuente de agua
Huacaccara	Cotahuasi – Piro		Huambo- Estq.Piathuasi
		Toma corira	Manantial
		Estanque Occara	Manantial
	Quillunza	Estanque Cascahuilca	Manantial
			Huambo- Estq.Piathuasi
		Chumpullo	Manantial
Cutirpo	Chacaylla – Chayme		Armanca – Cutirpo
		Chayme	Armanca
	Reyparte – Peccse		Armanca – Cutirpo
	Chacana		Armanca estq. Cachana
		Reyparte – Armancca	Cutirpo estq. Cachana
Armanca	Chaucavilca		Huambo- Estq.Cochacallan
		Anchapacha	Huambo- Estq.Cochacallan
		Ccasiancca	Manantial
		Estanque Tarayoc	Manantial

Fuente: Junta de Usuarios La Unión - elaboración Propia

**4.1.4.3. Distribución de agua de riego en la micro-cuenca.**

La distribución del agua es organizada por cada comisión de regantes y sus rondadores (distribuidores) quienes se encargan de almacenar distribuir y vigilar la aplicación de agua por los usuarios. Las formas de distribuir el agua de riego:

**a) El turno de agua de auxilio,** Solo se emplea para el riego de cultivos de pan llevar: papas, habas, maíz y la kiwicha y otros (sementeras) dado

que el intervalo de riego es muy prolongada y con ello se garantiza que las plantas no sufran estrés hídrico.

**b) El turno de agua normal (a pedido continuo),** se emplea para el riego general de todos los cultivos. Esta forma de distribución se emplea en los tres sistemas de riego.

El calendario de distribución esta establecido en cada sub sistema de riego:

Cuadro N° 15: Calendario de distribución de agua del sub sistema Huacaccara.

Sub sistema	Comisión de regantes	Turno normal	Turno auxilio	Turno auxilio	Turno normal	Turno auxilio	Turno auxilio
Huacaccara	Quillunza	15días (1.4h/u)		10 días (0.6h/u)		10días	
	Cotahuasi		10 días (0.6h/u)		15días (1.30h/u)		10días

Fuente: Junta de Usuarios La Unión - Elaboración propia

Cuadro N° 16: Calendario de distribución del sistema de riego Armanca.

Sistema de riego	Comisión de regantes	Turno de agua
Armanca	Chaucavilca Anchapacha	20días (3h/u) 10 días (3h/u)
Total		30días

Fuente: Junta de Usuarios La Unión - Elaboración propia

Cuadro N° 17: Calendario de distribución del sistema de riego Cutirpo.

Sistema de riego	Comisión de regantes	Turno normal	Turno de auxilio	Turno de agua
Cutirpo	Chacana	8 días	5 días	13 días
	Reyparte Armanca	7 días	4 días	11 días
	Chacaylla	12 días	6 días	18 días
Total		27 días	15 días	42 días

Fuente: Junta de Usuarios La Unión - Elaboración propia

#### 4.1.4.4. Los cultivos y prácticas relacionadas.

##### a. El sistema de cultivos.

Los principales cultivos de la zona se agrupan tres (03) grupos: Los cultivos de pan llevar que son básicamente para el autoconsumo, los



cultivos forrajeros que están destinados para la alimentación de los animales (Vacas, caballos y cuyes), y los cultivos de exportación que son destinados para el mercado nacional e internacional.

Cuadro N° 18: Principales cultivos de la zona de estudio

Cultivos de mayor rentabilidad.	Cultivos de pan llevar	Cultivo forrajeros
Kiwicha, Maíz, Trigo, Quinua	Papa, Frijol, Haba, Cebada, Hortalizas, Maíz, Arveja	Alfalfa, Cebada forrajera

Fuente: Junta de Usuarios La Unión - Elaboración propia

Las principales asociaciones de la cedula de cultivos se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 19: Sucesiones típicas de la cedula de cultivos

CULTIVOS BASE	Modalidad de Rotación												CULTIVOS DE ROTACIÓN
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Papa	B	B	R	R	R	R	R	R	B	B	B	B	Quinua
Maíz	B	B	B	R	R	R	R	R	B	B	B	B	Cebada temprana
Kiwicha	B	B	B	B			R	R	R	R	B	B	Haba verde temprana
Alfalfa	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
Hortalizas	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	

B = Cultivo Base (Campaña grande), R = Cultivo de Rotación (Campaña Chica).

Fuente: Elaboración Propia

**b. Técnicas de riego actual.**

En la zona, se han encontrado tres técnicas de riego que practican los agricultores, los cuales son:

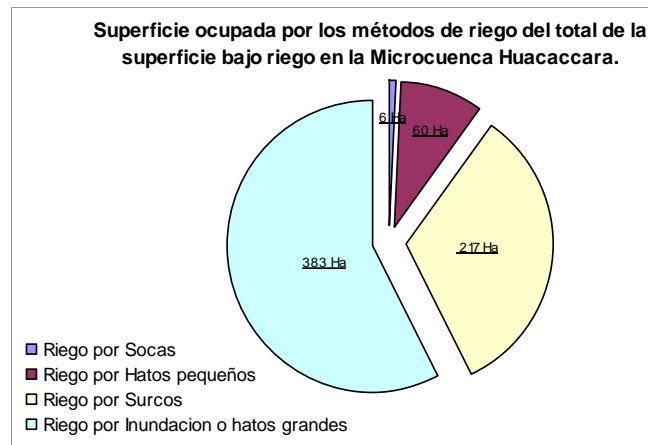
Cuadro N° 20: Técnicas de riego actual.

Técnica de riego parcelario	Cultivos
Riego por Surcos.	Kiwicha, Papa, Maíz, Haba, Quinua, Hortalizas y frijol
Riego por Hatos	Alfalfa, Cebada, Trigo, Tarwi, arveja
Riego por Socas.	Papa nativa

Fuente: Elaboración Propia

La superficie ocupada por estas técnicas fue tal como se muestra en el grafico siguiente:

Grafico N° 04: Superficie por métodos de riego, sobre área bajo riego.

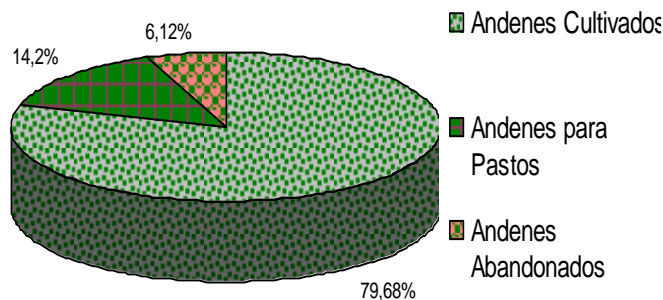


4.1.5. **Uso y estado de los andenes.**

4.1.5.1. **Uso actual de los andenes**

Actualmente el 79.68% de andenes están con cultivos, y un 14.19% son utilizados para pastos y algunos forrajes, y solamente 6.12% de andenes están abandonados, lo que significa que el uso de los andenes por los agricultores es masivo, respecto al uso de andenes para pastos podemos afirmar que se debe principalmente a la escasa disponibilidad de agua para riego y algunos dejan para poner en descanso afín de cultivar en las campañas posteriores, por otra parte el abandono de los andenes se debe también además de la escasa disponibilidad de agua a la falta de economía del agricultor, vea el Grafico N° 05.

Grafico N° 05: Uso de los andenes.

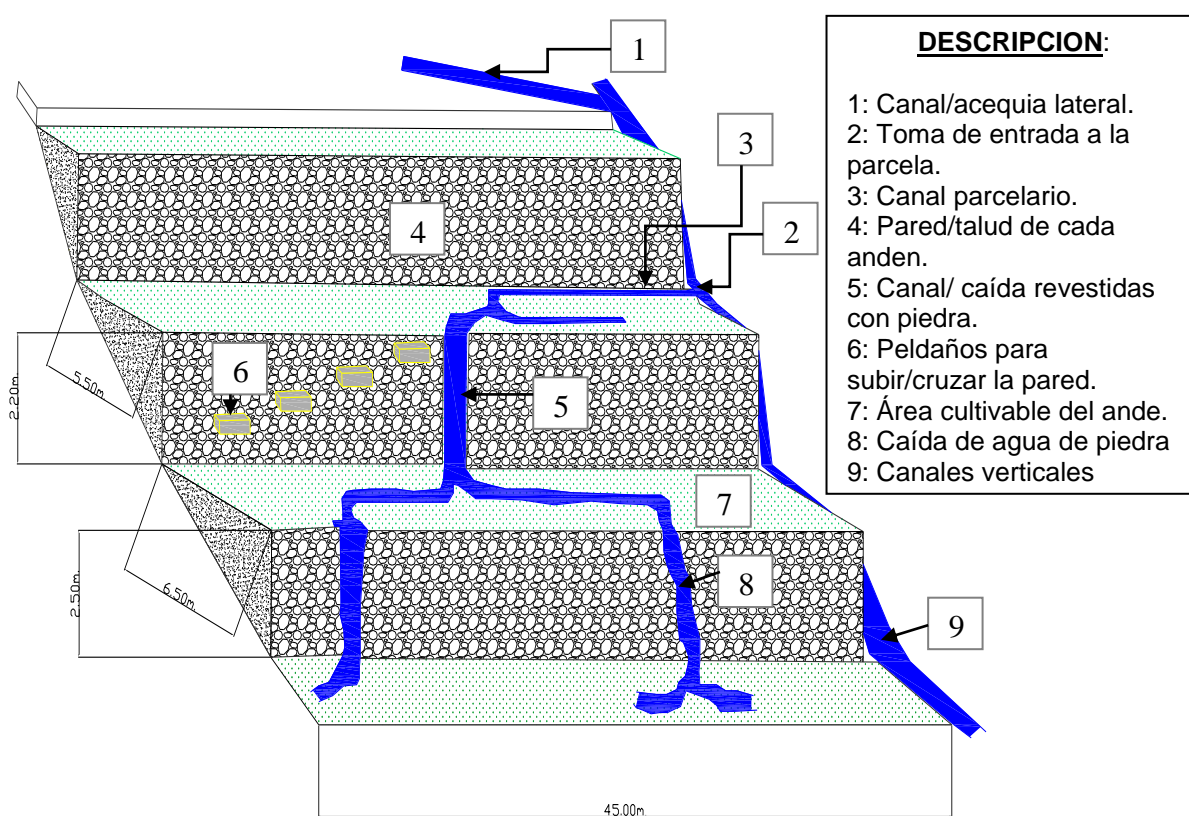


4.1.5.2. Las características típicas de los andenes.

Las características y las dimensiones de los andenes son muy variables, generalmente varían por la condición topográfica de cada sector, mientras mayor sea la pendiente los andenes tienden a disminuir el ancho y aumentar la altura, pero en sectores con pendientes moderados los tamaños de andenes son mayores disminuyendo su altura.

En el esquema siguiente se muestra las características de una andenería típica:

Esquema N° 1: Característica típica de los andenes



4.2. Determinación de suelos con aptitud para riego presurizado.

Primeramente se realizó la clasificación de suelos según su uso mayor y luego por su aptitud para riego presurizado.

#### 4.2.1. Clases de suelos según su capacidad de uso mayor.

Según la mayor vocación de las tierras, hemos identificado tres (03) clases de uso. Los detalles se presentan en el cuadro N° 21 y se ilustran en el Mapa N° 5 del anexo G.

Cuadro N° 21: Capacidad de uso de suelos.

CAPACIDAD DE USO	Área(Has)	%
Uso para cultivo en limpio	2084,14	33
Uso para cultivo permanente	2630,20	41
Uso para pastos	1640,00	26
área total Micro-cuenca	6354,34	100

Fuente: Elaboración Propia

##### 4.2.1.1. Uso de suelos para cultivos en limpio.

Este grupo representa las tierras de mayor valor agrícola, cubren una superficie de 2084.14 has., que corresponde al 33% de la extensión estudiada, presenta las mejores características edáficas y climáticas para establecer una agricultura de tipo intensivo, basándose en cultivos anuales o de corto periodo vegetativo, adaptadas a las condiciones ecológicas del medio. Por lo tanto en el siguiente ítem, se analizarán la aptitud de estos suelos para fines de implementación de riego presurizado.

**En sectores Chaucavilca – Quillunza**, presentan en la capa arable una fertilidad natural media; con presencia de variadas cantidades de fragmentos rocosos; profundidad efectiva superficial; de textura pesada a muy ligera; de drenaje moderado y reacción fuertemente alcalina (pH). La pendiente Antrópica es moderadamente empinada (15 a 25%) y empinada (25-50%) de pendiente original.

Presentan limitaciones principalmente a la fertilidad natural media de la capa arable, drenaje moderado y al clima, ya que están expuestas a peligros causados por el déficit de humedad presentes en esta zona.

Estas tierras permiten la instalación de un gran número de cultivos, tales como: maíz, kiwicha, frijol, arveja, camote, hortalizas en general, trigo, cebada, avena, además de frutales entre otras.

**En sector cotahuasi y alrededores**, presentan condiciones climáticas áridas, agrupa a suelos superficiales; con fragmentos rocosos en cantidades variables en el perfil, pocas veces en la superficie; de textura media; drenaje bueno a moderado; la reacción varía de moderada a fuertemente alcalina. La pendientes antropicas son plana a ligeramente inclinada (0 a 8 %), los andenes construidos en superficies inclinadas con pendientes moderadamente empinada (15 – 25%) y empinadas (25-50 %).

Presenta limitaciones principalmente por las condiciones de aridez, escasa precipitación pluvial que dificulta a realizar una agricultura en seco. También se constituyen en limitantes por la reacción moderada a fuertemente alcalina la que de alguna manera dificulta a la mineralización de la materia orgánica; así como la presencia de fragmentos rocosos que limita la profundidad efectiva de los suelos al reducir su volumen útil y por supuesto dificultando las labores de labranza.

El cultivo de estos suelos está sujeto a la aplicación de riego en cualquiera que sea su modalidad, principalmente por riego tecnificado, también requiere de la aplicación de abonos orgánicos.

#### **4.2.1.2. Uso de suelos para cultivo permanente.**

Este grupo de suelos abarca 2630.20 has., que representa el 41% del área estudiada. Presenta condiciones edáficas y topográficas no adecuadas para cultivos intensivos; en cambio, si permiten la plantación de cultivos perennes, desde arbustivos hasta arbóreos y frutales. En esta categoría se reconoció a las zonas de Piro, parte baja de Sector cotahuasi, Chacaylla, Salcan y Acobamba.

Estas tierras presentan condiciones de aridez, con precipitaciones pluviales escasas. Las características edáficas son de fertilidad baja; presencia de fragmentos rocosos a nivel del perfil y a nivel de la superficie son pedregosos, suelos muy superficiales a superficiales; de textura media; de drenaje bueno a rápido, de reacción fuerte a muy fuertemente alcalina. Presenta limitaciones referidas fundamentalmente a la aridez de la zona, por la escasa precipitación pluvial; a riesgos por efecto de erosión por las pendientes moderadamente empinadas, a la presencia de fragmentos rocosos que impiden el normal desarrollo de las plantas.

Estos suelos muestran aptitud para cultivos de porte arbóreo o arbustivo, cuyas características deben ser perennes, tal como los frutales como; cítricos, granadilla, higuera, manzano, membrillo, durazno, entre otras.

#### **4.2.1.3. Uso de suelos para pastos.**

Son suelos que no reúnen las condiciones edáficas, topográficas y ecológicas mínimas requeridas para cultivos en limpio o permanentes, pero que si presentan condiciones para cultivo de pastos nativos o pastos mejorados por encontrarse en su cobertura vegetal como pajonales y herbazal de tundra. Dentro de este grupo se encuentran: el sector Huambo y parte alta del sector pitahuasi. Estas tierras presentan moderadas limitaciones que están referidas, principalmente a los factores edáficos, topográficos y climáticos, presenta suelos superficiales de textura media a gruesa.

#### **4.2.2. Clases de suelos según su aptitud para implementar riego presurizado.**

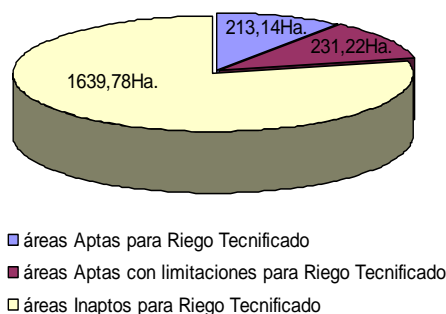
En la zona se han identificad tres clases de suelos que condicionan para el riego presurizado. En el Cuadro N° 22 y Grafico N° 07, se muestran estos resultados. Y se ilustra en el mapa N° 7, del anexo G.

Cuadro N° 22: Clases de suelos según aptitud para riego presurizado.

APTITUD DE SUELOS	AREA (Ha)	%
Suelos aptos para riego presurizado	213,14	10
Suelos aptos con limitaciones para riego presurizado.	231,22	11
Suelos inaptos para riego presurizado	1639,78	79
TOTAL AREA.	2084.14	100

Fuente: Elaboración Propia.

Grafico N° 06: Distribución de suelos según su aptitud para riego presurizado



A continuación detallamos estos resultados:

#### 4.2.2.1. Suelos aptos para riego presurizado.

Existe una superficie de 213.14has, que corresponden al 10%, del área de suelos en Uso para cultivo en limpio, estos suelos corresponden a Clase 1, reúne a subclases de: (S1, C1, a1), es decir son suelos aptos sin mayores limitaciones, con mínimas deficiencias por suelo, con topografía antrópico planos a ligeramente inclinados, con clima templado sub húmedo, y con agua sin problemas. Dentro de esta clase se encuentran todas las áreas bajo riego.

#### 4.2.2.2. Suelos aptos con limitaciones para riego presurizado.

Existen una superficie de 231.22has, que corresponden al 11%, del área evaluada (suelos de Uso para cultivo en limpio), estos suelos corresponden a la Clase 2, reúne a subclases de: (S2,C2,a2), es decir son suelos aptos con ligeras a mayores limitaciones, presentan deficiencias de fertilidad del suelo, en topografía antrópico plano a

ligeramente ondulados y pendiente original de moderada a fuertemente inclinadas, el clima es frío boreal, presenta deficiencias respecto a temperaturas altas y vientos próximos a 20km/h, además con problemas crecientes respecto al agua de riego.

Según el Padrón de Uso agrícola y el Plan de Cultivo y Riego, Gran parte de estos suelos se encuentran dentro de áreas en descanso y/o sin uso para cultivo, (Junta de Usuarios La Unión).

#### **4.2.2.3. Suelos inaptos para riego presurizado.**

Existen una superficie de 1639,78has, que corresponden al 79%, del área evaluada (suelos de uso para cultivo en limpio), estos suelos corresponden a la Clase 3, reúne sub clases de: (S3, C3, a3), es decir son suelos No aptos que presentan severas limitaciones, presentan fertilidad baja, así mismo con topografías moderadamente empinada a empinadas en su fase Antrópica, respecto al clima se encuentran en climas presenta serias limitaciones por la frigidez y altas temperaturas.

#### **4.3. Determinación de la disponibilidad y calidad de agua de las fuentes hídricas en la microcuenca.**

Primeramente se ha identificado las fuentes de agua, luego su uso, cantidad disponible y la calidad para fines de riego.

##### **4.3.1. Las fuentes de agua.**

En la zona, existen un total de 86 fuentes hídricas, que se encuentran dispersos en diferentes lugares de la micro-cuenca y que suma un volumen total de 20794.33 Lts /seg., con mayor detalle se ilustra en el Mapa N° 06 del anexo G.



Cuadro N° 23: Disponibilidad de las fuentes hídricas

Fuentes de agua	Nº fuentes	%	Caudal Q(l/s)
Manantiales	85	98.84	414.33
Río	01	1.16	20380.00
<b>Total</b>	<b>86</b>	<b>100</b>	<b>20794.33</b>

Fuente: Elaboración Propia.

#### a. Manantiales.

Los 85 manantiales representan el 98.84% del total, que son aprovechadas en su totalidad y dispone un caudal de 414.33lits/seg., gran parte de estos manantiales se concentran en la parte alta de la micro-cuenca. El cuadro general de todos los manantiales se encuentran en el Anexo C -1.

#### b. Ríos.

Existe un río llamado “Río Cotahuasi”, que dispone un caudal de 20380.00 Lts/seg. Es el principal fuente que aporta sus aguas al Río Ocoña para desembocar al océano pacifico. El detalle se aprecia en el Anexo C – 2.

#### 4.3.2. Uso de las fuentes de agua.

Actualmente las fuentes de agua que vienen siendo aprovechados por los habitantes de la zona son los 85 manantiales, sin embargo sus aguas del “río Cotahuasi” no son aprovechadas, debido a que es difícil el acceso, por condiciones de topografía y geomorfología en que se encuentra. Pero se viene ejecutando un proyecto que captará las aguas de este río a través del “Proyecto aranjuez” para la irrigación de la parte baja de de la microcuenca, cuyo volumen de agua que se pretende aprovechar es 0.13 m<sup>3</sup>/seg. (Junta de Usuarios La Unión, 2008). En el cuadro N° 24, se resumen la distribución de las fuentes según su tipo de uso y caudal.

Cuadro N° 24: Uso actual de las fuentes hídricas y caudal disponible.

Tipo de Uso	N° de fuentes de agua	Caudal Q(l/s)	% Cant. Fuente
Poblacional	5	23,75	06
Agrícola/pecuario	80	390,58	93
Sin uso	1	20380.00	01
<b>Total</b>	<b>86</b>	<b>20794,33</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia.

**a Uso poblacional.**

Las fuentes de agua para uso poblacional son cinco (05) manantiales. Las principales características de estas fuentes consisten en: una captación, aducción, reservorios, conducción y distribución de agua por medio de tuberías y finalmente piletas de uso comunal y piletas de uso familiar.

**b Uso agrícola y pecuario**

Existen en la zona, 80 fuentes de agua (manantiales) que disponen un caudal de 390.58 lts. /segundo para el aprovechamiento sea para el riego de cultivos, abrevaderos (bebedero para consumo animal) o alaves en sus dos formas. En el cuadro N° 25, se aprecia la distribución de fuentes para estos fines.

Cuadro N° 25: Uso de agua para fines agrícola / pecuaria.

USO	N° fuentes de agua	Caudal (lts./seg.)	%
Uso Pecuario (múltiple y/o bebederos)	29	176.32	36,25
Uso para Riego	51	214.26	63,75
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>390.58</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**b1). Agua para uso pecuario.**

Reúnen aquellas fuentes de agua que son utilizados en formas mixta de aprovechamiento en los Sectores o anexos, donde residen las familias

dedicados principalmente a la crianza de ganado vacuno, ovinos, caballos y animales menores. Estas fuentes poseen caudales mínimos menores a 6 lts. /seg.

**b2). Uso para riego.**

Un total de 51 fuentes de agua (manantiales) son utilizadas para fines de riego, dispone una oferta hídrica de 214.26 lts. /seg. Para el aprovechamiento de estas fuentes se hace a través de tres canales principales: Armanca, Huacaccara, y Cutirpo en la cual se han conformando tres sistemas de riego. Y para la distribución de agua, los usuarios se han organizado en 6 comisiones de regantes.

**4.3.3. Disponibilidad de agua para riego en la micro-cuenca.**

La disponibilidad de agua para el sistema de riego actual es 214.26 lts. /seg. En el cuadro N° 26, muestra la disponibilidad de agua según los sistemas de riego actual.

Cuadro N° 26: Disponibilidad de agua según las fuentes y sistemas de riego.

Sistemas Hidráulico Principales	Comisión de Regantes	Nº Manantiales	Caudal Q(l/s)	Manantiales para comités de riego	Nº Manantiales	Caudal Q(l/s)	Sub Total Nº de manantiales	Sub Total Q(l/s)
Sistema Huacaccara	Quillunza	21	88,18	Huaminza	11	25,90	32	114,08
				Chumpullo 1				
				Chumpullo 2				
				Cocho				
				Chocho				
	Cotahuasi – Piro			Huayllacocha				
				Animas				
				Cascahuilca				
				Huallpahuaja				
				Occara				
				Ballompa				
Sistema Arranca	Chacaylla	03	36,00	Pomacocho 2	02	9,60	05	45,60
	Reyarte							
	Cachana							
Sistema Cutirpo	Chaucavilca – cancha	11	50,20	Bebedero Chaccho 1	3	4,38	14	54,58
				Bebedero Chaccho 2				
				Tocsa				
<b>TOTAL</b>							<b>51</b>	<b>214,26</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.4. Calidad de agua de riego.

De acuerdo a los resultados, del análisis físico químico de la calidad de agua para fines de riego, (Cuadro N° 27 y Anexos C – 4 y C - 5), podemos afirmar que:

La calidad de agua de las fuentes hídricas para uso agrícola son de Clases C1S1 y C3S1 respectivamente. Esto indica que la clase C1S1, presenta baja salinidad, apta para el riego de diferentes cultivos, sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles con cultivos muy sensibles al sodio, y los de clase C3S1, presentan salinidad entre media y alta que puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.

Cuadro N° 27: Resultados de análisis de calidad de agua para fines de riego.

DETERMINACION	SIMBOLOGIA	UNIDAD	FUENTES DE AGUA			
			Vertiente Cutirpo (chaucavilca)	Vertiente Huacaccara (Pitahuasi)	Manantial Huayllajocha (Quillunza)	Vertiente armanca Estanque cachana
			732555E, 8314382N, 3948msnm	731623E, 8313086N, 4023msnm.	727130E,8315390N 3017msnm.	729109E,8315552N 3027msnm.
Temperatura	T	°C	13,4	13,5	13,8	14
CE mmhos/cm.	CE	mmhos/cm. 25°C	0,05	0,05	1,39	0,06
Acidez-Alcalinidad	pH	pH	5,22	5,32	5,6	6,62
Calcio	Ca	meq/l	0,2	0,25	0,55	0,3
Magnesio	Mg	meq/l	3,9	4,8	8,1	9,8
Sodio	Na	meq/l	0,48	0,25	0,44	0,44
Potasio	K	meq/l	0,16	0,15	0,28	0,23
<b>Suma de Cationes</b>			<b>4,74</b>	<b>5,45</b>	<b>9,37</b>	<b>10,77</b>
Nitrato	NO3	meq/l	1,5	1,8	2,1	1,8
Carbonatos	CO3	meq/l	0	0	0	0
Bicarbonato	CO3H	meq/l	1,1	0,4	0,9	1,3
Sulfatos	SO4	meq/l	1,02	1,12	1,79	0,95
Cloruros	CL	meq/l	0,2	0,2	0,3	0,3
<b>Suma de Aniones</b>			<b>3,82</b>	<b>3,52</b>	<b>5,09</b>	<b>4,35</b>
Relación de Adsorción de Sodio	SAR		0,33	0,15	0,21	0,19
<b>Clasificación</b>			<b>C1S1</b>	<b>C1S1</b>	<b>C3S1</b>	<b>C1S1</b>

Fuente: Lab. INIA – Puno - Elaboración Propia.

#### 4.4. Determinación de necesidades de agua para la cedula de cultivo actual.

##### a. Cedula de cultivos.

Para la determinación de la necesidad de agua de los cultivos se ha establecido la cedula de cultivo y la rotación de los mismos en dos situaciones:

En la *situación actual* la cédula del cultivo está establecida con cultivos de base y de rotación así como se ve en el cuadro N° 28; se riegan por gravedad con alta pérdida de agua en la conducción; el agua es distribuida por el comité de regantes cascahuilca, según la disponibilidad de agua y en turnos por usuario.

En la situación *con proyecto* se ha ajustado con cultivos de mayor rentabilidad tanto para la campaña principal y de rotación, tal como se indica en el cuadro N° 29. Además en este cuadro se presenta el calendario agrícola.

Cuadro N° 28: Cedula de cultivos - Cronograma mensual Sin Proyecto

CULTIVO BASE	Área (Has)	AREAS (Has)												Área (has)	CULTIVO DE ROTACION	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC			
Papa	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	Quinua
Maíz	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	Cebada temprana
Kiwicha	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30			0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	Haba verde temprana
Alfalfa	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.60	
Área cultivada	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.26	0.26	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	

Fuente. Elaboración propia

Cuadro N° 29: Cedula de cultivos - cronograma mensual Con Proyecto

CULTIVO BASE	Área (Has)	AREAS (Has)												Área (has)	CULTIVO DE ROTACION	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC			
KIWICHA	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	TRIGO
QUINUA	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	PAPA
MAIZ	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	CEBADA
ALFALFA	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06		
Área cultivada	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.50	

Fuente. Elaboración propia

- b. **Factor de cultivo (Kc).** Se ha calculado en función a las características fisiológicas y periodos vegetativos de los cultivos. Los valores sin y con proyecto se presentan en los cuadros N° 30.
- c. **Evapotranspiración potencial de los cultivos (Eto).** Para este estudio se ha utilizado el método Penman monteith y Hargreaves en base temperatura y radiación solar, adoptándose los valores de penman monteith por ajustarse mejor para la zona. Se ven los resultados en los cuadros N° 31 y 32
- d. **Evapotranspiración real del cultivo (ETR).** Es la cantidad de agua que necesitan los cultivos para cumplir con sus requerimientos fisiológicos. Se expresa en mm./día y es el producto de la evapotranspiración potencial y el factor del cultivo, estos resultados se muestran en el cuadro N° 34 y 35.
- e. **Precipitación efectiva (P. Efec).** Es la parte de la lluvia que es efectivamente aprovechada por los cultivos. Los resultados de muestran en el cuadro N° 33
- f. **Eficiencia de riego (Ef. riego).** En la situación sin proyecto el riego es por inundación y surcos con eficiencia de 35%; en situación con proyecto, se espera alcanzar el 80% de eficiencia nivel de sector.

g. **Demanda de agua de los cultivos o Requerimiento de agua (Req).** Es la lámina de agua final a emplear en el diseño. Los requerimientos de agua en las situaciones sin y con proyecto (cuadros N° 34 y 35) son respectivamente 60,234.57 y 77,629.91 m<sup>3</sup>/Ha/año. El pico de consumo, dato útil para el diseño, es de 50.56 m<sup>3</sup>/ha/día, en la situación con proyecto.

h. **Demanda de agua del proyecto.**

Es la lámina de agua final a emplear en el diseño. Los requerimientos de agua en las situaciones sin y con proyecto (cuadros N° 34 y 35) son respectivamente 60,234.57 y 77,629.91 m<sup>3</sup>/Ha/año. El pico de consumo, dato útil para el diseño, es de 50.56 m<sup>3</sup>/ha/día, en la situación con proyecto

Cuadro Nº 30: Coeficiente de riego o Kc de los cultivos Sin y Con Proyecto

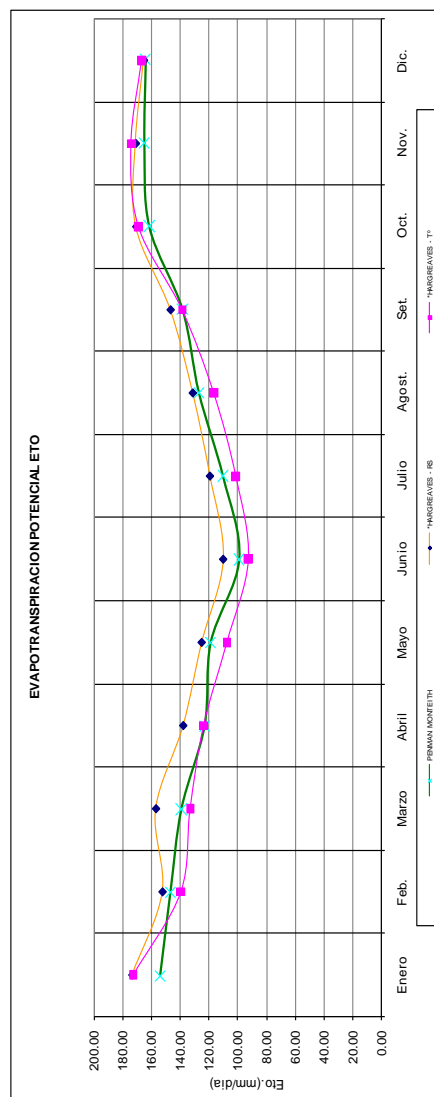
CULTIVO BASE	MESES												CULTIVO BASE		
	Área (Has)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV		DIC	Área (Has)
Papa	0.07	1.04	0.64	0.42	0.85	0.85	0.87	0.87	0.58	0.51	0.63	1.04	1.04	0.07	Quinua
Maíz	0.12	1.06	1.06	0.46	0.47	0.80	1.03	1.03	0.29	0.43	0.70	1.06	1.06	0.12	Cebada temprana
Kiwicha	0.30	0.86	0.86	0.86	0.55	0.00	0.00	0.45	1.06	1.06	0.99	0.35	0.35	0.30	Haba verde temprana
Alfalfa	0.06	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
Kc. Ponderado	0.56	0.94	0.89	0.73	0.62	0.86	0.98	0.69	0.82	0.84	0.88	0.59	0.67	0.50	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 31: Métodos usados para el cálculo de la evapotranspiración potencial de la zona del proyecto

	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
*HARGREAVES - RS	173.66	152.41	156.99	137.82	124.86	109.70	119.01	131.10	146.72	170.88	171.19	165.46
*HARGREAVES - T°	172.74	139.46	132.98	123.59	107.42	92.41	101.16	116.55	138.55	168.94	174.10	166.70
PENMAN MONTEITH	154.05	146.90	139.23	123.05	118.81	98.93	110.28	127.04	138.44	161.67	165.07	164.13

\* Métodos de Hargreaves, en función a Radiación solar y Humedad Relativa – Temperatura





Cuadro N° 32: Evapotranspiración Potencial o de referencia ETO.

**Metodo Penman Monteith - Aceptado para la zona**

Latitud: 15° 13'      Longitud: 72° 53'      Altitud : 2685

"S" Eto	Ener	Feb	Marz	Abril	May	Juni	Juli	Agost	Set	Oct	Nov	Dic
mm/	94,9	5,2	94,4	4,1	93,8	93,3	93,5	4,1	4,6	5,2	5,5	5,2
mm/	154,0	156,9	139,2	123,0	118,8	98,9	110,2	127,0	138,4	161,6	185,0	184,1
m3/mes/	5154	0146	3139	5123	118	398	8110	4127	4138	7161	7165	3164
Dias /	131	928	231	130	831	980	331	031	430	731	130	131

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 33: Precipitación efectiva (mm.) - Estación Cotahuasi

PARAMETR	UNIDA	EN	FEB	MA	AB	MA	JUN	JUL	AG	SET	OC	NO	DIC	TOTA
Precipitación total	(mm./mes)	82.8	100.4	80.3	11.5	2.32	0.93	1.48	3.02	4.23	5.59	7.11	25.6	325.5
Precipitación efectiva	(mm./mes)	35.9	549.5	18.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	110.4
Nº de dias/ mes	Dias	5	1	9	30.0	31.0	30.0	31.0	31.0	30.0	31.0	30.0	31.0	7
Precipitación efectiva al mes	(mm./mes)	9.16	0.77	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	

Método water resources - Elaboración propia

**Cuadro N° 34: Demanda de agua Sin Proyecto**

PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1. Eviotransp. Potencial	(mm/día)	4,97	5,25	4,49	4,10	3,83	3,30	3,56	4,10	4,61	5,22	5,50	5,29	
2. Kc ponderado		0,94	0,89	0,73	0,62	0,86	0,98	0,69	0,82	0,84	0,88	0,59	0,67	
3. Eviotransp. Real o Uso consuntivo (1*2)	(mm/día)	4,69	4,65	3,28	2,54	3,30	3,23	2,47	3,36	3,89	4,59	3,23	3,54	
Eviotransp. Real o Uso consuntivo	mm/mes	145,27	130,16	101,61	76,30	102,36	96,79	76,48	104,20	116,63	142,31	97,04	109,66	
4. Precip. Efect.	(mm/día)	0,79	1,48	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	
5. Déficit de Humedad (3-4)	(mm/día)	3,90	3,17	2,18	2,54	3,30	3,23	2,47	3,36	3,89	4,59	3,23	3,36	
6. Eficiencia de riego	(%)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
7. N° días del mes	(días)	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	365,00
8. Requerimiento de agua (5/6)	(mm/día)	15,59	12,69	8,70	10,17	13,21	12,90	9,87	13,45	15,55	18,36	12,94	13,43	
	(m3/ha/día)	155,93	126,87	87,01	101,73	132,08	129,05	98,69	134,45	155,50	183,63	129,38	134,25	
	(m3/ha/mes)	4.833,77	3.552,43	2.697,41	3.051,81	4.094,36	3.871,45	3.059,24	4.167,99	4.665,09	5.692,59	3.881,50	4.161,82	47.729,45
9.-Area total	has	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	6,68
10. Volumen demandado	m3/mes	2.689,69	1.976,70	1.500,94	1.698,14	2.292,84	2.168,01	1.702,27	2.319,22	2.595,83	3.167,56	2.159,81	2.315,78	26.586,79

La mayor demanda sin proyecto se observa en el mes de Octubre

**Cuadro N° 35: Demanda de agua Con Proyecto**

PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1. Eviotransp. Potencial	(mm/día)	4,97	5,25	4,49	4,10	3,83	3,30	3,56	4,10	4,61	5,22	5,50	5,29	
2. Kc ponderado		0,94	0,89	0,73	0,62	0,86	0,98	0,69	0,82	0,84	0,88	0,59	0,67	
3. Eviotransp. Real o Uso consuntivo (1*2)	(mm/día)	4,69	4,65	3,28	2,54	3,30	3,23	2,47	3,36	3,89	4,59	3,23	3,54	
Eviotransp. Real o Uso consuntivo (1*2)	mm/mes	145,27	130,16	101,61	76,30	102,36	96,79	76,48	104,20	116,63	142,31	97,04	109,66	
4. Precip. Efect.	(mm/día)	0,79	1,48	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	
5. Demanda de agua de los cultivos o lamina neta (3-4)	(mm/día)	3,90	3,17	2,18	2,54	3,30	3,23	2,47	3,36	3,89	4,59	3,23	3,36	
6. Eficiencia de riego	(%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	
7. N° días del mes	(días)	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	365,00
8. Demanda de agua del Proyecto o Requerimiento de agua (5/6)	(mm/día)	4,87	3,96	2,72	3,18	4,13	4,03	3,08	4,20	4,86	5,74	4,04	4,20	
	(m3/ha/día)	48,73	39,65	27,19	31,79	41,27	40,33	30,84	42,02	48,59	57,38	40,43	41,95	
	(m3/ha/mes)	1.510,55	1.110,13	842,94	953,69	1.279,49	1.209,83	956,01	1.302,50	1.457,84	1.778,93	1.212,97	1.300,57	14.915,45
9.-Area total	has	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	6,68
10. Volumen demandado	m3/mes	840,53	617,72	469,04	530,67	711,95	673,19	531,96	724,76	811,20	989,86	674,94	723,68	8.299,50
11. Intervalo de riego	Días	25,79	19,10	20,57	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	29,41	

La mayor demanda con proyecto se observa en el mes de Octubre

Fuente. Elab. Propia

**i. Oferta de agua a nivel parcelario con y sin proyecto**

La oferta de agua por gravedad está dado por el estanque cascahuilca, aguas que son derivadas del manantial con el mismo nombre, el mismo que abastece a todo el sector del comité de riego cascahuilca para atender la demanda de las áreas de riego de dicho sector, lugar donde se desarrolla el proyecto motivo del presente estudio. La licencia de uso de agua está dada por la Administración Local de Agua (ALA) Ocoña -Pausa, quien se encarga de la supervisión. Cuadro N° 36 y 37.

**j. Balance oferta – demanda (sin y con proyecto)**

El balance oferta – demanda, es la relación entre el volumen de agua de gravedad, y el volumen de agua que se requiere para irrigar los cultivos con y sin proyecto. En los cuadros N° 38 y 39, se presenta el balance hídrico para las condiciones sin y con proyecto.

Es importante señalar que este proyecto está orientado a tecnificar el uso del agua de riego, ajustando la actual cedula de cultivo con cultivos de mayor rentabilidad.

o  
Cuadro N° 36: Oferta de agua por Gravedad, Sin Proyecto

\*Características de la oferta en cabecera del sector V

Caudal promedio	35.0	l/s
Frecuencia o intervalo de riego	25	días
Tiempo o duración del riego	24	horas/día
Cultivo Actual	VARIOS	

DESCRIPCIÓN	UNID	MESES												Total		
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciem			
Caudal total del Comité de reg.	lts/seg.	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
Número de riego por mes	N°	1.24	1.12	1.24	1.20	1.24	1.20	1.24	1.20	1.24	1.20	1.24	1.20	1.24	1.20	1.24
Tiempo o duración por riego.	horas/día	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Volumen promedio por sector	(m3/mes)	3,437.28	3,104.64	3,437.28	3,326.40	3,437.28	3,326.40	3,437.28	3,326.40	3,437.28	3,326.40	3,437.28	3,326.40	3,437.28	3,326.40	3,437.28
Número de días del mes,	días	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Volumen promedio	(m3/día)	110.88	110.88	110.88	110.88	110.88	110.88	110.88	110.88	110.88	110.88	110.88	110.88	110.88	110.88	110.88
Caudal por sector (01 modulo)	l/seg./día	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28
N° sectores	N°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Volumen total de las 0.56has	m3/mes	3,437.28	3,104.64	3,437.28	3,326.40	3,437.28	3,326.40	3,437.28	3,326.40	3,437.28	3,326.40	3,437.28	3,326.40	3,437.28	3,326.40	3,437.28
Área total	Ha	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
Área del proyecto del sector	Ha	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
Volumen ofertado del proyecto	m3	2,598.70	2,347.21	2,598.70	2,514.87	2,598.70	2,514.87	2,598.70	2,514.87	2,598.70	2,514.87	2,598.70	2,514.87	2,598.70	2,514.87	2,598.70

Fuente: Elab. Propia, El usuario o el modulo en total tiene 0.56 has.  
El caudal es asignado a cada usuario por 24 horas cada 25 días. No tiene en cuenta el área.

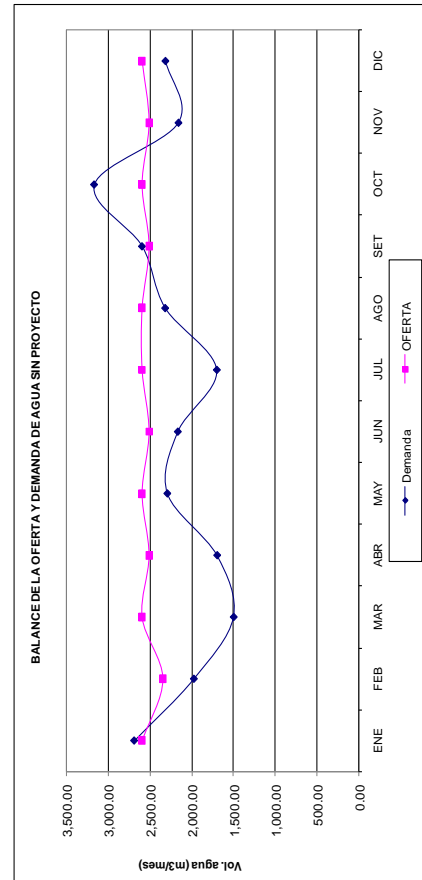
Cuadro N° 37: Oferta de agua por gravedad Con Proyecto

DESCRIPCIÓN	UNID	MESES												Total		
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciem			
Caudal por sector	l/seg./sector/día	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	
Volumen	M3/hora	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	
Horas de riego	N° horas	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	
N° sector	N°	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Volumen total por usuario	m3/día	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	
Días	Día	31.0	28.0	31.0	30.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	
Volumen total por usuario	m3/mes	2,864.40	2,587.20	2,864.40	2,772.00	2,864.40	2,772.00	2,864.40	2,864.40	2,772.00	2,864.40	2,772.00	2,864.40	2,772.00	2,864.40	33,726.00

Cuadro N° 38: Balance de agua - Sin Proyecto

PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Demanda	(m3/mes)	2,689.69	1,976.70	1,500.94	1,698.14	2,292.84	2,168.01	1,702.27	2,319.22	2,595.83	3,167.56	2,159.81	2,315.78
OFERTA	(m3/mes)	2,598.70	2,347.21	2,598.70	2,514.87	2,598.70	2,514.87	2,598.70	2,598.70	2,514.87	2,598.70	2,514.87	2,598.70
Balance	(m3/día)	-90.99	370.51	1,097.76	816.73	305.85	346.86	896.42	279.48	-80.96	-568.87	355.06	282.91

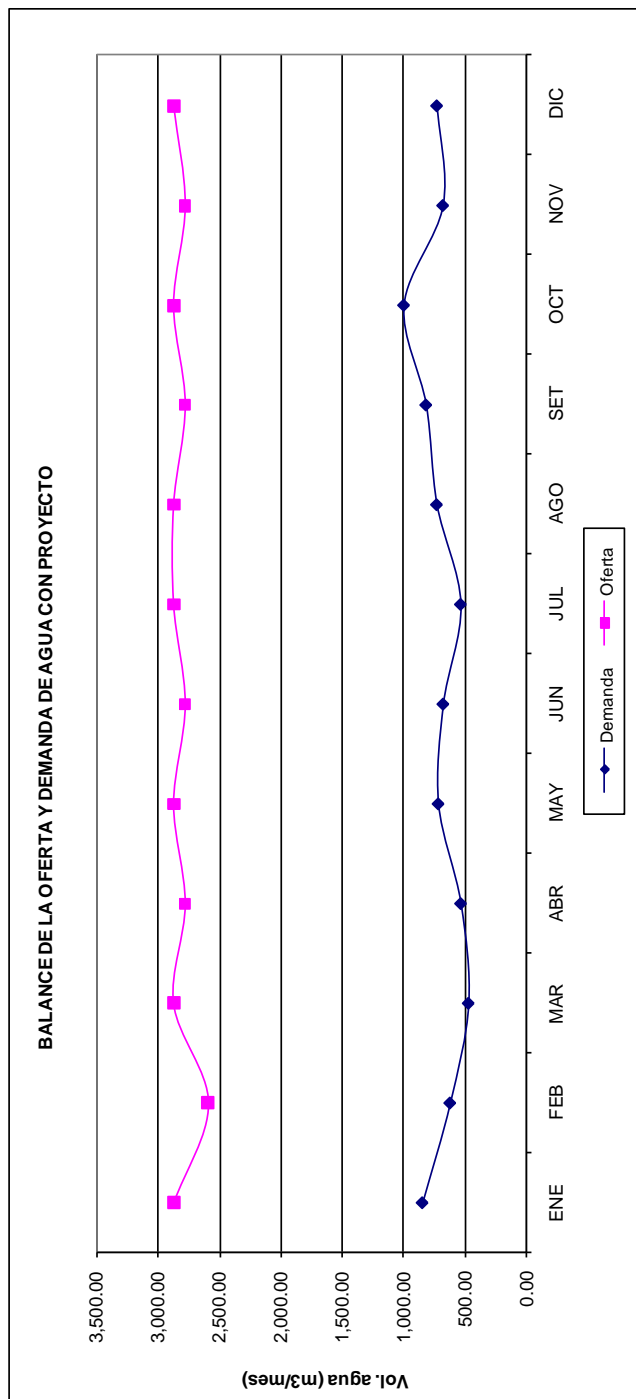
Fuente: Elaboración propia.



Cuadro N° 39: Balance de agua - Con Proyecto

PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Demanda	(m3/mes)	840.53	617.72	469.04	530.67	711.95	673.19	532.0	724.8	811.20	989.86	674.94	723.68
Oferta	(m3/mes)	2,864.40	2,587.20	2,864.40	2,772.00	2,864.40	2,772.00	2,864.40	2,864.40	2,772.00	2,864.40	2,772.00	2,864.40
Balance	(m3/mes)	2,023.87	1,969.48	2,395.36	2,241.33	2,152.45	2,098.81	2,332.44	2,139.64	1,960.80	1,874.54	2,097.06	2,140.72

Fuente. Elaboración propia.



#### 4.5. SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO PARA ANDENERIA.

Para la zona se plantea el sistema de riego presurizado por “Micro aspersión”, ubicados en 19 sectores, instalados en la andenería.

##### 4.5.1. Condiciones generales para el planteamiento del sistema de riego presurizado en andenería.

- Se implementaran en 19 sectores, en suelos donde han sido identificados aptos para riego presurizado.
- Se utilizaran los 51 fuentes de agua inventariadas que disponen un caudal de 214.26 lts/seg.
- Se mantendrá la cultura de distribución de agua a nivel sub sistemas de riego, vea los cuadros 40, 41 y 42:

Cuadro N° 40, Calendario de distribución de agua del sub sistema Huacaccara (Q=60l/s)

Sub sistema	Comisión de regantes	Turno normal	Turno auxilio	Turno auxilio	Turno normal	Turno normal	Turno auxilio	Turno auxilio
Huacaccara	Quillunza	15días (1.4h/u)		10 días (0.6h/u)		15días		10 días
	Cotahuasi		10 días 0.6h/u		15 días (1.3h/su)		10 días	

Fuente: Junta de Usuarios La Unión - Elaboración propia

Cuadro N° 41, Calendario de distribución del sub sistema de riego Armanca (Q=40l/s)

Sistema de riego	Comisión de regantes	Turno de agua
Armanca	Chaucavilca Anchapacha	20días (3h/u) 10 días (3h/u)

Fuente: Junta de Usuarios La Unión - Elaboración propia

Cuadro N° 42, Calendario de distribución del sistema de riego Cutirpo (Q=60l/s).

Sistema de riego	Comisión de regantes	Turno normal	Turno auxilio	de	Turno de agua
Cutirpo	Chacana	8 días	5 días		13 días
	Reyparte perccse	7 días	4 días		11 días
	Chacaylla chayme	12 días	6 días		18 días

Fuente: Elaboración propia

- Se utilizarán los 19 estanques existentes que servirán para abastecer de agua a cada sector y a la vez generar presión o carga hidráulica para el funcionamiento del sistema de riego.
- Se seguirán utilizando los canales principales y secundarios existentes, siendo mejorados y/o tuberizados gradualmente.
- A partir de cada estanque, se implementará el diseño del sistema de riego presurizado por micro aspersión.
- La operación del sistema de riego serán las 24 horas.
- No usará energía (electricidad o combustible), para la generación de presión del sistema, este se obtiene por carga natural, dada el fuerte desnivel de la zona.
- Su diseño será de fácil operación y mantenimiento para el agricultor.
- Para la distribución de agua, no se requiere crear nuevas organizaciones de riegantes, se mantendrán las organizaciones actuales.
- Permitirá al agricultor tener tiempo adicional para otras actividades.
- Posibilita la siembra oportuna y la producción será en dos campañas.

Cada sector funcionará en la condición que se describen a continuación:

#### **Sector I:**

Tiene un área de 11.2 ha., pertenece al sub sistema “huacaccara” le corresponde primer turno “T-1” para recibir agua y almacenar en su estanque con capacidad de 340 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 16 l/s.

#### **Sector II:**

Tiene un área de 12 ha., pertenece al sub sistema “huacaccara” le corresponde el turno “T-2” para recibir agua y almacenar en su estanque con capacidad de 300 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 15 l/s.



**Sector III:**

Tiene un área de 12.14 ha., pertenece al sub sistema “huacaccara” le corresponde el turno “T-3” para recibir agua y almacenar en su estanque con capacidad de 450 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 15 l/s.

**Sector IV:**

Tiene un área de 8.20 ha., pertenece al sub sistema “huacaccara” le corresponde el turno “T-4” para recibir agua y almacenar en su estanque con capacidad de 430 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 10 l/s.

**Sector V:**

Tiene un área de 9.4 ha., pertenece al sub sistema “Armanca” le corresponde el turno “T-19” para recibir agua y almacenar en su estanque con capacidad de 270 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 14 l/s.

**Sector VI:**

Tiene un área de 8.30 ha., pertenece al sub sistema “armanca” le corresponde el turno “T-6” para recibir agua y almacenar en su estanque con capacidad de 300 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 15 l/s.

**Sector VII:**

Tiene un área de 8.4 ha., pertenece al sub sistema “huacaccara” le corresponde el turno “T-9” para recibir agua y almacenar en su estanque con capacidad de 400 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 6 l/s.

**Sector VIII:**

Tiene un área de 9.8 ha, pertenece al sub sistema “huacaccara” pero no tiene propia fuente no utiliza la fuente Huambo pitahuasi.

Se le asigna el turno “T-18 para fines de administrar el agua, almacena en un estanque con capacidad de 420 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 8 l/s.

**Sector IX:**

Tiene un área de 10.5 ha., pertenece al sub sistema “huacaccara” le corresponde el turno “T-11” para recibir agua y almacenar en su estanque con capacidad de 350 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 12 l/s.

**Sector X:**

Tiene un área de 8.5 ha., pertenece al sub sistema “huacaccara” le corresponde el turno “T-12” para recibir agua y almacenar en su estanque con capacidad de 340 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 10 l/s.

**Sector XI:**

Tiene un área de 7.4 ha., pertenece al sub sistema “huacaccara” tiene propia fuente pero se le asigna el turno “T-10” para fines de administración del agua, almacena en un estanque con capacidad de 300 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 6 l/s.

**Sector XII:**

Tiene un área de 8.5 ha., pertenece al sub sistema “huacaccara” le corresponde el turno “T-17” para recibir agua y almacenar en su estanque con capacidad de 400 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 10 l/s.

**Sector XIII:**

Tiene un área de 8.20 ha., pertenece al sub sistema “huacaccara” le corresponde el turno “T-8” para recibir agua y almacenar en su estanque con capacidad de 450 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 8 l/s.

**Sector XIV:**

Tiene un área de 10.6 ha., pertenece al sub sistema “armanca” le corresponde el turno “T-13” para recibir agua y almacenar en su estanque con capacidad de 5000 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 11 l/s.

**Sector XV:**

Tiene un área de 7.5 ha., pertenece al sub sistema “armanca” le corresponde el turno “T-14” para recibir agua y almacenar en su estanque con capacidad de 360 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 10 l/s.

**Sector XVI:**

Tiene un área de 6.6 ha., pertenece al sub sistema “cutirpo” le corresponde el turno “T-15” para recibir agua y almacenar en su estanque con capacidad de 510 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 10 l/s.

**Sector XVII:**

Tiene un área de 10 ha., pertenece al sub sistema “cutirpo” le corresponde el turno “T-16” para recibir agua y almacenar en su estanque con capacidad de 3800 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 12 l/s.

**Sector XVIII:**

Tiene un área de 8.5 ha., pertenece al sub sistema “cutirpo” le corresponde el turno “T-”17 para recibir agua y almacenar en su estanque con capacidad de 400 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 6 l/s.

**Sector XIX:**

Tiene un área de 8.5 ha., pertenece al sub sistema “huacaccara” le corresponde el turno “T-5” para recibir agua y almacenar en su estanque con capacidad de 600 m<sup>3</sup> en la cabecera del sector, el caudal aproximado es de 11.9 l/s.

**4.5.2. Diseño agronómico planteado para el “sector V”.**

Se ha realizado el diseño de riego por micro aspersión en el sector V, como área piloto, con la finalidad de mostrar las características del riego presurizado en andenería. A continuación se detalla el proceso de este diseño a nivel de parcela.

El diseño agronómico, consistió en determinar los requerimientos de agua necesarios en la parcela, en base a parámetros más críticos de suelo, clima y cultivo, turnos de riego y forma de operación. En el cuadro 43 se puede observar el resumen de los parámetros de diseño para el sistema y en los cuadros N° 44 y 45, se muestra el cálculo del diseño agronómico del proyecto por cada andén: en la cual se ha determinado los aspersores para cada andenería.

Cuadro N° 43: Resumen de parámetros de diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego por micro aspersión – Sector V

Topografía:	Área de riego:	Área	=	0,56	Ha
	Relieve:	Ondulado			
	Pendiente:	Pe	=	antropica (Plana cada anden)	
Cedula de Cultivos:	Kiwicha:	Prof. de raíces	=	1,0	M
	Maiz:	Prof. de raíces	=	2,0	M
	Papa:	Prof. de raíces	=	0,5	M
	Quinua:	Prof. de raíces	=	2,0	m
	Haba:	Prof. de raíces	=	0,8	m
	Cebada:	Prof. de raíces	=	0,8	m
		Prom. Prof, Raíz	=	1,18	m
Meteorología y clima:	Velocidad media del viento	u2	=	2	m/s.
Hidrología:	Fuente de agua:	Canal de riego - reservorio			
	Calidad de Agua:	C1S1 - Buena calidad			
Suelo:	Textura:	Media (Franco Arenoso)			
	Densidad aparente.	da	=	1,11	gr/cm3.
	Capacidad de campo	CC	=	32,92	%
	Punto de marchitez permanente	PMP	=	16,74	%
	Infiltración básica	lb	=	38	mm/hora
Riego:	Eficiencia de aplicación (micro aspersión)	Ea	=	80	%
Necesidades de agua de los cultivos(Para el mes crítico - Octubre):	Evapotranspiración Potencial ETP	ETP	=	5.22	mm/dia
	Coeficiente de cultivo ponderado	Kc p	=	0.88	
	Evapotranspiración real	ETR	=	4.59	mm/dia
	Precipitación Efectiva al 75%	PE	=	0.00	
	Demanda de agua de los cultivos	Da	=	4.59	mm/dia
				=	989,9
	Demanda de agua del PROYECTO	Dap	=	5.74	mm/dia
Dap		=	1778,9	m3/ha/mes	
Oferta de Agua	oferta a nivel de parcela	Oferta	=	2864,4	m3/mes
Balance hídrico			=	1874,5	Superávit hídrico

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 44: Resultados de Diseño agronómico del sistema de riego por micro aspersion – Sector V.

Calculo agronómico para toda la parcela o Sector "V"	Lamina neta de Agua	Ln	=	100	mm
	Frecuencia o Intervalo de Riego	IR	=	16	Dias
	Eficiencia de riego (micro-aspersión)	Er	=	80	%
	Lamina Real o Lamina de Diseño	Lr	=	125	mm
	Modulo de riego	MR	=	0.48	lits/seg/ha
	Volumen requerido o demandado por día	V/diario	=	29,8	m3/dia
	Tiempo de operación diaria Aprox. Del sistema	T.op	=	22,0	horas/día
	Volumen requerido o demandado por día - Corregido por T. op. Del sistema		=	66,9	m3/dia
	Caudal requerido por Hora	Qhora	=	3,0	m3/hora

Fuente: Elaboración propia

En este cuadro N° 44, se muestra los cálculos agronómicos para el sector V y en el cuadro N° 45 se muestra los resultados del cálculo agronómico por cada andén, en función a las características del micro-aspersor seleccionado.

Cuadro N° 45: Calculo agronómico para cada andén en base al micro-aspersor.

MICROASPERSOR PARA ANDEN A-1	<b>Línea NAAN DAN JAIN Irrigation - Modelo 2005 Aquamaster Grupo 502-U</b>		
	Boquilla: Color Marron	=	0.94 mm
	Presión de trabajo del micro aspersor.	Pa =	1.5 Bar 15 r
	Caudal de aplicación del microaspersor	Qa =	43.30 L/Hora
	Coeficiente de Uniformidad	CU =	85 %
	Precipitación	Pp =	7.5 mm/h
	Diametro de Mojado	D =	6.5 m
	Exponente de descarga del emisor	X =	0.5
	Area del Anden A-1	A =	0.07 Has.
	Espaciamiento entre micro aspersores, vientos hasta 6km/h ==> 0.65D	E =	4.20 m
Espaciamiento entre Laterales, vientos hasta 6km/h ==> 0.65D	El =	4.20 m	
Calculo de la Pluviometria o intensidad de precipitacion	Pp =	2.5 mm/hr	
Tiempo de Riego o aplicación en el anden A-1	TR a-2 =	2.3 Hr ==> <b>2.5 Hr.</b>	
Nuero de Posturas al Dia (se cambiara al dia una ves), para una jornada de riego de un dia J =12	Np =	1 Posturas o cambios	
Longitud de laterales porta microaspersores:(longitud Maxina de largo de andenes en A-1)	LI =	72.3 m	
Numero de Lateral en la Tub. Tercearia porta lateral:	N°lat =	2 Laterales	
Numero maximo de micro aspersores en un Lateral	Na =	27 micro aspersores	
Area de riego de cada lateral	S.R.L =	0.10 Has.	
Numero de laterales para regar la Superficie Minima	NL =	2 Funcionando	
Numero de dias de riego	NDR =	0.4 dias	
<b>CALCULO HIDRAULCO PRELIMINAR:</b>			
Caudal de aplicación del micropaspersor	Q =	0.012 lit/seg	
Caudal del lateral	QL =	0.32 lit/seg 1,152m3/h	
Caudal en tuberia tercearia porta lateral	QPI =	0.65 lit/seg 2,34 m3/h	
Caudal en la cabecea del anden A-1	Qs =	0.97 lit/seg	
MICROASPERSOR PARA ANDEN A-2	<b>Línea NAAN DAN JAIN - Grupo Modular - 2005 Aqua Master</b>		
	Boquilla: Rojo	=	2.5 mm
	Presión de trabajo del micro aspersor.	Pa =	1.5 Bar 15 mca
	Caudal de aplicación del microaspersor	Qa =	90.90 L/Hora
	Coeficiente de Uniformidad	CU =	85 %
	Precipitación	Pp =	4.8 mm/h
	Diametro de Mojado	D =	8.0 m
	Exponente de descarga del emisor	X =	0.5
	Area del Anden A-2	A =	0.06 Has.
	Espaciamiento entre micro aspersores, vientos hasta 6km/h ==> 0.65D	E =	5 m
Espaciamiento entre Laterales, vientos hasta 6km/h ==> 0.65D	El =	5 m	
Calculo de la Pluviometria o intensidad de precipitacion	Pp =	3.6 mm/hr	
Tiempo de Riego o aplicación en el anden A-2	TR a-2 =	1.5 Hr ==> <b>1.5 Hr.</b>	
Nuero de Posturas al Dia (se cambiara al dia una ves), para una jornada de riego de un dia J =12 (solo l	Np =	1 Posturas o cambios	
Longitud de laterales porta microaspersores:(longitud Maxina de largo de andenes en A-2)	LI =	65.5 m	
Numero de Lateral en la Tub. Tercearia porta lateral:	N°lat =	1 Laterales	
Numero maximo de micro aspersores en el Lateral	Na =	13 micro aspersores	
Area de riego de cada lateral	S.R.L =	0.07 Has.	
Numero de laterales para regar la Superficie Minima	NL =	1 Funcionando	
Numero de dias de riego	NDR =	1.0 dias	
<b>DISEÑO HIDRAULCO PRELIMINAR:</b>			
Caudal de aplicación del micropaspersor	Q =	0.06 lit/seg	
Caudal del lateral	QL =	0.82 lit/seg 2,05 m3/h	
Caudal en tuberia tercearia porta lateral	QPI =	0.82 lit/seg 2,30 m3/h	
Caudal en la cabecea del anden A-2	Qs =	1.64 lit/seg	
MICROASPERSOR PARA ANDEN A-3	<b>Línea NAAN DAN JAIN - Grupo 502-H</b>		
	Boquilla:	=	2.5 mm
	Presión de trabajo del micro aspersor.	Pa =	1.5 Bar 15 mca
	Caudal de aplicación del microaspersor	Qa =	226.00 L/Hora
	Coeficiente de Uniformidad	CU =	85 %
	Precipitación	Pp =	4 mm
	Diametro de Mojado	D =	13.0 m
	Exponente de descarga del emisor	X =	0.5
	Area del Anden A-3	A =	0.13 Has.
	Espaciamiento entre micro aspersores, vientos hasta 6km/h ==> 0.65D	E =	8 m
Espaciamiento entre Laterales, vientos hasta 6km/h ==> 0.65D	El =	8 m	
Calculo de la Pluviometria o intensidad de precipitacion	Pp =	3.5 mm/hr	
Tiempo de Riego o aplicación en el anden A-3	TR a-3 =	1.62 Hr ==> <b>2 Hr.</b>	
Nuero de Posturas al Dia (se cambiara al dia una ves), para una jornada de riego de un dia J =12 (solo l	Np =	1 Posturas o cambios	
Longitud de laterales porta microaspersores:(longitud Maxina de largo de andenes en A-3)	LI =	71.5 m	
Numero de Lateral en la Tub. Tercearia porta lateral:	N°lat =	1 Laterales	
Numero maximo de micro aspersores en el Lateral	Na =	9 micro aspersores	
Area de riego de cada lateral	S.R.L =	0.12 Has.	
Numero de laterales para regar la Superficie Minima	NL =	1 Funcionando	
Numero de dias de riego	NDR =	1.0 dias	
<b>CALCULO HIDRAULCO PRELIMINAR:</b>			
Caudal de aplicación del micropaspersor	Q =	0.06 lit/seg	
Caudal del lateral	QL =	0.57 lit/seg 2,05 m3/h	
Caudal en tuberia tercearia porta lateral	QPI =	0.64 lit/seg 2,30 m3/h	
Caudal en la cabecea del anden A-3	Qs =	1.21 lit/seg	
MICROASPERSOR PARA ANDEN A-4	<b>Línea NAAN DAN JAIN - Grupo Modular - 2005 Aqua Master</b>		
	Boquilla:	=	3 mm
	Diametro de boquilla	øboq. =	2.36 mm
	Presión de trabajo del micro aspersor.	Pa =	1.5 Bar 15 mca
	Caudal de aplicación del microaspersor	Qa =	260.00 L/Hora
	Coeficiente de Uniformidad	CU =	87 %
	Precipitación	Pp =	8.2 mm
	Diametro de Mojado	D =	12.0 m
	Exponente de descarga del emisor	X =	0.5
	Area del Anden A-4	A =	0.30 Has.
Espaciamiento entre micro aspersores, vientos hasta 6km/h ==> 0.65D	E =	8 m	
Espaciamiento entre Laterales, vientos hasta 6km/h ==> 0.65D	El =	8 m	
Calculo de la Pluviometria o intensidad de precipitacion	Pp =	4.1 mm/hr	
Tiempo de Riego o aplicación en el anden A-4	TR a-4 =	1.41 Hr ==> <b>2 Hr.</b>	
Nuero de Posturas al Dia (se cambiara al dia), para una jornada de riego de J = 12	Np =	2 Posturas o cambios	
Longitud de laterales porta microaspersores:(longitud Maxina de largo de andenes en A-4)	LI =	54 m	
Numero de Lateral en la Tub. Tercearia porta lateral:	N°lat =	6 Laterales	
Numero maximo de micro aspersores por Lateral	Na =	7 aspersores	
Area de riego de cada lateral	S.R.L =	0.09 Has.	
Numero de laterales para regar la Superficie Minima	NL =	3 Funcionando	
Numero de dias de riego	NDR =	1.0 dias	
<b>CALCULO HIDRAULCO PRELIMINAR:</b>			
Caudal de aplicación del micropaspersor	Q =	0.07 lit/seg	
Caudal del lateral	QL =	0.50 lit/seg 1.8 m3/h	
Caudal en tuberia tercearia porta lateral	QPI =	1.69 lit/seg 6.12 m3/h	
Caudal en la cabecea del anden A-4	Qs =	2.19 lit/seg	

### 4.5.3. Diseño hidráulico del sistema de riego.

Para este diseño contamos con plano con curvas de nivel a 0.4m y los resultados obtenidos del diseño agronómico sintetizados en el cuadro 44 y 45, en donde se determinó la longitud de las tuberías principales, secundarias, terciarias y laterales de riego porta micro aspersores.

Se calculó la pérdida de carga en la tubería de lateral porta micro aspersor, de este cálculo se logró obtener el diámetro de cada una de las tuberías y el requerimiento de presión en la cabecera de cada andén. En este cálculo también, se determinó la presión necesaria en la tubería principal de distribución para el funcionamiento eficiente del sistema de riego por micro aspersión, determinando así en el plano topográfico la ubicación del punto de captación y la cámara de carga/reservorio. En los cuadros i, ii, iii, iv, se presentan los resultados por cada andenería, y en el cuadro 46 se muestra el cálculo de carga hidráulica necesario para el sistema.

#### i. Diseño hidráulico - ANDEN N° 1

##### TUBERIA PRIMICPAL

DESC	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	PRES. EST.	PERDIDA UNIT.	PERDIDA UNIT.	PRES.DINAM	VELOCID.	CLASE DE TUB.	OBSERVAC.
#	TOTAL	INTERNO		HE	HF	ACUM.	HD	CRITICA		
	(m3/h)	(mm.)	(Km)	m	(metros)	(metros)	m	(mps)		
RESV. - A1	7.884	60.00	0.047	7.20	0.50	0.50	6.70	2.00	PVC - 63mm CLASE-5	O.K.
A1 - A2	7.884	60.00	0.015	0.80	0.16	0.66	0.14	2.00	PVC - 63mm CLASE-5	O.K.
A2 - A3	7.884	60.00	0.002	2.00	0.02	0.68	1.32	2.00	PVC - 63mm CLASE-5	O.K.
A3 - A	7.884	60.00	0.023	4.00	0.24	0.92	3.08	2.00	PVC - 63mm CLASE-5	O.K.
A - B	7.884	60.00	0.001	1.20	0.01	0.93	0.27	2.00	PVC - 63mm CLASE-5	O.K.
B - C	7.884	60.00	0.012	1.00	0.13	1.07	-0.07	2.00	PVC - 63mm CLASE-5	O.K.

##### TUBERIA SECUNDARIA

DESC	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	PRES. EST.	PERDIDA UNIT.	PERDIDA UNIT.	PRES.DINAM	VELOCID.	PRESION NECESARIA EN	Perdida de	CLASE DE TUB Y DIAM.	ANDEN
#	EN ORIGEN	INTERNO		HE	HF	ACUM.	HD	CRITICA	EL PTO. C	carga admisible	NOMIN.	
	(m3/h)	(mm.)	(Km)	m	(metros)	(metros)	m	(mps)	m	en secundaria		
C - E	3.49	60.00	0.01	2.00	0.03	0.03	1.97	2.00	14.92	2.99	PVC - 63mm CLASE-5	ANDEN N° 1
E - G	5.69	60.00	0.01	2.00	0.06	0.06	1.94	2.00	15.92	2.98	PVC - 63mm CLASE-5	ANDEN N° 2
G - I	2.05	60.00	0.02	3.20	0.02	0.02	3.18	2.00	13.68	2.98	PVC - 63mm CLASE-5	ANDEN N° 3

##### TUBERIA TERCEARIA - PORTA LATERAL ANDEN N° 1

DESC	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	PRES. EST.	PERDIDA UNIT.	PERDIDA UNIT.	PRES.DINAM	VELOCID.	PRESION EN ORIGEN DEL	Perdida de	CLASE DE TUB Y DIAM.	ANDEN
#	EN ORIGEN	INTERNO	REAL	HE	HF	ACUM.	HD	CRITICA	TERCEARIO	carga admisible	NOMIN.	
	(m3/s)	(m.)	(m)	M	(metros)	(metros)	m	(mps)	m	en terceaaria		
D - R	0.00065	0.0536	7.60	0.80	0.01	0.01	0.79	1.00	15.64	2.55	PE - 63mm	ANDEN N° 1
E - T	0.00057	0.0536	9.50	0.50	0.02	0.02	0.48	1.00	16.60	1.40	PE - 63mm	ANDEN N° 2
G - V	0.00057	0.0536	9.50	0.50	0.02	0.02	0.48	1.00	14.83	1.40	PE - 63mm	ANDEN N° 3
O - I	0.00	0.05	59.94	0.40	0.35	1.20	-0.80	1.00	16.55	0.96	PE - 63mm	ANDEN N° 4

##### TUBERIA LATERAL - PORTA MICRO ASPERSORES ANDEN N° 1

DESC	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	PRES. EST.	PERDIDA UNIT.	PERDIDA UNIT.	PRES.DINAM	VELOCID.	PRESION EN ORIGEN DEL	Perdida de	CLASE DE TUB Y DIAM.	OBSERVAC.
#	EN ORIGEN	INTERNO	REAL	HE	HF	ACUM.	HD	CRITICA	LATERAL	carga admisible	NOMIN.	
	(m3/s)	(m.)	(m)	m	(metros)	(metros)	m	(mps)	m	en lateral		
Q - 2	0.00032	0.0276	72.30	0.00	0.45	0.45	-0.45	1.00	15.93	1.65	PE - 32mm	ANDEN N° 1
T - 4	0.00057	0.0276	71.50	0.00	1.60	1.60	-1.60	1.00	16.77	1.65	PE - 32mm	ANDEN N° 2
V - 8	0.00	0.03	71.50	0.00	1.60	1.60	-1.60	1.00	17.20	1.65	PE - 32mm	ANDEN N° 3
L - 11	0.00	0.03	54.00	0.50	0.85	0.85	-0.35	1.00	16.44	1.65	PE - 32mm	ANDEN N° 4



ii. Diseño hidráulico - ANDEN N° 2

TUBERIA SECUNDARIA- ANDEN N° 2

DESC	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	PRES. EST.	PERDIDA UNIT.	PERDIDA UNIT.	PRES.DINAM	VELOCID.	PRESION NECESARIA EN	Perdida de carga admisible en secundaria	CLASE DE TUB.	OBSERVAC.
#	EN ORIGEN	INTERNO		HE	HF	ACUM.	HD	CRITICA	PTO. E	m		
	(m3/h)	(mm.)	(Km)	m	(metros)	(metros)	m	(mps)	m	m		
E - G	5.69	60.00	0.01	2.00	0.06	0.06	1.94	2.00	15.92	2.98	PVC - 63mm CLASE-5	Cuando funciona A-2
E - G	2.05	60.00	0.01	2.00	0.01	0.01	1.99	2.00	15.88	2.98	PVC - 63mm CLASE-5	Cuando funciona A-3

TUBERIA TERCEARIA - PORTA LATERAL- ANDEN N° 2

DESC	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	PRES. EST.	PERDIDA UNIT.	PERDIDA UNIT.	PRES.DINAM	VELOCID.	PRESION EN ORIGEN DEL TERCEARIO	Perdida de carga admisible en tercearia	CLASE DE TUB.	OBSERVAC.
#	EN ORIGEN	INTERNO	REAL	HE	HF	ACUM.	HD	CRITICA	m	m		
	(m3/s)	(m.)	(m)	M	(metros)	(metros)	m	(mps)	m	m		
E - T	0.00057	0.0536	9.50	0.50	0.02	0.02	0.48	1.00	16.60	1.40	PE - 63mm	O.K.

TUBERIA LATERAL - PORTA MICRO ASPERSORES- ANDEN N° 2

DESC	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	PRES. EST.	PERDIDA UNIT.	PERDIDA UNIT.	PRES.DINAM	VELOCID.	PRESION EN ORIGEN DEL LATERAL	Perdida de carga admisible en lateral	CLASE DE TUB.	OBSERVAC.
#	EN ORIGEN	INTERNO	REAL	HE	HF	ACUM.	HD	CRITICA	m	m		
	(m3/s)	(m.)	(m)	m	(metros)	(metros)	m	(mps)	m	m		
T - 4	0.00057	0.0276	71.50	0.00	1.60	1.60	-1.60	1.00	16.77	1.65	PE - 32mm	O.K.

iii. Diseño hidráulico - ANDEN N° 3

TUBERIA SECUNDARIA- ANDEN N° 3

DESC	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	PRES. EST.	PERDIDA UNIT.	PERDIDA UNIT.	PRES.DINAM	VELOCID.	PRESION NECESARIA EN	Perdida de carga admisible en secundaria	CLASE DE TUB.	OBSERVAC.
#	EN ORIGEN	INTERNO		HE	HF	ACUM.	HD	CRITICA	PTO. G	m		
	(m3/h)	(mm.)	(Km)	m	(metros)	(metros)	m	(mps)	m	m		
G - I	6.12	60.00	0.02	3.20	0.14	0.14	3.06	2.00	13.76	2.98	PVC - 63mm CLASE-5	Cuando funciona A-4
G - I	2.05	60.00	0.02	3.20	0.02	0.02	3.18	2.00	13.68	2.98	PVC - 63mm CLASE-5	Cuando funciona A-3

TUBERIA TERCEARIA - PORTA LATERAL- ANDEN N° 3

DESC	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	PRES. EST.	PERDIDA UNIT.	PERDIDA UNIT.	PRES.DINAM	VELOCID.	PRESION EN ORIGEN DEL TERCEARIO	Perdida de carga admisible en tercearia	CLASE DE TUB.	OBSERVAC.
#	EN ORIGEN	INTERNO	REAL	HE	HF	ACUM.	HD	CRITICA	m	m		
	(m3/s)	(m.)	(m)	M	(metros)	(metros)	m	(mps)	m	m		
G - V	0.00057	0.0536	9.50	0.50	0.02	0.02	0.48	1.00	14.83	1.40	PE - 63mm	O.K.

TUBERIA LATERAL - PORTA MICRO ASPERSORES- ANDEN N° 3

DESC	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	PRES. EST.	PERDIDA UNIT.	PERDIDA UNIT.	PRES.DINAM	VELOCID.	PRESION EN ORIGEN DEL LATERAL	Perdida de carga admisible en lateral	CLASE DE TUB.	OBSERVAC.
#	EN ORIGEN	INTERNO	REAL	HE	HF	ACUM.	HD	CRITICA	m	m		
	(m3/s)	(m.)	(m)	m	(metros)	(metros)	m	(mps)	m	m		
V - 8	0.00057	0.0276	71.50	0.00	1.60	1.60	-1.60	1.00	17.20	1.65	PE-32mm	O.K.

iv. Diseño hidráulico - ANDEN N° 4

TUBERIA TERCEARIA - PORTA LATERAL- ANDEN N° 4

DESC	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	PRES. EST.	PERDIDA UNIT.	PERDIDA UNIT.	PRES.DINAM	VELOCID.	PRESION EN ORIGEN DEL LATERAL	Perdida de carga admisible en tercearia	CLASE DE TUB.	OBSERVAC.
#	EN ORIGEN	INTERNO		HE	HF	ACUM.	HD	CRITICA	m	m		
	(m3/s)	(m.)	(m)	M	(metros)	(metros)	m	(mps)	m	m		
O - I	0.00170	0.0536	59.94	0.40	0.35	1.20	-0.80	1.00	16.55	0.96	PE - 63mm	O.K.

TUBERIA LATERAL - PORTA MICRO ASPERSORES - ANDEN N° 4

DESC	CAUDAL	DIAMETRO	LONGITUD	PRES. EST.	PERDIDA UNIT.	PERDIDA UNIT.	PRES.DINAM	VELOCID.	PRESION EN ORIGEN DEL LATERAL	Perdida de carga admisible en lateral	CLASE DE TUB.	OBSERVAC.
#	EN ORIGEN	INTERNO	REAL	HE	HF	ACUM.	HD	CRITICA	m	m		
	(m3/s)	(m.)	(m)	m	(metros)	(metros)	m	(mps)	m	m		
L - 11	0.00050	0.0276	54.00	0.50	0.85	0.85	-0.35	1.00	16.44	1.65	PE - 32mm	O.K.

Cuadro N° 46: Calculo de la carga hidráulica necesaria

<b>CALCULO DE CARGA HIDRAULICA</b>	
<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>Hf (mts)</i>
<i>PERDIDA EN EL SISTEMA</i>	12.16
<i>CAUDAL TOTAL (LPS)</i>	2.19
<i>PERDIDA EN EL SECTOR MAS CRITICO</i>	4.5
<i>ALTURA DINAMICA TOTAL (MTS)</i>	16.70
PRESION DISPONIBLE EN LA CABECERA DEL SISTEMA	16.60
<b>CARGA HIDRÁULICA ESTIMADA (mca)</b>	<b>16.70</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.4. Cabezal de riego.

El cabezal de riego consiste básicamente en un desarenador y un **juego de filtrado** en la salida del reservorio, el detalle se ve en el plano N° 02, tienen por objeto purificar el agua de riego, eliminando las impurezas orgánicas e inorgánicas a fin de evitar que estas puedan obstruir los micro aspersores.

**4.6. Evaluación económica.**

**4.6.1. Horizonte el Proyecto**

Para determinar el horizonte del proyecto, se ha considerado la evaluación establecida por el SNIP, que no debe ser mayor a 10 años.

Cuadro N° 47: Horizonte del proyecto.

Descripción	Horizonte
- Horizonte del proyecto	10 años
- Ejecución de Obra	6 meses
- Acciones de Capacitación	3 meses
- Desarrollo del Proyecto	3 años

A continuación se detalla el cronograma de acciones del proyecto, donde se puede observar que el desarrollo del proyecto, de acuerdo al cronograma, es de dos años:

Cuadro N° 48: Cronograma de acciones.

Años	Año 1						Año 2						3 al 10	
	Bimestres	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5		6
<b><i>Etapa Preinversión</i></b>														
Expediente Técnico	X													
<b><i>Etapa Inversión</i></b>														
Revestimiento del reservorio	X													
Construcción del cabezal de riego	X													
instalación de la red de tuberías	X													
Capacitación en operación y mantenimiento	X	X	X											
<b><i>Etapa Operación (anual)</i></b>														
Mantenimiento y administración del sistema	X	X	X	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XXXX

Elaboración propia

#### 4.6.2. Costos a precios de mercado.

##### 4.6.2.1. Costos en la situación “sin proyecto”

La oferta del servicio en el área del “Componente V” está dada por el servicio de riego por gravedad altamente ineficiente en el uso, manejo y escasa disponibilidad de agua; no existe otra alternativa de solución que la “CON PROYECTO”, los costos de la situación “sin proyecto” coinciden con la situación “actual”.

##### 4.6.2.2. Costos en la situación “con proyecto”

###### a.1. Etapa de pre-inversión e inversión.

En esta etapa se están considerando los siguientes costos: elaboración del expediente técnico, infraestructura de riego y capacitación.

La entidad que asumirá el financiamiento de los estudios y la infraestructura será asumida por los beneficiarios y los costos de capacitación, serán asumidos por la ONG AEDES. A continuación se detallan los costos de inversión:

**Costos del Estudio:** Se resumen en el siguiente cuadro a precios privados:

Cuadro N° 49: Costos del Estudio

Rubros	S/.
Materiales	1000.00
Mano de obra	1500.00
Equipos y Herramientas	1000.00
Totales s/.	3500.00

Fuente: Elaboración propia

Los trabajos por ejecutarse durante la elaboración del Expediente Técnico:

- 1.0 Trabajos de Topografía
- 2.0 Trabajos de Hidrología
- 3.0 Planeamiento y Evaluación Económica
- 4.0 Expediente Técnico de Construcción

**Costos de Infraestructura:** Los costos de obra de riego a precios privados se resumen en el cuadro N° 50.

Cuadro N° 50: Costos y presupuesto de la obra.

PART.	DESCRIPCION	UNID	METRADO	UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL(S/.)
01	OBRAS PRELIMINARES					100.00
01.01	CARTEL					100.00
01.01.01	CARTEL DE OBRA	und	1.00	100.00	100.00	
02	OBRAS CIVILES					2008.68
02.01	RESERVORIO CON GEOMEMBRANA/CAMARA DE CARGA					894.13
02.01.01	EXCAVACION MANUAL DE CAJA	m3	310.31	2.50	775.78	
02.01.02	CONCRETO EN ENTRADA Y SALIDA F'C= 175 KG/CM2	m3	0.49	55.00	26.95	
02.01.06	ANCLAJE CON MATERIAL PROPIO	m2	29.20	0.50	14.60	
02.01.07	CERCO DE MADERA Y/O PALOS DE EUCALIPTO	m	27.20	1.50	40.80	
02.01.08	PUERTA DE MADERA Y/O DE EUCALIPTO	und	2.00	18.00	36.00	
02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMEMBRANA PE e= 0.5 mm.					833.25
02.02.01	Instalacion de GEOMEMBRANA PE f.e. e= 0.5 mm	m2	333.30	2.50	833.25	
02.03	CAJAS DE SEGURIDAD PARA ARCO DE RIEGO VALVULAS DE AIRE / PURGA					281.30
02.03.01	EXCAVACION	m3	2.52	2.50	6.30	
02.03.02	CAJA PREFABRICADA DE CONCRETO 0.6X0.6mX0.5m CON TAPA DE FIERRO Y CANDADO	und	5.00	55.00	275.00	
03	SISTEMAS DE RIEGO					4714.76
03.01	CABEZAL DE RIEGO - FILTRADO					1800.00
03.01.01	SUM.E INST DE CABEZAL DE RIEGO Y FILTRADO CON ACESORIOS COMPLETOS	und	1.00	1800.00	1800.00	
3.02	TUBERIA DE PVC 110 MM X 3M CON ANILLO, C5 - DISTRIBUCION					594.64
03.02.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m	124.00	0.12	14.88	
03.02.02	EXCAVACION MANUAL ZANJAS-TUBERIA	m3	18.60	0.20	3.72	
03.02.03	RELLENO MANUAL CON MAT. PROPIO ZARANDEADO Y COMPACTADO A MANO	m3	18.60	0.40	7.44	
03.02.04	RELLENO MANUAL CON MATERIAL PROPIO SIN ZARANDEAR	m3	4.00	0.40	1.60	
03.02.05	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC 110 MM X 3M, C 5	m	126.00	4.50	567.00	
3.03	TUBERIA DE POLIETILENO - PE 32 MM - PORTA MICRO ASPERSORES					1317.12
03.03.01	TRAZO Y REPLANTEO	m	1176.00	0.12	141.12	
03.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC 32 MM X 100M	m	1176.00	1.00	1176.00	
3.04	MICROASPERSORES RIEGO					336.00
03.04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE MICROASPERSORES VYR 803 ESTÁNDAR	unid	16.00	21.00	336.00	
3.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULASCON ARCO DE RIEGO Y ACCESORIOS DEL SISTEMA					305.00
03.05.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODOS Y TEES EN EL SISTEMA	GLB	1.00	150.00	150.00	
03.05.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS DE AIRE Y ROMPE PRES. EN EL SISTEMA	GLB	1.00	100.00	100.00	
03.05.03	DESFOGUES EN TUBERIA PRINCIPAL	und	1.00	55.00	55.00	
3.06	TUBERIAS Y ACCESORIOS EN RESERVORIO/CAMARA DE CARGA					362.00
03.06.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC 4", INGRESO	m	4.00	14.00	56.00	
03.06.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC 4", SALIDA	m	4.00	14.00	56.00	
03.06.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACESORIOS EN CAMARA DE CARGA	GLB	1.00	250.00	250.00	
04	GASTOS DIVERSOS					200.00
04.01	FLETE					200.00
04.01.01	FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	200.00	200.00	
	COSTO DIRECTO DE OBRA (CD) (S/.)					7023.44
	SUPERVISIÓN (5% CD)					351.17
	SUB TOTAL					7374.61
	TOTAL PRESUPUESTO (S/.)					7374.61

Fuente: Fuente: Elaboración propia

**Costos de Capacitación y Asistencia Técnica en gestión de agua de riego:** Estos costos serán asumidos por los beneficiarios, los cuales se detallan en los siguientes cuadros a precios privados:

Cuadro N° 51: Costos de capacitación y asistencia técnica

Rubros	Costo (S/.)
Materiales	500.00
Mano de obra (técnico de la Junta de usuarios)	500.00
Equipos y Herramientas	500.00
Totales s/.	1500.00

Fuente: Elaboración propia

Los costos de Pre-inversión e Inversión se resumen en el cuadro N° 52:

Cuadro N° 52: Costos de Inversión Totales.

	DESCRIPCION	COSTO TOTAL
1	Etapas de pre-inversión e inversión:	
	Estudios	3500.00
1.1	Infraestructura de Obra	7023.44
1.2	Capacitación en gestión de agua de riego	1500.00
1.3	Totales s/.	12,023.44

Fuente: Elaboración propia

## a.2 Etapa de Operación y Mantenimiento

El funcionamiento constante del sistema de riego unido a los efectos climáticos de la zona (lluvias, vientos, etc.), producirá desgastes y deterioros de los equipos del sistema así como el reservorio. Del mismo serán necesarios trabajos de reparación y restauración eventualmente y permanentemente. El seguimiento permanente y continuo por parte de los beneficiarios será esencial para la conservación del sistema.

La operación del sistema de riego se programara adecuadamente para garantizar el buen funcionamiento de éste durante su vida útil.

Los costos de operación y mantenimiento del proyecto estarán a cargo de la comisión de regantes y la junta de Usuarios La Unión, los resultados se presenta en el cuadro N° 53.

Cuadro N° 53: Costos de Operación y Mantenimiento del Sistema de Riego

Presupuesto de O&M del sistema de riego (incluido IGV)					
	RUBRO	Unidad	Metrado	Costo unitario (S/.Ha)	Costo total (S/.)
1.1.0	O&M del sistema de riego por micro aspersión	Anual	10.00	900.00	9000.00

Fuente. Elaboración propia

#### 4.6.2.3. Costos Incrementales

Es la diferencia entre la situación “con proyecto” menos la situación “sin proyecto”, como se muestra en el cuadro N° 54.

Cuadro N° 54: Flujo de costos incrementales, al año 2011.

	VAC PP	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
<b>Etapas</b>											
<b>Etapas Preinversión</b>	<b>3125.00</b>	<b>3500.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
1.0 Trabajos de Topografía	892.86	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.0 Trabajos de Hidrología	1339.29	1500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.0 Planeamiento y Evaluación Económica	892.86	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Etapas Inversión</b>	<b>6757.53</b>	<b>7568.44</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>	<b>89.29</b>	<b>100.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
Cartel de obra	89.29	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>1793.46</b>	<b>2008.68</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
Reservorio con geomembrana /cam.carga	798.33	894.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Suministro e instalación de geomembrana	743.97	833.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cajas de seguridad para arco de riego/valv/purga	251.16	281.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>INST. SISTEMA DE RIEGO</b>	<b>3314.07</b>	<b>3711.76</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
Cabezal de riego - filtrado	1607.14	1800.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tuberías de distribuon PVC 63mmx3m C/anillo, C5	530.93	594.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tuberías porta micro aspers. PE 32mm	1176.00	1317.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>MICRO ASPERSORES Y ACCESORIOS DE RIEGO</b>	<b>1382.14</b>	<b>1548.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
Suministro e inst. de micro aspersores	300.00	336.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Suministro e inst. de valvulas/arco de riego/accesorios	486.61	545.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tuberías y accesorio en cama de carga	595.54	667.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos administrativos y por imprevistos	178.57	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
gastos en flete terrestre	178.57	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Etapas de Consolidación</b>	<b>1195.79</b>	<b>0.00</b>	<b>1500.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>CASETA DE VIGILANCIA</b>	<b>1195.79</b>	<b>0.00</b>	<b>1500.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
Capacitación en gestión de agua de riego	1195.79	0.00	1500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Organización para administración	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Local de la comunidad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos administrativos y por imprevistos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos administrativos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos por imprevistos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Etapas Operación</b>	<b>4281.63</b>	<b>0.00</b>	<b>900.00</b>	<b>900.00</b>	<b>900.00</b>	<b>900.00</b>	<b>900.00</b>	<b>900.00</b>	<b>900.00</b>	<b>900.00</b>	<b>900.00</b>
Mantenimiento y administración del Sistema	4043.76	0.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00
Gastos mantenimiento	4043.76	0.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00
Salarios a encargados del sistema	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos administrativos y por imprevistos	237.87	0.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Gastos administrativos											
Gastos por imprevistos		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Costos Con Proyecto (1)</b>	<b>15359.95</b>	<b>11068.44</b>	<b>2400.00</b>	<b>900.00</b>	<b>900.00</b>	<b>900.00</b>	<b>900.00</b>	<b>900.00</b>	<b>900.00</b>	<b>900.00</b>	<b>900.00</b>
Pago del IGV	10259.37	5101.00	4429.00	549.00	549.00	549.00	549.00	549.00	549.00	549.00	549.00
Pago del IR	16219.61	4517.00	5898.00	1890.00	1890.00	1890.00	1890.00	1890.00	1890.00	1890.00	1890.00
<b>Flujo total sin impuestos</b>	<b>-11119.03</b>	<b>1450.44</b>	<b>-7927.00</b>	<b>-1539.00</b>	<b>-1539.00</b>	<b>-1539.00</b>	<b>-1539.00</b>	<b>-1539.00</b>	<b>-1539.00</b>	<b>-1539.00</b>	<b>-1539.00</b>
<b>Costos Sin Proyecto (2)</b>											
Costos Sin Proyecto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.89	0.80	0.71	0.64	0.57	0.51	0.45	0.40	0.36	0.32
<b>VAC PP (1 - 2) =</b>	<b>15359.95</b>	<b>9882.53</b>	<b>1913.27</b>	<b>640.60</b>	<b>571.97</b>	<b>510.68</b>	<b>455.97</b>	<b>407.11</b>	<b>363.49</b>	<b>324.55</b>	<b>289.78</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 4.6.3. Beneficios a Precios de Mercado

Se utiliza el método de los ingresos netos por la venta de productos.

#### 4.6.3.1. Beneficios en Situación Optimizada “Sin Proyecto”

Los beneficios optimizados “Sin Proyecto”, son calculados sobre la base del valor bruto de producción agrícola de los principales productos. Se ha aplicado a los costos de producción y el rendimiento de los cultivos actuales un crecimiento optimista, con el fin de obtener un beneficio neto optimizado, como se muestra los siguientes cuadros, el cálculo del VBP, se ha efectuado teniendo en cuenta los precios en chacra, los resultados se presenta en el cuadro N° 55.

Cuadro N° 55. Valor Bruto de Producción “SIN PROYECTO”

CULTIVOS	AÑOS									
	1	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Campaña Principal:</b>										
<b>Valor Bruto de la Producción de los Cultivos - Campaña Principal (Nuevos Soles)</b>										
Papa	546.40	546.40	546.40	546.40	546.40	546.40	546.40	546.40	546.40	546.40
Maiz	116.73	116.73	116.73	116.73	116.73	116.73	116.73	116.73	116.73	116.73
Kiwicha	1159.10	1159.10	1159.10	1159.10	1159.10	1159.10	1159.10	1159.10	1159.10	1159.10
Alfalfa	51.21	51.21	51.21	51.21	51.21	51.21	51.21	51.21	51.21	51.21
Total (Nuevos Soles)	1873.44	1873.44	1873.44	1873.44	1873.44	1873.44	1873.44	1873.44	1873.44	1873.44
<b>Campaña de Rotación:</b>										
<b>Valor Bruto de la Producción de los Cultivos - Campaña de Rotación (Nuevos Soles)</b>										
Quinoa	1367.51	1367.51	1367.51	1367.51	1367.51	1367.51	1367.51	1367.51	1367.51	1367.51
Cebada temprana	88.55	88.55	88.55	88.55	88.55	88.55	88.55	88.55	88.55	88.55
Haba verde temprana	887.54	887.54	887.54	887.54	887.54	887.54	887.54	887.54	887.54	887.54
Total (Nuevos Soles)	2343.60	2343.60	2343.60	2343.60	2343.60	2343.60	2343.60	2343.60	2343.60	2343.60
<b>V.B.P. TOTAL (Nuevos Soles)</b>	<b>4217.04</b>	<b>4217.04</b>	<b>4217.04</b>	<b>4217.04</b>	<b>4217.04</b>	<b>4217.04</b>	<b>4217.04</b>	<b>4217.04</b>	<b>4217.04</b>	<b>4217.04</b>

Fuente. Elaboración propia

#### 4.6.3.2. Beneficios en Situación “Con Proyecto”

Los Beneficios con proyecto se han calculado como en la situación optimizada sin proyecto. Con la garantía de contar con el agua de riego en cantidad y oportunidad óptimas, donde se ha optimizado la cedula de cultivos, y a la programación de los cultivos mediante el uso eficiente del suelo proyectando 2 campañas con el fin de obtener un beneficio neto. Los resultados se muestran en el Cuadro N° 56, el cálculo del VBP, se ha efectuado teniendo en cuenta los precios en chacra.



Cuadro N° 56, Valor Bruto de Producción “CON PROYECTO”

CULTIVOS	AÑOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Campaña Principal:</b>										
Valor Bruto de la Producción de los Cultivos - Campaña Principal (Nuevos Soles)										
KIWICHA	2885.70	2885.70	2885.70	2885.70	2885.70	2885.70	2885.70	2885.70	2885.70	2885.70
QUINUA	2599.13	2599.13	2599.13	2599.13	2599.13	2599.13	2599.13	2599.13	2599.13	2599.13
MAIZ	157.61	157.61	157.61	157.61	157.61	157.61	157.61	157.61	157.61	157.61
ALFALFA	106.80	106.80	106.80	106.80	106.80	106.80	106.80	106.80	106.80	106.80
Total (Nuevos Soles)	5749.23	5749.23	5749.23	5749.23	5749.23	5749.23	5749.23	5749.23	5749.23	5749.23
<b>Campaña de Rotación</b>										
Valor Bruto de la Producción de los Cultivos - Campaña de Rotación (Nuevos Soles)										
TRIGO	830.94	997.12	997.12	997.12	997.12	997.12	997.12	997.12	997.12	997.12
PAPA	2956.69	2956.69	2956.69	2956.69	2956.69	2956.69	2956.69	2956.69	2956.69	2956.69
CEBADA	139.64	153.60	153.60	153.60	153.60	153.60	153.60	153.60	153.60	153.60
Total (Nuevos Soles)	3927.26	4107.41	4107.41	4107.41	4107.41	4107.41	4107.41	4107.41	4107.41	4107.41
V.B.P. TOTAL (Nuevos Soles)	9676.49	9856.64	9856.64	9856.64	9856.64	9856.64	9856.64	9856.64	9856.64	9856.64

Fuente: Elaboración propia

### 4.6.3.3. Beneficios Incrementales

El Valor Neto de la Producción Agropecuaria Incremental es el ingreso adicional que obtienen los Beneficiarios Directos por la puesta en marcha del proyecto. La diferencia del Valor Neto de la Producción Agropecuaria con Proyecto menos el Valor Neto de la Producción Agropecuaria Optimizada (sin proyecto), da el incremento en el Valor Neto de la Producción, vea los resultados en el cuadro N° 62.

Para hallar el valor neto de la producción en la situación “sin proyecto” y “con proyecto”, se determinan primero los costos de producción y los resultados se muestran en el cuadro N° 57 y 58:

Cuadro N° 57: Costos Totales de Producción “SIN PROYECTO”

CULTIVOS	AÑOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Campaña Principal</b>										
Costos Totales de Producción de los Cultivos de la Cédula (Nuevos soles)										
Papa	486.84	486.84	486.84	486.84	486.84	486.84	486.84	486.84	486.84	486.84
Maiz	117.04	117.04	117.04	117.04	117.04	117.04	117.04	117.04	117.04	117.04
Kiwicha	946.36	946.36	946.36	946.36	946.36	946.36	946.36	946.36	946.36	946.36
Alfalfa	10.31	10.31	10.31	10.31	10.31	10.31	10.31	10.31	10.31	10.31
Total costo de producción ( S/.)	1560.56	1560.56	1560.56	1560.56	1560.56	1560.56	1560.56	1560.56	1560.56	1560.56
<b>Campaña de Rotación</b>										
Costos Totales de Producción de los Cultivos de la Cédula (Nuevos soles)										
Quinua	1133.26	1133.26	1133.26	1133.26	1133.26	1133.26	1133.26	1133.26	1133.26	1133.26
Cebada temprana	105.00	105.00	105.00	105.00	105.00	105.00	105.00	105.00	105.00	105.00
Haba verde temprana	809.10	809.10	809.10	809.10	809.10	809.10	809.10	809.10	809.10	809.10
Costo total de producción ( S/.)	2047.36	2047.36	2047.36	2047.36	2047.36	2047.36	2047.36	2047.36	2047.36	2047.36

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 58: Costos Totales de Producción “CON PROYECTO”

CULTIVOS	AÑOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Campaña Principal</b>										
<b>Costos Totales de Producción de los Cultivos de la Cédula (Nuevos soles)</b>										
KIWICHA	946.36	1923.80	1923.80	1923.80	1923.80	1923.80	1923.80	1923.80	1923.80	1923.80
QUINUA	390.04	1856.52	1856.52	1856.52	1856.52	1856.52	1856.52	1856.52	1856.52	1856.52
MAIZ	57.07	143.28	143.28	143.28	143.28	143.28	143.28	143.28	143.28	143.28
ALFALFA	10.31	97.09	97.09	97.09	97.09	97.09	97.09	97.09	97.09	97.09
Costo total de producción (S/.)	1403.79	4020.69	4020.69	4020.69	4020.69	4020.69	4020.69	4020.69	4020.69	4020.69
<b>Campaña de Rotación</b>										
<b>Costos Totales de Producción de los Cultivos de la Cédula (Nuevos soles)</b>										
TRIGO	1956.31	830.94	830.94	830.94	830.94	830.94	830.94	830.94	830.94	830.94
PAPA	1568.88	1971.12	1971.12	1971.12	1971.12	1971.12	1971.12	1971.12	1971.12	1971.12
CEBADA	91.07	139.64	139.64	139.64	139.64	139.64	139.64	139.64	139.64	139.64
Costo total de producción (S/.)	3616.26	2941.70	2941.70	2941.70	2941.70	2941.70	2941.70	2941.70	2941.70	2941.70

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 59: Costos Incrementales de Producción

CULTIVOS/AÑOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5 - 10
KIWICHA	0.00	977.43	977.43	977.43	977.43
QUINUA	-743.22	723.26	723.26	723.26	723.26
MAIZ	-59.98	26.23	26.23	26.23	26.23
ALFALFA	0.00	86.78	86.78	86.78	86.78
TRIGO	1956.31	21.84	21.84	21.84	21.84
CEBADA	-13.93	34.64	34.64	34.64	34.64
<b>TOTAL</b>	<b>1139.19</b>	<b>1870.18</b>	<b>1870.18</b>	<b>1870.18</b>	<b>1870.18</b>

Fuente: Elaboración propia.

El valor neto de producción es la diferencia entre el valor bruto de producción y los costos de producción, los resultados sin y con proyecto se muestran en los cuadros N° 60 y 61:

Cuadro N° 60: Valor Neto de Producción “SIN PROYECTO”

CULTIVOS	AÑOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Campaña Principal</b>										
<b>Valor Neto de la Producción de los Cultivos - Campaña Principal (Nuevos Soles)</b>										
Papa	59.56	59.56	59.56	59.56	59.56	59.56	59.56	59.56	59.56	59.56
Maiz	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31
Kiwicha	212.73	212.73	212.73	212.73	212.73	212.73	212.73	212.73	212.73	212.73
Alfalfa	40.90	40.90	40.90	40.90	40.90	40.90	40.90	40.90	40.90	40.90
Total (Nuevos Soles)	312.88	312.88	312.88	312.88	312.88	312.88	312.88	312.88	312.88	312.88
<b>Campaña de Rotación</b>										
<b>Valor Neto de la Producción de los Cultivos - Campaña de Rotación (Nuevos Soles)</b>										
Quinua	234.25	234.25	234.25	234.25	234.25	234.25	234.25	234.25	234.25	234.25
Cebada temprana	-16.45	-16.45	-16.45	-16.45	-16.45	-16.45	-16.45	-16.45	-16.45	-16.45
Haba verde temprana	78.44	78.44	78.44	78.44	78.44	78.44	78.44	78.44	78.44	78.44
Total (Nuevos Soles)	296.24	296.24	296.24	296.24	296.24	296.24	296.24	296.24	296.24	296.24
<b>V.N.P. TOTAL (Nuevos Soles)</b>										
	<b>609.12</b>	<b>609.12</b>	<b>609.12</b>	<b>609.12</b>	<b>609.12</b>	<b>609.12</b>	<b>609.12</b>	<b>609.12</b>	<b>609.12</b>	<b>609.12</b>

Fuente. Elaboración propia

Cuadro N° 61: Valor Neto de Producción “CON PROYECTO”

CULTIVOS	AÑOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Campaña Principal</b>										
<b>Valor Neto de la Producción de los Cultivos - Campaña Principal (Nuevos Soles)</b>										
KIWICHA	1939.33	961.90	961.90	961.90	961.90	961.90	961.90	961.90	961.90	961.90
QUINUA	2209.08	742.61	742.61	742.61	742.61	742.61	742.61	742.61	742.61	742.61
MAIZ	100.54	14.33	14.33	14.33	14.33	14.33	14.33	14.33	14.33	14.33
ALFALFA	96.49	9.71	9.71	9.71	9.71	9.71	9.71	9.71	9.71	9.71
Total (Nuevos Soles)	4345.44	1728.54	1728.54	1728.54	1728.54	1728.54	1728.54	1728.54	1728.54	1728.54
<b>Campaña de Rotación</b>										
<b>Valor Neto de la Producción de los Cultivos - Campaña de Rotación (Nuevos Soles)</b>										
TRIGO	-1125.38	166.19	166.19	166.19	166.19	166.19	166.19	166.19	166.19	166.19
PAPA	1387.81	985.56	985.56	985.56	985.56	985.56	985.56	985.56	985.56	985.56
CEBADA	48.57	13.96	13.96	13.96	13.96	13.96	13.96	13.96	13.96	13.96
Total (Nuevos Soles)	311.00	1165.71	1165.71	1165.71	1165.71	1165.71	1165.71	1165.71	1165.71	1165.71
<b>V.N.P. TOTAL (Nuevos Soles)</b>	<b>4656.44</b>	<b>2894.26</b>	<b>2894.26</b>	<b>2894.26</b>	<b>2894.26</b>	<b>2894.26</b>	<b>2894.26</b>	<b>2894.26</b>	<b>2894.26</b>	<b>2894.26</b>

Fuente. Elaboración propia

Cuadro N° 62: Valor Neto Incremental de Producción

CULTIVOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5 - 10
<b>Campaña Principal</b>					
KIWICHA	1726.60	749.17	749.17	749.17	749.17
QUINUA	1974.83	508.36	508.36	508.36	508.36
MAIZ	100.85	14.64	14.64	14.64	14.64
ALFALFA	55.59	-31.19	-31.19	-31.19	-31.19
<b>Campaña de Rotación</b>					
TRIGO	-1125.38	166.19	166.19	166.19	166.19
PAPA	1328.25	926.00	926.00	926.00	926.00
CEBADA	65.02	30.41	30.41	30.41	30.41
<b>TOTAL</b>	<b>4047.32</b>	<b>2285.13</b>	<b>2285.13</b>	<b>2285.13</b>	<b>2285.13</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.4. Evaluación Económica

El proyecto permite la obtención de beneficios económicos, por tanto, se expresa en la evaluación con indicadores de rentabilidad TIR y VAN a precios de mercado.

A continuación, en el cuadro N° 63 se presenta el flujo de ingresos netos, diferenciando los costos que serán asumidos por los beneficiarios y por las entidades estatales o privadas que participan en el proyecto. Además, se presenta el valor actual de los ingresos netos.

Cuadro N° 63: Ingreso Neto Incrementales de los Beneficiarios y entidad oferente

INGRESO NETO INCREMENTAL DE LOS BENEFICIARIOS Y DE LA ENTIDAD OFERENTE A PRECIOS PRIVADOS (Alternativa Unica)												
NOMBRE RESUMIDO DEL PROYECTO	VAI	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANOS 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10	TOTA
Cambio en el Valor Bruto de la Producción (1)	31704.12	5459.44	5639.60	5639.60	5639.60	5639.60	5639.60	5639.60	5639.60	5639.60	5639.60	5639.60
Cambio en costos de producción (2)		1139.19	1870.18	1870.18	1870.18	1870.18	1870.18	1870.18	1870.18	1870.18	1870.18	1870.18
Costos de acciones del proyecto asumidos por los beneficiarios	6270.92	7023.44										
<b>Ingreso Neto de los beneficiarios directos (4) = (1)-(2)+(3)</b>	13984.00	-2703.18	3769.42	3769.42	3769.42	3769.42	3769.42	3769.42	3769.42	3769.42	3769.42	3769.42
Ingresos por ventas de la Entidad Oferente Estatal (5)	0.00											
Transferencias efectuadas a las Entidades Oferentes privado (6)	0.00											
Costos de acciones del proyecto asumidos por la entidad oferente	0.00											
<b>Ingreso Neto de la Entidad Oferente Estatal (8) = (5)-(6)-(7)</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ingresos por ventas de la Entidad Oferente des sector privado (9)												
Transferencias efectuadas a las Entidades Oferentes del Sector Estatal (10)		3500.00	2400.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00
Costos de acciones del proyecto asumidos por la entidad oferente privado (11)		-3500.00	-2400.00	-900.00	-900.00	-900.00	-900.00	-900.00	-900.00	-900.00	-900.00	-900.00
<b>Ingreso Neto de las entidades Oferentes del Sector Privado (12)=(9)-(10)-(11)</b>	-8129.41	-6203.18	1369.42	2869.42	2869.42	2869.42	2869.42	2869.42	2869.42	2869.42	2869.42	2869.42
<b>TOTALES</b>	<b>5854.59</b>	<b>-6203.18</b>	<b>1369.42</b>	<b>2869.42</b>	<b>2869.42</b>	<b>2869.42</b>	<b>2869.42</b>	<b>2869.42</b>	<b>2869.42</b>	<b>2869.42</b>	<b>2869.42</b>	<b>18121.57</b>
FA (14%)	0.88	0.88	0.77	0.68	0.59	0.52	0.46	0.40	0.35	0.31	0.27	
<b>Valot Actual de Ingreso Neto</b>	<b>1009.58</b>	<b>-5444.53</b>	<b>1053.08</b>	<b>1936.86</b>	<b>1698.69</b>	<b>1489.23</b>	<b>1308.45</b>	<b>1147.77</b>	<b>1007.17</b>	<b>883.78</b>	<b>774.74</b>	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.5. Análisis de la Rentabilidad Económica a Precios Privados

Sobre la base del flujo de costos y beneficios determinados a precios privados, se determinó el VAN y TIR, tal como se muestra en el cuadro N° 64:

Cuadro N° 64: Indicadores económicos a precios privados

Valor Actual del Ingreso Neto de los Beneficiarios Directos, a precios privados (1)		13984.00
Valor Actual del Ingreso Neto de las entidades Oferentes del sector privado (2)		-8129.41
Valor Actual del Ingreso Neto a Precios Privados (1)+(2)	VAN	S/. 5854.59
Tasa Interna de Retorno a Precios Privados	TIR	37.01%
Indicador Beneficio – Costo	B/C	1.18

Fuente: *Elaboración propia*

Se puede observar que el VAN es 5854.59 el cual viene a ser superior a cero y el indicador B/C es 1.18, por lo tanto el proyecto es Rentable.

#### 4.6.6. Análisis de la Rentabilidad Económica a Precios Sociales.

La rentabilidad del proyecto aumenta a precios sociales, llegando a un VAN de S/. 17841.75 una TIR de 62 % y una B/C de 2.70. En la inversión se utilizó el factor de conversión a precios sociales según el Anexo SNIP 09 del Ministerio de Economía y Finanzas, que ha permitido los resultados que se muestra en el cuadro siguiente y se ha utilizado la tasa social de descuento de 14%. Por lo que se afirma la rentabilidad del proyecto, Vea el cuadro N° 65.

Cuadro N° 65: Indicadores económicos a precios sociales

Indicador	Símbolo	Unidad	Valor
Valor Actual Neto	VAN	S/.	17841.75
Tasa interna de retorno	TIR	%	62
Relación beneficio – costo	B/C		2.7

Fuente. *Elaboración propia*

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 5.1. CONCLUSIONES.

- Desde el punto de vista suelos, se concluye que, el 33% de la extensión estudiada que cubre una superficie de 444.36 Has., de suelos agrícolas, presenta condiciones aptas para implementar un sistema de riego presurizado, es decir presenta buenas características, edáficas, fisiográficas, topográficas, posibilitando la tecnificación del sistema de riego actual.
- Desde el punto de vista del agua, se concluye que el área agrícola de la zona tiene disponibilidad de oferta hídrica de 214.26 lit/seg., a través de 51 fuentes de agua existentes para el riego, con calidades (C1S1 y C3S1) que son aptas para el riego de cultivos de la zona.
- Las necesidades de agua para la cedula de cultivo actual a nivel de micro-cuenca, son de 561.03 lit. /seg. como máxima demanda en el mes de diciembre y del balance hídrico efectuado existe una “Déficit Hídrica” lo cual muestra la necesidad de optimizar el uso y aprovechamiento de la oferta hídrica disponible y tecnificar el sistema de riego actual (gravedad), para garantizar la disponibilidad hídrica y satisfacer las necesidades de agua de los cultivos insatisfechas. Y siendo esta premisa, que nos ha servido para plantear un sistema de riego tecnificado para la zona.
- Finalmente se concluye que, el “Sistema de riego presurizado en andenería” para la micro-cuenca huacaccara – Cotahuasi”, es **viable** en las condiciones de aptitud de suelo y agua disponible para el sistema de riego así como y su factibilidad técnica – económica del mismo, y llegándose a concluir que: En la zona es factible el sistema de riego por micro aspersión sectorizados en 19 pequeños sectores, su diseño será para cada sector, por lo que se ha diseñado el sector V

como área piloto para mostrar las características del sistema de riego por micro aspersion, obteniéndose que: Tiene una capacidad del sistema de 1.58 m<sup>3</sup>/hr/ha., y la carga hidráulica necesario para el funcionamiento es 16.70 m.c.a., en el punto más crítico, los componentes fijos son el reservorio construidos con geo-membrana de 0.5 mm de espesor con capacidad de 310.30 m<sup>3</sup>, la tubería principal de PCV - 63 mm., de diámetro, así mismo la tubería secundaria de PVC - 63 mm de diámetros y la tubería terciaria porta lateral de PE 63 mm en donde irán las válvulas de riego; y los componentes que son móviles serán las tuberías laterales porta micro-aspersores de material polietileno PE 32 mm de diámetro y los micro-aspersores de línea NAAN DAN JAIN Irrigation, con diámetros de mojado de 6.5, 8, 12 y 13 metros, que iran espaciados a cada 4.20, 5, y 8 metros respectivamente en cada en cada anden. Con estas características, los indicadores de evaluación económica muestran que el VAN es s/. 5854.59, con TIR de 37.01% y la relación B/C es 1.18, por lo que este sistema de riego es **Rentable**, con un presupuesto de s/. 12,023.44 nuevos soles. Es ideal para el riego de los cultivos de kiwicha, maíz, quinua y trigo que son altamente rentables y tienen mayor demanda en el mercado internacional, debido a que en la zona son cultivos con certificación orgánica, mejorando la producción y productividad agrícola y con ello elevar el nivel de vida de los agricultores de la zona.

## 5.2. RECOMENDACIONES.

- Realizar el levantamiento topográfico de toda la superficie agrícola a curvas de nivel menores a 5 metros, debido a la configuración del suelo tipo andenería y que requiere mayor precisión en el diseño.
- Establecer un programa de control y protección de las fuentes de agua, para optimizar el aprovechamiento y evitar la contaminación, deterioro (daños) y pérdidas por percolación y evaporación.
- Realizar el diseño para cada sector, evitando en lo mínimo plantear trazos que afecten a los andenes en el movimiento de tierras para el enterrado de tubería, hacer el trazo sobre la base de las líneas de infraestructura existente y utilizar en lo máximo la infraestructura de riego existente (canales principales, tomas, estanque, etc.) a fin de minimizar los costos de instalación del sistema. Y será necesario realizar un análisis cuidadoso de la tolerancia de presiones y caudales en cada sector.
- Se recomienda, implementar un plan de capacitación a los agricultores en temas manejo, operación, mantenimiento y la normatividad vigente, en el riego presurizado.
- Se recomienda, no afectar en lo mínimo al sistema de andenerías debido a que estos son valorados como patrimonio cultural – reserva paisajística en el marco del ANP, para evitar impactos negativos.
- Se recomienda sistematizar todos los resultados de las experiencias a partir del Ensayo – Error, para afianzar con mayor precisión los detalles técnicos, económicos y sociales para la zona.



## VI. BIBLIOGRAFÍA.

1. ANTEN M y WILLET H. (2000), “Diseño de pequeños sistemas de riego por aspersión en ladera”, PRONAMACHCS – Cajamarca –Perú.
2. ARANGO TOBON JULIO C. (1998), “Manual se Operación y Mantenimiento para los sistemas de riego en ladera”, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín - Colombia.
3. CARLOS A. BENÍTEZ CASTRO. “Sistemas Hidráulicos de riego/diseño y construcción”, Editorial UNAS Arequipa – Perú.
4. CÉSPEDES P. R. (2005). “Aplicaciones de Balance Hídrico en Riego”, Centro Andino para la Gestión de Agua (Centro Agua) Cochabamba-Bolivia.
5. C. BROUWER, J.P.M. y HOEVENAARS (1994), “Necesidades y abastecimiento de agua de los sistemas de riego”, Dirección de fomento de tierras y aguas, FAO – Roma.
6. CONFIEP/ALDESEP (2006). “Políticas de Estado sobre Desarrollo y Gestión Ambiental” y “Metodología para la zonificación ZEE y Ordenamiento territorial”, plan acondicionamiento territorial, Lima - Perú.
7. CENTRO ANDINO PARA LA GESTION DE USO DE AGUA – CENTRO AGUA (2005) “Ajuste de Coeficiente de Cultivo Kc a condiciones locales”, Programa de postgrado en Gestión Integral de Recursos Hídricos de la Escuela Universitaria de postgrado de la Universidad Mayor de San Simón y Programa Nacional de Riego PRONAR, Cochabamba – Bolivia.
8. VASQUEZ V. ABSALON (1992). “El Riego, Principios Básicos”, Tomo I, Lima-Perú.
9. HIJMANS D. ROBERT J, (2000), “El uso de Información Geográfica en la planificación del manejo de los Recursos Naturales”, Internacional Potado Center CIP – CONDESAN, Lima Perú.
10. FAO (1967), “Índice de Storie”, Sistema de evaluación de parámetros de capacidades de uso. Roma.
11. FUENTES YAGUE J.L. (1998). “Técnicas de Riego”, Ediciones Mundi Prensa, Madrid - España.

12. INRENA, y Ministerio de Agricultura (2000), “Proyecto inventario y evaluación de andenes”, resultados preliminares de la Provincia de “La Unión”- Departamento de Arequipa.
13. ISRAELSEN O. y HANSEN V.E. (1975). “Principios y Aplicaciones de Riego”, Editorial Revete S.A. 2da. Edición España.
14. LOUIS FRANSSSEN y REINALDO V. “Riego Comunitario Andino y Organización de Usuarios”, Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo SNV, Univ. Nac. de Loja UNL, 1ra. Edición agosto de 1994.
15. LUZA D., Y ROJAS C, Diseño de sistemas de riego presurizado (aspersión y Goteo), CENTRO AGUA, Universidad Mayor de San Simón Bolivia, Facultad de ciencias agrícolas y pecuarias, Cochabamba, enero de 2006.
16. MEGH R. GOYAL “Manejo de Riego Por Goteo”, Ingeniería Agrícola y Biomédica, Universidad de Puerto Rico – Recinto de Mayagüez, PO Box 5984, Mayagüez, Puerto Rico 00681-5984.
17. MICHEL ANTEN y HASWILLET “Guía para el Diagnostico enfocado al Sistema de Riego”, PRONAMACHCS – SNV, 1ra. Edición año 2002, Lima Perú.
18. OLARTE M. WALTER. (1987), “Manual de Riego por gravedad”, serie manual técnica N° 1, comisión de coordinación tecnológica Andina Lima - Perú.
19. ROJAS A. VICTOR. (1984), “Proyecto regional de ordenamiento espacial y desarrollo integrado de valles alto andinos”, Corporación Departamento de Arequipa – Perú.
20. SANCHEZ R. CRISTIAN (2005). “Sistemas de Riego”, Edit. Ripalme Lima-Perú.
21. TORRES H. ALBERTO (2006), “Estudio Edafológico de la Sub Cuenca Cotahuasi-La Unión- Arequipa” estudio realizado a través de AEDES, Arequipa Perú.
22. [www.rle.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/bpa](http://www.rle.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/bpa), “Manual de Buenas Prácticas Agrícolas del FAO”

## ANEXO A

- A-1, Precipitación media mensual.
- A-2, Humedad relativa media mensual.
- A-3, Temperatura media mensual.
- A-4, Precipitación efectiva (PE 75%)

### **TABLAS:**

- Tabla N° 1, Coeficiente mensual de evapotranspiración (MF).
- Tabla N° 2, Horas de sol máxima media diaria (N).
- Tabla N° 3, Radiación extraterrestre (Ra).

**ANEXO A - 1**

**PRECIPITACION MEDIA MENSUAL**

ESTACION : Cotahuasi                      CODIGO: 749                      DPTO : AREQUIPA  
 LATITUD : 15°13' - S                      TIPO                                      PROV. : LA UNION  
 LONGITUD : 72°53' - W                      PERIODO                                DIST. : COTAHUASI  
 ALTITUD 2685,00 m.n.s.m.

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1966	14,50	23,80	40,60	2,70	12,10	0,00	0,00	0,00	0,00	23,10	3,20	5,40	125,40
1967	78,60	131,50	122,10	12,10	1,80	0,00	0,40	0,00	3,10	3,90	0,50	7,90	361,90
1968	195,10	41,60	78,60	0,00	1,90	1,70	0,00	0,00	4,00	5,90	20,10	21,70	370,60
1969	16,70	80,70	76,50	7,90	0,00	0,00	0,00	0,00	5,60	0,00	11,80	38,20	237,40
1970	108,10	59,30	28,20	0,80	6,00	0,00	0,00	0,00	0,40	7,80	0,00	6,30	216,90
1972	205,40	127,10	157,20	26,60	0,00	0,00	0,00	0,00	9,80	24,30	0,00	27,20	577,60
1973	51,80	92,70	175,90	18,00	0,20	0,00	0,00	1,20	10,30	0,00	9,50	12,10	371,70
1974	107,30	52,20	42,20	29,40	0,50	5,50	0,00	20,90	0,00	0,00	0,30	20,00	278,30
1975	98,30	133,10	123,60	13,20	3,80	0,50	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00	37,60	410,80
1976	154,40	58,00	117,10	5,90	10,90	0,00	1,90	0,00	37,10	0,00	0,00	18,50	403,80
1978	62,80	23,60	17,70	14,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	8,70	13,60	141,90
1979	12,60	23,70	94,80	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	13,10	0,00	22,90	167,40
1980	17,90	19,00	142,70	0,00	0,00	0,00	1,80	0,00	0,00	16,80	0,00	10,00	208,20
1981	168,80	134,00	33,30	44,00	0,00	0,00	0,00	25,80	0,00	0,00	4,40	34,60	444,90
1982	23,40	59,20	29,10	6,50	0,00	0,00	0,00	0,00	5,90	11,60	8,60	5,90	150,20
1984	66,80	180,80	83,90	4,20	0,00	12,10	0,00	0,00	0,50	12,00	40,90	11,20	412,40
1985	0,50	170,60	82,40	22,50	8,60	2,40	0,00	1,40	s/d	0,00	12,50	28,60	329,50
1986	134,70	130,70	42,10	12,70	10,30	0,00	0,00	7,30	1,20	0,00	0,00	108,90	447,90
1987	69,70	32,90	6,80	1,60	0,00	4,00	4,90	0,80	0,00	9,10	0,00	s/d	129,80
1995	s/d	s/d	83,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,80	0,00	31,10	16,00	135,40
1996	65,20	161,00	63,70	8,20	1,20	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	24,50	18,80	343,60
1997	73,90	127,90	87,60	0,00	0,00	0,00	0,00	24,10	17,90	0,00	0,80	37,90	370,10
1998	159,80	146,50	56,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,20	110,80	489,20
1999	96,80	174,90	186,40	26,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,10	0,00	11,70	522,80
2000	159,20	108,80	69,50	5,10	0,60	0,00	0,00	0,00	s/d	0,00	0,70	19,90	363,80
2001	76,20	194,30	94,40	13,50	5,90	0,70	0,00	4,30	3,20	8,10	0,00	6,50	407,10
2002	33,20	132,90	148,50	58,00	0,00	0,00	24,20	1,30	0,20	3,30	16,90	17,90	436,40
2003	50,80	101,70	41,90	3,80	5,90	s/d	0,00	2,20	0,00	0,00	0,00	11,90	218,20
2004	59,00	130,70	49,90	3,50	0,00	0,00	11,00	0,30	3,90	0,40	0,00	26,90	285,60
2005	41,50	59,90	34,50	4,80	0,00	0,00	0,00	0,00	10,40	0,00	3,50	33,60	188,20
<b>MEDIA</b>	<b>82,86</b>	<b>100,45</b>	<b>80,39</b>	<b>11,53</b>	<b>2,32</b>	<b>0,93</b>	<b>1,48</b>	<b>3,02</b>	<b>4,23</b>	<b>5,59</b>	<b>7,11</b>	<b>25,60</b>	<b>318,23</b>
D. STN	57,56	53,80	48,11	13,91	3,77	2,51	4,81	7,18	7,82	8,04	10,54	25,46	128,33
MAX	205,40	194,30	186,40	58,00	12,10	12,10	24,20	25,80	37,10	26,10	40,90	110,80	577,60
MIN	0,50	19,00	6,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,40	125,40

Fuente: SENAMHI

**ANEXO A - 2**

**HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL**

ESTACION : Cotahuasi CODIGO 749 DPTO : AREQUIPA  
 LATITUD : 5°13' - S TIPO PROV. : LA UNIÓN  
 LONGITUD : 72°53' - W PERIODO DIST. : COTAHUASI  
 ALTITUD : 2685 m.n.s.m.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
MEDIA	65,7	68,8	71,3	59,9	50,1	51,5	42,4	41,7	52,7	46,2	33,9	53,7	53,1

**ANEXO A - 3**

**TEMPERATURA MEDIA MENSUAL**

ESTACION : Cotahuasi CODIGO 749 DPTO : AREQUIPA  
 LATITUD : 5°13' - S TIPO PROV. : LA UNIÓN  
 LONGITUD : 72°53' - W PERIODO: 1980-1997 DIST. : COTAHUASI  
 ALTITUD : 2685 m.n.s.m.

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1980	17,2	16,2	15,9	15,8	15,7	16,1	14,8	15,5	15,8	16,5	16,7	16,5	16,1
1981	15,3	14,6	15,3	14,9	15,3	14,2	14,5	14	15,7	16,1	16,4	16,2	15,2
1982	15,7	15	15,4	15,3	15,1	15	15,2	15,8	15,8	16,1	16,9	18,7	15,8
1986	15	13,4	14,3	15,7	14,8	14,2	14,8	15,2	16,2	16,2	17	15,4	15,2
1987	15,9	17,4	16,5	16,2	15,6	15,6	14,9	15,9	16,5	18,5	17,4	17,5	16,5
1994	15,1	15,3	15,7	15,7	16,2	15,6	14,9	15,3	16	15,7	17,2	16,3	15,8
1995	16,6	16,3	14,8	15,2	15	14,7	14,5	15	16,2	16	15,9	15,7	15,5
1996	14,6	14,5	15,1	15,1	15,6	13,5	14,5	14,8	15,5	16,5	16,5	16,3	15,2
1997	14,3	15,1	15	15,6	16,1	14,3	16,2	15,1	15,7	17,4	17,1	0	14,3
<b>MEDIA</b>	<b>15,5</b>	<b>15,3</b>	<b>15,3</b>	<b>15,5</b>	<b>15,5</b>	<b>14,8</b>	<b>14,9</b>	<b>15,2</b>	<b>15,9</b>	<b>16,6</b>	<b>16,8</b>	<b>14,7</b>	<b>15,5</b>
D. STN	0,9	1,2	0,6	0,4	0,5	0,8	0,5	0,6	0,3	0,9	0,5	5,6	0,6
MAX	17,2	17,4	16,5	16,2	16,2	16,1	16,2	15,9	16,5	18,5	17,4	18,7	16,5
MIN	14,3	13,4	14,3	14,9	14,8	13,5	14,5	14,0	15,5	15,7	15,9	0,0	14,3

Fuente: SENAMHI

ANEXO A – 4

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL AL 75% DE PROBABILIDAD

m	f = m/(N+1)*100	PRECIPITACION TOTAL en (mm)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	3,23	205,40	194,30	186,40	58,00	12,10	12,10	24,20	25,80	37,10	26,10	40,90	110,80
2	6,45	195,10	180,80	175,90	44,00	10,90	5,50	11,00	24,10	17,90	24,30	31,10	108,90
3	9,68	168,80	174,90	157,20	29,40	10,30	4,00	4,90	20,90	10,40	23,10	24,50	38,20
4	12,90	159,80	170,60	148,50	26,90	8,60	2,40	1,90	7,30	10,30	16,80	20,10	37,90
5	16,13	159,20	161,00	142,70	26,60	6,00	1,70	1,80	4,30	9,80	13,10	16,90	37,60
6	19,35	154,40	146,50	123,60	22,50	5,90	0,70	0,40	2,20	5,90	12,00	15,20	34,60
7	22,58	134,70	134,00	122,10	18,00	5,90	0,50	0,30	1,40	5,60	11,60	12,50	33,60
8	25,81	108,10	133,10	117,10	14,00	3,80	0,00	0,00	1,30	4,80	9,10	11,80	28,60
9	29,03	107,30	132,90	94,80	13,50	1,90	0,00	0,00	1,20	4,00	8,10	9,50	27,20
10	32,26	98,30	131,50	94,40	13,20	1,80	0,00	0,00	1,00	3,90	7,80	8,70	26,90
11	35,48	96,80	130,70	87,60	12,70	1,20	0,00	0,00	0,80	3,20	5,90	8,60	22,90
12	38,71	78,60	130,70	83,90	12,10	0,60	0,00	0,00	0,30	3,10	3,90	4,40	21,70
13	41,94	76,20	127,90	83,50	8,20	0,50	0,00	0,00	0,00	1,20	3,30	3,50	20,00
14	45,16	73,90	127,10	82,40	7,90	0,20	0,00	0,00	0,00	0,50	1,50	3,20	19,90
15	48,39	69,70	108,80	78,60	6,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,70	0,80	18,80
16	51,61	66,80	101,70	76,50	5,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,40	0,70	18,50
17	54,84	65,20	92,70	69,50	5,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	17,90
18	58,06	62,80	80,70	63,70	4,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	16,00
19	61,29	59,00	59,90	56,90	4,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,60
20	64,52	51,80	59,30	49,90	3,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,10
21	67,74	50,80	59,20	42,20	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,90
22	70,97	41,50	58,00	42,10	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,70
23	74,19	33,20	52,20	41,90	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,20
24	77,42	23,40	41,60	40,60	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
25	80,65	17,90	32,90	34,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,90
26	83,87	16,70	23,80	33,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,50
27	87,10	14,50	23,70	29,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,30
28	90,32	12,60	23,60	28,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,90
29	93,55	0,50	19,00	17,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,40
30	96,77	0,00	0,00	6,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

VALORES DE INTERPOLACION PARA DETERMINAR LA PRECIPITACION EFECTIVA AL 75%

m	f	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
23	74,19	33,20	52,20	41,90	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,20
24	77,42	23,40	41,60	40,60	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00

m	f	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Pp(75%)	75,00	30,75	49,55	41,58	1,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,90

VALORES DE LA PRECIPITACION EFECTIVA AL 75%  
METODO DE WATER POWER RECURSCES SERVICE - USA.

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
PREC.EFECT.(PE)	24,43	41,35	34,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,61

Fuente: SENAMHI y Elaboracion Propia

Tabla Nº 01

**COEFICIENTE MENSUAL DE EVAPOTRANSPIRACIÓN (MF)**  
(FACTOR DE LATITUD MENSUAL)

Latitud °S	MESES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	2,788	2,177	2,354	2,197	2,137	1,900	2,091	2,216	2,256	2,358	2,234	2,265
2	2,371	2,136	2,357	2,182	2,108	1,956	2,050	2,194	2,251	2,372	2,263	2,301
3	2,393	2,154	2,360	2,167	2,079	1,922	2,026	2,172	2,246	2,386	2,290	2,337
4	2,385	2,172	2,362	2,151	2,050	1,888	1,993	2,150	2,240	2,398	2,318	2,372
5	2,416	2,189	2,363	2,134	2,020	1,854	1,960	2,126	2,234	2,411	2,345	2,407
6	2,447	2,205	2,363	2,117	1,980	1,820	1,976	2,103	2,226	2,422	2,371	2,442
7	2,478	2,221	2,363	2,099	1,959	1,785	1,893	2,078	2,218	2,433	2,397	2,476
8	2,508	2,237	2,362	2,081	1,927	1,750	1,858	2,054	2,210	2,443	2,423	2,510
9	2,538	2,251	2,360	2,062	1,896	1,715	1,824	2,028	2,201	2,453	2,448	2,544
10	2,567	2,266	2,357	2,043	1,864	1,679	1,789	2,003	2,191	2,462	2,473	2,577
11	2,596	2,279	2,354	2,023	1,832	1,644	1,754	1,976	2,180	2,470	2,497	2,610
12	2,625	2,292	2,350	2,002	1,799	1,608	1,719	1,950	2,169	2,477	2,520	2,643
13	2,652	2,305	2,345	1,981	1,767	1,572	1,684	1,922	2,157	2,484	2,543	2,675
14	2,680	2,317	2,340	1,959	1,733	1,536	1,648	1,895	2,144	2,490	2,566	2,706
15	2,707	2,238	2,334	1,937	1,700	1,500	1,612	1,867	2,131	1,496	2,588	2,738
16	2,734	2,339	2,327	1,914	1,666	1,464	1,576	1,838	2,117	2,500	2,610	2,678
17	2,760	2,349	2,319	1,891	1,632	1,427	1,540	1,809	2,103	2,504	2,631	2,799
18	2,785	2,359	2,314	1,867	1,598	1,391	1,504	1,780	2,088	2,508	2,651	2,830
19	2,811	2,368	2,302	1,843	1,564	1,354	1,467	1,750	2,072	2,510	2,671	2,859
20	2,835	2,377	2,293	1,818	1,329	1,318	1,431	1,719	2,056	2,512	2,691	2,889

Fuente: FAO Boletín de Riego y Drenaje Nº 24

Tabla Nº 02  
HORAS DE SOL MÁXIMA MEDIA DIARIA (N)

Latitud °S	M E S E S												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
0	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
5	12,3	12,3	12,1	12,0	11,9	11,8	11,8	11,9	12,0	12,2	12,3	12,4	12,4
10	12,6	12,4	12,1	11,8	11,6	11,5	11,6	11,8	12,0	12,3	12,6	12,7	12,7
15	12,9	12,6	12,2	11,8	11,4	11,2	11,3	11,6	12,0	12,5	12,8	13,0	13,0
20	13,2	12,8	12,3	11,7	11,2	10,9	11,0	11,5	12,0	12,6	13,1	13,3	13,3
25	13,5	13,0	12,3	11,6	10,9	10,6	10,7	11,3	12,0	12,7	13,3	13,7	13,7
30	13,9	13,2	12,4	11,5	10,6	10,2	10,4	11,1	12,0	12,9	13,6	14,0	14,0
35	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8	10,1	11,0	11,9	13,1	14,0	14,5	14,5
40	14,7	13,7	12,5	11,2	10,2	9,3	9,6	10,7	11,9	13,3	14,4	15,0	15,0
42	14,9	13,9	12,9	11,1	9,8	9,1	9,4	10,6	11,9	13,4	14,6	15,2	15,2
44	15,2	14,0	12,6	11,0	9,7	8,9	9,3	10,5	11,9	13,4	14,7	15,4	15,4
46	15,4	12,6	12,6	10,9	9,5	8,7	9,1	10,4	11,9	13,5	14,9	15,7	15,7
48	15,6	14,3	12,6	10,9	9,3	8,3	8,8	10,2	11,8	13,6	15,2	16,0	16,0

Fuente: FAO Boletín de Riego y Drenaje Nº 24



Tabla Nº 03  
**RADIACIÓN EXTRATERRESTRE (Ra)**  
**EXPRESADA EN EQUIVALENTE DE EVAPORACIÓN EN mm/LIA**

**HEMISFERIO SUR**

Latitud °S	M E S E S											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0	15,0	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8
2	15,3	15,7	15,7	15,1	14,1	13,5	13,7	14,5	15,2	15,5	15,3	15,1
4	15,5	15,8	15,6	14,9	13,8	13,2	13,4	14,3	15,1	15,6	15,5	15,4
6	15,8	16,0	15,6	14,7	13,4	12,8	13,1	14,0	15,0	15,7	15,8	15,7
8	16,1	16,1	15,6	14,4	13,1	12,4	12,7	13,7	14,9	15,8	16,0	16,0
10	16,4	16,3	15,5	14,2	12,8	12,0	12,4	13,5	14,8	15,9	16,2	16,2
12	16,6	16,3	15,4	14,0	12,5	11,6	12,0	13,2	14,7	15,8	16,4	16,5
14	16,7	16,4	15,3	13,7	12,1	11,2	11,6	12,9	14,5	15,8	16,5	16,6
16	16,9	16,4	15,2	13,5	11,7	10,8	11,2	12,6	14,3	15,8	16,7	16,8
18	17,1	16,5	15,1	13,2	11,4	10,4	10,8	12,3	14,1	15,8	16,8	17,1
20	17,3	16,5	15,0	13,0	11,0	10,0	10,4	12,0	13,9	15,8	17,0	17,4
22	17,4	16,5	14,8	12,6	10,6	9,6	10,0	11,6	13,7	15,7	17,0	17,5
24	17,5	16,5	14,6	12,3	10,2	9,1	9,5	11,2	13,4	15,6	17,1	17,7
26	17,6	16,4	14,4	12,0	9,7	8,7	9,1	10,9	13,2	15,5	17,2	17,8
28	17,7	16,4	14,3	11,6	9,3	8,2	8,6	10,4	13,0	15,4	17,2	17,9
30	17,8	16,4	14,0	11,3	8,9	7,8	8,1	10,1	12,7	15,3	17,3	18,1
32	17,8	16,2	13,8	10,9	8,5	7,3	7,7	9,6	12,4	15,1	17,2	18,1
34	17,8	16,1	13,5	10,5	8,0	6,8	7,2	9,2	12,0	14,9	17,1	18,2
36	17,9	16,0	13,2	10,1	7,5	6,3	6,8	8,8	11,7	14,6	17,0	18,2
38	17,9	15,8	12,8	9,6	7,1	5,8	6,3	8,3	11,4	14,4	17,0	18,3
40	17,9	15,7	12,5	9,2	6,6	5,3	5,9	7,9	11,0	14,2	16,9	18,3
42	17,8	15,5	12,2	8,8	6,1	4,9	5,4	7,4	10,6	14,0	16,8	18,3
44	17,8	15,3	11,9	8,4	5,7	4,4	4,9	6,9	10,2	13,7	16,7	18,3
46	17,7	15,1	11,5	7,9	5,2	4,0	4,4	6,5	9,7	13,4	16,7	18,3
48	17,6	14,9	11,2	7,5	4,7	3,5	4,0	6,0	9,3	13,2	16,6	18,2
50	17,5	14,7	10,9	7,0	4,2	3,1	3,5	5,5	8,9	12,9	16,5	18,2

Fuente: FAO Boletín de Riego y Drenaje Nº 24

## ANEXO B

B – Perfil Modal de diferentes series de suelos de la zona.

## ANEXO B

### PERFILES MODALES DE SERIES DE SUELOS EN LA ZONA

Fuente: estudio zonificación de suelos en la cuenca de cotahuasi, AEDES.

#### PERFIL MODAL DE LA SERIE HUAMBO ALLAHUAY (HA)

Zona	: Allahuay
Clasificación Natural	: Soil Taxonomy (1994); Mollisols
Fisiografía	: Ladera de montaña moderadamente empinada
Pendiente	: Más del 100 %.
Clima	: Semi lluvioso – Templado Frio.
Zona de Vida	: estepa – Montano Subtropical (e – MS).
Material Madre	: Coluvial
Pedregosidad Superficial	: 2 %.
Vegetación	: Muticia acuminata, baccharis scand, Chilca, Astragalus garbancillo, Stipa “Kari”.

Horizonte	Prof./cm.	Descripción
A11	0 - 20	Franco arenosa; pardo (10 YR 5/3) en seco, pardo oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo; granular, fina, débil; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, friable; reacción ligeramente alcalina (pH:7.70); raíces finas, medias, gruesas, comunes; contenido alto de materia orgánica (5.25 %); permeabilidad buena; límite de horizonte gradual y suave al,
A12	20 - 40	Arena Franca; pardo (10 YR 5/3) en seco, pardo muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo; granular fina, débil; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, friable; reacción ligeramente alcalina (pH:7.82); raíces finas, medias, gruesas, comunes; contenido alto de materia orgánica (4.30 %); permeabilidad buena; límite de horizonte claro y suave al,
C1	40 - 60	Arena franca; pardo pálido (10 YR 6/3) en seco, pardo (10 YR 5/3) en húmedo; grano suelto; no plástico y no adhesivo, muy friable; reacción moderadamente alcalina (pH:8.20); raíces medias, gruesas, pocas; contenido bajo de materia orgánica (1.24 %) permeabilidad buena; límite de horizonte claro y suave al,
C2	60 + 100	Arenosa; grano suelto; no plástico, no adhesivo, muy friable; raíces medias, gruesas, pocas (0.80 m); permeabilidad rápida.

**PERFIL MODAL DE LA SERIE CHAUCAVILCA (CH)**

Zona	: Chaucavilca
Clasificación Natural	: Soil Taxonomy (1994); Entisols
Fisiografía	: Ladera de Montaña (Anden; Jaime Cruz y Juan Pérez).
Pendiente	: 0 a 2 %.
Clima	: Semi árida – Templado cálido.
Zona de Vida	: estepa – Montano Subtropical (e – MS).
Material Madre	: Coluvio aluvial
Pedregosidad Superficial	: 3 %.
Vegetación	: Maíz, haba, quinua, kiwicha, cebada, trigo, papa, eucalipto, capuli, durazno, palta, manzano, etc.)

<b>Horizonte</b>	<b>Prof./cm.</b>	<b>Descripción</b>
Ap1	0 - 20	Franco; gris rosado (5 YR 6/2) en seco, pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3) en húmedo; granular, fina, media, moderada; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, friable; reacción moderadamente alcalina (pH:8.23); raíces finas, medias, pocas; contenido alto de materia orgánica (4.05 %); permeabilidad buena; límite de horizonte gradual y suave al,
A12	20 - 40	Franco arcillo arenosa; pardo (7.5 YR 5/2) en seco, pardo rojizo (5 YR 4/3) en húmedo; Cúbica sub angular, fina, media, débil; plástico y adhesivo, firme; reacción moderadamente alcalina (pH:8.41); raíces finas, medias, pocas (0.30 m); contenido alto de materia orgánica (4.00 %); permeabilidad buena; límite de horizonte abrupto y suave al,
CR	40 + 50	Arena franca; pardo (7.5 YR 5/4) en seco, pardo rojizo (5 YR 5/4) en húmedo; masivo; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, firme; reacción muy fuertemente alcalina (pH:9.10); contenido bajo de materia orgánica; permeabilidad buena.

**PERFIL MODAL DE LA SERIE SIPIA (SI)**

Zona	: SIPIA - PIRO
Clasificación Natural	: Soil Taxonomy (1994); Entisols
Fisiografía	: Terraza baja
Pendiente	: 2 a 4%.
Clima	: Arido – Templado cálido.
Zona de Vida	: desértico perárido – Subtropical (dp-S).
Material Madre	: Coluvio aluvial
Pedregosidad Superficial	: 2 %.
Vegetación	: Pastos naturales (Stipa ichu, Medicago, etc), Huaranco, Cebada, Thara, etc

Horizonte	Prof./cm.	Descripción
C	0 - 2	Areno gravosa; grano suelto; permeabilidad buena; límite de horizonte gradual y quebrado al,
AC	2 - 15	Franco arenosa; gris rosado (7.5 YR 6/2) en seco, pardo grisáceo muy oscuro (2.5 YR 3/2) en húmedo; granular fina, media, débil; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, friable; reacción fuertemente alcalina (pH:8.51); raíces finas, medias, pocas;
R	15 +	Roca firme.

**PERFIL MODAL DE LA SERIE COTAHUASI (CO)**

Zona	: Ciudad de Cotahuasi
Clasificación Natural	: Soil Taxonomy (1994); Entisols
Fisiografía	: Cono de deyección – Anden.
Pendiente	: 15 – 25 % y de 1 a 2 %.
Clima	: Semi árida – Templada Cálida.
Zona de Vida	: estepa espinosa-Montano Bajo Subtropical (ee-MBS).
Material Madre	: Coluvio -aluvial
Pedregosidad Superficial	: 0 %.
Vegetación	: Papa, kiwicha, Cebada, Trigo, Habas, Eucalipto, Molle.

Horizonte	Prof./cm.	Descripción
Apl	0 - 15	Franco; pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en seco, pardo oliva claro (2.5 YR 5/4) en húmedo; granular, fina, media, moderada; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, friable; reacción moderadamente alcalina (pH:8.40); raíces finas, medias, comunes; contenido medio de materia orgánica (3.90 %); permeabilidad buena; límite de horizonte gradual y suave al,
A12	15 - 35	Franco arenosa; pardo grisáceo (10 YR 5/2) en seco, pardo grisáceo muy oscuro (2.5 YR 3/2) en húmedo; granular fina, media, moderada; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, friable; reacción fuertemente alcalina (pH:8.80); raíces finas, medias, comunes (0.30 m); contenido medio de materia orgánica (2.02 %); permeabilidad buena; límite de horizonte difuso.

## ANEXO C

- C-1, Cuadro general de inventario de los manantiales.
- C-2, Cuadro general de inventario de los ríos.
- C-3, Certificado de análisis de la calidad de agua para fines de riego.
- C-4, Ficha de aforo.

**ANEXO C -**  
**1**  
**PROYECTO DE TESIS: PLANTEAMIENTO DE SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO EN ANDENNERIA EN LA MICROCUENCA HUACACCARA COTAHUASI - AREQUIPA**

**EVALUACION DE LAS FUENTES DE AGUA - CUADRO GENERAL DE LOS MANANTIALES**

N	MANANTIAL	UBICACIÓN					POLITICO			CAUDA		TIPO DE USO	DERECHO DE USO
		GEOGRAFICO		ALTITUD (m.s.n.m)	DPTO	PROV	DISTRITO	LUGAR	Q (L/s)	TIP AÑO			
		UTM ESTE (m)	UTM NORT (m)										
01	Cceraccr	72920	831477	422	Arequip	La	Cotahua	Cachan	2,0	Volumétric	Agrícol	Por	
2	Corirayo	72917	831567	303	Arequip	Unión	Cotahua	Cachan	0,0	Volumétric	Agrícol	Regularizar	
3	Huahua	72888	831591	298	Arequip	Unión	Cotahua	Cachan	8,0	Volumétric	Poblacion	Regularizar	
4	Punco Oscollo	73044	831425	379	Arequip	Unión	Cotahua	Cachan	32,0	Correntóm et ro	Agrícol	Regularizar	
5	Punco Pamp	72910	831555	302	Arequip	Unión	Cotahua	Cachan	3,0	Volumétric	Poblacion	Regularizar	
6	Pomacocho	72920	831486	326	Arequip	Unión	Cotahua	Cachan	0,8	Volumétric	Agrícol	Regularizar	
7	Pomacocho	72920	831486	326	Arequip	Unión	Cotahua	Cachan	0,7	Volumétric	Agrícol	Regularizar	
8	Wachacyac	73015	831426	378	Arequip	Unión	Cotahua	Cachan	2,0	Volumétric	Agrícol	Regularizar	
9	Carriz	72965	831659	326	Arequip	Unión	Cotahua	Cotahua	9,8	Volumétric	Agrícol	Regularizar	
10	Chaim	72679	831721	267	Arequip	Unión	Cotahua	Cotahua	0,7	Volumétric	Agrícol	Regularizar	
11	Silv	72679	831721	267	Arequip	Unión	Cotahua	Cotahua	0,7	Volumétric	Agrícol	Regularizar	
12	Totorococh	73203	831211	420	Arequip	Unión	Cotahua	Cotahua	9,0	Volumétric	Agrícol	Regularizar	
13	Anima	72737	831625	277	Arequip	Unión	Cotahua	Cotahua	0,4	Volumétric	Agrícol	Regularizar	
14	Ballomp	72667	831681	270	Arequip	Unión	Cotahua	Cotahua	0,2	Volumétric	Agrícol	Regularizar	
15	Boja	72763	831592	287	Arequip	Unión	Cotahua	Cotahua	2,0	Volumétric	Agrícol	Regularizar	
16	Occar	72663	831691	272	Arequip	Unión	Cotahua	Cotahua	0,5	Volumétric	Agrícol	Regularizar	
17	Pachau	72781	831606	284	Arequip	Unión	Cotahua	Cotahua	8,0	Volumétric	Poblacion	Regularizar	
18	Pachau	72787	831602	284	Arequip	Unión	Cotahua	Cotahua	0,0	Volumétric	Poblacion	Regularizar	



	Cotahuasi	72559	831671	259	Arequip	La	Cotahu	Cotahua	2,5	Volumétric	Agricol	Por
1	Bebeder	73170	831543	391	Arequip	Unión La	Cotahu	Chaucavilic	0,5	Volumétric	Agricol	regularizar
2	Chaccho	73172	831549	392	Arequip	Unión La	Cotahu	Chaucavilic	0,3	Volumétric	Pecuari	regularizar
0	Bebeder	73126	831374	399	Arequip	Unión La	Cotahu	Chaucavilic	5,0	Volumétric	Agricol	regularizar
2	Chaccho	73064	831443	580	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,0	Volumétric	Agricol	regularizar
2	Chicchiyo	73057	831613	351	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,2	Volumétric	Agricol	regularizar
4	Chilcapujio	73045	831630	347	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,1	Volumétric	Agricol	regularizar
5	Chilcapujio	73026	831631	339	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,7	Volumétric	Polblacion	regularizar
6	Chuñoohana	73162	831308	402	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,8	Volumétric	Agricol	regularizar
7	Chuñoohana	73160	831313	401	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,8	Volumétric	Agricol	regularizar
8	Chuñoohana	73109	831345	394	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,3	Volumétric	Agricol	regularizar
9	Chuñoochaña	73162	831309	402	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,8	Volumétric	Agricol	regularizar
9	Chullipujji	73176	831552	496	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,2	Volumétric	Agricol	regularizar
3	Espanj	72965	831659	426	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	2,8	Volumétric	Agricol	regularizar
3	Ba Rinconada	73181	831343	402	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,1	Volumétric	Agricol	regularizar
3	La Rinconada	73173	831350	401	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,5	Volumétric	Agricol	regularizar
4	Escollo	73064	831423	980	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,0	Volumétric	Agricol	regularizar
5	Pajarjo	73152	831535	391	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,3	Volumétric	Agricol	regularizar
6	Pajari	73159	831532	392	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,1	Volumétric	Agricol	regularizar
3	Sanchez	73074	831391	985	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	1,5	Volumétric	Agricol	regularizar
9	Sarmaca	72959	831588	923	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,8	Volumétric	Agricol	regularizar
2	Sunicirca	72959	831599	323	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	2,7	Volumétric	Agricol	regularizar
4	Tast	73095	831353	341	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,5	Volumétric	Agricol	regularizar
4	Tasta Piedra	73080	831398	986	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,4	Volumétric	Agricol	regularizar
4	Tastayoccc	73167	831529	493	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,5	Volumétric	Agricol	regularizar
2	Tastayoccc	73165	831537	492	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,2	Volumétric	Agricol	regularizar
4	Tastayoccc	73196	831516	994	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,7	Volumétric	Agricol	regularizar
4	Toccs	72965	831659	826	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0,5	Volumétric	Agricol	regularizar
6				5	Arequip	Unión	Cotahu	Chaucavilic	0	Volumétric	Agricol	regularizar

4	Yanaccacca	73175	831338	402	Arequip	La	Cotahua	Chaucavilc	4,0	Volumétric	Agrícol	Por
7	Yanaccacca	73177	831339	402	Arequip	Unión	Chaucavilc	Chaucavilc	4,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
8	Zapallanc	72965	831659	326	Arequip	Unión	Chaucavilc	Chaucavilc	4,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
9	Huacajar	72972	831381	382	Arequip	Unión	Chaucavilc	Huamb	140,0	Orrentóme	Agrícol	regularizar
5	Casahuilc	72762	831607	283	Arequip	Unión	Cotahua	Quillunz	7,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
8	Chaccarayoc	73106	831292	999	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	8,1	Volumétric	Agrícol	regularizar
3	Chilcayo	73033	831324	989	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	8,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
3	Elawarcocha	73136	831264	406	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	8,1	Volumétric	Agrícol	regularizar
4	Elawarcocha	73142	831260	406	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	8,1	Volumétric	Agrícol	regularizar
5	Elawarcocha	73152	831220	414	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	8,6	Volumétric	Agrícol	regularizar
5	Elawarcocha	73159	831201	415	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	8,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
3	Piedra	73135	831300	400	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	8,6	Volumétric	Agrícol	regularizar
8	Pitapapuquio	73317	831213	428	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	8,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
8	Tastapuquio	73320	831215	429	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	8,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
8	Tejahuasi	73300	831212	428	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	8,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
6	Tejahuasi	73335	831216	429	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	8,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
2	Tejahuasi	73337	831218	430	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	8,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
6	Tejahuasi	73339	831217	430	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	8,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
4	Tejahuasi	73340	831217	430	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	25,0	o Co verteder	Agrícol	regularizar
6	Tejahuasi	73340	831216	430	Arequip	Unión	Cotahua	Quillunz	8,5	Volumétric	Agrícol	regularizar
6	Tejahuasi	73305	831212	429	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	8,5	Volumétric	Agrícol	regularizar
6	Tejahuasi	73311	831212	429	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	8,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
8	Tejahuasi	73325	831212	428	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	4,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
9	Tejahuasi	73326	831211	429	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	8,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
9	Tejahuasi	73326	831207	430	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	8,8	Volumétric	Agrícol	regularizar
7	Tejahuasi	73336	831214	430	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	4,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
7	Tejahuasi	73337	831214	430	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	9,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
9	Tejahuasi	73334	831215	430	Arequip	Unión	Chaucavilc	Quillunz	4,5	Volumétric	Agrícol	regularizar
4		0	2	4	a	Unión	si	a	0	o	a	regularizar

7	Choch	72699	831496	312	Arequip	La	Cotahua	Quillunz	2,5	Volumétric	Agrícol	Por
5	Chumpull	72687	831563	299	Arequip	La	Cotahua	Quillunz	2,3	Volumétric	Agrícol	regularizar
6	Coch	72699	831496	312	Arequip	La	Cotahua	Quillunz	0,9	Volumétric	Agrícol	regularizar
7	Pluaylaccoc	72713	831539	301	Arequip	La	Cotahua	Quillunz	4,2	Volumétric	Agrícol	regularizar
9	Uñahuarc	72864	831388	369	Arequip	La	Cotahua	Quillunz	0,9	Volumétric	Agrícol	regularizar
8	Armanc	72840	831570	492	Arequip	La	Cotahua	Reypart	16,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
8	Mot	72814	831582	489	Arequip	La	Cotahua	Reypart	2,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
1	Pecce	72835	831589	292	Arequip	La	Cotahua	Reypart	2,0	Volumétric	Agrícol	regularizar
8	Alfarcococh	72680	831678	271	Arequip	La	Cotahua	Fanapac	0,5	Volumétric	Agrícol	regularizar
8	Cochapam	72658	831670	269	Arequip	La	Cotahua	Fanapac	0,5	Volumétric	Agrícol	regularizar
4	Cochococ	72685	831658	233	Arequip	La	Cotahua	Fanapac	0,2	Volumétric	Agrícol	regularizar
5	Fuente: Elaboración propia											

**ANEXO C -  
PROYECTO DE TESIS: PLANTEAMIENTO DE SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO EN ANDENNERIA EN LA MICROCUENCA HUACACCARA COTAHUASI – AREQUIPA**

**EVALUACION DE LAS FUENTES DE AGUA . CUADRO GENERAL DE LOS**

Nº	NOMBRE DEL FONTO	CODIFICACION	UBICACION				CARACTERISITCA				TIPO DE FUENTE		
			GEOGRAFICA		ANCHO		TIRANTE		CAUDA				
			UT NORTE (m)	UT ESTE (m)	ALTITUD (m.s.n.m.)	LUGAR	ANCHO (m) MINIMO	ANCHO (m) MAXIMO	TIRANTE (m) MINIMO	TIRANTE (m) MAXIMO	AFORADO (Lt/s)	CAUDA (Ltr)	TIP DE FUENTE
1	Cotahua si	Río	8325279	739513	2251	Cotahuasi	35	50	0,650	0,90	20380,00	Correntóme tr	Piró

Fuente: Elaboración Propia

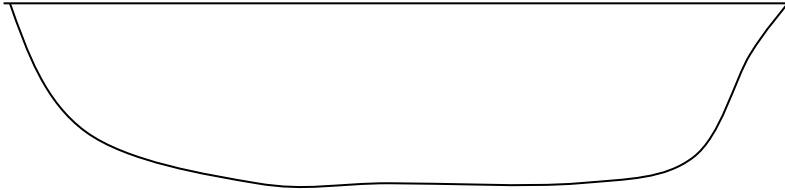
**ANEXO C – 4**  
**CERTIFICADO DE ANALISIS DE LA CALIDAD DE AGUA PARA FINES DE**  
**RIEGO**

**ANEXO C – 5**  
**FICHA DE AFORO**

NOMBRE DE LA FUENTE O RIO: ..... FECHA: .....  
 SECTOR: ..... HORA DE INICIO:..... HORA DE TÉRMINO:.....  
 ALTURA:..... COORDENADAS UTM:.....  
 RESPONSABLE DE AFORO:..... N° HELICE:.....  
 OBSERVACIONES:.....

Puntos Nº	Distancia (m)	Profundidad (m)	Área parcial (m2)	Tiempo (Seg.)	Numero de Revoluciones			Velocidad parcial (m/seg.)	Caudal parcial (m3/seg.)
					1ra lectura	2da lectura	3ra lectura		
	<i>Dato de campo</i>	<i>Dato de campo</i>	$(\frac{b_1 + b_2}{2}) \times h$	<i>Dato de campo</i>	<i>Dato de campo</i>	<i>Dato de campo</i>	<i>Dato de campo</i>	<i>Fórmula de acuerdo a N° de HELICE</i>	$q = V \times A$
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
<b>Caudal total Q (m3/seg.) =</b>									

**GARFICO DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL RIO:**



**PARA HELICE N°01**

*Diametro=125mm; Paso = 0.25m*

*Ecuación:*

*si: n < 0.64 usar V = 0.9528 \* n + 0.016*

*si: 0.64 < 9.59 Usar V = 0.2605 \* n + 0.005*

$n = \frac{\text{N° revoluciones}}{\text{tiempo}}$

## ANEXO D

- D-1, Planillas de ajuste de coeficiente de cultivos  $k_c$  a condiciones locales y  $K_c$  Ajustados.
- D-2, Catálogos del micro-aspersores marca NAANDAN.
- D-3, Catalogo de Tuberías PVC y PE utilizado para el diseño.

ANEXO D – 5

PLANILLAS DE AJUSTE DE COEFICIENTE DE CULTIVOS Kc A CONDICIONES LOCALES

Cultivo: <b>CEBADA</b> Localidad: <b>COTAHUASI</b>			
Fecha de ini. Fase inicial:	01-04-09	Fecha de fin. Fase inicial:	30-04-09
Fecha de ini. Fase media:	01-06-09	Fecha de fin. fase media:	31-07-09
Fecha de ini. Fase final:	01-08-09	Fecha de fin. fase final:	31-08-09
N° Riegos o precipitaciones en la Fase inicial:	2		
Evapotranspiración potencial media en la Fase inicial:	Eto =	3,5 mm/día	1:Textura gruesa (A,AF)
Grupo textural superficial:	2: Textura media (FA,F,FL,L) 2: Textura fina (FYL,YL,Y)		
Profundidad de infiltración media:	I =	40 mm	
Kc de la fase media (Tabla FAO, 98)	Kc med Tab =	1,15	<u>Ver tabla</u>
Kc de la fase final (Tabla FAO, 98)	Kc fin Tab =	0,4	<u>Ver Tabla</u>
Temperatura mínima diaria, media para la fase media:	Tmin =	12,4 °C	
Temperatura máxima diaria, media para la fase media:	Tmax =	12,7 °C	
Valor medio de la velocidad del viento diaria a 2 m de altura, durante la fase media:	U2=	1,5 m/s	
Altura media de la planta durante la fase media:	h =	0,8 m	
Temperatura mínima diaria, media para la fase final:	Tmin =	12,4 °C	
Temperatura máxima diaria, media para la fase final:	Tmax =	13,5 °C	
Valor medio de la velocidad del viento diaria a 2 m de altura, durante la fase final:	U2=	1,5 m/s	
Altura media de la planta durante la fase final:	h =	0,8 m	

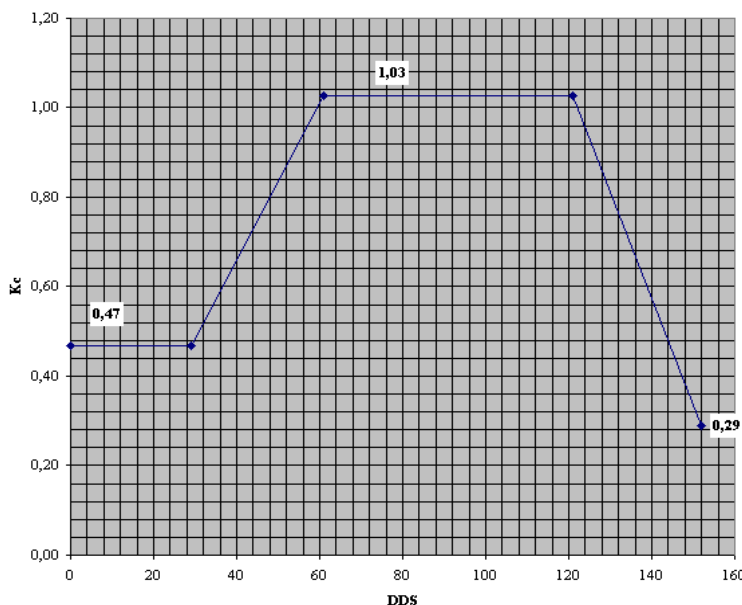
Fuente: Elaboración Propia

Método: Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua – CENTREO AGUA

**Kc ajustados**

Cultivo: CEBADA  
Localidad: COTAHUASI  
Fecha de siembra: 01-04-09  
Fecha de cosecha: 31-08-09

Fase de crecimiento	Días	Kc
Fase inicial	0	0,47
	29	0,47
Fase media	61	1,03
	121	1,03
Fase final	152	0,29





*Corrección de coeficientes de cultivo*

Cultivo: **HABA**  
Localidad: **COTAHUASI**

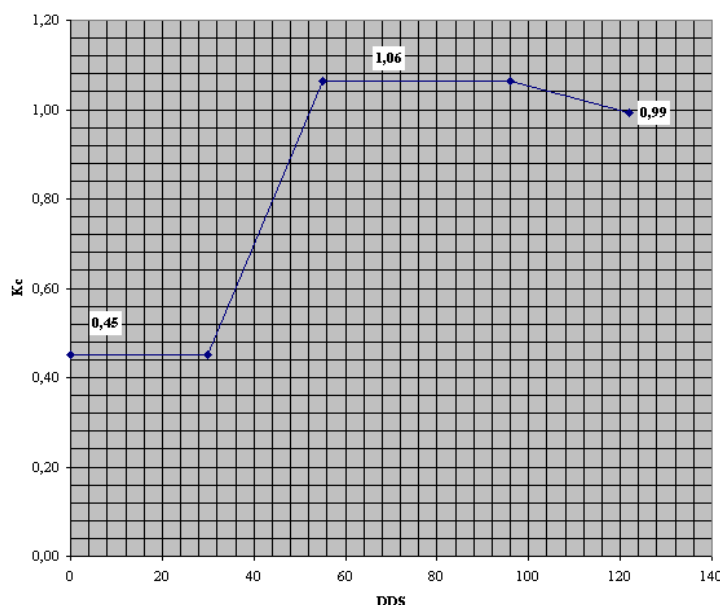
Fecha de ini. Fase inicial:	01-07-09	Fecha de fin. Fase inicial:	31-07-09
Fecha de ini. Fase media:	25-08-09	Fecha de fin. fase media:	05-10-09
Fecha de ini. Fase final:	01-10-09	Fecha de fin. fase final:	31-10-09
N° Riegos o precipitaciones en la Fase inicial:			
		2	
Evapotranspiración potencial media en la Fase inicial: Eto = 3,51 mm/día			
Grupo textural superficial: 2 1:Textura gruesa (A,AF) 2: Textura media (FA,F,FL,L) 2: Textura fina (FYL,YL,Y)			
Profundidad de infiltración media: I = 40 mm			
Kc de la fase media (Tabla FAO, 98)		Kc med	Tab = 1,152 <u>Ver tabla</u>
Kc de la fase final (Tabla FAO, 98)		Kc fin Tab	= 1,1 <u>Ver Tabla</u>
Temperatura mínima diaria, media para la fase media: Tmin = 12,4 °C			
Temperatura máxima diaria, media para la fase media: Tmax = 15,2 °C			
Valor medio de la velocidad del viento diaria a 2 m de altura, durante la fase media: U2= 1,5 m/s			
Altura media de la planta durante la fase media: h = 0,8 m			
Temperatura mínima diaria, media para la fase final: Tmin = 15,2 °C			
Temperatura máxima diaria, media para la fase final: Tmax = 16,6 °C			
Valor medio de la velocidad del viento diaria a 2 m de altura, durante la fase final: U2= 1,5 m/s			
Altura media de la planta durante la fase final: h = 0,8 m			

Fuente: Elaboración Propia  
Planilla de cálculo: Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua – CENTREO AGUA

**Kc ajustados**

Cultivo: HABA  
Localidad: COTAHUASI  
Fecha de siembra: 01-07-09  
Fecha de cosecha: 31-10-09

Fase de crecimiento	Días	Kc
Fase inicial	0	0,45
	30	0,45
Fase media	55	1,06
	96	1,06
Fase final	122	0,99



Corrección de coeficientes de cultivo

Cultivo: **KIWICHA**  
Localidad: **COTAHUASI**

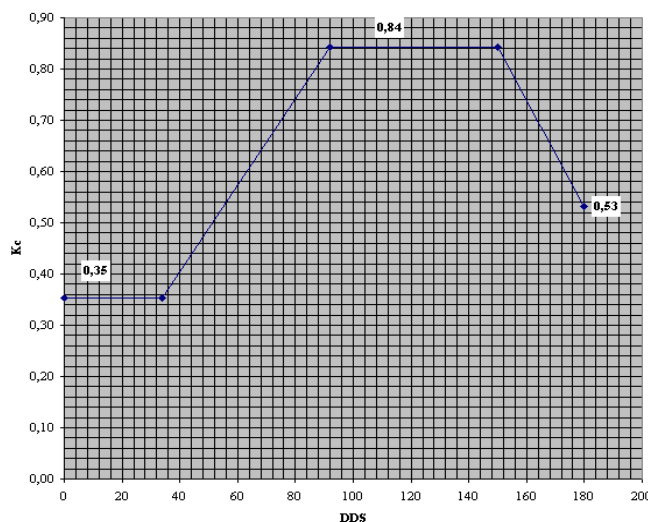
Fecha de ini. Fase inicial:	01-11-08	Fecha de fin. Fase inicial:	05-12-08
Fecha de ini. Fase media:	01-02-09	Fecha de fin. fase media:	31-03-09
Fecha de ini. Fase final:	01-04-09	Fecha de fin. fase final:	30-04-09
N° Riegos o precipitaciones en la Fase inicial:	2		
Evapotranspiración potencial media en la Fase inicial:	Eto =	4,59 mm/día	1: Textura gruesa (A,AF)
Grupo textural superficial:	2: Textura media (FA,F,FL,L) 2: Textura fina (FYL,YL,Y)		
Profundidad de infiltración media:	I =	40 mm	
Kc de la fase media (Tabla FAO, 98)	Kc med Tab =	1	<u>Ver tabla</u>
Kc de la fase final (Tabla FAO, 98)	Kc fin Tab =	0,7	<u>Ver Tabla</u>
Temperatura mínima diaria, media para la fase media:	Tmin =	0,53 °C	
Temperatura máxima diaria, media para la fase media:	Tmax =	0,59 °C	
Valor medio de la velocidad del viento diaria a 2 m de altura, durante la fase media:	U2=	1,5 m/s	
Altura media de la planta durante la fase media:	h =	1,8 m	
Temperatura mínima diaria, media para la fase final:	Tmin =	0,53 °C	
Temperatura máxima diaria, media para la fase final:	Tmax =	0,51 °C	
Valor medio de la velocidad del viento diaria a 2 m de altura, durante la fase final:	U2=	1,5 m/s	
Altura media de la planta durante la fase final:	h =	2,1 m	

Fuente: Elaboración Propia  
Planilla de cálculo: Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua – CENTREO AGUA

**Kc ajustados**

Cultivo: **KIWICHA**  
Localidad: **COTAHUASI**  
Fecha de siembra: **01-11-08**  
Fecha de cosecha: **30-04-09**

Fase de crecimiento	Días	Kc
Fase inicial	0	0,35
	34	0,35
Fase media	92	0,84
	150	0,84
Fase final	180	0,53



*Corrección de coeficientes de cultivo*

Cultivo: **MAIZ**

Localidad: **COTAHUASI**

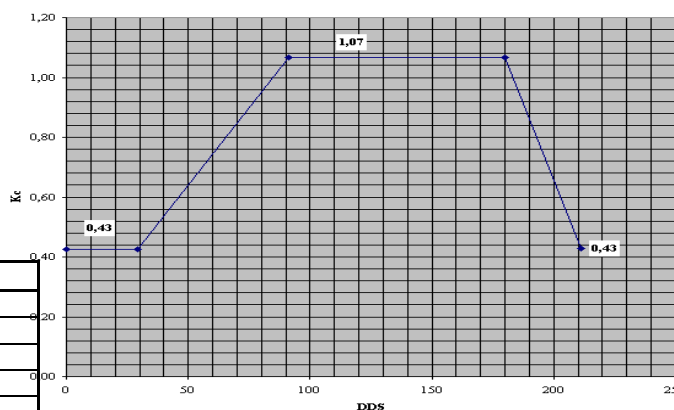
Fecha de ini. Fase inicial:	01-09-08	Fecha de fin. Fase inicial:	30-09-08
Fecha de ini. Fase media:	01-12-08	Fecha de fin. fase media:	28-02-09
Fecha de ini. Fase final:	01-03-09	Fecha de fin. fase final:	31-03-09
N° Riegos o precipitaciones en la Fase inicial:	2		
Evapotranspiración potencial media en la Fase inicial:	Eto =	4,23 mm/día	
Grupo textural superficial:	2	1: Textura gruesa (A,AF) 2: Textura media (FA,F,FL,L) 2: Textura fina (FYL,YL,Y)	
Profundidad de infiltración media:	I =	45 mm	
Kc de la fase media (Tabla FAO, 98)	Kc med Tab =	1,2	<u>Ver tabla</u>
Kc de la fase final (Tabla FAO, 98)	Kc fin Tab =	0,6	<u>Ver Tabla</u>
Temperatura mínima diaria, media para la fase media:	Tmin =	16,4 °C	
Temperatura máxima diaria, media para la fase media:	Tmax =	16,7 °C	
Valor medio de la velocidad del viento diaria a 2 m de altura, durante la fase media:	U2=	1,5 m/s	
Altura media de la planta durante la fase media:	h =	1.00 m	
Temperatura mínima diaria, media para la fase final:	Tmin =	16,5 °C	
Temperatura máxima diaria, media para la fase final:	Tmax =	16,7 °C	
Valor medio de la velocidad del viento diaria a 2 m de altura, durante la fase final:	U2=	1,5 m/s	
Altura media de la planta durante la fase final:	h =	2.20 m	

Fuente: Elaboración Propia  
Planilla de cálculo: Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua – CENTREO AGUA

**Kc ajustados**

Cultivo: MAIZ  
Localidad: COTAHUASI  
Fecha de siembra: 01-09-08  
Fecha de cosecha: 31-03-09

Fase de crecimiento	Días	Kc
Fase inicial	0	0,43
	29	0,43
Fase media	91	1,07
	180	1,07
Fase final	211	0,43



*Corrección de coeficientes de cultivo*

Cultivo: **PAPA**  
Localidad: **COTAHUASI**

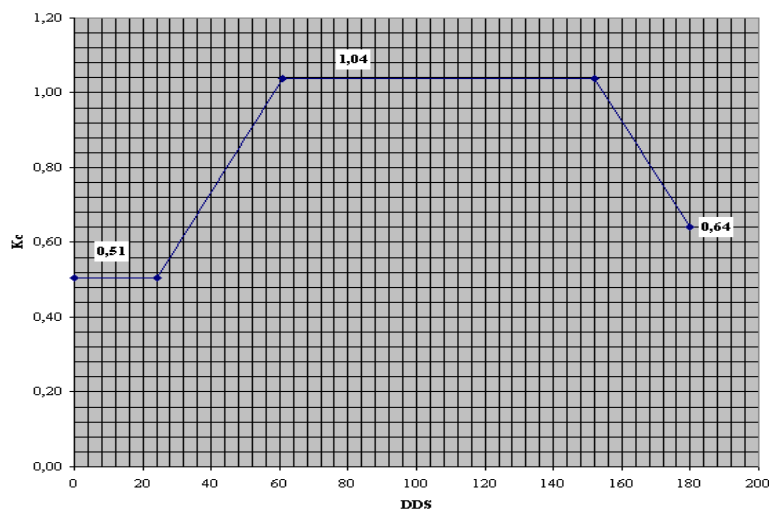
Fecha de ini. Fase inicial:	01-09-08	Fecha de fin. Fase inicial:	25-09-08
Fecha de ini. Fase media:	01-11-08	Fecha de fin. fase media:	31-01-09
Fecha de ini. Fase final:	01-02-09	Fecha de fin. fase final:	28-02-09
N° Riegos o precipitaciones en la Fase inicial: 2			
Evapotranspiración potencial media en la Fase inicial: Eto = 4,23 mm/día			
Grupo textural superficial: 2 (A,AF) 1: Textura gruesa 2: Textura media (FA,F,FL,L) 2: Textura fina (FYL,YL,Y)			
Profundidad de infiltración media: I = 45 mm			
Kc de la fase media (Tabla FAO, 98)	Kc med Tab = 1,15	<a href="#">Ver tabla</a>	
Kc de la fase final (Tabla FAO, 98)	Kc fin Tab = 0,75	<a href="#">Ver Tabla</a>	
Temperatura mínima diaria, media para la fase media:	Tmin = 16,4 °C		
Temperatura máxima diaria, media para la fase media:	Tmax = 16,9 °C		
Valor medio de la velocidad del viento diaria a 2 m de altura, durante la fase media:	U2= 1,5 m/s		
Altura media de la planta durante la fase media:	h = 0,6 m		
Temperatura mínima diaria, media para la fase final:	Tmin = 16,5 °C		
Temperatura máxima diaria, media para la fase final:	Tmax = 16,7 °C		
Valor medio de la velocidad del viento diaria a 2 m de altura, durante la fase final:	U2= 1,5 m/s		
Altura media de la planta durante la fase final:	h = 0,5 m		

Fuente: Elaboración Propia  
Planilla de cálculo: Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua – CENTREO AGUA

**Kc ajustados**

Cultivo: PAPA  
Localidad: COTAHUASI  
Fecha de siembra: 01-09-08  
Fecha de cosecha: 28-02-09

Fase de crecimiento	Días	Kc
Fase inicial	0	0,51
	24	0,51
Fase media	61	1,04
	152	1,04
Fase final	180	0,64



*Corrección de coeficientes de cultivo*

Cultivo: **QUINUA**  
Localidad: **COTAHUASI**

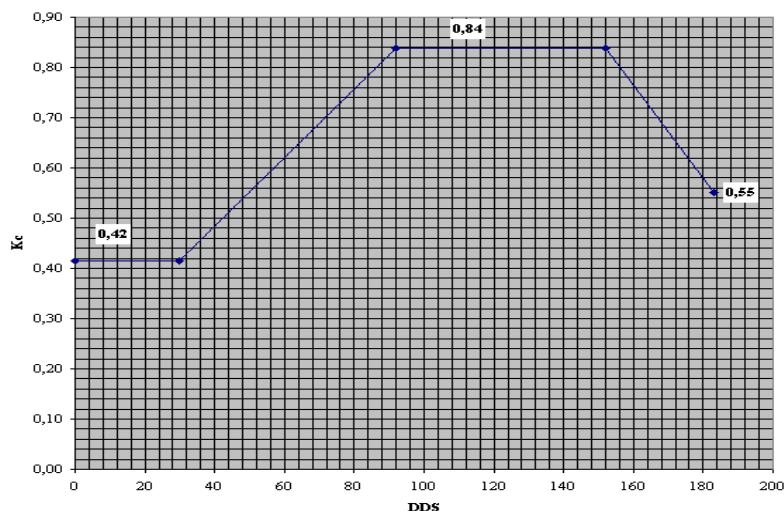
Fecha de ini. Fase inicial:	01-03-09	Fecha de fin. Fase inicial:	31-03-09
Fecha de ini. Fase media:	01-06-09	Fecha de fin. fase media:	31-07-09
Fecha de ini. Fase final:	01-08-09	Fecha de fin. fase final:	31-08-09
N° Riegos o precipitaciones en la Fase inicial: 2			
Evapotranspiración potencial media en la Fase inicial: Eto = 4,2 mm/día			
Grupo textural superficial: 2 (A,AF) 1: Textura gruesa 2: Textura media (FA,F,FL,L) 2: Textura fina (FYL,YL,Y)			
Profundidad de infiltración media: I = 40 mm			
Kc de la fase media (Tabla FAO, 98) Kc med Tab = 1 <a href="#">Ver tabla</a>			
Kc de la fase final (Tabla FAO, 98) Kc fin Tab = 0,7 <a href="#">Ver Tabla</a>			
Temperatura mínima diaria, media para la fase media: Tmin = 12,4 °C			
Temperatura máxima diaria, media para la fase media: Tmax = 12,7 °C			
Valor medio de la velocidad del viento diaria a 2 m de altura, durante la fase media: U2 = 1,5 m/s			
Altura media de la planta durante la fase media: h = 2 m			
Temperatura mínima diaria, media para la fase final: Tmin = 12,4 °C			
Temperatura máxima diaria, media para la fase final: Tmax = 13,5 °C			
Valor medio de la velocidad del viento diaria a 2 m de altura, durante la fase final: U2 = 1,5 m/s			
Altura media de la planta durante la fase final: h = 2,1 m			

Fuente: Elaboración Propia  
Planilla de cálculo: Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua – CENTREO AGUA

**Kc ajustados**

Cultivo: QUINUA  
Localidad: COTAHUASI  
Fecha de siembra: 01-03-09  
Fecha de cosecha: 31-08-09

Fase de crecimiento	Días	Kc
Fase inicial	0	0,42
	30	0,42
Fase media	92	0,84
	152	0,84
Fase final	183	0,55



## ANEXO G

### MAPAS Y PLANOS:

- Mapa N° 1, Ubicación
- Mapa N° 2, Topografía de la Microcuenca.
- Mapa N° 3, Fisiografía de la Microcuenca.
- Mapa N° 4, Clasificación climático de la microcuenca.
- Mapa N° 5, Suelos según su capacidad de Uso.
- Mapa N° 6, Fuentes hídricas de la microcuenca
- Mapa N° 7, Suelos Según Aptitud para Riego Presurizado.
- Mapa N° 8, Infraestructura de riego actual.
- Mapa N° 9, Pequeños riegos presurizados
- Plano N° 01, Diseño del sistema de riego presurizado.
- Plano N° 02, Perfil y red de tubería principal.
- Plano N° 03, Arco de riego.
- Plano N° 03-B, Arco de riego-planta.
- Plano N° 04, Válvula de Aire.
- Plano N° 05, Reservorio de geo-membrana.
- Plano N° 06 Cabezal de riego.
- Plano N° 07, Desfogue de porta lateral.