



Universidad  
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de  
Ingeniería Civil

Tesis

**Mejora de la eficiencia de riego por gravedad  
en las comisiones de riego del distrito de  
Chupaca-2018**

**Teed Roland Dominguez Ramos**

Huancayo, 2019

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil



Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

**ASESOR**

Ing. Manuel Enrique García Naranjo Bustos

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser quien guio nuestro camino en cada nueva etapa de nuestra vida profesional, como nuestro padre, mentor y guía.

A nuestros padres, porque con sus lecciones, apoyo, modelo y sobre todo amor; nos ayudaron a ser profesionales y alguien en esta vida, formándonos como personas y profesionales.

Al asesor de la tesis que a través de sus conocimientos y guía se logró concretar con la tesis que permitirá el desarrollo del agro en la comunidad de regantes del Cunas.

A nuestros amigos, por todas las amanecidas estudiando, logrando así fortalecer nuestra amistad, tanto en lo personal como profesional.

A la Universidad Continental por brindarnos a través de sus docentes y laboratorios todos los conocimientos y valores que me ayudan en la vida profesional.

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por ser quienes siempre estuvieron a mi lado, apoyándome con sus consejos y amor incondicional y que con su ejemplo me dieron la fortaleza para afrontar cada nuevo reto y ser mejor persona día a día.

## INDICE

<b>ASESOR.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>xiii</b>

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y Formulación del Problema .....	14
1.1.1. Planteamiento del Problema.....	14
1.1.2. Formulación del Problema .....	16
1.1.2.1. Problema General:.....	16
1.1.2.2. Problemas específicos:.....	17
1.2. Objetivos .....	17
1.2.1. Objetivo general: .....	17
1.2.2. Objetivos específicos: .....	17
1.3. Justificación e Importancia .....	18
1.4. Hipótesis y Descripción de las Variables.....	19
1.4.1. Hipótesis General .....	19
1.4.2. Hipótesis Específicas: .....	19
1.4.3. Variable de Investigación.....	20
1.4.4. Operacionalización de las variables .....	20

### CAPITULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes .....	22
2.2. Bases Teóricas .....	23
2.3. Definición de Términos Básicos .....	32

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación:.....	35
3.1.1. De acuerdo con el fin que se persigue:.....	35
3.1.2. De acuerdo con los tipos de datos analizados: .....	35
3.1.3. De acuerdo con la metodología para demostrar la hipótesis:.....	36
3.2. Método y Alcance de la Investigación:.....	36
3.3. Diseño de la Investigación: .....	37

3.4.	Población y Muestra: .....	37
3.5.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos: .....	38

#### **CAPITULO IV**

##### **CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO**

4.1.	Comisión de Regantes de Chupaca .....	39
4.1.1.	Ubicación Política y Acceso .....	39
4.1.2.	Ubicación Geográfica.....	40
4.1.3.	Ubicación Hidrográfica.....	41
4.1.4.	Superficie de terreno .....	42
4.1.5.	Clima .....	43
4.2.	Disponibilidad de Agua de Riego .....	44
4.3.	Demanda Hídrica .....	45
4.4.	Disponibilidad de Estructuras de Riego.....	45
4.5.	Toma de datos de la Comisión de Regantes de Chupaca.....	46
4.5.1.	Ubicación de la Zona en Estudio .....	46
4.5.2.	Vías de Acceso .....	47
4.5.3.	Fisiografía .....	47
4.5.4.	Afluente de Agua .....	47
4.5.5.	Aspectos Socioeconómicos.....	47
4.6.	Pruebas de campo de Textura del Suelo .....	48
4.7.	Prueba de Infiltración en los Campos de Cultivo .....	49
4.8.	Delimitación del Área de Influencia de los Comités de Riego .....	50
4.9.	Tiempo de Riego que Actualmente Manejan los Usuarios.....	51
4.10.	Frecuencia de Riego que Actualmente Manejan los Usuarios.....	51

#### **CAPITULO V**

##### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

5.1.	Superficie Cultivada.....	52
5.1.1.	Área de Riego.....	52
5.1.2.	Cedula de Cultivo.....	52
5.1.3.	Coeficiente de Cultivo.....	53
5.2.	Evapotranspiración Potencial.....	53
5.3.	Evapotranspiración Real .....	55
5.4.	Precipitación al 75% de Persistencia .....	55
5.5.	Precipitación Efectiva .....	56
5.6.	Déficit de Humedad .....	57
5.7.	Situación actual de la eficiencia de riego por gravedad que manejan la comisión de regantes del Cunus.....	57

5.7.1. Eficiencia de Conducción .....	58
5.7.2. Eficiencia de Distribución.....	59
5.7.3. Eficiencia de Aplicación .....	63
5.7.4. Eficiencia de Riego .....	66
5.8. Eficiencia de Riego en Óptimas Condiciones.....	68
5.9. Déficit de Humedad Bruta .....	68
5.10. Requerimiento de Agua .....	69
5.11. Capacidad de Campo .....	69
5.12. Punto de Marchitez .....	69
5.13. Lámina de Riego .....	69
5.14. Lámina de Riego Neta.....	70
5.15. Tiempo de Riego .....	71
5.16. Frecuencia de Riego.....	72
5.17. Caudal de Riego .....	75
5.17.1. Caudal de Riego que actualmente manejan los usuarios .....	75
5.17.2. Caudal de Riego que deberían tener para cada Cultivo .....	76
5.18. Diseño y Presupuesto para la Mejora de la Eficiencia de Riego .....	80
5.18.1. Diseño Del Canal .....	80
5.18.2. Diseño Según Máxima Eficiencia Hidráulica .....	80
5.18.3. Calculo Del Presupuesto .....	85
5.19. Sostenibilidad para la Mejora de la Eficiencia de Riego .....	88
5.19.1. Sostenibilidad en el Proyecto .....	88
5.20. Discusión.....	89
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>93</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>95</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>98</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Longitud de las Sub Cuencas del Cunus .....	41
<b>Tabla 2.</b> Superficie de Terreno Sector Norte .....	42
<b>Tabla 3.</b> Superficie de Terreno Sector Sur .....	42
<b>Tabla 4.</b> Superficie de Terreno Sector Oeste .....	42
<b>Tabla 5.</b> Parámetros Meteorológicos - Estación: Huayao .....	44
<b>Tabla 6.</b> Disponibilidad de Estructuras Sector Norte.....	45
<b>Tabla 7.</b> Disponibilidad de Estructuras Sector Sur .....	46
<b>Tabla 8.</b> Disponibilidad de Estructuras Sector Oeste.....	46
<b>Tabla 9.</b> Textura de los Suelos .....	48
<b>Tabla 10.</b> Propiedades Físicas de los Suelos.....	49
<b>Tabla 11.</b> Prueba de Infiltración en Áreas de Cultivo Sector Norte .....	50
<b>Tabla 12.</b> Prueba de Infiltración en Áreas de Cultivo Sector Sur .....	50
<b>Tabla 13.</b> Prueba de Infiltración en Áreas de Cultivo Sector Oeste .....	50
<b>Tabla 14.</b> Coeficiente de Cultivo (Kc) de los Principales Cultivos, según las Etapas de Crecimiento cada 30 días .....	53
<b>Tabla 15.</b> Estimación de la Evapotranspiración Potencial (Método de Hargreaves).....	54
<b>Tabla 16.</b> Precipitación al 75% de Persistencia .....	56
<b>Tabla 17.</b> Eficiencia de Conducción, Canales Sector Norte .....	58
<b>Tabla 18.</b> Eficiencia de Conducción, Canales Sector Sur.....	58
<b>Tabla 19.</b> Eficiencia de Conducción, Canales Sector Oeste .....	59
<b>Tabla 20.</b> Eficiencia de Distribución, Canales Sector Norte.....	62
<b>Tabla 21.</b> Eficiencia de Distribución, Canales Sector Sur .....	62
<b>Tabla 22.</b> Eficiencia de Distribución, Canales Sector Oeste.....	63
<b>Tabla 23.</b> Eficiencia de Aplicación, Canales Sector Norte .....	65
<b>Tabla 24.</b> Eficiencia de Aplicación, Canales Sector Sur.....	65
<b>Tabla 25.</b> Eficiencia de Aplicación, Canales Sector Oeste .....	66
<b>Tabla 26.</b> Eficiencia de Riego, Canales Sector Norte .....	66
<b>Tabla 27.</b> Eficiencia de Riego, Canales Sector Sur.....	67
<b>Tabla 28.</b> Eficiencia de Riego, Canales Sector Oeste .....	67
<b>Tabla 29.</b> Lámina de Riego para los Cultivos .....	70
<b>Tabla 30.</b> Lámina de Riego Neta para los Cultivos .....	71
<b>Tabla 31.</b> Tiempo de Riego para los Cultivos.....	71
<b>Tabla 32.</b> Frecuencia de Riego para la papa .....	72
<b>Tabla 33.</b> Frecuencia de Riego para el maíz .....	73
<b>Tabla 34.</b> Frecuencia de Riego para la arveja .....	73
<b>Tabla 35.</b> Frecuencia de Riego para el haba .....	73
<b>Tabla 36.</b> Frecuencia de Riego para la quinua .....	74
<b>Tabla 37.</b> Frecuencia de Riego para las hortalizas.....	74
<b>Tabla 38.</b> Frecuencia de Riego para los pastos .....	74
<b>Tabla 39.</b> Caudal de Riego que actualmente manejan los Usuarios .....	75
<b>Tabla 40.</b> Caudal de Riego para el Cultivo de la papa.....	76
<b>Tabla 41.</b> Caudal de Riego para el Cultivo del maíz .....	77
<b>Tabla 42.</b> Caudal de Riego para el Cultivo de la arveja.....	77
<b>Tabla 43.</b> Caudal de Riego para el Cultivo de haba.....	78
<b>Tabla 44.</b> Caudal de Riego para el Cultivo de la quinua.....	78
<b>Tabla 45.</b> Caudal de Riego para el Cultivo de hortalizas.....	79
<b>Tabla 46.</b> Caudal de Riego para el Cultivo de pastos .....	79
<b>Tabla 47.</b> Caudal de Diseño por Cultivo.....	80

<b>Tabla 48.</b> Diseño de Canal Rectangular $b=0.40$ Metros .....	82
<b>Tabla 49.</b> Diseño de Canal Rectangular $b=0.60$ Metros .....	82
<b>Tabla 50.</b> Diseño de Canal Rectangular $b=0.80$ Metros .....	82
<b>Tabla 51.</b> Diseño de Canal Trapezoidal $b=0.70$ Metros .....	83
<b>Tabla 52.</b> Diseño de Canal Trapezoidal $b=1.00$ Metros .....	83
<b>Tabla 53.</b> Resumen de Metrados.....	85
<b>Tabla 54.</b> Precipitación Total Mensual (Mm) - Estación: Huayao .....	99
<b>Tabla 55.</b> Temperatura Media Mensual ( $^{\circ}\text{C}$ ) - Estación: Huayao .....	100
<b>Tabla 56.</b> Humedad Relativa Media Mensual ( $^{\circ}\text{C}$ ) - Estación: Huayao .....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación Departamental del Estudio .....	39
<b>Figura 2.</b> Ubicación Provincial del Proyecto .....	40
<b>Figura 3.</b> Ubicación Distrital del Proyecto .....	40
<b>Figura 4.</b> Superficie De La Cuenca Del Río Cunas .....	41
<b>Figura 5.</b> Superficie De Terreno Del Proyecto .....	43
<b>Figura 6.</b> Estimación De Textura Del Suelo Por Tacto .....	49
<b>Figura 7.</b> Calculo de la Precipitación Efectiva (mm).....	56
<b>Figura 8.</b> Canales Revestidos Donde Lavan Sus Ropas Los Comuneros .....	59
<b>Figura 9.</b> Canal Secundario Interrumpido, por otro Canal no Proyectoado .....	60
<b>Figura 10.</b> Compuertas De Distribución Del Agua De Riego Con Piedras Y Plásticos.....	60
<b>Figura 11.</b> Canales Revestidos Con Malezas En Las Paredes Y En El Fondo .....	60
<b>Figura 12.</b> Canales Revestidos Con Sedimentos De Arena En El Fondo.....	61
<b>Figura 13.</b> Canal secundario improvisado sin revestimiento .....	61
<b>Figura 14.</b> Compuertas De Distribución Del Agua En Mal Estado Con Arena En El Fondo	61
<b>Figura 15.</b> Aplicación Des uniforme Del Agua En El Campo De Cultivo .....	64
<b>Figura 16.</b> Aplicación Del Agua De Riego Utilizando Malezas Y Bolsas De Arena.....	64
<b>Figura 17.</b> Relación Entre Talud(z) Y m(b/y) Para Una Máxima Eficiencia Hidráulica .....	81
<b>Figura 18.</b> Secciones De Máxima Eficiencia Hidráulica .....	81
<b>Figura 19.</b> Calculo Del Presupuesto Con El Programa S10 .....	87
<b>Figura 20.</b> Calculo Del Presupuesto Con El Programa S10 .....	88

## RESUMEN

En la presente tesis se determinó la factibilidad del mejoramiento de la eficiencia de riego por gravedad en la comisión de regantes del Cunas – distrito de Chupaca – 2018, a través del método de investigación Hipotético – Deductivo y el diseño de investigación que es el Hidrológico – Hidráulico, la población son todas las comunidades de regantes del Distrito de Chupaca, y la muestra es la Comunidad de regantes del Cunas, del cual se recabo información como caudal en la toma principal, estado actual de los canales, tiempo de riego, textura de suelo, pruebas de infiltración. Etc.

Dicha información fue alcanzada a través de fichas de control, para su análisis en gabinetes y posterior publicación de resultados. Según la información obtenida se ha determinado que la eficiencia de riego viene a ser el 29%, valor que en la realidad es muy bajo para el sistema de riego por gravedad que ellos practican. Por lo que hay la necesidad de mejorar todo el sistema de riego, como el mantenimiento periódico del canal de conducción, las compuertas en los puntos de derivación del agua deben de estar operativos y la parte más importante donde la eficiencia de aplicación es la más baja se debe de considerar el caudal de aplicación, el tiempo de riego y la frecuencia de riego calculados con datos de campo, de esta manera se estará mejorando la eficiencia de riego por gravedad.

**Palabras claves:** Eficiencia, riego, frecuencia, tiempo, caudal, mantenimiento.

## **ABSTRACT**

In this thesis was determined the feasibility of improving the efficiency of irrigation by gravity in the commission of irrigators of the Cunas - district of Chupaca - 2018, through the method of hypothetical - Deductive research and the design of research that is the Hydrological - Hydraulic, the population is all the communities of irrigators of the District of Chupaca, and the sample is the Community of irrigators of the Cunas, from which information was collected as flow in the main intake, current state of the channels, irrigation time, texture of soil, infiltration tests. Etc.

This information was obtained through control cards, for analysis in cabinets and subsequent publication of results. According to the information obtained, it has been determined that the irrigation efficiency is 29%, which in reality is very low for the gravity irrigation system they practice. So there is a need to improve the entire irrigation system, such as the periodic maintenance of the driving channel, the gates at the water bypass points must be operational and the most important part where the efficiency of application is the lowest the flow of application, the time of irrigation and the frequency of irrigation calculated with field data should be considered, in this way the irrigation efficiency by gravity will be improved.

**Keywords:** Efficiency, irrigation, frequency, time, flow, maintenance.

## **INTRODUCCION**

El presente estudio comprende un tema que preocupa a nivel mundial, nacional, regional y no es solamente problema en el distrito de Chupaca, ya que el recurso agua cada vez se hace más escaso y a eso se suma el desperdicio del agua en la práctica de la agricultura, ya que aún todavía se viene practicando el tipo de riego de manera empírica en la mayoría de las zonas rurales, ya que el agricultor lo hace de acuerdo a su criterio, a esto se suma la falta de apoyo de parte de la entidad responsable como las Instituciones del Gobierno o de alguna institución no Gubernamentales.

El gran problema para no cambiar este sistema de riego tradicional es que en la zona el agricultor no toma conciencia de lo que significa el cambio climático y por lo tanto la escasez de agua ya que los más beneficiados actualmente con la disponibilidad del agua es aquellos usuarios que cuentan con sus campos de cultivo cerca a los canales de riego y aquellos donde sus campos de cultivo se encuentran más alejados tienen problemas de disponibilidad del agua.

Uno de los objetivos del presente estudio es determinar la eficiencia de riego actual con un riego empírico y la determinación de la eficiencia de riego en óptimas condiciones con el cual se han determinado los valores reales para el manejo del agua de riego, como la determinación de como regar, cuanto de agua a aplicar y en qué tiempo.

El Autor

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

#### **1.1. Planteamiento y Formulación del Problema**

##### **1.1.1. Planteamiento del Problema**

Dentro de las ramas de la ingeniería civil, la ingeniería hidráulica se ocupa de la proyección y ejecución de obras relacionadas con el recurso agua, sea para uso como la obtención de: energía hidráulica, la irrigación, potabilización, canalización, etc. De ahí que la hidrología es indispensable en el planeamiento, diseño, construcción y operación de todo tipo de obras hidráulicas y de la conservación del medio ambiente. El recurso agua constituye parte importante de plantas, animales y el cuerpo humano por ejemplo las frutas contienen 98% de agua, un árbol más o menos 50% y el cuerpo humano entre 70 y 75%, como también la importancia del agua en las actividades humanas que están vinculadas con: irrigación, industria, minería, transporte, recreación, generación de energía, uso doméstico, pecuarios, piscícolas, etc. El uso del agua

se divide en dos tipos de uso: No Consuntivo (generación de energía, navegación, pesca, recreación) y el Consuntivo (Consumo humano, industrial, pecuario e *IRRIGACION*) este último tiene un porcentaje de uso del 65%, un 27% en la generación de energía eléctrica y sus industriales, 7% en la minería y 7% para uso doméstico. Como tal ya es de conocimiento que cada vez nos estamos quedando sin recursos hídricos por diferentes factores, pero principalmente por el uso ineficiente del recurso agua, y es principalmente el uso del recurso agua para riego donde se tendría que mejorar dicha eficiencia en su uso ya que es donde más porcentaje tiene de incidencia.

Las constantes sequías, influenciadas principalmente por los efectos del cambio climático a nivel mundial, al cual se suma el uso ineficiente del agua de riego que es típico del sistema de riego tradicional (por gravedad), viene generando pérdidas de agua tanto en los procesos de conducción como de distribución, así como pérdidas de suelo por erosión, ocasionando por tanto mermas considerables en la productividad agrícola, lo cual viene incidiendo negativamente en la rentabilidad y en la competitividad de la agricultura en la Sierra rural del País.

Según MINAGRI (notas de prensa 2014) El riego por gravedad es utilizado en más de 1'590,545.73 ha, significando el 88,0% del total, el 7,0% del total utiliza riego por goteo y el 4,8% el sistema por aspersión. Según zona geográfica, la superficie bajo riego por gravedad predomina en la Costa y Sierra representando el 83,3%, por goteo y exudación en la Costa el 6,9% y por aspersión en la Sierra el 3,4% del total de hectáreas.



Por ello, para mejorar la competitividad de cualquier sistema productivo agrícola, una de las alternativas viables viene a ser el uso y la implementación de Sistemas de Riego Tecnificado en sus distintas formas como goteo, aspersión, exudación, multi compuertas, micro aspersión, etc., e implementando técnicas sencillas y baratas de captación, distribución y aplicación del agua en el campo. Sin embargo, la adquisición de estos equipos o aplicación de estos sistemas continúa siendo una tarea prácticamente imposible para los productores rurales de la sierra, en especial para aquellos que viven en situación de pobreza, por los altos costos y la ausencia de productos financieros que faciliten su acceso.

En las comisiones de riego del distrito de Chupaca existe un alto porcentaje del uso del sistema de riego por gravedad por su tradicionalidad y fácil aplicación, pero como es común en estos tipos de prácticas existe un desconocimiento del uso correcto y eficiente del sistema de riego. Como tal son más las desventajas que tienen los agricultores y poca ayuda de las autoridades competentes como son los gobiernos locales y ministerios de agricultura, por tal motivo la comisión de regantes del distrito de Chupaca necesita que exista una mejora en la eficiencia de riego por gravedad para obtener mejor producción en sus cultivos, para después en el futuro las nuevas generaciones de agricultores puedan usar nuevos y modernos sistemas de riego.

## **1.1.2. Formulación del Problema**

### **1.1.2.1. Problema General:**

¿Será factible el mejoramiento de la eficiencia de riego por gravedad en las comisiones de riego del Distrito de Chupaca - 2018?

### **1.1.2.2. Problemas específicos:**

- ¿Será factible el mejoramiento del porcentaje de eficiencia de conducción en las comisiones de riego del Distrito de Chupaca - 2018?
- ¿Será factible el mejoramiento del porcentaje de eficiencia de distribución en las comisiones de riego del Distrito de Chupaca - 2018?
- ¿Será factible el mejoramiento del porcentaje de eficiencia de aplicación en las comisiones de riego del Distrito de Chupaca - 2018?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general:**

Determinar la factibilidad del mejoramiento de la eficiencia de riego por gravedad en las comisiones de riego del Distrito de Chupaca - 2018

### **1.2.2. Objetivos específicos:**

- Determinar la factibilidad del mejoramiento del porcentaje de eficiencia de conducción en riego por gravedad en las comisiones de riego del Distrito de Chupaca - 2018
- Determinar la factibilidad del mejoramiento del porcentaje de eficiencia de distribución en riego por gravedad en las comisiones de riego del Distrito de Chupaca - 2018

- Determinar la factibilidad del mejoramiento del porcentaje de eficiencia de aplicación en riego por gravedad en las comisiones de riego del Distrito de Chupaca - 2018
- Determinar el porcentaje de eficiencia de riego actual en las comisiones de riego del Distrito de Chupaca - 2018

### **1.3. Justificación e Importancia**

Los sistemas de riego tecnificado son una forma de mejorar la eficiencia del uso del agua para riego en la agricultura del Perú, pero también es cierto que no es muy accesible en el aspecto económico y de capacitación para los agricultores que en su mayoría son personas un poco obstinadas, que prefieren seguir usando métodos de riego clásicos que es el riego por gravedad, aunque tiene muchas deficiencias es de fácil aplicación.

De ahí que según datos del MINAGRI (Ministerio de Agricultura Y Riego) el 88% del área agrícola en el Perú usa el sistema de *Riego Por Gravedad*, y solo el 12% lo realiza por sistemas tecnificados. Como tal la presente investigación no busca aumentar en corto plazo el porcentaje de uso de sistemas tecnificados de riego, sino de mejorar ese 88% de riego por gravedad de manera más eficiente.

El mejoramiento de la eficiencia de riego por gravedad evitara de que los agricultores de la comisión de regantes del distrito de Chupaca usen de manera ineficiente el agua para riego, tengan cosechas con poca calidad en los productos por un mal manejo en el riego y por consiguiente pocos ingresos.

Dicha eficiencia del sistema de riego se logrará teniendo un diagnóstico previo de la situación actual de la forma como realizan el riego en la comisión de regantes del

distrito de Chupaca a través de tres indicadores de eficiencia de riego que son conducción, distribución y aplicación además de realizar pruebas de textura e infiltración en el campo de cultivo. Para luego plantear las soluciones a las deficiencias encontradas a través de delimitación de zonas de riego, y un plan de riego anual según tipo de producto agrícola, estación del año y hora del día.

Toda la información recopilada podrá ser usada por el municipio local, para un proyecto de irrigación, un expediente técnico y estará al alcance de los agricultores del distrito de Chupaca que son los beneficiarios directos del proyecto.

#### **1.4. Hipótesis y Descripción de las Variables**

##### **1.4.1. Hipótesis General**

El mejoramiento de la eficiencia de riego por gravedad en las comisiones de riego del Distrito de Chupaca - 2018 es factible y viable.

##### **1.4.2. Hipótesis Específicas:**

- El mejoramiento del porcentaje de eficiencia de conducción en riego por gravedad de las comisiones de riego del distrito de Chupaca - 2018 es factible y viable
- El mejoramiento del porcentaje de eficiencia de distribución en riego por gravedad de las comisiones de riego del distrito de Chupaca - 2018 es factible y viable
- El mejoramiento del porcentaje de eficiencia de aplicación en riego por gravedad de las comisiones de riego del distrito de Chupaca - 2018 es factible y viable

### **1.4.3. Variable de Investigación**

#### **Variable**

- Eficiencia de riego por gravedad

### **1.4.4. Operacionalización de las variables**

#### **A. Definición conceptual de la variable:**

Según El Manual Del Cálculo de Eficiencia para Sistemas de Riego, es la relación entre la cantidad de agua utilizada por las plantas y la cantidad de agua suministrada desde la bocatoma, la cantidad de agua que es captada de alguna fuente natural de un sistema de riego esta conducida a través de un canal principal y luego derivada el agua por un canal de distribución y finalmente se deriva el agua a nivel parcela para algún cultivo del productor agrario.

La eficiencia de riego está compuesta por la eficiencia de conducción en el canal principal, eficiencia de distribución en los canales laterales y la eficiencia de aplicación a nivel de parcela, el producto de estas tres eficiencias nos determina la eficiencia de riego de un sistema.

#### **B. Dimensión de la variable:**

Relación entre la cantidad de agua utilizada por las plantas y la cantidad de agua suministrada

#### **C. Indicadores de la variable:**

- **Porcentaje de eficiencia de conducción:** Es el porcentaje que nos permite evaluar la perdida de agua en el canal principal desde la Bocatoma hasta el punto final del canal principal

- **Porcentaje de eficiencia de distribución:** Es el porcentaje que se obtiene a través de todos los canales de distribución de 1er, 2do, 3er, etc, orden, que sirven para distribuir el agua hacia las parcelas o chacras de los usuarios. Mide la pérdida que se produce entre la toma lateral del canal principal, hasta la entrega a los usuarios de una zona de riego
  
- **Porcentaje de eficiencia de aplicación:** Es la cantidad de agua útil para el cultivo que queda en el suelo después de un riego, en relación con el total del agua que se aplicó. Generalmente se mide en porcentaje o litros de agua útil en el suelo por cada 100 litros aplicados.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

La localidad de Chupaca de la provincia del mismo nombre es desde sus ancestros un pueblo agrícola, ya que su economía se basa principalmente a esta actividad, y con el incremento de mayor área de cultivo y la reducción del recurso agua debido al cambio climático, se ven en la necesidad que este recurso es escaso para el abastecimiento para el riego de sus campos de cultivo, a este se suma la falta de un asesoramiento técnico en el manejo del agua de riego, ya que el agricultor aplica el agua de riego por inundación sin el control necesario, ya que no es técnicamente manejado, es decir no se conoce la cantidad de agua que se aplica en cada riego, no se conoce el tiempo que dura el riego y no se conoce la frecuencia de riego, todo esto ocurre porque no hay un asesoramiento en la técnica de riego, a este se suma las malas condiciones en

que se encuentran las infraestructuras de riego como las obras de captación, las obras de conducción y las obras de distribución.

En el campo se nota que hay un gran desperdicio del agua porque el agricultor lo inunda totalmente a su campo de cultivo, observándose que el agua se desperdicia por escorrentía hacia los terrenos vecinos y hacia los caminos aledaños y otra parte se pierde por percolación profunda llegando el agua hacia la napa freática.

El agricultor cree que cuanto más agua se le aplica la tierra va conservar por mayor tiempo la humedad, el cual no es cierto ya que el suelo tiene una cierta capacidad para retener el agua y decir llega a su capacidad de campo y luego el agua se desperdicia.

## 2.2. Bases Teóricas

Según SELLES VAN SCH. (2012), la determinación de la evapotranspiración del cultivo y la determinación de los coeficientes de cultivo, que permitan definir las necesidades de agua a partir de antecedentes agroclimáticos es la base de la de la programación. La forma clásica de determinar la evapotranspiración de un cultivo a partir de información meteorológica, se expresa en la siguiente ecuación.

$$ET_c = ET_o \times k_c \quad (1)$$

Donde:

ET<sub>c</sub>: corresponde a la evapotranspiración del cultivo, o requerimientos netos de agua, expresado en mm/día.

ET<sub>o</sub>: corresponde a la evapotranspiración de referencia o demanda climática por agua, también expresada en mm/día.



Kc: coeficiente de cultivo, corresponde a un factor de corrección, que permite transformar la ETo., en consumo de agua por el cultivo.

El coeficiente de cultivo (kc) es un factor que refleja aspectos biológicos, propios del cada cultivo.

Dentro de estos factores se encuentra, la altura de las plantas, el comportamiento estomático, el área foliar, y el sistema de conducción. Estos dos últimos factores se reflejan en el porcentaje de cobertura o grado de sombreado que produce el cultivo, que es una imagen del grado de intercepción de radiación solar que realiza la planta.

El presente estudio fue llevado a cabo en el predio Santa Griselda, propiedad de la empresa Agrícola Don Ernesto, en un parrón español de uva de mesa cv. Thompson Seedless injertado sobre patrón Harmony y plantado a 3,5 x 2,5 m. Se utilizaron tres lisímetros. Los lisímetros fueron construidos en tanques plásticos de 1,0 m de ancho, 1,2m de largo y 1,0m de alto, generando un volumen total de 1,2 m<sup>3</sup>. Para determinar el consumo de agua de las plantas (ETc), a través de los lisímetros, se realizó diariamente el balance entre el agua aplicada y el agua drenada.

La ecuación obtenida permite obtener el valor de kc a partir del porcentaje de sombra que presenta el parronal:

$$k_c = 0.0115\% + 0.088 \quad (2)$$

Donde:

S%, corresponde al porcentaje de sombra del parronal, a medio día.

GARAY C. O. (2009), define al uso consuntivo como la cantidad de agua que consumen las plantas para germinar, crecer y producir económicamente, y

cuantitativamente es un concepto equivalente al de evapotranspiración. Los principales componentes del uso consuntivo del agua son la transpiración y la evaporación.

Los factores fundamentales que influyen en el uso consuntivo del agua son:

Clima, representado por la temperatura, humedad relativa, vientos, latitud, luminosidad, precipitación, etc.

- Cultivo, representado por la especie vegetal, variedad, ciclo vegetativo, hábitos radiculares, etc.
- Suelo, representado por la textura, profundidad del nivel freático, capacidad de retención de humedad, etc.
- Agua de riego, en cuanto a su calidad, disponibilidad, prácticas de riego, nivel de esta con respecto a la superficie, etc.

BOCHER, FAO (1974), manifiesta que la cantidad de agua usada para la producción de un cultivo se suele denominar uso consuntivo, comprende el agua transpirada por las hojas de las plantas y la evaporada del suelo húmedo. Parte de las necesidades del uso consuntivo puede satisfacerse con la lluvia caída durante la época vegetativa o las precipitaciones anteriores a la siembra que quedan retenidas en el suelo y pueden ser utilizadas posteriormente por la planta.

El uso consuntivo suele expresarse como profundidad de agua por unidad de tiempo, por ejemplo, milímetros por temporada. Para calcular el volumen total de agua necesaria, se multiplica la necesidad de agua estacional por la superficie que se requiere regar, siendo la unidad de volumen más comúnmente empleada es la de metros cúbicos.

VÁSQUEZ V. A. (1992), manifiesta que, el coeficiente 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.

### **Determinación del Coeficiente de Cultivo (Kc)**

Los factores que afectan los valores de Kc son principalmente: las características del cultivo, fecha de siembra, ritmo de desarrollo del cultivo, duración del periodo vegetativo, condiciones climáticas y la frecuencia de lluvia o riego, especialmente durante la primera fase de crecimiento. El coeficiente de cultivo de cada cultivo, tendrá una variación estacional en función de las fases de desarrollo del cultivo.

#### **Eficiencia de Riego (Er):**

El modelo conceptual para considerar es:

$$E_r = E_c \times E_d \times E_a \quad (3)$$

**Eficiencia de Conducción (Ec):** Para Olarte (1987), la eficiencia de conducción es la relación que existe entre la cantidad de agua ingresada a la finca ( $A_f$ ) y la cantidad de agua medida en la bocatoma ( $A_o$ ), se calcula como:

$$E_c = \frac{A_f}{A_o} \times 100 \quad (4)$$

**Eficiencia de Distribución (Ed):** Según Cieza (s/f), la eficiencia de distribución se refiere a la eficiencia del canal principal ( $E_{cp}$ ) y la eficiencia de conducción de las acequias en la parcela ( $E_b$ ), o sea:

$$E_d = \left(1 - \frac{\sum V^2}{(N-1)\bar{V}^2}\right)^{1/2} \quad (5)$$

Otra definición de la eficiencia de distribución es que ésta relaciona la distribución de la lámina infiltrada en el perfil del suelo con la infiltración media de esta lámina, calculada a lo largo del surco o melga.

Donde:

V: Desviación absoluta con respecto al promedio

$\bar{I}$ : Infiltración promedio

N: Número de puntos de observación

**Eficiencia de aplicación ( $E_a$ ):** La eficiencia de aplicación del riego puede calcularse como la relación entre el volumen de agua requerido ( $V_r$ ) para satisfacer las necesidades de agua en la zona de raíces de los cultivos y el volumen aplicado en el riego ( $V_a$ ):

$$E_a = \frac{V_r}{V_a} \times 100 \quad (6)$$

Si los volúmenes se dividen entre la superficie de riego, la eficiencia de aplicación se puede calcular en función de la lámina neta ( $L_n$ ) y lámina bruta ( $L_b$ ), como:

$$E_a = \frac{L_r}{L_b} \times 100 \quad (7)$$

Los factores que influyen en la eficiencia de aplicación son: Humedad inicial del suelo, tiempo de riego, caudal de agua, dimensiones de la unidad de riego, receptibilidad del suelo, pendiente del terreno y capacidad del regador. (Lázaro, 2010).

Para ASCENCIOS, D. (2012), en el riego por gravedad la energía que distribuye el agua por el campo es la derivada de su propio peso (diferencia de cotas), al circular

libremente por el terreno a favor de pendiente. Con este método de riego se suele mojar la totalidad del terreno y requiere el reparto del agua mediante surcos, melgas o pozas.

Según MENESES P. (2010), menciona que, en el trabajo se exponen los resultados obtenidos en evaluaciones de riego por surcos realizadas en el cultivo de la caña de azúcar para diferentes condiciones de suelo y topografía del país, en el período comprendido entre 1989 y 1998. Como aspectos fundamentales se obtuvieron longitudes de surcos entre 120.00 y 250.00 m, para espaciamiento entre surcos de riego de 1.60 m, longitudes de surcos entre 250.00 y 333.00 m, para espaciamiento entre surcos de riego de 3.20 m, con gastos de entrega de 2.00 l/s, valores de eficiencia de aplicación ( $E_a$ ) entre 61 y 87 %, de almacenamiento ( $E_{al}$ ) entre 95.00 y 100.00 %, de uniformidad de distribución entre 69.00 y 81.00 % y valores de productividad del riego entre 4.50 y 8.10 ha/hombre/jornada.

La longitud de surcos más adecuada para la aplicación del riego por gravedad para las condiciones de suelo y topografía evaluadas estuvo entre 120.00 y 250.00 m para el riego por surcos continuos y entre 250.00 y 333.00 m para el riego por surcos alternos. El gasto de entrega del agua más idóneo resultó el de 2.00 l/s. El riego por surcos alternos permitió obtener mayor eficiencia y mayor productividad del riego.

Según CÓRDOVA F. (2013), los flujos de agua pueden llegar de muchas maneras (cuencas, canales, bordes, etc.) cuya característica común es que el agua llega a cierto punto de la parcela y desde allí se mueve superficialmente al resto, el riego superficial había sido el único método utilizado y aún es el más utilizado. Si bien tiene desventajas importantes, como baja eficiencia en la utilización del agua, necesidad de nivelar el terreno, dificultades para aplicar volúmenes correctos con la frecuencia adecuada, y

elevada demanda de mano de obra, se espera que continúe siendo de lejos el método más comúnmente utilizado. Dentro de este método podemos anotar los siguientes sistemas:

### **Sistemas de riego superficiales:**

Los sistemas de riego por superficie pueden clasificarse en dos grandes grupos: los que cubren completamente la superficie con agua, como es el caso del riego en melgas, o cuando ésta se cubre sólo parcialmente, como es el caso de riego en surcos.

**Inundación total:** incluyen el cubrir toda la superficie del suelo con el riego de inundación de campo a partir de un canal y el riego por melgas.

**Inundación de campo:** el método de riego más antiguo es sin duda el de inundación de campo. El agua se aplica directamente al campo a partir de un canal sin más trazo que algunos bordos a nivel para controlar el flujo del agua.

**Método de riego por melgas:** consiste en regar controlando la inundación de la superficie. El campo es dividido en franjas (melgas) mediante bordos paralelos creando un canal ancho de poca profundidad. El agua es introducida en la cabeza superior y progresivamente cubre la superficie completa. Existen principalmente dos tipos de riego por melgas: Abiertas, y a nivel o cerradas. Cubrimiento parcial: el agua al infiltrarse en el suelo se mueve tanto lateralmente como hacia abajo con el fin de humedecer la zona radicular de las plantas.

**Riego por Surcos:** con este método, pequeños canales o surcos son usados para conducir el agua sobre la superficie del suelo en flujos pequeños, individuales y paralelos. Este método es todavía muy común en cultivos en hileras a través del mundo. Las corrugaciones o pequeños surcos son frecuentemente usadas en cultivos de siembra densa. Este método es especialmente bueno para suelos de baja velocidad de infiltración

o que sus partículas se dispersan cuando se inundan formando costras duras cuando se secan. Los surcos en contorno facilitan el riego en terrenos con pendientes más pronunciadas sin crear problemas potenciales de erosión.

Por su parte VÁSQUEZ F. (1999), menciona que, se presentan resultados comparativos de eficiencias de aplicación en el riego con recorte en surcos abiertos cuando existen una y dos pendientes longitudinales fuertes (0.2% o mayores). En surcos de dos pendientes, con la menor en la parte baja y el cambio de ellas a 0.75 de la longitud, el incremento de la eficiencia, con respecto a la de surcos con pendiente única es del orden del 13%. Esto permite concluir que, si en el campo se presenta esta situación favorable, no es conveniente explicar las parcelas con una sola pendiente, o bien, si ya tienen una pendiente y fuera posible explicar para que los surcos tuvieran dos pendientes, la eficiencia sería más alta.

Según RAMÍREZ E. (2010), Para lograr un uso eficiente del agua en parcelas con riego por gravedad se recomienda:

- Un barbecho uniforme con arado de discos o vertederas para mejora la aireación del suelo.
- Un rastreo simple o doble para desmenuzar los terrones formados con el barbecho.
- El empareje del terreno para eliminar altos y bajos y evitar que el agua se encharque.
- Nivelación con equipo láser o mecánico de acuerdo con el grado de nivelación o el uso de un tabloneo en terrenos con ligeros problemas de nivelación.

- Efectuar un buen trazo de riego y regaderas de acuerdo con la pendiente del terreno y tipo de suelo. En terrenos desnivelados los surcos en contorno son una buena alternativa para poder regar bien.
- Construir buenas regaderas y mantenerlas limpias.

Según OLARTE W. (1987), si efectuamos un análisis del movimiento del agua de riego desde la captación (bocatoma, presa, etc.) hasta que ésta haya sido transpirada por las plantas, veremos que durante este recorrido experimenta una serie de reducciones del volumen inicial derivado.

Si medimos el agua captada en la bocatoma, al que le llamamos ( $A_o$ ), este volumen para llegar a la finca recorrerá todo el canal de derivación o canal principal, el volumen medido en la cabecera de dicha finca llamaremos ( $A_f$ ).

Durante ese recorrido, en términos generales, se pierde un porcentaje del volumen inicialmente medido en un 20% aproximadamente en canales a tajo abierto y un 20 a 30% en canales revestidos. Este hecho indica que  $A_f < A_o$ . A la relación existente entre cantidad de agua ingresada a la finca y la cantidad de agua medida en la bocatoma se le denomina eficiencia de conducción ( $E_c$ ), cuyo valor será:

$$E_c = \frac{A_f}{A_o} \times 100 \quad (08)$$

Según BLAIR E. (1957), por requisitos de agua de las plantas se entiende la cantidad de agua necesaria para producir una cosecha determinada. Dentro del concepto general así definido es necesario establecer una diferencia entre la cantidad de agua realmente consumida por las plantas, en su mayor parte, fuera del control humano, y la



cantidad total de agua usada en la finca, que incluye a la primera y que depende mucho de la eficiencia en los métodos de aplicación del agua en la finca.

La primera proporción puede denominarse consumo de agua, en tanto que la segunda puede denominarse dotación de riego. El consumo de agua representa la cantidad mínima de agua necesaria para producir una cosecha. Es en realidad el agua que la planta usa en su proceso fisiológico de transpiración y de formación de tejidos. Dentro de este concepto se ha incluido también el agua que se evapora de la superficie del suelo cultivado, por lo que el consumo de agua ha venido a representar la evapotranspiración.

### **2.3. Definición de Términos Básicos**

**Riego por inundación**, es el riego tradicional que consiste en aplicar el agua en todo el terreno por gravedad, este tipo de riego se practica en la preparación del terreno al cual se le denomina riego de machaco, también es aplicado en el riego de pastos y otros que cuentan con melgas.

**Manejo de agua de riego**, consiste en el riego controlado y con una buena eficiencia, controlando el tiempo de riego, la frecuencia de riego y la cantidad de agua que se debe aplicar en cada riego.

**Capacidad de campo**, es la humedad del suelo después de un riego pesado y dejado de drenar libremente entre unas 42 horas.

**Punto de marchitez**, es la humedad del suelo donde la planta en su estado de marchitamiento, al introducirle a la cámara de saturación no recobra su carnosidad.

**Napa freática**, es la profundidad a que se encuentra el agua en el suelo, conocido también como tabla de agua.

**Textura del suelo**, es la propiedad física del suelo

**Percolación**, es la infiltración profunda del agua en el suelo, mediante este fenómeno el agua llega a la napa freática.

**Tiempo de riego**, es el tiempo que transcurre en poder absorber el suelo al agua para poder reponer al agua consumido por la planta y la pérdida por evaporación.

**Frecuencia de riego**, es el tiempo que transcurre entre una aplicación del agua y la siguiente, varía según el consumo de agua por las plantas consideradas y según la capacidad de almacenamiento del suelo.

**Evapotranspiración potencial**, es la máxima cantidad de agua liberada en forma de vapor hacia la atmosfera por un cultivo extenso de gramíneas (Rye grass), uniformemente bajo, verde, de crecimiento vigoroso y que cubre completamente el suelo en una topografía plana en condiciones óptimas de humedad por el abastecimiento continuo e ilimitado de agua.

**Evapotranspiración real**, es la suma del agua evaporada desde el suelo agrícola más el agua transpirada por el follaje del cultivo como: papa, maíz, etc. exento de enfermedades, crece en un campo extenso de 1 o más hectáreas en condiciones óptimas de suelos incluida una fertilidad y agua suficiente en el que se llega al potencial de plena producción con arreglo al medio vegetativo dado.

**Eficiencia de riego**, es la relación entre el agua entregado al campo de cultivo y el agua originalmente captado en la bocatoma.

**Déficit de humedad neta**, es el requerimiento efectivo de agua para abastecer de riego a una determinada superficie de terreno con un cierto cultivo. Se puede determinar por la diferencia entre la evapotranspiración real y la precipitación efectiva.

**Déficit de humedad bruta**, es la cantidad de agua para irrigar una determinada extensión de terreno con un cierto cultivo, considerando la eficiencia de riego con el cual se ha calculado.

**Caudal de riego**, es el volumen por unidad de tiempo que ingresa a una determinada extensión de terreno para reponer el agua consumido por las plantas y aquella que se haya perdido por evaporación.

**Velocidad de infiltración instantánea**, es la lámina de agua infiltrada en el suelo un determinado tiempo para un instante de tiempo dado.

**Velocidad de infiltración básica**, es la velocidad de infiltración que después de un cierto tiempo este se hace constante, se obtiene cuando la variación entre dos valores consecutivos de la velocidad de infiltración instantánea es igual o menor al 10% de su valor para un periodo de tiempo.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo de Investigación:**

##### **3.1.1. De acuerdo con el fin que se persigue:**

Es del tipo de investigación aplicada porque se busca conocer, determinar a través del conocimiento científico e ingenieril la aplicación inmediata para solucionar un problema que en este caso es la eficiencia de riego por gravedad.

##### **3.1.2. De acuerdo con los tipos de datos analizados:**

Es del tipo cuantitativo, debido a que se realizará una recolección y análisis de datos numéricos, con lo que se podrá contrastar la hipótesis.

### **3.1.3. De acuerdo con la metodología para demostrar la hipótesis:**

Es del tipo no experimental ya que no se manipulará intencionalmente la variable, se basa fundamentalmente en la observación en su contexto actual para analizarlos con posterioridad.

### **3.2. Método y Alcance de la Investigación:**

El método de investigación a usar será el hipotético – deductivo, debido a que la investigación cumple con los siguientes principales pasos del método que son:

a) Observación:

Es en este paso donde se inicia con el descubrimiento del problema a investigar, que en este caso es ¿será factible mejorar la eficiencia de riego de la comisión de regantes de la provincia de Chupaca – 2018?

b) Formulación de hipótesis:

Buscando una posible solución ante el problema previamente mencionado la hipótesis que será sometida a contrastación será “El mejoramiento de la eficiencia de riego por gravedad en las comisiones de riego del Distrito de Chupaca - 2018 es factible y viable”

c) Verificación o contrastación de las hipótesis:

En esta parte del método se cumplirá la fase de contratación y verificación de la hipótesis que se realizará deduciendo, de que está compuesto la eficiencia de riego por gravedad, que en este caso es la eficiencia en conducción, distribución y aplicación.

d) Conclusiones de la contrastación:

En esta parte final del método podemos mencionar la veracidad o falsedad de la hipótesis antes mencionada luego de ser contrastada y verificada.

El alcance de la investigación abarca fines descriptivos y correlacionales en su etapa inicial e intermedia ya que se busca medir, recolectar y relacionar los datos para el cálculo de la eficiencia de riego actual y real(deseada), para después como parte final llegar a un alcance explicativo en donde se dará a conocer las conclusiones y recomendaciones finales.

### **3.3. Diseño de la Investigación:**

El diseño de investigación que nos permitirá demostrar la veracidad de la hipótesis es el Diseño Hidrológico – Hidráulico, esto debido a que la variable eficiencia de riego está dividida en tres indicadores principales que son: porcentaje de eficiencia de conducción, distribución (estos dos indicadores están relacionados con el diseño hidráulico que vendría a hacer desde su captación del río Cunas hasta su conducción a través de canales) y porcentaje de eficiencia de aplicación (esto tiene que ver con datos hidrológicos como la evapotranspiración, coeficiente de cultivo, demanda de agua, etc.)

Esto no permitirá determinar la eficiencia de riego actual, luego calcular la eficiencia de riego en óptimas condiciones a la cual deberían tener la comisión de regantes del Cunas y también identificar y definir qué hacer para llegar a esa eficiencia de riego óptima.

### **3.4. Población y Muestra:**

#### **Población**

Son todas las comisiones de regantes del distrito de Chupaca

#### **Muestra**

Es la comisión de regantes del Cunas sub dividida en 20 comités y delimitadas por los sectores de riego: sector Norte, sector Sur y sector Oeste.

### **3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:**

Para la obtención de información se hizo uso de una ficha de control que nos permitirá adquirir información hidrológica e hidrológica que no permitirá calcular la eficiencia de riego.

Con la ayuda de los integrantes de la comisión de regantes del Cunas se logró obtener información Hidrológica e Hidráulica, para lo cual se hizo uso de una ficha control que se detallara en el (Anexo), anotándose la siguiente información:

- Superficie de terreno según comité de riego (ha).
- Identificación de tipo de estructura de riego y estado actual.
- Determinar el caudal de los 20 canales encontrados en la comisión de regantes del Cunas.
- Prueba de infiltración de campo de cultivo a través de los anillos infitrómetros.
- Estimación de la textura del suelo por tacto
- Tiempo de riego que actualmente manejan los usuarios.
- Frecuencia de Riego que Actualmente Manejan los Usuarios.
- Datos de caudales captados, entregados y aplicado para determinar la eficiencia de riego en cada uno de los 20 canales.
- Longitud de cada uno de los 20 canales.

## CAPITULO IV

### CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO

#### 4.1. Comisión de Regantes de Chupaca

##### 4.1.1. Ubicación Política y Acceso

Departamento: Junín

Provincia: Chupaca

Distrito: Chupaca



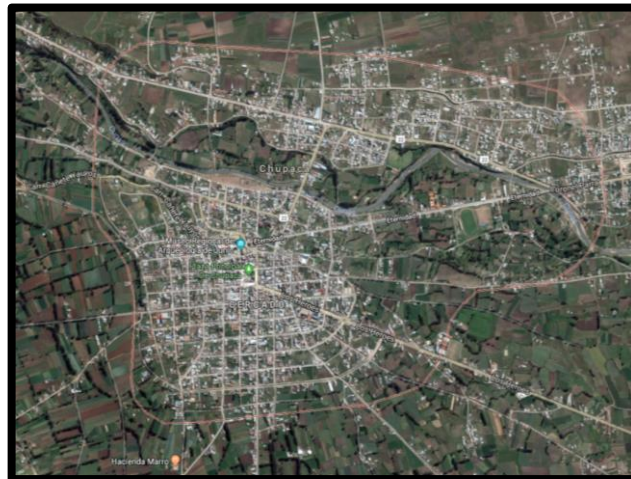
*Figura 1.* Ubicación Departamental del Estudio

Nota: Tomado de: <http://www.serperuano.com/geografia/mapa-departamental-del-peru/>





**Figura 2.** Ubicación Provincial del Proyecto  
Nota: Tomado de: <https://app.seace.gob.pe/>



**Figura 3.** Ubicación Distrital del Proyecto  
Nota: Tomado de: Google Maps

El acceso a la zona del proyecto se realiza por la siguiente ruta, Huancayo – Pilcomayo – Chupaca, por una vía asfaltada el cual se efectúa por medio de combis empleando un tiempo aproximado de 20 minutos.

#### **4.1.2. Ubicación Geográfica**

Latitud Sur de 12° 03' 36''

Longitud Oeste de 75° 16' 49''

Altitud 3280 m.s.n.m.

### 4.1.3. Ubicación Hidrográfica

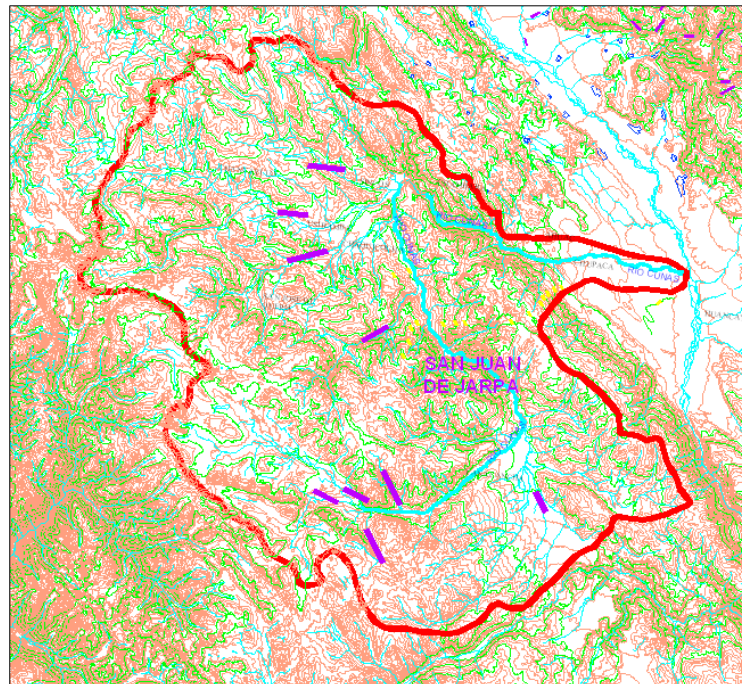
La zona en estudio se encuentra dentro de la cuenca del Río Cunas, dicha cuenca a su vez tiene sub cuencas tributarias que son:

**Tabla 1.**  
*Longitud de las Sub Cuencas del Cunas*

<b>SUB-CUENCAS TRIBUTARIAS</b>	<b>LONGITUD(m)</b>
Chalhuas	2360,9792
Pucara	32231,6226
Santa Rosa	24821,267
Sulcan	18947,0628
Huachuas	6393,5327
Llame 1	22888,0038
Llame 2	13656,8806
Seco	32227,4898

Nota: Tomado de: Estudio del Balance Hidrológico de La Cuenca del Río Cunas (UNCP)

Dicha cuenca cuenta con una superficie de 160211.36 Ha y un perímetro de 207.47 Km, la cual delimita en la margen derecha con respecto al río Cunas y en la margen izquierda con respecto al río Mantaro.



**Figura 4.** Superficie De La Cuenca Del Río Cunas

Nota: Tomado de: Estudio Del Balance Hidrológico De La Cuenca Del Río Cunas (UNCP)

#### 4.1.4. Superficie de terreno

La zona en estudio comprende superficies dentro del ámbito del distrito de Chupaca, jurisdicción de la Comisión de Regantes del Cunus los cuales están integrados por 20 Comités de Riego, los cuales son:

**Tabla 2.**  
*Superficie de Terreno Sector Norte*

<b>Comités de Riego</b>	<b>Superficie de Terreno (Has)</b>
Chupaquina	46.00
Pachalco	28.00
Olivares	22.00
Aliaga	22.00
Wilden	30.00
Próspero	45.00
Carmen Alto	42.00
La Victoria	148.00
Puzo	245.00

*Nota.* Tomado de La Comisión de Regantes Chupaca

**Tabla 3.**  
*Superficie de Terreno Sector Sur*

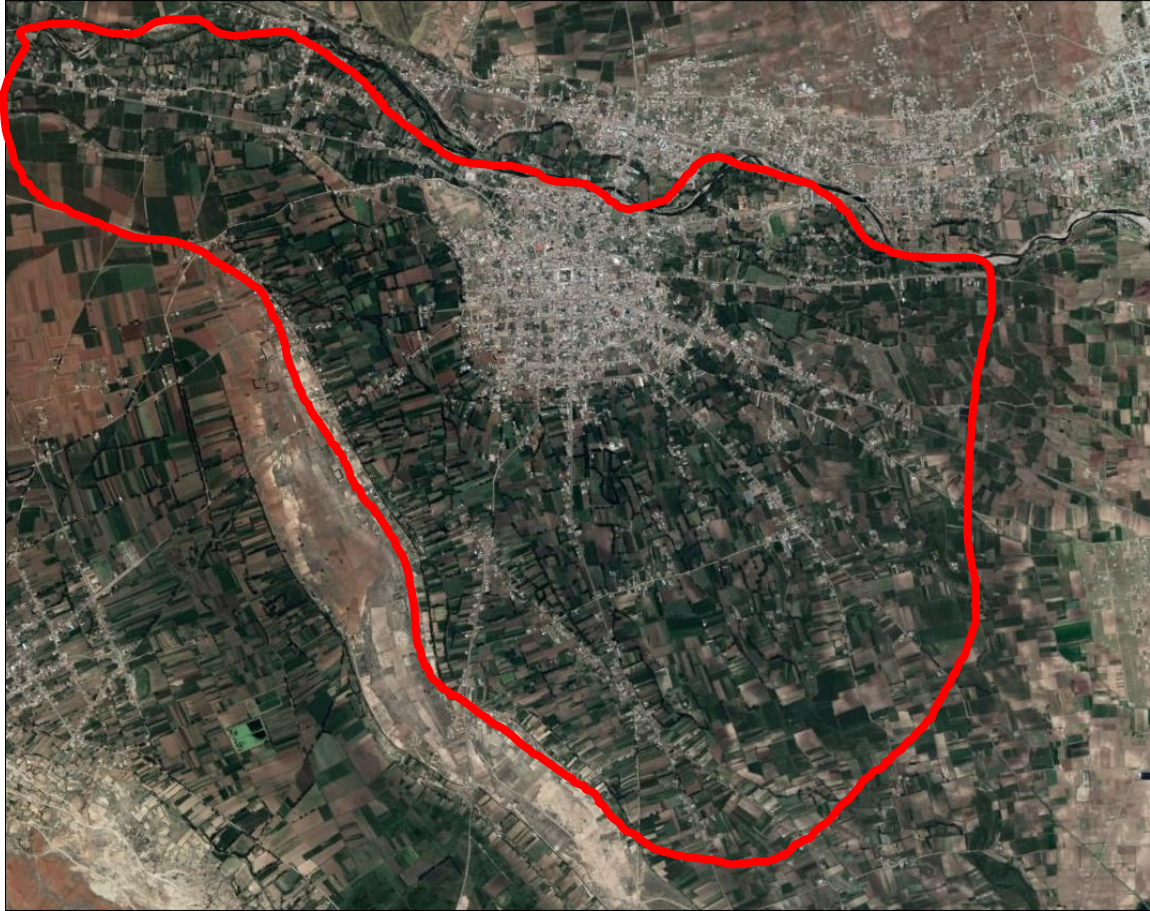
<b>Comités de Riego</b>	<b>Superficie de Terreno (Has)</b>
La Libertad	168.00
Herrera	52.00
Viso Alto	126.00
Perla Alta	186.00
Perla Baja	118.00

*Nota.* Tomado de La Comisión de Regantes Chupaca

**Tabla 4.**  
*Superficie de Terreno Sector Oeste*

<b>Comités de Riego</b>	<b>Superficie de Terreno (Has)</b>
La Victoria A1	80.00
La Victoria A2	135.00
5 Esquinas	163.00
La Victoria B1	178.00
La Victoria B2	80.00
Vista Alegre	216.00

*Nota.* Tomado de La Comisión de Regantes Chupaca



**Figura 5.** Superficie De Terreno Del Proyecto  
Nota: Tomado de: Google Maps

#### **4.1.5. Clima**

De acuerdo con la información recopilada del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, en el área de estudio, la temperatura media mensual es de 12.22 °C, la precipitación media anual en la zona en estudio es 756.40 mm., la humedad relativa media mensual es de 57.78 %, la evaporación media mensual 159.50 mm. y la precipitación media mensual es de 57.08 mm.

El análisis de los datos climatológicos permite deducir que la época lluviosa se presenta entre los meses de diciembre a marzo y el periodo de estiaje de mayo a agosto.

**Tabla 5.**  
*Parámetros Meteorológicos - Estación: Huayao*

Mes	Temperatura Media (°C)	Hum. Relat. Media (%)	Evaporación Media (mm)	Precipitación Media (mm)
E	12.92	64.29	158.0	113.57
F	12.67	65.52	133.6	123.03
M	12.40	66.48	154.2	99.29
A	12.29	61.44	149.5	48.37
M	11.43	55.58	149.5	12.79
J	10.29	53.37	141.3	5.51
J	10.16	51.37	162.1	8.06
A	11.33	52.14	164.3	14.77
S	12.58	53.36	179.8	37.47
O	13.39	56.09	176.0	60.93
N	13.83	55.05	174.4	61.56
D	13.34	58.69	171.6	99.60
MEDIA	12.22	57.78	159.5	57.08

*Nota.* Tomado de SENAMHI

#### 4.2. Disponibilidad de Agua de Riego

La superficie de riego del ámbito de la localidad de Chupaca en la actualidad cuenta con una única fuente de agua que abastecen en la dotación de agua contando, siendo esta única fuente el río Cunas. El caudal que fluctúa durante el año es variado, ya que es de acuerdo con la época presentando un caudal de hasta de 14.87 m<sup>3</sup>/s y en época de estiaje un caudal de 4.54 m<sup>3</sup>/s.

El agua es captada a la altura de la localidad de Huarisca por la margen derecha de dicho río y es conducido por un canal revestido de concreto hasta la localidad de Chupaca, dentro del área de riego de Chupaca este canal abastece a 19 canales los cuales abastecen las respectivas áreas de riego, y para abastecer al canal de riego Perla Baja se capta directamente del río Cunas a la altura del cementerio de Chupaca hacia la Margen derecha.

### 4.3. Demanda Hídrica

La demanda hídrica corresponde a 2130 Has. de tierras aptas para el riego, con diferentes cultivos como: maíz, papa, haba, arveja, hortalizas, forrajes y pastos, cada uno de ellos con diferentes cédulas de cultivo, y con campañas de 2 cosechas al año.

Existe una demanda de agua de riego tradicional que lo practican desde sus ancestros al cual se llega a mejorar con el presente estudio en base a una buena eficiencia de riego y un adecuado manejo del agua de riego.

### 4.4. Disponibilidad de Estructuras de Riego

En todo el ámbito de la Comisión de regantes de la localidad de Chupaca se cuenta con diferentes estructuras hidráulicas, como: canales de riego entre revestidos y no revestidos, captaciones sobre el río Cunas una a la altura de la localidad de Huarisca y otro a la altura del Cementerio de Chupaca, partidores, tomas laterales, alcantarillas, entre otros.

**Tabla 6.**  
*Disponibilidad de Estructuras Sector Norte*

CANALES SECTOR NORTE:							
CANAL	canal en buen estado	canal deteriorado	canal sin recubrimiento	Longitud total	Toma lateral en buen estado	Toma lateral en mal estado o provisionales	Tomas laterales en total
CHUPAQUINA	134	115	83	332	2	1	3
PACHALCO	136	48	66	250	1	1	2
OLIVARES	86	67	47	200	1	1	2
ALIAGA	125	40	35	200	2	0	2
WILDEN	138	45	67	250	0	2	2
PRÓSPERO	167	78	55	300	1	1	2
CARMEN ALTO	226	43	31	300	2	2	4
LA VICTORIA	985	375	140	1500	4	1	5
PUZO	2200	465	195	2860	4	3	7
<b>TOTAL</b>	<b>4197</b>	<b>1276</b>	<b>719</b>	<b>6192</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>29</b>

*Nota:* Fuente Elaboración Propia.

**Tabla 7.**  
*Disponibilidad de Estructuras Sector Sur*

<b>CANALES SECTOR SUR:</b>							
<b>CANAL</b>	<b>Canal en buen estado</b>	<b>canal deteriorado</b>	<b>Canal sin recubrimiento</b>	<b>Longitud total</b>	<b>Toma lateral en buen estado</b>	<b>Toma lateral en mal estado o provisionales</b>	<b>Tomas laterales en total</b>
<b>LA LIBERTAD</b>	1100	515	185	<b>1800</b>	2	2	<b>4</b>
<b>HERRERA</b>	320	60	20	<b>400</b>	0	2	<b>2</b>
<b>VISO ALTO</b>	725	315	120	<b>1160</b>	2	2	<b>4</b>
<b>PERLA ALTA</b>	1075	764	326	<b>2165</b>	2	4	<b>6</b>
<b>PERLA BAJA</b>	476	357	167	<b>1000</b>	1	3	<b>4</b>
<b>TOTAL</b>	<b>3696</b>	<b>2011</b>	<b>818</b>	<b>6525</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>20</b>

Nota: Fuente Elaboración Propia.

**Tabla 8.**  
*Disponibilidad de Estructuras Sector Oeste*

<b>CANALES SECTOR OESTE:</b>							
<b>CANAL</b>	<b>Canal en buen estado</b>	<b>Canal deteriorado</b>	<b>Canal sin recubrimiento</b>	<b>Longitud total</b>	<b>Toma lateral en buen estado</b>	<b>Toma lateral en mal estado o provisionales</b>	<b>Tomas laterales en total</b>
<b>La Victoria A1</b>	525	105	40	<b>670</b>	1	1	<b>2</b>
<b>La Victoria A2</b>	1135	57	43	<b>1235</b>	3	1	<b>4</b>
<b>5 Esquinas</b>	1348	174	148	<b>1670</b>	2	1	<b>3</b>
<b>La Victoria B1</b>	1135	545	320	<b>2000</b>	3	1	<b>4</b>
<b>La Victoria B2</b>	315	120	135	<b>570</b>	0	2	<b>2</b>
<b>Vista Alegre</b>	1420	546	664	<b>2630</b>	2	4	<b>6</b>
<b>TOTAL</b>	<b>5878</b>	<b>1547</b>	<b>1350</b>	<b>8775</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>21</b>

Nota: Fuente Elaboración Propia.

La ubicación y representación gráfica de cada uno de los canales según su sector están dibujadas en AUTOCAD, y se puede visualizar en los anexos

#### **4.5. Toma de datos de la Comisión de Regantes de Chupaca**

##### **4.5.1. Ubicación de la Zona en Estudio**

La zona en estudio se encuentra localizada en el alrededor del distrito de Chupaca, ubicados al lado Norte, Sur y Oeste de dicha localidad, en un área de terrenos de cultivo de 2130 Has.

#### **4.5.2. Vías de Acceso**

Las zonas en estudio se encuentran comunicadas por una serie de trochas carrozables los cuales se conectan a la población de Chupaca.

#### **4.5.3. Fisiografía**

El área en estudio tiene un relieve plano y están comprendidos por suelos con vegetación como cultivos, pastos y otros.

#### **4.5.4. Afluente de Agua**

La fuente de donde se captará el agua proviene del río Cunas, el cual cuenta con un caudal suficiente, siendo el caudal mínimo promedio de 4.54 m<sup>3</sup>/s en época de estiaje y el máximo promedio es 14.87 m<sup>3</sup>/s en época de avenida.

#### **4.5.5. Aspectos Socioeconómicos**

##### **a) Población**

Los beneficiarios que son parte de los diferentes Comités de Regantes son la población de Chupaca que hacen 3,535 familias, los cuales se dedican netamente a la agricultura.

##### **b) Actividad Principal**

Los pobladores de Chupaca tienen como una de las principales actividades la agricultura, siendo en menor escala la ganadería y otros se dedican al comercio.

##### **c) Servicios Básicos**

La zona en estudio cuenta en la actualidad con canales de riego, por donde circula el agua con deficiencia ya que parte de este se pierde por



infiltración y evaporación. También cuenta con caminos de acceso a sus campos de cultivo para llevar insumos y también para sacar sus productos de la cosecha. Además, la localidad de Chupaca cuenta con 18 Centros Educativos, 01 Puesto de Salud, 01 Instituto Superior, agua en forma limitada, desagüe en un 60%, energía eléctrica, teléfono, entre otros.

**d) Área Agrícola Potencial**

El Distrito Capital de Chupaca cuenta con un área potencial de 4,685 Has de tierras de los cuales en la zona en estudio se cuenta con un área de 2,130 Has el cual está orientado a la explotación intensiva tanto en la campaña grande como en la chica, sin hacer descansar el terreno de cultivo.

**e) Tenencia de Tierras**

Las tierras de cultivo de la localidad son de propiedad privada, cada familia propietaria de las tierras puede ceder por herencia o por venta a un tercero.







**4.6. Pruebas de campo de Textura del Suelo**

La textura del suelo se ha identificado atreves de una estimación manual para los 3 sectores, los cuales cuentan con alguna similitud, siendo la textura las siguientes:

**Tabla 9.**  
*Textura de los Suelos*

Sector	Textura
Norte	Franco arcilloso con mínimo de arena
Sur	Franco arcilloso
Oeste	Franco arcilloso

Nota. Tomado de: Manual del Cálculo de Eficiencia para Sistemas de Riego (DGIAR)

TIPO DE SUELO	SUELO SECO	SUELO HÚMEDO
ARENOSO	Tierra suelta, los granos se pueden ver y sentir fácilmente 	Se moldea con dificultad pero al tocarlo se destruye 
SUELO FRANCO	Los terrones se quiebran con alguna presión, quedan terrones más chicos 	Entre áspero y pegajoso al tocar con dedos. Al mirar en la palma de la mano se ve un poco de brillo(limo), forma una bola que se destruye con poca presión 
ARCILLOSO	Forma terrones muy duros difícilmente son quebrados entre los dedos 	Muy pegajoso y fácil. Forma cilindro que puede ser curvado en forma de "C" 

**Figura 6.** Estimación de Textura del Suelo por Tacto

*Nota:* Tomado de: Manual del Cálculo de Eficiencia para Sistemas de Riego (DGIAR)

**Tabla 10.**  
*Propiedades Físicas de los Suelos*

Textura	Capacidad de Campo (%)	Punto de Marchitez (%)	Densidad Aparente	Infiltración Básica (cm/hr)
Arenoso	6 – 12 (9)	2 – 6 (4)	1.65	2.5 – 25 (5.0)
Franco arenoso	10 – 18 (14)	4 – 8 (6)	1.50	1.3 – 7.6 (2.5)
Franco	18 – 26 (22)	8 – 12 (10)	1.40	0.8 – 2.0 (1.3)
Franco arcilloso	23 – 31 (27)	11 – 15 (13)	1.35	0.25 – 1.5 (0.8)
Arcillo arenoso	27 – 35 (31)	13 – 17 (15)	1.30	0.03 – 0.5 (0.25)
Arcilloso	31 – 39 (35)	15 – 19 (17)	1.25	0.10 – 0.9 (0.5)

*Nota.* Tomado de “Principios y Aplicaciones del Riego” por Insaerssen; Hansen.

#### 4.7. Prueba de Infiltración en los Campos de Cultivo

Las pruebas de infiltración se han efectuado en los campos de cultivo que se riegan con cada uno de los 20 canales de riego, estas pruebas se han efectuado con los anillos infiltrómetros de carga variable. Los anillos infiltrómetros están compuestos por 2 anillos los cuales son instalados en el campo de cultivo para efectuar las respectivas pruebas.

**Tabla 11.**  
*Prueba de Infiltración en Áreas de Cultivo Sector Norte*

<b>Nombre de Canal</b>	<b>Área de Terreno (Has)</b>	<b>Ib (cm/hr)</b>
Chupaquina	46.00	16.44
Pachalco	28.00	19.79
Olivares	22.00	24.78
Aliaga	22.00	17.92
Wilden	30.00	19.42
Próspero	45.00	18.66
Carmen Alto	42.00	16.25
La Victoria	148.00	23.32
Puzo	245.00	14.92

Nota. Fuente Elaboración Propia.

**Tabla 12.**  
*Prueba de Infiltración en Áreas de Cultivo Sector Sur*

<b>Nombre de Canal</b>	<b>Área de Terreno (Has)</b>	<b>Ib (cm/hr)</b>
La Libertad	168.00	14.01
Herrera	52.00	12.95
Viso Alto	126.00	13.94
Perla Alta	186.00	14.50
Perla Baja	118.00	13.31

Nota. Fuente Elaboración Propia.

**Tabla 13.**  
*Prueba de Infiltración en Áreas de Cultivo Sector Oeste*

<b>Nombre de Canal</b>	<b>Área de Terreno (Has)</b>	<b>Ib (cm/hr)</b>
La Victoria A1	80.00	10.84
La Victoria A2	135.00	7.99
5 Esquinas	163.00	12.12
La Victoria B1	178.00	9.31
La Victoria B2	80.00	9.60
Vista Alegre	216.00	10.51

Nota. Fuente Elaboración Propia.

#### **4.8. Delimitación del Área de Influencia de los Comités de Riego**

La zona en estudio se delimito de acuerdo con lo que abarca los campos del cultivo del ámbito comprendido en el distrito de Chupaca, el mismo que se observa en el anexo, contando con una superficie neta de 2130 has. En esta superficie los

agricultores de la localidad de Chupaca desarrollan las actividades agrícolas, siendo sus productos comercializados en los mercados de la ciudad de Lima, Huancayo y dentro de la localidad de Chupaca.

#### **4.9. Tiempo de Riego que Actualmente Manejan los Usuarios**

El tiempo de riego que manejan los usuarios de riego es de 3 horas por 1.00 ha. de terreno de cultivo, esto es de acuerdo con el turno de riego de cada sector en los 20 canales de riego considerados y al número de usuarios de riego, esto ocurre durante todo el año. Esta forma de determinar el tiempo de riego es ya tradicional el mismo que lo practican desde sus ancestros.

$$Tr = \frac{\text{Tiempo de riego en cada sector}}{\text{Número de regantes}} \quad (09)$$

Esta forma de determinar el tiempo de riego para regar sus campos de cultivo no es lo adecuado ya que de acuerdo con la textura del suelo hay una capacidad de infiltración por este y por tanto también la retención.

#### **4.10. Frecuencia de Riego que Actualmente Manejan los Usuarios**

La frecuencia de riego, para cada uno de los usuarios de riego es de acuerdo con el número de sectores de riego, y no de acuerdo con la necesidad de cada cultivo, ya que las plantas muchas veces entran en stress.

$$Fr = \frac{\text{Número de días del mes}}{\text{Número de sectores de riego}} \quad (10)$$

Como el tiempo de la frecuencia de riego es muy prolongado entonces el usuario trata de hacer ingresar a su campo de cultivo el mayor volumen posible de agua, muchas veces causando la pérdida por escorrentía, lavado de los nutrientes de su campo de cultivo causando la percolación del agua hacia la napa freática.

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

#### **5.1. Superficie Cultivada**

##### **5.1.1. Área de Riego**

El área de riego que comprende el estudio es de 2130 has, del ámbito del distrito de Chupaca los mismos que se han tomado en cuenta en la presente investigación, en los cuales se realizaron el diagnóstico de la situación actual para luego plantear mediante un estudio las soluciones del caso.

##### **5.1.2. Cedula de Cultivo**

La cédula de cultivo que se considera para el presente estudio es de 1.00 Ha. de tierras agrícolas en la zona de proyectada, para ello se eligieron los

principales cultivos que con mayor frecuencia de siembran en dicho lugar, los cuales se ven en el cuadro respectivo.

### 5.1.3. Coeficiente de Cultivo

Este parámetro viene a ser el grado de desarrollo del cultivo del cual se quiere evaluar su consumo de agua, para determinar dicho coeficiente se utilizó el método de la FAO.

**Tabla 14.**  
*Coeficiente de Cultivo (Kc) de los Principales Cultivos, según las Etapas de Crecimiento cada 30 días*

CULTIVO	DÍAS DESDE LA SIEMBRA HASTA LA COSECHA						
	30	60	90	120	150	180	210
Papa	0.30	0.70	1.01	1.04	0.50		
Maíz	0.35	0.62	0.91	1.02	0.80	0.40	
Haba	0.36	0.67	0.93	1.00	0.76	0.37	
Arveja	0.40	0.71	0.93	0.97	0.77	0.37	
Trigo	0.50	0.90	1.09	1.08	0.51	0.26	
Cebada	0.48	0.88	1.07	1.06	0.48	0.25	
Maíz Choclo	0.35	0.62	0.91	1.02	0.80		
Haba verde	0.36	0.67	0.93	1.00	0.76		
Arveja verde	0.40	0.71	0.93	0.97	0.77		
Hortalizas	0.42	0.80	1.00	1.10	0.85		
Alcachofa	0.36	0.67	0.93	1.00	1.00	1.00	0.90
Pastos	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Perenne

Nota. Tomado de “Manual de Uso Consuntivo del Agua para los principales cultivos de los Andes Centrales Peruanos” por GARAY OSCAR.

## 5.2. Evapotranspiración Potencial

Para estimar los requerimientos agrícolas, se han determinado la Evapotranspiración potencial en la zona de riego en función a las características climatológicas que se registran en el Cuadro respectivo, para determinar dicha evapotranspiración se eligió el método de Hargreaves en base a temperatura, por la calidad de información meteorológica existente y a la confiabilidad de los resultados, cuya ecuación es la siguiente:

$$ETP = MF \times TMF \times CH \times CE \quad (11)$$

$$CH = 0.166(100 - HRM)^{1/2} \quad (12)$$

$$CE = 1.00 + \frac{0.04E}{200} \quad (13)$$

Donde:

**MF** : Factor mensual de evapotranspiración, se determina en función a la latitud del lugar (mm)

**TMF** : Temperatura media mensual (<sup>0</sup>F)

**CH** : Factor de humedad relativa media mensual, se determina para valores igual o mayores a 64 % de humedad relativa

**HRM** : Humedad relativa media mensual (%)

**CE** : Factor de corrección por elevación

**E** : Altitud (msnm.)

Los resultados obtenidos se presentan en el siguiente Cuadro:

**Tabla 15.**  
*Estimación de la Evapotranspiración Potencial (Método de Hargreaves)*

Meses	Temperatura		Humedad Relativa (HR)	MF	CH	CE	ETP (mm/mes)
	°C	TMF (°F)					
E	12.92	55.25	64.29	2.627	0.992	1.066	153.42
F	12.67	54.80	65.52	2.293	0.975	1.066	130.51
M	12.40	54.31	66.48	2.350	0.961	1.066	130.70
A	12.29	54.12	61.44	2.001	1.000	1.066	115.39
M	11.43	52.57	55.58	1.797	1.000	1.066	100.68
J	10.29	50.52	53.37	1.606	1.000	1.066	86.44
J	10.16	50.29	51.37	1.717	1.000	1.066	92.01
A	11.33	52.39	52.14	1.948	1.000	1.066	108.77
S	12.58	54.64	53.36	2.168	1.000	1.066	126.26
O	13.39	56.10	56.09	2.476	1.000	1.066	148.02
N	13.83	56.89	55.05	2.521	1.000	1.066	152.86
D	13.34	56.01	58.69	2.645	1.000	1.066	157.86

Fuente Elaboración Propia.

### 5.3. Evapotranspiración Real

Es la cantidad de agua gastada por los cultivos propuestos por unidad de tiempo, el cual se determina por la siguiente ecuación:

$$ETA = k_c \times ETP \quad (14)$$

Donde:

**ETA:** Evapotranspiración real (mm/mes)

**Kc:** Coeficiente de cultivo

**ETP:** Evapotranspiración potencial (mm/ mes)

Los resultados se ven en las Tablas 40 al 46.

### 5.4. Precipitación al 75% de Persistencia

Es la probabilidad de ocurrencia de la precipitación, el cual significa que la probabilidad de que ocurra una precipitación en los siguientes años es de 75% ya que hidrológicamente este valor es la que más se ajusta a la realidad hidrológica.

$$P = \frac{m}{n+1} \quad (15)$$

Donde:

**P:** Probabilidad de ocurrencia al 75%.

**m:** Lugar que ocupa la probabilidad.

**n:** Número de datos de la precipitación.



**Tabla 16.**  
Precipitación al 75% de Persistencia

Mes	PP promedio (mm)	PP al 75% de Persistencia (mm)
E	113.57	93.28
F	123.03	87.17
M	99.29	71.53
A	48.37	25.73
M	12.79	4.00
J	5.51	1.35
J	8.06	1.35
A	14.77	5.83
S	37.47	20.16
O	60.93	43.18
N	61.56	44.08
D	99.60	79.78

Fuente Elaboración Propia.

### 5.5. Precipitación Efectiva

Es la precipitación real que aprovecha los cultivos, descontando la que se pierde por evaporación y escorrentía.

$$PE = PP - E_v - E_s \quad (16)$$

La precipitación efectiva se ha determinado utilizando el programa CROPWAT 8.0, el cual utiliza el método USDA S. C., cuyo resultado se ve a continuación.

Precipitación mensual - untitled		
Estación	93	
Método Prec. Ef	Método USDA S.C.	
	Precipit.	Prec. efec
	mm	mm
Enero	93.3	79.4
Febrero	87.2	75.0
Marzo	71.5	63.3
Abril	25.7	24.6
Mayo	4.0	4.0
Junio	1.4	1.4
Julio	1.4	1.4
Agosto	5.8	5.7
Septiembre	20.2	19.5
Octubre	43.2	40.2
Noviembre	44.1	41.0
Diciembre	79.8	69.6
<b>Total</b>	<b>477.6</b>	<b>425.2</b>

**Figura 7.** Calculo de la Precipitación Efectiva (mm)  
Nota. Fuente Elaboración Propia.

## 5.6. Déficit de Humedad

Es la diferencia entre el agua consumida por los cultivos y la precipitación efectiva al 75 % de persistencia.

La ecuación para determinar el déficit de humedad es la siguiente:

$$\text{Def. Hda.} = \text{ETA} - \text{PE 75\% persistencia} \quad (17)$$

Los resultados se ven en las Tablas 36 al 42.

## 5.7. Situación actual de la eficiencia de riego por gravedad que manejan la comisión de regantes del Cunas

La eficiencia de riego, viene a ser la relación que hay entre el agua transpirada por los cultivos y el agua originalmente captada. Entre los puntos, inicial y final del sistema hay sin embargo varias etapas dentro del proceso general de riego, en cada una de las cuales ocurren pérdidas de agua que resulta, conveniente valorar en forma separada por medio de la eficiencia correspondiente a las etapas consideradas. La eficiencia total de riego resulta ser entonces el producto de las eficiencias parciales correspondientes a cada una de dichas etapas.

$$E_r = E_c \times E_d \times E_a \quad (18)$$

Donde:

**Er:** Eficiencia de riego.

**Ec:** Eficiencia de conducción.

**Ed:** Eficiencia de distribución.

**Ea:** Eficiencia de aplicación.

### 5.7.1. Eficiencia de Conducción

Es el resultado de la cantidad de agua originalmente captado y el agua que se ha entregado para la distribución de los canales laterales.

Se calculó la eficiencia de riego de conducción a través de la siguiente formula:

$$E_c = \frac{Q_e}{Q_c} * 100 \quad (19)$$

Donde:

**Q<sub>e</sub>**: Caudal entregado.

**Q<sub>c</sub>**: Caudal captado.

Reemplazando valores se tiene los siguientes resultados:

**Tabla 17.**  
*Eficiencia de Conducción, Canales Sector Norte*

Nombre de Canal	Longitud de canal (m)	Caudal captado (lt/s)	Caudal entregado (lt/s)	Eficiencia de conducción (%)
Chupaquina	332	18.20	16.00	88
Pachalco	250	15.30	13.60	89
Olivares	200	12.40	11.00	89
Aliaga	200	10.60	9.40	89
Wilden	250	14.70	13.00	88
Próspero	300	13.50	12.00	89
Carmen Alto	300	16.30	14.40	88
La Victoria	1500	47.20	40.80	86
Puzo	2860	65.20	54.80	84

Fuente Elaboración Propia.

**Tabla 18.**  
*Eficiencia de Conducción, Canales Sector Sur*

Nombre de Canal	Longitud de canal (m)	Caudal captado (lt/s)	Caudal distribuido (lt/s)	Eficiencia de conducción (%)
La Libertad	1800	43.20	37.20	86
Herrera	400	15.30	13.30	87
Viso Alto	1160	42.40	36.40	86
Perla Alta	2165	60.60	51.60	85
Perla Baja	1000	44.70	38.70	87

Nota. Fuente Elaboración Propia.

**Tabla 19.**  
*Eficiencia de Conducción, Canales Sector Oeste*

Nombre de Canal	Longitud de canal (m)	Caudal captado (lt/s)	Caudal distribuido (lt/s)	Eficiencia de conducción (%)
La Victoria A1	670	33.20	29.50	89
La Victoria A2	1235	45.30	39.20	87
5 Esquinas	1670	48.40	41.50	86
La Victoria B1	2000	56.60	48.20	85
La Victoria B2	570	34.70	30.60	88
Vista Alegre	2630	64.80	54.20	84

*Nota.* Fuente Elaboración Propia.

Los resultados nos indican que dicha eficiencia es muy baja siendo este un 86%, debido a que al agua que se conduce es desperdiciado porque se le da otro uso como el lavado de ropas. El lavado de zanahorias, riego de calles de tierra, canal con sedimentos en el fondo y abundante vegetación como gramas.



**Figura 8.** Canales Revestidos Donde Lavan Sus Ropas Los Comuneros  
*Nota.* Fuente Elaboración Propia.

### 5.7.2. Eficiencia de Distribución

La eficiencia de distribución del agua consiste en determinar la relación que hay entre el caudal distribuido y el caudal entregado hacia las parcelas o chacras de los usuarios.

Existen deficiencias en los 20 canales, donde se encontraron estructuras que retienen el agua del canal, también se encontró compuertas oxidadas en mal estado y partidores rudimentarios que presentan fugas, presencia de vegetación

y tierra en el fondo de los canales, todos estos factores afectan en la eficiencia de distribución.



**Figura 9.** Canal Secundario Interrumpido, por otro Canal no Proyectado  
*Nota.* Fuente Elaboración Propia.



**Figura 10.** Compuertas De Distribución Del Agua De Riego Con Piedras Y Plásticos  
*Nota.* Fuente Elaboración Propia.



**Figura 11.** Canales Revestidos Con Malezas En Las Paredes Y En El Fondo  
*Nota.* Fuente Elaboración Propia.



**Figura 12.** Canales Revestidos Con Sedimentos De Arena En El Fondo  
Fuente Elaboración Propia.



**Figura 13.** Canal secundario improvisado sin revestimiento  
Nota. Fuente Elaboración Propia.



**Figura 14.** Compuertas de Distribución del Agua en Mal Estado con Arena  
en el fondo  
Nota. Fuente Elaboración Propia.

Se determina por la siguiente relación:

$$E_d = \frac{Q_d}{Q_e} * 100 \quad (20)$$

Donde:

**Qd:** Caudal distribuido.

**Qe:** Caudal entregado.

Reemplazando valores se tiene los siguientes resultados:

**Tabla 20.**  
*Eficiencia de Distribución, Canales Sector Norte*

Nombre de Canal	Longitud de canal (m)	Caudal distribuido (lt/s)	Caudal entregado (lt/s)	Eficiencia de distribución (%)
Chupaquina	332	16.80	12.60	75
Pachalco	250	14.10	10.60	75
Olivares	200	11.60	8.40	72
Aliaga	200	9.80	7.00	71
Wilden	250	13.20	9.90	75
Próspero	300	12.60	9.30	74
Carmen Alto	300	14.80	11.00	74
La Victoria	1500	40.80	30.60	75
Puzo	2860	55.80	40.50	73

Fuente Elaboración Propia.

**Tabla 21.**  
*Eficiencia de Distribución, Canales Sector Sur*

Nombre de Canal	Longitud de canal (m)	Caudal distribuido (lt/s)	Caudal entregado (lt/s)	Eficiencia de distribución (%)
La Libertad	1800	38.20	28.40	74
Herrera	400	13.90	10.10	73
Viso Alto	1160	36.40	26.70	73
Perla Alta	2165	53.60	39.40	74
Perla Baja	1000	38.70	28.80	74

Fuente Elaboración Propia.

**Tabla 22.**  
*Eficiencia de Distribución, Canales Sector Oeste*

<b>Nombre de Canal</b>	<b>Longitud de canal (m)</b>	<b>Caudal distribuido (lt/s)</b>	<b>Caudal entregado (lt/s)</b>	<b>Eficiencia de distribución (%)</b>
La Victoria A1	670	29.50	21.20	72
La Victoria A2	1235	39.20	28.40	72
5 Esquinas	1670	42.50	31.30	74
La Victoria B1	2000	49.20	36.10	73
La Victoria B2	570	31.20	22.50	72
Vista Alegre	2630	56.20	41.20	73

Fuente Elaboración Propia.

Analizando los resultados, estos valores están por debajo de la eficiencia en óptimas condiciones. siendo este 74%, debido al estado en que se encuentran como estos se encuentran atorados de material como basuras, en lugar de compuerta se hacen con piedras y costales de arena, con lo que no se sabe cuánto de agua se derivan hacia los campos de cultivo.

### **5.7.3. Eficiencia de Aplicación**

Este resultado va depender del manejo del agua de riego y viene a ser la relación entre el caudal que se llega aplicar al campo de cultivo y el caudal que se distribuye.

Los agricultores de la comisión de regantes del Cunas tienen un manejo incorrecto al momento de regar sus cultivos, los errores encontrados son los siguientes:

- No saben que cantidad de agua necesitan por tipo de cultivo.
- Desconocen el tiempo de riego necesario para que no se marchite el cultivo.



- Desperdician el agua al momento de inundar sin conocimiento técnico.
- No hay una aplicación uniforme en el campo de cultivo.
- Desconocen la textura del suelo.

Todos estos errores hacen que la eficiencia de aplicación sea baja



**Figura 15.** Aplicación des uniforme del Agua en el Campo de cultivo  
*Nota.* Fuente Elaboración Propia.



**Figura 16.** Aplicación del Agua de Riego utilizando malezas y bolsas de arena  
*Nota.* Fuente Elaboración Propia.

GSe determina por la siguiente relación.

$$E_a = \frac{Q_a}{Q_d} * 100 \quad (21)$$

Donde:

**Qa:** Caudal aplicado.

**Qd:** Caudal distribuido.

Reemplazando valores se tiene los siguientes resultados:

**Tabla 23.**  
*Eficiencia de Aplicación, Canales Sector Norte*

<b>Nombre de Canal</b>	<b>Longitud de canal (m)</b>	<b>Caudal distribuido (lt/s)</b>	<b>Caudal aplicado (lt/s)</b>	<b>Eficiencia de aplicación (%)</b>
Chupaquina	332	13.50	6.40	47
Pachalco	250	10.60	4.80	45
Olivares	200	9.40	4.20	45
Aliaga	200	7.80	3.30	42
Wilden	250	10.70	4.80	45
Próspero	300	9.80	4.30	44
Carmen Alto	300	11.60	5.20	45
La Victoria	1500	32.30	14.90	46
Puzo	2860	44.50	21.00	47

Fuente Elaboración Propia.

**Tabla 24.**  
*Eficiencia de Aplicación, Canales Sector Sur*

<b>Nombre de Canal</b>	<b>Longitud de canal (m)</b>	<b>Caudal distribuido (lt/s)</b>	<b>Caudal aplicado (lt/s)</b>	<b>Eficiencia de aplicación (%)</b>
La Libertad	1800	29.80	13.90	47
Herrera	400	10.50	4.40	42
Viso Alto	1160	29.20	13.00	45
Perla Alta	2165	43.40	20.40	47
Perla Baja	1000	30.10	13.80	46

*Nota.* Fuente Elaboración Propia.

**Tabla 25.**  
*Eficiencia de Aplicación, Canales Sector Oeste*

Nombre de Canal	Longitud de canal (m)	Caudal distribuido (lt/s)	Caudal aplicado (lt/s)	Eficiencia de aplicación (%)
La Victoria A1	670	23.50	10.50	45
La Victoria A2	1235	31.10	14.30	46
5 Esquinas	1670	33.30	15.80	47
La Victoria B1	2000	39.20	18.10	46
La Victoria B2	570	23.90	11.20	47
Vista Alegre	2630	44.30	20.50	46

Fuente Elaboración Propia.

Los resultados de la eficiencia de aplicación nos muestran que dichos valores son muy bajos. Debido a que la aplicación no es uniforme siendo este en dicha zona 45%, porque los campos de cultivo no se encuentran nivelados y para direccionar el agua pues se utilizan amontonando las tierras y utilizando costales de tierra.

#### 5.7.4. Eficiencia de Riego

Finalmente, la eficiencia de riego final con la que actualmente los usuarios de riegan sus campos de cultivo, viene a ser el producto de las 3 eficiencias parciales eficiencia de conducción, eficiencia de distribución y eficiencia de aplicación.

Siendo los resultados que se muestran en los 3 cuadros siguientes:

**Tabla 26.**  
*Eficiencia de Riego, Canales Sector Norte*

Nombre de Canal	Eficiencia de conducción	Eficiencia de distribución	Eficiencia de aplicación	Eficiencia de riego (%)
Chupaquina	0.88	0.75	0.47	31
Pachalco	0.89	0.75	0.45	30
Olivares	0.89	0.72	0.45	29
Aliaga	0.89	0.71	0.42	0.27
Wilden	0.88	0.75	0.45	30

Nombre de Canal	Eficiencia de conducción	Eficiencia de distribución	Eficiencia de aplicación	Eficiencia de riego (%)
Próspero	0.89	0.74	0.44	29
Carmen Alto	0.88	0.74	0.45	29
La Victoria	0.86	0.75	0.46	30
Puzo	0.84	0.73	0.47	29

Fuente Elaboración Propia.

**Tabla 27.**  
*Eficiencia de Riego, Canales Sector Sur*

Nombre de Canal	Eficiencia de conducción (%)	Eficiencia de distribución (%)	Eficiencia de aplicación (%)	Eficiencia de riego (%)
La Libertad	0.86	0.74	0.47	30
Herrera	0.87	0.73	0.42	26
Viso Alto	0.86	0.73	0.45	28
Perla Alta	0.85	0.74	0.47	29
Perla Baja	0.87	0.74	0.46	30

*Nota.* Fuente Elaboración Propia.

**Tabla 28.**  
*Eficiencia de Riego, Canales Sector Oeste*

Nombre de Canal	Eficiencia de conducción (%)	Eficiencia de distribución (%)	Eficiencia de aplicación (%)	Eficiencia de riego (%)
La Victoria A1	0.89	0.72	0.45	29
La Victoria A2	0.87	0.72	0.46	29
5 Esquinas	0.86	0.74	0.47	30
La Victoria B1	0.85	0.73	0.46	29
La Victoria B2	0.88	0.72	0.47	30
Vista Alegre	0.84	0.73	0.46	28

Fuente Elaboración Propia.

Los resultados finales de la eficiencia de riego con el cual los usuarios manejan actualmente el riego es en promedio 29%, ello se debe al desperdicio del agua en los diferentes pasos del agua desde su captación hasta la aplicación del agua en el campo de cultivo.

## 5.8. Eficiencia de Riego en Óptimas Condiciones

La eficiencia de riego en óptimas condiciones, con el cual se debe manejar el agua de riego en las etapas de conducción, distribución y aplicación debe de ser la siguiente:

$$E_r = E_c \times E_d \times E_a \quad (22)$$

La eficiencia de conducción, con una pendiente moderada y canal revestido con concreto es de 90%.

La eficiencia de distribución, con una compuerta en buenas condiciones y con su respectivo medidor de caudales es de 80%.

La eficiencia de aplicación, con una buena técnica, con un caudal adecuado, tiempo de riego adecuado y frecuencia de riego predeterminado la eficiencia es de 55%.

Reemplazando valores se tiene:

$$E_r = 0.90 \times 0.80 \times 0.55$$

$$E_r = 0.40$$

Por lo tanto, la eficiencia de riego con la cual se manejará el agua de riego deberá de ser 40%.

## 5.9. Déficit de Humedad Bruta

El déficit de humedad determinada es llevado a la eficiencia de riego determinada anteriormente, para contar con una lámina de agua efectiva sin considerar aquellas que se pierden en el trayecto desde su captación hasta su aplicación, el cual se determina por la siguiente ecuación:

$$Def. Hda. a E_r = \frac{Def.Hda}{E_r} \quad (23)$$

### 5.10. Requerimiento de Agua

Viene a ser la demanda de agua para 1.00 Ha. de tierras, con sus respectivos cultivos considerados en la zona, para lo cual se empleó la siguiente ecuación:

$$DA = DHb \times A \quad (24)$$

Donde:

DA: Demanda de agua (m<sup>3</sup>)

DHb: Déficit de humedad bruta (mm)

A: Área de tierras agrícola (Has)

### 5.11. Capacidad de Campo

Es la humedad del suelo después de un riego pesado y drenado libremente durante unas 24 hr, el cual se determina a 15 atmosferas de tensión.

### 5.12. Punto de Marchitez

Es la humedad del suelo en donde la planta tiene signos de marchitez y una vez introducido a una cámara de saturación no recobra su turgencia, el cual se determina a 1/3 de atmósfera de tensión.

### 5.13. Lámina de Riego

Es el requerimiento de agua por un determinado cultivo, cuando este esté cerca al punto de marchitez.

$$L_r = \frac{CC - PMP}{100} \times \rho_a \times Pr \quad (25)$$

Donde:

C: Capacidad de Campo (%)

PMP: Punto de marchitez permanente (%)

$\rho_a$  : Densidad aparente del suelo

Pr: Profundidad radicular (cm)

Los resultados de la lámina de riego para los 7 cultivos se ven en el siguiente

Cuadro:

**Tabla 29.**  
*Lámina de Riego para los Cultivos*

<b>Cultivo</b>	<b>CC (%)</b>	<b>PMP (%)</b>	<b>Da</b>	<b>Pr (cm)</b>	<b>Lr (cm)</b>
Papa	27.00	13.00	1.35	50.00	9.45
Maíz	27.00	13.00	1.35	44.00	8.32
Arveja	27.00	13.00	1.35	40.00	7.56
Haba	27.00	13.00	1.35	42.00	7.94
Quinua	27.00	13.00	1.35	43.00	8.13
Hortalizas	27.00	13.00	1.35	38.00	7.18
Pastos	27.00	13.00	1.35	60.00	11.34

Nota. Fuente Elaboración Propia.

#### 5.14. Lámina de Riego Neta

Es el requerimiento del agua cuando se haya consumido el 50% de la humedad disponible, el cual se expresa con la siguiente relación:

$$L_{rn} = C_a \times L_r \quad (26)$$

$$C_a = 0.90$$

El coeficiente de agotamiento (**Ca**), es el porcentaje del agotamiento de la humedad disponible, y este significa que se debe de aplicar el agua de riego cuando se haya agotado un 90%, de esperar que se agote el 100% pues la planta habría llegado a su marchitamiento y por tanto la planta llegaría a un stress.

**Tabla 30.**  
*Lámina de Riego Neta para los Cultivos*

<b>Cultivo</b>	<b>Lr (cm)</b>	<b>Ca</b>	<b>Lrn (cm)</b>
Papa	9.45	0.90	8.51
Maíz	8.32	0.90	7.48
Arveja	7.56	0.90	6.80
Haba	7.94	0.90	7.14
Quinua	8.13	0.90	7.31
Hortalizas	7.18	0.90	6.46
Pastos	11.34	0.90	10.21

Fuente Elaboración Propia.

### 5.15. Tiempo de Riego

Tiempo necesario para aplicar un volumen dado de agua en cada riego y a una determinada superficie de terreno con un cultivo determinado. El cual se determina en función a la lámina de riego neta y la velocidad de infiltración básica del agua en el suelo:

$$T_r = \frac{L_{rn}}{I_b} \quad (27)$$

Donde:

Lrn: Lámina de riego neta (cm)

Ib: Velocidad de infiltración básica (cm/hr)

**Tabla 31.**  
*Tiempo de Riego para los Cultivos*

<b>Cultivo</b>	<b>Lr (cm)</b>	<b>Ca</b>	<b>Lrn (cm)</b>	<b>Ib (cm/hr)</b>	<b>Tr (hr)</b>
Papa	9.45	0.90	8.51	1.50	5.67
Maíz	8.32	0.90	7.48	1.50	4.99
Arveja	7.56	0.90	6.80	1.50	4.54
Haba	7.94	0.90	7.14	1.50	4.76
Quinua	8.13	0.90	7.31	1.50	4.88
Hortalizas	7.18	0.90	6.46	1.50	4.31
Pastos	11.34	0.90	10.21	1.50	6.80

Fuente Elaboración Propia.



Los valores de los tiempos de riego deberán ser tomados en cuenta al momento de aplicar el riego en cada uno de los cultivos por lo que son tomados en cuenta en la determinación del caudal de riego, los cuales se ven en las Tablas 36 al 42.

### 5.16. Frecuencia de Riego

Es el tiempo en días, entre un riego y la siguiente, este debe de respetarse estrictamente para economizar el agua de riego.

$$F_r = \frac{L_{rn}}{ETA} \quad (28)$$

Donde:

L<sub>rn</sub>: Lámina de riego neta (cm)

ETA: Evapotranspiración actual (cm/día)

Las frecuencias de riego se han determinado para los cultivos principales que en este caso son la papa, el maíz, la arveja, el haba, la quinua, las hortalizas y los pastos, dichos valores se ven los cuadros siguientes:

**Tabla 32.**  
*Frecuencia de Riego para la papa*

	<b>Lr (cm)</b>	<b>Lrn (cm)</b>	<b>ETA (mm/mes)</b>	<b>ETA (mm/día)</b>	<b>Fr (días)</b>
M	9.45	8.51	30.20	0.97	8.73
J	9.45	8.51	60.51	2.02	4.22
J	9.45	8.51	92.93	3.00	2.84
A	9.45	8.51	113.12	3.65	2.33
S	9.45	8.51	63.13	2.10	4.04
Promedio				Fr:	5 días

*Nota.* Fuente Elaboración Propia.

En el cuadro se ve que las frecuencias de riego en los meses que se han programado para el riego (época de estiaje) estos valores varían de 2.33 a 8.76 días, considerándose un promedio de este intervalo de riego de 5 días.

**Tabla 33.**  
*Frecuencia de Riego para el maíz*

Mes	Lr (cm)	Lrn (cm)	ETA (mm/mes)	ETA (mm/día)	Fr (días)
M	9.45	8.51	35.24	1.14	8.31
J	9.45	8.51	53.59	1.79	5.29
J	9.45	8.51	83.73	2.70	3.50
A	9.45	8.51	110.95	3.58	2.64
S	9.45	8.51	101.00	3.26	2.90
O	9.45	8.51	59.21	1.91	4.95
Promedio				Fr:	5 días

Fuente Elaboración Propia.

En el caso del maíz la frecuencia de riego que se debe considerar es de 5 días como promedio.

**Tabla 34.**  
*Frecuencia de Riego para la arveja*

Mes	Lr (cm)	Lrn (cm)	ETA (mm/mes)	ETA (mm/día)	Fr (días)
M	9.45	8.51	40.27	1.30	7.27
J	9.45	8.51	61.37	2.05	4.62
J	9.45	8.51	85.57	2.76	3.42
A	9.45	8.51	105.51	3.40	2.78
S	9.45	8.51	97.22	3.24	2.92
O	9.45	8.51	54.77	1.77	5.35
Promedio				Fr:	5 días

Fuente Elaboración Propia.

**Tabla 35.**  
*Frecuencia de Riego para el haba*

Mes	Lr (cm)	Lrn (cm)	ETA (mm/mes)	ETA (mm/día)	Fr (días)
M	9.45	8.51	56.38	1.82	5.20
J	9.45	8.51	57.92	1.93	4.90
J	9.45	8.51	85.57	2.76	3.42
A	9.45	8.51	108.77	3.51	2.69
S	9.45	8.51	95.95	3.20	2.95
O	9.45	8.51	54.77	1.77	5.35
Promedio				Fr:	5 días

Nota. Fuente Elaboración Propia.

Los cultivos como la arveja y el haba por ser ambas legumbres la frecuencia de riegos son similares siendo este tiempo 5 días como promedio, tiempo en que debe fluctuar entre un riego y la siguiente.

**Tabla 36.**  
*Frecuencia de Riego para la quinua*

Mes	Lr (cm)	Lrn (cm)	ETA (mm/mes)	ETA (mm/día)	Fr (días)
M	9.45	8.51	78.42	2.53	3.74
A	9.45	8.51	100.39	3.35	2.82
M	9.45	8.51	100.68	3.25	2.91
J	9.45	8.51	86.44	2.88	3.28
J	9.45	8.51	110.41	3.56	2.65
A	9.45	8.51	127.26	4.11	2.30
S	9.45	8.51	113.63	3.79	2.49
O	9.45	8.51	118.41	3.82	2.47
Promedio				Fr:	3 días

Fuente Elaboración Propia.

La quinua es un producto más sensible a la escasez de agua por lo que la frecuencia de riego es de 3 días en promedio.

**Tabla 37.**  
*Frecuencia de Riego para las hortalizas*

Mes	Lr (cm)	Lrn (cm)	ETA (mm/mes)	ETA (mm/día)	Fr (días)
M	9.45	8.51	42.28	1.36	6.93
J	9.45	8.51	69.15	2.31	4.10
J	9.45	8.51	92.01	2.97	3.18
A	9.45	8.51	119.65	3.86	qsave2.45
S	9.45	8.51	107.32	3.58	2.64
Promedio				Fr:	4 días

Fuente Elaboración Propia.

En el caso de las hortalizas la frecuencia de riego que se deberá de tomar en cuenta es 4 días como promedio, valor que debe considerarse para los posteriores riegos.

**Tabla 38.**  
*Frecuencia de Riego para los pastos*

Mes	Lr (cm)	Lrn (cm)	ETA (mm/mes)	ETA (mm/día)	Fr (días)
E	9.45	8.51	153.42	4.95	1.91
F	9.45	8.51	130.51	4.66	2.03
M	9.45	8.51	130.70	4.22	2.24
A	9.45	8.51	115.39	3.85	2.46

Mes	Lr (cm)	Lrn (cm)	ETA (mm/mes)	ETA (mm/día)	Fr (días)
M	9.45	8.51	100.68	3.25	2.91
J	9.45	8.51	86.44	2.88	3.28
J	9.45	8.51	92.01	2.97	3.18
A	9.45	8.51	108.77	3.51	2.69
S	9.45	8.51	126.26	4.21	2.25
O	9.45	8.51	148.02	4.77	1.98
N	9.45	8.51	152.86	5.10	1.85
D	9.45	8.51	157.86	5.09	1.86
Promedio				Fr :	3 días

Fuente Elaboración Propia.

Los pastos, por ser cultivos que cubren toda la superficie del suelo, estos consumen abundante agua, justificado el valor obtenido en el Cuadro respectivo cuyo valor de la frecuencia de riego promedio viene a ser 3 días.

## 5.17. Caudal de Riego

### 5.17.1. Caudal de Riego que actualmente manejan los usuarios

Los usuarios de riego del distrito de Chupaca desde sus ancestros vienen practicando el riego tradicional por gravedad, esta técnica de riego lo hacen por inundación cubriendo totalmente al campo de cultivo, incluso causan encharcamientos y la pérdida de agua por escorrentía e inclusive causan la percolación del agua, esto ocurre por el exceso de agua que se llega aplicar y en un tiempo corto como 3 hr., en donde el suelo no tiene la capacidad de poder absorber el agua que se le aplica.

El resultado de dicho caudal que en este caso es alto se ve en el Cuadro siguiente, siendo este valor más alto de 11.91 lt/s.

**Tabla 39.**  
*Caudal de Riego que actualmente manejan los Usuarios*

DESCRIPCION	M E S E S											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Kc Promedio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ETP (mm)	153.42	130.51	130.70	115.39	100.68	86.44	92.01	108.77	126.26	148.02	152.86	157.86

DESCRIPCION	M E S E S											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETA (mm)	153.42	130.51	130.70	115.39	100.68	86.44	92.01	108.77	126.26	148.02	152.86	157.86
PE 75% (mm)	79.4	75.0	63.3	24.6	4.0	1.4	1.4	5.7	19.5	40.2	41.0	69.6
DHN (mm)	74.02	55.51	67.40	90.79	96.68	85.04	90.61	103.07	106.76	107.82	111.86	88.26
DHB (mm)	255.23	191.40	232.41	313.06	333.36	293.25	312.45	355.42	368.12	371.78	385.73	304.36
Área (Has)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Da (m3)	2552	1914	2324	3131	3334	2932	3125	3554	3681	3718	3857	3044
Q 3 hr riego (lt/s)	7.62	6.33	6.94	9.66	9.96	9.05	9.33	10.62	11.36	11.10	11.91	9.09

Fuente Elaboración Propia.

### 5.17.2. Caudal de Riego que deberían tener para cada Cultivo

Con el cálculo de la demanda de agua se ha obtenido los caudales reales que se deben de aplicar en cada riego según la frecuencia de riego y el tiempo requerido para aplicar dicho caudal, en este caso para los principales cultivos elegidos.

El caudal obtenido es producto de una buena eficiencia de riego, con el coeficiente de cultivo que corresponde a cada cultivo, con el consumo de agua obtenido para cada uno de ellos y con el aporte del agua de lluvia.

En los siguientes cuadros se muestran los resultados del caudal de riego requeridos para cada uno de los principales cultivos considerados en el presente estudio.

**Tabla 40.**  
*Caudal de Riego para el Cultivo de la papa*

DESCRIPCION	MESES				
	M	J	J	A	S
Kc Promedio	0.30	0.70	1.01	1.04	0.50
ETP (mm)	100.68	86.44	92.01	108.77	126.26
ETA (mm)	30.20	60.51	92.93	113.12	63.13
PE 75% (mm)	4.00	1.40	1.40	5.70	19.50
DHN (mm)	26.20	59.11	91.53	107.42	43.63
DHB (mm)	65.51	147.77	228.83	268.56	109.07
Área (Has)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Da (m3)	655	1478	2288	2686	1091
Q 5.7 hr riego (lt/s)	1.03	2.40	3.60	4.22	1.77

Fuente Elaboración Propia.

El mayor requerimiento de agua por el cultivo de la papa es en los meses de estiaje, resultando ser el caudal de 4.22 lt/s el cual debe ser aplicado en un tiempo de 5.67 horas y en un intervalo de 5 días.

**Tabla 41.**  
*Caudal de Riego para el Cultivo del maíz*

DESCRIPCION	MESES					
	M	J	J	A	S	O
Kc Promedio	0.35	0.62	0.91	1.02	0.80	0.40
ETP (mm)	100.68	86.44	92.01	108.77	126.26	148.02
ETA (mm)	35.24	53.59	83.73	110.95	101.00	59.21
PE 75% (mm)	4.0	1.4	1.4	5.7	19.5	40.2
DHN (mm)	31.24	52.19	82.33	105.25	81.50	19.01
DHB (mm)	78.09	130.49	205.82	263.12	203.76	47.52
Área (Has)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Da (m3)	781	1305	2058	2631	2038	475
Q 5 hr riego (lt/s)	1.40	2.42	3.69	4.72	3.77	0.85

Fuente Elaboración Propia.

En el caso del maíz el caudal requerido en cada aplicación del agua de riego es de 4.72 lt/s, con una duración de 4.99 hr de aplicación y con una frecuencia de riego de 5 días.

**Tabla 42.**  
*Caudal de Riego para el Cultivo de la arveja*

DESCRIPCION	MESES					
	M	J	J	A	S	O
Kc Promedio	0.40	0.71	0.93	0.97	0.77	0.37
ETP (mm)	100.68	86.44	92.01	108.77	126.26	148.02
ETA (mm)	40.27	61.37	85.57	105.51	97.22	54.77
PE 75% (mm)	4.0	1.4	1.4	5.7	19.5	40.2
DHN (mm)	36.27	59.97	84.17	99.81	77.72	14.57
DHB (mm)	90.68	149.93	210.43	249.52	194.29	36.42
Área (Has)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Da (m3)	907	1499	2104	2495	1943	364
Q 4.5 hr riego (lt/s)	1.81	3.09	4.19	4.97	4.00	0.73

Fuente Elaboración Propia.

El caudal que se debe aplicar en cada riego es de 4.97 lt/s, el tiempo de duración debe ser 4.54 hr y el tiempo que transcurre entre un riego y la siguiente es de 5 días.

**Tabla 43.**  
*Caudal de Riego para el Cultivo de haba*

DESCRIPCION	MESES					
	M	J	J	A	S	O
Kc Promedio	0.56	0.67	0.93	1.00	0.76	0.37
ETP (mm)	100.68	86.44	92.01	108.77	126.26	148.02
ETA (mm)	56.38	57.92	85.57	108.77	95.95	54.77
PE 75% (mm)	4.0	1.4	1.4	5.7	19.5	40.2
DHN (mm)	52.38	56.52	84.17	103.07	76.45	14.57
DHB (mm)	130.95	141.29	210.43	257.68	191.13	36.42
Área (Has)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Da (m3)	1309	1413	2104	2577	1911	364
Q 4.8 hr riego (lt/s)	2.44	2.73	3.93	4.81	3.69	0.68

Fuente Elaboración Propia.

El cultivo del haba, requiere un caudal de riego de 4.81 lt/s, el cual debe ser aplicado en un tiempo de 4.76 hr. y con una frecuencia de riego cada 5 días.

**Tabla 44.**  
*Caudal de Riego para el Cultivo de la quinua*

DESCRIPCION	MESES							
	M	A	M	J	J	A	S	O
Kc Promedio	0.60	0.87	1.00	1.00	1.20	1.17	0.90	0.80
ETP (mm)	130.70	115.39	100.68	86.44	92.01	108.77	126.26	148.02
ETA (mm)	78.42	100.39	100.68	86.44	110.41	127.26	113.63	118.41
PE 75% (mm)	63.3	24.6	4.0	1.4	1.4	5.7	19.5	40.2
DHN (mm)	15.12	75.79	96.68	85.04	109.01	121.56	94.13	78.21
DHB (mm)	37.80	189.47	241.69	212.61	272.53	303.91	235.32	195.53
Área (Has)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Da (m3)	378	1895	2417	2126	2725	3039	2353	1955
Q 4.9 hr riego (lt/s)	0.69	3.58	4.42	4.02	4.98	5.56	4.45	3.58

Fuente Elaboración Propia.

En el cultivo de la quinua el requerimiento de agua en cada riego es 5.56 lt/s, el cual debe aplicarse en un tiempo de 4.88 hr. y con una frecuencia de 3 días.

**Tabla 45.**  
*Caudal de Riego para el Cultivo de hortalizas*

DESCRIPCION	MESES				
	M	J	J	A	S
Kc Promedio	0.42	0.80	1.00	1.10	0.85
ETP (mm)	100.68	86.44	92.01	108.77	126.26
ETA (mm)	42.28	69.15	92.01	119.65	107.32
PE 75% (mm)	4.0	1.4	1.4	5.7	19.5
DHN (mm)	38.28	67.75	90.61	113.95	87.82
DHB (mm)	95.71	169.38	226.53	284.87	219.54
Área (Has)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Da (m3)	957	1694	2265	2849	2195
Q 4.3 hr riego (lt/s)	1.99	3.65	4.72	5.94	4.73

Fuente Elaboración Propia.

En el caso del cultivo de las hortalizas se requiere un caudal de aplicación de 5.94 lt/s, con una duración de aplicación de 4.31 hr. y tiempo que transcurre entre un riego y la siguiente de 4 días.

**Tabla 46.**  
*Caudal de Riego para el Cultivo de pastos*

DESCRIPCION	MES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Kc Promedio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ETP (mm)	153.42	130.51	130.70	115.39	100.68	86.44	92.01	108.77	126.26	148.02	152.86	157.86
ETA (mm)	153.42	130.51	130.70	115.39	100.68	86.44	92.01	108.77	126.26	148.02	152.86	157.86
PE 75% (mm)	79.4	75.0	63.3	24.6	4.0	1.4	1.4	5.7	19.5	40.2	41.0	69.6
DHN (mm)	74.02	55.51	67.40	90.79	96.68	85.04	90.61	103.07	106.76	107.82	111.86	88.26
DHB (mm)	185.04	138.77	168.50	226.97	241.69	212.61	226.53	257.68	266.89	269.54	279.65	220.66
área (Has)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Da (m3)	1850	1388	1685	2270	2417	2126	2265	2577	2669	2695	2797	2207
Q 6.8 hr riego (lt/s)	2.44	2.02	2.22	3.09	3.18	2.89	2.99	3.40	3.63	3.55	3.81	2.91

Fuente Elaboración Propia.

Para el caso de cultivos de pastos como alfalfa, trebolina, rey grass, entre otros el caudal que debe de aplicarse es de 3.81 lt/s, con una duración en la aplicación de 6.80 hr. y con una frecuencia entre riego y riego de 3 días.



## 5.18. Diseño y Presupuesto para la Mejora de la Eficiencia de Riego

### 5.18.1. Diseño Del Canal

Para el diseño del canal, primero identificaremos el caudal de diseño, para cual según los análisis ya realizados anteriormente nos da el siguiente cuadro resumen

**Tabla 47.**  
*Caudal de Diseño por Cultivo*

Tipo de cultivo	Caudal calculado (Lt/s)	Caudal calculado (m <sup>3</sup> /s)	Eficiencia de Riego	Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /s)
Papa	4.22	0.0042	0.4	0.011
Maíz	4.72	0.0047	0.4	0.012
Arveja	4.97	0.0050	0.4	0.012
Haba	4.81	0.0048	0.4	0.012
Quinua	5.56	0.0056	0.4	0.014
Hortalizas	5.94	0.0059	0.4	<b>0.015</b>
Pastos	3.81	0.0038	0.4	0.010

*Nota.* Fuente Elaboración Propia.

Según el cuadro mostrado se puede apreciar que luego de haber calculado los requerimientos de la cantidad de agua por cultivo le aumentamos la eficiencia que tendrá esta la cual es de 40%, dándonos así los caudales de diseño por cultivo, para diseñar el canal propuesto tomaremos el mayor caudal de diseño, ya que esta cumplirá para los demás tipos de cultivo, siendo este **0.015 m<sup>3</sup>/s**, a continuación, se propondrá las secciones de los canales que se diseñaran a partir del caudal de diseño.

### 5.18.2. Diseño Según Máxima Eficiencia Hidráulica

Es aquella que, teniendo la menor área hidráulica, permite descargar el máximo caudal. Dicho de otro modo, es aquella sección que la corresponde el mínimo perímetro mojado. Esto se obtiene cuando el radio hidráulico es máximo y esto sucede cuando el perímetro mojado es mínimo.

$$R_{max} = \frac{A}{P_{min}} \quad (29)$$

Luego reemplazando valores y haciendo el radio hidráulico máximo se obtiene la fórmula siguiente:

$$\frac{b}{y} = 2(\sqrt{1 - Z^2} - Z) \quad (30)$$

Realizando tabulaciones para diferentes datos no generaría el siguiente cuadro:



**Figura 17.** Relación Entre Talud(z) Y m(b/y) Para Una Máxima Eficiencia Hidráulica  
Nota: Tomado de: Villón Béjar, Máximo; "Hidráulica de canales"

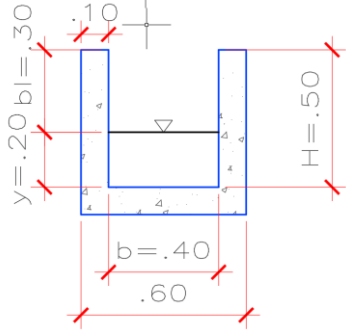
Donde “m” es b/y, para lo cual se tendría el siguiente cuadro para cada tipo de sección que cumpla esta relación de máxima eficiencia hidráulica.

SECCION	AREA $A$	PERIMETRO MOJADO $P$	RADIO HIDRAULICO $R$	ANCHO SUPERFICIAL $T$	TIRANTE HIDRAULICO $d$	FACTOR HIDRAULICO $Z$
TRAPECIO (Mitad de un hexágono)	$\sqrt{3}y^2$	$2\sqrt{3}y$	$\frac{y}{2}$	$\frac{4}{3}\sqrt{3}y$	$\frac{3}{4}y$	$\frac{3}{2}y^{\frac{5}{2}}$
RECTANGULO (mitad de un cuadrado)	$2y^2$	$4y$	$\frac{y}{2}$	$2y$	$y$	$2y^{\frac{5}{2}}$
TRIANGULO (Mitad de un cuadrado)	$y^2$	$2\sqrt{2}y$	$\frac{1}{4}\sqrt{2}y$	$2y$	$\frac{y}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}y^{\frac{5}{2}}$
SEMICIRCULO	$\frac{\pi}{2}y^2$	$\pi y$	$\frac{1}{2}y$	$2y$	$\frac{\pi}{4}y$	$\frac{\pi}{4}y^{\frac{5}{2}}$
PARABOLA $T = 2\sqrt{2}y$	$\frac{4}{3}\sqrt{2}y^2$	$\frac{8}{3}\sqrt{2}y$	$\frac{1}{2}y$	$2\sqrt{2}y$	$\frac{2}{3}y$	$\frac{8}{9}\sqrt{3}y^{\frac{5}{2}}$
CATENARIA	$1.39586y^2$	$2.9836y$	$0.46784y$	$1.917532y$	$0.72795y$	$1.19093y^{\frac{5}{2}}$

**Figura 18.** Secciones De Máxima Eficiencia Hidráulica  
Nota: Tomado de: Villón Béjar, Máximo; "Hidráulica de canales"

Seguidamente se realizó el diseño de los canales rectangulares y trapecoidales, esto para mantener las secciones de los canales encontrados y evitar transiciones, la cual se muestra en el siguiente cuadro.

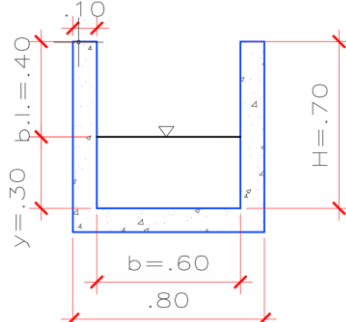
**Tabla 48.**  
Diseño de Canal Rectangular  $b=0.40$  Metros



Datos Geométricos		Datos Hidráulicos		
b (m)	0.4	Q (m <sup>3</sup> /s)	0.015	0.06
y (m)	0.2	V (m/s)	0.188	0.8
z	0	A (m <sup>2</sup> )	0.08	
T (m)	0.4	S (m/m)	0.00233	2.33
b.l. (m)	0.3	n	0.013	
H (m)	0.5	R (m)	0.1	

Nota: Fuente Elaboración Propia.

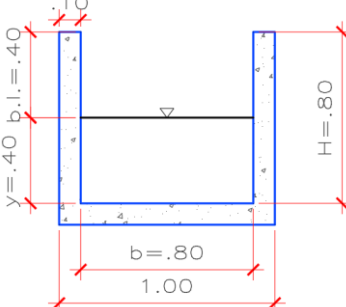
**Tabla 49.**  
Diseño de Canal Rectangular  $b=0.60$  Metros



Datos Geométricos		Datos Hidráulicos		
b (m)	0.6	Q (m <sup>3</sup> /s)	0.015	0.14
y (m)	0.3	V (m/s)	0.083	0.8
z	0	A (m <sup>2</sup> )	0.18	
T (m)	0.6	S (m/m)	0.00136	1.36
b.l. (m)	0.4	n	0.013	
H (m)	0.7	R (m)	0.15	

Nota: Fuente Elaboración Propia.

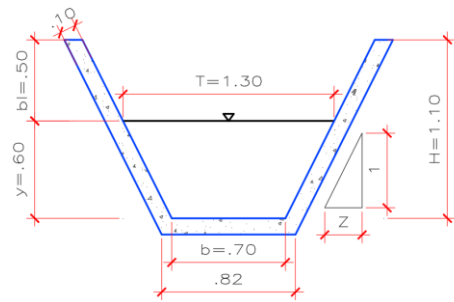
**Tabla 50.**  
Diseño de Canal Rectangular  $b=0.80$  Metros



Datos Geométricos		Datos Hidráulicos		
b (m)	0.8	Q (m <sup>3</sup> /s)	0.015	0.26
y (m)	0.4	V (m/s)	0.047	0.8
z	0	A (m <sup>2</sup> )	0.32	
T (m)	0.8	S (m/m)	0.00092	0.92
b.l. (m)	0.4	n	0.013	
H (m)	0.8	R (m)	0.2	

Nota: Fuente Elaboración Propia.

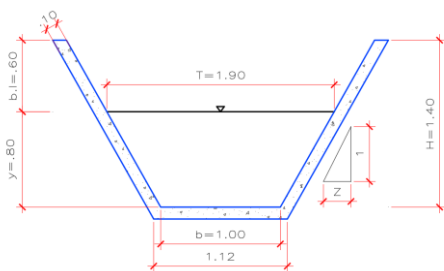
**Tabla 51.**  
Diseño de Canal Trapezoidal  $b=0.70$  Metros



Datos Geométricos		Datos Hidráulicos		
b (m)	0.7	Q (m <sup>3</sup> /s)	0.015	0.44
y (m)	0.6	V (m/s)	0.027	0.8
z	0.5	A (m <sup>2</sup> )	0.55	
T (m)	1.3	S (m/m)	0.00058	0.58
b.l. (m)	0.5	n	0.013	
H (m)	1.1	R (m)	0.28	

Nota: Fuente Elaboración Propia.

**Tabla 52.**  
Diseño de Canal Trapezoidal  $b=1.00$  Metros



Datos Geométricos		Datos Hidráulicos		
b (m)	1	Q (m <sup>3</sup> /s)	0.015	0.90
y (m)	0.8	V (m/s)	0.013	0.8
z	0.5	A (m <sup>2</sup> )	1.13	
T (m)	1.9	S (m/m)	0.00036	0.36
b.l. (m)	0.6	n	0.013	
H (m)	1.4	R (m)	0.40	

Nota: Fuente Elaboración Propia.

Donde:

- $b$ =Base menor (m)
- $y$ =Tirante (m)
- $z$ =Talud
- $T$ =Tirante superficial (m)
- $b.l.$ =Borde libre (m) $=\sqrt{cy}$ :  $c$  es un factor que varía de 0.46 para  $Q=0.60$  m<sup>3</sup>/s a 0.76 para  $Q= 85$  m<sup>3</sup>/s.
- $H$ =altura de talud (m)
- $Q$ =Caudal (m<sup>3</sup>/s)
- $V$ =velocidad (m/s)
- $A$ =Área (m<sup>2</sup>)
- $S$ =Pendiente (m/m)
- $n$ =Coeficiente De Manning
- $R$ =Radio hidráulico

Para el diseño de los canales se usó las dimensiones de la base menor según lo que ya se encontraba construido, esto para evitar modificaciones grandes al momento de hacer transiciones en el nuevo canal. Como tal cada uno de los canales nos dio velocidades inferiores a las mínimas de sedimentación por tal motivo se usó esta velocidad de diseño para evitar dicho inconveniente 0.8 m/s Según; Autoridad Nacional del Agua (Criterios De Diseños De Obras Hidráulicas Para La Formulación De Proyectos Hidráulicos Multisectoriales Y De Afianzamiento Hídrico 2010).

Luego de tener como parámetro la velocidad y teniendo en cuenta no modificar la sección del canal, se optó por calcular la pendiente a la cual debería ser construida para poder transportar dicho caudal de diseño a una velocidad que no me genere sedimentación ni crecimiento de plantas.

Se usó la fórmula de Manning para el cálculo de la pendiente:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{1/2} \quad (31)$$

Donde:

- V=velocidad (m/s)
- S=Pendiente (m/m)
- n=Coficiente De Manning
- R=Radio hidráulico

Los diseños de cada uno de los canales ya sean rectangulares o trapezoidales se encuentran en los planos ubicados en los anexos

### 5.18.3. Calculo Del Presupuesto

Según la información ya obtenida en cuadros anteriores se pudo identificar las estructuras de riego que se encuentran a lo largo de los 20 canales que conforman la comunidad de regantes del Cunas, como también se pudo identificar los canales en mal estado, las que faltan revestir y las tomas en buen y mal estado.

Luego realizar el diseño y poden cuantificar los elementos para el presupuesto se generó el siguiente cuadro resumen de metrados.

**Tabla 53.**  
*Resumen de Metrados*

RESUMEN DE METRADOS				
“MEJORA DE LA EFICIENCIA DE RIEGO POR GRAVEDAD EN LAS COMISIONES DE RIEGO DEL DISTRITO DE CHUPACA - 2018”				
TESIS				
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	
<b>01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>			
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 3.60X7.20m (Gigantografías)	und	3.00	
01.02	OFICINAS, ALMACENES, CASETA DE GUARDIANIA, COMEDOR Y VESTUARIO	mes	4.00	
01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	
<b>02</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>			
02.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO CON EQUIPO	m2	10,858.80	
<b>03</b>	<b>DEMOLICIONES Y DESMONTAJES</b>			
03.01	DEMOLICION DE CANAL DE CONCRETO C/EQUIPO	m3	1,317.39	
03.02	DESMONTAJE Y RETIRO DE TOMA LATERAL	und	35.00	
<b>04</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>			
04.01	EXCAVACION MANUAL PARA CANAL RECTANGULAR e=0.20m	m3	388.52	
04.02	EXCAVACION MANUAL PARA CANAL TRAPEZOIDAL e=0.20m	m3	3,758.44	
04.03	EXCAVACION MANUAL PARA TOMA LATERAL e=0.20m	m3	0.63	
04.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQ. 15M3 D=25KM	m3	7,160.57	
<b>05</b>	<b>CANAL ABIERTO RECTANGULAR</b>			
05.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m2	3,766.40	
05.02	MAT. P/BASE PUESTO EN OBRA	m3	495.58	
05.03	EXT. RIEGO Y COMPACT. PBASE GRANULAR E=0.10m	m2	3,766.40	
05.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CANAL RECTANGULAR	m2	17,827.20	
05.05	CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	1,030.92	
05.06	JUNTAS ASFALTICAS E=1"	ml	2,834.50	
05.07	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO QUIMICO	m2	10,309.20	
<b>06</b>	<b>CANAL ABIERTO TRAPEZOIDAL</b>			
06.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m2	7,092.40	

<b>RESUMEN DE METRADOS</b>			
<b>TESIS</b>	<b>“MEJORA DE LA EFICIENCIA DE RIEGO POR GRAVEDAD EN LAS COMISIONES DE RIEGO DEL DISTRITO DE CHUPACA - 2018”</b>		
06.02	MAT. P/BASE PUESTO EN OBRA	m3	933.21
06.03	EXT. RIEGO Y COMPACT. PBASE GRANULAR E=0.10m	m2	7,092.40
06.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CANAL TRAPEZOIDAL	m2	10,801.45
06.05	CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	1,128.60
06.06	JUNTAS ASFALTICAS E=1"	ml	2,715.10
06.07	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO QUIMICO	m2	11,444.60
<b>07</b>	<b>TOMA LATERAL</b>		
07.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m2	6.30
07.02	MAT. P/BASE PUESTO EN OBRA	m3	0.83
07.03	EXT. RIEGO Y COMPACT. PBASE GRANULAR E=0.10m	m2	6.30
07.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN TOMA LATERAL	m2	45.12
07.05	CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	1.69
07.06	INSTALACIÓN COMPUERTA DE 0.30X0.40	und	6.00
07.07	INSTALACIÓN COMPUERTA DE 0.30X0.60	und	19.00
07.08	INSTALACIÓN COMPUERTA DE 0.40X0.70	und	2.00
07.09	INSTALACIÓN COMPUERTA DE 0.40X1.00	und	3.00
07.10	INSTALACIÓN COMPUERTA DE 0.50X1.30	und	5.00
07.11	INSTALACIÓN DE LIMNÍMETRO	und	35.00
07.12	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO QUIMICO	m2	39.48
<b>08</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>		
08.01	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD DE SALUD Y PREVENCIÓN EN OBRA	glb	1.00
08.02	APLICACIÓN DEL PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL EN OBRA	glb	1.00
<b>09</b>	<b>VARIOS</b>		
09.01	LIMPIEZA DE OBRA	m2	10,858.80

Nota: Fuente Elaboración Propia.

Según esta información se puede sacar las metas físicas de la tesis para el mejoramiento de la eficiencia de riego a nivel de conducción y distribución las cuales son:

- En el sector norte construcción de 1480 ml de canal rectangular de concreto simple f'c=175 kg/cm2, construcción de 515 ml de canal trapezoidal de concreto simple f'c=175 kg/cm2, instalación de 12 tomas laterales con sus respectivos limnómetro
- En el sector sur construcción de 2829 ml de canal rectangular de concreto simple f'c=175 kg/cm2, instalación de 13 tomas laterales con sus respectivos limnómetro

- En el sector oeste construcción de 567 ml de canal rectangular de concreto simple  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, construcción de 2330 ml de canal trapezoidal de concreto simple  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, instalación de 10 tomas laterales con sus respectivos limnómetro

Luego de haber realizado la cuantificación de cada una de las partidas necesarias para llegar a la meta, se procedió a calcular el presupuesto con ayuda de la herramienta computacional S10, la cual muestra el siguiente cuadro resumen:

Presupuesto					
Presupuesto	1301001	"MEJORA DE LA EFICIENCIA DE RIEGO POR GRAVEDAD EN LAS COMISIONES DE RIEGO DEL DISTRITO DE CHUPACA - 2018"			
Subpresupuesto	001	"MEJORA DE LA EFICIENCIA DE RIEGO POR GRAVEDAD EN LAS COMISIONES DE RIEGO DEL DISTRITO DE CHUPACA - 2018"			
Cliente	DOMÍNGUEZ RAMOS, TEED			Costo al	25/03/2019
Lugar	JUNIN - HUANCAYO - CHUPACA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>10,300.85</b>
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 3.60X7.20m (Gigantografía)	und	3.00	2,136.95	6,410.85
01.02	OFICINAS, ALMACENES, CASETA DE GUARDIANIA, COMEDOR Y VESTUARIO	mes	4.00	360.00	1,440.00
01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,450.00	2,450.00
02	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>19,111.49</b>
02.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO CON EQUIPO	m2	10,858.80	1.76	19,111.49
03	<b>DEMOLICIONES Y DESMONTAJES</b>				<b>82,411.05</b>
03.01	DEMOLICION DE CANAL DE CONCRETO C/EQUIPO	m3	1,317.39	61.17	80,584.75
03.02	DESMONTAJE Y RETIRO DE TOMA LATERAL	und	35.00	52.18	1,826.30
04	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS</b>				<b>282,631.97</b>
04.01	EXCAVACION MANUAL PARA CANAL RECTANGULAR e=0.20m	m3	388.52	38.00	14,763.76
04.02	EXCAVACION MANUAL PARA CANAL TRAPEZOIDAL e=0.20m	m3	3,758.44	38.00	142,820.72
04.03	EXCAVACION MANUAL PARA TOMA LATERAL e=0.20m	m3	0.63	38.00	23.94
04.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQ. 15M3 D=25KM	m3	7,160.57	17.46	125,023.55
05	<b>CANAL ABIERTO RECTANGULAR</b>				<b>1,030,192.58</b>
05.01	PERFILADO Y COMPACTADO A NIVEL DE SUB-RASANTE	m2	3,766.40	4.36	16,421.50
05.02	MAT. P/BASE PUESTO EN OBRA	m3	495.58	55.00	27,256.90
05.03	EXT. RIEGO Y COMPC. DE SUB BASE E=0.10M	m2	3,766.40	2.28	8,587.39
05.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CANAL RECTANGULAR	m2	17,827.20	31.14	555,139.01
05.05	CONCRETO $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	1,030.92	366.88	378,223.93
05.06	JUNTAS ASFALTICAS E=1"	m	2,834.50	5.32	15,079.54
05.07	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO QUIMICO	m2	10,309.20	2.86	29,484.31
06	<b>CANAL ABIERTO TRAPEZOIDAL</b>				<b>896,013.89</b>
06.01	PERFILADO Y COMPACTADO A NIVEL DE SUB-RASANTE	m2	7,092.40	4.36	30,922.86
06.02	MAT. P/BASE PUESTO EN OBRA	m3	933.21	55.00	51,326.55

**Figura 19.** Calculo Del Presupuesto Con El Programa S10  
*Nota.* Fuente Elaboración Propia.



06.03	EXT. RIEGO Y COMPC. DE SUB BASE E=0.10M	m2	7,092.40	2.28	16,170.67
06.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CANAL TRAPEZOIDAL	m2	10,801.45	31.14	336,357.15
06.05	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	1,128.60	366.88	414,060.77
06.06	JUNTAS ASFALTICAS E=1"	m	2,715.10	5.32	14,444.33
06.07	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO QUIMICO	m2	11,444.60	2.86	32,731.56
07	<b>TOMA LATERAL</b>				<b>34,108.71</b>
07.01	PERFILADO Y COMPACTADO A NIVEL DE SUB-RASANTE	m2	6.30	4.36	27.47
07.02	MAT. P/BASE PUESTO EN OBRA	m3	0.83	55.00	45.65
07.03	EXT. RIEGO Y COMPC. DE SUB BASE E=0.10M	m2	6.30	2.28	14.36
07.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN TOMA LATERAL	m2	45.12	31.14	1,405.04
07.05	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	1.69	366.88	620.03
07.06	INSTALACIÓN COMPUERTA DE 0.30 X 0.40	und	6.00	634.35	3,806.10
07.07	INSTALACIÓN COMPUERTA DE 0.30X0.60	und	19.00	634.35	12,052.65
07.08	INSTALACIÓN COMPUERTA DE 0.40X0.70	und	2.00	634.35	1,268.70
07.09	INSTALACIÓN COMPUERTA DE 0.40X1.00	und	3.00	634.35	1,903.05
07.10	INSTALACIÓN COMPUERTA DE 0.50X1.30	und	5.00	634.35	3,171.75
07.11	INSTALACIÓN DE LIMNIMETRO	und	35.00	276.60	9,681.00
07.12	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO QUIMICO	m2	39.48	2.86	112.91
08	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>16,864.25</b>
08.01	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD DE SALUD Y PREVENCION EN OBRA	gib	1.00	11,864.25	11,864.25
08.02	APLICACIÓN DEL PLAN DE MITIGACION AMBIENTAL EN OBRA	gib	1.00	5,000.00	5,000.00
09	<b>VARIOS</b>				<b>21,934.78</b>
09.01	LIMPIEZA DE OBRA	m2	10,858.80	2.02	21,934.78
	<b>Costo Directo</b>				<b>2,393,569.57</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>2,393,569.57</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>2,393,569.57</b>

Fecha : 08/04/2019 10:32:54p.m.

**Figura 20.** Calculo Del Presupuesto Con El Programa S10  
Nota. Fuente Elaboración Propia.

Como se puede observar según el gráfico que representa el resultado del análisis del presupuesto, nos da un costo directo de S/ 2,393,569.57 (Dos Millones Trescientos Noventitres Mil Quinientos Sesentinueve Y 57/100 Nuevos Soles). Siendo este costo la cantidad de dinero necesarios para la mejora de la eficiencia de riego por gravedad en el aspecto de conducción y distribución.

## 5.19. Sostenibilidad para la Mejora de la Eficiencia de Riego

### 5.19.1. Sostenibilidad en el Proyecto

Según MINAGRI – (Guía Metodológica Para La Identificación, Formulación Y Evaluación De Proyectos De Infraestructura De Riego Menor 2003) La sostenibilidad es la habilidad de un proyecto para mantener un nivel aceptable de flujo de beneficios a través de su vida económica la cual se puede

expresar en términos cuantitativos y cualitativos, para dicha sostenibilidad MINAGRI recomienda analizar en seis aspectos que son los siguientes:

- Viabilidad de arreglos institucionales
- Beneficios indirectos
- Amenazas y riesgos
- Antecedentes de viabilidad de proyectos similares
- Sostenibilidad de la etapa de operación
- Participación de los beneficiarios

Cada uno de estos aspectos son necesarios analizarlas detalladamente para poder tener un proyecto sostenible, ya que esto nos permitirá mantener el proyecto a lo largo de su vida útil y quizá aún más, estos proyectos de riego en su mayoría suelen colapsar antes de su vida útil debido a una mala organización de los beneficiarios y también por una dejadez de las autoridades competentes como son los ministerios y gobiernos locales.

## **5.20. Discusión**

Actualmente los usuarios de riego practican un riego sin asistencia técnica, desperdiciándose abundante agua en cada una de las aplicaciones de riego en sus campos de cultivo, en el presente estudio se han obtenido resultados donde los usuarios aplican un caudal de hasta 11.91 lt/s para ser aplicado en tan solo 3 horas y luego se espera 10 días para volver a aplicar el agua, con este modo de regar se está desperdiciando el agua que se aplica y la planta entra a un stress.

En un tiempo de 3 horas el suelo no puede absorber toda el agua que se le aplica perdiéndose el agua por escorrentía, esto significa que la eficiencia de riego es bajo, que en los cálculos este ha llegado a tan solo 29% de eficiencia de riego el cual significa de cada 100 lt de agua que se aplica solo el cultivo aprovecha 29 lt y el resto se pierde.

La eficiencia de conducción es baja porque los canales no cuentan con el mantenimiento respectivo, ya que están llenos de malas hierbas, con tierras en el fondo del canal, algunos canales están dañados.

La eficiencia de distribución también es baja debido a que no cuentan con compuertas en buen estado y no hay medidores del caudal de agua que se pueda derivar, ya que en lugar de dichas compuertas están son en base a piedras y champas dificultando la medición del agua de riego y por lo tanto se desconoce el caudal de agua que se deriva.

La eficiencia de aplicación, va depender del manejo del agua, el agricultor lo riega por inundación en todos los campos de cultivo desperdiciando el agua por infiltración profunda y por escorrentía saliéndose el agua fuera del campo de cultivo.

De practicar un buen manejo del agua de riego se logrará ahorrar el agua y por tanto se podrá regar una mayor superficie, en este caso el tiempo de aplicación del agua es controlado ya que en ese tiempo el suelo pueda absorber y retener el agua suficiente y la frecuencia de riego también es lo adecuado ya que se aplica el agua antes que llega al punto de marchitez es decir aplicar el agua considerando un coeficiente de agotamiento de hasta un 90% como máximo.

Las fórmulas utilizadas en el presente trabajo son aquellos que utiliza la FAO, y de igual manera también en la programación de los riegos, como la cedula de cultivo y en la demanda de agua de riego de los diferentes proyectos de riego a nivel nacional.

Para la mejora del riego y por tanto también la optimización del uso del agua, se debe de manejar el agua de riego tomando en cuenta la cantidad de agua que se debe de aplicar y en el tiempo adecuado de acuerdo a lo calculado para cada sector, así mismo se tiene que volver a aplicar después de un tiempo al que se le conoce como la frecuencia de riego el cual también tiene que ser de acuerdo a la necesidad del cultivo el cual también es calculado para cada sector y para cada cultivo.

Para cumplir con estas técnicas de riego se deberá de realizar talleres de capacitación en manejo del agua de riego a los agricultores de por lo menos una vez al inicio de cada campaña agrícola.

Como parte de una segunda investigación de la tesis, de forma más experimental, vendría a hacer la validación de todo lo propuesto en esta tesis, en la cual se tendría que tener grupos de control, en donde a uno de ellos se le aplique todo lo recomendado e investigado en la presente tesis para mejorar su eficiencia de riego y al otro se siga regando como común mente lo hace la comisión de regantes del cunas.

Seguidamente se tendría que calcular la eficiencia de riego en ambos grupos de control y determinar si realmente se alcanzó el 40% de eficiencia de riego en el que hubo asistencia técnica a partir de lo mencionado en la presente tesis, a su vez se podría hacer un cuadro comparativo de ambos grupos de control

donde se señalaría en que porcentaje mejoro uno con respecto al otro en relación con la calidad, tamaño, nutrientes, sabor, Etc.

Finalmente, uno tiene que preguntarse y responderse las siguientes preguntas, como regar, cuanto de agua se debe aplicar y cuando se debe de regar.

## CONCLUSIONES

- La eficiencia de riego con lo que actualmente riegan los usuarios es 29%, valor que es muy bajo, este quiere decir que de cada 100 lt de agua disponible para el riego solo se aprovechan 29 lt. y el resto 71 lt. se pierde en la conducción por los canales de riego porque estos no cuentan con el mantenimiento respectivo, en la derivación del agua del canal hacia los campos de cultivo ya que en este lugar no existen compuertas en laterales porque en estos lugares no se cuentan con compuertas y al momento de la aplicación porque no hay un buen manejo del agua de riego.
- De acuerdo con los datos obtenidos por parte de los usuarios de riego, el tiempo de riego para todos los cultivos es 3 horas y la frecuencia de riego es 10 días de manera general, este corresponde al manejo del agua que no es técnicamente bien conducido.
- La eficiencia de riego que se ha tomado en cuenta para determinar el déficit de humedad se ha considerado el 40% valor que se considera para un sistema de riego por gravedad.
- El tiempo de riego determinado de acuerdo con los cálculos respectivos tomando en cuenta textura de suelo y tipo de cultivo varía de 4.3 a 6.8 horas para los diferentes cultivos.
- La frecuencia de riego también fue determinada en función a la textura del suelo y la evapotranspiración de los cultivos, estos valores varían entre 3 a 5 días, valor aceptable para llevar a cabo en la práctica.
- El caudal de aplicación en el riego tradicional lo emplean hasta 11.36 lt/s al regar con este caudal y en tan solo 3 hr. de tiempo de riego lo que ocurre es la pérdida del agua por escorrentía.

- El caudal de aplicación real determinado es 5.94 lt/s. el cual debe aplicarse en un tiempo de 5.55 hr. en estas condiciones el agua de riego es aprovechado eficientemente.
- El presupuesto para la mejora de la eficiencia de conducción y distribución es de S/ 2,393,569.57 (Dos Millones Trescientos Noventitres Mil Quinientos Sesentinueve Y 57/100 Nuevos Soles).
- La eficiencia de conducción se debe mejorar haciendo un mantenimiento de forma periódica a los canales de riego como la limpieza de las paredes y la losa del fondo del canal.
- La eficiencia de distribución de debe de mejorar contando con compuertas en buen estado de operación el cual nos permitirá medir y distribuir el agua eficientemente.
- La eficiencia de aplicación se llegará a mejorar conociendo el cual de aplicación y el tiempo de riego.
- Como parte final del trabajo de investigación el siguiente paso a seguir es validar, todo lo propuesto anteriormente
- Como conclusión final puedo decir luego de los análisis realizados, ***“El mejoramiento de la eficiencia de riego por gravedad en las comisiones de riego del Distrito de Chupaca - 2018 es factible y viable”***

## **RECOMENDACIONES**

- Se debe de realizar los estudios respectivos para el buen manejo del agua de riego por parcelas y para cada tipo de cultivo en todas las zonas donde no se cuenta con un asesoramiento técnico.
- Para evitar la pérdida del agua en el riego los Comités de riego deben de contar con el asesoramiento de un profesional del área.
- Difundir la presente tesis a las diferentes instituciones y comunidades para que tomen como modelo para el mejor manejo del agua de riego.
- Para un futuro expediente técnico basado en esta tesis se recomienda realiza un análisis de sostenibilidad cumpliendo los 6 acápite que recomienda MINAGRI.



## REFERENCIA BIBLIOGRAFIA

- Ascencios, D.; 2012; Sistema de Riego en el Cultivo de Esparrago; UNALM – AGROBANCO; Ancash – Perú.
- Blair F. E.; 1957; Manual de Riegos y Avenamiento; Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA; Lima.
- Cieza, L. S/F; Copia del Curso Diseño de Sistemas de Riego I; UNAP; Puno – Perú.
- Garay C. O.; 2009; Manual de Uso Consuntivo del Agua para los principales Cultivos de los Andes Centrales Peruanos; INIA; Huancayo.
- Gutiérrez, A. 1997. Evaluaciones de riego por surcos en el cultivo de la caña de azúcar en un vertisuelo. CAI. A. Finalet. 6 pp.
- Martín, O.; G. Gálvez; R. de Armas; R. Espinosa; R. Vigoa; y A. León. La caña de azúcar en Cuba. Capítulo 7: Riego y Drenaje Pág. 409 – 551. Editorial Científico Técnica. La Habana. 342 pp. 1987.
- Meneses P. J.; 2000; Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Habana – Pinar del Rio; INICA-MINAZ.
- MIMAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego); Notas de Prensa. Recuperado de: <http://www.minagri.gob.pe/portal/notas-de-prensa/notas-de-prensa-2014/11886-minagri-regiones-y-municipios-destinan-s-320-millones-para-tecnificacion-del-riego>.
- Núñez L. A.; 2015; Manual del Cálculo de la Eficiencia para Sistemas de Riego; DGIAR – MINAGRI; Lima-Perú.
- Villon B. M.; 1981; Hidráulica de Canales; Editorial Hozlo; Lima-Perú.
- Lázaro, P.; 2010; Riego por Gravedad; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Olarte, W.; 1987. Manual de Riego por Gravedad, CCTA; Lima.

- Pacheco, J. 1987. Estudio del riego por surcos en suelos pesados. Universidad Central de Las Villas. 10 pp.
- Ramírez E. P. 2010. Riego por Gravedad. Instituto Mexicano del Agua.
- Rodríguez, J.A. 1995. Evaluación de un modelo matemático para la simulación del riego superficial. IIRD.
- Salazar Le R.; 1979; Guía para Estudios de Evapotranspiración e Instalación de Parcelas Demostrativas con riego por Superficie; Programa de Asistencia Técnica CID – ATA/CLASS; Lima.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego); 2003; Guía Metodológica Para La Identificación, Formulación Y Evaluación De Proyectos De Infraestructura De Riego Menor; DGIAR – MINAGRI; Lima-Perú.
- Selles van Sch. G., Zúñiga E. C. (2012); Uso de lisímetros de balance hídrico para la determinación del coeficiente de cultivo (kc) en uva de mesa cv Thompson Seedless
- Vásquez V. A.; 1992; El Riego; Universidad Nacional Agraria La Molina; Lima.
- Vásquez F. E. 1999. Eficiencia de aplicación en el riego por surcos abiertos al emplear dos pendientes.

## **ANEXOS**

**Tabla 54.***Precipitación Total Mensual (Mm) - Estación: Huayao*

<b>AÑOS</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1994	121.2	198.1	137.1	90.8	28.3	1.5	1.3	16.9	16.5	58.7	61.8	111.7
1995	68.9	131.2	125.4	19.6	26.9	2.6	9.3	16.4	36.5	76.1	56.0	98.3
1996	98.5	91.9	105.2	37.7	4.6	1.3	0.0	16.3	22.8	58.8	32.3	86.0
1997	103.9	187.5	70.6	37.5	2.9	0.3	1.3	18.3	46.7	33.1	75.0	125.9
1998	153.5	126.0	61.3	81.7	1.9	3.9	0.0	35.0	33.9	93.2	56.7	79.3
1999	113.3	148.7	75.5	59.7	6.6	22.7	8.1	7.9	62.8	50.9	82.6	76.8
2000	106.9	141.7	111.6	16.1	16.3	3.8	10.0	36.4	17.6	68.8	31.7	114.8
2001	166.0	92.3	161.0	26.1	15.8	1.5	18.6	5.9	62.7	104.9	57.7	115.8
2002	95.6	149.2	115.8	28.4	12.3	4.4	31.0	11.7	66.2	71.7	93.9	133.3
2003	127.7	111.6	133.6	99.6	26.0	2.6	1.5	22.3	25.6	37.7	65.7	116.3
2004	52.1	159.6	51.1	35.9	16.6	9.0	15.0	7.3	44.6	49.5	95.9	81.4
2005	52.1	73.4	74.3	25.6	14.0	0.6	6.3	5.8	19.3	116.7	61.1	71.5
2006	158.3	73.4	80.9	19.4	2.3	5.0	31.9	7.9	52.3	50.7	51.2	86.6
2007	97.4	36.3	145.1	55.6	13.0	0.0	2.6	2.2	15.9	64.4	50.6	80.3
2008	105.1	62.3	50.7	24.5	3.8	11.8	6.4	18.9	40.1	70.1	32.3	67.9
2009	92.5	89.7	131.0	62.9	16.4	9.7	7.4	32.1	26.4	40.1	114.6	111.7
2010	173.8	86.3	108.3	40.2	1.1	6.4	4.8	1.0	5.6	48.8	25.4	96.9
2011	157.3	231.0	111.8	72.9	19.3	0.0	3.6	1.9	68.6	49.5	71.3	124.9
2012	77.6	120.7	76.8	87.7	19.3	14.3	0.4	1.1	31.0	41.3	73.6	133.1
2013	149.8	149.7	58.7	45.5	8.5	8.8	1.8	30.2	54.4	33.8	41.9	79.6

*Nota.* Tomado de SENAMHI.

**Tabla 55.***Temperatura Media Mensual (°C) - Estación: Huayao*

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1993	12.8	12.6	12.0	12.1	11.4	9.6	10.5	11.0	12.6	12.8	13.0	12.9
1994	12.1	11.9	12.0	12.0	10.8	9.5	9.8	10.6	12.5	13.3	14.0	14.0
1995	13.2	13.1	12.5	12.4	11.0	10.6	11.1	12.1	12.7	13.8	13.8	13.4
1996	12.6	12.2	12.4	12.4	11.6	10.0	9.8	12.2	13.0	14.0	13.9	12.8
1997	12.9	12.2	12.3	12.1	11.7	10.0	10.1	11.4	13.1	14.4	14.2	14.2
1998	13.8	14.1	13.7	14.0	12.4	11.2	10.0	12.3	13.1	13.7	13.7	13.0
1999	12.6	11.8	12.1	11.7	11.2	9.8	9.5	10.7	12.1	12.6	13.9	12.9
2000	12.2	11.8	11.2	11.3	11.6	11.3	10.2	11.6	12.9	12.6	14.3	13.2
2001	11.8	12.3	11.9	11.3	11.4	9.8	10.6	10.4	12.4	13.1	13.8	13.4
2002	13.1	12.3	12.5	12.2	11.6	10.4	10.5	11.3	12.5	13.5	13.1	13.6
2003	13.4	12.7	12.3	11.9	11.5	10.4	9.8	11.1	12.3	14.0	14.1	13.2
2004	13.7	12.6	12.2	12.1	11.7	9.9	10.5	10.8	12.1	13.5	14.0	13.1
2005	13.2	13.3	13.0	13.0	11.6	10.0	10.0	11.1	12.9	13.0	14.1	13.1
2006	12.6	12.5	12.2	12.2	10.3	10.7	9.3	11.4	12.4	13.2	13.1	14.0
2007	13.8	13.0	12.4	12.4	11.4	10.0	10.5	11.5	12.1	13.4	14.1	13.4
2008	12.5	12.0	11.5	12.2	10.8	10.1	10.0	11.6	12.4	13.1	14.3	13.5
2009	12.9	13.4	12.6	12.4	11.5	10.5	10.6	12.0	13.0	13.5	13.8	13.6
2010	13.5	13.9	14.0	13.3	12.3	11.0	10.6	11.1	12.8	13.7	13.6	13.1
2011	12.8	12.7	12.8	12.2	11.5	10.5	10.0	11.2	12.9	13.1	14.1	12.7
2012	13.0	12.9	12.3	12.6	11.6	10.5	9.9	11.1	12.1	13.7	13.8	13.5

*Nota.* Tomado de SENAMHI.

**Tabla 56.**  
*Humedad Relativa Media Mensual (°C) - Estación: Huayao*

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1984	70	76	73	67	62	60	55	56	56	64	62	62
1985	66	74	69	67	63	57	54	55	63	57	59	67
1986	75	77	78	72	63	58	60	59	62	57	55	62
1987	72	72	68	64	59	56	54	53	54	54	58	64
1988	70	69	70	70	61	53	50	49	54	56	53	60
1989	70	68	71	65	58	58	51	55	50	55	50	49
1990	65	57	61	56	56	58	50	49	51	56	56	54
1991	55	57	64	57	54	51	44	46	49	54	54	46
1992	57	56	60	54	49	52	47	50	42	50	44	44
1993	58	60	64	63	55	45	49	45	53	53	55	60
1994	62	64	63	59	51	47	44	46	48	46	49	53
1995	59	60	64	55	48	46	46	44	46	47	47	48
1996	57	61	62	56	48	44	44	46	47	47	45	55
1997	57	61	58	52	48	45	43	48	46	48	52	56
1998	62	60	62	53	45	48	45	47	41	56	56	63
1999	66	72	69	72	64	61	59	56	62	62	59	69
2000	73	75	77	67	61	54	47	54	54	62	50	57
2001	73	69	73	67	59	57	56	54	58	62	63	63
2002	63	68	67	63	60	58	58	57	59	63	64	65
2003	64	66	67	62	58	54	55	56	54	58	58	67
2004	62	66	67	60	56	57	56	57	58	60	59	63
2005	60	62	63	57	52	52	53	52	56	60	55	63
2006	63	66	66	62	53	57	54	56	56	58	61	61
2007	64	62	66	62	56	55	55	56	58	56	56	57
2008	65	62	61	55	51	53	55	57	57	62	57	58

*Nota. Tomado de SENAMHI.*

## FICHA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS HIDROLÓGICO – HIDRÁULICO E INFORMACIÓN ADICIONAL

### 1. Generalidades.

Nombre del comité de riego.....

Superficie del terreno.....

### 2. Tipo de canal y estado actual

Rectangular ( )      Trapezoidal ( )

Bueno ( )      Regular ( )      Malo ( )

Revestido ( )      Sin revestir ( )

### 3. Longitud del canal

Longitud del canal en metros.....

### 4. Medición del caudal en el canal método del flotador

Numero de tomas por canal	Distancia de A - B	Velocidad del flotador	Área del canal	Caudal (Área x Velocidad)
1)				
2)				
3)				
Promedio				

### 5. Estimación de textura del suelo por tacto

Arenoso ( )      Suelo Franco ( )      Arcilloso ( )

**6. Medición del caudal de entrada al área de riego**

Numero de tomas por canal	CAUDAL QUE INGRESA (Its/seg.)	AGUA UTIL PARA CULTIVO (Its/seg)
1)		
2)		
3)		

**7. Prueba de infiltración con anillos infiltrómetros**

Número de pruebas	Tiempo en horas	Infiltración en centímetros
1)		
2)		
3=		

**8. Tiempo de riego**

Tiempo de riego en horas.....

**9. Frecuencia de riego**

Frecuencia de riego en días.....

**10. Numero de Tomas laterales por canal**

Cantidad .....

**11. Cantidad de tomas laterales en buen y mal estado**

Buen estado .....

Mal estado .....



## IMÁGENES DE PRUEBA DE INFILTRACIÓN EN CAMPO

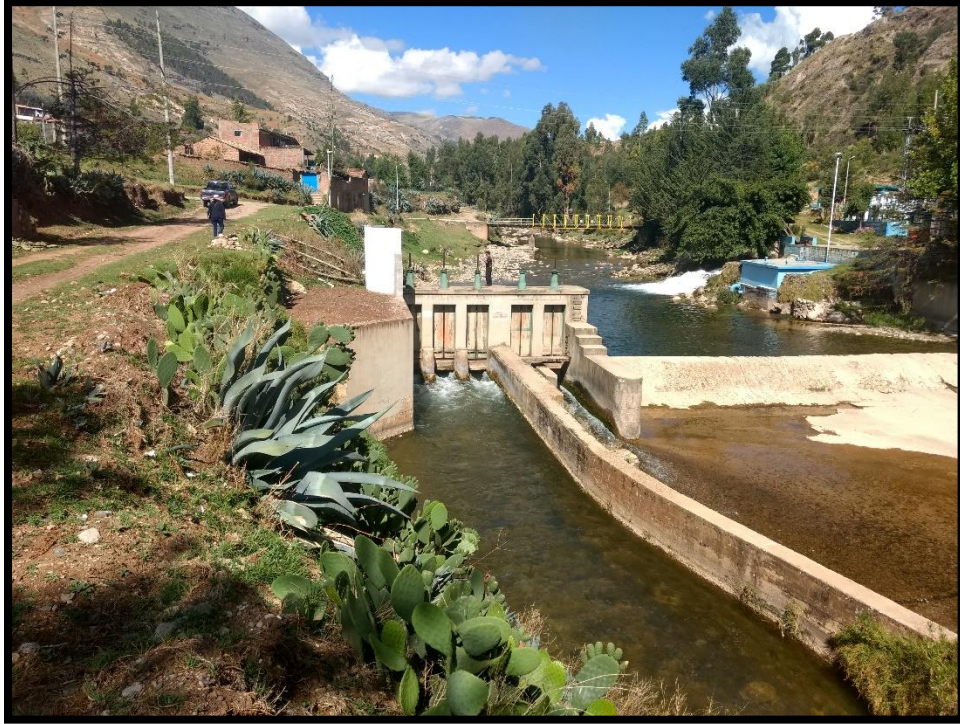






**IMÁGENES DE ESTADO ACTUAL DE LOS CANALES EN LA COMUNIDAD DE  
REGANTES DEL CUNAS**





















## **PLANOS**



















**PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE  
PRECIOS UNITARIOS**





























