

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TITULO DE LATESIS:

**EFICIENCIA DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE
RIEGO DE LOS CANALES DEL DISTRITO DE CHUPACA,
CHUPACA, JUNIN**

PRESENTADO POR:

Bach. Jhon Dante Tunque Quispe

Línea de investigación institucional: Salud y gestión de la salud.

Línea de investigación de la escuela profesional: Hidráulica y medio ambiente.

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2022

CONTRATAPA

Ing. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA
ASESOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico a mis padres y familiares quienes fueron el pilar en el camino de la superación como profesional, a los docentes de la universidad quienes fueron un referente durante el desarrollo de la carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

Dr. RUBEN TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

Dr. CALDERÓN SAMANIEGO SEVERO SIMEÓN
JURADO

Ing. HERRERA MONTES JEANNELLE SOFIA
JURADO

Ing. RANDO PORRAS OLARTE
JURADO

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO GENERAL

ÍNDICE

CONTRATAPA	II
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPITULO I.....	18
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.1. Planteamiento del problema	18
1.2. Formulación y sistematización del problema	20
1.2.1. Problema general	20
1.2.2. Problemas específicos	20
1.3. Justificación.....	20
1.3.1. Social	20
1.3.2. Teórica	20
1.3.3. Metodológica	21
1.4. Delimitaciones	21
1.4.1. Delimitación temporal	21
1.4.2. Delimitación espacial.....	21
1.4.3. Delimitación económica.....	23
1.5. Limitaciones	23
1.6. Objetivos	23
1.6.1. Objetivo general	23
1.6.2. Objetivos específicos.....	23
CAPITULO II.....	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes	24
2.1.1. Nacionales	24
2.1.2. Internacionales	26

2.2. Marco conceptual	29
2.2.1. Teorías de la Investigación.....	29
2.2.1.1 El ciclo hidrológico como sistema	29
2.2.1.2 Modelo hidrológico	31
2.2.1.3 Modelo propuesto por Lutz Scholz para la oferta hídrica	32
2.2.1.4 Los múltiples usos y beneficios del agua.....	46
2.2.1.5 Demanda del recurso hídrico.....	47
2.3. Definición de términos	53
2.4. Hipótesis	55
2.4.1. Hipótesis general.....	55
2.4.2. Hipótesis específicos.....	55
2.5. Variables	56
2.5.1. Definición conceptual de la variable	56
2.5.2. Definición operacional de la variable	56
2.5.3. Operacionalización de la Variable	57
CAPÍTULO III.....	58
METODOLOGÍA.....	58
3.1. Método de investigación	58
3.2. Tipo de Investigación.....	58
3.3. Nivel de investigación.....	58
3.4. Diseño de investigación.....	58
3.5. Población y muestra	59
3.5.1. Población	59
3.5.2. Muestra	59
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	59
3.7. Procesamiento de la información.....	60
3.8. Técnicas y análisis de datos	60
CAPÍTULO IV	61
RESULTADOS	61
4.1. Presentación de resultados específicos.....	61
CAPÍTULO V	106
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	106
5.1. Discusión de resultados específicos	106

CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
ANEXOS.....	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Límite superior para la precipitación efectiva.....	37
Tabla 2 – Método de la United State Bureau of Reclamation (USBR).....	37
Tabla 3 – Método de la United State Bureau of Reclamation (USBR).....	37
Tabla 4 – Almacenamiento hídrico durante la época de lluvias (valores en %).	43
Tabla 5 – Eficiencias de los sistemas de riego.....	51
Tabla 6 – Coeficientes de cultivos (kc) para cultivos anuales.....	53
Tabla 7 – Variables de investigación.....	56
Tabla 8 – Operacionalización de las variables.	57
Tabla 9 – Disponibilidad de estructuras sector norte.....	74
Tabla 10 – Disponibilidad de estructuras sector sur.	75
Tabla 11 – Disponibilidad de estructuras sector oeste.	75
Tabla 12 – Registros meteorológicos de senamhi, temperatura media mensual.	81
Tabla 13 – Registros meteorológicos de senamhi, número de horas sol mensual.	81
Tabla 14 – Número de horas de sol máxima media diaria probable, latitud 12°3'13.29".	82
Tabla 15 – Radiación extraterrestre media diaria (RMD) expresada en equivalente de evapotranspiración (mm/día) para diferentes latitudes y meses, latitud 12°3'13.29".	82
Tabla 16 – Radiación extraterrestre mensual.....	83
Tabla 17 – Radiación mensual incidente en sus equivalente de evapotranspiración potencial.	84
Tabla 18 – Evapotranspiración potencial (Método Hargreaves Modificado).	84
Tabla 19 – Coeficiente de uso consuntivo (Kc) (zanahoria y maíz choclo).....	85
Tabla 20 – Coeficiente de uso consuntivo (Kc) (cebolla y papa).	86
Tabla 21 – Coeficiente de uso consuntivo (Kc) (haba grano y arveja grano)....	86
Tabla 22 – Coeficiente de uso consuntivo (Kc) (trigo y pasto-alfalfa).	87
Tabla 23 – Coeficiente de uso consuntivo (Kc) (col y acelga).	87
Tabla 24 – Coeficiente de uso consuntivo (Kc) (lechuga y espinaca).....	88

Tabla 25 – Coeficiente consuntivo ponderado de cada mes.	88
Tabla 26 – Resumen de demandas de agua para riego por sector.	89
Tabla 27 – Balance hidrológico.	90
Tabla 28 – Datos de precipitación (estación Angasmayo).....	96
Tabla 29 – Datos de precipitación (estación Huayao).	96
Tabla 30 – Datos de precipitación (estación Laive).....	97
Tabla 31 – Distribución de área en la subcuenca.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Ubicación departamental de la zona de investigación.....	21
Figura 2- Ubicación provincial de la zona de investigación.	22
Figura 3- Ubicación distrital de la zona de investigación.	22
Figura 4 – Resumen del clima.	61
Figura 5 – Temperatura máxima y mínima promedio.	62
Figura 6 – Temperatura promedio por hora.	63
Figura 7 – Probabilidad diaria de precipitación.....	64
Figura 8 – Categorías de nubosidad.	65
Figura 9 – Precipitación de lluvia mensual promedio.	66
Figura 10 – Horas de luz natural y crepúsculo.	66
Figura 11 – Salida del sol y puesta del sol con crepúsculo.	67
Figura 12 – Niveles de comodidad de la humedad.	68
Figura 13 – Velocidad promedio del viento.	69
Figura 14 – Dirección del viento.....	70
Figura 15 – Tiempo que se pasa en diferentes bandas de temperatura y el periodo de cultivo.....	71
Figura 16 – Grados día de crecimiento.	72
Figura 17 – Energía solar de onda corta incidente diaria promedio.....	73
Figura 18 – Captación de agua que se hace del Río Cunas - bocatoma Huarisca.	76
Figura 19 – Primeras estructuras que tiene la bocatoma.	76
Figura 20 – Primeros canales desde la bocatoma.	77
Figura 21 – Amplitud del canal.....	77
Figura 22 – Parte posterior del partidor de las aguas captadas.	78
Figura 23 – Parte frontal del partidor de las aguas captadas.	78
Figura 24 – Canal en “Y”.....	79
Figura 25 – Áreas de riego.....	80
Figura 26 – Grafico de oferta vs demanda.	90
Figura 27- Subcuenca del rio Cunas.....	92
Figura 28 - Mapa topográfico de la subcuenca del rio Cunas.....	92
Figura 29 - Referencia de la subcuenca del rio Cunas.....	93

Figura 30 - Subcuenca del rio Cunas.	93
Figura 31 – Resumen del clima.....	94
Figura 32 – Probabilidad diaria de precipitación.....	95
Figura 33 – Levantamiento topográfico de las áreas de riego.	98
Figura 34 – Delimitación de la cuenca.	98
Figura 35 – Características del rio Cunas.	99
Figura 36 – Caracterización de la Sub Cuenca.	99
Figura 37 – Diagrama para determinación de curva hipsométrica.....	100
Figura 38 – Curva hipsométrica.	100
Figura 39 – Curva hipsométrica.	101
Figura 40 – Determinación de altitud mediana.	102
Figura 41 – Frecuencia de altitudes.	102
Figura 42 – Definición de red hidrográfica de la Subcuenca.	103
Figura 43 – Identificación del cauce principal.....	104
Figura 44 – Perfil longitudinal del cauce principal.	104
Figura 45 – Pendiente media.	105

RESUMEN

La investigación se desarrolló teniendo como problema general: ¿Cómo se logra la eficiencia del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca - Junín?, el objetivo general fue: Determinar la eficiencia del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca - Junín., y la hipótesis general fue: Determinar la eficiencia del servicio de agua, es determinante para el manejo adecuado del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca – Junín.

El método de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel de investigación fue descriptivo y el diseño de investigación fue no experimental. La población estuvo conformada por los canales de riego de la subcuenca del río Cunas, se tomó como muestra los canales de riego de la subcuenca del río Cunas dentro de la jurisdicción del distrito de Chupaca, provincia de Chupaca, en la región Junín.

La conclusión general fue: el sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, es deficiente por cuanto, 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, se evidenció que la eficiencia de conducción es baja porque los canales no cuentan con el mantenimiento respectivo, del mismo modo 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.

Palabras claves: Eficiencia, canales de riego, hidrología e hidráulica.

ABSTRACT

The research was developed having as a general problem: How is the efficiency of the water service of the irrigation system of the canals of the district of Chupaca, Chupaca - Junín achieved? The general objective was: To determine the efficiency of the water service of the system. irrigation of the canals of the district of Chupaca, Chupaca - Junín., and the general hypothesis was: To determine the efficiency of the water service, it is decisive for the adequate management of the irrigation system of the canals of the district of Chupaca, Chupaca - Junín.

The research method was scientific, the type of research was applied, the level of research was descriptive, and the research design was non-experimental. The population was made up of the irrigation channels of the Cunas river sub-basin, the irrigation channels of the Cunas river sub-basin within the jurisdiction of the Chupaca district, Chupaca province, in the Junín region were taken as a sample.

The general conclusion was: the irrigation system of the canals of the Chupaca district is deficient in that irrigation users practice irrigation without technical assistance, wasting abundant water in each of the irrigation applications in their fields, It was evidenced that the conduction efficiency is low because the channels do not have the respective maintenance, in the same way the distribution efficiency is also low because they do not have gates in good condition and there are no water flow meters.

Keywords: Efficiency, irrigation canals, hydrology and hydraulics.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación actual cubre un tema importante a nivel mundial, nacional y regional y no es solo un problema en la provincia de Chupaca, donde los recursos hídricos son cada vez más escasos y se desperdician más desechos. La mayoría de las áreas rurales, por agricultores de acuerdo con sus estándares. Esto se suma a la falta de apoyo de organizaciones responsables, como organizaciones gubernamentales o no gubernamentales.

El gran problema para no cambiar el 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.

El objetivo principal del presente trabajo de investigación es determinar la eficiencia del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca - Junín.

La eficiencia en el uso del agua en un sistema de riego está determinada por varios factores, que van desde el punto de extracción del agua de la fuente hasta la aplicación en terrenos agrícolas, y durante este proceso se produce una pérdida del recurso hídrico, que puede ser muy importante. Dependiendo de la forma de construcción del canal, tipo de suelo, pendiente, mantenimiento del sistema de riego y manejo por parte de los usuarios.

El producto de todos estos factores conduce al uso eficiente del agua por parte del sistema de riego; Está directamente relacionado con la producción agrícola y la fertilidad del suelo.

Para la comprensión del tema de investigación, el desarrollo de la tesis se encuentra dividido en capítulos, donde se explica en cada capítulo de una manera directa y concreta en relación al tema investigado.

En el primer capítulo se plantea el problema, los objetivos, la justificación e importancia, las delimitaciones y limitaciones.

En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico, que incluye los antecedentes revisados y los aspectos básicos del tema investigado, así como las bases teóricas para su desarrollo, la definición de términos, el planteamiento de las hipótesis y la identificación de variables de la investigación

En el tercer capítulo se establece la metodología aplicada, describiéndose el método, tipo, nivel, diseño, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información y técnicas de análisis de datos de la investigación.

En el cuarto capítulo, se plasma los resultados obtenidos sobre la eficiencia del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca.

En el quinto capítulo se analizan los resultados y discusiones obtenidos durante el desarrollo de la eficiencia del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca.

Finalmente, se encuentran las conclusiones, recomendaciones, lista de referencias y anexos.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

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 el 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.

Dentro de los sistemas 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.

El trabajo de investigación pretende determinar la eficiencia del servicio de agua de sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, y de esta forma mejorar la eficiencia de riego y obtener mejores producciones en sus cultivos, para después en el futuro las nuevas generaciones de agricultores puedan usar nuevos y modernos sistemas de riego.

1.2. Formulación y sistematización del problema

Ante esta disposición se plantea la siguiente interrogante como problema general:

1.2.1. Problema general

¿Cómo se logra la eficiencia del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca, Junín?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Cuál es la situación actual del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca, Junín?

b) ¿Cuál es la demanda del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca, Junín?

c) ¿Cuáles son los parámetros hidrológicos del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca, Junín?

1.3. Justificación

1.3.1. Social

La eficiencia en el uso del agua del sistema de riego evitará que los agricultores de la Comisión de Riego del Distrito de Chupaca usen el agua de manera ineficiente para el riego, produzcan cultivos de mala calidad debido a la mala gestión del riego y, por lo tanto, menores ingresos.

1.3.2. Teórica

Dentro de las ramas de la ingeniería civil, la ingeniería de riego se ocupa de la planificación y ejecución de obras relacionadas con los recursos hídricos, ya sea para usos como energía hidráulica, regadío, filtro limpio, saneamiento, etc. Por tanto, la hidrología es fundamental en la planificación, diseño, construcción y explotación de todo tipo de obras de riego y conservación del medio ambiente.

1.3.3. Metodológica

Los métodos de tratamiento en esta investigación servirán como guía para investigaciones similares que traten sobre la eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego presentados a nivel nacional.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Delimitación temporal

El trabajo de investigación se llevó a cabo durante 5 meses, comprendidos de mes de febrero hasta el mes de junio del Año 2022.

1.4.2. Delimitación espacial

La investigación se realizó sobre la subcuenca del Rio Cunas y canales de riego, dentro de la jurisdicción del distrito de Chupaca, en la provincia de Chupaca, departamento de Junín.

Figura 1- Ubicación departamental de la zona de investigación.



Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

Figura 2- Ubicación provincial de la zona de investigación.



Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

Figura 3- Ubicación distrital de la zona de investigación.



Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

1.4.3. Delimitación económica

No hay inconveniente financiero por el gasto financiero de preparar este esfuerzo de investigación. El gasto anterior fue asumido íntegramente por el investigador de esta tesis.

1.5. Limitaciones

Principalmente la limitación de la investigación se centró en la no accesibilidad a la información del expediente técnico “mejoramiento para la eficiencia del servicio de agua del sistema de riego de los canales de Chupaca, distrito de Chupaca – provincia de Chupaca – departamento de Junín”.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar la eficiencia del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca, Junín.

1.6.2. Objetivos específicos

a) Determinar la situación actual del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca, Junín

b) Determinar la demanda del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca, Junín.

c) Determinar los parámetros hidrológicos del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca, Junín.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Atencio (2018) desarrolló la investigación: Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco - 2018, realizaron la investigación con el objetivo de realizar el análisis físico, químico y microbiológico del agua de consumo humano y la percepción local de la población. Para esto se tomó como referencia el reglamento de la calidad del agua para consumo humano: DS N° 031 – 2010 – SA del Ministerio de Salud y estándares nacionales de calidad ambiental para agua DS N° 004-2017-MINAM. En conclusión, la investigación determinó que la calidad del agua de consumo en la población de San Antonio de Rancas no es apta para el consumo del ser humano, debido a que los parámetros coliformes fecales y totales no están dentro de los límites máximos permisibles establecidos en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano (D.S N°031-2010-SA), de igual manera los pobladores locales mencionan que están satisfecho con la cantidad de agua que llega a sus viviendas pero no tienen conocimientos sobre la calidad de la misma.

Llanos (2018) realizó la investigación: Calidad y cantidad de agua de riego en el desarrollo y rendimiento de la fresa (fragaria x annanasa) cv. san andreas, los objetivos de esta investigación fueron evaluar el efecto de tres niveles de humedad del suelo (60, 80 y 100% de la capacidad de campo (CC)), dos tipos de agua (la molina y desionizada) y el uso del mejorador magnético del agua sobre el desarrollo y rendimiento de la fresa (Fragaria x annanasa) cv. San Andreas. En conclusión, El agua desionizada generó

valores más altos en peso seco, extracción de nutrientes, contenido de humedad en hojas y peciolo y, frutos, producción, número de frutos por planta, peso y calibre de fruto, coeficiente de partición de biomasa (CPB) en frutos y raíz y eficiencia de uso de agua (EUA). El 100 %CC logró resultados mejores en la producción, número de frutos por planta, CPB en frutos y EUA. La humedad del suelo a 80 y 100 %CC no presentó grandes diferencias en el peso seco, extracción de nutrientes, contenido de humedad, peso y calibre del fruto; no obstante, los valores fueron mayores respecto al 60 %CC. La aplicación del mejorador magnético tuvo un gran efecto en el peso seco y CPB de la corona, extracción de nutrientes en los frutos, contenido de humedad en hojas y peciolo, número de frutos por planta y calibre del fruto.

Valdez (2018) desarrolló la investigación: Evaluación de los recursos hídricos en la subcuenca del río San José – Azángaro, la investigación realizó la evaluación de los recursos hídricos de la cuenca San José, mediante la aplicación del balance hídrico, con el objetivo de conocer la disponibilidad y el potencial de recursos hídricos, realizando un inventario de fuentes de aguas superficiales existentes y sus características, determinado la demanda para uso agrícola con fines de riego y la demanda ecológica natural, y lo tanto determinar la potencialidad de los recursos hídricos disponibles de la sub cuenca. En conclusión, Se verifico y demostró que existen recursos hídricos no aprovechados, gracias a la carencia de infraestructuras de almacenamiento, que ayuda a regular su disponibilidad durante el año, compone de un total de 207 fuentes de aguas superficiales, conformadas por 17 bofedales, 5 lagunas, 23 ríos, 31 manantiales, tiene 75.01 millones de metros cúbicos de disponibilidad bruta.

Quezada & Salinas (2014), con su tesis Diseño y análisis de un reservorio tipo fuste de 300 m³ en la ciudad de Trujillo, la cual fue realizada en la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

El cual plantea el objetivo para proponer aquellos indicadores para el diseño y análisis de un adecuado reservorio Tipo Fuste de 300m³. Con una metodología de tipo descriptiva el autor concluye que se alcanzó un 91,69% de toda la masa de participación la cual se encuentra citado en la norma E060 la cual exige aquellos valores las cuales no se encuentran menores al 90% de toda la masa participante las cuales se obtuvieron 18 tipo de vibración.

Mori (2013), con la tesis Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable de la ciudad de Bagua Grande, la cual fue realizada en la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Donde el autor plantea el siguiente objetivo con la finalidad de disminuir aquellas enfermedades gastrointestinales, de parasitosis y enfermedades dérmicas donde la población para su investigación es toda la población de habitantes; el diseño usado es correlacional descriptivo y finalmente concluye en que la ejecución del proyecto beneficiaría a 28,973 habitantes siendo así una gran influencia para otros proyectos de se involucre a todos los habitantes siendo el total 48,694.

2.1.2. Internacionales

Ortiz et al (2019) desarrolló la investigación: Calidad del agua para uso agrícola del río Mololoa, México, la investigación tenía como objetivo de evaluar la calidad del agua para uso agrícola del río, establecieron 12 sitios de muestreo a lo largo del cauce. El muestreo fue mensual de enero a diciembre 2016. La calidad del agua se clasificó de acuerdo al pH (potencial de hidrogeno), CE (conductividad eléctrica), SE (salinidad efectiva), RAS (relación de adsorción de sodio) y CSR (carbonato de sodio residual). En conclusión, obtuvieron un aumento del pH, CE, SE, RAS y CSR en el periodo de estiaje, debido a que el valor más alto se presentó en mayo, en la escondida, donde se concentran las descargas de agua residual de la ciudad de Tepic y del relleno sanitario el Iztete.

El agua del río mololoa en el sitio la escondida, no se recomienda para riego en el mes de mayo.

Castellón et al (2015) realizó la investigación: Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala, la investigación consideró la disponibilidad y calidad del agua subterránea para el riego; particularmente para su uso en la agricultura protegida por el grupo productores de hortalizas del sur de Tlaxcala, atendiendo los parámetros básicos de componentes químicos que tienen influencia para el cultivo y el suelo. En conclusión, con respecto a los parámetros evaluados encontraron que todas las aguas cumplen con el parámetro de CE, ya que los valores son menores a 0.7 dS.m⁻¹, mientras que sólo las muestras de 7 pozos cumplen con el parámetro de pH. En comparación los niveles de cloruros y sodio no tienen restricción alguna para el uso del agua en el riego y para el agua los bicarbonatos presentan una restricción moderada, esto no influye en términos de disponibilidad de nutrientes para los suelos y plantas a corto y medio plazo.

Solórzano et al (2015), con su Implementación de un sistema de riego por aspersión para uso agrícola, ubicado en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Agrícola en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana, realizada en la Universidad Técnica de Manabí, Santa Ana. Se plantea el objetivo con la finalidad de diseñar una mejor y adecuada calidad de un sistema de riego, finalmente el autor concluye diciendo que se pudo cuantificar la composición un 24% de arena, un 40% limo y un 36% arcilla, siendo así la capacidad total de 35% así el punto de marchites se encuentra de manera permanente en un 20%.

Margarita & Toapanta (2015), con su tesis Mejoramiento de la conducción, reservorio y distribución de agua para riego en la comunidad Las Cochas la cual fue realizada en la Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador; por ello plantea el objetivo de

incrementar la mejora de conducción del reservorio y toda la redistribución del agua netamente del riego en la comunidad "LAS COCHAS" el cual permite mejorar y optimizar las estructuras hidráulicas del riego en toda la área del proyecto; a su vez concluye finalmente que el caudal característico aceptable para los requerimientos de los cultivos es de 0.6 l/s/ha, el área a regarse es de 17,48 Ha; por lo que se tiene un módulo de riego de 11,80 l/s. Para cuestiones de calidad del agua de riego que llega al óvalo concedido de 16 l/s, se coloca un desarenador antes de este óvalo; el caudal antes del óvalo es de 32 l/s. El estudio del reservorio con lleva a que se debe proteger con un geotextil no tejido punzonado por agujas de mínimo 200 gr/m² por la irregularidad existente en la superficie. La distribución del agua de riego se realizará por turnos, los mismos que serán asignados por el regante y previo acuerdo con la comunidad para evitar disputas en el reparto del agua puesto que el requerimiento hídrico es mayor al volumen almacenado por el reservorio.

Flores (2014), con su tesis: Comparación de la eficiencia en la aplicación del agua con riego intermitente en surcos, realizada en el Instituto Tecnológico de Sonora, Sonora. Plantea el objetivo: Comparar el ahorro de agua en una parcela de las colonias Yaquis, regadas con flujo continuo e intermitente en trigo. Concluye diciendo: El riego intermitente en surcos permite un ahorro de lámina aplicada promedio de 3.7cm, el cual equivale a un 35.9% de ahorro de agua comparado con flujo continuo. Se presentó este ahorro debido a que el avance de agua es más rápido a lo largo del surco, porque es producido por la expansión de arcillas lo que hace que la infiltración sea mayor, ayudando a que se presenten pérdidas por percolación profunda. El resultado obtenido del coeficiente de uniformidad fue bueno ya que se encuentra en el intervalo que lo cataloga como bueno.

Sequeiros (2013), con su tesis Evaluación de uniformidad y eficiencia de riego en tres módulos de riego por aspersión en el cultivo del cacao, en el sector de Maranniyoc-Echarti, se realizó la investigación en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Bolivia. Al autor plantea el objetivo para evaluar la mejor manera uniforme de un determinado sistema de riego siendo así aplicado a 3 módulos; Concluye diciendo: El aspersor VYR 35, es el que obtuvo un coeficiente de uniformidad de 84.85 %, superior a los aspersores VYR 37, VYR 70 con coeficientes de 77.85 %, y 80.05 % respectivamente, encima del nivel de especificación técnica de fabricación que tiene un coeficiente de 83. El modelo de aspersor VYR 35, tiene mayor eficiencia de aplicación con un promedio de 38.44 %, siendo superior a los aspersores VYR 37 y VYR 70 que presentan promedios de 29.16 % y 30.51 % respectivamente. La frecuencia de riego para el cultivo de cacao CCN 51 tipo de cacao injertado es de 11 días. El número de riegos por mes es de tres con un tiempo de riego de tres horas y media lo mismo que tienen que ser en horas de la mañana desde las seis o siete de la mañana o por la tarde a partir de las diecisiete horas. El elevador del aspersor debe ser de un metro y medio ya que el cultivo en estudio no supera los tres metros y el chorro de altura de agua es de 2.4 m.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Teorías de la Investigación

2.2.1.1 El ciclo hidrológico como sistema

“El sistema es un mecanismo, estructura, esquema o procedimiento real que relaciona en el tiempo y espacio una causa, estímulo o entrada de materia, energía o información con una salida, efecto o respuesta de materia, información o energía”. Gamarra (2018).

“Los métodos ayudan a diferenciar los sistemas hidrológicos: la investigación de sistemas hidrológicos (hidrología aplicada) e hidrología física (o científica). En

la hidrología física relacionan diferentes disciplinas en el campo de la ciencia natural para intenta entender el funcionamiento de un sistema hidrólogo. Este logra descripciones cuantitativas completas excepto para sistemas muy simples o demasiado complejas, aunque los conocimientos desarrollados han ejercido una influencia sobre los métodos de sistemas hidrológicos de investigación y los resultados obtenidos sobre las limitaciones e interpretaciones”. Gamarra (2018).

Hidrología paramétrica: “Incremento de relaciones entre diferentes variables y uso de las mismas para predecir series hidrológicas (ejemplo: relaciones precipitación-escorrentía)”. Gamarra (2018).

Hidrología probabilística: “Conjunto de procesos matemáticos mediante los cuales se usan características aleatorias y propiedades estadísticas de las variables hidrológicas, con el fin de implementar modelos probabilísticos de los procesos que permiten predecir y simular comportamiento de los sistemas en estudio”. Gamarra (2018).

“La hidrología de hoy en día utiliza una combinación de los métodos antes descritos y tienen dos características en común”. Gamarra (2018):

- 1.- Dependen de registros y datos históricos de los valores de las variables (medición)
- 2.- Se basan en las hipótesis que no varían en el tiempo de los sistemas hidrológicos.

2.2.1.2 Modelo hidrológico

Los modelos suelen usarse en hidrología para intentar representar el comportamiento del sistema hidrológico, un modelo puede ser material o formal. Gamarra (2018):

1.- Modelo material, es la representación física del prototipo, de una forma más simple, compartiendo propiedades similares a las del prototipo. Los modelos de este tipo pueden ser físicos o análogos. Gamarra (2018).

2.- El modelo formal, es una abstracción matemática de una situación ideal que preserva las propiedades estructurales importantes del prototipo, en la hidrología ingenieril todos los modelos utilizados son modelos matemáticos. Gamarra (2018).

3.- Un modelo matemático puede ser: conceptual, teórico o empírico. El empírico usa las inferencias provenientes del análisis de datos, mientras el teórico se basa en un grupo de leyes generales y el conceptual se ubica entre estos dos. Gamarra (2018).

En hidrología ingenieril se usa hoy en día cuatro tipos de modelos matemáticos:

1.- Determinístico o físicamente basado, se forma utilizando las leyes de la física que rigen procesos involucrados descrito mediante ecuaciones diferenciales.

2.- Probabilística, se rige por las leyes de la probabilidad y el azar.

3.- Conceptual, es una representación más simple de los procesos físicos que se obtienen integrando las variaciones temporales o espaciales.

4.- Paramétrico, por medio de ecuaciones algebraicas se representan los procesos hidrológicos que tiene parámetros a determinar de manera empírica.

Los métodos de análisis en ingeniería hidrológica pueden clasificarse en alguno de los 4 tipos de modelos descritos:

1.- El rastreo de crecidas usando la teoría de la onda cinética es un método determinístico, gobernado por una ecuación diferencial parcial que describe el balance de masa y momentum.

2.- El análisis de las frecuencias de crecidas es un método probabilístico.

3.- El modelo de cascada de embalses lineales es conceptual: se trata de simular las complejas respuestas de la cuenca por medio de una serie de hipotéticos embalses lineales.

4.- El método de la fórmula racional es paramétrico: el caudal máximo se calcula en base a un coeficiente de escorrentía determinado de forma empírica.

2.2.1.3 Modelo propuesto por Lutz Scholz para la oferta hídrica

El modelo de Lutz Scholz es una combinación que cuenta con una estructura determinística para el cálculo de los caudales mensuales para un promedio en un año (Balance Hídrico -Modelo determinístico) y, una estructura de forma estocástica para la generación de series extendidas de caudal (Proceso markoviano -Modelo Estocástico); este modelo fue desarrollado para cuencas de la sierra peruana en los años 1979 y 1980 en

el marco de la cooperación técnica con la República Alemana a través del Plan Meris II. Scholz (1980).

Con la falta de registros de caudal en la sierra del Perú, el modelo se desarrolló tomando parámetros físicos y meteorológicos de las cuencas que se pudieran obtener mediante cartografía y mediciones de campo, los parámetros más importantes para este modelo son los coeficientes para la determinación de la precipitación efectiva, déficit de escurrimiento, retención y agotamiento de las cuencas. Scholz (1980).

El modelo se implementó con la finalidad de predecir caudales a escala mensual, usándose inicialmente en estudios de proyectos de riego y luego se extendió el uso a estudios hidrológicos con cualquier finalidad prácticamente, los resultados de este modelo en las cuencas de la sierra peruana, han funcionado satisfactoriamente respecto a los valores medidos. Scholz, (1980).

La fórmula utilizada para el desarrollo de caudales para periodos extendidos es:

$$Q_t = B_0 + B_1 * Q_{t-1} + B_2 * PE_t + Z * S * (1 - r^2)^{0.5}$$

Dónde:

Q_t : Caudal del mes t.

Q_{t-1} : Caudal del mes anterior.

PE_t : Precipitación efectiva del mes t.

B_i : Coeficientes de la regresión lineal múltiple.

S : Error estándar de la regresión múltiple.

r : Coeficiente de correlación múltiple.

Z : Número aleatorio normalmente distribuido (0,1) del año t.

Generación de caudales medios mediante el modelo

Lutz Scholz: “Para generar caudales usando el modelo Lutz Scholz, se sigue el procedimiento a continuación descrito”. Mamani (2015)

Ecuaciones del balance hídrico: La ecuación que describe el balance hídrico mensual en mm/mes es Mamani (2015)

$$CM_i = P_i - D_i + G_i - A_i \dots \dots (1)$$

Donde:

CMi : Caudal mensual (mm/mes)

Pi : Precipitación mensual sobre la cuenca (mm/mes)

Di : Déficit de escurrimiento (mm/mes)

Gi : Gasto de la retención de la cuenca (mm/mes)

Ai : Abastecimiento de la retención (mm/mes)

“Asumiendo, que para períodos largos (de un 1 año en este caso) el gasto y abastecimiento de la retención tienen el mismo valor es decir $G_i = A_i$, y que para el año promedio una parte de la precipitación retorna a la atmósfera mediante evaporación”. Mamani (2015).

Sustituyendo (P-D) por (C*P), y tomando en cuenta la transformación de unidades (mm/mes a m³/seg) la ecuación (1) se convierte:

$$Q = c' * C * P * AR \dots \dots (2)$$

Donde:

Q : Caudal (m³/s)

c' : coeficiente de conversión del tiempo (mes/seg)

C : coeficiente de escurrimiento

P : Precipitación total mensual (mm/mes)

AR : Área de la cuenca (m²)

Coefficiente de escurrimiento: Para la investigación se ha considerado usar la fórmula propuesta por L. Turc Mamani (2015)

$$C = \frac{P - D}{P} \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

C : Coeficiente de escurrimiento (mm/año)

P : Precipitación Total anual (mm/año)

D : Déficit de escurrimiento (mm/año)

Para la determinación de D y L, se usarán las siguientes expresiones:

$$D = P \frac{1}{(0.9 + \frac{P^2}{L^2})^{\frac{1}{2}}} \dots \dots \dots (4)$$

$$L = 300 + 25(T) + 0.05(T)^3 \dots \dots \dots (5)$$

Siendo:

L : Coeficiente de temperatura

T : Temperatura media anual (°C)

“Dado que no se ha obtenido una ecuación general del coeficiente de escurrimiento para la sierra, se ha desarrollado la fórmula siguiente, que es válida para la región sur”. Mamani (2015)

$$\bar{C} = 3.16E12(P^{-0.571})(EP^{-3.686})\gamma = 0.96 \dots \dots \dots (6)$$

$$\bar{D} = -1380 + 0.872(P) + 1.032(EP)\gamma = 0.96 \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

C : Coeficiente de escurrimiento

D : Déficit de escurrimiento (mm/año)

P : Precipitación total anual (mm/año)

EP : Evapotranspiración anual (mm/año)

r : Coeficiente de correlación

“Para calcular, la tasa de evaporación promedio anual y mensual a partir de la superficie de suelo y subsuelo en el área de estudio, se establece sobre la base de la información de datos de evaporación libre de Tanque Tipo A en mm/mes Mamani (2015). La ecuación matemática para determinar la evapotranspiración potencial de referencia es”:

$$ETP = EV * KT \dots \dots (8)$$

Donde:

ETP : Evapotranspiración Potencial de referencia (mm/día).

Ev : Evaporación libre de tanque clase “A” en (mm/día).

Kt : Coeficiente empírico, vigente para las condiciones ambientales del tanque, se considera K = 0.80.

Precipitación efectiva: “Se calcula para el coeficiente de escurrimiento promedio, de forma que la relación entre precipitación efectiva y precipitación total es igual al coeficiente de escorrentía (Mamani, 2015). Con el fin de facilitar el cálculo de la precipitación efectiva se ha determinado el polinomio de quinto grado”:

$$PE = a_0 + a_1P + a_2P^2 + a_3P^3 + a_4P^4 + a_5P^5 \dots \dots (9)$$

Donde:

PE : Precipitación efectiva (mm/mes)

P : Precipitación total mensual (mm/mes)

Ai : Coeficiente del polinomio

“Las siguientes tablas muestran los límites de la precipitación efectiva y los tres juegos de coeficientes a_i , que permiten alcanzar por interpolación valores de C , comprendidos entre 0.15 y 0.45”. Mamani (2015).

Tabla 1 – Límite superior para la precipitación efectiva.

Curva N°	Ecuación	Rango
Curva I	$PE = P - 120.6$	$P > 177.8$ mm/mes
Curva II	$PE = P - 86.5$	$P > 152.4$ mm/mes
Curva III	$PE = P - 59.7$	$P > 127.0$ mm/mes

Fuente: Mamani (2015).

Tabla 2 – Método de la United State Bureau of Reclamation (USBR).

Precipitación mensual (mm)	Porcentaje de aumento (%)	Precipitación efectiva acumulada (mm)
0 - 25.4	90 - 100	22.9 - 25.4
25.4 - 50.8	85 - 95	44.5 - 49.5
50.8 - 76.2	75 - 90	63.5 - 72.4
76.2 - 101.6	50 - 80	76.2 - 92.7
101.6 - 127.0	30 - 70	83.8 - 102.9
127.0 - 152.4	10 - 40	86.4 - 118.1
> 152.4	0 - 10	86.4 - 120.6

Fuente: Plan Meriss II- generación de caudales mensuales para la sierra del Perú-Lutz Scholz (Mamani, 2015).

Tabla 3 – Método de la United State Bureau of Reclamation (USBR).

a_i	Curva I	Curva II	Curva III
a_0	-0.018	-0.021	-0.028
a_1	-0.0185	0.1358	0.2756
a_2	0.001105	-0.002296	-0.004103
a_3	-1.20E-05	-4.35E-08	-5.53E-05
a_4	-1.44E-07	-8.90E-08	-1.24E-07
a_5	-2.85E-10	-8.79E-11	-1.42E-09

Fuente: Plan Meriss II- generación de caudales mensuales para la sierra del Perú-Lutz Scholz (Mamani, 2015).

Llegando así a la relación entre la precipitación efectiva y precipitación total Mamani (2015):

$$C = \frac{Q}{P} = \sum_{i=1}^{12} \frac{PE_i}{P} \dots \dots \dots (10)$$

Donde:

C : Coeficiente de escurrimiento.

Q : Caudal anual.

$\sum_{i=1}^{12} \frac{PE_i}{P}$: Suma de la precipitación efectiva mensual.

P : Precipitación total anual.

Retención de la cuenca: Suponiendo que exista un equilibrio entre el abastecimiento y el gasto de la reserva de la cuenca y además que el caudal total sea igual a la precipitación efectiva anual, la contribución de la reserva hídrica al caudal se puede calcular según. Mamani (2015):

$$R_i = CM_i - P_i \dots \dots \dots (11)$$

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i \dots \dots \dots (12)$$

Donde:

CMi : Caudal mensual (mm/mes)

PEi : Precipitación Efectiva Mensual (mm/mes)

Ri : Retención de la cuenca (mm/mes)

Gi : Gasto de la retención (mm/mes)

Ai : Abastecimiento de la retención (mm/mes)

Ri : Gi para valores mayores que cero (mm/mes)

Ri : Ai para valores menores que cero (mm/mes)

Sumando los valores de G o A respectivamente, se halla la retención total de la cuenca para el año promedio Mamani (2015).

Relación entre descargas y retención: Según Mamani (2015), durante la estación de sequía, el gasto de la

retención nutre los ríos, constituyendo el caudal. La retención de la cuenca se acaba al final de la estación de sequía; durante esta estación la descarga se puede calcular en base a:

$$Q_T = Q_0 e^{-a(T)} \dots \dots (13)$$

- Qt : descarga en el tiempo t
- Qo : descarga inicial
- a : Coeficiente de agotamiento
- t : tiempo

Cuando comienza la estación de lluvia, el proceso de agotamiento de la reserva se termina, comenzando por su parte el abastecimiento en los almacenes hídricos. Este proceso se define por un déficit entre el caudal real y la precipitación efectiva. Mamani (2015).

Coeficiente de agotamiento: Usando la fórmula (14) se puede calcular el coeficiente de agotamiento (a), en base a los datos hidrométricos. Este no es constante durante toda la estación de sequía, ya que va disminuyendo de forma gradual. Mamani (2015).

Con el fin de tener cálculos más prácticos se puede despreciar la variación del coeficiente "a" durante la estación de sequía empleando un valor promedio. Mamani (2015).

El coeficiente de agotamiento "a" en la cuenca tiene una dependencia logarítmica del área de la misma. Mamani (2015).

$$a = f(\ln AR)$$

$$a = 3.1249E67(AR)^{-01144}(EP)^{-19.336}(T)^{-3.369}(R)^{-1.429} \dots \dots (14)$$

$$\gamma = 0.86$$

Es posible determinar el coeficiente de agotamiento verdadero usando aforos sucesivos en el río durante la estación de sequía; pero cuando no se puede hacer de esa manera, se pueden utilizar las ecuaciones desarrolladas para conseguir el coeficiente (a) para cuatro clases de cuencas. Mamani (2015):

- ✓ Cuencas con agotamiento muy rápido. Gracias a temperaturas elevadas (> 10°C) y retención que va entre reducida (50 mm/año) a mediana (80 mm/año).” (Mamani, 2015):

$$a = -0.00252(\ln AR) + 0.034 \dots \dots \dots (15.1)$$

- ✓ Cuencas con agotamiento rápido. Retención que va entre 50 y 80 mm/año y poco desarrollo de vegetación (puna) (Mamani, 2015):

$$a = -0.00252(\ln AR) + 0.030 \dots \dots \dots (15.2)$$

- ✓ Cuencas con agotamiento mediano. Retención mediana (80 mm/año) y vegetación mezclada (pastos, bosques y terrenos cultivados).” (Mamani, 2015):

$$a = -0.00252(\ln AR) + 0.026 \dots \dots \dots (15.3)$$

- ✓ Cuencas con agotamiento reducido. Gracias a la alta retención (> 100 mm/año) y mezcla de vegetación.” (Mamani, 2015):

$$a = -0.00252(\ln AR) + 0.023 \dots \dots \dots (15.4)$$

Donde:

a : coeficiente de agotamiento por día.

AR : área de la cuenca (km²).

EP : evapotranspiración potencial anual (mm/año).

T : duración de la temporada seca (días).

R : retención total de la cuenca (mm/año).

Almacenamiento hídrico: Unos tipos de almacenes hídricos naturales que inciden en la retención de la cuenca son: acuíferos, lagunas o pantanos, y nevados. (Mamani, 2015).

La determinación de la lámina "L" que almacena cada tipo de estos almacenes son. (Mamani, 2015):

Acuíferos:

$$L_A = -750(I) + 315 \text{ (mm/año) (16.1)}$$

Siendo:

LA : lámina específica de acuíferos

I : pendiente de desagüe: $I \leq 15 \%$

Lagunas o pantanos:

$$L_L = 500 \text{ (mm/año) (16.2)}$$

Siendo:

LL : lámina específica de lagunas y pantanos

Nevados:

$$L_N = 500 \text{ (mm/año) (16.3)}$$

Siendo:

LN : lámina específica de nevados

Las áreas se determinan en los mapas o aerofotografías, no se incluyen los almacenamientos a corto plazo no se consideran para este caso. Este almacenamiento se formula en milímetros sobre toda la cuenca. Se considera como referencia los reportes del modelo elaborado por el PLAN MERISS II. (Misión Técnica Alemana) (Mamani, 2015).

Gasto de la retención: Durante la estación de sequía la contribución mensual de la retención se determina experimentalmente en base a datos históricos de la cuenca en estudio, se usa esta expresión (Mamani, 2015):

$$G_i = [b_i / \sum_{i=1}^m b_i] R \dots \dots \dots (17)$$

Donde:

b_i : relación entre el caudal del mes actual y anterior (coeficiente del gasto de la retención).

$\sum_{i=1}^m b_i$: sumatoria de la relación entre el caudal del mes i y el caudal inicial. (Coeficiente del gasto de la retención).

G_i : gasto mensual de la retención (mm/mes).

R : retención total de la cuenca (mm/mes).

El coeficiente del gasto de la retención se calcula de la siguiente manera:

$$b_i = e^{-a.t} \dots \dots \dots (18)$$

Donde:

b_i : relación entre el caudal del mes actual y anterior (coeficiente del gasto de la retención).

a : coeficiente de agotamiento.

t : número de días del mes, es acumulativo para los meses siguientes.

Restitución: Con la ecuación siguiente podemos estimar la cuota del almacenamiento mensual en el área de interés (Mamani, 2015).

$$R_i = (r_i / \sum r_i \cdot A) \dots \dots \dots (19)$$

$$r_i = r/100$$

Donde:

iR : Proporción del agua de lluvia que entra en el almacén hídrico para el mes.

A : almacenamiento hídrico.

R : almacenamiento hídrico (mm/año).

Ir : almacenamiento hídrico durante la época de lluvia para el mes.

Las dimensiones de cada tipo de cuenca se mide la suficiente precisión en mapas de 1:100.000 y también en caso de estar disponibles se toma aerofoto como referencias (Mamani, 2015).

Abastecimiento de la retención: En la misma región climática el abastecimiento es uniforme para las cuencas en la estación lluviosa. Los coeficientes mensuales expresados en porcentaje del almacenamiento total anual de ciertas zonas se muestran en la siguiente tabla. (Mamani, 2015):

Tabla 4 – Almacenamiento hídrico durante la época de lluvias (valores en %).

Región	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Cuzco	0	5	35	40	20	0
Huancavelica	10	0	35	30	20	5
Junín	10	0	25	30	30	5
Cajamarca	25	-5	0	20	25	35

Fuente: plan Meriss II- generación de caudales mensuales para la sierra del Perú-Lutz Scholz (Mamani, 2015).

La lámina de agua “Ai” que ingresa en la reserva de la cuenca se muestra en forma de déficit mensual de la Precipitación Efectiva PEi. Se calcula mediante de la siguiente manera. (Mamani, 2015):

$$A_i = a_i \left(\frac{R}{100} \right) \dots \dots \dots (20)$$

Siendo:

Ai: abastecimiento mensual déficit de la precipitación efectiva (mm/mes).

Ai: coeficiente de abastecimiento (%).

R: retención de la cuenca (mm/año).

Caudal mensual para un año promedio: Basado en la ecuación fundamental del balance hídrico mensual a partir de los componentes anteriormente descritos. (Mamani, 2015):

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i \dots \dots \dots (21)$$

Donde:

CMi : caudal del mes i (mm/mes).

PEi : precipitación efectiva del mes i (mm/mes).

Gi : gasto de la retención del mes i (mm/mes).

Ai : abastecimiento del mes i (mm/mes).

Generación de caudales para periodos extendidos: Con el fin de generar una serie sintética de caudales para períodos extendidos, se implementó un modelo estocástico que consta en una combinación de un proceso markoviano de primer orden, según la ecuación (19) con una variable de impulso, que en este caso es la precipitación efectiva en la ecuación (22). (Mamani, 2015):

$$Q_t = f(Q_{t-1})$$

$$Q = g(PE_t)$$

Con el fin de incrementar el rango de valores generados y obtener una óptima aproximación a la realidad y se utiliza una variable aleatoria (Mamani, 2015).

$$Z = z(S)\sqrt{(1 - r^2)} \dots \dots \dots (22)$$

La ecuación integral para la generación de caudales mensuales es (Mamani, 2015):

$$Q_t = B1 + B2(Q_{t-1}) + B3(PE_t) + z(S)\sqrt{1 - r^2} \dots \dots \dots (23)$$

Donde:

- Qt : caudal del mes t.
- Qt-1 : caudal del mes anterior.
- PEt : precipitación efectiva del mes.
- B1 : factor constante o caudal básico.

Los parámetros se calculan sobre la base de los resultados del modelo para el año promedio por un cálculo de regresión. Para el cálculo se recomienda usar in software de cálculo o de uso específico (Mamani, 2015).

Para generar este proceso se requiere un valor inicial, el cual se puede obtener así (Mamani, 2015):

Empezar el cálculo en el mes para el cual se dispone de un aforo

El caudal promedio de cualquier mes se toma como valor inicial.

Comenzar con un caudal cero, calcular un año y tomar el último valor como valor Qo sin considerar los valores en el cálculo de los parámetros estadísticos del período generado (Mamani, 2015).

2.2.1.4 Los múltiples usos y beneficios del agua

El agua es un recurso que se genera en los ciclos hidrológicos que tienen dependencia de los factores topográficos y climáticos en ciertos territorios. Para que el agua se reproduzca naturalmente el ciclo hidrológico es muy importante (Zegarra, 2014).

De un ciclo hidrológico en un territorio y con un cierto nivel tecnológico, los seres humanos se aprovechan de los beneficios del agua. Algunos de los beneficios que obtiene los humanos del agua son los siguientes. (Zegarra, 2014):

- ✓ Para consumo directo, agua potable, cocina, higiene personal.
- ✓ Para saneamiento, disposición de excretas.
- ✓ Para pesca.
- ✓ Para la agricultura (irrigación, ganadería, forestal).
- ✓ Para generar energía.
- ✓ Para transporte.
- ✓ Para uso industrial.
- ✓ Para minería.
- ✓ Como recipiente de desechos sólidos y líquidos.
- ✓ Para usos estéticos y recreacionales.
- ✓ Para servicios ambientales, ecológicos o ecosistémicos.
- ✓ No usarla (para preservación).

Todos los beneficios generados para los seres humanos por el agua son enormes. El agua se usa para conservar la higiene, la salud y la vida de las personas y de mala manera también se utiliza para depositar desechos generados por la actividad humana. También, puede generar algunos beneficios menos tangibles, tales como,

recreacionales, de prestación de servicios ambientales. (Zegarra, 2014).

2.2.1.5 Demanda del recurso hídrico

Demanda de agua para uso agropecuario: La demanda agropecuaria consta de dos grandes componentes, la demanda agrícola que se origina en las necesidades del riego, el otro es el consumo pecuario. El riego es la actividad que mayor cantidad de agua consume. La demanda mundial del agua para riego se calcula que será de 3250 kilómetros cúbicos por año. Esto quiere decir que el 62.6 % del uso de agua en el mundo corresponderán al riego. A comienzos del siglo el porcentaje era del 90 %. Esto demuestra el aumento de la demanda en otros sectores. (Rocha, 1993).

La demanda agrícola depende de la demanda por hectárea multiplicada por el número de hectáreas. En este sentido, pueden hablar de una demanda agrícola de cualquier unidad agrícola. (Rocha, 1993).

La demanda obtenida en las consideraciones antes expuestas debe aumentar en la cantidad necesaria para cubrir las pérdidas en el sistema (Rocha, 1993).

La agricultura, una de las actividades de mayor consumo de recursos hídricos, necesita de estrategias que generen una mejor eficiencia del uso del agua. Para casi todas las regiones del mundo, incrementar la productividad del agua usada en la agricultura constituye el mayor potencial para brindar una mejor seguridad alimenticia y reducir la pobreza al costo ambiental con menos impacto. (Hernández, 2017).

Métodos de riego: Los métodos de riego se diferencian por la manera de aplicar el agua en el suelo, en la actualidad existen tres métodos: superficial, en el que el agua se aplica sobre la superficie del suelo; presurizado, el agua es conducida mediante una presión por tuberías, hasta un emisor en el punto de aplicación; y subsuperficial, en el que el agua se aplica por debajo de la superficie del suelo. (Hernández, 2017).

- ✓ Riego superficial, en este método de riego, el agua se discurre sobre la superficie del suelo en la parte de mayor altura del terreno para que se mueva mediante acción de la gravedad; con esto, una parte del agua escurre, mientras que otra filtra en el suelo, según la velocidad de infiltración del suelo y de la pendiente del terreno. Para que esto suceda, el gasto brindado a la entrada del surco debe ser mayor que el gasto que penetra en el suelo. La distribución del agua por medio de la gravedad se da mediante dos operaciones básicas. (Berlijn, J & Brouwer, I, 2008)
- ✓ Riego por inundación, en este método el agua se aplica a través de melgas, que es una franja de terreno mayormente de forma rectangular, delimitada por dos bordos longitudinales paralelos y dos bordos transversales. La melga tiene una pendiente longitudinal que debe ser igual a la dirección del riego, y una transversal que es muy pequeña (generalmente menor de 0.1 %). (Berlijn, J & Brouwer, I, 2008)
- ✓ Riego por surcos, este método es más usado debido a la gran cantidad de cultivos que se siembran en hileras. El método de riego por surcos se aplica en cultivos tales como caña de azúcar, papas, maíz, algodón, tomate, tabaco, y otros que se realizan en

hileras. Los surcos tienen una profundidad de 20 a 30 cm. En terrenos nivelados los surcos son lineales. En el caso de terrenos ondulados, los surcos siguen su topografía. La distancia entre los surcos depende también de los cultivos. En la práctica, se usan distancias entre los surcos que varían entre 75 y 150 cm, según el cultivo y el tipo de suelo. (Berlijn y Brouwer, 2008).

Los proyectos para sistemas de riego deben considerar una demanda adicional al requerimiento de diseño con el objetivo de agua adicional disponible para el lavado de sales. (Rocha, 1993).

No se podría explicar en lo anterior expuesto lo extenso de las diferentes demandas de agua que existen, pues casi no hay actividad económica en la que no exista el agua. (Rocha, 1993).

Eficiencia del sistema de riego (Efr): La eficiencia de un sistema de riego es la relación entre la cantidad de agua empleada por las plantas y la cantidad de agua proporcionada desde la bocatoma, la cantidad de agua que es captada de una fuente natural de un sistema de riego será trasladada a través de un canal principal, luego derivada por un canal de distribución y finalmente se deriva el agua al nivel de la parcela para algún cultivo del productor agrario. Que finalmente se evaluara del caudal captado en la bocatoma, cuánta agua de esta, es empleada para el riego del cultivo, y para ello es importante calcular la eficiencia de riego a fin de determinar la demanda de agua que se requiere en un proyecto de riego siendo esta un factor determinate en el

cálculo de la demanda hídrica de todo el proyecto de riego. (DGIAR, 2015)

$$E_{f_r} = E_{f_c} \times E_{f_d} \times E_{f_a} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

E_{fc} : eficiencia de conducción.

E_{fd} : eficiencia de distribución.

E_{fa} : eficiencia de aplicación.

Eficiencia de conducción (E_{fc}): La eficiencia de conducción permite evaluar la pérdida de agua en el canal principal desde la bocatoma hasta el punto final del canal principal.

Existe casos en que no es factible cerrar la compuertas de los canales laterales de distribución L1, L2, L3,..., Ln los mismos que se consideran en la forma de cálculo de la eficiencia de conducción. (DGIAR, 2015):

$$E_{f_c} = \frac{\text{Caudal que llega al final del Canal principal} + \sum \text{Caudales de distribución}}{\text{Caudal de agua que entra al canal principal}} \times 100 \dots (2)$$

Eficiencia de distribución (E_{fd}): Se obtiene 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. (DGIAR, 2015)

La Ecuación para determinar la eficiencia de un canal de distribución:

$$E_{f_d} = \frac{\text{Caudal que llega al final del Canal de Distrib.} + \sum \text{Caudales de los laterales}}{\text{Caudal de agua que entra al canal lateral}} \times 100 \dots (3)$$

Eficiencia de aplicación (Efa): La eficiencia de aplicación de riego es la cantidad de agua útil para el cultivo que queda en el suelo después de un riego, en relación al total del agua que se aplicó. Generalmente se mide en porcentaje o litros de agua útil en el suelo por cada 100 litros aplicados.

El valor de la eficiencia se ve afectada por la superficie de la parcela, para lo cual tendrá una relación de proporcionalidad. Teniendo esto en cuenta se empleará la siguiente ecuación en caso de tener varias parcelas: (DGIAR, 2015)

$$E_{fca} = \frac{A_1 \times Er_1 + A_2 \times Er_2 + \dots + A_n \times Er_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots (4)$$

Donde:

An : Área de parcela.

Er : Eficiencia de riego en parcela.

Tabla 5 – Eficiencias de los sistemas de riego.

Sistema de riego	Eficiencia
Inundación	0.4
Aspersión	0.7
Goteo	0.9

Fuente: Manual de riego del Ministerio de Economía y Finanzas – 2003 (Nuñez y Hurtado, 2015)

Evapotranspiración real del cultivo (ETa): Es muy difícil estimar con exactitud la evapotranspiración real del cultivo. El Estudio FAO: Riego y Drenaje N.º 33 proporcionó cuadros que podrían usarse para estimar la ETa, en base a datos de tasas de evapotranspiración, agua disponible en el suelo e intervalos de humedad. Sin embargo, los cuadros eran complicados, pero después fueron sustituidas por cálculos más precisos de la ETa, basados en los cálculos diarios de balance de agua y

métodos digitales de computación. (Steduto, Hsiao, Fereres y Raes, 2012)

Los cálculos de balance de agua permiten determinar el nivel de agua disponible en el suelo en la zona radicular de manera diaria. Siempre que haya agua disponible para el cultivo, la $ET_a = ET_x$. Cuando se logra el nivel de humedad crítico del suelo, definido como una parte del contenido total de humedad del suelo (p), la transpiración baja por el cierre de las estomas y por lo tanto, la $ET_a < ET_x$, hasta que la humedad del suelo en la zona radicular alcance el punto de marchitez permanente, cuando se asume ET_a como cero. Este contenido crítico de humedad del suelo se calcula a partir de las características del suelo, del cultivo, del enraizamiento y de la tasa de ET_o . (Steduto et al., 2012).

Evapotranspiración máxima del cultivo (ETX): Según Steduto et al. (2012) los procedimientos para determinar la ET_x se basaron en las guías de la FAO para los requerimientos de agua en los cultivos (ET_c), y el componente ET_x de la ecuación, equivalente a ET_c , determinada como el producto de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o) por el coeficiente de cultivo (K_c), es decir:

$$ET_x = K_c ET_o \dots \dots \dots (24)$$

Coeficientes de cultivo (Kc): Es la proporción entre la demanda de agua del cultivo mantenido a niveles óptimos (ET_a) y la demanda del cultivo de referencia (ET_p). (Baldomero, 2009).

Tabla 6 – Coeficientes de cultivos (kc) para cultivos anuales.

% de desarrollo	Maíz	Trigo	Algodón	Sorgo	Cártamo	Soya	Arroz	Frijol	Ajonjolí	Garbanzo	Cebada	Jitomate	Linaza	Chile	Papa	Cacahuete	Cucurbitáceas
0	0.42	0.15	0.20	0.30	0.14	0.51	0.45	0.50	0.30	0.30	0.15	0.43	0.30	0.48	0.30	0.15	0.45
5	0.45	0.20	0.22	0.35	0.16	0.45	0.50	0.54	0.35	0.35	0.20	0.43	0.35	0.50	0.35	0.17	0.47
10	0.48	0.30	0.25	0.40	0.18	0.41	0.55	0.60	0.40	0.40	0.30	0.43	0.40	0.55	0.40	0.20	0.50
15	0.51	0.40	0.28	0.48	0.22	0.45	0.65	0.65	0.50	0.50	0.40	0.45	0.50	0.65	0.45	0.25	0.53
20	0.60	0.55	0.32	0.60	0.27	0.51	0.72	0.73	0.60	0.55	0.55	0.45	0.55	0.75	0.50	0.29	0.55
25	0.65	0.70	0.40	0.70	0.35	0.51	0.80	0.80	0.70	0.65	0.70	0.50	0.70	0.80	0.60	0.36	0.60
30	0.70	0.90	0.50	0.80	0.44	0.51	0.85	0.90	0.80	0.70	0.90	0.55	0.90	0.90	0.70	0.43	0.65
35	0.80	1.10	0.62	0.90	0.54	0.52	0.90	0.97	0.87	0.75	1.10	0.65	1.00	0.95	0.82	0.52	0.70
40	0.90	1.25	0.89	1.00	0.64	0.55	0.92	1.05	0.95	0.78	1.25	0.75	1.10	0.98	0.97	0.61	0.75
45	1.00	1.40	0.90	1.08	0.76	0.57	0.93	1.10	1.00	0.80	1.40	0.85	1.15	1.03	1.05	0.61	0.80
50	1.05	1.50	0.98	1.07	0.88	0.60	0.93	1.12	1.10	0.82	1.50	0.95	1.20	1.05	1.16	0.80	0.81
55	1.07	1.57	1.00	1.05	0.97	0.63	0.93	1.12	1.20	0.85	1.57	1.00	1.28	1.05	1.25	0.90	0.82
60	1.08	1.62	1.02	1.00	1.07	0.66	0.92	1.10	1.28	0.85	1.62	1.03	1.30	1.05	1.30	1.00	0.80
65	1.07	1.61	1.00	0.95	1.07	0.68	0.90	1.05	1.30	0.82	1.61	1.02	1.35	1.03	1.35	1.01	0.79
70	1.05	1.55	0.95	0.90	1.08	0.70	0.85	1.02	1.32	0.80	1.55	0.98	1.30	1.00	1.38	1.02	0.77
75	1.02	1.45	0.87	0.82	1.02	0.70	0.80	0.95	1.29	0.75	1.45	0.95	1.28	0.97	1.38	0.91	0.75
80	1.00	1.30	0.80	0.75	0.96	0.69	0.68	0.87	1.25	0.70	1.30	0.90	1.25	0.90	1.35	0.80	0.72
85	0.95	1.10	0.75	0.70	0.86	0.63	0.63	0.80	1.10	0.65	1.10	0.85	1.10	0.85	1.33	0.60	0.71
90	0.90	0.95	0.65	0.65	0.76	0.56	0.58	0.72	1.00	0.60	0.95	0.80	0.95	0.80	1.30	0.41	0.70
95	0.87	0.80	0.55	0.60	0.60	0.43	0.55	0.70	0.90	0.50	0.80	0.75	0.80	0.70	1.25	0.25	0.67
100	0.85	0.62	0.50	0.55	0.45	0.31	0.47	0.62	0.80	0.40	0.62	0.70	0.60	0.60	1.20	0.11	0.65

Fuente: Manual de uso consuntivo del agua para los principales cultivos de los Andes Centrales Peruanos (Baldomero, 2009).

2.3. Definición de términos

- 1. Riego por inundación:** Este es el método tradicional de riego que consiste en regar el suelo por todas partes por gravedad, este tipo de riego se practica en la preparación del suelo conocido como riego machaco, también se utiliza para regar pastizales y otros tipos de malgas.
- 2. Manejo de agua de riego:** Incluye un riego ordenado y eficiente, controlando el tiempo de riego, la frecuencia de riego y la cantidad de agua a regar en cada riego.

3. **Capacidad de campo:** es el contenido de humedad del suelo después de un riego abundante y ya no fluye libremente durante unas 42 horas.
4. **Punto de marchitez:** Es la humedad del suelo la que hace que las plantas se marchiten, cuando se llevan a la sala de saturación, para no recuperar su apariencia.
5. **Napa freática:** Es la profundidad a la que se encuentra el agua en el suelo, también conocida como nivel freático.
6. **Textura del suelo:** es la propiedad física del suelo.
7. **Percolación:** Es la penetración del agua profundamente en el suelo, y por este fenómeno el agua sube al nivel de las aguas subterráneas.
8. **Tiempo de riego:** Es el tiempo que transcurre antes de que el agua sea absorbida por el suelo para que pueda reponer el agua absorbida por las plantas y el agua perdida por evaporación.
9. **Frecuencia de riego:** Es el tiempo transcurrido entre éste y el posterior, que varía según el consumo de agua del cultivo en estudio y la capacidad de almacenamiento del suelo.
10. **Evapotranspiración potencial:** Es la cantidad máxima de agua liberada en forma de vapor a la atmósfera por el cultivo extensivo de malas hierbas (centeno), que son uniformemente bajas, verdes, vigorosas y cubren completamente el suelo de la zona. Forma plana en condiciones óptimas de humedad para suministro ilimitado de agua.
11. **Evapotranspiración real:** Es la cantidad total de agua evaporada de la tierra agrícola más la cantidad de agua infiltrada del follaje de cultivos como papa, maíz, etc. Libre de enfermedades, que crece en grandes campos de una hectárea o más en condiciones óptimas de suelo, con fertilidad y disponibilidad de agua adecuadas, donde se puede lograr el potencial de producción total en un entorno de cultivo determinado.

- 12. Eficiencia de riego:** Es la relación entre el agua suministrada a un campo de cultivo y la cantidad de agua tomada inicialmente en la cantidad de agua tomada.
- 13. Déficit de humedad neta:** Es la necesidad efectiva de agua para regar una determinada superficie de terreno con un determinado cultivo. Puede determinarse por la diferencia entre la evaporación real y la precipitación real.
- 14. Déficit de humedad bruta:** Es la cantidad de agua necesaria para regar una determinada superficie de terreno con un determinado cultivo, en función de la eficiencia de riego que se haya calculado.
- 15. Caudal de riego:** Es el volumen por unidad de tiempo que ingresa a una determinada área de terreno para compensar la cantidad de agua consumida por las plantas y la cantidad de agua perdida por evaporación.
- 16. Velocidad de infiltración instantánea:** Es la capa de agua que se filtra en el suelo en un momento determinado.
- 17. Velocidad de infiltración básica:** Es la tasa de infiltración alcanzada, después de un tiempo dado, manteniéndose constante, cuando la diferencia entre dos valores sucesivos de permeabilidad instantánea es igual o inferior al 10% de su valor durante un período de tiempo.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Determinar la eficiencia del servicio de agua, es determinante para el manejo adecuado del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca, Junín.

2.4.2. Hipótesis específicos

a) Determinar la situación actual del servicio de agua, incide significativamente para el manejo adecuado del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca, Junín.

b) Determinar la demanda del servicio de agua, incide significativamente para el manejo adecuado del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca, Junín.

c) Determinar los parámetros hidrológicos del servicio de agua, incide significativamente para el manejo adecuado del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca, Junín.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Se considera variable a aquella que presenta una característica, cualidad o propiedad sobre un fenómeno o hecho que tiende a variar y que puede ser medido y/o evaluado.

Y = Eficiencia del servicio de agua.

Indicadores:

- a) Situación actual.
- b) demanda del servicio de agua.
- c) parámetros hidrológicos.

X = Sistema de riego.

Indicadores:

- a) Obras hidráulicas.

2.5.2. Definición operacional de la variable

Para la investigación se ha considerado las siguientes variables:

Tabla 7 – Variables de investigación.

Variable Independiente	Variable Dependiente
Eficiencia del servicio de agua	Sistema de riego

Fuente: Elaboración propia.

2.5.3. Operacionalización de la Variable

Tabla 8 – Operacionalización de las variables.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Eficiencia del servicio de agua	Situación actual.	a) Parámetros geomorfológicos.	Adimensional
	Demanda de agua.	b) Hidrometeorología.	
	Parámetros hidrológicos	c) Análisis de máximas avenidas. d) Análisis hidráulico.	
Sistema de riego	Parámetros del diseño hidráulico y estructural de obras de canalización	a) Obras hidráulicas.	Adimensional

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

En el desarrollo de la investigación se utilizó el método científico, dado que el conocimiento científico intenta establecer relaciones causales entre variables expresadas, primero en forma de hipótesis y, después en forma de leyes y teorías, la investigación científica sólo puede justificarse por la aplicación rigurosa de los métodos y procedimientos que, en conjunto, integran el método científico, cuya estructura básica constituye la única garantía del conocimiento científico. Pimienta y De la Orden (2012)

3.2. Tipo de Investigación

La investigación desarrollada correspondió al tipo de investigación aplicada, puesto que, la investigación aplicada tiene como objetivo principal la búsqueda y consolidación del saber, así como la aplicación de los conocimientos para acrecentar el conocimiento cultural y científico y la producción de tecnología al servicio de la sociedad. Pimienta y De la Orden (2012)

3.3. Nivel de investigación

El nivel de la investigación fue descriptivo. En la investigación descriptiva se describe una situación o fenómeno observable y se proponen, según información verificable, unas condiciones posibles que respondan al problema estudiado. Fuentes et al (2020)

3.4. Diseño de investigación

El diseño que se utilizó en el trabajo de investigación es no experimental. La investigación no experimental se define como aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Lo que hace la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos. Los estudios no experimentales buscan estudiar el problema en las condiciones naturales del entorno a partir de la

observación o haciendo uso de instrumentos de medición, analizando, describiendo y comparando el comportamiento de la variable dependiente con relación a la independiente. Fuentes et al (2020)

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población “es el universo de estudio de la investigación, sobre el cual se pretende generalizar los resultados, y está constituida por características o estratos que le sirven para distinguir a los sujetos unos de otros” (Chávez, 2009). La aplicación del trabajo de investigación tiene como población a los canales de riego de la subcuenca del río Cunas

3.5.2. Muestra

La muestra “es una porción o un subconjunto de la población que selecciona el investigador como unidades o elementos para el estudio para obtener información confiable y representativa” Fuentes et al (2020). La aplicación del trabajo de investigación tiene como muestra los canales de riego de la subcuenca del río Cunas dentro de la jurisdicción del distrito de Chupaca, provincia de Chupaca, en la región Junín.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observación directa: Para la obtención de información se hizo uso de una ficha de control que nos permitió adquirir información hidrológica e hidráulica que nos permitió 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 de control, 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 canales encontrados en la comisión de regantes del Cunas.

- Prueba de infiltración de campo de cultivo a través de los anillos infiltrómetros.
- 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 canales.
- Longitud de cada uno de los canales.

Análisis de documentos: Para el análisis de documentos se consideraron archivos digitales, así como en medio físicos de libros escritos referentes en el presente tema de investigación.

3.7. Procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información, se tuvo en cuenta lo siguiente programas:

Microsoft Excel: Para exportar cuadros y datos estadísticos de los resultados y datos obtenidos de los estudios realizados.

Microsoft Word: Para la elaboración de la parte descriptiva de las fichas Ficha de organización, sistematización e interpretación de los datos obtenidos de los estudios realizados.

AutoCAD: Para establecer la localización, delimitación, puntos de investigación y área de influencia del proyecto.

HEC – HMS: Para el cálculo del caudal máximo.

3.8. Técnicas y análisis de datos

El análisis de datos se hizo utilizando la estadística descriptiva e inferencial, haciéndose uso de los modelos tabulares gráficos y numéricos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados específicos

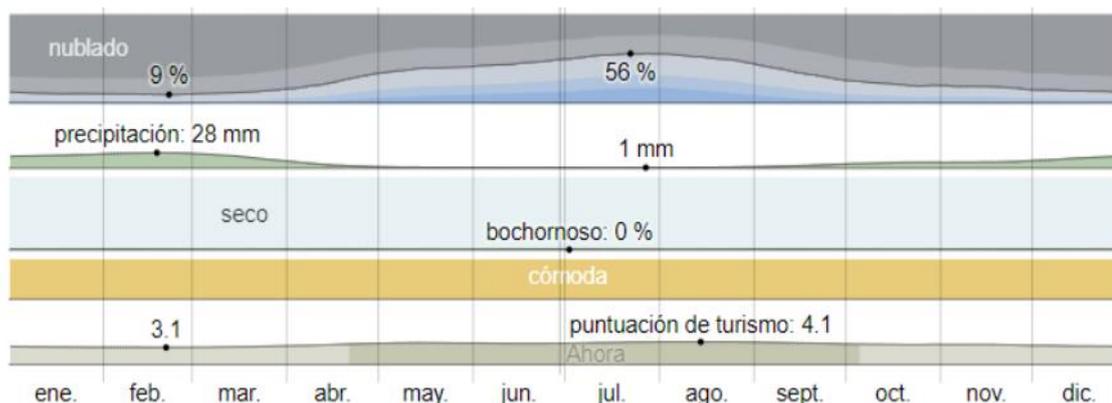
4.1.1. Resultados de la situación actual del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca

1.- Características del área de estudio:

Clima: En Chupaca, los veranos son cortos, cómodos y nublados; los inviernos son cortos, fríos y parcialmente nublados y está seco durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 6 °C a 20 °C y rara vez baja a menos de 3 °C o sube a más de 23 °C.

En base a la puntuación de turismo, la mejor época del año para visitar Chupaca para actividades de tiempo caluroso es desde finales de abril hasta principios de octubre.

Figura 4 – Resumen del clima.

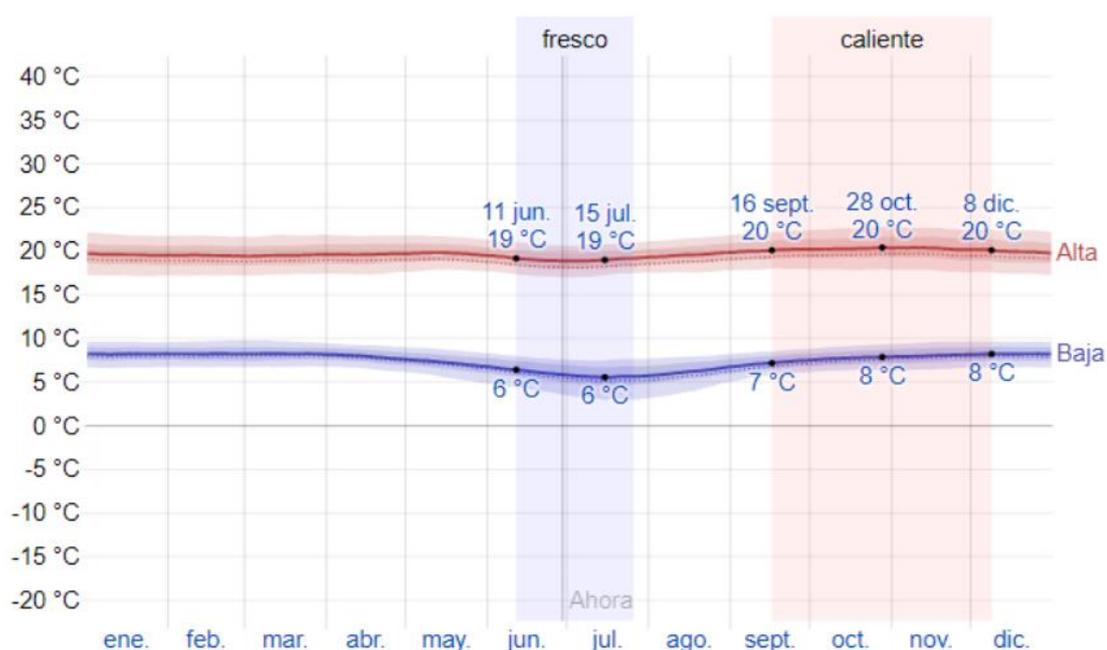


Fuente: Elaboración Propia.

Temperatura: La temporada templada dura 2,8 meses, del 16 de septiembre al 8 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 20 °C. El día más caluroso del año es el 28 de octubre, con una temperatura máxima promedio de 20 °C y una temperatura mínima promedio de 8 °C.

La temporada fresca dura 1,5 meses, del 11 de junio al 26 de julio, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 19 °C. El día más frío del año es el 15 de julio, con una temperatura mínima promedio de 6 °C y máxima promedio de 19 °C.

Figura 5 – Temperatura máxima y mínima promedio.

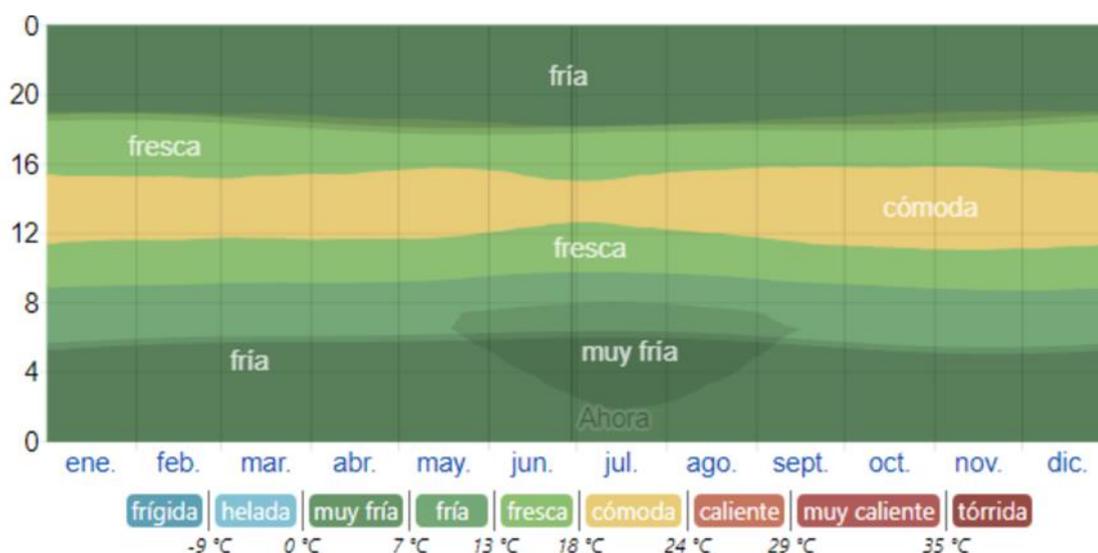


Fuente: Elaboración Propia.

La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

La figura siguiente muestra una ilustración compacta de las temperaturas promedio por hora de todo el año. El eje horizontal es el día del año, el eje vertical es la hora y el color es la temperatura promedio para ese día y a esa hora.

Figura 6 – Temperatura promedio por hora.



Fuente: Elaboración propia.

La temperatura promedio por hora, codificada por colores en bandas. Las áreas sombreadas superpuestas indican la noche y el crepúsculo civil.

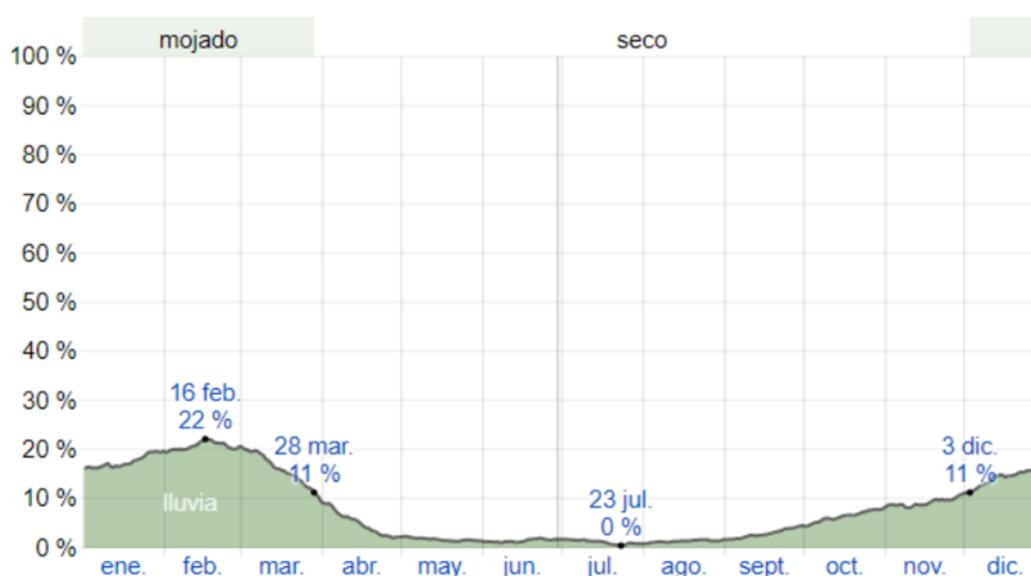
Precipitación: Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Chupaca varía durante el año.

La temporada más mojada dura 3,8 meses, de 3 de diciembre a 28 de marzo, con una probabilidad de más del 11 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 22 % el 16 de febrero.

La temporada más seca dura 8,2 meses, del 28 de marzo al 3 de diciembre. La probabilidad mínima de un día mojado es del 0 % el 23 de julio.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 22 % el 16 de febrero.

Figura 7 – Probabilidad diaria de precipitación.

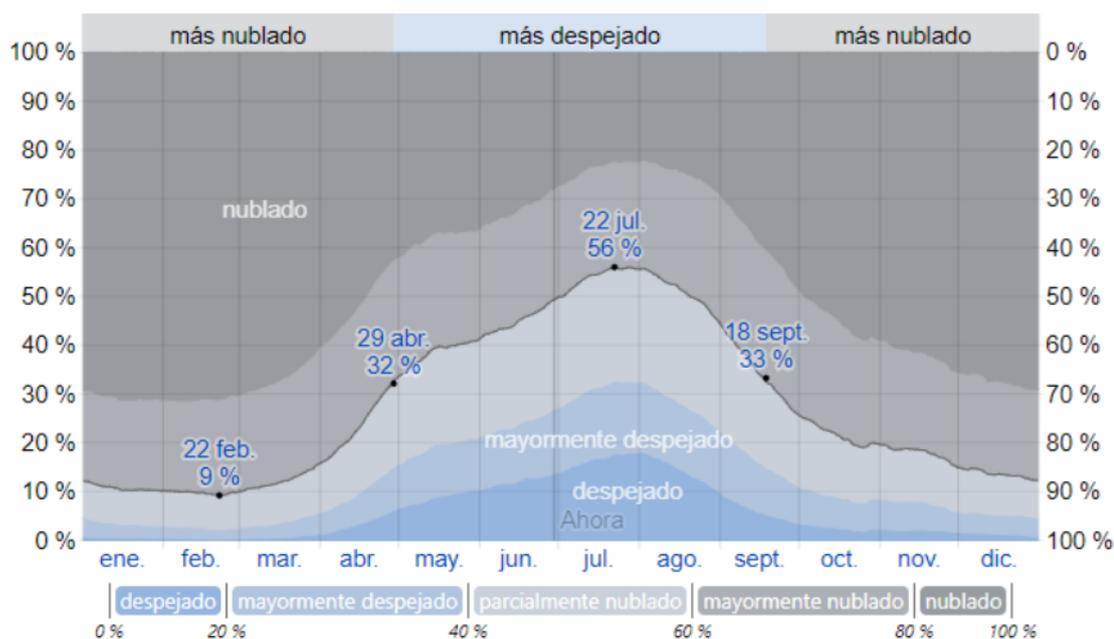


Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, excluidas las cantidades ínfimas: solo lluvia, solo nieve, mezcla (llovió y nevó el mismo día).

Nubes: En Chupaca, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año. La parte más despejada del año en Chupaca comienza aproximadamente el 29 de abril; dura 4,7 meses y se termina aproximadamente el 18 de septiembre. El 22 de julio, el día más despejado del año, el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 56 % del tiempo y nublado o mayormente nublado el 44 % del tiempo. La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 18 de septiembre; dura 7,3 meses y se termina aproximadamente el 29 de abril. El 22 de febrero, el día más nublado del año, el cielo está nublado o mayormente nublado el 91 % del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 9 % del tiempo.

Figura 8 – Categorías de nubosidad.



Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de tiempo pasado en cada banda de cobertura de nubes, categorizado según el porcentaje del cielo cubierto de nubes.

Lluvia: Para mostrar la variación durante un mes y no solamente los totales mensuales, mostramos la precipitación de lluvia acumulada durante un período móvil de 31 días centrado alrededor de cada día del año. Chupaca tiene una variación ligera de lluvia mensual por estación.

La temporada de lluvia dura 4,1 meses, del 27 de noviembre al 1 de abril, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 18 de febrero, con una acumulación total promedio de 28 milímetros.

El periodo del año sin lluvia dura 7,9 meses, del 1 de abril al 27 de noviembre. La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es el 27 de julio, con una acumulación total promedio de 1 milímetros.

Figura 9 – Precipitación de lluvia mensual promedio.



Fuente: Elaboración propia.

La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25º al 75º y del 10º al 90º. La línea delgada punteada es el equivalente de nieve en líquido promedio correspondiente.

Sol: La duración del día en Chupaca no varía considerablemente durante el año, solamente varía 50 minutos de las 12 horas en todo el año. En 2020, el día más corto es el 20 de junio, con 11 horas y 25 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de diciembre, con 12 horas y 50 minutos de luz natural.

Figura 10 – Horas de luz natural y crepúsculo.



Fuente: Elaboración propia.

La cantidad de horas durante las cuales el sol está visible (línea negra). De abajo (más amarillo) hacia arriba (más gris), las bandas

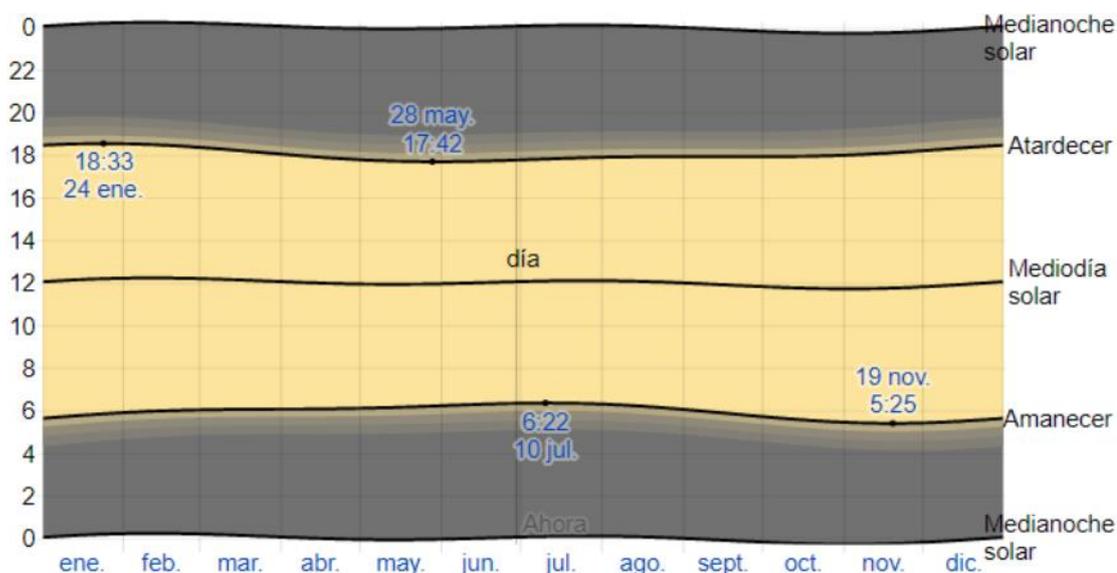
de color indican: luz natural total, crepúsculo (civil, náutico y astronómico) y noche total.

La salida del sol más temprana es a las 5:25 el 19 de noviembre, y la salida del sol más tardía es 57 minutos más tarde a las 6:22 el 10 de julio.

La puesta del sol más temprana es a las 17:42 el 28 de mayo, y la puesta del sol más tardía es 51 minutos más tarde a las 18:33 el 24 de enero.

No se observó el horario de verano (HDV) en Chupaca durante el 2020.

Figura 11 – Salida del sol y puesta del sol con crepúsculo.



Fuente: Elaboración propia.

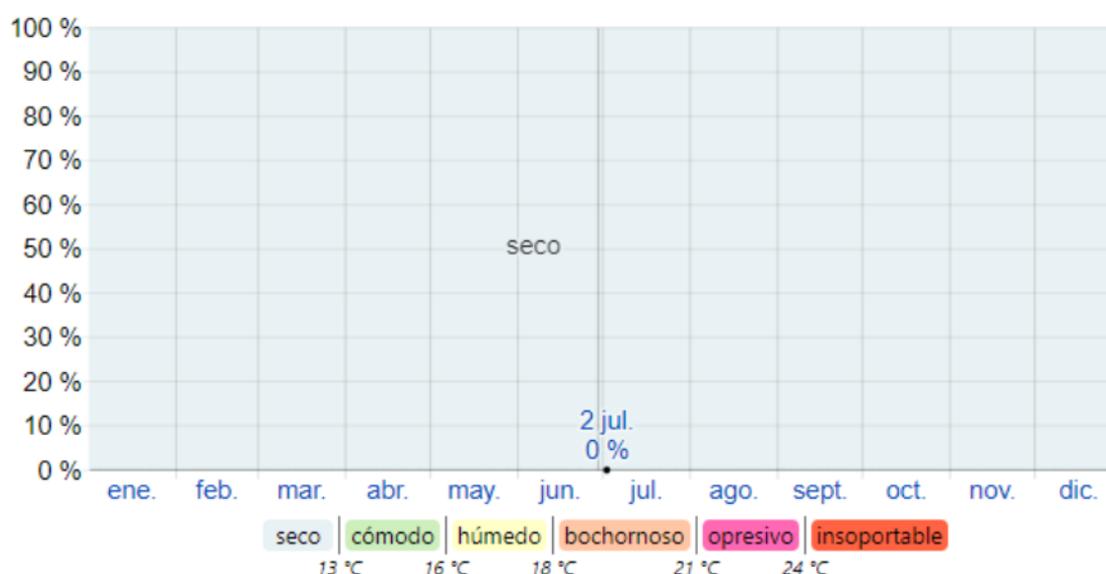
El día solar durante el año 2020. De abajo hacia arriba, las líneas negras son la medianoche solar anterior, la salida del sol, el mediodía solar, la puesta del sol y la siguiente medianoche solar. El día, los crepúsculos (civil, náutico y astronómico) y la noche se indican por el color de las bandas, de amarillo a gris.

Humedad: Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de

la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

El nivel de humedad percibido en Chupaca, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece prácticamente constante en 0 %.

Figura 12 – Niveles de comodidad de la humedad.



Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío.

Viento: Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y

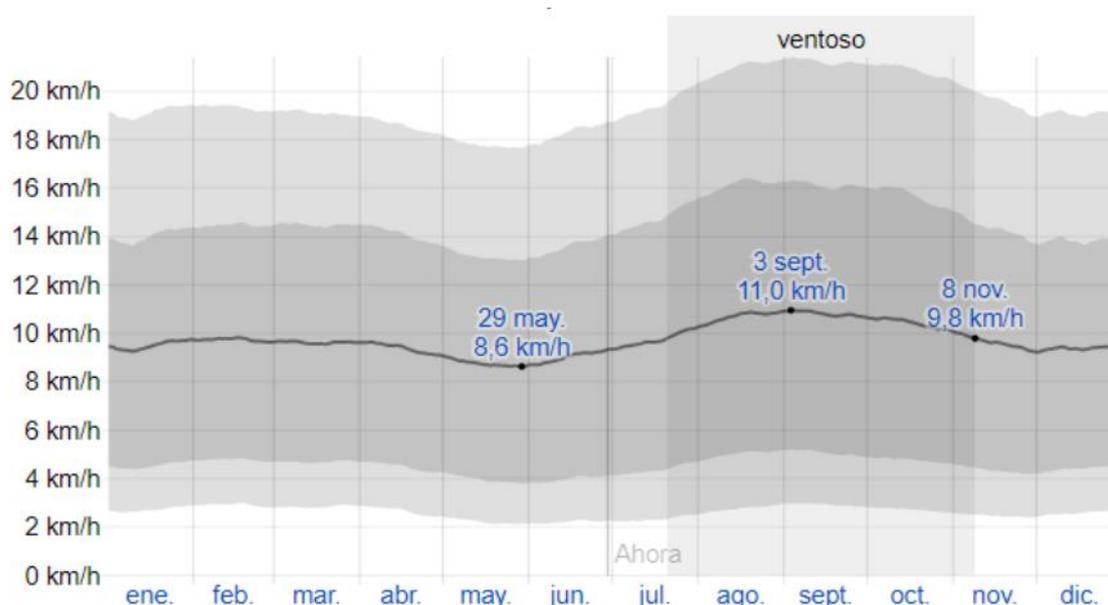
dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Chupaca tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 3,6 meses, del 20 de julio al 8 de noviembre, con velocidades promedio del viento de más de 9,8 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 3 de septiembre, con una velocidad promedio del viento de 11,0 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 8,4 meses, del 8 de noviembre al 20 de julio. El día más calmado del año es el 29 de mayo, con una velocidad promedio del viento de 8,6 kilómetros por hora.

Figura 13 – Velocidad promedio del viento.

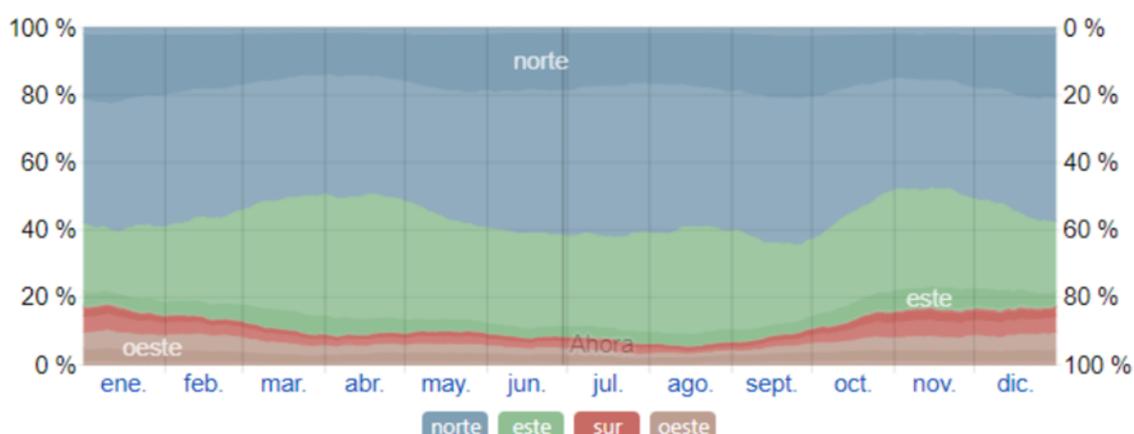


Fuente: Elaboración propia.

El promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscuro), con las bandas de percentil 25º a 75º y 10º a 90º.

La dirección del viento promedio por hora predominante en Chupaca es del norte durante el año.

Figura 14 – Dirección del viento.



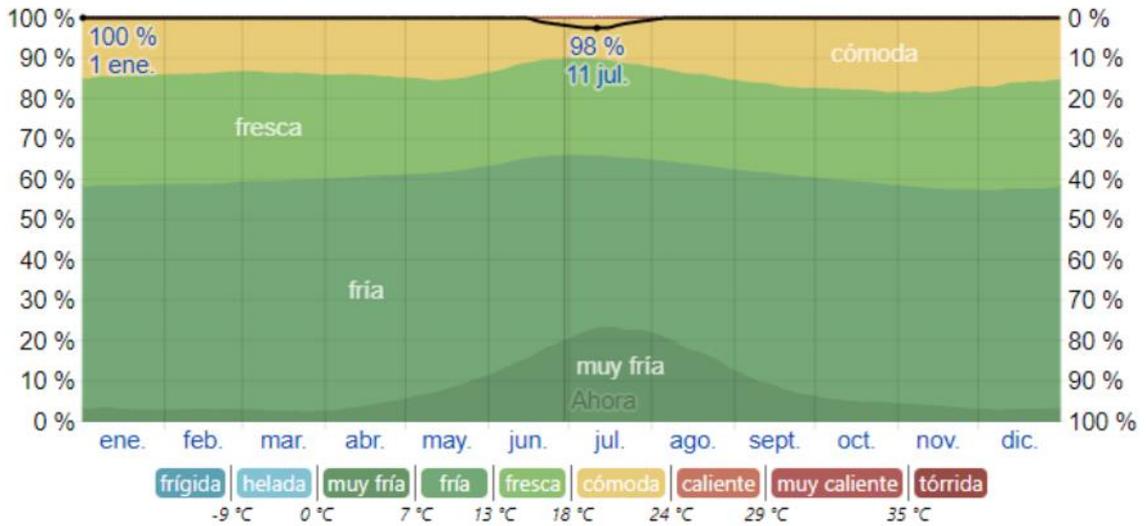
Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 1,6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste).

Periodo de cultivo: Las definiciones del periodo de cultivo varían en todo el mundo, pero para fines de este informe, lo definimos con el periodo continuo más largo de temperaturas sin heladas ($\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$) del año (el año calendario en el hemisferio norte o del 1 de julio al 30 de junio en el hemisferio sur).

Las temperaturas en Chupaca son lo suficientemente cálidas todo el año por lo que no tiene sentido hablar del periodo de cultivo en estos términos. No obstante, la siguiente tabla se incluye como ilustración de la distribución de temperaturas durante el año.

Figura 15 – Tiempo que se pasa en diferentes bandas de temperatura y el periodo de cultivo.

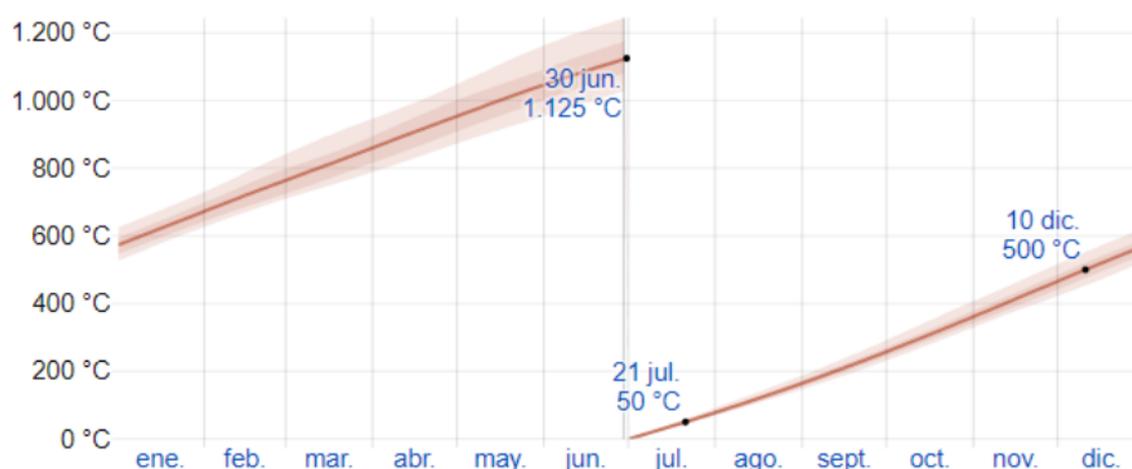


Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de tiempo que se pasa en diferentes bandas de temperatura. La línea negra es el porcentaje de probabilidad de que un día dado esté dentro del periodo de cultivo.

Los grados día de crecimiento son una medida de la acumulación de calor anual que se usan para predecir el desarrollo de las plantas y los animales y se define como la integral térmica por encima de una temperatura base, descartando el exceso por encima de una temperatura máxima. En este informe usamos una base de 10 °C y un tope máximo de 30 °C.

Figura 16 – Grados día de crecimiento.



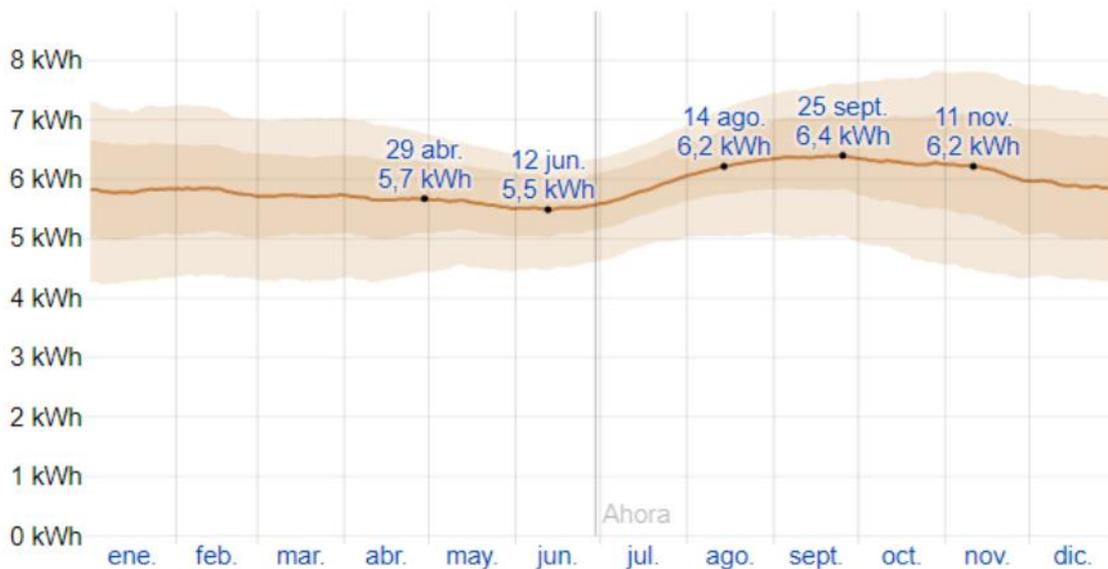
Fuente: Elaboración propia.

Los grados día de crecimiento promedio acumulados en el transcurso del año, con las bandas de percentiles 25 a 75 y 10 a 90.

Energía solar: Esta sección trata sobre la energía solar de onda corta incidente diario total que llega a la superficie de la tierra en un área amplia, tomando en cuenta las variaciones estacionales de la duración del día, la elevación del sol sobre el horizonte y la absorción de las nubes y otros elementos atmosféricos. La radiación de onda corta incluye luz visible y radiación ultravioleta.

La energía solar de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado no varía considerablemente durante el año y permanece en un margen de más o menos 0,5 kilovatios-hora de 5,9 kilovatios-hora.

Figura 17 – Energía solar de onda corta incidente diaria promedio.



Fuente: Elaboración propia.

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 m³/s y en época de estiaje un caudal de 4.54 m³/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.

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.- 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 9 – 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
TOTAL	4197	1276	719	6192	17	12	29

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10 – Disponibilidad de estructuras sector sur.

CANALES SECTOR SUR:							
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
LA LIBERTAD	1100	515	185	1800	2	2	4
HERRERA	320	60	20	400	0	2	2
VISO ALTO	725	315	120	1160	2	2	4
PERLA ALTA	1075	764	326	2165	2	4	6
PERLA BAJA	476	357	167	1000	1	3	4
TOTAL	3696	2011	818	6525	7	13	20

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11 – Disponibilidad de estructuras sector oeste.

CANALES SECTOR OESTE:							
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
La Victoria A1	525	105	40	670	1	1	2
La Victoria A2	1135	57	43	1235	3	1	4
5 Esquinas	1348	174	148	1670	2	1	3
La Victoria B1	1135	545	320	2000	3	1	4
La Victoria B2	315	120	135	570	0	2	2
Vista Alegre	1420	546	664	2630	2	4	6
TOTAL	5878	1547	1350	8775	11	10	21

Fuente: Elaboración Propia.

5.- Proceso de Operación de la Infraestructura del Sistema de Riego: Los sectoristas de los once barrios del distrito de Chupaca, son los operarios de sistema de riego, quienes son los encargados de realizar el reparto de las aguas del sistema de riego según la demanda de agua del agricultor en su parcela, además los sectoristas son quienes determinen la cantidad de agua.

Paso n°1 - inicia desde la bocatoma o captación: La operación del sistema de riego empieza en la bocatoma del barrio de

Callaballauri, en el cual se eleva la compuerta para así determinar el agua que ingresará al sistema de riego.

Figura 18 – Captación de agua que se hace del Río Cunas - bocatoma Huarisca.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 19 – Primeras estructuras que tiene la bocatoma.



Fuente: Elaboración propia.

Paso n°2 - canal de conducción: El canal de conducción se debe tener una regla en la sección del canal, en la cual se pueda determinar la cantidad de agua que está conduciéndose en litros por segundo (l/s).

Figura 20 – Primeros canales desde la bocatoma.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21 – Amplitud del canal.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 22 – Parte posterior del partidor de las aguas captadas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23 – Parte frontal del partidor de las aguas captadas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 24 – Canal en “Y”.

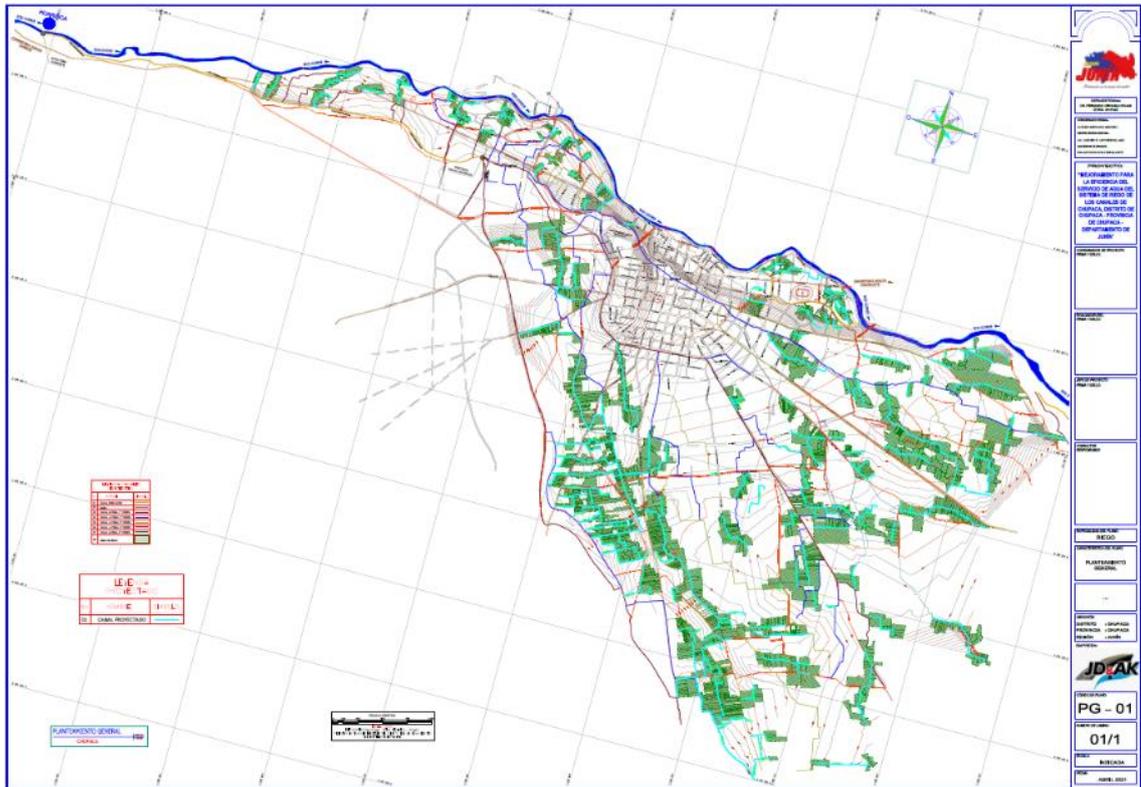


Fuente: Elaboración propia.

Paso n°3 - distribución de agua: El Comité de Regantes junto con los sectoristas de riego, organizan el reparto del agua en cada uno de los sectores de riego, es decir los once barrios que conforma el distrito de Chupaca, esto viene a ser un conjunto de parcelas en su totalidad.

El reparto del agua para los sectores de riego, está en función a las áreas a irrigar y el volumen requerido, que determinará el tiempo de riego a cada sector, el mismo que debe ser comunicado.

Figura 25 – Áreas de riego.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Resultados de la demanda del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca

1.- Cálculo de demanda de agua para áreas de Cultivo:

1.1.- Evapotranspiración real: Para el cálculo de las demandas de riego se debe tener en consideración aquellas pérdidas de agua que se producirán por evapotranspiración, es en este sentido que los caudales generados producto de la precipitación se verán disminuidos por los valores de evapotranspiración hallados; a continuación, se detallarán las variables involucradas para el cálculo de evapotranspiración real.

Temperatura: Los datos de temperatura media en la localidad de Chupaca fueron extraídos de la página de SENAMHI para la estación HUAYAO ubicada en la latitud -12.04 y longitud -75.32.

Tabla 12 – Registros meteorológicos de senamhi, temperatura media mensual.

AÑO / MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2015	11.9	12.3	11.5	10.8	10.8	8.4	9.6	11	11.4	12	12.5	11.5
2016	12.1	10.9	11.2	11.2	10.4	9.1	10	10	11.2	12.5	11.9	11.2
2017	12.7	11.8	12	10.8	9.4	8.6	8.2	11.2	12	12.3	11.8	12.3
2018	11	11.5	11.2	11.4	10.1	9.6	9.4	9.9	11	11.9	12.4	11.8
2019	11.8	11.5	11.3	11	10.1	9.2	9.1	10.3	11.4	12.1	12.2	11.9
PROMEDIO	11.9	11.6	11.44	11.04	10.16	8.98	9.26	10.48	11.4	12.16	12.16	11.74

Fuente: Pagina de senamhi (Estación climática Huayao).

Cantidad de horas de sol al mes: Los datos de cantidad de horas de sol mensuales para la localidad de Chupaca fueron extraídos de la página de SENAMHI para la estación SANTA ANA ubicada en la latitud -12.00 y longitud -75.22.

Tabla 13 – Registros meteorológicos de senamhi, número de horas sol mensual.

AÑO/MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2018	85.3	118.2	143.2	194.9	231.5	243.3	251.8	249.8	217.5	189.5	218.0	174.5
2019	120.3	85.3	125.6	175.8	257.1	259.8	254.3	258.9	194.4	191.4	162.5	103.5
PROMEDIO	102.8	101.8	134.4	185.4	244.3	251.6	253.1	508.7	411.9	380.9	380.5	278.0

Fuente: Pagina de senamhi (Estación climática Santa Ana).

Número de horas sol máximas probables en función a la latitud de ubicación del proyecto: El número de horas sol máxima media diaria probable se halló en función a la latitud de ubicación del proyecto; los valores referenciales que se muestran en la siguiente tabla fueron extraídas del estudio FAO para Riego y drenaje N°24.

Tabla 14 – Número de horas de sol máxima media diaria probable, latitud 12°3'13.29".

Latitud Sur	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
5	12.3	12.3	12.1	12.0	11.9	11.8	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4
10.0	12.6	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5	11.6	11.8	12.0	12.3	12.6	12.7
15.0	12.9	12.6	12.2	11.8	11.4	11.2	11.3	11.6	12.0	12.5	12.8	13.0
20	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9	11.0	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3
25	13.5	13.0	12.3	11.6	10.9	10.6	10.7	11.3	12.0	12.7	13.3	13.7
30	13.9	13.2	12.4	11.5	10.6	10.2	10.4	11.1	12.0	12.9	13.6	14.0
35	14.3	13.5	12.4	11.3	10.3	9.8	10.1	11.0	11.9	13.1	14.0	14.5
40	14.7	13.7	12.5	11.2	10.0	9.3	9.6	10.7	11.9	13.3	14.4	15.0
Interpolado Aprox.	12.72	12.48	12.14	11.80	11.52	11.38	11.48	11.72	12.00	12.38	12.68	12.82

Fuente: Estudio FAO riego y drenaje N°24, las necesidades de agua de los cultivos. Roma 1976. Pag. 25.

Radiación extraterrestre media diaria en función a la latitud de ubicación del proyecto: El valor de radiación extraterrestre media diaria (RMD) en equivalente de evapotranspiración medido en mm/día se halló en función a la latitud de ubicación del proyecto; los valores referenciales que se muestran en la siguiente tabla fueron extraídas del estudio FAO para Riego y drenaje N°24.

Tabla 15 – Radiación extraterrestre media diaria (RMD) expresada en equivalente de evapotranspiración (mm/día) para diferentes latitudes y meses, latitud 12°3'13.29".

Latitud Sur	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0	15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	15.6	15.3	15.4	15.1	14.8
2	15.3	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5	13.7	14.5	15.2	15.5	15.3	15.1
4	15.5	15.8	15.6	14.9	13.8	13.2	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4
6	15.8	16.0	15.6	14.7	13.4	12.8	13.1	14.0	15.0	15.7	15.8	15.7
8	16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16.0	16.0
10	16.4	16.3	15.5	14.2	12.8	12.0	12.4	13.5	14.3	15.9	16.2	16.2
12.0	16.6	17.7	15.4	14.0	12.5	11.6	12.0	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
14.0	16.7	18.8	15.3	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.5
16	16.9	17.7	15.2	13.5	11.7	10.8	11.2	12.6	14.3	15.8	16.7	16.8
18	17.1	18.5	17.5	13.2	11.4	10.4	10.8	12.3	14.1	15.8	16.8	17.1
20	17.3	18.5	17.5	13.0	11.0	10.0	10.4	12.0	12.9	15.8	17.0	17.4
Interpolado Aprox.	16.6	17.7	15.4	14.0	12.5	11.6	12.0	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5

Fuente: Estudio FAO riego y drenaje N°24, las necesidades de agua de los cultivos. Roma 1976. Pag. 24.

a.- Radiación extraterrestre mensual en su equivalencia de evaporación (RMM): Estos valores corresponden a la cantidad de

radiación que llega hasta el punto cualquiera de la tierra al tope de la atmósfera durante un mes y dependen de la latitud del lugar y de la época del año. La radiación solar se mide en cal/cm2/día pero que se puede transformar en su equivalente de evaporación, para ello se considera que 1 cal/cm2/día puede evaporar 0.017 mm de agua por día. Estos valores transformados de radiación extraterrestre diaria (RMD) están dados para cada día promedio de un mes y latitud, los que deberán ser multiplicados por el número real de días.

Tabla 16 – Radiación extraterrestre mensual.

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
514.6	495.6	477.4	420.0	387.5	348.0	372.0	409.2	441.0	489.8	492.0	511.5

Fuente: Elaboración propia.

b.- Radiación mensual incidente en su equivalencia de evapotranspiración potencial (RSM): La Radiación Mensual Extraterrestre calculada en el rubro anterior, al atravesar la atmósfera sufre un proceso de reflexión en función al efecto atmosférico y a la nubosidad (horas de sol efectivas), luego la cantidad de radiación neta que llega hasta la superficie con cultivo se ve disminuida. se calcula con la siguiente ecuación:

$$RSM = 0.075 * RMM * S^{1/2}$$

Donde:

RMM: Radiación Extraterrestre Mensual en su Equivalencia de Evaporación.

RSM: Radiación Mensual Incidente en su Equivalencia de Evapotranspiración Potencial

S: % de horas de sol mensual.

Tabla 17 – Radiación mensual incidente en sus equivalente de evapotranspiración potencial.

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
197.1	200.6	214.0	227.9	240.4	224.0	235.3	363.1	353.8	366.0	369.0	320.9

Fuente: Elaboración propia.

Factor de altura (FA): La relación para corregir el efecto de la altura y neutralizar el efecto convectivo queda definida por:

$$F = 1 + 0.06 * Altura$$

Los valores de ajuste por mes quedan de la siguiente manera:

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

Evapotranspiración potencial (Método Hargreaves Modificado): En función a todas las variables anteriormente mencionadas, se procedió a calcular la Evapotranspiración Potencial Mensual corregida (ETP) según la siguiente ecuación:

$$ETP = 0.0075 * RSM * °F * FA$$

Tabla 18 – Evapotranspiración potencial (Método Hargreaves Modificado).

Referencia	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
a Temperatura Media Mensual (°C)	11.9	11.6	11.44	11.04	10.16	8.98	9.26	10.48	11.4	12.16	12.16	11.74
b Temperatura Media Mensual (°F)	53.42	52.88	52.59	51.87	50.29	48.16	48.67	50.86	52.52	53.89	53.89	53.13
c Número de Horas de Sol Mensual (SH)	102.8	101.8	134.4	185.4	244.3	251.6	253.1	508.7	411.9	380.9	380.5	278
d N° de Horas de Sol Máxima Media Diaria Probable (DL)	12.72	12.48	12.14	11.80	11.52	11.38	11.48	11.72	12.00	12.38	12.68	12.82
e N° de días del mes (DM)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
f % de horas de Sol Mensual Referido al Mínimo Probable (S)	26.07	29.12	35.71	52.36	68.41	73.68	71.11	140	114.4	99.25	100	69.95
g Radiación Extraterrestre Mensual en Equivalente de Evaporación en mm (RMM)	514.6	495.6	477.4	420	387.5	348	372	409.2	441	489.8	492	511.5
h Radiación Insidente Mensual en Equivalente de Evaporación en mm (RSM)	197.1	200.6	214	227.9	240.4	224	235.3	363.1	353.8	366	369	320.9
i Factor de Corrección por Altura (FA)	1.196	1.196	1.196	1.196	1.196	1.196	1.196	1.196	1.196	1.196	1.196	1.196
j Evapotranspiración Potencial Mensual corregida en mm (ETP)	94.5	95.2	101.0	106.1	108.5	96.8	102.7	165.7	166.7	176.9	178.4	153.0

Fuente: Elaboración propia.

Coficiente de cultivo ponderado (Kp): Para el cálculo de la Evapotranspiración Real se debe tener en consideración el ajuste

de la Evapotranspiración Potencial por el coeficiente de cultivo Ponderado, para el proyecto en cuestión se tomó en consideración las siguientes campañas a cultivar.

- Alimentos para cultivar: zanahoria, maíz choclo, cebolla, papa, pasto-alfalfa, haba grano verde, arveja grano verde, trigo, col, acelga, espinaca y lechuga.

Seguidamente se procedió a estimar los coeficientes de uso consuntivo por mes para la localidad de Chupaca según cada uno de los cultivos, los valores referenciales de Kc se extrajeron del Manual de uso consuntivo del agua para los principales cultivos de los Andes Centrales Peruanos. Asimismo, para los periodos de siembra y cosecha se tomó en consideración las estadísticas expuestas por el MINAGRI en su Calendario de Siembras y cosechas para diversos cultivos en diferentes regiones del Perú.

Tabla 19 – Coeficiente de uso consuntivo (Kc) (zanahoria y maíz choclo).

Zanahoria 5 meses Inicio de Siembra = Octubre			Maíz Choclo 5 meses Inicio de Siembra = Octubre		
160/5 = 32			160/5 = 32		
Interpolando			Interpolando		
% de crecimiento Kc			% de crecimiento Kc		
0	0.00		0	0.00	
10	0.34		10	0.26	
20	0.41	OCT 0.20	20	0.30	OCT 0.18
30	0.36		30	0.35	
32	0.41		32	0.36	
40	0.60		40	0.42	
50	0.70	NOV 0.63	50	0.51	NOV 0.51
60	0.81		60	0.62	
64	0.85		64	0.66	
70	0.90		70	0.73	
80	0.97	DIC 0.95	80	0.83	DIC 0.81
90	1.03		90	0.91	
96	1.05		96	0.95	
100	1.07		100	0.97	
110	1.09	ENE 1.02	110	1.07	ENE 0.98
120	1.09		120	1.04	
128	0.99		128	1.01	
130	0.96		130	1.00	
140	0.96	FEB 0.49	140	0.93	FEB 0.50
150	0.8		150	0.8	
160	0.00		160	0.00	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20 – Coeficiente de uso consuntivo (Kc) (cebolla y papa).

Cebolla			5 meses	Inicio de Siembra = Octubre
160/5 = 32			Interpolando % de crecimiento Kc	
0	0.00			
10	0.28			
20	0.34		OCT	0.22
30	0.42			
32	0.44			
40	0.52			
50	0.62		NOV	0.59
60	0.71			
64	0.74			
70	0.78			
80	0.84		DIC	0.81
90	0.84			
96	0.88			
100	0.91			
110	0.92		ENE	0.89
120	0.92			
128	0.90			
130	0.90			
140	0.85		FEB	0.45
150	0.74			
160	0.00			

Papa			5 meses	Inicio de Siembra = Noviembre
160/5 = 32			Interpolando % de crecimiento Kc	
0	0.00			
10	0.18			
20	0.23		NOV	0.16
30	0.30			
32	0.32			
40	0.40			
50	0.53		DIC	0.54
60	0.70			
64	0.78			
70	0.84			
80	0.94		ENE	0.90
90	1.01			
96	1.03			
100	1.05			
110	1.07		FEB	1.00
120	1.04			
128	0.97			
130	0.95			
140	0.8		MAR	0.48
150	0.5			
160	0.00			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21 – Coeficiente de uso consuntivo (Kc) (haba grano y arveja grano).

Haba grano verde			5 meses	Inicio de Siembra = Octubre
160/5 = 32			Interpolando % de crecimiento Kc	
0	0.00			
10	0.24			
20	0.30		OCT	0.19
30	0.36			
32	0.38			
40	0.44			
50	0.54		NOV	0.54
60	0.67			
64	0.71			
70	0.77			
80	0.86		DIC	0.83
90	0.93			
96	0.95			
100	0.96			
110	0.99		ENE	0.96
120	1.00			
128	0.97			
130	0.96			
140	0.88		FEB	0.48
150	0.76			
160	0.00			

Arveja Grano Verde			5 meses	Inicio de Siembra = Octubre
160/5 = 32			Interpolando % de crecimiento Kc	
0	0.00			
10	0.30			
20	0.34		OCT	0.21
30	0.40			
32	0.42			
40	0.48			
50	0.60		NOV	0.58
60	0.71			
64	0.75			
70	0.80			
80	0.87		DIC	0.85
90	0.93			
96	0.95			
100	0.96			
110	0.97		ENE	0.95
120	0.97			
128	0.95			
130	0.94			
140	0.86		FEB	0.47
150	0.77			
160	0.00			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22 – Coeficiente de uso consuntivo (Kc) (trigo y pasto-alfalfa).

Trigo		5 meses	Inicio de Siembra = Noviembre		
		160/5	32		
		Interpolando			
		% de crecimiento Kc			
0		0.00			
	10	0.25			
	20	0.36			
	30	0.50		NOV 0.27	
32		0.53			
	40	0.65			
	50	0.78		DIC 0.73	
	60	0.90			
64		0.93			
	70	0.98			
	80	1.04		ENE 1.01	
	90	1.09			
96		1.09			
	100	1.09			
	110	1.11		FEB 1.05	
	120	1.12			
128		1.01			
	130	0.98			
	140	0.94		MAR 0.50	
	150	0.51			
160		0.00			

Pasto/Alfalfa		5 meses	Inicio de Siembra = Octubre		
		100/5 =	16.7		
		Interpolando			
		% de crecimiento Kc			
0	0	0.00			
	5	0.10		OCT 0.05	
	10	0.10			
	15	0.10			
17		0.10			
	20	0.10			
	25	0.10		NOV 0.10	
	30	0.10			
33		0.10			
	35	0.10			
	40	0.10		DIC 0.10	
	45	0.10			
	50	0.10			
50		0.10			
	55	0.10			
	60	0.10		ENE 0.10	
	65	0.10			
67		0.10			
	70	0.10			
	75	0.10		FEB 0.10	
	80	0.10			
84		0.10			
	85	0.10			
	90	0.10		MAR 0.05	
	95	0.10			
100		0.00			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23 – Coeficiente de uso consuntivo (Kc) (col y acelga).

Col		5 meses	Inicio de Siembra = Octubre		
		160/5	32		
		Interpolando			
		% de crecimiento Kc			
0		0.00			
	10	0.18			
	20	0.23		OCT 0.17	
	30	0.31			
32		0.33			
	40	0.41			
	50	0.53		NOV 0.52	
	60	0.66			
64		0.70			
	70	0.76			
	80	0.85		DIC 0.82	
	90	0.93			
96		0.95			
	100	0.96			
	110	0.98		ENE 0.95	
	120	0.97			
128		0.95			
	130	0.94			
	140	0.85		FEB 0.47	
	150	0.72			
160		0.00			

Acelga		5 meses	Inicio de Siembra = Noviembre		
		150/5	30		
		Interpolando			
		% de crecimiento Kc			
0		0.00			
	10	0.17			
	20	0.21		NOV 0.14	
	30	0.28			
30		0.28			
	40	0.38			
	50	0.51		DIC 0.46	
	60	0.64			
60		0.64			
	70	0.82			
	80	0.91		ENE 0.81	
	90	0.97			
90		0.97			
	100	1.01			
	110	1.01		FEB 0.98	
	120	0.99			
120		0.99			
	130	0.91			
	140	0.78		MAR 0.50	
150		0.00			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24 – Coeficiente de uso consuntivo (Kc) (lechuga y espinaca).

Lechuga			Espinaca		
4 meses	Inicio de Siembra = Noviembre		4 meses	Inicio de Siembra = Octubre	
120/4	30		120/4	30	
Interpolando % de crecimiento Kc			Interpolando % de crecimiento Kc		
0	0.00		0	0.00	
10	0.21		10	0.18	
20	0.28	NOV 0.19	20	0.22	OCT 0.16
30	0.37		30	0.32	
40	0.50		40	0.48	
50	0.67	DIC 0.60	50	0.71	NOV 0.62
60	0.82		60	0.92	
70	0.91		70	1.04	
80	0.96	ENE 0.89	80	1.06	DIC 0.99
90	0.96		90	1.06	
100	0.91		100	0.94	
110	0.79	FEB 0.48	110	0.73	ENE 0.53
120	0.00		120	0.00	

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el coeficiente consuntivo ponderado para cada mes del año se halló de la suma, para todos los cultivos, de multiplicar el respectivo factor Kc mensual para cada cultivo por el porcentaje de área que representa y el valor de la Evapotranspiración Real resultará de multiplicar el valor de la Evapotranspiración Potencial por el valor del coeficiente de uso consuntivo ponderado para cada mes del año.

Tabla 25 – Coeficiente consuntivo ponderado de cada mes.

REFERENCIA	AREA	%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Zanahoria	168.891	24.93%	1.02	0.49	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.63	0.95
Maiz choclo	128.989	19.04%	0.98	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0.51	0.81
Cebolla	115.914	17.11%	0.89	0.45	0	0	0	0	0	0	0	0.22	0.59	0.81
Papa	101.890	15.04%	0.9	1	0.48	0	0	0	0	0	0	0	0.16	0.54
Pasto/alfalfa	71.675	10.58%	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Haba grano verde	34.009	5.02%	0.96	0.48	0	0	0	0	0	0	0	0.19	0.54	0.83
Arveja grano verde	22.966	3.39%	0.95	0.47	0	0	0	0	0	0	0	0.21	0.58	0.85
Trigo	10.365	1.53%	1.01	1.05	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.27	0.73
Col	7.655	1.13%	0.95	0.47	0	0	0	0	0	0	0	0.17	0.52	0.82
Acelga	6.571	0.97%	0.81	0.98	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.14	0.46
Espinaca	5.352	0.79%	0.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0.16	0.62	0.99
Lechuga	3.184	0.47%	0.89	0.48	0	0	0	0	0	0	0	0	0.19	0.60
Número de días por mes			31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Area terreno cult. Has.			677.46	672.11	190.50	71.68	71.68	71.68	71.68	71.68	71.68	555.45	677.46	677.46
Coef.Consuntivo ponderado (Kc)			0.86	0.53	0.34	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.19	0.45	0.73
Evapotranspiración Pot. (ETP) mm/mes (*)			94.45	95.16	100.97	106.08	108.46	96.82	102.73	165.73	166.72	176.95	178.44	152.96
Evapotranspiración real. (ETR) mm/mes			81.41	50.69	34.21	10.61	10.85	9.68	10.27	16.57	16.67	32.85	80.95	111.27

Fuente: Elaboración propia.

2.- Demandas de agua para riego: El cálculo de las demandas de agua para cada sector del proyecto tomó en consideración el sistema de riego por aspersión con una eficiencia del 30%.

El resumen del cálculo para los sectores que presentan mayores demandas se presentan en el anexo correspondiente (anexo 02).

A continuación, se muestran los valores resumidos de las demandas máximas de agua calculadas según el tipo de cultivo, las temporadas de siembra y cosecha, el total de hectáreas de cada sector, se evidenció que este valor se daba principalmente entre los meses de octubre a diciembre.

Tabla 26 – Resumen de demandas de agua para riego por sector.

SECTOR	DEMANDA MAX (lt/s)						
1	1.40	11	2.31	21	5.50	31	1.61
2	1.35	12	0.90	22	1.00	32	6.76
3	0.9	13	2.28	23	3.62	33	5.9
4	2.43	14	2.65	24	0.72	34	32.83
5	1.6	15	1.53	25	0.47	35	2.09
6	1.37	16	0.36	26	1.19	36	0.69
7	3.29	17	1	27	0.63	37	0.5
8	0.7	18	1.59	28	0.35	38	9.73
9	4.12	19	4.06	29	3.82	39	7.82
10	1.19	20	0.57	30	4.28	40	1.66
SECTOR	DEMANDA MAX (lt/s)						
41	1.65	51	65.40	61	2.18	71	8.75
42	1.20	52	23.80	62	2.41	72	14.83
43	5.52	53	1.39	63	4.03	73	6.96
44	8.03	54	1.15	64	2.33	74	5.61
45	17.34	55	4.27	65	4.66		
46	37.19	56	4.44	66	6.84		
47	6.64	57	1.03	67	1.91		
48	50.35	58	1.5	68	2.96		
49	8.37	59	2.7	69	25.64		
50	31.94	60	13.47	70	5.74		

Fuente: Elaboración propia.

La demanda global de todos los sectores para el proyecto concierne a un área total a irrigar de 677.46 ha. Para el cual se evidencia una mayor demanda en el mes de noviembre con un valor de 169.66 lt/seg y un total de 5,350,360.2 m³ al año.

3.- Balance hidrológico: Una vez definidos los valores de oferta y demanda del proyecto, se realizó un análisis de la disponibilidad de agua por parte de las precipitaciones que transporta el río Cunas contra la demanda de riego solicitada para los diversos sectores.

Tabla 27 – Balance hidrológico.

Mes/ Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Oferta (m ³ /s)	41.66	51.67	40.24	28.32	12.6	10.38	7.29	12.26	18.52	28.65	32.02	39.43
Demanda (m ³ /s)	0.11	-0.31	-0.08	-0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.02	0.09	0.51	0.46

Fuente: Elaboración propia.

Figura 26 – Grafico de oferta vs demanda.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Resultados de los parámetros hidrológicos del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca

En una de las etapas del Ciclo Hidrológico, el agua en su diferente manifestación cae sobre la superficie terrestre. Parte del volumen total se infiltra en el suelo, otra se evapora sobre la superficie del terreno y en una tercera se escurre por los drenes naturales conformada por las quebradas y ríos. Una quebrada entrega a otro dren mayor el agua por ella recogida. Este dren mayor, que puede recoger el agua de varias quebradas, entrega a su vez en otro dren

aun mayor y así sucesivamente hasta que el agua llega al mar hasta continuar el ciclo hidrológico. La zona de terreno drenada por el dren recibe el nombre de CUENCA.

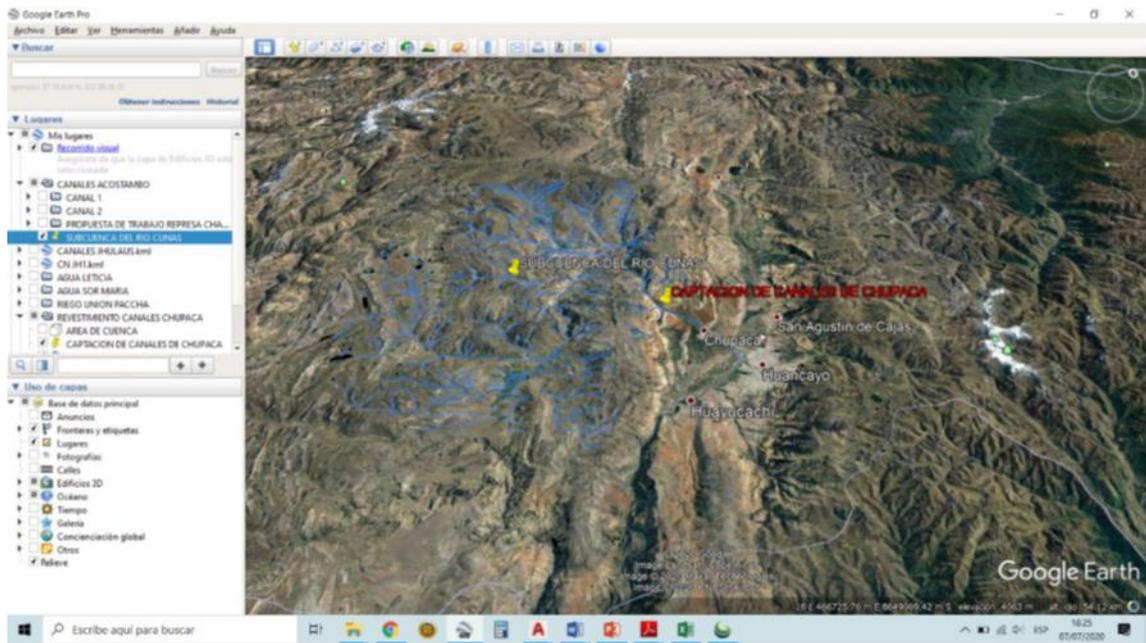
El estudio de los parámetros hidrológicos consiste en estimar las descargas máximas, a partir un análisis de frecuencia de las precipitaciones de hace 20 años registradas en las estaciones pluviométricas ubicadas en áreas adyacentes a la zona del proyecto.

Por tanto, el estudio de los parámetros hidrológicos comprende, el cálculo de caudales máximos y mínimos que nos presente el río en evaluación, para determinar si se tiene la suficiente oferta hídrica para satisfacer la demanda del proyecto. Esto sin afectar la estabilidad natural e impacto en el medio ambiente natural de la cuenca, aguas debajo de la toma proyectada.

1.- Información básica: En su recorrido, la cuenca del río Cunas cruza la provincia de Chupaca, provincia de Concepción y la provincia de Huancayo. Antes de reingresar a la provincia de Chupaca forma una U. Su desembocadura se da aproximadamente a 3220 msnm en el río Mantaro, esto en el límite del distrito de Pilcomayo y el distrito de Huamancaca que están en la provincia de Huancayo y la provincia de Chupaca respectivamente. Pertenece a la cuenca del río Mantaro.

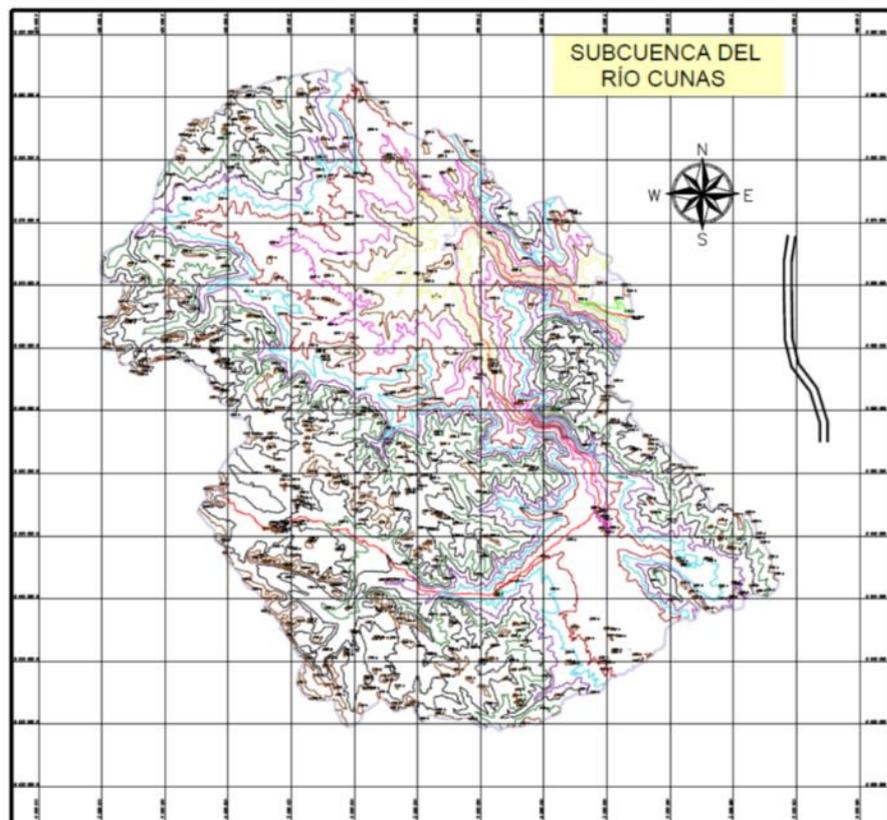
Su recorrido es de Suroeste a Noreste y entra al Valle del Mantaro en forma de V. La provincia de Chupaca, es la principal ciudad de todo su recorrido.

Figura 27- Subcuenca del rio Cunas.



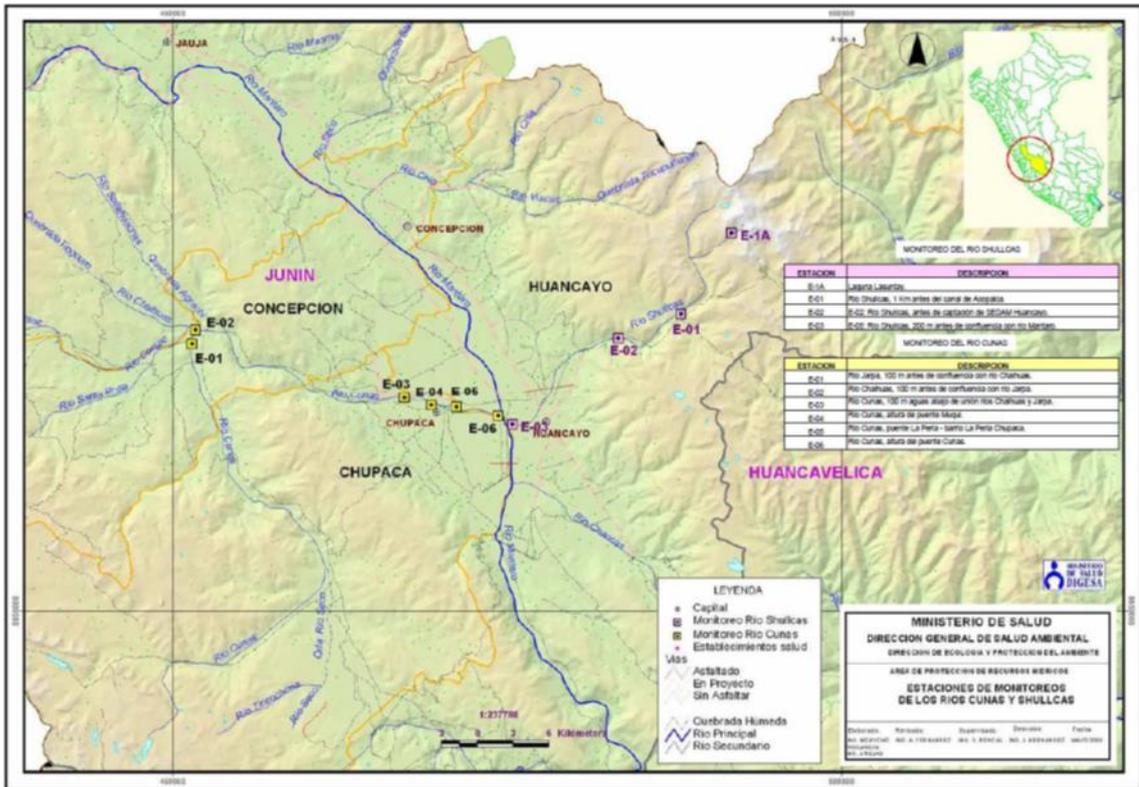
Fuente: Elaboración propia.

Figura 28 - Mapa topográfico de la subcuenca del rio Cunas.



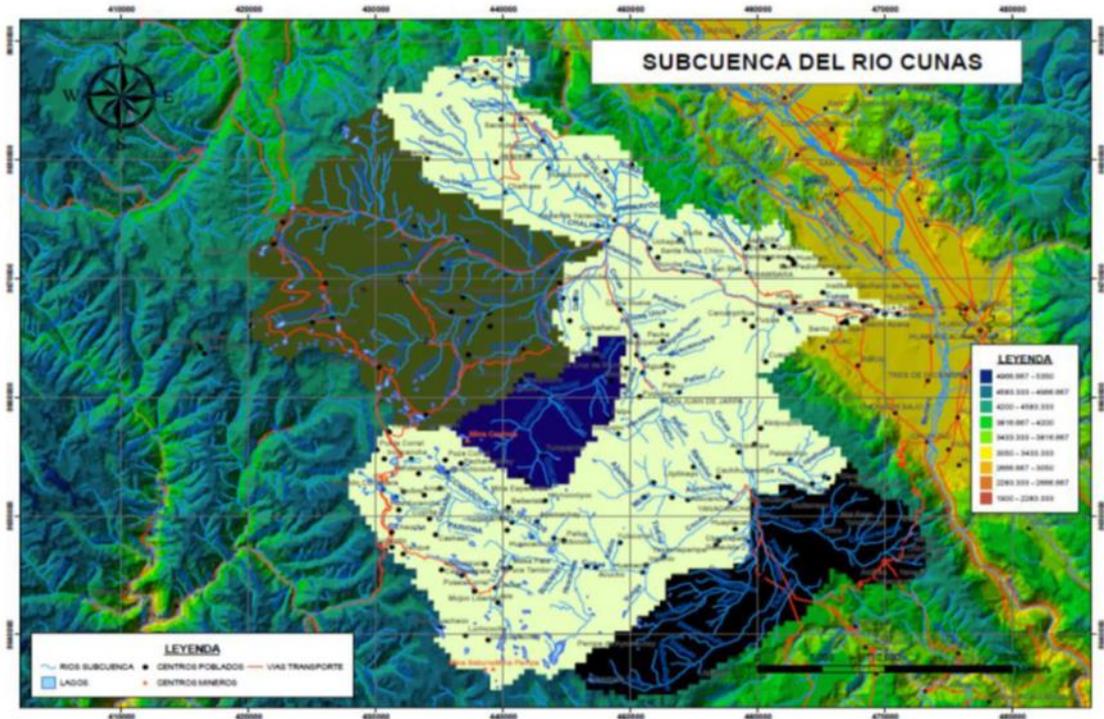
Fuente: Elaboración propia.

Figura 29 - Referencia de la subcuenca del río Cunas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 30 - Subcuenca del río Cunas.

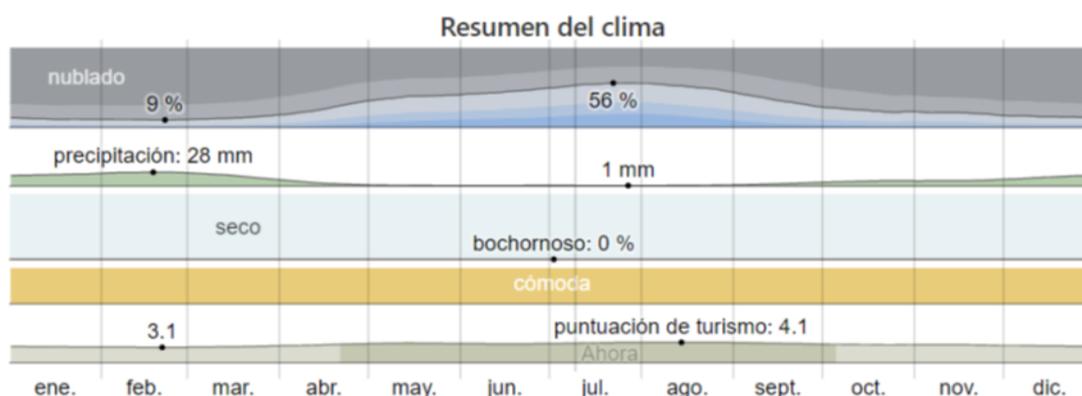


Fuente: Elaboración propia.

2.- Información meteorológica: En la capital del distrito durante el año se distribuyen dos estaciones, la lluviosa llamada invierno y el de seco llamado verano. El invierno marca el inicio del ciclo agrícola, a pesar de la variación en los últimos años, empiezan a caer las primeras lluvias en los meses de setiembre a octubre, aumentando su intensidad en enero y febrero, llegando el verano a fines de abril.

En Chupaca, los veranos son cortos, cómodos y nublados; los inviernos son cortos, fríos y parcialmente nublados y está seco durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 6 °C a 20 °C y rara vez baja a menos de 3 °C o sube a más de 23 °C.

Figura 31 – Resumen del clima.



Fuente: Elaboración propia.

2.1.- Temperatura: La temporada templada dura 2,8 meses, del 16 de septiembre al 8 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 20 °C. El día más caluroso del año es el 28 de octubre, con una temperatura máxima promedio de 20 °C y una temperatura mínima promedio de 8 °C.

La temporada fresca dura 1,5 meses, del 11 de junio al 26 de julio, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 19 °C. El día más frío del año es el 15 de julio, con una temperatura mínima promedio de 6 °C y máxima promedio de 19 °C.

2.2.- Precipitación: Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Chupaca varía durante el año.

La temporada más mojada dura 3,8 meses, de 3 de diciembre a 28 de marzo, con una probabilidad de más del 11 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 22 % el 16 de febrero. La temporada más seca dura 8,2 meses, del 28 de marzo al 3 de diciembre. La probabilidad mínima de un día mojado es del 0 % el 23 de julio. Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solo lluvia, solo nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 22 % el 16 de febrero. Para la evaluación del estudio hidrológico se trabaja con datos del SENAMHI, sobre precipitación y temperatura, los datos deben referencia tiene que estar registrados con una anterioridad no menor de 20 años, a la evaluación del proyecto.

Figura 32 – Probabilidad diaria de precipitación.



El porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, excluidas las cantidades ínfimas: solo lluvia, solo nieve, mezcla (llovió y nevó el mismo día).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28 – Datos de precipitación (estación Angasmayo).

PRECIPITACIONES EN LA ESTACION DE ANGASMAYO													
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Acumul.
2000	179.75	153.87	63.48	7.38	22.61	2.42	3.91	3.57	38.64	1.61	7.82	64.94	550.0
2001	216.00	176.00	259.44	12.42	0.69	0.00	7.02	0.00	27.72	34.74	60.84	77.83	872.7
2002	151.69	69.81	117.99	28.87	9.09	0.00	1.15	0.00	6.79	11.16	5.75	245.50	647.8
2003	94.65	157.31	111.88	6.10	7.25	2.88	0.00	3.11	15.87	17.83	25.88	31.84	474.6
2004	167.58	142.14	177.56	254.84	20.47	20.70	3.45	6.90	0.00	5.75	24.50	26.21	850.1
2005	141.21	190.44	175.03	17.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.55	87.86	87.86	710.2
2006	185.25	146.23	123.47	15.60	10.30	6.23	7.56	5.30	4.25	98.60	53.60	132.71	789.1
2007	108.50	116.56	92.80	40.30	2.45	0.00	1.90	3.20	23.20	10.26	55.23	158.20	612.6
2008	98.70	112.60	80.40	40.30	0.00	1.80	0.00	4.10	28.70	73.80	121.70	199.20	761.3
2009	112.60	99.60	128.50	31.60	2.10	0.00	0.00	2.30	14.63	36.78	129.10	133.59	690.8
2010	126.57	104.34	143.60	36.43	4.58	2.93	0.00	3.17	20.38	68.42	83.96	179.22	773.6
2011	110.37	108.98	98.64	26.35	1.81	0.00	2.45	1.20	18.25	12.38	48.50	98.17	527.1
2012	89.53	82.90	40.58	1.54	0.00	0.00	2.45	0.00	17.56	43.70	30.85	119.99	429.1
2013	118.42	100.73	78.90	36.46	2.68	5.38	1.05	0.87	39.58	75.90	148.96	182.97	791.9
2014	125.68	135.87	70.95	40.58	3.65	1.87	0.00	10.15	51.89	89.62	93.61	126.23	750.1
2015	112.83	121.90	68.90	13.24	1.93	0.00	1.04	0.00	4.62	70.84	69.93	72.07	537.3
2016	121.73	104.50	79.87	10.88	1.01	0.90	0.00	1.11	2.96	24.69	59.78	104.47	511.9
2017	119.63	108.42	92.65	4.65	0.00	1.69	3.54	1.27	3.46	49.87	51.91	92.21	529.3
2018	130.40	124.65	92.84	49.87	8.95	2.65	2.75	4.80	30.48	42.50	40.85	112.76	643.5
2019	104.60	99.85	81.90	26.65	3.35	1.64	0.00	2.95	39.98	58.75	41.15	105.88	566.7
													650.99

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29 – Datos de precipitación (estación Huayao).

PRECIPITACIONES EN LA ESTACION DE HUAYAO													
ANO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	X
2000	59.90	87.50	185.40	33.00	17.80	0.00	8.30	8.10	16.70	121.30	51.30	76.40	665.70
2001	119.60	239.70	104.60	55.80	7.80	2.80	16.50	41.50	65.70	106.40	72.20	137.00	969.60
2002	118.00	112.90	65.50	64.10	0.00	10.40	6.80	42.00	43.00	133.60	77.80	86.90	761.00
2003	124.80	55.40	120.00	36.10	24.40	13.80	0.60	11.00	40.10	60.00	52.70	35.10	574.00
2004	170.90	221.20	141.00	36.70	24.30	11.20	3.40	1.60	43.70	87.70	162.30	58.10	962.10
2005	77.00	161.50	80.50	55.60	19.10	5.60	9.60	10.10	89.70	76.10	89.10	136.90	810.80
2006	157.00	223.80	157.60	126.70	11.30	0.00	6.40	20.70	40.90	32.80	35.60	77.80	890.60
2007	156.00	146.70	68.10	72.60	14.20	15.30	11.70	6.00	39.90	33.80	41.30	118.10	723.70
2008	209.00	128.80	87.70	74.50	24.60	1.00	0.00	18.60	27.00	88.70	49.80	161.50	871.20
2009	96.50	188.80	145.00	88.80	19.00	15.00	0.30	17.20	13.50	122.70	45.10	40.60	792.50
2010	119.00	136.40	100.00	11.00	19.90	62.90	9.90	21.50	70.90	94.80	132.90	96.20	873.40
2011	70.90	54.20	162.90	81.80	34.20	16.60	1.30	0.00	57.20	57.20	65.10	38.50	639.90
2012	77.40	102.20	86.00	23.10	12.20	22.40	4.10	15.40	26.70	52.30	40.30	60.40	522.50
2013	139.70	138.00	107.10	102.50	18.50	3.80	4.80	24.90	64.70	70.20	103.40	133.50	911.10
2014	121.00	197.90	128.30	90.70	28.20	1.50	1.30	16.90	16.50	58.60	60.70	111.60	833.20
2015	68.90	131.30	125.30	19.60	26.80	2.60	9.20	16.30	36.50	76.00	56.00	98.30	666.80
2016	121.30	113.80	105.20	37.70	4.60	1.30	0.00	16.30	22.70	58.70	32.20	86.00	599.80
2017	103.90	137.90	70.60	37.50	2.90	0.30	1.30	18.20	46.60	34.40	74.90	125.50	654.00
2018	105.60	146.80	80.40	63.40	4.30	2.50	3.40	21.20	50.10	49.60	68.40	136.70	732.40
2019	102.40	125.90	86.00	59.50	12.30	2.10	2.80	21.40	53.60	41.70	63.90	120.30	691.90
													757.31

Fuente: Elaboración propia.

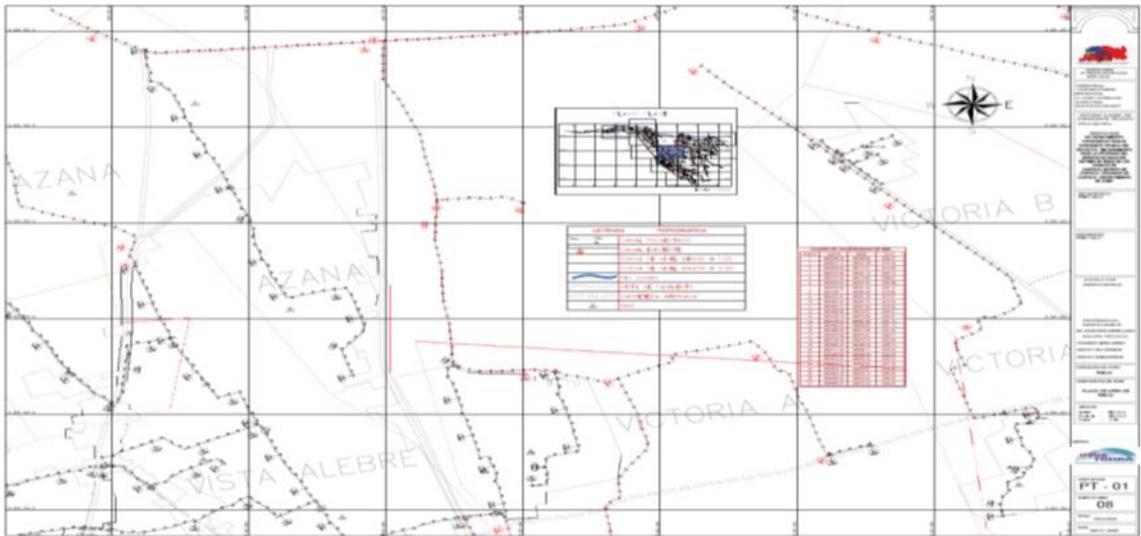
Tabla 30 – Datos de precipitación (estación Laive).

PRECIPITACIONES EN LA ESTACION LAIVE													
ANO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	X
2000	79.60	98.10	198.40	56.40	27.60	2.30	16.40	29.50	34.90	136.50	84.90	89.70	854.30
2001	132.60	254.10	128.40	76.30	11.60	9.30	21.50	57.80	69.70	146.30	83.10	156.90	1147.60
2002	125.30	132.40	72.10	68.40	5.30	28.40	9.40	52.90	68.40	136.20	91.10	149.10	939.00
2003	146.50	150.90	100.70	39.40	20.60	19.40	2.50	36.70	59.60	93.10	52.70	35.10	757.20
2004	170.90	221.20	151.40	63.90	27.80	11.20	3.40	8.30	79.50	93.60	170.30	138.60	1140.10
2005	77.80	161.50	105.40	104.30	29.80	10.60	9.60	10.10	89.70	86.70	156.90	146.40	988.80
2006	157.00	220.30	155.70	124.60	25.40	1.60	9.40	20.70	50.90	32.80	149.10	121.10	1068.60
2007	154.90	145.80	67.40	122.10	22.60	15.90	13.10	17.60	46.50	59.10	86.40	156.10	907.50
2008	210.50	128.80	136.10	118.90	35.40	0.90	1.10	17.90	36.40	112.60	61.40	189.20	1049.20
2009	138.90	188.80	145.00	113.90	19.00	46.20	2.70	13.40	46.90	127.80	65.10	62.80	970.50
2010	129.70	164.90	139.20	99.40	39.60	62.90	9.90	21.50	60.90	89.20	132.90	101.30	1051.40
2011	96.40	99.60	142.70	86.30	38.70	49.90	0.90	3.60	59.10	57.20	114.30	69.20	817.90
2012	95.30	106.40	95.20	85.10	20.90	23.60	4.10	9.50	52.60	60.30	90.30	60.40	703.70
2013	136.20	179.40	129.50	116.30	39.20	11.30	4.80	26.40	75.80	87.40	126.40	156.40	1089.10
2014	130.20	197.90	128.30	95.80	35.70	9.50	5.60	18.20	45.90	75.40	119.80	145.50	1008.80
2015	97.40	158.40	125.30	87.30	35.90	7.80	9.20	17.50	42.80	74.90	79.50	112.60	848.60
2016	121.30	147.60	115.40	57.90	9.80	5.90	2.10	16.30	41.50	71.90	72.60	117.90	780.20
2017	117.40	137.90	111.90	69.10	7.40	4.40	5.60	24.10	56.70	70.80	79.40	147.30	832.00
2018	132.40	153.40	124.50	89.10	4.10	6.40	6.10	25.70	59.40	76.20	96.40	136.70	910.40
2019	127.40	147.80	115.70	76.80	12.30	5.30	4.50	21.40	67.70	83.40	67.40	145.60	875.30
													937.01

Fuente: Elaboración propia.

3.- Información de campo: Para el desarrollo del presente estudio se realizó trabajo de campo del cual se recopiló, importante información, sobre todo en tanto a las áreas de irrigación, así como el punto de toma de agua, para poder determinar el área de la cuenca afectada. Ya que al estar la toma antes del punto de desfogue del río Cunas en el río Mantaro, el área de la cuenca del río Cunas afectada será menor y por consiguiente el caudal será menor.

Figura 33 – Levantamiento topográfico de las áreas de riego.



Fuente: Elaboración propia.

De estos datos obtenidos se procesaron la información para poder determinar el área de la cuenca afectada y el punto de evaluación de la Subcuenca.

Figura 34 – Delimitación de la cuenca.



Fuente: Elaboración propia.

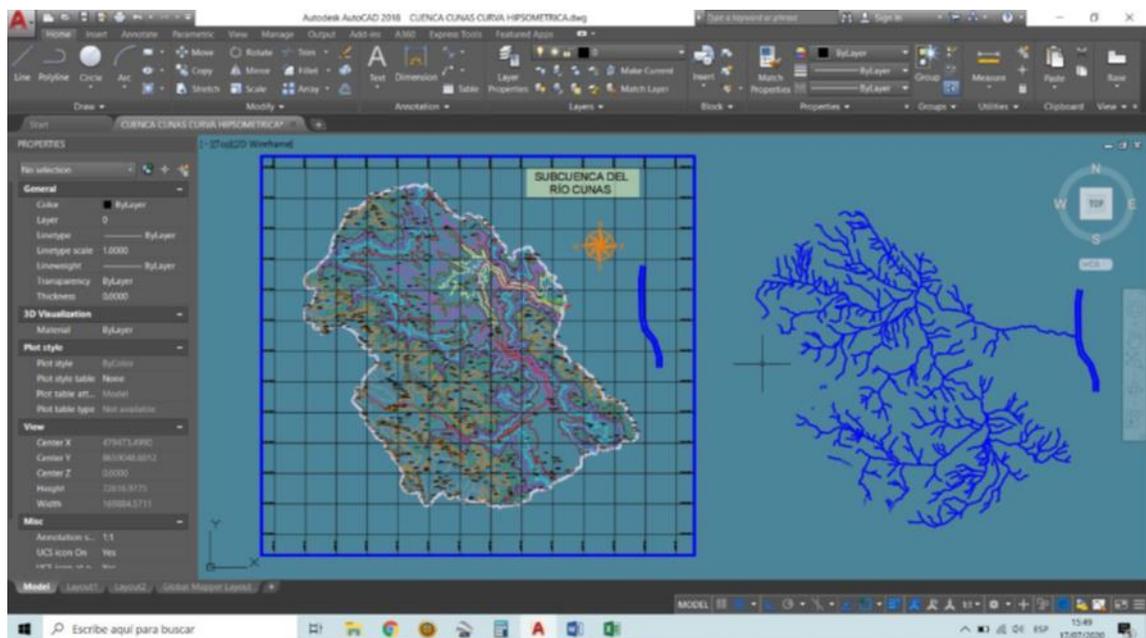
Se debe tener en cuenta que el área de la cuenca evaluada, es menor al área de la cuenca del río Cunas, ya que se está evaluando un punto dentro de la sub cuenca.

Figura 35 – Características del río Cunas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 36 – Caracterización de la Sub Cuenca.



Fuente: Elaboración propia.

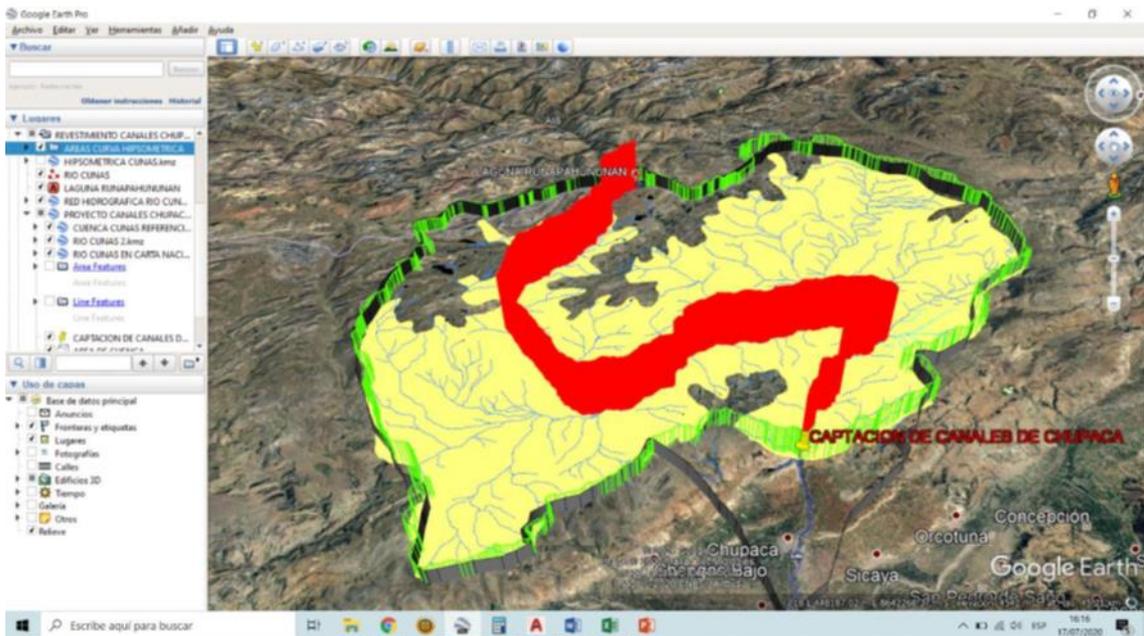
a.- Superficie de la subcuenca: la superficie de la es de 1666.00 km²

b.- Perimetro de la subcuenca: el perímetro es de 205.39 km.

c.- Longitud de la subcuenca: la longitud es de 91.13 km.

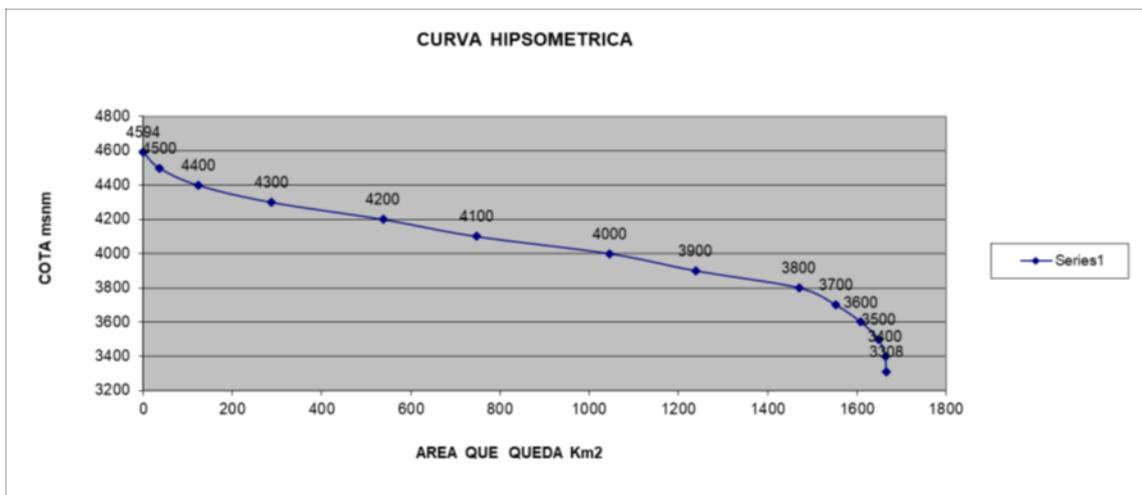
d.- Ancho de la subcuenca: el ancho es de 18.28 km.

Figura 37 – Diagrama para determinación de curva hipsométrica.



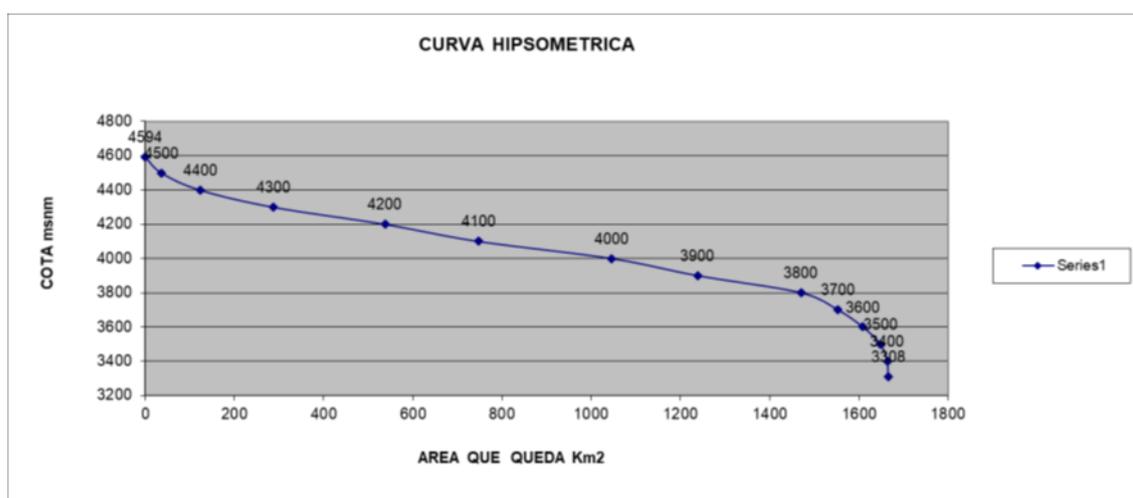
Fuente: Elaboración propia.

Figura 38 – Curva hipsométrica.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 39 – Curva hipsométrica.



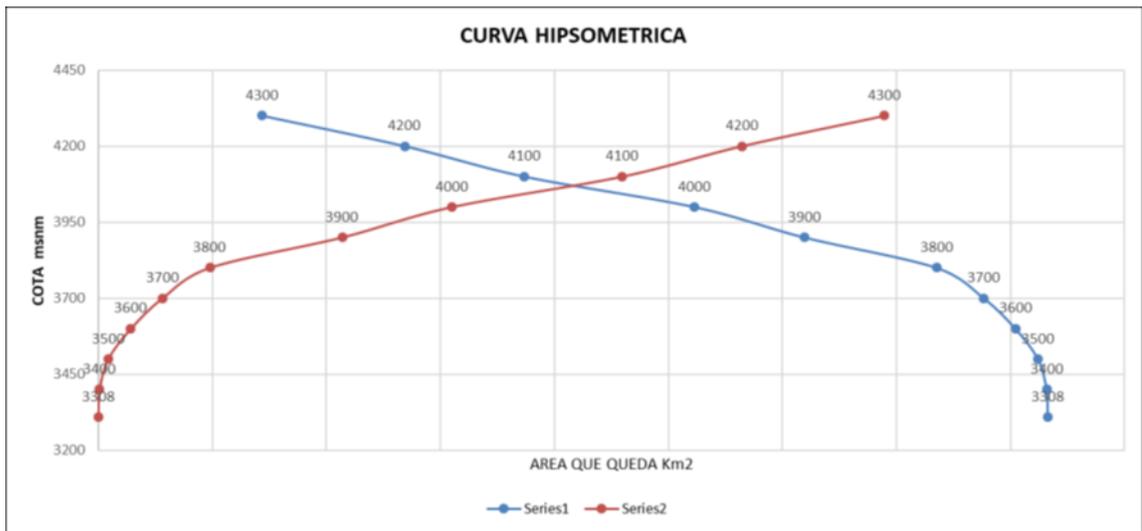
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31 – Distribución de área en la subcuenca.

ALTITUD msnm	AREA PARCIAL Km2	AREA ACUMULADA 10 ³ m2	AREA QUE QUEDAN SOBRE ALTITUDES	FRECUENCIA DE ALTITUD PARCIAL	FRECUENCIA DE ALTITUD ACUMULADA	% DE AREA ACUMULADA QUE QUEDA
3,300	-	-	1,666.000	0.00%	0.00%	100.00%
3,400	2.16	2.160	1,663.840	0.13%	0.13%	99.87%
3,500	15.3	17.460	1,648.540	0.92%	1.05%	98.95%
3,600	39.6	57.060	1,608.940	2.38%	3.42%	96.58%
3,700	55.6	112.660	1,553.340	3.34%	6.76%	93.24%
3,800	83	195.660	1,470.340	4.98%	11.74%	88.26%
3,900	232	427.660	1,238.340	13.93%	25.67%	74.33%
4,000	193	620.660	1,045.340	11.58%	37.25%	62.75%
4,100	298	918.660	747.340	17.89%	55.14%	44.86%
4,200	210	1,128.660	537.340	12.61%	67.75%	32.25%
4,300	250	1,378.660	287.340	15.01%	82.75%	17.25%
4,400	164	1,542.660	123.340	9.84%	92.60%	7.40%
4,500	86.34	1,629.000	37.000	5.18%	97.78%	2.22%
4,594	37	1,666.000	-	2.22%	100.00%	0.00%
TOTAL	1,666.000				ALTURA MEDIA	4,075

Fuente: Elaboración propia.

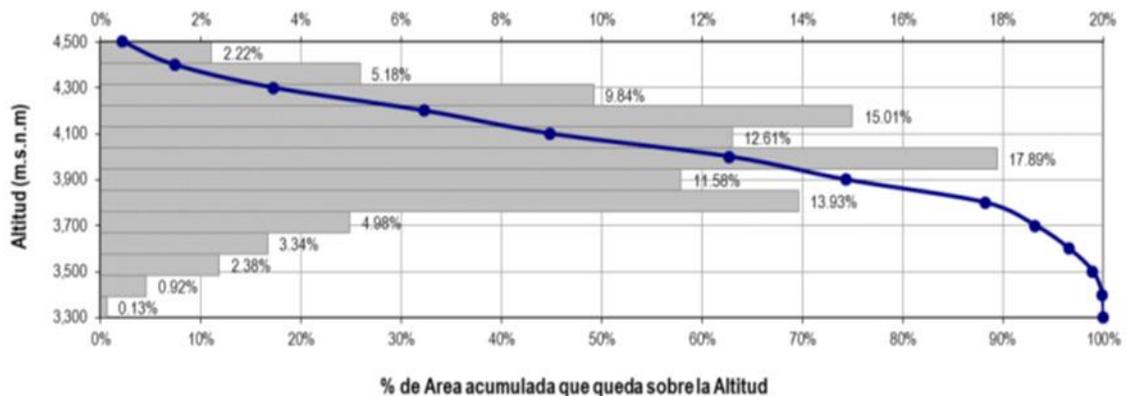
Figura 40 – Determinación de altitud mediana.



Fuente: Elaboración propia.

De la figura 40, se logra determinar que la altitud media es 3,951 msnm.

Figura 41 – Frecuencia de altitudes.



Fuente: Elaboración propia.

De la figura 42, se tiene la curva hipsométrica y polígono de frecuencias de altitudes, con los siguientes datos:

- ✓ Altitud media: 3,951 msnm.
- ✓ Altitud mediana: 4,075 msnm.
- ✓ Altitud máxima: 4,594 msnm.
- ✓ Altitud mínima: 3,308 msnm.

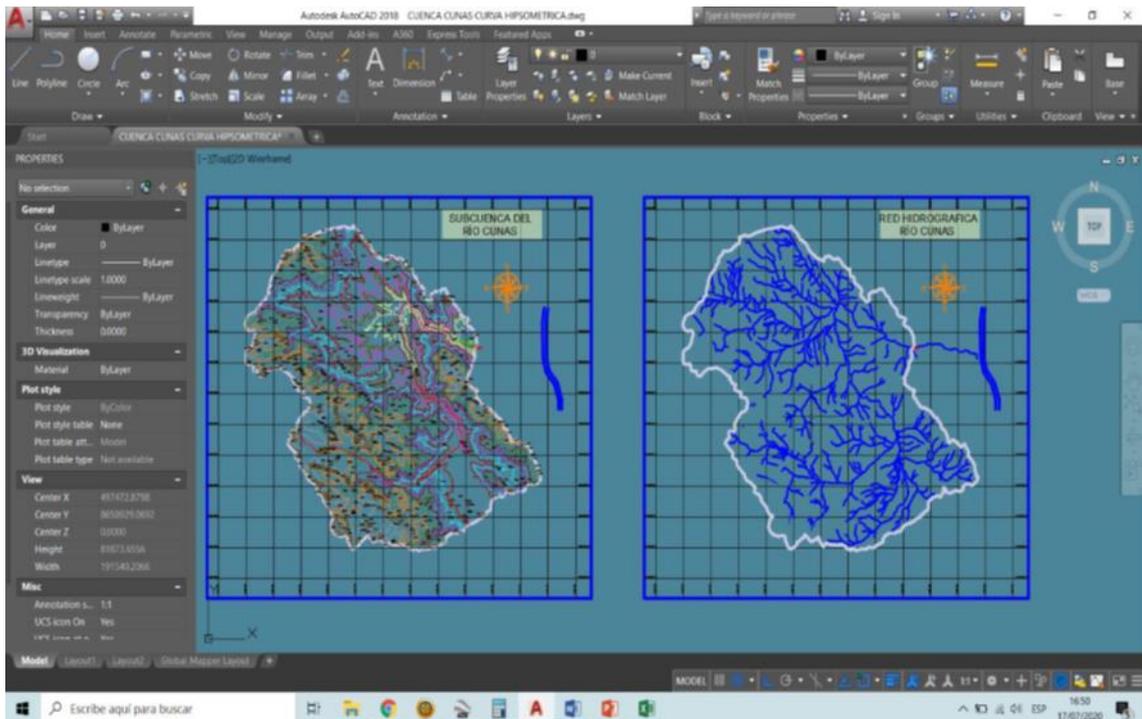
Coefficiente de Gravelius (Kc): La morfología está determinada por la forma de la cuenca. Las cuencas con formas circulares provocan un aumento brusco del caudal en poco tiempo:

Kc: 1.41

Kc = 1 "cuenca circular"

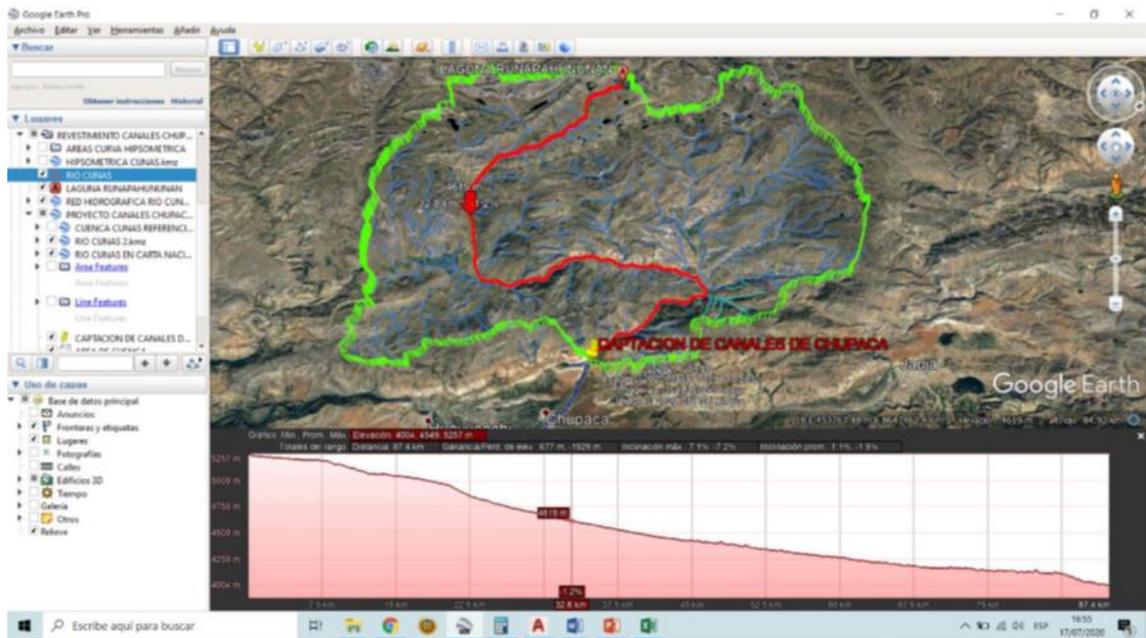
Kc >1 "cuenca alargada"

Figura 42 – Definición de red hidrográfica de la Subcuenca.



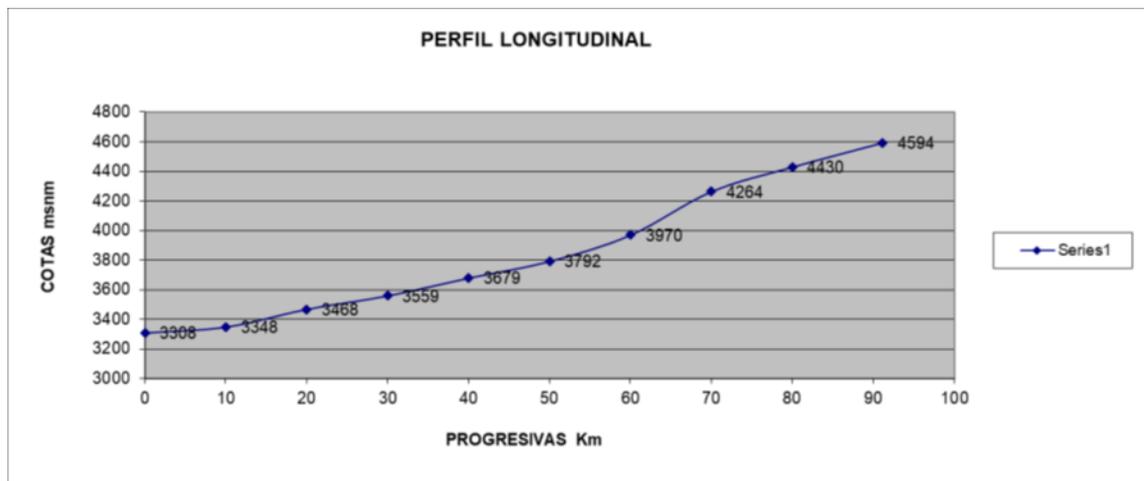
Fuente: Elaboración propia.

Figura 43 – Identificación del cauce principal.



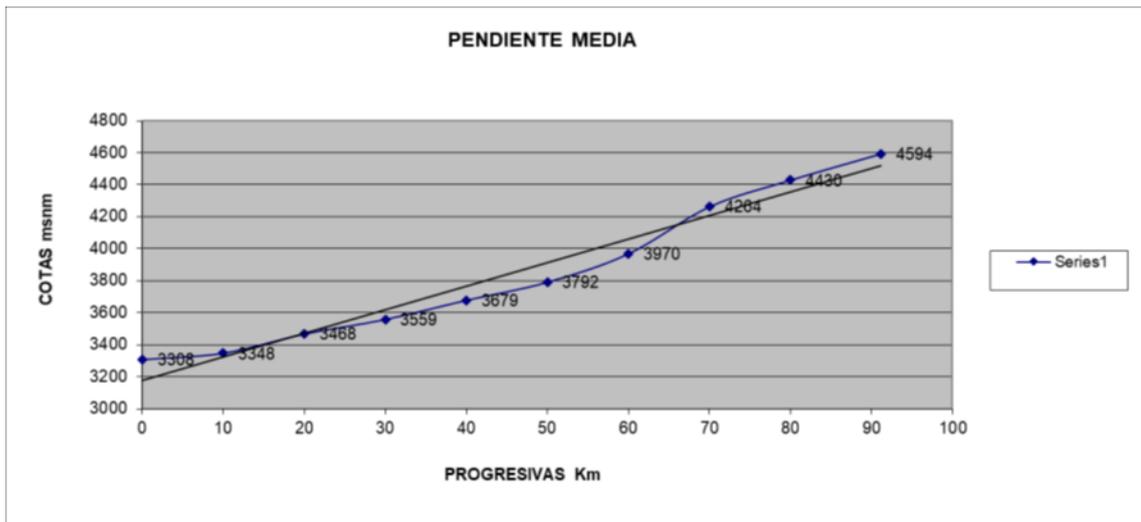
Fuente: Elaboración propia.

Figura 44 – Perfil longitudinal del cauce principal.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 45 – Pendiente media.



Fuente: Elaboración propia.

Densidad de drenaje: La densidad de drenaje, D_d , (km/km^2):

$$D_d = \frac{\sum L_i}{S}$$

L_i : longitud curso de agua (km)

S : superficie de la cuenca (km^2)

L_i : suma de la longitud, en km, de todos los cursos de agua de la cuenca, permanentes o no, cualquiera que sea su importancia.

D_d : 0.36

Otros parámetros de la subcuenca:

Factor de Forma (R_f): $R_f = 0.20$

Extensión Media del Escurrimiento (E_s): $E_s = 1.19$

Densidad de Cauces (D_r): $D_r = 0.12$

Relación de Bifurcación (R_b): $R_b = 10$

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados específicos

1.- De la situación actual del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca: Actualmente, los usuarios de la tecnología de riego practican el riego sin apoyo técnico, desperdiciando abundante agua en cada aplicación de riego en sus cultivos.

La eficiencia de entrega es baja porque los canales no se mantienen adecuadamente, porque están llenos de malezas, el suelo en el fondo de los canales y algunos canales están dañados.

La eficiencia de distribución también es baja porque no hay válvulas activas ni medidores de derivación para el flujo de agua porque en lugar de estas válvulas se basan en piedras y calzos, lo que dificulta la medición del agua de riego. Así el agua fluye.

La eficacia de la aplicación dependerá de la gestión del agua, dejando a los agricultores para regar todos los campos de cultivo, desperdiciando agua debido a filtraciones e inundaciones, y dejando salir el agua de los campos agrícolas.

Si practicas un buen manejo del agua de riego, podrás ahorrar agua y así poder regar un área más grande. El riego y la frecuencia de riego también son apropiados porque el agua se riega antes de que alcance el punto de marchitez, es decir, riego teniendo en cuenta el factor de agotamiento máximo del 90 %.

2.- De la demanda del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca: Una vez definidos los valores de oferta y demanda del servicio de agua, se realizó un análisis de la disponibilidad de agua por parte de las precipitaciones que transporta el río Cunas contra la demanda de riego solicitada para los diversos sectores.

Mes/ Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Oferta (m ³ /s)	41.66	51.67	40.24	28.32	12.6	10.38	7.29	12.26	18.52	28.65	32.02	39.43
Demanda (m ³ /s)	0.11	-0.31	-0.08	-0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.02	0.09	0.51	0.46



Se evidencia que las ofertas de agua superan a las demandas para todos los periodos del año, siendo el mes del año con mayor demanda el mes de noviembre.

Los periodos de siembra de los diversos cultivos en la localidad de Chupaca en su mayoría se dan durante los meses de octubre a diciembre, el periodo del año para el cual el río dispone de mayor cantidad de agua es en los meses de febrero y diciembre.

3.- De los parámetros hidrológicos del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca: El estudio de los parámetros hidrológicos consiste en estimar las descargas máximas, a partir un análisis de frecuencia de las precipitaciones de hace 20 años registradas en las estaciones pluviométricas ubicadas en áreas adyacentes a la zona del proyecto.

Por tanto, el estudio de los parámetros hidrológicos comprende, el cálculo de caudales máximos y mínimos que nos presente el río en evaluación (Río

Cunas), para determinar si se tiene la suficiente oferta hídrica para satisfacer la demanda del proyecto. Esto sin afectar la estabilidad natural e impacto en el medio ambiente natural de la cuenca, aguas debajo de la toma proyectada.

CONCLUSIONES

- A. La situación actual del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, es deficiente por cuanto, los usuarios de riego vienen practicando un riego sin la asistencia técnica, por lo que, se desperdicia abundante agua en cada una de las aplicaciones de riego en sus campos de cultivo, se evidencio que la eficiencia de conducción es baja por cuanto los canales no cuentan con el mantenimiento respectivo, pues se encuentran llenos de malas hierbas, con tierras en el fondo del canal y algunos casos los canales están dañados, así mismo la eficiencia de distribución es baja ello 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 y la que 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.
- B. Definidos los valores de oferta y demanda del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, se realizó un análisis de la disponibilidad de agua por parte de las precipitaciones que transporta el río Cunas contra la demanda de riego solicitada para los diversos sectores, donde se evidencia que las ofertas de agua superan a las demandas para todos los periodos del año, siendo el mes del año con mayor demanda el mes de noviembre. La demanda global de todos los sectores para el proyecto de investigación concierne a un área total a irrigar de 677.46 ha. Para el cual se evidencia una mayor demanda en el mes de noviembre con un valor de 169.66 lt/seg y un total de 5,350,360.2 m³ al año.
- C. El estudio de los parámetros hidrológicos comprende, el cálculo de caudales máximos y mínimos que nos presente el río en evaluación (Río Cunas), para determinar si se tiene la suficiente oferta hídrica para satisfacer la demanda del proyecto, esto sin afectar la estabilidad natural e

impacto en el medio ambiente natural de la cuenca, aguas debajo de la toma proyectada. Se determinó que el periodo del año para el cual el río dispone de mayor cantidad de agua es en los meses de febrero y diciembre, determinándose que la fuente de agua es suficiente con fines de riego.

RECOMENDACIONES

1. Deberán realizarse los estudios correspondientes para la correcta gestión del riego de cada parcela y de cada tipo de cultivo en todas las zonas donde no se disponga de asesoramiento técnico.
2. Para evitar la pérdida de agua en el riego, los comités de riego deben consultar a los expertos locales.
3. Para los usuarios de la Comisión de Uso del Agua de los canales de riego de Chupaca, se recomienda implementar un mejor método de aplicación de riego, para mejorar el uso de los recursos hídricos y aumentar la efectividad de la aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ANEXO 01 – Matriz de Consistencia.

ANEXO 02 – Calculo de demanda de agua.

ANEXO 03 – Planos.

Anexo 01: Matriz de consistencia

EFICIENCIA DEL SERVICIO DE AGUA DEL SISTEMA DE RIEGO DE LOS CANALES DEL DISTRITO DE CHUPACA, CHUPACA - JUNIN					
PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema general ¿Cómo se logra la eficiencia del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca - Junín ?</p> <p>Problemas específicos a) ¿Cuál es la situación actual del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca - Junín? b) ¿Cuál es la demanda del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca - Junín? c) ¿Cuáles son los parámetros hidrológicos del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca - Junín?</p>	<p>Objetivo general Determinar la eficiencia del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca - Junín.</p> <p>Objetivos específicos a) Determinar la situación actual del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca - Junín b) Determinar la demanda del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca - Junín. c) Determinar los parámetros hidrológicos del servicio de agua del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca - Junín.</p>	<p>Justificación metodológica Los tratamientos metodológicos de esta investigación servirán de guía para investigaciones similares referidas a la eficiencia del servicio de agua del sistema de riego que se presentan en el ámbito nacional.</p> <p>Justificación social La eficiencia del servicio de agua del sistema de riego 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.</p> <p>Justificación teórica Dentro de las ramas de la ingeniería civil, la ingeniería</p>	<p>Hipótesis General Determinar la eficiencia del servicio de agua, es determinante para el manejo adecuado del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca – Junín.</p> <p>Hipótesis específicos a) Determinar la situación actual del servicio de agua, incide significativamente para el manejo adecuado del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca – Junín. b) Determinar la demanda del servicio de agua, incide significativamente para el manejo adecuado del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca – Junín. c) Determinar los parámetros hidrológicos del servicio de agua, incide significativamente para el manejo adecuado del sistema de riego de los canales del distrito de Chupaca, Chupaca – Junín.</p>	<p>Variable Independiente Eficiencia del servicio de agua.</p> <p>Variable dependiente: Sistema de riego</p>	<p>Método de investigación Método científico.</p> <p>Tipo de estudio El tipo de investigación por la naturaleza del estudio es aplicada.</p> <p>Nivel de investigación El estudio por el nivel de descriptivo.</p> <p>Diseño metodológico No Experimental</p>

		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 .			
--	--	---	--	--	--