



**Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de
Riego El Pisque, Zona 1**

Moya Carrera Vanessa Estefanía y Nogales Andino Erick Santiago

Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Civil

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

Ing. Bolaños Guerrón, Darío Roberto Ph.D

06 de marzo del 2023



Moya_Nogales_Proyecto de titulación Final.pdf

Scanned on: 23:26 March 3, 2023 UTC



Overall similarity score



Results found



Total words in text

	Word count
Identical	326
Minor Changes	68
Paraphrased	312
Omitted	1918



Firma:



Ing. Bolaños Guerrón Darío Roberto, Ph. D

C. C.: 1715206593

Director



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Civil

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: **“Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego El Pisque, Zona1”** fue realizado por los señores **Moya Carrera, Vanessa Estefanía y Nogales Andino, Erick Santiago**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 3 de marzo de 2023

Firma:



Ing. Bolaños Guerrón Darío Roberto, Ph. D

C. C.: 1715206593



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción
Carrera de Ingeniería Civil

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Moya Carrera, Vanessa Estefanía y Nogales Andino, Erick Santiago**, con cédulas de ciudadanía N° **1724919814** y **1722876966**, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **"Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego El Pisque, Zona1"** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 3 de marzo de 2023

Firma

Moya Carrera, Vanessa Estefanía

C.C.:1724919814

Firma

Nogales Andino, Erick Santiago

C.C.:1722876966



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Civil

Autorización de Publicación

Nosotros, **Moya Carrera, Vanessa Estefanía y Nogales Andino, Erick Santiago**, con cédulas de ciudadanía N° **1724919814** y **1722876966**, autorizo/autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **"Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego El Pisque, Zona1"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 3 de marzo de 2023

Firma

Moya Carrera, Vanessa Estefanía

C.C.:1724919814

Firma

Nogales Andino, Erick Santiago

C.C.:1722876966

Dedicatoria

El presente proyecto de investigación es dedicado a mis amados padres Marisol Andino y Moises Nogales por ser mi ejemplo de dedicación y perseverancia, por su paciencia e infinito amor, quienes con cada palabra de aliento me han ayudado a superar todos los problemas que se han presentado a lo largo de mi vida.

A mis hermanos Gabriel y Doménica, quienes han sido mi compañía en las noches de desvelo y sin dudarlo siempre han confiado en mí y han sabido apoyarme en todo momento.

A mis abuelitos, tíos, tías primos y primas, quienes han sido mi ejemplo de lucha y perseverancia y han tenido las palabras de aliento necesarias para levantarme cuando ya no he podido y quería tirar la toalla.

Santy

A mis padres Rosa y Luis que gracias a su esfuerzo y apoyo incondicional me permitieron avanzar en mi formación académica, quienes con una palabra de aliento en los momentos difíciles me motivaron a no rendirme, demostrándome que la paciencia y perseverancia son virtudes que darán frutos a futuro. A mi hermano Pablo y a mi primo Ángel por ser mis compañeros de aventuras, y de quienes espero puedan ver en mi un ejemplo a seguir.

A mis abuelos, Virginia y Luis por siempre sentirse orgullosos de la familia y los nietos que tienen, demostrando su cariño con pocas palabras, pero llenas de amor. A mis tíos por ser el mayor ejemplo a seguir de profesionales, personas humildes, sencillas y fuertes, que me demuestran a diario lo bendecida que soy al tener una familia que protege y cuida siempre uno del otro.

Vanessa

Agradecimiento

Quiero Agradecer a Dios, quien concretamente me acompañó en esta maravillosa etapa de mi vida, guiando, direccionando mis pasos y dándome fuerza en momentos de debilidad. A mi amada madre Marisol, a mi padre Moises, mi hermano Gabriel, mi hermanita Doménica, porque han confiado siempre en mí, la paciencia que me han tenido y la manera en que me han guiado, sé que no ha sido fácil, pero espero seguir creciendo como persona y poder contar con cariño y apoyo.

A mis Abuelitos Hugo, Maruja, Sabulon y Rosa, quienes siempre están en el lugar correcto, en el momento correcto, listo para ayudarme cuando lo necesito.

A mi familia por todo el apoyo que me brindan día con día, en especial a mis tíos Alex, Yadira, Diego y Andrea, porque en los momentos difíciles siempre encontré en ellos una palabra de aliento, un buen consejo, gracias por su infinito amor.

A mis grandes Amigos, Mauricio, Omar, Cristhian, Israel, Paul, Diego, Karina, Samantha, gracias por haber formado parte de este sueño, que nos encontró en un punto del camino para poder compartir momentos gratos durante esta etapa.

Al Doc. Darío Bolaños, quien supo orientarnos, apoyarnos y corregirnos en el desarrollo de este proyecto de titulación en cada una de sus etapas, aportando con su valioso conocimiento.

A mi compañera Vane que con su esfuerzo y dedicación fue parte fundamental para la culminación de este proyecto de titulación.

Santy

Agradezco a Dios por brindarme fortaleza y sabiduría para cumplir mis objetivos, permitiéndome avanzar confiando en que él me protegerá en cada paso que dé.

A mi familia, a mis padres, abuelos y tíos por ser la voz de la razón, ayudarme con consejos cuando los problemas parecían no tener solución, ellos con su experiencia lograron traer calma y prudencia.

A Jordan, por ser mi fortaleza en esos días donde la angustia y frustración no me permitían seguir, por creer en mí de forma incondicional, me enseñas a afrontar la vida con buena actitud viendo siempre el lado bueno de las cosas.

A mis amigos, Karol, Fer, Xavi y Santi por su apoyo, pero sobre todo por los momentos de alegría y tristeza compartidos.

A la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, a la Carrera de Ingeniería Civil y a los docentes quienes con su amplio conocimiento y experiencia logran formar profesionales con valores capaces de asumir los nuevos retos que la vida profesional nos imponga.

A mi compañero Santiago por el esfuerzo brindado en la realización del proyecto de titulación.

Vanessa

Tabla de Contenido

Resumen	20
Abstract	21
Capítulo I: Introducción	22
Antecedentes	22
Planteamiento del problema.....	23
Objetivos.....	23
Objetivo General	23
Objetivos Específicos.....	24
Alcance del proyecto.....	24
Justificación	25
Capítulo II: Materiales y Métodos	26
Ubicación Geográfica.....	26
Población beneficiaria.....	28
Población económicamente activa PEA, Inactiva PEI y en edad de Trabajar PET	29
Actividades productivas	30
Crecimiento Poblacional	30
Densidad Poblacional	31
Uso del suelo	31
Uso del suelo en la Parroquia Cangahua	31

	10
Uso del suelo en la Parroquia Santa Rosa de Cuzubamba	33
Uso del suelo en la Parroquia Otón	34
Uso del suelo en la Parroquia Ascázubi	35
Factores climáticos	36
Características Climatológicas en la Parroquia Cangahua y en la Parroquia Santa Rosa de Cuzubamba.....	36
Características Climatológicas en la Parroquia Otón.	37
Características Climatológicas en la Parroquia Ascázubi.....	38
Sistemas Agrícolas	39
Cultivos.....	40
Plantaciones Forestales	40
Sector Florícola	40
Capacidad de uso de la tierra	41
Clasificación del suelo para agricultura y otros usos.....	41
Clase I	41
Clase II	42
Clase III	42
Clase IV.....	43
Relación Agua – Planta – Clima.....	43
Evaporación	43

	11
Transpiración.....	44
Evapotranspiración.....	45
Sistemas de riego	46
Riego.....	46
Programación de riego	47
Demandas de riego	47
Láminas de riego.....	48
Frecuencia de riego.....	48
Tiempo de riego.....	48
Calidad de agua de riego	49
Medidores de caudal.....	51
Aforo volumétrico.....	51
Método del flotador	52
Cálculo del caudal.....	54
Velocidad.....	55
Área.....	56
Caudal.....	56
Área de influencia del sistema de riego El Pisque – Zona 1.....	56
Mala utilización del agua de riego	57
Distribución de cultivos	58

	12
Parroquia Cangahua	58
Requerimiento de agua para los cultivos presentes en el sistema	76
Parroquia Otón	78
Requerimiento de agua para los cultivos presentes	91
Parroquia Ascázubi	93
Requerimiento de agua para los cultivos presentes	109
Calidad del agua de Riego	110
Desinfección de aguas para riego	113
Tratamiento de aguas	113
Fotocatálisis solar	114
Mecanismo de desinfección	115
Tipos de canales	115
Secciones transversales	116
Canales de riego por su función.....	118
Canal de primer orden.....	118
Canal de segundo orden	118
Canal de tercer orden.....	118
Elementos geométricos de los canales	119
Costos de mantenimiento y operación	121
Reducción de los costos de riego	122

Justificación para el revestimiento de canales	122
Capítulo III: Resultados y Discusión	123
Diseño del revestimiento	123
Cálculo del peso del hormigón	124
Cálculo del peso del agua	124
Cálculo del momento de volcamiento (Mv).....	125
Presupuesto	128
Sistema de desinfección	141
Colocación del catalizador	143
Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones.....	145
Conclusiones	145
Recomendaciones	148
Bibliografía.....	149

Índice de Tablas

Tabla 1 Población de las Parroquias beneficiadas por la zona 1 del canal de riego El Pisque.	28
Tabla 2 PEA, PEI, PET	29
Tabla 3 Crecimiento Poblacional.....	30
Tabla 4 Densidad Poblacional.....	31
Tabla 5 Cobertura y uso del suelo Parroquia Cangahua	32
Tabla 6 Cobertura y uso del suelo Parroquia Santa Rosa de Cuzubamba.....	33
Tabla 7 Cobertura y uso del suelo Parroquia Otón.....	34
Tabla 8 Cobertura y uso del suelo Parroquia Ascázubi	35
Tabla 9 Criterios admisibles de calidad para aguas de uso agrícola.....	50
Tabla 10 Tiempos obtenidos con método del flotador para el canal El Pisque.....	54
Tabla 11 Área correspondiente a cada toma del canal de riego El Pisque - Zona 1	56
Tabla 12 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Cangahua (Cebada)	59
Tabla 13 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Cangahua (Trigo).....	61
Tabla 14 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Cangahua (Maíz)	64
Tabla 15 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Cangahua (Flores)	66

Tabla 16 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Cangahua (Frutilla)	69
Tabla 17 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Cangahua (Cebolla Blanca)	71
Tabla 18 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Cangahua (Legumbres)	74
Tabla 19 Comparación de caudales para oferta y demanda. Parroquia Cangahua	76
Tabla 20 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Otón (Cebada)	79
Tabla 21 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Otón (Flores)	81
Tabla 22 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Otón (Maíz)	84
Tabla 23 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Otón (Aguacate)	86
Tabla 24 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Otón (Legumbres)	89
Tabla 25 Comparación de caudales para oferta y demanda. Parroquia Otón	91
Tabla 26 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Ascázubi. (Trigo)	94
Tabla 27 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Ascázubi. (Legumbres)	96

Tabla 28 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Ascázubi. (Flores)	99
Tabla 29 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Ascázubi. (Maíz)	101
Tabla 30 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Ascázubi. (Frutilla)	104
Tabla 31 Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Ascázubi. (Cebada)	106
Requerimiento de agua para los cultivos presentes Tabla 32 Comparación de caudales para oferta y demanda. Parroquia Ascázubi	109
Tabla 33 Valores obtenidos del análisis físico – químico del agua del canal de riego El Pisque – Zona 1	112
Tabla 34 Taludes apropiados para distintos tipos de materiales en el diseño de canales	120
Tabla 35 Valores del Coeficiente de rugosidad de Manning (n)	120
Tabla 36 Presupuesto referencial para el revestimiento del canal de riego	129
Tabla 37 Rubro adicional añadido al presupuesto referencial	130
Tabla 38 Análisis de precios unitarios para el replanteo y nivelación	131
Tabla 39 Análisis de precios unitarios para el desbroce semi - manual	132
Tabla 40 Análisis de precios unitarios para la excavación a máquina en suelo sin clasificar .	133
Tabla 41 Análisis de precios unitarios para el relleno compactado con suelo natural	134
Tabla 42 Análisis de precios unitarios para el desalojo de material.....	135

Tabla 43 Análisis de precios unitarios para el perfilado a mano	136
Tabla 44 Análisis de precios unitarios para hormigón simple clase "C"	137
Tabla 45 Análisis de precios unitarios para hormigón simple en canales	138
Tabla 46 Análisis de precios unitarios para malla electrosoldada.....	139
Tabla 47 Análisis de precios unitarios para construcción y revestimiento de cuneta con embaulamiento	140
Tabla 48 Losetas de mortero y dosis de fotocatalizador.....	144
Tabla 49 Dosificación para la elaboración de losetas de tratamiento	144

Índice de Figuras

Figura 1	Mapa de ubicación y límites parroquiales	26
Figura 2	Mapa de ubicación del Sistema de Riego El Pisque Zona 1	27
Figura 3	Mapa de ubicación con relieve del Sistema de Riego El Pisque Zona 1	28
Figura 4	Mapa de uso de la tierra del Ecuador continental	41
Figura 5	Proceso de evaporación	44
Figura 6	Proceso de transpiración	45
Figura 7	Proceso de Evapotranspiración	46
Figura 8	Representación del método por aforo volumétrico.....	52
Figura 9	Procedimiento, Método del flotador	53
Figura 10	Sección utilizada para realizar el método del flotador	55
Figura 11	Dimensiones de la sección del canal donde se realizó el método del flotador.....	55
Figura 12	Distribución de cultivos del sistema de riego Cangahua	58
Figura 13	Barras comparativas de caudales para el análisis de oferta y demanda.....	77
Figura 14	Distribución de cultivos del sistema de riego Otón.....	78
Figura 15	Barras comparativas de caudales para el análisis de oferta y demanda.....	92
Figura 16	Distribución de cultivos del sistema de riego Ascázubi	93
Figura 17	Barras comparativas de caudales para el análisis de oferta y demanda.....	109
Figura 18	Toma de muestra en la cota 0+333 Km – Captación	110
Figura 19	Muestra en la cota 0+333 Km – Captación	110

Figura 20	Toma de muestra en la cota 29+346 Km – Final de la zona 1	111
Figura 21	Muestra en la cota en la cota 29+346 Km – Final de la zona 1	111
Figura 22	Canal natural irregular	115
Figura 23	Canal con sección trapezoidal	116
Figura 24	Canal con sección rectangular	116
Figura 25	Canal con sección triangular	117
Figura 26	Canal con sección parabólica	117
Figura 27	Canales con secciones cerradas	118
Figura 28	Elementos geométricos de un canal	119
Figura 29	Dimensionamiento de la sección transversal del canal	123
Figura 30	Presión del talud sobre el canal de riego	125
Figura 31	Panel solar colocado en el revestimiento del canal	142
Figura 32	Losetas colocadas sobre el revestimiento del canal de riego	143

Resumen

El presente proyecto de investigación tiene por objeto la evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego El Pisque Zona 1. El trazo del sistema de riego El Pisque zona 1, nace en la comunidad de Guachalá, parroquia Cangahua, siguiendo su trayectoria por las parroquias de Santa Rosa de Cuzubamba, Otón y Ascázubi todas estas pertenecientes al cantón Cayambe del nor-orienté de la provincia de Pichincha. Los estudios y propuestas de mejoramiento están orientados exclusivamente al canal principal del sistema de riego, el cual transporta y distribuye el recurso hídrico a las poblaciones aledañas. A lo largo de las inspecciones del proyecto se han identificados que en ciertos tramos existen problemas técnicos en la infraestructura del canal, los cuales afectan directamente a la calidad y flujo del agua de riego. Por tal razón se procedió a establecer alternativas y soluciones ingenieriles encaminadas a garantizar las condiciones de funcionalidad del canal de la manera más óptima. Para tal efecto se estableció alternativas de diseño como lo es el revestimiento del canal y la desinfección por colocación de fotocátalisis solar, propuestas de optimización que garantizan el buen funcionamiento del Sistema de Riego El Pisque. Las alternativas de diseño fueron valoradas cuantitativamente, mediante un análisis de presupuestos, con rubros que intervienen dentro del proyecto.

Palabras clave: sistema de riego, El Pisque, calidad del agua, canal, revestimiento.

Abstract

The purpose of this research project is the evaluation and optimization proposal of the El Pisque Zone 1 Irrigation System. The layout of the El Pisque zone 1 irrigation system, originates in the community of Guachalá, Cangahua parish, following its trajectory through the parishes of Santa Rosa de Cuzubamba, Otón and Ascázubi, all of these belonging to the Cayambe canton of the north-east of the province of Pichincha. The studies and improvement proposals are oriented exclusively to the main channel of the irrigation system, which transports and distributes the water resource to the surrounding populations. Throughout the project inspections, it has been identified that in certain sections there are technical problems in the canal infrastructure, which directly affect the quality and flow of irrigation water. For this reason, we proceeded to establish alternatives and engineering solutions aimed at guaranteeing the conditions of functionality of the canal in the most optimal way. For this purpose, design alternatives were established, such as the lining of the canal and the disinfection by placing solar photocatalysis, optimization proposals that guarantee the proper functioning of the El Pisque Irrigation System. The design alternatives were quantitatively valued, through a budget analysis, with items that intervene within the project.

Key words: irrigation system, The Pisque, water quality, channel, coating.

Capítulo I: Introducción

Antecedentes

El Sistema de Riego el Pisque se encuentra en el noreste de la provincia de Pichincha, hacia la parte nororiental del Cantón Quito. Su área de riego beneficia a las parroquias cantón Cayambe: Cangahua, Santa Rosa de Cuzubamba, Otón y Ascázubi, así como también las parroquias del Distrito Metropolitano de Quito, El Quinche, Checa, Yaruquí, Tababela, Pifo y Puembo.

El Canal del Pisque tiene su captación del Río Guáchala y Gran Nobles, este canal tiene una sección transversal trapezoidal con una longitud de 60 km, no es revestido en su totalidad, donde el agua destinada para riego circula en ciertos tramos por conductos abiertos y en otros por conductos cerrados en forma de embaulamiento, el cual beneficia actualmente a más de 6500 familias y alrededor de 17000 hectáreas de riego, características que lo convierten en uno de los principales sistemas de riego públicos del Ecuador.

El área de incidencia del sistema de riego El Pisque se encuentra sobre las cotas 1900 a 2700 msnm., teniendo diferentes pisos altitudinales localizados en una zona de vida de bosque seco, los cuales tienen características agrícolas y climáticas que ha beneficiado para el desarrollo de una gran variedad de cultivos los cuales son aprovechados para el consumo de las personas que habitan esta zona,

La agricultura de esta zona, en su mayoría, está destinada a cultivos tradicionales y de ciclo corto como maíz, fréjol, tomate y hortalizas, papas y cultivo de frutales propios de la zona, pastos, cultivo de rosas y flores y el cultivo de frutilla como uno de los que actualmente está en pleno desarrollo.

La Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Pisque “JGUSRP” es la encargada de la operación, administración, mantenimiento y desarrollo del sistema de riego, que garantiza

el uso eficiente de los recursos, así como los procesos organizativos de la comunidad; realizando un trabajo conjunto con el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Planteamiento del problema

En los últimos años nuestro país Ecuador ha experimentado un gran crecimiento de la población y el desarrollo agrícola, por consecuencia de esto por consecuencia de esto hoy en día el agua es de importancia en la producción agrícola y de consumo, por lo cual se necesita de prácticas tecnificadas de cultivos y de un buen manejo del recurso hídrico para prevenir su escasez.

Las poblaciones beneficiadas por el Sistema de Riego El Pisque en época de sequía tienen un tiempo de riego limitado por los turnos con el que se entrega el agua. Además, la deficiencia en las obras hidráulicas, conducción, distribución o por un manejo inadecuado, provoca desperdicio de agua y por ende menor beneficio para los agricultores.

El mejoramiento de los tramos y análisis de calidad del agua que presentan mayor vulnerabilidad en el canal principal del sistema de riego Pisque, permitirá dar un mejor servicio de distribución del recurso hídrico en cantidad y calidad necesaria, mejorando así la condición de vida de los habitantes del sector.

Objetivos

Objetivo General

Realizar la evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego El Pisque Zona 1, que nace en la comunidad de Guachalá, parroquia Cangahua, cantón Cayambe, para mejorar la línea de conducción y garantizar el adecuado funcionamiento, manejo y distribución del recurso hídrico, para todas las comunidades beneficiarias.

Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento de la información cartográfica, uso del suelo, recorrido del canal, áreas de riego y tipos de cultivo presentes en la zona.
- Analizar la oferta – demanda y análisis de la calidad del agua de riego.
- Evaluar el estado de la infraestructura y servicio del sistema de riego en la zona 1 que corresponde a las parroquias del cantón Cayambe: Cangahua, Santa Rosa de Cuzubamba, Otón y Ascázubi.
- Realizar una propuesta de optimización del sistema de riego El Pisque Zona 1.

Alcance del proyecto

El presente proyecto de integración curricular comprende la realización de la evaluación y propuesta de optimización del canal del Sistema de Riego El Pisque zona 1, que nace en la comunidad de Guachalá, parroquia Cangahua, cantón Cayambe, provincia de Pichincha y se extiende a lo largo de 30 kilómetros hasta la parroquia de Ascázubi.

Se iniciará el estudio obteniendo la información cartográfica del Sistema de Riego El Pisque Zona 1, para identificar los sectores que son beneficiados por el canal de riego principal, se identificará cuál es el uso del suelo, áreas de riego, y los tipos de cultivo presentes en la zona 1, y mediante el recorrido del canal de riego se podrá identificar el estado de la infraestructura actual del sistema.

Posterior se realizará el análisis de calidad del agua que circula en el canal, para obtener información sobre las condiciones presentes y verificar si cumple con los requisitos necesarios para ser considerada agua apta para el uso de riego, si los parámetros presentes afectan la producción y calidad de los cultivados en la zona.

Finalmente, después de recorrer el canal principal del sistema de riego zona 1 se evaluará la infraestructura presente, además del tipo de servicio que presta el sistema, se

presentará una propuesta de optimización del canal que se adapte a las condiciones topográficas e hidráulicas de las parroquias por donde cruza el sistema de Riego, mejorando la calidad del agua de riego utilizada por las familias que dependen de la producción agrícola.

Justificación

El Sistema de Riego el Pisque Zona 1 destina su caudal al suministro de agua de las parroquias de Cangahua, Santa Rosa de Cuzubamba, Otón y Ascázubi en el cantón Cayambe, cuya actividad principal está basada en la agricultura con tipos de cultivo de ciclo corto como maíz, verduras y hortalizas, y la floricultura, además de en un porcentaje más pequeño la actividad ganadera.

La evaluación del sistema de riego permite conocer el estado actual del canal por donde circula el agua e identificar los tramos más críticos donde se puede presentar deslizamientos en los taludes no revestidos o taponamientos en el caso de los tramos con túneles, limitando el abastecimiento del recurso hídrico, y con el fin de asegurar la estabilidad de riego de forma permanente sin importar la época del año y no afectar de forma económica la producción de la zona 1.

La optimización del sistema de riego busca solucionar los tramos críticos con diseños fáciles y sustentables que contribuyan de manera directa a mejorar la eficiencia del sistema.

Capítulo II: Materiales y Métodos

Ubicación Geográfica

Se encuentra ubicado a lo largo de las parroquias del cantón Cayambe: Cangahua, Santa Rosa de Cuzubamba, Otón y Ascázubi.

Figura 1

Mapa de ubicación y límites parroquiales



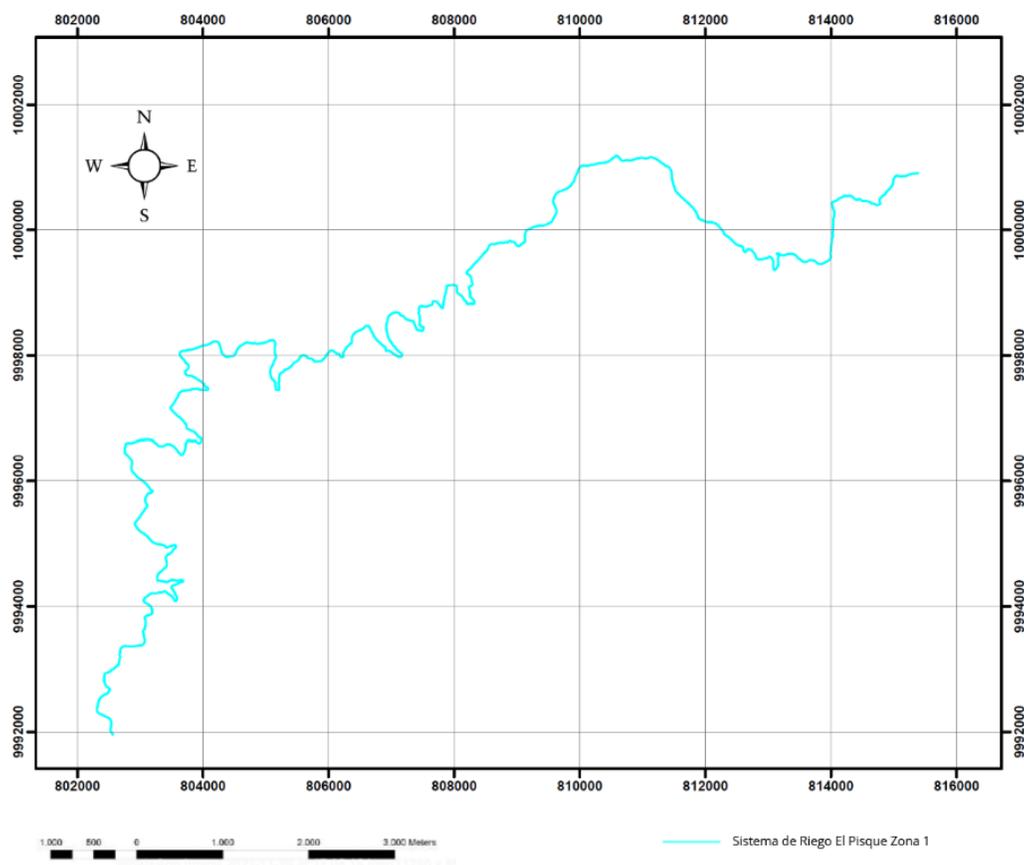
Nota. La figura representa la ubicación y los límites geográficos del Canal de Riego El Pisque Zona 1.

El Canal de Riego El Pisque capta el agua del Río Guachalá, el agua que circula por el canal pasa en varios tramos por secciones abiertas, tramos con conductos cerrados en forma de embaulamiento y secciones revestidas de hormigón.

La zona 1 del canal de riego El Pisque está comprendida desde la captación donde inicia la cota 0+000 Km, consta de 23 tomas utilizadas para el control y distribución del agua utilizada para riego, abordando un área de 1826,71 Km, la toma 23 se encuentra en la cota 30+170 Km, toma donde finaliza la determinada zona 1.

Figura 2

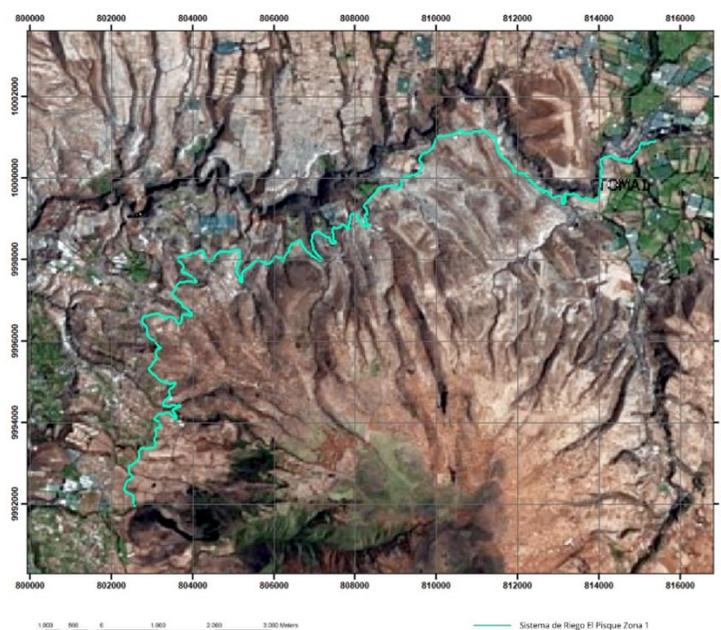
Mapa de ubicación del Sistema de Riego El Pisque Zona 1



Nota. La figura representa la ubicación en la grilla de coordenadas del Canal de Riego El Pisque Zona 1.

Figura 3

Mapa de ubicación con relieve del Sistema de Riego El Pisque Zona 1



Población beneficiaria

La población beneficiada, está conformada por familias de 4 a 5 integrantes aproximadamente, y la zona 1 conformada por las parroquias de Cangahua, Santa Rosa de Cuzubamba, Otón y Ascázubi, beneficiando a 28194 personas que habitan las zonas descritas.

Tabla 1

Población de las Parroquias beneficiadas por la zona 1 del canal de riego El Pisque

Parroquias	Años		
	1990	2001	2010
Cangahua	9836	13508	16231
Santa Rosa de Cuzubamba	2326	3487	4147
Otón	1958	2125	2766
Ascázubi	2661	3756	5050

Nota. La tabla muestra el incremento de población desde el año 1990 hasta el año 2010.

Tomado del Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2023.

Población económicamente activa PEA, Inactiva PEI y en edad de Trabajar PET

El último censo realizado en el país en el año 2010, presenta los siguientes datos sobre las parroquias por donde pasa el canal de riego El Pisque – zona 1:

PEA. Población económicamente activa que corresponde a las personas que trabajaron al menos 1 hora en la semana de referencia o, aunque no trabajaron, tuvieron trabajo (ocupados); o bien aquellas personas que no tenían empleo pero estaban disponibles para trabajar y buscan empleo (INEC, 2023).

PEI. Población económicamente inactiva que comprende a todas las personas en edad de trabajar (10 años y más) que no participan en la producción de bienes y servicios porque no necesitan, no pueden o no están interesadas en tener actividad remunerada. A este grupo pertenecen: las personas que son exclusivamente: estudiantes, amas de casa, pensionados, jubilados, rentistas, incapacitados permanentes para trabajar (INEC, 2023).

PET. Población en Edad de Trabajar que corresponde a todas las personas de 10 años y más (INEC, 2023).

Tabla 2

PEA, PEI, PET

Parroquia	PEA	PEI	PET
Cangahua	7302	4737	12039
Santa Rosa de Cuzubamba	1779	1430	3209
Otón	1160	950	2110
Ascázubi	2358	1702	4060

Nota. La tabla muestra el PEA, PEI y PET desde el año 1990 hasta el año 2010. Tomado del Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2023.

Actividades productivas

Las principales actividades productivas realizadas en las parroquias de la zona 1 del Canal de Riego El Pisque, se centran en cultivos agrícolas, la ganadería en menor escala, la poca crianza de ganado vacuno y ovino es realizado por las familias del sector. Las plantas florícolas más grandes se encuentran ubicadas en las partes bajas de las parroquias de Cangahua, Santa Rosa de Cuzubamba, Otón y Ascázubi, las mismas que ofertan plazas de trabajo, especialmente en las épocas de mayor producción.

Crecimiento Poblacional

El censo poblacional realizado el año 2010, indica un incremento poblacional positivo en las parroquias por donde pasa el Canal de Riego El Pisque – Zona 1.

Tabla 3

Crecimiento Poblacional

Parroquia	Años			Tasa de crecimiento 2001 - 2010
	1990	2001	2010	
Cangahua	9836	13508	16231	3,6
Santa Rosa de Cuzubamba	2326	3487	4147	1,93
Otón	1958	2125	2766	2,93
Ascázubi	2661	3756	5050	3,29

Nota. La tabla muestra el crecimiento poblacional desde el año 1990 hasta el año 2010 y la tasa de crecimiento. Tomado del Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2023.

Densidad Poblacional

La densidad poblacional representa el número de habitantes dividido entre el área donde habitan, identificando la distribución de la población de las parroquias de la Zona 1 del Canal de Riego El Pisque.

Tabla 4

Densidad Poblacional

Parroquia	Superficie (km ²)	Población	Densidad Poblacional (hab/km ²)
	Año 2010	Año 2010	2010
Cangahua	331,43	16231	48,97
Santa Rosa de Cuzubamba	21,80	4147	190,23
Otón	24,35	2766	113,59
Ascázubi	37,03	5050	136,38

Nota. La tabla muestra la densidad poblacional del año 2010. Tomado del Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2023.

Uso del suelo

Para el estudio de la denominada zona 1 se presenta el uso del suelo de las siguientes parroquias:

Uso del suelo en la Parroquia Cangahua

La parroquia Cangahua, ubicada a 13 km al sur de la ciudad de Cayambe, capital del cantón Cayambe. Esta parroquia con sus 329 km², representa el 30% de la superficie total del cantón y de sus 16 200 habitantes, el 63% se dedica a la producción agrícola (Jaime Hidrobo., Mathilde da Costa., Chistian Prat, 2015)

Entre sus principales cultivos se encuentra una variedad de cereales como trigo, maíz, cebada entre otros, gran variedad de hortalizas, además de cultivos de chocho, quinua y frutas como chirimoya, tomate de árbol, limón y aguacate. Algunas personas y empresas han cread invernaderos para cultivos de flores. La dificultad para cultivar papas se debe a la poca fertilidad de la tierra y rendimientos insuficientes.

Tabla 5

Cobertura y uso del suelo Parroquia Cangahua

Cultivo	Producto	Área (ha)	Porcentaje (%)
Cereales	Cebada	130,00	0,39
	Trigo	235,00	0,71
	Maíz	313,00	0,94
Flores	Rosas	365,00	1,10
	Flores de Verano	19,00	0,06
Frutales	Frutilla	28,00	0,08
Hortalizas	Cebolla Blanca	1499,00	4,51
Leguminosas	Haba	30,00	0,09
	Choclo	3,00	0,01
	Arveja	3,00	0,01
Raíces y tubérculos	Papa	31,00	0,09
	Total	2656,00	7,99

Nota. La tabla muestra la cobertura y uso del suelo de la Parroquia de Cangahua. Tomado del *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia de Cangahua, 2019.*

Uso del suelo en la Parroquia Santa Rosa de Cuzubamba.

Según datos del MAG, el uso del suelo en su mayoría es agrícola, las zonas se encuentran intervenidas mayormente por cultivos de tradicionales cereales, productos de ciclo corto, ej.: maíz, frejol, hortalizas, y frutales en un porcentaje importante está ocupado por cultivos de flores como rosas, gypsophilla, girasol etc., y cultivos de subsistencia; evidenciándose en una porción importante la presencia de vegetación nativa. El terreno en la zona baja se presenta ligeramente quebrado y ondulado, alcanzando pendientes entre el 4% y el 6%, esto ha hecho que se construyan terrazas que permitan cultivar y garantizar el buen desarrollo de las flores. La zona del proyecto se presenta con suelos de una textura franco limoso, con una profundidad que va desde los 0,5 metros a los 2,0 metros, con una capa vegetal útil desde los 0,30 metros hasta los 0,80 metros de profundidad en las partes superficiales de la finca. Se mantiene un contenido de materia orgánica de un 3%.

Tabla 6

Cobertura y uso del suelo Parroquia Santa Rosa de Cuzubamba

Producto	Área (ha)	Porcentaje (%)
Uso agropecuario	5,58	19,2
Uso forestal	1,81	6,22
Uso forestal con uso agropecuario	0,42	1,45
Uso forestal dominante	1,72	5,93
Uso forestal y Uso agropecuario	0,022	0,07
Total	9,552	32,87

Nota. La tabla muestra la cobertura y uso del suelo de la Parroquia de Santa Rosa de Cuzubamba. Tomado del *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Santa Rosa de Cuzubamba*, 2019.

Uso del suelo en la Parroquia Otón

El 63% del territorio parroquial ha sido intervenido para la producción agrícola.

Tabla 7

Cobertura y uso del suelo Parroquia Otón.

Producto	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Cebada	9,35	0,38
Flores de verano	75,84	3,11
Maíz	55,27	2,27
Misceláneo de cereales	50,28	2,06
Misceláneo de ciclo corto	305,04	12,52
Papa	1,61	0,07
Trigo	12,45	0,51
Aguacate	9,24	0,38
Alfalfa	17,44	0,72
Pasto cultivado	375,27	15,41
Rosas	109,66	4,5
Frutilla	3,84	0,16
Granja avícola	3,1	0,3
Total	1028,39	42,22

Nota. La tabla muestra la cobertura y uso del suelo de la Parroquia de Otón. Tomado de *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Otón, 2019.*

Uso del suelo en la Parroquia Ascázubi

El 16% del área de Ascázubi que representa 60 hectáreas, se utiliza para la producción agrícola de maíz, trigo, cebada, papa, manzana, frutilla y tomate de árbol. Estos cultivos representan el sustento de los habitantes mediante autoconsumo o comercialización.

Tabla 8

Cobertura y uso del suelo Parroquia Ascázubi

Producto	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Alcachofa	1,59	0,04
Cebada	18,4	0,5
Flores de verano	7,03	0,19
Maíz	50,67	1,37
Misceláneo de cereales	34,01	0,92
Misceláneo de ciclo corto	132,22	3,57
Papa	1,31	0,04
Trigo	296,53	8,01
Aguacate	4,48	0,12
Alfalfa	25,42	0,69
Manzana	23,63	0,64
Misceláneo de frutales	2,81	0,08

Producto	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Pasto cultivado	485,89	13,12
Rosas	87,54	2,36
Frutilla	45,65	1,23
Tomate de árbol	1,89	0,05
Granja avícola	31,83	0,86
Total	1250,9	33,79

Nota. La tabla muestra la cobertura y uso del suelo de la Parroquia de Ascázubi. Tomado de *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Ascázubi, 2019.*

Factores climáticos

El clima es un factor localizado propio de cada región el mismo que depende de diferentes elementos como: altitud, latitud, vientos que dependiendo de la zona de estudio son calientes o fríos, y según la región húmedos o secos, vegetación, entre otros. Estos factores se relacionan para determinar la húmedas, temperatura, y considerar si es un medio de vida. La temperatura en la parroquia de Ascázubi oscila entre los 16,5 y 18,5 °C que correspondiente a un clima templado propio de una zona de la región sierra.

Características Climatológicas en la Parroquia Cangahua y en la Parroquia Santa Rosa de Cuzubamba

Clima. Al no existir una estación meteorológica para el área de Cayambe, se presentan los datos de la estación Tomalón – Tabacundo, que es la más cercana a la zona de Cangahua, la misma que está ubicada en las coordenadas: Lat. 0° 2' 00" N y Long. 78° 14' 0" O a 2790 metros sobre el nivel del mar (GAD Parroquial rural de Cangahua, 2019)

Precipitación. De acuerdo a los datos registrados en una muestra de 10 años en la estación Tomalón se puede notar que el año de mayor precipitación fue 2008 con una

precipitación de 68,61 mm y el año que se registra menor precipitación fue el 2001 con 34,98 mm.

Temperatura. De los registros meteorológicos de la estación de Tomalón-Tabacundo, se evidenció que en el año 2000 se reportó la temperatura más baja con 13,5°C, mientras que la más alta, se registró en el año 2001 con 16,3°C. Con estos datos, se puede concluir que no se registran grandes fluctuaciones de Temperatura, y que esta se mantiene casi constante entre los 15°C.

Humedad. Un análisis realizado en el año 2010, de los registros mensuales de humedad relativa, esta fluctúa entre los 48 a 73 %, teniendo un promedio de 65%, lo que nos indica una constante durante todo el año, teniendo ligeras variaciones, debido a la época seca, reportada entre junio y agosto.

Viento. De los registros meteorológicos de la estación Tomalón - Tabacundo del INAHMI para el año 2010 se registró una velocidad de viento casi constante, manteniéndose alrededor de los 13,00 m/s y con una tendencia de dirección sur este. Así también podemos decir que en la zona se han registrado velocidades del viento que van desde los 0,00 km/h hasta los 70,00 km/h con una dirección este – oeste.

Características Climatológicas en la Parroquia Otón.

Precipitación. La caracterización pluviométrica se obtiene del análisis de la variabilidad mensual o distribución intra anual, donde el histograma indica dos períodos climáticos marcados, un periodo que va desde enero a mayo y de octubre a diciembre, con mayores niveles de precipitaciones, lo que señala la estación lluviosa y con un rango de precipitaciones durante este periodo que va entre los 81,10 a 114,00 mm/mes. En tanto que el periodo comprendido entre junio y septiembre marca la estación seca con rangos de precipitación de

31,00 a 55,10 mm/mes, que sumadas las dos épocas del año obtenemos una precipitación de 942,30 mm/año (INAMHI, 2020).

Temperatura. La temperatura media en la parroquia Otón es de 15,28 °C. Los meses de febrero, marzo y abril son los que presentan el mayor valor de temperatura, mientras que los meses de agosto y septiembre son los que presentan valores ligeramente más bajos con respecto a la media anual. Las variaciones mensuales de las temperaturas no son significativas ya que su amplitud está alrededor de 3°C.

En el análisis de isotermas en el territorio del cantón Cayambe indica que la temperatura disminuye con la altura, en base a las curvas de nivel. La temperatura más alta registrada en el cantón es de 18,84 a 20,25 °C localizada al Noroeste, mientras que las temperaturas más bajas se registran el Noreste del cantón entre 0 y 11,52°C, correspondiente esta localización al Parque Nacional Cayambe-Coca donde se encuentra el volcán Cayambe, particularmente en Otón la temperatura según isotermas oscila entre 15 a 16°C (GAD de la Parroquia de Otón, 2019).

Viento. Durante la época de verano, el viento tiene una dirección que va desde el norte hacia el este y tiene una velocidad que oscila entre 105 y 140 Km/día, lo que la convierte en una zona de gran afluencia de viento y bien marcado en el mes de agosto.

Características Climatológicas en la Parroquia Ascázubi.

Precipitación. La información de lluvia registrada en la estación Ascázubi INAMHI se puede determinar una precipitación media anual de 838,4 mm, en la parroquia las precipitaciones oscilan entre los 500 a 900 mm al año, estableciendo 4 intervalos de rango y donde los sectores de Monteserrín Alto, Monteserrín Bajo, San Juan De Ascázubi y Ascázubi conforman el 44,73% ubicados entre los rangos de 700 a 800 mm, Ascázubi, La Victoria el

39,16% ubicadas entre el rango de 600 a 700 mm, Ascázubi el 11,12% entre el rango de 500 a 600 y el 5% entre el rango de 800 a 900 mm (GAD de la Parroquia de Ascázubi, 2019)

Temperatura. Los valores medios de temperatura media multianual que presenta la geografía de la parroquia, tenemos que en la Estación Ascázubi INAMHI se tiene una temperatura media anual de 15,1 °C. En los rangos de isotermas se puede identificar claramente que el 08,22% del territorio está dentro de los rangos de 10 - 11°C, el 9,68% dentro del rango de 11 - 12°C, el 10,20% dentro del rango de 12 -13°C, el 15,85% dentro del rango de 13 - 14°C, el 13,89% dentro del rango de 14 - 15°C, el 18,73% dentro del rango 15-16°C etc. y tan solo el 1,99% está en rango de 6 - 7°C como valores más bajos (GAD de la Parroquia de Ascázubi, 2019)

Sistemas Agrícolas

Los sistemas agrícolas dependen de diferentes factores y no solo de las condiciones climáticas, tipo de suelo, entre otros, sino en su mayoría de la estrategia que se utiliza para la producción, a destacar está la lógica empresarial y la estrategia aplicada por el agricultor.

La lógica empresarial se define para los cultivos centrados en un solo tipo de cultivos o bien llamado monocultivo, es decir está enfocada en plantaciones de una misma especie, utilizando los mismos métodos de cultivo en toda la extensión de la plantación, lo que da como resultado la obtención de una producción eficiente.

A diferencia de los cultivos realizados en comunidades que tienen un uso de suelo diferente, y lo hacen por medio de policultivos es decir variedad de productos en un mismo espacio, lo que hace que la zona tenga mayor biodiversidad.

Cultivos

El área ocupada por cultivos de ciclo corto y frutales juega un papel preponderante dentro de la producción agrícola ya que son generadores de trabajo y ayudan con el crecimiento económico de las parroquias.

Plantaciones Forestales

En la parroquia de Canguahua las especies forestales como el eucalipto ocupan 2463 hectáreas (7%). Dichas plantaciones forestales son manejadas principalmente por hacendados que disponen de grandes extensiones de terrenos para darles un uso forestal (GAD Parroquial rural de Cangahua, 2019).

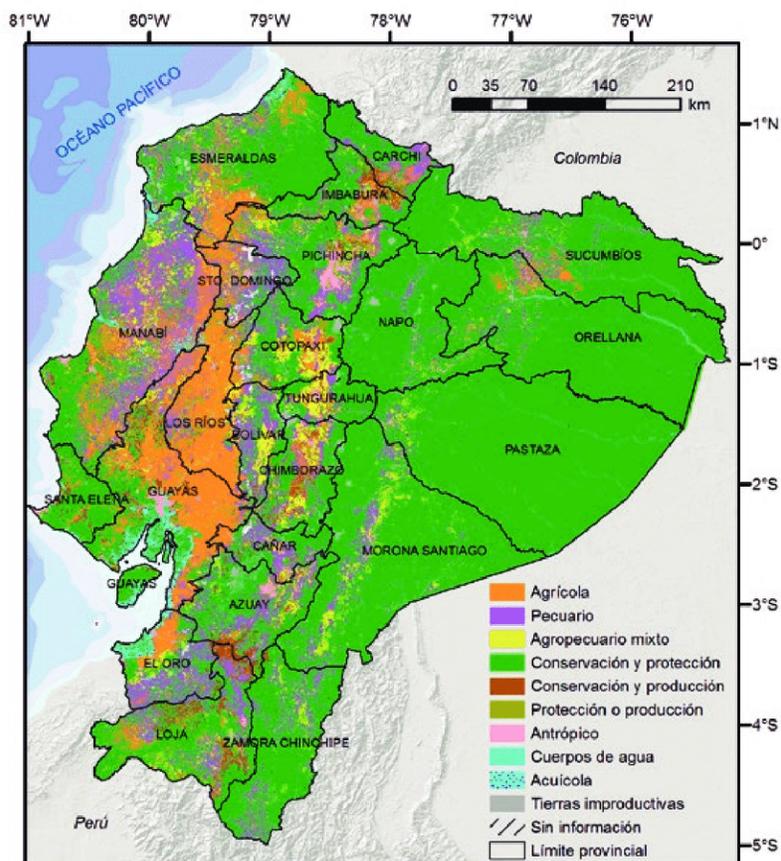
Sector Florícola

Las rosas y en general las flores por ser un cultivo de exportación existen en una gran variedad como son: cartuchos, rosas, spray rosas, claveles, girasoles, aster, gypsophila, delphinium, proteas, hipericum, entre otras.

Capacidad de uso de la tierra

Figura 4

Mapa de uso de la tierra del Ecuador continental



Nota. La figura representa el mapa de uso de la tierra en el Ecuador. Tomado de Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2020.

Clasificación del suelo para agricultura y otros usos

Clase I

Son tierras que soportan las actividades agrícolas, pecuarias o forestales, adaptadas ecológicamente a la zona, sin degradar a alguno de sus elementos, no presentan limitaciones, y permiten la utilización de maquinaria para el arado. (Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), 2013)

Las variables del tipo de suelo clase I, las tierras tienen pendiente plana de hasta 2%, sin erosión, lo que hace que sean suelos profundos y trabajables, con pocas piedras, además de gran cantidad de materia orgánica sin tóxicos, con buen drenaje de agua, el suelo es no salino, textura arenosa y arcillosa sin probabilidad de inundaciones.

Clase II

Son tierras que soportan las actividades agrícolas, pecuarias o forestales, adaptadas ecológicamente a la zona, sin degradar a alguno de sus elementos, presentan limitaciones ligeras que no suponen grandes inversiones para sobreponerlas, y permiten la utilización de maquinaria para el arado. Tierras con ligeras limitaciones, con pendientes menores al 5 %, con erosión ligera o sin evidencia, moderadamente profundos y profundos, con poca pedregosidad que no limitan o imposibilitan las labores de maquinaria, con textura superficial franco, franco arcillo arenoso, franco arenoso, franco arcilloso, arcilloso, arcillo arenoso, de fertilidad de mediana a alta, tienen drenaje natural bueno a moderado. Incluyen a suelos ligeramente salinos y no salinos, con toxicidad ligera o nula. Requieren prácticas de manejo más cuidadoso que los suelos de la Clase I, presentan drenaje bueno a moderado; no presentan periodos de inundación o éstos son muy cortos. (Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), 2013)

Clase III

Son tierras que soportan las actividades agrícolas, pecuarias o forestales, pero se reduce las posibilidades de elección de cultivos anuales a desarrollar o se incrementan los costos de producción debido a la necesidad de usar prácticas de manejo de suelo y agua; y permiten la utilización de maquinaria para el arado. (Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), 2013)

En esta clase de tierras se presentan limitaciones ligeras a moderadas, se encuentran en pendientes menores al 12 %, pueden o no presentar evidencia de erosión pudiendo ser ligera y moderada, son poco profundos a profundos, tienen poca pedregosidad que no limitan o imposibilitan las labores de maquinaria, con texturas franco, franco arcillo arenoso, franco

arenoso, franco arcilloso, arcilloso, arcillo arenoso, poseen fertilidad alta, media o baja, tienen drenaje excesivo, bueno y moderado; incluyen a suelos salinos, ligeramente salinos y no salinos; presentan toxicidad sin o nula, ligera y media. Pueden o no presentar periodos de inundación que pueden ser muy cortos. Tierras regables con ligeras limitaciones. (Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), 2013)

Clase IV

Estas tierras requieren un tratamiento especial en cuanto a las labores de maquinaria o permiten un laboreo ocasional. Se restringe el establecimiento de cultivos intensivos y admite cultivos siempre y cuando se realicen prácticas de manejo y conservación.

Son tierras que presentan moderadas limitaciones, se encuentran en pendientes menores al 25 %; pueden o no presentar erosión actual pudiendo ser ligera y moderada; son poco profundos a profundos, y tienen poca o ninguna pedregosidad; son de textura y drenaje variable. (Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), 2013)

Relación Agua – Planta – Clima

El agua es el elemento esencial que dirige los procesos biológicos sobre la tierra, en asociación con la temperatura y la naturaleza geológica de la corteza terrestre, estos factores nos ayudan a entender cuáles son las necesidades de agua que se requiera en la producción agrícola, aparte que el agua es el constituyente principal de los cultivos.

Evaporación

Este proceso ocurre por medio del cual un líquido es convertido a vapor de agua y removido de la superficie por evaporación. La radiación solar directa y, en menor cuantía, la temperatura del aire, proveen de esta energía. Por esta razón decimos que la radiación solar, la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento son parámetros climáticos para considerar en el proceso de evaporación.

Figura 5

Proceso de evaporación



Transpiración

Consiste en la vaporización del agua líquida contenida en el tejido vegetal y la remoción de este vapor hacia la atmósfera. Los cultivos, mayormente, pierden este vapor de agua a través de las estomas. El agua, así como algunos nutrientes, es tomada por las raíces y transportada al interior de la planta. La vaporización del agua ocurre dentro de la hoja, en los espacios intercelulares y el intercambio de gases con la atmósfera es controlado por la apertura de las estomas. Casi toda el agua que ingresa a la planta es transpirada y solamente una pequeña fracción es utilizada por la planta.

La transpiración, al igual que la evaporación, depende de la disponibilidad de energía, del gradiente de presión y del viento, por lo que nuevamente, la radiación solar, la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento deben considerarse.

Figura 6

Proceso de transpiración

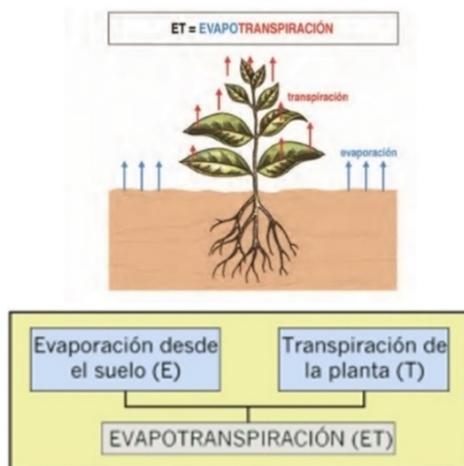


Evapotranspiración

La pérdida total del agua del suelo por evaporación se distribuye en proporciones variables entre la transpiración de las plantas y la evaporación directa del suelo, dependiendo principalmente del estado de crecimiento de las plantas, su densidad poblacional y del follaje, las características del suelo y las condiciones atmosféricas. Cuando el cultivo está en sus estados primarios, la mayor pérdida es por evaporación directa, pero una vez que el cultivo se ha desarrollado, la mayor pérdida del agua del suelo es por la transpiración. Al momento de la siembra, casi el 100% de la evapotranspiración es por el proceso de evaporación, mientras que, en un cultivo desarrollado completamente, cerca del 90% de la evapotranspiración es por transpiración.

Figura 7

Proceso de Evapotranspiración



Sistemas de riego

En 1945 la ex Caja Nacional de Riego inicia los estudios y construcción del Sistema de Riego El Pisque para aprovechar el caudal que lleva los ríos Guachalá y Gran Nobles.

El canal entra en funcionamiento y provee del servicio de agua para riego a la parroquia de Otón en el año 1952 y tres años más tarde la distribución se amplía hasta la parroquia de El Quinche, para posterior en el año 1962 avanza hasta la ciudad de Yaruquí y en 1966 llega a la parroquia de Tababela.

En el año 1970 se extiende el canal y se construye el sifón del Guambi, para brindar el servicio de riego a las parroquias de Pifo y Puembo donde finaliza el canal de riego El Pisque.

Riego

Se define como riego a la operación que consiste en aportar agua a un cultivo, con la finalidad de asegurar el correcto funcionamiento de la producción ayudando a la fisiología de la planta para aprovechar su máxima capacidad de desarrollo.

Un sistema de riego está conformado por estructuras, las cuales nos ayudan a conocer el área en la cual podemos cultivar y el agua necesaria que debemos aplicar a las plantas, este consta de varios componentes. Los componentes dependerán del tipo de riego que necesitemos como son riego superficial, riego por aspersión, o riego por goteo. Se debe analizar algunos factores para encontrar cual es el sistema de riego para la zona de trabajo.

- Suelo: textura y pendiente.
- Agua: calidad y disposición.
- Clima: viento y temperatura.
- Cultivo: forma de siembra y naturaleza.
- Finanzas: gasto y eficiencia.

Programación de riego

La función que tiene la programación de riego es en que se pueda tomar decisiones correctas para encontrar la cantidad de agua necesaria así también la fecha de aplicación para cada riego, esto nos ayuda a disminuir excesos de humedad en el suelo los cuales pueden llegar a causar problemas en el crecimiento, rendimiento y calidad en los cultivos. Al tener una programación de riego conveniente se llega alcanzar un ahorro en el agua y a la vez un menor costo en mano de obra. Existen dos métodos a utilizarse en la programación de los riegos los cuales se basan en las mediciones y el balance de humedad en el suelo.

Demandas de riego

Son los volúmenes de agua requeridos por un cultivo o grupo de cultivos de una región, durante un período determinado. Se estiman estas demandas en forma mensual, el agua que necesita el cultivo, una parte es suministrada por la precipitación de agua y el resto a través de riego, no obstante, no toda el agua de la lluvia es aprovechada por las plantas puesto que una parte de ella se infiltra en el suelo, una se mantiene en la superficie y el restante fluye por la superficie. El momento en que la lluvia para, gran parte del agua infiltrada penetra en la zona

radicular; del agua que se quedó estancada en la superficie una parte se evapora y otra se infiltra gradualmente en el suelo.

Láminas de riego

Se denomina lamina de riego al espesor de la capa de agua con que una superficie de tierra, supuestamente a nivel, quedaría cubierta por un volumen de agua. Es la dosis de agua que se debe suministrar en un riego para adicionar el contenido de humedad del área radicular desde un valor inferior al correspondiente a la fracción de agotamiento, a un valor mayor que coincide con la capacidad del campo.

Frecuencia de riego

Es el ciclo de tiempo en días entre la activación del sistema de riego, que depende principalmente de la capacidad del suelo para mantener la humedad y de la tasa de evapotranspiración del cultivo. La frecuencia de riego puede ser establecida por horas, pero con riesgos de sobresaturar el suelo y perjudicar los cultivos. Aún con ajustes de los periodos de tiempo se debe tener en cuenta que es un factor climático anormal y su exceso o déficit causará alteraciones en las plantaciones.

Tiempo de riego

Se considera al tiempo en el cual se debe reponer el agua en el suelo para que penetre y humedezca el área en el que se encuentran las raíces de la planta. Los factores a tener en cuenta son:

- El tipo de terreno.
- El clima.
- El tipo de cultivo.
- Superficie por regar.

Calidad de agua de riego

La calidad del agua es un factor de gran importancia en la efectividad del riego de los cultivos, ya que excesos por sobre los parámetros normados pueden significar reacciones con el suelo (modificando su volumen de embalsamiento y/o su disponibilidad), con la planta (produciendo déficit nutricional y/o toxicidad) y, con los sistemas de riego, especialmente cuando estos son de carácter tecnificado (tajonamiento de goteros).

Con respecto a algunos de los parámetros comúnmente identificados, es posible señalar que: Los sólidos en suspensión (principalmente limo y arcilla) se depositan sobre la superficie de los suelos, disminuyendo su capacidad de infiltración al sellar los macro poros.

En riego presurizado, los sólidos en suspensión afectan el funcionamiento de los emisores, pues éstos se pueden obstruir total o parcialmente, originando des uniformidad del riego.

Las sales disueltas en el agua de riego se van acumulando en el perfil del suelo. Una alta salinidad del agua de riego determina una menor posibilidad del agua almacenada en el suelo para moverse hacia las raíces de los cultivos, causando un estrés hídrico, aún en suelos con una dotación adecuada de agua.

Generalmente, esta acumulación de sales tiene un efecto dispersante sobre las arcillas del suelo, especialmente si la proporción de sodio es significativamente superior a la concentración de iones bivalentes (Ca y Mg). El efecto dispersante se traduce en una pérdida de la estructura del suelo, lo que origina una disminución de la capacidad de conducción hídrica del suelo. En riego presurizado, las sales tienden a formar incrustaciones que también pueden obstruir las líneas de emisores, originando des uniformidad del riego, acción que obliga a realizar lavados ácidos con mayor frecuencia.

Tabla 9*Criterios admisibles de calidad para aguas de uso agrícola*

Parámetro	Expresar como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbamatos totales	Concentración total de carbamatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	Visible		Ausencia
Coliformes fecales	nmp	nmp/100 ml	1000
Huevos de parásitos			Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	0,2

Parámetro	Expresar como	Unidad	Límite máximo permisible
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,005
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sólidos disueltos totales		mg/l	3000
Vanadio	V	mg/l	0,1
Aceites y grasas	Sustancias solubles en Hexano	mg/l	0,3
Coliformes totales	nmp	nmp/100 ml	1000
Huevos de parásitos		Huevos por litro	cero
Zinc	Zn	mg/l	2,0

Nota. Tomado de la *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua*, 2015.

Medidores de caudal

Aforo volumétrico

Se lo usa en la medición de pequeños caudales y se realiza midiendo el tiempo de llenado de un recipiente de volumen conocido, donde se colecta la descarga, determinando el

caudal, es uno de los métodos más precisos en lo que respecta a mediciones de caudales. Para asegurar valores que posean una mayor confianza el proceso se lo repite de 2 a 3 veces, su ecuación es:

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

Donde:

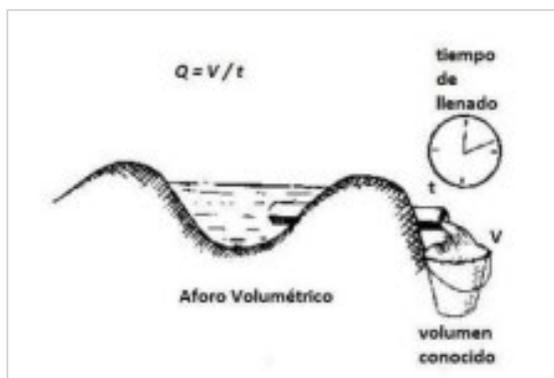
Q Caudal o gasto, (m^3/s), (l/s).

V Volumen del envase, (l).

T Tiempo en el cual se llena el envase, (s)

Figura 8

Representación del método por aforo volumétrico



Nota. La figura muestra el método volumétrico, donde se hace uso de un recipiente de volumen conocido y de igual forma se debe medir el tiempo de llenado. Tomado de *Guía práctica para aforar en canales y cauces naturales*, por Luis Tamayo, 2017.

Método del flotador

Es un método el cual no requiere equipos técnicos de medición, se lo utiliza siempre y cuando se conozca el área de la sección y la velocidad del agua. El principio del método

consiste en que los objetos vayan a la misma velocidad que el agua, en la cual flotan, por eso se mide la línea de flujo en la que se mueven la cual viene hacer la velocidad del objeto flotante, se debe tener en cuenta los efectos del viento.

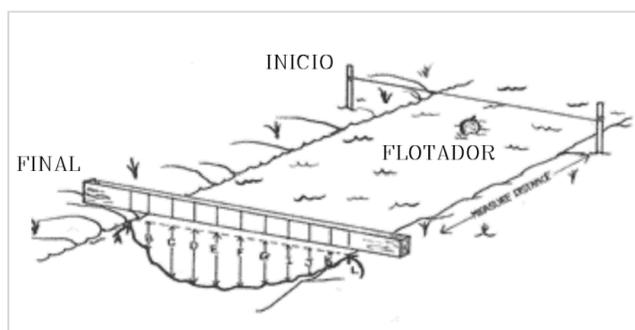
Las condiciones generales que se deben tener en cuenta principalmente son cuando se tiene Excesiva velocidad del agua que dificulta el uso del correntómetro..

Existen un sinnúmero de objetos que se pueden ocupar como flotadores estos pueden ser: pelotas de esponja, corchos, trozos de madera, pero se debe considerar que no deben ser muy livianos, de tal forma que el viento no altere su recorrido. El procedimiento por seguir es el siguiente:

- Primero debemos encontrar un tramo uniforme del canal.
- Al tramo le hacemos las mediciones de los datos de longitud, ancho teniendo en cuenta en ambos extremos del tramo y profundidad en la cual se tomas tres veces en cada extremo y en diferentes puntos, estos datos nos ayudan hallar el volumen de agua.
- Se deja caer el flotador desde el extremo superior, como ejemplo se puede usar una botella de medio litro con contenido de agua hasta la mitad.
- Para tener mayor exactitud esta operación se deberá repetir 5 veces y se determinará el promedio del tiempo.

Figura 9

Procedimiento, Método del flotador



Nota. La figura muestra el procedimiento para realizar el aforo mediante flotadores. Tomado de *Guía práctica para aforar en canales y cauces naturales*, por Luis Tamayo, 2017.

Cálculo del caudal

Para la recolección de datos se utilizó un flotador (naranja), objeto que flotó en la superficie del agua a lo largo del canal y se logró obtener los siguientes datos de tiempos:

Tabla 10

Tiempos obtenidos con método del flotador para el canal El Pisque

Método	Tiempo (seg)
	4,85
	4,60
	4,13
	4,85
	4,79
Del flotador	5,04
	5,67
	4,77
	4,66
	4,36
Promedio	4,77

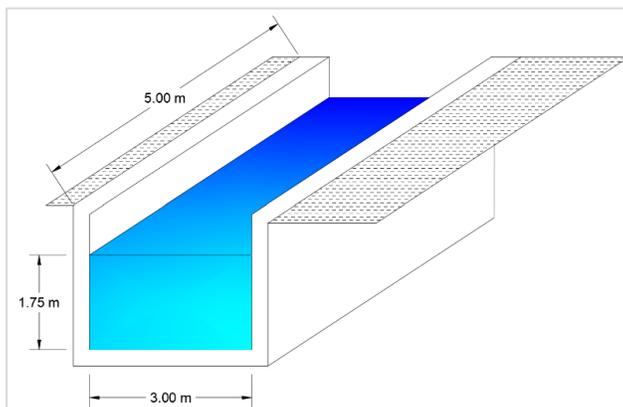
Nota. En la tabla se presenta el promedio de los tiempos obtenidos mediante el método del flotador del sistema de riego El Pisque en la cota 23+350 Km.

Figura 10

Sección utilizada para realizar el método del flotador

**Figura 11**

Dimensiones de la sección del canal donde se realizó el método del flotador.



Con los datos de tiempo y dimensiones de la sección de canal se realiza el cálculo de la velocidad de flujo y se determina el caudal.

Velocidad

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

$$v = \frac{5,00 \text{ m}}{4,77 \text{ s}} \quad v = 1,05 \text{ m/s}$$

Área

$$A = b * h$$

$$A = 3,00 * 1,75 \quad A = 5,25 \text{ m}^2$$

Caudal

$$Q = v * A$$

$$Q = 1,05 * 5,25 \quad Q = 5,51 \text{ m}^3/\text{s}$$

El caudal obtenido en le canal de riego El Pisque es de 5,51 m³/s.

Área de influencia del sistema de riego El Pisque – Zona 1

El área de influencia del canal de riego El Pisque – Zona 1 está constituido por 1826,71 Km², que inicia desde la parroquia de Cangahua donde se encuentra la captación, hasta la parroquia de Acázubi donde se encuentra el kilómetro 30 de recorrido del canal que correspondientes a la Zona 1, constituida por 12 tomas de agua de riego.

Tabla 11

Área correspondiente a cada toma del canal de riego El Pisque - Zona 1

Tomas	Cota (km)	Área (km2)
1 - 12	4+657 a 21+948	493,51
13 - 17	24+025 a 27+192	516,72
18	28+644	72,37
19	29+107	109,57
20	29+351	598,55
21	30+170	35,99
	Total	1826,71

Nota. Recuperado de la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego “El Pisque”, 2015.

Mala utilización del agua de riego

Las parroquias que conforman la Zona 1 del canal de Riego El Pisque tiene como actividad principal el cultivo de diferentes productos, siendo el agua uno de los principales factores que esta actividad se desarrolle, es por eso que el mal utilizar la misma puede traer problemas como: aumento de plagas y proliferación de enfermedades, además de perjudicar de forma directa a los cultivos y el suelo utilizado.

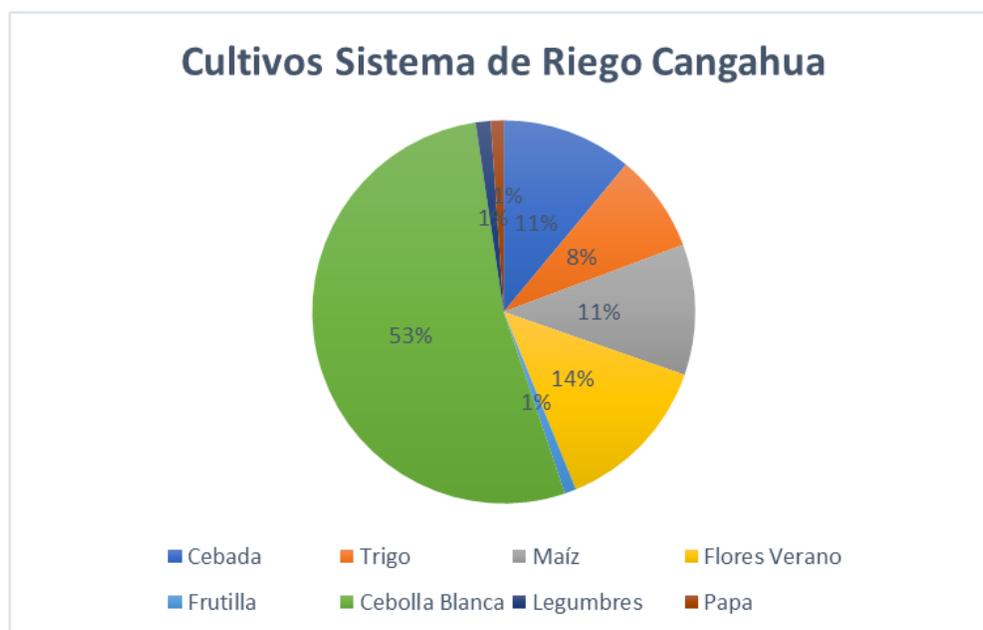
Además, un incorrecto uso de agua, puede ser causante de la contaminación de las aguas con fertilizantes y plaguicidas, afectando a los animales y personas que habitan en la zona, siendo este un problema real y desde un punto de vista económico y buscando cuidar el medio ambiente se hace necesario el uso eficiente del agua, con buena calidad para sus beneficiarios.

Distribución de cultivos

Parroquia Cangahua

Figura 12

Distribución de cultivos del sistema de riego Cangahua



Nota. El gráfico representa la distribución en porcentajes de los distintos cultivos ubicados en la parroquia de Cangahua.

Con base a la Tabla presentada anteriormente se determina que para el sistema de riego de la zona de la parroquia de Cangahua se tiene una distribución de cultivos con los siguientes porcentajes: 53% cebolla blanca, 14%, 11% maíz y cebada, 8% trigo, 1% legumbres, papas, frutillas con estos datos presentados se procede a realizar el cálculo del requerimiento de agua para los cultivos presentes en el sistema mencionado.

Tabla 12*Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Cangahua (Cebada)*

Cultivo: Cebada			
Kc:		Fases	Z(mm)
Inicial:	0,35	Inicial	600
Intermedio:	0,75	Desarrollo	900
Final:	0,45	Final	1000

Datos del Suelo			
Umbral:	0,5	PMP (m3/m3):	0,15
CC (m3/m3):	0,25	Eficiencia Riego:	90 %
Da (gr/cm3):	1,33	Área Riego:	130 ha
		Área Riego:	1300000 m2

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	ETo Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	52,60	1,70	81,50	70,87	2,29	52,60	-18,27	-0,59
Febrero	28,00	47,70	1,70	73,30	64,70	2,31	47,70	-17,00	-0,61
Marzo	31,00	53,30	1,72	93,20	79,30	2,56	53,30	-26,00	-0,84
Abril	30,00	52,80	1,76	97,90	82,56	2,75	52,80	-29,76	-0,99
Mayo	31,00	55,30	1,78	65,90	58,95	1,90	55,30	-3,65	-0,12
Junio	30,00	51,20	1,71	39,30	36,83	1,23	51,20	14,37	0,48
Julio	31,00	51,40	1,66	27,20	26,02	0,84	51,40	25,38	0,82

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Agosto	31,00	21,60	0,70	22,00	21,23	0,68	21,60	0,37	0,01
Septiembre	30,00	51,00	1,70	44,30	41,16	1,37	51,00	9,84	0,33
Octubre	31,00	55,40	1,79	120,70	97,39	3,14	55,40	-41,99	-1,35
Noviembre	30,00	52,80	1,76	79,60	69,46	2,32	52,80	-16,66	-0,56
Diciembre	31,00	53,70	1,73	101,40	84,95	2,74	53,70	-31,25	-1,01
Total	365,00	598,80	19,70	846,30	733,43	24,13	598,80	-134,63	-4,43

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au (CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,35	18,41	0,59	-1,69	79,80	39,90	0,90
0,75	35,78	1,28	-1,03	119,70	59,85	0,90
0,45	23,99	0,77	-1,78	133,00	66,50	0,90
0,35	18,48	0,62	-2,14	79,80	39,90	0,90
0,75	41,48	1,34	-0,56	119,70	59,85	0,90
0,45	23,04	0,77	-0,46	133,00	66,50	0,90
0,35	17,99	0,58	-0,26	79,80	39,90	0,90
0,75	16,20	0,52	-0,16	119,70	59,85	0,90
0,45	22,95	0,77	-0,61	133,00	66,50	0,90
0,35	19,39	0,63	-2,52	79,80	39,90	0,90
0,75	39,60	1,32	-1,00	119,70	59,85	0,90
0,45	24,17	0,78	-1,96	133,00	66,50	0,90
6,20	301,46	9,96	-14,17	1330,00	665,00	10,80

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta(mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
1,00	31,00	44,33	44,93	1300000,00	58405365,59	58405,37	1810566,33
1,00	28,00	66,50	67,78	1300000,00	88110982,14	88110,98	2467107,50
1,00	31,00	73,89	74,66	1300000,00	97061378,14	97061,38	3008902,72
1,00	30,00	44,33	44,95	1300000,00	58434133,33	58434,13	1753024,00
1,00	31,00	66,50	67,84	1300000,00	88189274,19	88189,27	2733867,50
1,00	30,00	73,89	74,66	1300000,00	97053955,56	97053,96	2911618,67
1,00	31,00	44,33	44,91	1300000,00	58387752,69	58387,75	1810020,33
1,00	31,00	66,50	67,02	1300000,00	87129354,84	87129,35	2701010,00
1,00	30,00	73,89	74,65	1300000,00	97050055,56	97050,06	2911501,67
1,00	31,00	44,33	44,96	1300000,00	58446462,37	58446,46	1811840,33
1,00	30,00	66,50	67,82	1300000,00	88166000,00	88166,00	2644980,00
1,00	31,00	73,89	74,67	1300000,00	97068926,52	97068,93	3009136,72
12,00	365,00	738,89	748,85	15600000,00	973503640,92	973503,64	29573575,78

Tabla 13

Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Cangahua (Trigo)

Cultivo:	Trigo	Fases	Z(mm)
Kc:			
Inicial:	0,35	Inicial	200,00
Intermedio:	0,75	Desarrollo	300,00
Final:	0,45	Final	600,00

Datos del Suelo

Umbral:	0,50	PMP (m3/m3):	0,15
CC (m3/m3):	0,25	Eficiencia Riego:	90,00
Da (gr/cm3):	1,33	Área Riego:	235,00 ha
		Área Riego:	2350000,00 m2

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	52,60	1,70	81,50	70,87	2,29	52,60	-18,27	-0,59
Febrero	28,00	47,70	1,70	73,30	64,70	2,31	47,70	-17,00	-0,61
Marzo	31,00	53,30	1,72	93,20	79,30	2,56	53,30	-26,00	-0,84
Abril	30,00	52,80	1,76	97,90	82,56	2,75	52,80	-29,76	-0,99
Mayo	31,00	55,30	1,78	65,90	58,95	1,90	55,30	-3,65	-0,12
Junio	30,00	51,20	1,71	39,30	36,83	1,23	51,20	14,37	0,48
Julio	31,00	51,40	1,66	27,20	26,02	0,84	51,40	25,38	0,82
Agosto	31,00	21,60	0,70	22,00	21,23	0,68	21,60	0,37	0,01
Septiembre	30,00	51,00	1,70	44,30	41,16	1,37	51,00	9,84	0,33
Octubre	31,00	55,40	1,79	120,70	97,39	3,14	55,40	-41,99	-1,35
Noviembre	30,00	52,80	1,76	79,60	69,46	2,32	52,80	-16,66	-0,56
Diciembre	31,00	53,70	1,73	101,40	84,95	2,74	53,70	-31,25	-1,01
Total	365,00	598,80	19,70	846,30	733,43	24,13	598,80	-134,63	-4,43

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au (CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,35	18,41	0,59	-1,69	26,60	13,30	0,90
0,75	35,78	1,28	-1,03	39,90	19,95	0,90

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au (CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,45	23,99	0,77	-1,78	79,80	39,90	0,90
0,35	18,48	0,62	-2,14	26,60	13,30	0,90
0,75	41,48	1,34	-0,56	39,90	19,95	0,90
0,45	23,04	0,77	-0,46	79,80	39,90	0,90
0,35	17,99	0,58	-0,26	26,60	13,30	0,90
0,75	16,20	0,52	-0,16	39,90	19,95	0,90
0,45	22,95	0,77	-0,61	79,80	39,90	0,90
0,35	19,39	0,63	-2,52	26,60	13,30	0,90
0,75	39,60	1,32	-1,00	39,90	19,95	0,90
0,45	24,17	0,78	-1,96	79,80	39,90	0,90
6,20	301,46	9,96	-14,17	585,20	292,60	10,80

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta (mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	Área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	10,00	14,78	15,37	2350000,00	36123374,55	36123,37	361233,75
3,00	9,00	22,17	23,44	2350000,00	55094211,31	55094,21	495847,90
3,00	10,00	44,33	45,11	2350000,00	106001551,08	106001,55	1060015,51
3,00	10,00	14,78	15,39	2350000,00	36175377,78	36175,38	361753,78
3,00	10,00	22,17	23,50	2350000,00	55235739,25	55235,74	552357,39
3,00	10,00	44,33	45,10	2350000,00	105988133,33	105988,13	1059881,33
3,00	10,00	14,78	15,36	2350000,00	36091535,84	36091,54	360915,36
3,00	10,00	22,17	22,69	2350000,00	53319731,18	53319,73	533197,31
3,00	10,00	44,33	45,10	2350000,00	105981083,33	105981,08	1059810,83
3,00	10,00	14,78	15,40	2350000,00	36197664,87	36197,66	361976,65
3,00	10,00	22,17	23,49	2350000,00	55193666,67	55193,67	551936,67
3,00	10,00	44,33	45,11	2350000,00	106015196,24	106015,20	1060151,96
36,00	119,00	325,11	335,07	28200000,00	787417265,43	787417,27	7819078,44

Tabla 14

Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Cangahua (Maíz)

Cultivo:		Maíz	
Kc:		Fases	Z(mm)
Inicial:	0,30	Inicial	278,00
Intermedio:	1,20	Desarrollo	398,00
Final:	0,40	Final	540,00

Datos del Suelo			
Umbral:	0,50	PMP (m3/m3):	0,15
CC (m3/m3):	0,25	Eficiencia Riego:	90,00
Da (gr/cm3):	1,33	Área Riego:	313,00 ha
		Área Riego:	3130000,00 m2

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	ETo Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	52,60	1,70	81,50	70,87	2,29	52,60	-18,27	-0,59
Febrero	28,00	47,70	1,70	73,30	64,70	2,31	47,70	-17,00	-0,61
Marzo	31,00	53,30	1,72	93,20	79,30	2,56	53,30	-26,00	-0,84
Abril	30,00	52,80	1,76	97,90	82,56	2,75	52,80	-29,76	-0,99
Mayo	31,00	55,30	1,78	65,90	58,95	1,90	55,30	-3,65	-0,12
Junio	30,00	51,20	1,71	39,30	36,83	1,23	51,20	14,37	0,48
Julio	31,00	51,40	1,66	27,20	26,02	0,84	51,40	25,38	0,82
Agosto	31,00	21,60	0,70	22,00	21,23	0,68	21,60	0,37	0,01

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación	Precipitación	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
					Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Efectiva Día (mm)			
Septiembre	30,00	51,00	1,70	44,30	41,16	1,37	51,00	9,84	0,33
Octubre	31,00	55,40	1,79	120,70	97,39	3,14	55,40	-41,99	-1,35
Noviembre	30,00	52,80	1,76	79,60	69,46	2,32	52,80	-16,66	-0,56
Diciembre	31,00	53,70	1,73	101,40	84,95	2,74	53,70	-31,25	-1,01
Total	365,00	598,80	19,70	846,30	733,43	24,13	598,80	-134,63	-4,43

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au (CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,30	15,78	0,51	-1,78	36,97	18,49	0,90
1,20	57,24	2,04	-0,27	52,93	26,47	0,90
0,40	21,32	0,69	-1,87	71,82	35,91	0,90
0,30	15,84	0,53	-2,22	36,97	18,49	0,90
1,20	66,36	2,14	0,24	52,93	26,47	0,90
0,40	20,48	0,68	-0,54	71,82	35,91	0,90
0,30	15,42	0,50	-0,34	36,97	18,49	0,90
1,20	25,92	0,84	0,15	52,93	26,47	0,90
0,40	20,40	0,68	-0,69	71,82	35,91	0,90
0,30	16,62	0,54	-2,61	36,97	18,49	0,90
1,20	63,36	2,11	-0,20	52,93	26,47	0,90
0,40	21,48	0,69	-2,05	71,82	35,91	0,90
7,60	360,22	11,95	-12,18	646,91	323,46	10,80

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta (mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	Área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	10,00	20,54	21,05	3130000,00	65886948,75	65886,95	658869,49

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta (mm)	Lamina a Aplicar (mm/m ²)	Área a Cultivarse (m ²)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m ³)	Volumen de Riego/mes (m ³)
3,00	9,00	29,41	31,45	3130000,00	98444958,73	98444,96	886004,63
3,00	10,00	39,90	40,59	3130000,00	127039632,26	127039,63	1270396,32
3,00	10,00	20,54	21,07	3130000,00	65946317,78	65946,32	659463,18
3,00	10,00	29,41	31,55	3130000,00	98746563,80	98746,56	987465,64
3,00	10,00	39,90	40,58	3130000,00	127023746,67	127023,75	1270237,47
3,00	10,00	20,54	21,04	3130000,00	65850600,36	65850,60	658506,00
3,00	10,00	29,41	30,24	3130000,00	94663428,32	94663,43	946634,28
3,00	10,00	39,90	40,58	3130000,00	127015400,00	127015,40	1270154,00
3,00	10,00	20,54	21,08	3130000,00	65971761,65	65971,76	659717,62
3,00	10,00	29,41	31,52	3130000,00	98656904,44	98656,90	986569,04
3,00	10,00	39,90	40,59	3130000,00	127055787,10	127055,79	1270557,87
36,00	119,00	359,40	371,34	37560000,00	1162302049,84	1162302,05	11524575,54

Tabla 15

Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Cangahua (Flores)

Cultivo: Flores			
Kc:		Fases	Z(mm)
Inicial:	0,56	Inicial	50,00
Intermedio:	1,01	Desarrollo	100,00
Final:	0,77	Final	120,00

Datos del Suelo

Umbral:	0,50	PMP (m3/m3):	0,15
CC (m3/m3):	0,25	Eficiencia Riego:	90,00
Da (gr/cm3):	1,33	Área Riego:	384,00 ha
		Área Riego:	3840000,00 m2

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	52,60	1,70	81,50	70,87	2,29	52,60	-18,27	-0,59
Febrero	28,00	47,70	1,70	73,30	64,70	2,31	47,70	-17,00	-0,61
Marzo	31,00	53,30	1,72	93,20	79,30	2,56	53,30	-26,00	-0,84
Abril	30,00	52,80	1,76	97,90	82,56	2,75	52,80	-29,76	-0,99
Mayo	31,00	55,30	1,78	65,90	58,95	1,90	55,30	-3,65	-0,12
Junio	30,00	51,20	1,71	39,30	36,83	1,23	51,20	14,37	0,48
Julio	31,00	51,40	1,66	27,20	26,02	0,84	51,40	25,38	0,82
Agosto	31,00	21,60	0,70	22,00	21,23	0,68	21,60	0,37	0,01
Septiembre	30,00	51,00	1,70	44,30	41,16	1,37	51,00	9,84	0,33
Octubre	31,00	55,40	1,79	120,70	97,39	3,14	55,40	-41,99	-1,35
Noviembre	30,00	52,80	1,76	79,60	69,46	2,32	52,80	-16,66	-0,56
Diciembre	31,00	53,70	1,73	101,40	84,95	2,74	53,70	-31,25	-1,01
Total	365,00	598,80	19,70	846,30	733,43	24,13	598,80	-134,63	-4,43

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,56	29,46	0,95	-1,34	6,65	3,33	0,90
1,01	48,18	1,72	-0,59	13,30	6,65	0,90

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,77	41,04	1,32	-1,23	15,96	7,98	0,90
0,56	29,57	0,99	-1,77	6,65	3,33	0,90
1,01	55,85	1,80	-0,10	13,30	6,65	0,90
0,77	39,42	1,31	0,09	15,96	7,98	0,90
0,56	28,78	0,93	0,09	6,65	3,33	0,90
1,01	21,82	0,70	0,02	13,30	6,65	0,90
0,77	39,27	1,31	-0,06	15,96	7,98	0,90
0,56	31,02	1,00	-2,14	6,65	3,33	0,90
1,01	53,33	1,78	-0,54	13,30	6,65	0,90
0,77	41,35	1,33	-1,41	15,96	7,98	0,90
9,36	459,09	15,15	-8,98	143,64	71,82	10,80

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta(mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	Área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	10,00	3,69	4,64	3840000,00	17835409,89	17835,41	178354,10
3,00	9,00	7,39	9,11	3840000,00	34980464,76	34980,46	314824,18
3,00	10,00	8,87	10,19	3840000,00	39131788,39	39131,79	391317,88
3,00	10,00	3,69	4,68	3840000,00	17971370,67	17971,37	179713,71
3,00	10,00	7,39	9,19	3840000,00	35291898,49	35291,90	352918,98
3,00	10,00	8,87	10,18	3840000,00	39094272,00	39094,27	390942,72
3,00	10,00	3,69	4,62	3840000,00	17752168,60	17752,17	177521,69
3,00	10,00	7,39	8,09	3840000,00	31075702,37	31075,70	310757,02
3,00	10,00	8,87	10,18	3840000,00	39074560,00	39074,56	390745,60
3,00	10,00	3,69	4,70	3840000,00	18029639,57	18029,64	180296,40
3,00	10,00	7,39	9,17	3840000,00	35199317,33	35199,32	351993,17
3,00	10,00	8,87	10,20	3840000,00	39169940,65	39169,94	391699,41
36,00	119,00	79,80	94,95	46080000,00	364606532,72	364606,53	3611084,86

Tabla 16*Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Cangahua (Frutilla)*

Cultivo:		Frutilla	
Kc:		Fases	Z(mm)
Inicial:	0,30	Inicial	360,00
Intermedio:	1,05	Desarrollo	360,00
Final:	0,50	Final	360,00

Datos del Suelo			
Umbral:	0,50	PMP (m3/m3):	0,15
CC (m3/m3):	0,25	Eficiencia Riego:	90,00
Da (gr/cm3):	1,33	Área Riego:	28,00 ha
		Área Riego:	280000,00 m2

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	52,60	1,70	81,50	70,87	2,29	52,60	-18,27	-0,59
Febrero	28,00	47,70	1,70	73,30	64,70	2,31	47,70	-17,00	-0,61
Marzo	31,00	53,30	1,72	93,20	79,30	2,56	53,30	-26,00	-0,84
Abril	30,00	52,80	1,76	97,90	82,56	2,75	52,80	-29,76	-0,99
Mayo	31,00	55,30	1,78	65,90	58,95	1,90	55,30	-3,65	-0,12
Junio	30,00	51,20	1,71	39,30	36,83	1,23	51,20	14,37	0,48
Julio	31,00	51,40	1,66	27,20	26,02	0,84	51,40	25,38	0,82

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Agosto	31,00	21,60	0,70	22,00	21,23	0,68	21,60	0,37	0,01
Septiembre	30,00	51,00	1,70	44,30	41,16	1,37	51,00	9,84	0,33
Octubre	31,00	55,40	1,79	120,70	97,39	3,14	55,40	-41,99	-1,35
Noviembre	30,00	52,80	1,76	79,60	69,46	2,32	52,80	-16,66	-0,56
Diciembre	31,00	53,70	1,73	101,40	84,95	2,74	53,70	-31,25	-1,01
Total	365,00	598,80	19,70	846,30	733,43	24,13	598,80	-134,63	-4,43

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au (CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,30	15,78	0,51	-1,78	47,88	23,94	0,90
1,05	50,09	1,79	-0,52	47,88	23,94	0,90
0,50	26,65	0,86	-1,70	47,88	23,94	0,90
0,30	15,84	0,53	-2,22	47,88	23,94	0,90
1,05	58,07	1,87	-0,03	47,88	23,94	0,90
0,50	25,60	0,85	-0,37	47,88	23,94	0,90
0,30	15,42	0,50	-0,34	47,88	23,94	0,90
1,05	22,68	0,73	0,05	47,88	23,94	0,90
0,50	25,50	0,85	-0,52	47,88	23,94	0,90
0,30	16,62	0,54	-2,61	47,88	23,94	0,90
1,05	55,44	1,85	-0,47	47,88	23,94	0,90
0,50	26,85	0,87	-1,87	47,88	23,94	0,90
7,40	354,53	11,74	-12,39	574,56	287,28	10,80

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta(mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	10,00	26,60	27,11	280000,00	7590529,03	7590,53	75905,29
3,00	9,00	26,60	28,39	280000,00	7948850,00	7948,85	71539,65
3,00	10,00	26,60	27,46	280000,00	7688709,68	7688,71	76887,10
3,00	10,00	26,60	27,13	280000,00	7595840,00	7595,84	75958,40
3,00	10,00	26,60	28,47	280000,00	7972458,06	7972,46	79724,58
3,00	10,00	26,60	27,45	280000,00	7686933,33	7686,93	76869,33
3,00	10,00	26,60	27,10	280000,00	7587277,42	7587,28	75872,77
3,00	10,00	26,60	27,33	280000,00	7652851,61	7652,85	76528,52
3,00	10,00	26,60	27,45	280000,00	7686000,00	7686,00	76860,00
3,00	10,00	26,60	27,14	280000,00	7598116,13	7598,12	75981,16
3,00	10,00	26,60	28,45	280000,00	7965440,00	7965,44	79654,40
3,00	10,00	26,60	27,47	280000,00	7690516,13	7690,52	76905,16
36,00	119,00	319,20	330,94	3360000,00	92663521,40	92663,52	918686,36

Tabla 17

Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Cangahua (Cebolla Blanca)

Cultivo:	Cebolla	Fases	Z(mm)
Kc:			
Inicial:	0,70	Inicial	50,00
Intermedio:	1,00	Desarrollo	150,00
Final:	0,90	Final	200,00

Datos del Suelo

Umbral:	0,50	PMP (m3/m3):	0,15
CC (m3/m3):	0,25	Eficiencia Riego:	90,00
Da (gr/cm3):	1,33	Área Riego:	1499,00 ha
		Área Riego:	14990000,00 m2

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	52,60	1,70	81,50	70,87	2,29	52,60	-18,27	-0,59
Febrero	28,00	47,70	1,70	73,30	64,70	2,31	47,70	-17,00	-0,61
Marzo	31,00	53,30	1,72	93,20	79,30	2,56	53,30	-26,00	-0,84
Abril	30,00	52,80	1,76	97,90	82,56	2,75	52,80	-29,76	-0,99
Mayo	31,00	55,30	1,78	65,90	58,95	1,90	55,30	-3,65	-0,12
Junio	30,00	51,20	1,71	39,30	36,83	1,23	51,20	14,37	0,48
Julio	31,00	51,40	1,66	27,20	26,02	0,84	51,40	25,38	0,82
Agosto	31,00	21,60	0,70	22,00	21,23	0,68	21,60	0,37	0,01
Septiembre	30,00	51,00	1,70	44,30	41,16	1,37	51,00	9,84	0,33
Octubre	31,00	55,40	1,79	120,70	97,39	3,14	55,40	-41,99	-1,35
Noviembre	30,00	52,80	1,76	79,60	69,46	2,32	52,80	-16,66	-0,56
Diciembre	31,00	53,70	1,73	101,40	84,95	2,74	53,70	-31,25	-1,01
Total	365,00	598,80	19,70	846,30	733,43	24,13	598,80	-134,63	-4,43

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au (CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,70	36,82	1,19	-1,10	6,65	3,33	0,90
1,00	47,70	1,70	-0,61	19,95	9,98	0,90

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,90	47,97	1,55	-1,01	26,60	13,30	0,90
0,70	36,96	1,23	-1,52	6,65	3,33	0,90
1,00	55,30	1,78	-0,12	19,95	9,98	0,90
0,90	46,08	1,54	0,31	26,60	13,30	0,90
0,70	35,98	1,16	0,32	6,65	3,33	0,90
1,00	21,60	0,70	0,01	19,95	9,98	0,90
0,90	45,90	1,53	0,16	26,60	13,30	0,90
0,70	38,78	1,25	-1,89	6,65	3,33	0,90
1,00	52,80	1,76	-0,56	19,95	9,98	0,90
0,90	48,33	1,56	-1,18	26,60	13,30	0,90
10,40	514,22	16,95	-7,18	212,80	106,40	10,80

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta(mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	10,00	3,69	4,88	14990000,00	73183973,84	73183,97	731839,74
3,00	9,00	11,08	12,79	14990000,00	191675702,38	191675,70	1725081,32
3,00	10,00	14,78	16,33	14990000,00	244714705,02	244714,71	2447147,05
3,00	10,00	3,69	4,93	14990000,00	73847402,22	73847,40	738474,02
3,00	10,00	11,08	12,87	14990000,00	192879392,47	192879,39	1928793,92
3,00	10,00	14,78	16,31	14990000,00	244543528,89	244543,53	2445435,29
3,00	10,00	3,69	4,86	14990000,00	72777793,19	72777,79	727777,93
3,00	10,00	11,08	11,78	14990000,00	176583811,83	176583,81	1765838,12
3,00	10,00	14,78	16,31	14990000,00	244453588,89	244453,59	2444535,89
3,00	10,00	3,69	4,95	14990000,00	74131728,67	74131,73	741317,29
3,00	10,00	11,08	12,84	14990000,00	192521566,67	192521,57	1925215,67
3,00	10,00	14,78	16,34	14990000,00	244888782,44	244888,78	2448887,82
36,00	119,00	118,22	135,17	179880000,00	2026201976,50	2026201,98	20070344,06

Tabla 18*Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Cangahua**(Legumbres)*

Cultivo: Legumbres			
Kc:		Fases	Z(mm)
Inicial:	0,40	Inicial	112,00
Intermedio:	1,15	Desarrollo	160,00
Final:	0,55	Final	130,00

Datos del Suelo			
Umbral:	0,50	PMP (m3/m3):	0,15
CC (m3/m3):	0,25	Eficiencia Riego:	90,00
Da (gr/cm3):	1,33	Área Riego:	67,00 ha
		Área Riego:	670000,00 m2

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	precipitación Efectiva día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	52,60	1,70	81,50	70,87	2,29	52,60	-18,27	-0,59
Febrero	28,00	47,70	1,70	73,30	64,70	2,31	47,70	-17,00	-0,61
Marzo	31,00	53,30	1,72	93,20	79,30	2,56	53,30	-26,00	-0,84
Abril	30,00	52,80	1,76	97,90	82,56	2,75	52,80	-29,76	-0,99
Mayo	31,00	55,30	1,78	65,90	58,95	1,90	55,30	-3,65	-0,12
Junio	30,00	51,20	1,71	39,30	36,83	1,23	51,20	14,37	0,48
Julio	31,00	51,40	1,66	27,20	26,02	0,84	51,40	25,38	0,82

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Agosto	31,00	21,60	0,70	22,00	21,23	0,68	21,60	0,37	0,01
Septiembre	30,00	51,00	1,70	44,30	41,16	1,37	51,00	9,84	0,33
Octubre	31,00	55,40	1,79	120,70	97,39	3,14	55,40	-41,99	-1,35
Noviembre	30,00	52,80	1,76	79,60	69,46	2,32	52,80	-16,66	-0,56
Diciembre	31,00	53,70	1,73	101,40	84,95	2,74	53,70	-31,25	-1,01
Total	365,00	598,80	19,70	846,30	733,43	24,13	598,80	-134,63	-4,43

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,40	21,04	0,68	-1,61	14,90	7,45	0,90
1,15	54,86	1,96	-0,35	21,28	10,64	0,90
0,55	29,32	0,95	-1,61	17,29	8,65	0,90
0,40	21,12	0,70	-2,05	14,90	7,45	0,90
1,15	63,60	2,05	0,15	21,28	10,64	0,90
0,55	28,16	0,94	-0,29	17,29	8,65	0,90
0,40	20,56	0,66	-0,18	14,90	7,45	0,90
1,15	24,84	0,80	0,12	21,28	10,64	0,90
0,55	28,05	0,94	-0,44	17,29	8,65	0,90
0,40	22,16	0,71	-2,43	14,90	7,45	0,90
1,15	60,72	2,02	-0,29	21,28	10,64	0,90
0,55	29,54	0,95	-1,79	17,29	8,65	0,90
8,40	403,95	13,37	-10,76	213,86	106,93	10,80

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta(mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	10,00	8,28	8,95	670000,00	5999357,71	5999,36	59993,58
3,00	9,00	11,82	13,78	670000,00	9233490,67	9233,49	83101,42
3,00	10,00	9,61	10,55	670000,00	7069304,48	7069,30	70693,04
3,00	10,00	8,28	8,98	670000,00	6016302,22	6016,30	60163,02
3,00	10,00	11,82	13,87	670000,00	9295361,47	9295,36	92953,61
3,00	10,00	9,61	10,54	670000,00	7064628,89	7064,63	70646,29
3,00	10,00	8,28	8,94	670000,00	5988983,51	5988,98	59889,84
3,00	10,00	11,82	12,62	670000,00	8457753,41	8457,75	84577,53
3,00	10,00	9,61	10,54	670000,00	7062172,22	7062,17	70621,72
3,00	10,00	8,28	8,99	670000,00	6023564,16	6023,56	60235,64
3,00	10,00	11,82	13,85	670000,00	9276968,89	9276,97	92769,69
3,00	10,00	9,61	10,56	670000,00	7074059,32	7074,06	70740,59
36,00	119,00	118,81	132,18	8040000,00	88561946,95	88561,95	876385,98

Requerimiento de agua para los cultivos presentes en el sistema

Tabla 19

Comparación de caudales para oferta y demanda. Parroquia Cangahua

Caudal Requerido	Caudal Ofertado	Faltante	Unidades
70415208,25	5918045,8		m3/año
2232,85	187,66	2045,19	l/s
	8,40%	91,60%	%

Nota. La tabla presenta los datos de caudales necesarios, y los datos actuales del sistema de riego en la parroquia Cangahua.

Figura 13

Barras comparativas de caudales para el análisis de oferta y demanda

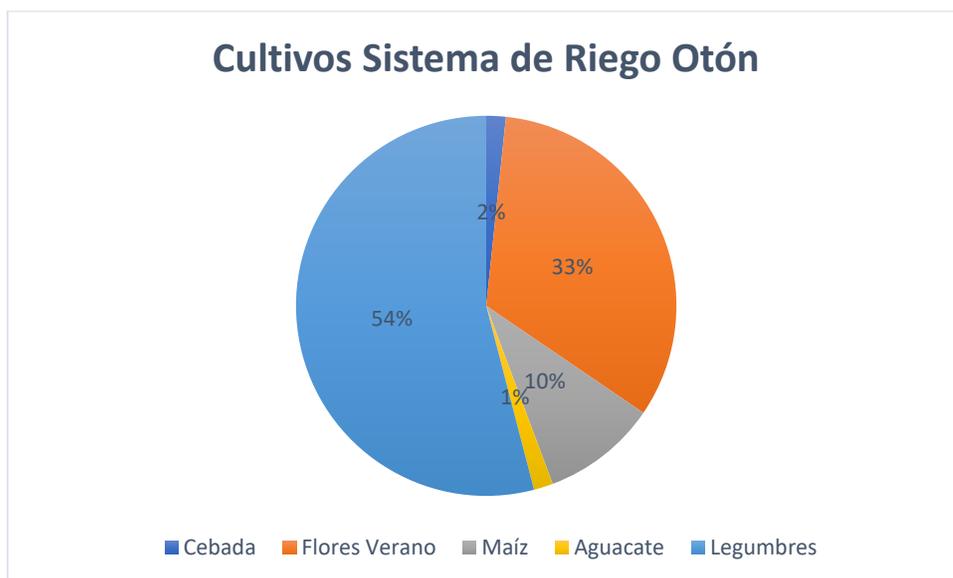


Como se puede apreciar en la gráfica presentada el caudal requerido supera al caudal ofertado, las soluciones presentadas para este tipo de problemas se presentarán en el siguiente capítulo.

Parroquia Otón

Figura 14

Distribución de cultivos del sistema de riego Otón



Nota. El gráfico representa la distribución en porcentajes de los distintos cultivos ubicados en la parroquia de Otón.

Con base a la Tabla presentada anteriormente se determina que para el sistema de riego de la zona de la parroquia de Otón se tiene una distribución de cultivos con los siguientes porcentajes: 54% legumbre, 33% flores de verano, 10% maíz, 2% cebada, 1% aguacate, con estos datos presentados se procede a realizar el cálculo del requerimiento de agua para los cultivos presentes en el sistema mencionado.

Tabla 20*Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Otón (Cebada)*

Cultivo:		Cebada			
Kc:		Fases		Z(mm)	
Inicial:	0,35	Inicial	600,00		
Intermedio:	0,75	Desarrollo	900,00		
Final:	0,45	Final	1000,00		

Datos del suelo					
Umbral:	0,50	PMP (m3/m3):	0,15		
CC (m3/m3):	0,25	Eficiencia Riego:	85,00	%	
Da (gr/cm3):	1,33	Área Riego:	9,35	ha	
		Área Riego:	93500,00	m2	

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	59,10	1,91	61,20	55,21	1,78	59,10	3,89	0,13
Febrero	28,00	54,00	1,93	94,70	80,35	2,87	54,00	-26,35	-0,94
Marzo	31,00	59,40	1,92	104,30	86,89	2,80	59,40	-27,49	-0,89
Abril	30,00	57,80	1,93	125,50	100,30	3,34	57,80	-42,50	-1,42
Mayo	31,00	61,00	1,97	81,30	70,72	2,28	61,00	-9,72	-0,31
Junio	30,00	57,90	1,93	42,60	39,70	1,32	57,90	18,20	0,61
Julio	31,00	63,30	2,04	5,60	5,55	0,18	63,30	57,75	1,86
Agosto	31,00	62,40	2,01	8,00	7,90	0,25	62,40	54,50	1,76

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Septiembre	30,00	58,60	1,95	53,80	49,17	1,64	58,60	9,43	0,31
Octubre	31,00	57,20	1,85	91,20	77,89	2,51	57,20	-20,69	-0,67
Noviembre	30,00	54,50	1,82	98,40	82,91	2,76	54,50	-28,41	-0,95
Diciembre	31,00	60,50	1,95	71,70	63,47	2,05	60,50	-2,97	-0,10
Total	365,00	705,70	23,20	838,30	720,06	23,80	705,70	-14,36	-0,60

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au (CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,35	20,69	0,67	-1,11	79,80	39,90	0,85
0,75	40,50	1,45	-1,42	119,70	59,85	0,85
0,45	26,73	0,86	-1,94	133,00	66,50	0,85
0,35	20,23	0,67	-2,67	79,80	39,90	0,85
0,75	45,75	1,48	-0,81	119,70	59,85	0,85
0,45	26,06	0,87	-0,45	133,00	66,50	0,85
0,35	22,16	0,71	0,54	79,80	39,90	0,85
0,75	46,80	1,51	1,25	119,70	59,85	0,85
0,45	26,37	0,88	-0,76	133,00	66,50	0,85
0,35	20,02	0,65	-1,87	79,80	39,90	0,85
0,75	40,88	1,36	-1,40	119,70	59,85	0,85
0,45	27,23	0,88	-1,17	133,00	66,50	0,85
6,20	363,40	11,98	-11,81	1330,00	665,00	10,20

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta(mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
1,00	31,00	46,94	47,61	93500,00	4451388,63	4451,39	137993,05

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta(mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
1,00	28,00	70,41	71,86	93500,00	6718741,07	6718,74	188124,75
1,00	31,00	78,24	79,10	93500,00	7395621,13	7395,62	229264,26
1,00	30,00	46,94	47,62	93500,00	4452050,17	4452,05	133561,51
1,00	31,00	70,41	71,89	93500,00	6721487,90	6721,49	208366,13
1,00	30,00	78,24	79,10	93500,00	7396204,75	7396,20	221886,14
1,00	31,00	46,94	47,66	93500,00	4455822,34	4455,82	138130,49
1,00	31,00	70,41	71,92	93500,00	6724654,84	6724,65	208464,30
1,00	30,00	78,24	79,11	93500,00	7397186,50	7397,19	221915,60
1,00	31,00	46,94	47,59	93500,00	4449382,90	4449,38	137930,87
1,00	30,00	70,41	71,77	93500,00	6710893,75	6710,89	201326,81
1,00	31,00	78,24	79,11	93500,00	7397114,11	7397,11	229310,54
12,00	365,00	782,35	794,34	1122000,00	74270548,09	74270,55	2256274,43

Tabla 21

Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Otón (Flores)

Cultivo:	Flores	Fases	Z(mm)
Kc:			
Inicial:	0,56	Inicial	50,00
Intermedio:	1,01	Desarrollo	100,00
Final:	0,77	Final	120,00

Datos del Suelo			
Umbral:	0,50	PMP (m3/m3):	0,15
CC (m3/m3):	0,25	Eficiencia Riego:	90,00
Da (gr/cm3):	1,33	Área Riego:	185,50 ha
		Área Riego:	1855000,00 m2

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	59,10	1,91	61,20	55,21	1,78	59,10	3,89	0,13
Febrero	28,00	54,00	1,93	94,70	80,35	2,87	54,00	-26,35	-0,94
Marzo	31,00	59,40	1,92	104,30	86,89	2,80	59,40	-27,49	-0,89
Abril	30,00	57,80	1,93	125,50	100,30	3,34	57,80	-42,50	-1,42
Mayo	31,00	61,00	1,97	81,30	70,72	2,28	61,00	-9,72	-0,31
Junio	30,00	57,90	1,93	42,60	39,70	1,32	57,90	18,20	0,61
Julio	31,00	63,30	2,04	5,60	5,55	0,18	63,30	57,75	1,86
Agosto	31,00	62,40	2,01	8,00	7,90	0,25	62,40	54,50	1,76
Septiembre	30,00	58,60	1,95	53,80	49,17	1,64	58,60	9,43	0,31
Octubre	31,00	57,20	1,85	91,20	77,89	2,51	57,20	-20,69	-0,67
Noviembre	30,00	54,50	1,82	98,40	82,91	2,76	54,50	-28,41	-0,95
Diciembre	31,00	60,50	1,95	71,70	63,47	2,05	60,50	-2,97	-0,10
Total	365,00	705,70	23,20	838,30	720,06	23,80	705,70	-14,36	-0,60

Kc	Etc mes (mm)	Etc dia (mm)	(Etc-PE)	Au (CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,56	33,10	1,07	-0,71	6,65	3,33	0,85
1,01	54,54	1,95	-0,92	13,30	6,65	0,85

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au (CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,77	45,74	1,48	-1,33	15,96	7,98	0,85
0,56	32,37	1,08	-2,26	6,65	3,33	0,85
1,01	61,61	1,99	-0,29	13,30	6,65	0,85
0,77	44,58	1,49	0,16	15,96	7,98	0,85
0,56	35,45	1,14	0,96	6,65	3,33	0,85
1,01	63,02	2,03	1,78	13,30	6,65	0,85
0,77	45,12	1,50	-0,13	15,96	7,98	0,85
0,56	32,03	1,03	-1,48	6,65	3,33	0,85
1,01	55,05	1,83	-0,93	13,30	6,65	0,85
0,77	46,59	1,50	-0,54	15,96	7,98	0,85
9,36	549,19	18,09	-5,70	143,64	71,82	10,20

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta (mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	10,00	3,91	4,98	552700,00	2752102,00	2752,10	27521,02
3,00	9,00	7,82	9,77	552700,00	5400645,35	5400,65	48605,81
3,00	10,00	9,39	10,86	552700,00	6004341,92	6004,34	60043,42
3,00	10,00	3,91	4,99	552700,00	2758358,81	2758,36	27583,59
3,00	10,00	7,82	9,81	552700,00	5422511,38	5422,51	54225,11
3,00	10,00	9,39	10,87	552700,00	6010245,12	6010,25	60102,45
3,00	10,00	3,91	5,06	552700,00	2794035,89	2794,04	27940,36
3,00	10,00	7,82	9,86	552700,00	5447721,63	5447,72	54477,22
3,00	10,00	9,39	10,89	552700,00	6020175,29	6020,18	60201,75
3,00	10,00	3,91	4,95	552700,00	2733131,91	2733,13	27331,32
3,00	10,00	7,82	9,66	552700,00	5338177,09	5338,18	53381,77
3,00	10,00	9,39	10,89	552700,00	6019443,11	6019,44	60194,43
36,00	119,00	84,49	102,59	6632400,00	56700889,52	56700,89	561608,25

Tabla 22*Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Otón (Maíz)*

Cultivo:		Maíz	
Kc:			
Inicial:	0,30	Fases	Z(mm)
Intermedio:	1,20	Inicial	278,00
Final:	0,40	Desarrollo	398,00
		Final	540,00

Datos del Suelo			
Umbral:	0,50	PMP (m3/m3):	0,15
CC (m3/m3):	0,25	Eficiencia Riego:	85,00
Da (gr/cm3):	1,33	Área Riego:	55,27 ha
		Área Riego:	552700,00 m2

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	59,10	1,91	61,20	55,21	1,78	59,10	3,89	0,13
Febrero	28,00	54,00	1,93	94,70	80,35	2,87	54,00	-26,35	-0,94
Marzo	31,00	59,40	1,92	104,30	86,89	2,80	59,40	-27,49	-0,89
Abril	30,00	57,80	1,93	125,50	100,30	3,34	57,80	-42,50	-1,42
Mayo	31,00	61,00	1,97	81,30	70,72	2,28	61,00	-9,72	-0,31
Junio	30,00	57,90	1,93	42,60	39,70	1,32	57,90	18,20	0,61
Julio	31,00	63,30	2,04	5,60	5,55	0,18	63,30	57,75	1,86
Agosto	31,00	62,40	2,01	8,00	7,90	0,25	62,40	54,50	1,76

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Septiembre	30,00	58,60	1,95	53,80	49,17	1,64	58,60	9,43	0,31
Octubre	31,00	57,20	1,85	91,20	77,89	2,51	57,20	-20,69	-0,67
Noviembre	30,00	54,50	1,82	98,40	82,91	2,76	54,50	-28,41	-0,95
Diciembre	31,00	60,50	1,95	71,70	63,47	2,05	60,50	-2,97	-0,10
Total	365,00	705,70	23,20	838,30	720,06	23,80	705,70	-14,36	-0,60

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,30	17,73	0,57	-1,21	36,97	18,49	0,85
1,20	64,80	2,31	-0,56	52,93	26,47	0,85
0,40	23,76	0,77	-2,04	71,82	35,91	0,85
0,30	17,34	0,58	-2,77	36,97	18,49	0,85
1,20	73,20	2,36	0,08	52,93	26,47	0,85
0,40	23,16	0,77	-0,55	71,82	35,91	0,85
0,30	18,99	0,61	0,43	36,97	18,49	0,85
1,20	74,88	2,42	2,16	52,93	26,47	0,85
0,40	23,44	0,78	-0,86	71,82	35,91	0,85
0,30	17,16	0,55	-1,96	36,97	18,49	0,85
1,20	65,40	2,18	-0,58	52,93	26,47	0,85
0,40	24,20	0,78	-1,27	71,82	35,91	0,85
7,60	444,06	14,69	-9,11	646,91	323,46	10,20

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta(mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	Área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	10,00	21,75	22,32	552700,00	12337008,62	12337,01	123370,09
3,00	9,00	31,14	33,45	552700,00	18488883,24	18488,88	166399,95

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta(mm)	Lamina a Aplicar (mm/m ²)	Área a Cultivarse (m ²)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m ³)	Volumen de Riego/mes (m ³)
3,00	10,00	42,25	43,01	552700,00	23773567,22	23773,57	237735,67
3,00	10,00	21,75	22,33	552700,00	12340360,48	12340,36	123403,60
3,00	10,00	31,14	33,50	552700,00	18514862,69	18514,86	185148,63
3,00	10,00	42,25	43,02	552700,00	23776633,81	23776,63	237766,34
3,00	10,00	21,75	22,36	552700,00	12359473,20	12359,47	123594,73
3,00	10,00	31,14	33,55	552700,00	18544815,46	18544,82	185448,15
3,00	10,00	42,25	43,03	552700,00	23781792,35	23781,79	237817,92
3,00	10,00	21,75	22,30	552700,00	12326846,08	12326,85	123268,46
3,00	10,00	31,14	33,32	552700,00	18414663,53	18414,66	184146,64
3,00	10,00	42,25	43,03	552700,00	23781411,99	23781,41	237814,12
36,00	119,00	380,54	395,22	6632400,00	218440318,68	218440,32	2165914,30

Tabla 23

Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Otón (Aguacate)

Cultivo: Aguacate		Fases	
Kc:			Z(mm)
Inicial:	0,60	Inicial	600,00
Intermedio:	0,60	Desarrollo	600,00
Final:	0,60	Final	600,00

Datos del Suelo			
Umbral:	0,50	PMP (m ³ /m ³):	0,15
CC (m ³ /m ³):	0,25	Eficiencia Riego:	90,00
Da (gr/cm ³):	1,33	Área Riego:	9,40 ha
		Área Riego:	94000,00 m ²

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	59,10	1,91	61,20	55,21	1,78	59,10	3,89	0,13
Febrero	28,00	54,00	1,93	94,70	80,35	2,87	54,00	-26,35	-0,94
Marzo	31,00	59,40	1,92	104,30	86,89	2,80	59,40	-27,49	-0,89
Abril	30,00	57,80	1,93	125,50	100,30	3,34	57,80	-42,50	-1,42
Mayo	31,00	61,00	1,97	81,30	70,72	2,28	61,00	-9,72	-0,31
Junio	30,00	57,90	1,93	42,60	39,70	1,32	57,90	18,20	0,61
Julio	31,00	63,30	2,04	5,60	5,55	0,18	63,30	57,75	1,86
Agosto	31,00	62,40	2,01	8,00	7,90	0,25	62,40	54,50	1,76
Septiembre	30,00	58,60	1,95	53,80	49,17	1,64	58,60	9,43	0,31
Octubre	31,00	57,20	1,85	91,20	77,89	2,51	57,20	-20,69	-0,67
Noviembre	30,00	54,50	1,82	98,40	82,91	2,76	54,50	-28,41	-0,95
Diciembre	31,00	60,50	1,95	71,70	63,47	2,05	60,50	-2,97	-0,10
Total	365,00	705,70	23,20	838,30	720,06	23,80	705,70	-14,36	-0,60

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au (CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,60	35,46	1,14	-0,64	79,80	39,90	0,85
0,60	32,40	1,16	-1,71	79,80	39,90	0,85
0,60	35,64	1,15	-1,65	79,80	39,90	0,85
0,60	34,68	1,16	-2,19	79,80	39,90	0,85
0,60	36,60	1,18	-1,10	79,80	39,90	0,85
0,60	34,74	1,16	-0,17	79,80	39,90	0,85
0,60	37,98	1,23	1,05	79,80	39,90	0,85
0,60	37,44	1,21	0,95	79,80	39,90	0,85
0,60	35,16	1,17	-0,47	79,80	39,90	0,85
0,60	34,32	1,11	-1,41	79,80	39,90	0,85

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au (CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,60	32,70	1,09	-1,67	79,80	39,90	0,85
0,60	36,30	1,17	-0,88	79,80	39,90	0,85
7,20	423,42	13,92	-9,88	957,60	478,80	10,20

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta (mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	10,00	46,94	48,09	94000,00	4519994,46	4519,99	45199,94
3,00	9,00	46,94	48,10	94000,00	4521242,02	4521,24	40691,18
3,00	10,00	46,94	48,09	94000,00	4520540,27	4520,54	45205,40
3,00	10,00	46,94	48,10	94000,00	4521134,59	4521,13	45211,35
3,00	10,00	46,94	48,12	94000,00	4523451,23	4523,45	45234,51
3,00	10,00	46,94	48,10	94000,00	4521322,59	4521,32	45213,23
3,00	10,00	46,94	48,17	94000,00	4527635,75	4527,64	45276,36
3,00	10,00	46,94	48,15	94000,00	4525998,33	4526,00	45259,98
3,00	10,00	46,94	48,11	94000,00	4522638,59	4522,64	45226,39
3,00	10,00	46,94	48,05	94000,00	4516537,69	4516,54	45165,38
3,00	10,00	46,94	48,03	94000,00	4514930,59	4514,93	45149,31
3,00	10,00	46,94	48,11	94000,00	4522541,56	4522,54	45225,42
36,00	119,00	563,29	577,21	1128000,00	54257967,65	54257,97	538058,43

Tabla 24*Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Otón (Legumbres)*

Cultivo: Legumbres			
Kc:		Fases	Z(mm)
Inicial:	0,40	Inicial	112,00
Intermedio:	1,15	Desarrollo	160,00
Final:	0,55	Final	130,00

Datos del Suelo

Umbral:	0,50	PMP (m3/m3):	0,15
CC (m3/m3):	0,25	Eficiencia Riego:	90,00
Da (gr/cm3):	1,33	Área Riego:	305,04 ha
		Área Riego:	3050400,00 m2

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	59,10	1,91	61,20	55,21	1,78	59,10	3,89	0,13
Febrero	28,00	54,00	1,93	94,70	80,35	2,87	54,00	-26,35	-0,94
Marzo	31,00	59,40	1,92	104,30	86,89	2,80	59,40	-27,49	-0,89
Abril	30,00	57,80	1,93	125,50	100,30	3,34	57,80	-42,50	-1,42
Mayo	31,00	61,00	1,97	81,30	70,72	2,28	61,00	-9,72	-0,31
Junio	30,00	57,90	1,93	42,60	39,70	1,32	57,90	18,20	0,61
Julio	31,00	63,30	2,04	5,60	5,55	0,18	63,30	57,75	1,86
Agosto	31,00	62,40	2,01	8,00	7,90	0,25	62,40	54,50	1,76

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Septiembre	30,00	58,60	1,95	53,80	49,17	1,64	58,60	9,43	0,31
Octubre	31,00	57,20	1,85	91,20	77,89	2,51	57,20	-20,69	-0,67
Noviembre	30,00	54,50	1,82	98,40	82,91	2,76	54,50	-28,41	-0,95
Diciembre	31,00	60,50	1,95	71,70	63,47	2,05	60,50	-2,97	-0,10
Total	365,00	705,70	23,20	838,30	720,06	23,80	705,70	-14,36	-0,60

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,40	23,64	0,76	-1,02	14,90	7,45	0,85
1,15	62,10	2,22	-0,65	21,28	10,64	0,85
0,55	32,67	1,05	-1,75	17,29	8,65	0,85
0,40	23,12	0,77	-2,57	14,90	7,45	0,85
1,15	70,15	2,26	-0,02	21,28	10,64	0,85
0,55	31,85	1,06	-0,26	17,29	8,65	0,85
0,40	25,32	0,82	0,64	14,90	7,45	0,85
1,15	71,76	2,31	2,06	21,28	10,64	0,85
0,55	32,23	1,07	-0,56	17,29	8,65	0,85
0,40	22,88	0,74	-1,77	14,90	7,45	0,85
1,15	62,68	2,09	-0,67	21,28	10,64	0,85
0,55	33,28	1,07	-0,97	17,29	8,65	0,85
8,40	491,67	16,24	-7,56	213,86	106,93	10,20

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta (mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	10,00	8,76	9,52	3050400,00	29054857,41	29054,86	290548,57

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta(m m)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	9,00	12,52	14,74	3050400,00	44949182,02	44949,18	404542,64
3,00	10,00	10,17	11,22	3050400,00	34239090,35	34239,09	342390,90
3,00	10,00	8,76	9,53	3050400,00	29079523,01	29079,52	290795,23
3,00	10,00	12,52	14,78	3050400,00	45086590,59	45086,59	450865,91
3,00	10,00	10,17	11,23	3050400,00	34262361,95	34262,36	342623,62
3,00	10,00	8,76	9,58	3050400,00	29220169,41	29220,17	292201,69
3,00	10,00	12,52	14,83	3050400,00	45245014,59	45245,01	452450,15
3,00	10,00	10,17	11,24	3050400,00	34301508,75	34301,51	343015,09
3,00	10,00	8,76	9,50	3050400,00	28980073,41	28980,07	289800,73
3,00	10,00	12,52	14,61	3050400,00	44556624,59	44556,62	445566,25
3,00	10,00	10,17	11,24	3050400,00	34298622,35	34298,62	342986,22
36,00	119,00	125,80	142,04	36604800,00	433273618,44	433273,62	4287787,00

Requerimiento de agua para los cultivos presentes

Tabla 25

Comparación de caudales para oferta y demanda. Parroquia Otón

Caudal Requerido	Caudal Ofertado	Faltante	Unidades
9809642,42	12442213		m3/año
311,061	394,54	-83,47	l/s
	126,84%	-26,84%	%

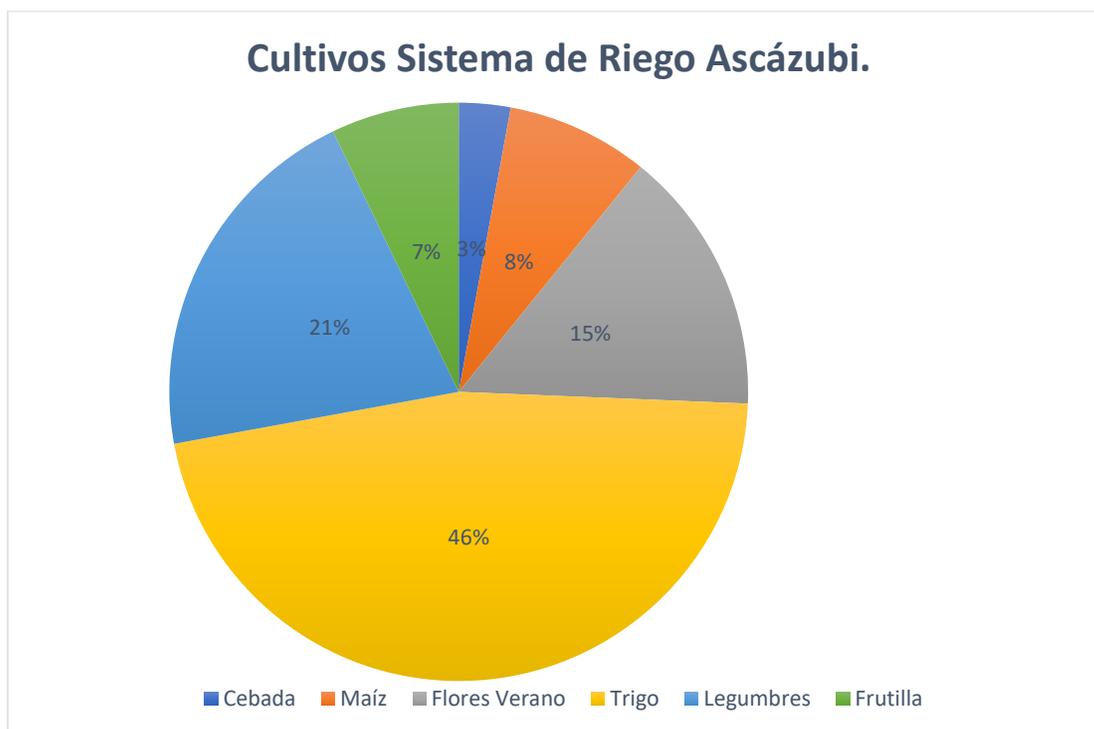
Nota. La tabla presenta los datos de caudales necesarios, y los datos actuales del sistema de riego en la parroquia Otón.

Figura 15

Barras comparativas de caudales para el análisis de oferta y demanda



Nota. Como se puede apreciar en la gráfica presentada el caudal ofertado supera al caudal requerido.

Parroquia Ascázubi**Figura 16***Distribución de cultivos del sistema de riego Ascázubi*

Nota. El gráfico representa la distribución en porcentajes de los distintos cultivos ubicados en la parroquia de Ascázubi.

Con base a la Tabla presentada anteriormente se determina que para el sistema de riego de la zona de la parroquia de Ascázubi se tiene una distribución de cultivos con los siguientes porcentajes: 46% trigo, 21% legumbres, 15% flores de verano, 8% maíz, 7% frutilla, 3% cebada con estos datos presentados se procede a realizar el cálculo del requerimiento de agua para los cultivos presentes en el sistema mencionado.

Tabla 26

Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Ascázubi. (Trigo)

Cultivo:	Trigo	Fases	Z(mm)
Kc:			
Inicial:	0,35	Inicial	200,00
Intermedio:	0,75	Desarrollo	300,00
Final:	0,45	Final	600,00

Datos del suelo			
Umbral:	0,50	PMP (m3/m3):	0,15
CC (m3/m3):	0,25	Eficiencia Riego:	90,00
Da (gr/cm3):	1,33	Área Riego:	296,53 ha
		Área Riego:	2965300,00 m2

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	59,10	1,91	61,20	55,21	1,78	59,10	3,89	0,13
Febrero	28,00	54,00	1,93	94,70	80,35	2,87	54,00	-26,35	-0,94
Marzo	31,00	59,40	1,92	104,30	86,89	2,80	59,40	-27,49	-0,89
Abril	30,00	57,80	1,93	125,50	100,30	3,34	57,80	-42,50	-1,42
Mayo	31,00	61,00	1,97	81,30	70,72	2,28	61,00	-9,72	-0,31
Junio	30,00	57,90	1,93	42,60	39,70	1,32	57,90	18,20	0,61

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Julio	31,00	63,30	2,04	5,60	5,55	0,18	63,30	57,75	1,86
Agosto	31,00	62,40	2,01	8,00	7,90	0,25	62,40	54,50	1,76
Septiembre	30,00	58,60	1,95	53,80	49,17	1,64	58,60	9,43	0,31
Octubre	31,00	57,20	1,85	91,20	77,89	2,51	57,20	-20,69	-0,67
Noviembre	30,00	54,50	1,82	98,40	82,91	2,76	54,50	-28,41	-0,95
Diciembre	31,00	60,50	1,95	71,70	63,47	2,05	60,50	-2,97	-0,10
Total	365,00	705,70	23,20	838,30	720,06	23,80	705,70	-14,36	-0,60

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au (CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,35	20,69	0,67	-1,11	26,60	13,30	0,90
0,75	40,50	1,45	-1,42	39,90	19,95	0,90
0,45	26,73	0,86	-1,94	79,80	39,90	0,90
0,35	20,23	0,67	-2,67	26,60	13,30	0,90
0,75	45,75	1,48	-0,81	39,90	19,95	0,90
0,45	26,06	0,87	-0,45	79,80	39,90	0,90
0,35	22,16	0,71	0,54	26,60	13,30	0,90
0,75	46,80	1,51	1,25	39,90	19,95	0,90
0,45	26,37	0,88	-0,76	79,80	39,90	0,90
0,35	20,02	0,65	-1,87	26,60	13,30	0,90
0,75	40,88	1,36	-1,40	39,90	19,95	0,90
0,45	27,23	0,88	-1,17	79,80	39,90	0,90
6,20	363,40	11,98	-11,81	585,20	292,60	10,80

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta(mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	10,00	14,78	15,45	2965300,00	45799164,78	45799,16	0,00
3,00	9,00	22,17	23,61	2965300,00	70019911,31	70019,91	630179,20
3,00	10,00	44,33	45,20	2965300,00	134018487,17	134018,49	1340184,87
3,00	10,00	14,78	15,45	2965300,00	45820145,08	45820,15	458201,45
3,00	10,00	22,17	23,64	2965300,00	70107025,54	70107,03	701070,26
3,00	10,00	44,33	45,20	2965300,00	134036996,38	134037,00	1340369,96
3,00	10,00	14,78	15,49	2965300,00	45939777,40	45939,78	459397,77
3,00	10,00	22,17	23,68	2965300,00	70207463,12	70207,46	702074,63
3,00	10,00	44,33	45,21	2965300,00	134068132,03	134068,13	1340681,32
3,00	10,00	14,78	15,42	2965300,00	45735554,32	45735,55	457355,54
3,00	10,00	22,17	23,53	2965300,00	69771037,92	69771,04	697710,38
3,00	10,00	44,33	45,21	2965300,00	134065836,32	134065,84	1340658,36
36,00	119,00	325,11	337,10	35583600,00	999589531,36	999589,53	9467883,75

Tabla 27

Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Ascázubi.

(Legumbres)

Cultivo: Legumbres			
Kc:		Fases	Z(mm)
Inicial:	0,40	Inicial	112,00
Intermedio:	1,15	Desarrollo	160,00
Final:	0,55	Final	130,00

Datos del Suelo

Umbral:	0,50	PMP (m3/m3):	0,15	
CC (m3/m3):	0,25	Eficiencia Riego:	90,00	
Da (gr/cm3):	1,33	Área Riego:	132,22	ha
		Área Riego:	1322200,00	m2

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	59,10	1,91	61,20	55,21	1,78	59,10	3,89	0,13
Febrero	28,00	54,00	1,93	94,70	80,35	2,87	54,00	-26,35	-0,94
Marzo	31,00	59,40	1,92	104,30	86,89	2,80	59,40	-27,49	-0,89
Abril	30,00	57,80	1,93	125,50	100,30	3,34	57,80	-42,50	-1,42
Mayo	31,00	61,00	1,97	81,30	70,72	2,28	61,00	-9,72	-0,31
Junio	30,00	57,90	1,93	42,60	39,70	1,32	57,90	18,20	0,61
Julio	31,00	63,30	2,04	5,60	5,55	0,18	63,30	57,75	1,86
Agosto	31,00	62,40	2,01	8,00	7,90	0,25	62,40	54,50	1,76
Septiembre	30,00	58,60	1,95	53,80	49,17	1,64	58,60	9,43	0,31
Octubre	31,00	57,20	1,85	91,20	77,89	2,51	57,20	-20,69	-0,67
Noviembre	30,00	54,50	1,82	98,40	82,91	2,76	54,50	-28,41	-0,95
Diciembre	31,00	60,50	1,95	71,70	63,47	2,05	60,50	-2,97	-0,10
Total	365,00	705,70	23,20	838,30	720,06	23,80	705,70	-14,36	-0,60

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,40	23,64	0,76	-1,02	14,90	7,45	0,90
1,15	62,10	2,22	-0,65	21,28	10,64	0,90

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,55	32,67	1,05	-1,75	17,29	8,65	0,90
0,40	23,12	0,77	-2,57	14,90	7,45	0,90
1,15	70,15	2,26	-0,02	21,28	10,64	0,90
0,55	31,85	1,06	-0,26	17,29	8,65	0,90
0,40	25,32	0,82	0,64	14,90	7,45	0,90
1,15	71,76	2,31	2,06	21,28	10,64	0,90
0,55	32,23	1,07	-0,56	17,29	8,65	0,90
0,40	22,88	0,74	-1,77	14,90	7,45	0,90
1,15	62,68	2,09	-0,67	21,28	10,64	0,90
0,55	33,28	1,07	-0,97	17,29	8,65	0,90
8,40	491,67	16,24	-7,56	213,86	106,93	10,80

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta(mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	10,00	8,28	9,04	1322200,00	11950223,68	11950,22	119502,24
3,00	9,00	11,82	14,04	1322200,00	18563792,94	18563,79	167074,14
3,00	10,00	9,61	10,66	1322200,00	14093893,75	14093,89	140938,94
3,00	10,00	8,28	9,05	1322200,00	11960915,02	11960,92	119609,15
3,00	10,00	11,82	14,09	1322200,00	18623352,87	18623,35	186233,53
3,00	10,00	9,61	10,67	1322200,00	14103980,86	14103,98	141039,81
3,00	10,00	8,28	9,09	1322200,00	12021878,39	12021,88	120218,78
3,00	10,00	11,82	14,14	1322200,00	18692021,96	18692,02	186920,22
3,00	10,00	9,61	10,68	1322200,00	14120949,09	14120,95	141209,49
3,00	10,00	8,28	9,01	1322200,00	11917808,46	11917,81	119178,08
3,00	10,00	11,82	13,91	1322200,00	18393638,39	18393,64	183936,38
3,00	10,00	9,61	10,68	1322200,00	14119697,97	14119,70	141196,98
36,00	119,00	118,81	135,05	15866400,00	178562153,39	178562,15	1767057,74

Tabla 28*Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Ascázubi. (Flores)*

Cultivo:		Flores	
Kc:			
Inicial:	0,56	Fases	Z(mm)
Intermedio:	1,01	Inicial	50,00
Final:	0,77	Desarrollo	100,00
		Final	120,00

Datos del Suelo			
Umbral:	0,50	PMP (m3/m3):	0,15
CC (m3/m3):	0,25	Eficiencia Riego:	90,00
Da (gr/cm3):	1,33	Área Riego:	94,57 ha
		Área Riego:	945700,00 m2

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	59,10	1,91	61,20	55,21	1,78	59,10	3,89	0,13
Febrero	28,00	54,00	1,93	94,70	80,35	2,87	54,00	-26,35	-0,94
Marzo	31,00	59,40	1,92	104,30	86,89	2,80	59,40	-27,49	-0,89
Abril	30,00	57,80	1,93	125,50	100,30	3,34	57,80	-42,50	-1,42
Mayo	31,00	61,00	1,97	81,30	70,72	2,28	61,00	-9,72	-0,31
Junio	30,00	57,90	1,93	42,60	39,70	1,32	57,90	18,20	0,61
Julio	31,00	63,30	2,04	5,60	5,55	0,18	63,30	57,75	1,86

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Agosto	31,00	62,40	2,01	8,00	7,90	0,25	62,40	54,50	1,76
Septiembre	30,00	58,60	1,95	53,80	49,17	1,64	58,60	9,43	0,31
Octubre	31,00	57,20	1,85	91,20	77,89	2,51	57,20	-20,69	-0,67
Noviembre	30,00	54,50	1,82	98,40	82,91	2,76	54,50	-28,41	-0,95
Diciembre	31,00	60,50	1,95	71,70	63,47	2,05	60,50	-2,97	-0,10
Total	365,00	705,70	23,20	838,30	720,06	23,80	705,70	-14,36	-0,60

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au (CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,56	33,10	1,07	-0,71	6,65	3,33	0,90
1,01	54,54	1,95	-0,92	13,30	6,65	0,90
0,77	45,74	1,48	-1,33	15,96	7,98	0,90
0,56	32,37	1,08	-2,26	6,65	3,33	0,90
1,01	61,61	1,99	-0,29	13,30	6,65	0,90
0,77	44,58	1,49	0,16	15,96	7,98	0,90
0,56	35,45	1,14	0,96	6,65	3,33	0,90
1,01	63,02	2,03	1,78	13,30	6,65	0,90
0,77	45,12	1,50	-0,13	15,96	7,98	0,90
0,56	32,03	1,03	-1,48	6,65	3,33	0,90
1,01	55,05	1,83	-0,93	13,30	6,65	0,90
0,77	46,59	1,50	-0,54	15,96	7,98	0,90
9,36	549,19	18,09	-5,70	143,64	71,82	10,80

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta (mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	10,00	3,69	4,76	945700,00	4503477,63	4503,48	45034,78
3,00	9,00	7,39	9,34	945700,00	8829760,72	8829,76	79467,85
3,00	10,00	8,87	10,34	945700,00	9780510,75	9780,51	97805,11
3,00	10,00	3,69	4,77	945700,00	4514183,36	4514,18	45141,83
3,00	10,00	7,39	9,38	945700,00	8867174,71	8867,17	88671,75
3,00	10,00	8,87	10,35	945700,00	9790611,44	9790,61	97906,11
3,00	10,00	3,69	4,84	945700,00	4575228,81	4575,23	45752,29
3,00	10,00	7,39	9,42	945700,00	8910310,83	8910,31	89103,11
3,00	10,00	8,87	10,37	945700,00	9807602,51	9807,60	98076,03
3,00	10,00	3,69	4,73	945700,00	4471018,77	4471,02	44710,19
3,00	10,00	7,39	9,22	945700,00	8722874,11	8722,87	87228,74
3,00	10,00	8,87	10,37	945700,00	9806349,72	9806,35	98063,50
36,00	119,00	79,80	97,89	11348400,00	92579103,35	92579,10	916961,27

Tabla 29

Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Ascázubi. (Maíz)

Cultivo:	Maíz	Fases	Z(mm)
Kc:			
Inicial:	0,30	Inicial	278,00
Intermedio:	1,20	Desarrollo	398,00
Final:	0,40	Final	540,00

Datos del Suelo

Umbral:	0,50	PMP (m3/m3):	0,15	
CC (m3/m3):	0,25	Eficiencia Riego:	90,00	
Da (gr/cm3):	1,33	Área Riego:	50,67	ha
		Área Riego:	506700,00	m2

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	59,10	1,91	61,20	55,21	1,78	59,10	3,89	0,13
Febrero	28,00	54,00	1,93	94,70	80,35	2,87	54,00	-26,35	-0,94
Marzo	31,00	59,40	1,92	104,30	86,89	2,80	59,40	-27,49	-0,89
Abril	30,00	57,80	1,93	125,50	100,30	3,34	57,80	-42,50	-1,42
Mayo	31,00	61,00	1,97	81,30	70,72	2,28	61,00	-9,72	-0,31
Junio	30,00	57,90	1,93	42,60	39,70	1,32	57,90	18,20	0,61
Julio	31,00	63,30	2,04	5,60	5,55	0,18	63,30	57,75	1,86
Agosto	31,00	62,40	2,01	8,00	7,90	0,25	62,40	54,50	1,76
Septiembre	30,00	58,60	1,95	53,80	49,17	1,64	58,60	9,43	0,31
Octubre	31,00	57,20	1,85	91,20	77,89	2,51	57,20	-20,69	-0,67
Noviembre	30,00	54,50	1,82	98,40	82,91	2,76	54,50	-28,41	-0,95
Diciembre	31,00	60,50	1,95	71,70	63,47	2,05	60,50	-2,97	-0,10
Total	365,00	705,70	23,20	838,30	720,06	23,80	705,70	-14,36	-0,60

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au (CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,30	17,73	0,57	-1,21	36,97	18,49	0,90
1,20	64,80	2,31	-0,56	52,93	26,47	0,90

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au (CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,40	23,76	0,77	-2,04	71,82	35,91	0,90
0,30	17,34	0,58	-2,77	36,97	18,49	0,90
1,20	73,20	2,36	0,08	52,93	26,47	0,90
0,40	23,16	0,77	-0,55	71,82	35,91	0,90
0,30	18,99	0,61	0,43	36,97	18,49	0,90
1,20	74,88	2,42	2,16	52,93	26,47	0,90
0,40	23,44	0,78	-0,86	71,82	35,91	0,90
0,30	17,16	0,55	-1,96	36,97	18,49	0,90
1,20	65,40	2,18	-0,58	52,93	26,47	0,90
0,40	24,20	0,78	-1,27	71,82	35,91	0,90
7,60	444,06	14,69	-9,11	646,91	323,46	10,80

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta (mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	10,00	20,54	21,11	506700,00	10697980,71	10697,98	106979,81
3,00	9,00	29,41	31,72	506700,00	16073569,57	16073,57	144662,13
3,00	10,00	39,90	40,67	506700,00	20605691,03	20605,69	206056,91
3,00	10,00	20,54	21,12	506700,00	10701053,60	10701,05	107010,54
3,00	10,00	29,41	31,77	506700,00	16097386,81	16097,39	160973,87
3,00	10,00	39,90	40,67	506700,00	20608502,40	20608,50	206085,02
3,00	10,00	20,54	21,15	506700,00	10718575,61	10718,58	107185,76
3,00	10,00	29,41	31,82	506700,00	16124846,68	16124,85	161248,47
3,00	10,00	39,90	40,68	506700,00	20613231,60	20613,23	206132,32
3,00	10,00	20,54	21,09	506700,00	10688663,97	10688,66	106886,64
3,00	10,00	29,41	31,59	506700,00	16005527,00	16005,53	160055,27
3,00	10,00	39,90	40,68	506700,00	20612882,90	20612,88	206128,83
36,00	119,00	359,40	374,08	6080400,00	189547911,88	189547,91	1879405,55

Tabla 30

Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Ascázubi. (Frutilla)

Cultivo:	Frutilla	Fases	Z(mm)
Kc:			
Inicial:	0,30	Inicial	360,00
Intermedio:	1,05	Desarrollo	360,00
Final:	0,50	Final	360,00

Datos del Suelo

Umbral:	0,50	PMP (m3/m3):	0,15
CC (m3/m3):	0,25	Eficiencia Riego:	90,00
Da (gr/cm3):	1,33	Área Riego:	45,65 ha
		Área Riego:	456500,00 m2

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	59,10	1,91	61,20	55,21	1,78	59,10	3,89	0,13
Febrero	28,00	54,00	1,93	94,70	80,35	2,87	54,00	-26,35	-0,94
Marzo	31,00	59,40	1,92	104,30	86,89	2,80	59,40	-27,49	-0,89
Abril	30,00	57,80	1,93	125,50	100,30	3,34	57,80	-42,50	-1,42
Mayo	31,00	61,00	1,97	81,30	70,72	2,28	61,00	-9,72	-0,31
Junio	30,00	57,90	1,93	42,60	39,70	1,32	57,90	18,20	0,61
Julio	31,00	63,30	2,04	5,60	5,55	0,18	63,30	57,75	1,86
Agosto	31,00	62,40	2,01	8,00	7,90	0,25	62,40	54,50	1,76

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Dia (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Septiembre	30,00	58,60	1,95	53,80	49,17	1,64	58,60	9,43	0,31
Octubre	31,00	57,20	1,85	91,20	77,89	2,51	57,20	-20,69	-0,67
Noviembre	30,00	54,50	1,82	98,40	82,91	2,76	54,50	-28,41	-0,95
Diciembre	31,00	60,50	1,95	71,70	63,47	2,05	60,50	-2,97	-0,10
Total	365,00	705,70	23,20	838,30	720,06	23,80	705,70	-14,36	-0,60

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,30	17,73	0,57	-1,21	47,88	23,94	0,90
1,05	56,70	2,03	-0,84	47,88	23,94	0,90
0,50	29,70	0,96	-1,84	47,88	23,94	0,90
0,30	17,34	0,58	-2,77	47,88	23,94	0,90
1,05	64,05	2,07	-0,22	47,88	23,94	0,90
0,50	28,95	0,97	-0,36	47,88	23,94	0,90
0,30	18,99	0,61	0,43	47,88	23,94	0,90
1,05	65,52	2,11	1,86	47,88	23,94	0,90
0,50	29,30	0,98	-0,66	47,88	23,94	0,90
0,30	17,16	0,55	-1,96	47,88	23,94	0,90
1,05	57,23	1,91	-0,86	47,88	23,94	0,90
0,50	30,25	0,98	-1,07	47,88	23,94	0,90
7,40	432,92	14,30	-9,49	574,56	287,28	10,80

Frecuencia de Riego (días)	Numero de Riego mes	Lamina bruta(mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	Área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	10,00	26,60	27,17	456500,00	12403988,55	12403,99	124039,89
3,00	9,00	26,60	28,63	456500,00	13067312,50	13067,31	117605,81

Frecuencia de Riego (días)	Numero de Riego mes	Lamina bruta(mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	Área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	10,00	26,60	27,56	456500,00	12580256,45	12580,26	125802,56
3,00	10,00	26,60	27,18	456500,00	12406757,00	12406,76	124067,57
3,00	10,00	26,60	28,67	456500,00	13086087,90	13086,09	130860,88
3,00	10,00	26,60	27,57	456500,00	12583422,50	12583,42	125834,23
3,00	10,00	26,60	27,21	456500,00	12422543,06	12422,54	124225,43
3,00	10,00	26,60	28,71	456500,00	13107734,84	13107,73	131077,35
3,00	10,00	26,60	27,58	456500,00	12588748,33	12588,75	125887,48
3,00	10,00	26,60	27,15	456500,00	12395594,84	12395,59	123955,95
3,00	10,00	26,60	28,51	456500,00	13013673,75	13013,67	130136,74
3,00	10,00	26,60	27,58	456500,00	12588355,65	12588,36	125883,56
36,00	119,00	319,20	333,50	5478000,00	152244475,37	152244,48	1509377,44

Tabla 31

Determinación de las necesidades de riego para cultivos de la parroquia Ascázubi. (Cebada)

Cultivo: Cebada		Fases		Z(mm)	
Kc:		Inicial		600,00	
Inicial:	0,35	Desarrollo		900,00	
Intermedio:	0,75	Final		1000,00	
Final:	0,45				
Datos del suelo					
Umbral:	0,50	PMP (m3/m3):		0,15	
CC (m3/m3):	0,25	Eficiencia Riego:		90,00	%
Da (gr/cm3):	1,33	Área Riego:		18,40	ha
		Área Riego:		184000,00	m2

Meses	Número de días	ETo mensual (mm)	ETo diaria (mm)	Prec. Mes (mm)	Precipitación Efectiva Mes (mm) USDA SCS (P)	Precipitación Efectiva Día (mm)	Eto Mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)
Enero	31,00	59,10	1,91	61,20	55,21	1,78	59,10	3,89	0,13
Febrero	28,00	54,00	1,93	94,70	80,35	2,87	54,00	-26,35	-0,94
Marzo	31,00	59,40	1,92	104,30	86,89	2,80	59,40	-27,49	-0,89
Abril	30,00	57,80	1,93	125,50	100,30	3,34	57,80	-42,50	-1,42
Mayo	31,00	61,00	1,97	81,30	70,72	2,28	61,00	-9,72	-0,31
Junio	30,00	57,90	1,93	42,60	39,70	1,32	57,90	18,20	0,61
Julio	31,00	63,30	2,04	5,60	5,55	0,18	63,30	57,75	1,86
Agosto	31,00	62,40	2,01	8,00	7,90	0,25	62,40	54,50	1,76
Septiembre	30,00	58,60	1,95	53,80	49,17	1,64	58,60	9,43	0,31
Octubre	31,00	57,20	1,85	91,20	77,89	2,51	57,20	-20,69	-0,67
Noviembre	30,00	54,50	1,82	98,40	82,91	2,76	54,50	-28,41	-0,95
Diciembre	31,00	60,50	1,95	71,70	63,47	2,05	60,50	-2,97	-0,10
Total	365,00	705,70	23,20	838,30	720,06	23,80	705,70	-14,36	-0,60

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au (CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,35	20,69	0,67	-1,11	79,80	39,90	0,90
0,75	40,50	1,45	-1,42	119,70	59,85	0,90
0,45	26,73	0,86	-1,94	133,00	66,50	0,90
0,35	20,23	0,67	-2,67	79,80	39,90	0,90
0,75	45,75	1,48	-0,81	119,70	59,85	0,90
0,45	26,06	0,87	-0,45	133,00	66,50	0,90
0,35	22,16	0,71	0,54	79,80	39,90	0,90
0,75	46,80	1,51	1,25	119,70	59,85	0,90
0,45	26,37	0,88	-0,76	133,00	66,50	0,90
0,35	20,02	0,65	-1,87	79,80	39,90	0,90

Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au (CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia
0,75	40,88	1,36	-1,40	119,70	59,85	0,90
0,45	27,23	0,88	-1,17	133,00	66,50	0,90
6,20	363,40	11,98	-11,81	1330,00	665,00	10,80

Frecuencia de Riego (días)	Número de Riego mes	Lamina bruta(mm)	Lamina a Aplicar (mm/m2)	Área a Cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
3,00	10,00	44,33	45,00	184000,00	8280108,82	8280,11	82801,09
3,00	9,00	66,50	67,95	184000,00	12502142,86	12502,14	112519,29
3,00	10,00	73,89	74,75	184000,00	13754211,04	13754,21	137542,11
3,00	10,00	44,33	45,01	184000,00	8281410,67	8281,41	82814,11
3,00	10,00	66,50	67,98	184000,00	12507548,39	12507,55	125075,48
3,00	10,00	73,89	74,76	184000,00	13755359,56	13755,36	137553,60
3,00	10,00	44,33	45,05	184000,00	8288833,98	8288,83	82888,34
3,00	10,00	66,50	68,01	184000,00	12513780,65	12513,78	125137,81
3,00	10,00	73,89	74,77	184000,00	13757291,56	13757,29	137572,92
3,00	10,00	44,33	44,98	184000,00	8276161,72	8276,16	82761,62
3,00	10,00	66,50	67,86	184000,00	12486700,00	12486,70	124867,00
3,00	10,00	73,89	74,77	184000,00	13757149,10	13757,15	137571,49
36,00	119,00	738,89	750,87	2208000,00	138160698,33	138160,70	1369104,84

Requerimiento de agua para los cultivos presentes

Tabla 32

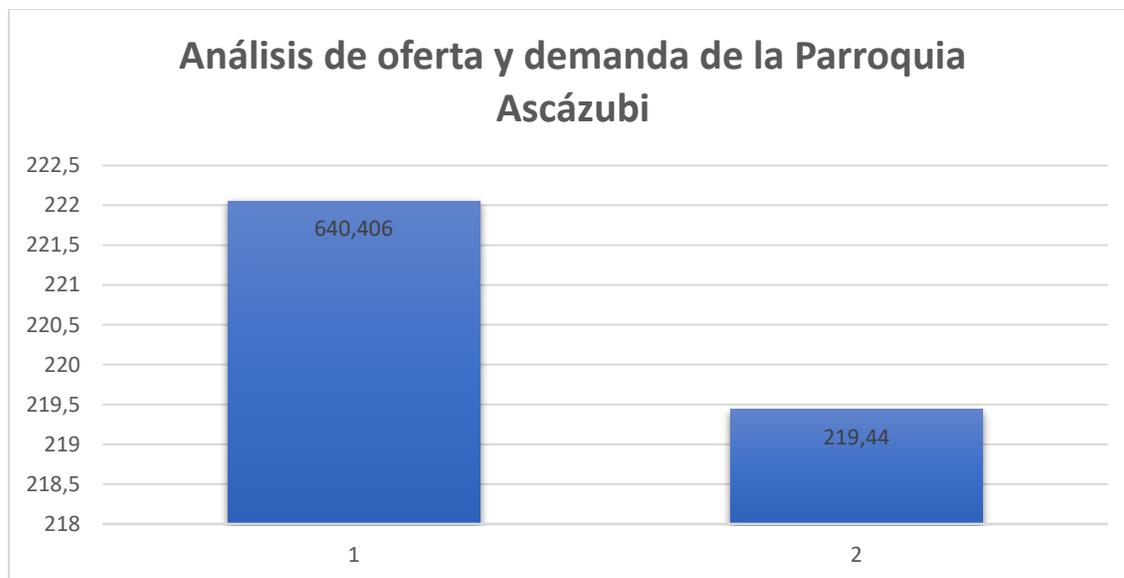
Comparación de caudales para oferta y demanda. Parroquia Ascázubi

Caudal Requerido	Caudal Ofertado	Faltante	Unidades
20195871,86	6920259,8		m3/año
640,406	219,44	420,96	l/s
	34,27%	65,73%	%

Nota. La tabla presenta los datos de caudales necesarios, y los datos actuales del sistema de riego en la parroquia Ascázubi.

Figura 17

Barras comparativas de caudales para el análisis de oferta y demanda



Nota. Como se puede apreciar en la gráfica presentada el caudal requerido supera al caudal ofertado.

Calidad del agua de Riego

Se ha realizado un estudio físico – químico del agua del canal en dos partes, la primera en la cota 0+333 Km cerca de la obra de captación del Canal de Riego, la senda muestra se tomó en la cota 29+346 Km cerca del final de la Zona 1 del Canal de Riego.

Todo proceso se realizó en conformidad de la Norma INEN 2176 (Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo).

Figura 18

Toma de muestra en la cota 0+333 Km – Captación



Figura 19

Muestra en la cota 0+333 Km – Captación



Figura 20

Toma de muestra en la cota 29+346 Km – Final de la zona 1

**Figura 21**

Muestra en la cota en la cota 29+346 Km – Final de la zona 1



Se tomaron las muestras en los dos puntos indicados y se trasladó a la Facultad de Ciencias Químicas, donde las muestras fueron analizadas en los laboratorios de microbiología y ambiental, los valores obtenidos fueron comparados con los valores máximos permisibles.

Se analizaron los parámetros de: pH, conductividad, sólidos totales disueltos, coliformes fecales y temperatura.

Tabla 33*Valores obtenidos del análisis físico – químico del agua del canal de riego El Pisque – Zona 1*

Lugar	Parámetro	Resultado	Unidad	Límite máximo permisible	Criterio de resultado
Captación 0+333 km	PH	7,4	-	9	CUMPLE
	Temperatura	17,1	°C	-	CUMPLE
	Conductividad	242 (17,1°C)	µs/cm	1000	CUMPLE
	Sólidos totales disueltos	177	mg/L	3000	CUMPLE
	Coliformes fecales	4,9x10 ⁴	NMP/100 ml	1000	NO CUMPLE
Final zona 1 29+346 km	PH	7,4	-	9	CUMPLE
	Temperatura	17,5	°C	-	CUMPLE
	Conductividad	236 (17,5°C)	µs/cm	1000	CUMPLE
	Sólidos totales disueltos	175	mg/L	3000	CUMPLE
	Coliformes fecales	7,9x10 ⁴	NMP/100 ml	1000	NO CUMPLE

En resultados de los análisis se identifica que los parámetros de PH, temperatura, conductividad, sólidos totales disueltos se encuentran dentro de los límites máximo permisibles, y se puede deducir que presentan baja peligrosidad salina. Los límites de coliformes fecales del Canal de Riego El Pisque – Zona 1 sobrepasan el límite máximo permisible para uso agrícola, lo que representa que existe presencia de microorganismos patógenos presentes en el agua,

debido a que el canal atraviesa zonas pobladas y el canal al ser abierto se expone a más factores que contribuyen al alto índice de coliformes fecales.

Desinfección de aguas para riego

La contaminación y disponibilidad de los recursos hídricos es un tema de discusión a nivel mundial en muchos sectores productivos.

El medio ambiente es entendido como la integración de sistemas físicos, biológicos, humanos y sus interacciones. Los impactos sobre este son considerados como la alteración positiva y negativa de carácter significativo del medio ambiente por causas humanas.

La regulación de los impactos que pudiesen generar las distintas actividades productivas, se realiza mediante la aplicación de normas ambientales.

El indicador de calidad microbiológica utilizado por la Norma Ecuatoriana es la concentración de coliformes fecales, y específica, como límite permisivo, debe ser menor o igual a 1.000 Coliformes Fecales/100 ml., para aguas de riego destinadas al uso agrícola.

El riego de cultivos con aguas con alta carga microbiológica causa un importante exceso de infecciones de nematodos intestinales, tanto en los consumidores de cultivos afectados como en las personas que trabajan en los campos que reciben el agua del canal de riego.

Tratamiento de aguas

En la actualidad existe un gran número de tecnologías para el tratamiento de aguas, cuya factibilidad depende de condiciones de operación y de la naturaleza de los contaminantes. Las aguas contaminadas por la actividad humana, en general, pueden ser procesadas eficientemente por plantas de tratamiento biológico, por adsorción de carbón activado u otros adsorbentes, como también por tratamientos químicos convencionales como oxidación térmica, cloración, ozonización.

La disminución y mitigación de la contaminación microbiológica puede ser abordada por el sector agrícola mediante el desarrollo de tecnologías de desinfección, que cumplan con bajos costos de implementación y mantenimiento, de forma tal que sea asequible a la mayoría de los productores, independientemente de su escala de producción. En este sentido, una de las alternativas atractivas es la utilización de la fotocatalisis solar para la desinfección de aguas de uso agrícola.

Fotocatálisis solar

La fotocatalisis es un Proceso Avanzado de Oxidación que utiliza principalmente dióxido de titanio (TiO_2) como catalizador y ha sido definida como la aceleración de una fotorreacción por la acción de éste. En la fotocatalisis se tienen dos tipos de técnicas: procesos heterogéneos, los cuales son mediados por un semiconductor como catalizador, obteniendo dos fases de interacción, y los procesos homogéneos, donde el sistema es usado en una sola fase.

La fotocatalisis solar es el uso de radiación solar como fuente de energía para inducir la generación de especies de alto poder de oxidación. Algunas ventajas en la utilización de tratamientos basados en esta tecnología son:

- El TiO_2 , se encuentra disponible comercialmente y a precios razonables según sus volúmenes de compra.
- Debido a que la energía necesaria para la activación del fotocatalizador puede ser obtenida de la radiación solar, este tipo de sistemas utiliza energías mínimas de mantención y nulo consumo energético externo en la operación.
- Las especies oxidantes producidas son de alto poder y no discriminan, con el potencial de eliminar la mayoría de los microorganismos, además de la degradación o mineralización de gran parte de contaminantes orgánicos.

- Puede ser aplicable en zonas rurales o de difícil acceso, al contrario de otras tecnologías similares, como la irradiación con UV o la aplicación de ozono, que necesitan una fuente externa de energía.

Mecanismo de desinfección

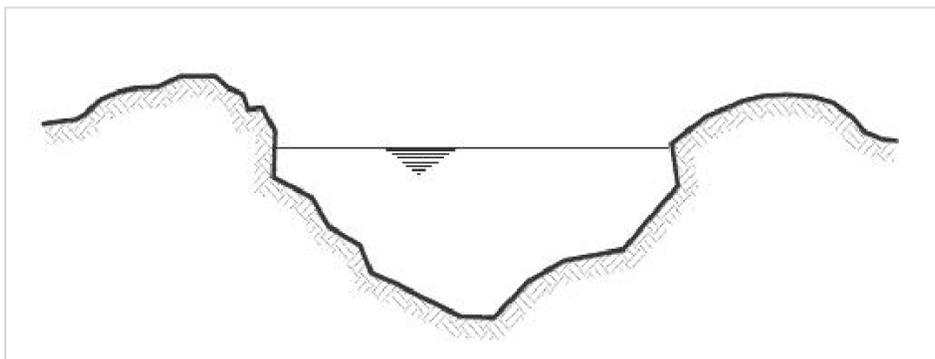
El mecanismo de acción del sistema de desinfección de aguas con fotocatalizadores se basa en la promoción de la oxidación de los componentes constituyentes de la membrana celular de las bacterias, produciendo un desorden celular por fallas en su membrana, estas fallas llevan a la muerte de los microorganismos, por problemas de la actividad respiratoria y por colapso de la pared celular.

Tipos de canales

Existen diferentes tipos de canales abiertos y pueden ser clasificados como naturales o artificiales. Se hace referencia a un canal de tipo natural a todos los canales que han sido formados por procesos naturales y no ha existido intervención para su mejoría por parte de los humanos. Unos ejemplos de este tipo de canales son los riachuelos, ríos grandes y pequeños y estuarios. Los llamados canales artificiales son todos los canales que han sido desarrollados por el ser humano, utilizando maquinaria y herramientas. Unos ejemplos de este tipo de canal son los canales de navegación, cunetas y acequias.

Figura 22

Canal natural irregular

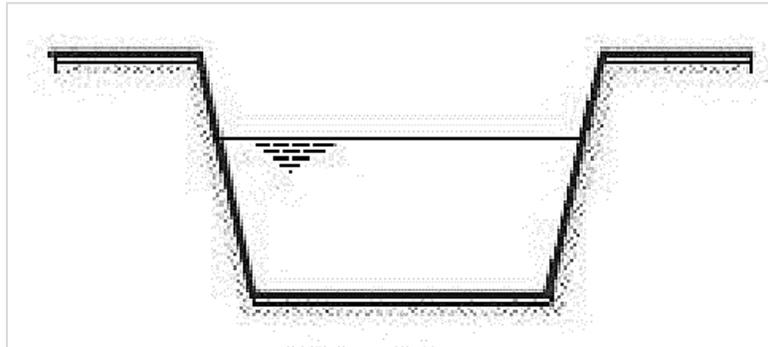


Secciones transversales

Sección trapezoidal. Se usa en canales de tierra debido a que proveen las pendientes necesarias para estabilidad, y en canales revestidos. (Rodríguez, 2008)

Figura 23

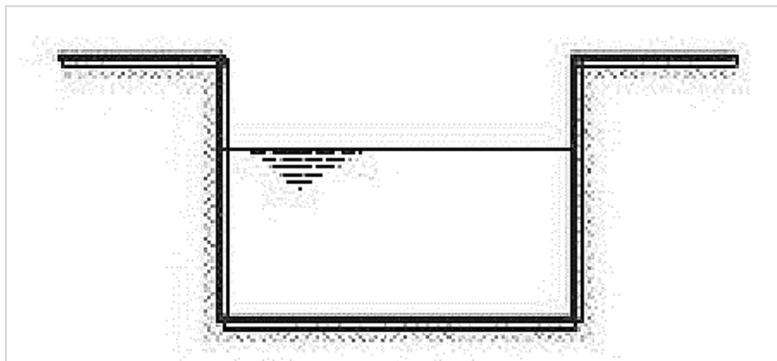
Canal con sección trapezoidal



Sección rectangular. Debido a que el rectángulo tiene lados verticales, por lo general se utiliza para canales construidos con materiales estables, acueductos de madera, para canales excavados en roca y para canales revestidos (Rodríguez, 2008).

Figura 24

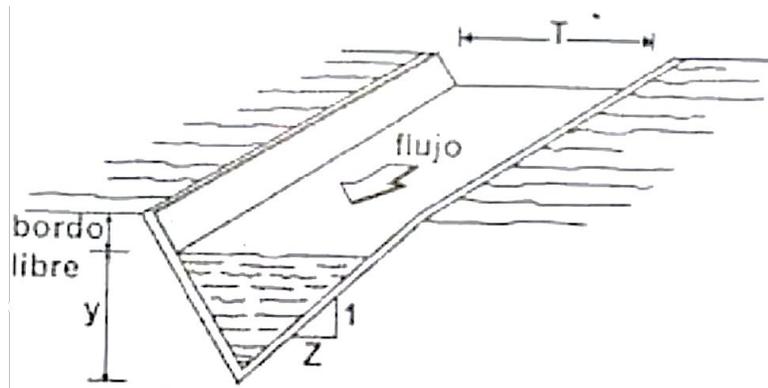
Canal con sección rectangular



Sección triangular. Se usa para cunetas revestidas en las carreteras, también en canales de tierra pequeños, fundamentalmente por facilidad de trazo. También se emplean revestidas, como alcantarillas de las carreteras (Rodríguez, 2008).

Figura 25

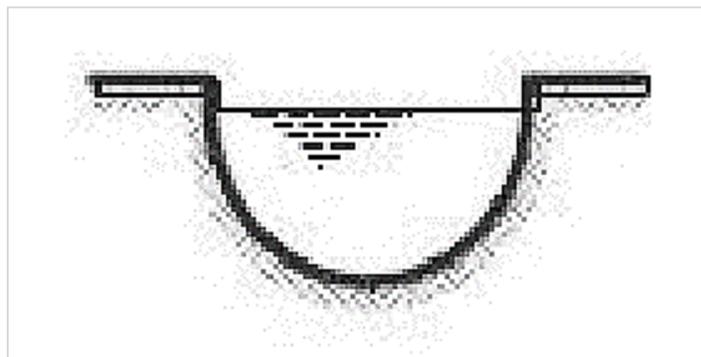
Canal con sección triangular



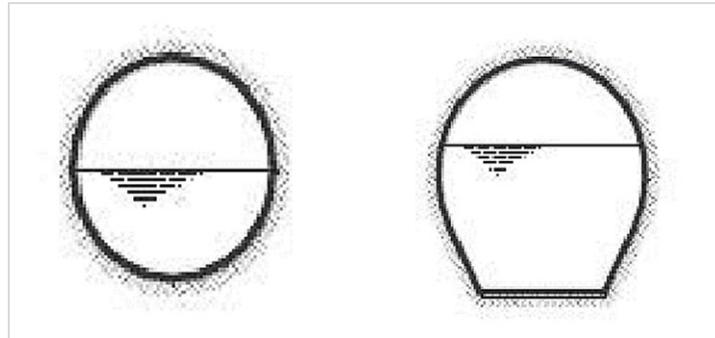
Sección parabólica. Se emplea en algunas ocasiones para canales revestidos y es la forma que toman aproximadamente muchos canales naturales y canales viejos de tierra (Rodríguez, 2008).

Figura 26

Canal con sección parabólica



Secciones cerradas. Se usan comúnmente para alcantarillas y estructuras hidráulicas importantes.

Figura 27*Canales con secciones cerradas***Canales de riego por su función**

Los canales de riego por sus diferentes funciones adoptan las siguientes denominaciones:

Canal de primer orden

Llamado también canal principal o de derivación y se le traza siempre con pendiente mínima, normalmente es usado por un solo lado ya que por el otro lado da con terrenos altos (Rodríguez, 2008).

Canal de segundo orden

Llamados también laterales, son aquellos que salen del canal principal y el gasto que ingresa a ellos, es repartido hacia los sub – laterales, el área de riego que sirve un lateral se conoce como unidad de riego (Rodríguez, 2008).

Canal de tercer orden

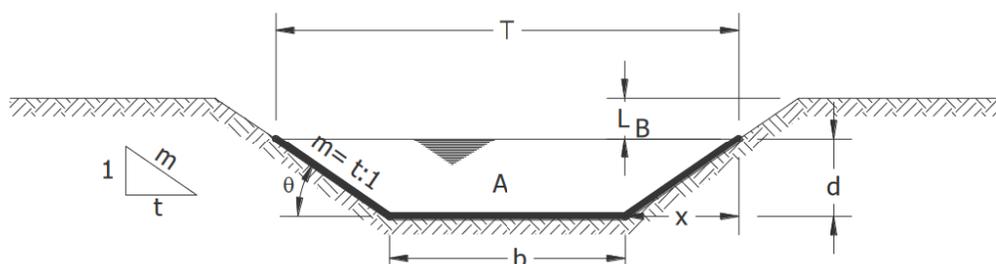
Llamados también sub-laterales y nacen de los canales laterales, el gasto que ingresa a ellos es repartido hacia las parcelas individuales a través de las tomas granjas (Rodríguez, 2008).

Elementos geométricos de los canales

Los elementos geométricos son propiedades de una sección de canal que pueden ser definidos por completo por la geometría de la sección y la profundidad del flujo. Estos elementos son muy importantes y se utilizan con amplitud en el cálculo de flujo. Para secciones de canal regulares y simples, los elementos geométricos pueden expresarse matemáticamente en términos de la profundidad de flujo y de otras dimensiones de la sección.

Figura 28

Elementos geométricos de un canal



Tirante de agua o profundidad de flujo “d”. Es la distancia vertical desde el punto más bajo de una sección del canal hasta la superficie libre, es decir la profundidad máxima del agua en el canal.

Ancho superficial o espejo de agua “T”. Es el ancho de la superficie libre del agua, en m.

Talud “m”. Es la relación de la proyección horizontal a la vertical de la pared lateral (se llama también talud de las paredes laterales del canal). Es decir “m” es el valor de la proyección horizontal cuando la vertical es 1, aplicando relaciones trigonométricas.

Tabla 34

Taludes apropiados para distintos tipos de materiales en el diseño de canales

Material	Talud	Valor de θ
Roca ligeramente alterada	0,25 : 1	75° 58'
Mampostería	0,4 : 1 y 0,75 : 1	68° 12'
Roca sana y suelo duro	1 : 1	45°
Concreto	1 : 1 ó 1,25 : 1	45° y 38° 40'
Tierra arcillosa, arenisca, suelo blando	1,5 : 1	33°
Material poco estable, aren, tierra arenisca	2 : 1	26°

Coefficiente de rugosidad (n). Depende del tipo de material en que se aloje el canal.

Tabla 35

Valores del Coeficiente de rugosidad de Manning (n)

Tipo de Material	Valores de n		
	Mínimo	Natural	Máximo
Roca (con saliente y sinuosa)	0,035	0,040	0,050
Suelo (liso y uniforme)	0,025	0,035	0,040
Tierra	0,017	0,020	0,025
Mampostería seca	0,025	0,030	0,033
Concreto	0,013	0,017	0,020
Polietileno (PVC)	0,007	0,008	0,009

Pendiente (S). Es la pendiente longitudinal de la rasante del canal. 10

Área hidráulica (A). Es la superficie ocupada por el agua en una sección transversal normal cualquiera, se expresada en m^2 .

Perímetro mojado (P). Es la longitud de la línea de contorno del área mojada entre el agua y las paredes del canal, expresado en m.

Ancho de la superficial o espejo del agua (T). Es el ancho de la superficie libre del agua, expresado en m.

Tirante medio (dm). Es el área hidráulica dividida por el ancho de la superficie libre del agua (T). $dm = \frac{A}{T}$, se expresa en m.

Libre bordo (Lb). Es la distancia que hay desde la superficie libre del agua hasta la corona del bordo, se expresa en m.

Gasto (Q). Es el volumen de agua que pasa en la sección transversal del canal en la unidad de tiempo, y se expresa en m^3/s .

Velocidad media (V). Es con la que el agua fluye en el canal, expresado en m/s .

Costos de mantenimiento y operación

La conservación de los canales de riego no revestidos incluye las tareas de extracción de vegetación, cierre de aberturas, re perfilado transversal y longitudinal, cegado de cuevas y

eliminación de animales excavadores. A los efectos de realizar estudios comparativos de costos entre canales revestidos y sin revestir, deben agregarse a los costos iniciales de ambos, los respectivos costos de mantenimiento; esta consideración adquiere gran importancia si se tiene en cuenta que, en determinadas condiciones, y para algunas zonas, el costo anual de la conservación se aproxima al costo inicial de un revestimiento de hormigón (Asociación Canales de Maipo, 2009).

Reducción de los costos de riego

La simplificación en las tareas de distribución de las aguas, provenientes de la automatización que permiten los canales revestidos brinda una disminución sustancial de la incidencia de mano de obra; el valor de esta reducción puede llegar al 75% con respecto a los canales sin revestir; simultáneamente, la mencionada simplificación ahorra tiempo lo que resulta muy importante cuando se trata de hacer llegar el agua a las plantaciones en el momento oportuno (Asociación Canales de Maipo, 2009).

Justificación para el revestimiento de canales

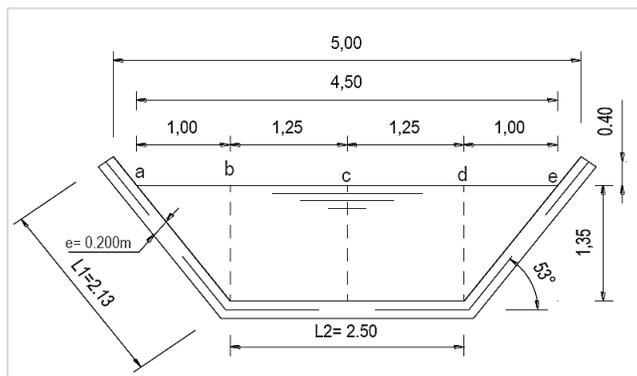
Una de las principales justificaciones para el revestimiento del canal es el aumento del área regable, que con un correcto manejo puede llegar a duplicar su capacidad, para obtener el máximo aprovechamiento de la fuente de abastecimiento. Otro motivo para el revestimiento, es debido a la topografía que atraviesa el canal, si la misma es accidentada el revestimiento disminuye el riesgo de socavaciones u erosiones en el lecho y taludes por las altas velocidades.

Capítulo III: Resultados y Discusión

Diseño del revestimiento

Figura 29

Dimensionamiento de la sección transversal del canal



Nota. La sección representada corresponde al inicio del canal de Riego El Pisque - Zona 1

Se verifica que la presión que ejerce el peso del canal más el agua sea menor que la capacidad portante del suelo.

$$\sigma < \sigma_s$$

Entonces:

$$\sigma = \frac{\omega c + \omega a}{A_c} * 1,00m$$

Donde:

ωc Cálculo del peso del hormigón

ωa Cálculo del peso del agua

A_c Área transversal del canal

Cálculo del peso del hormigón

$$\omega c = 2(\gamma_c * L_1 * e) + \gamma_c * L_2 * e$$

$$\omega c = e * \gamma_c (2L_1 + L_2)$$

$$\omega c = 0,20m * 2300 \frac{kg}{m^3} * [(2 * 2,13) + 2,50m]$$

$$\omega c = 3109,60 \frac{kg}{m}$$

Cálculo del peso del agua

$$\omega a = \gamma_a * A_a$$

$$\gamma_a = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$T = 5,00 \text{ m} = \text{Abertura total del canal}$$

Se considera el Área Hidráulica del canal lleno como condición desfavorable

$$A_a = (b * T) * \left(\frac{y + bl}{2} \right)$$

$$A_a = (1,00m + 5,00m) * \left(\frac{1,35 + 0,35}{2} \right)$$

$$A_a = 5,10 \text{ m}^2$$

$$\omega a = 1000 \text{ kg/m}^3 * 5,10 \text{ m}^2$$

$$\omega a = 5100,00 \text{ kg/m}$$

Remplazando

$$\sigma = \frac{\omega c + \omega a}{Ac} * 1,00m$$

$$\sigma = \frac{3109,60 \text{ kg/m} + 5100,00 \text{ kg/m}}{6,76m * 0,20m} * 1,00m$$

$$\sigma = 6081,19 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma = 0,61 \text{ kg/cm}^2$$

Comparando con la capacidad portante del suelo tenemos asumiendo un valor de 23.00 kg/m² por los distintos tipos de suelo que se encuentran en la zona.

$$\sigma < \sigma_s$$

$$\sigma = 0,61 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_s = 23,00 \text{ kg/cm}^2$$

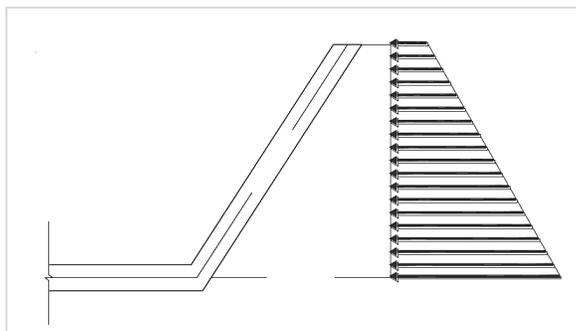
$$\sigma < \sigma_s \rightarrow \text{Cumple}$$

Se determina que la estructura no va a fallar por asentamiento.

Cálculo del momento de volcamiento (M_v)

Figura 30

Presión del talud sobre el canal de riego



$$M_v = \frac{1}{2} \left(C_{ea} * \gamma_s * H * (H + 2h') * \frac{H^2 + 3 * H * h'}{3 * (H + 2h')} \right)$$

$$h' = \frac{s/c}{\gamma_s}$$

Donde:

C_{ea} Coeficiente de empuje activo

$$Cea = \left[\frac{\frac{\text{sen}(\alpha - \emptyset)}{\text{sen } \alpha}}{\sqrt{\text{sen}(\delta + \alpha)} + \sqrt{\frac{\text{sen}(\delta + \emptyset)\text{sen}(\emptyset - \beta)}{\text{sen}(\alpha - \beta)}}} \right]^2$$

Donde:

\emptyset ángulo de fricción interna (suelo – suelo)

δ ángulo de rozamiento (suelo – losa)

β ángulo que forma el talud superficial del terraplé

α ángulo que forma el talud del canal

$$0 \leq \delta \leq 0$$

Según Terzaghi

$$\frac{\emptyset}{2} \leq \delta \leq \frac{2\emptyset}{3}$$

Se utiliza los siguientes valores:

$$\emptyset = 52,00^\circ$$

$$\beta = 0,00^\circ$$

$$\delta = 0,00^\circ$$

$$\alpha = 53,00^\circ$$

Determinación de h':

$H = \text{Altura de Diseño}$

$$H = bl + y + \frac{e}{2}$$

$$H = 0,35 + 1,35 + \frac{0,20}{2}$$

$$H = 1,80m$$

$$\gamma_s = 2530,00 \text{ kg/m}^3$$

$$\frac{s}{c} = 1000 \text{ kg/m}^2$$

$$h' = \frac{1000 \text{ kg/m}^2}{2530,00 \text{ kg/m}^3}$$

$$h' = 0,40 \text{ m}$$

Reemplazando los valores para obtener C_{ea}

$$C_{ea} = \left[\frac{\frac{\text{sen}(53,0^\circ - 52,0^\circ)}{\text{sen } 53,0^\circ}}{\sqrt{\text{sen}(0 + 53,0^\circ)} + \sqrt{\frac{\text{sen}(0^\circ + 52,0^\circ)\text{sen}(52,0^\circ - 0^\circ)}{\text{sen}(53,0^\circ - 0^\circ)}}} \right]^2$$

$$C_{ea} = 0,00015$$

Reemplazando para calcular el momento de volcamiento M_v

$$M_v = \frac{1}{2} \left(0,00015 * 2530 \text{ kg/m}^3 * 1,80m * (1,80m + 2 * 0,40m) * \frac{1,80^2 + 3 * 1,80 * 0,40}{3 * (1,80 + 2 * 0,40)} \right)$$

$$M_v = 0,615 \text{ kg} - m$$

Cálculo del momento resistente M_r

$$M_r = 0,5 * \gamma_c * e * H^2 * (\text{cosa}/\text{sen}^2 \alpha)$$

$$M_r = 0,5 * 2300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,20m * 1,80^2 * (\text{cos}(52,0^\circ)/\text{sen}^2(52,0^\circ))$$

$$M_r = 738,84 \text{ kg} - m$$

La relación del momento volcador M_v y el momento resistente M_r , son los que definen el comportamiento de la estructura.

$$\frac{M_r}{M_v} \geq 1,50$$

$$\frac{738,84}{0,615} \geq 1,50$$

$$1201,37 \geq 1,50 \rightarrow \text{Cumple}$$

La estructura se apoya sobre el talud y no necesita refuerzo.

Presupuesto

Se presenta el presupuesto para el revestimiento del Canal de Riego El Pisque – Zona 1, determinando el costo unitario estimado para la optimización del canal, considerando un metro lineal de construcción. Para la realización se consideró los precios referenciales de la Cámara de Industria de la Construcción del presente año 2023.

Tabla 36*Presupuesto referencial para el revestimiento del canal de riego*

Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE						
Presupuesto referencial						
Proyecto: Evaluación y propuesta de optimización del sistema de riego El Pisque, Zona 1						
Item	Rubro	U	Cantidad	Precio unitario	Precio total	
1	Replanteo y nivelación	m2	1,00	1,75	1,75	
2	Desbroce semi - manual	m2	1,00	3,97	3,97	
3	Excavación a máquina en suelo sin clasificar	m3	1,00	4,43	4,43	
4	Relleno compactado con suelo natural	m3	1,00	0,40	0,40	
5	Desalojo de material	m3	1,00	1,46	1,46	
6	Perfilada a mano	m2	1,00	1,85	1,85	
7	Hormigón simple clase "c" f'c=180 kg/cm2 (Replantillo e=5cm)	m2	1,00	12,02	12,02	
8	Hormigón simple en canales f'c=210 kg/cm2 (inc. encofrado)	m3	1,00	116,78	116,78	
9	Malla electrosoldada	kg	1,00	10,03	10,03	
				Total	152,69	

Nota. En la tabla se muestra el presupuesto referencial para un metro de construcción de revestimiento del canal principal de riego El Pisque Zona 1

Se considera además un rubro adicional para el embaulamiento del canal de riego si llegara a existir daños mayores en la estructura del canal por factores climáticos o si la junta de riego considera cambiar la trayectoria del canal y por tal motivo se prevé realizar el embaulamiento del mismo.

Tabla 37

Rubro adicional añadido al presupuesto referencial

Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE					
Presupuesto referencial					
Proyecto:		Evaluación y propuesta de optimización del sistema de riego El Pisque, Zona 1			
Item	Rubro	U	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Construcción y revestimiento de cuneta con embaulamiento con hormigón armado $f'c=210$ kg/cm ²	m3	1,00	62,55	62,55
				Total	62,55

Para la elaboración del presupuesto referencial fue necesario realizar un análisis de precios unitario de cada rubro presentado, y se detalla cada uno de ellos.

Tabla 38

Análisis de precios unitarios para el replanteo y nivelación

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PROYECTO:	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE, ZONA 1				
RUBRO:	REPLANTEO Y NIVELACIÓN				HOJA 1 DE 9
UNIDAD:	m2				
EQUIPOS - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O					0,05
Equipo de topografía	1,00	3,75	3,75	0,08	0,30
SUBTOTAL M					0,35
MANO DE OBRA - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Cadenero	1,00	3,87	3,87	0,08	0,31
Maestro de obra	1,00	4,29	4,29	0,08	0,34
Topógrafo	1,00	4,29	4,29	0,08	0,34
SUBTOTAL N					0,99
MATERIALES - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Tiras 2.5x2.5	U	0,25	0,45	0,11	
SUBTOTAL O					0,11
TRANSPORTE - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0,00
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1,46
		COSTOS INDIRECTOS 20%			0,29
		OTROS 0.00%			0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1,75

Nota. El análisis de precios unitarios para el replanteo y nivelación no incluye IVA.

Tabla 39

Análisis de precios unitarios para el desbroce semi - manual

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PROYECTO:	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE, ZONA 1				
RUBRO:	DESBROCE SEMI - MANUAL				
UNIDAD:	m2				
HOJA 2 DE 9					
EQUIPOS - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO HORA <i>C=A*B</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D=C*R</i>
Herramienta menor 5% M.O					0,10
Moto Guadaña	1,00	6,25	6,25	0,18	1,13
SUBTOTAL M					1,23
MANO DE OBRA - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD <i>A</i>	JORNAL/HR <i>B</i>	COSTO HORA <i>C=A*B</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D=C*R</i>
Albañil	1,00	3,87	3,87	0,18	0,70
Peón	2,00	3,83	7,66	0,18	1,38
SUBTOTAL N					2,08
MATERIALES - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	PRECIO UNIT. <i>B</i>	COSTO <i>C=A*B</i>	
SUBTOTAL O					0,00
TRANSPORTE - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO <i>C=A*B</i>	
SUBTOTAL P					0,00
			TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		3,30
			COSTOS INDIRECTOS 20%		0,66
			OTROS 0.00%		0,00
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		3,97

Nota. El análisis de precios unitarios para el desbroce semi - manual no incluye IVA.

Tabla 40

Análisis de precios unitarios para la excavación a máquina en suelo sin clasificar

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PROYECTO:	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE, ZONA 1				
RUBRO:	EXACAVACIÓN A MÁQUINA EN SUELO SIN CLASIFICAR				
UNIDAD:	m3				
HOJA 3 DE 9					
<i>EQUIPOS - DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=A*B</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=C*R</i>
Herramienta menor 5% M.O					0,02
Excavadora 130 HP	1,00	90,00	90,00	0,036	3,24
SUBTOTAL M					3,26
<i>MANO DE OBRA - DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=A*B</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=C*R</i>
Peón	2,00	3,83	7,66	0,036	0,28
Operador equipo pesado	1,00	4,29	4,29	0,036	0,15
SUBTOTAL N					0,43
<i>MATERIALES - DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=A*B</i>	
SUBTOTAL O					0,00
<i>TRANSPORTE - DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=A*B</i>	
SUBTOTAL P					0,00
			TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		3,69
			COSTOS INDIRECTOS 20%		0,74
			OTROS 0.00%		0,00
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		4,43

Nota. El análisis de precios unitarios para la excavación a máquina en suelo sin clasificar no incluye IVA.

Tabla 41

Análisis de precios unitarios para el relleno compactado con suelo natural

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PROYECTO:	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE, ZONA 1				
RUBRO:	RELLENO COMPACTADO CON SUELO NATURAL				
UNIDAD:	m3				
HOJA 4 DE 9					
EQUIPOS - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O					0,01
Plancha vibroapisonador	1,00	4,24	4,24	0,02	0,08
SUBTOTAL M					0,10
MANO DE OBRA - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	1,00	3,83	3,83	0,02	0,08
Operador de equipo liviano	1,00	3,87	3,87	0,02	0,08
Maestro de obra	1,00	4,29	4,29	0,02	0,09
SUBTOTAL N					0,24
MATERIALES - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					0,00
TRANSPORTE - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0,00
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			0,34
		COSTOS INDIRECTOS 20%			0,07
		OTROS 0.00%			0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			0,40

Nota. El análisis de precios unitarios para el relleno compactado con suelo natural no incluye IVA.

Tabla 42

Análisis de precios unitarios para el desalojo de material

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PROYECTO:	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE, ZONA 1				
RUBRO:	DESALOJO DE MATERIAL				
UNIDAD:	m3				
HOJA 5 DE 9					
EQUIPOS - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O					0,02
Volqueta 12m3	1,00	38,63	38,63	0,023	0,89
SUBTOTAL M					0,90
MANO DE OBRA - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	1,00	3,83	3,83	0,023	0,09
Operador de tractor	1,00	4,29	4,29	0,023	0,10
Chofer	1,00	5,62	5,62	0,023	0,13
SUBTOTAL N					0,32
MATERIALES - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					0,00
TRANSPORTE - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0,00
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1,22
		COSTOS INDIRECTOS 20%			0,24
		OTROS 0.00%			0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1,46

Nota. El análisis de precios unitarios para desalojo de material no incluye IVA.

Tabla 43

Análisis de precios unitarios para el perfilado a mano

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PROYECTO:	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE, ZONA 1				
RUBRO:	PERFILADA A MANO				
UNIDAD:	m2				
HOJA 6 DE 9					
EQUIPOS - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O					0,07
SUBTOTAL M					0,07
MANO DE OBRA - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	4,00	3,83	15,32	0,075	1,15
Albañil	1,00	4,29	4,29	0,075	0,32
SUBTOTAL N					1,47
MATERIALES - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					0,00
TRANSPORTE - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					0,00
			TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1,54
			COSTOS INDIRECTOS 20%		0,31
			OTROS 0.00%		0,00
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		1,85

Nota. El análisis de precios unitarios para el perfilado a mano no incluye IVA.

Tabla 44

Análisis de precios unitarios para hormigón simple clase "C"

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PROYECTO:	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE, ZONA 1				
RUBRO:	HORMIGÓN SIMPLE CLASE "C" f _c =180 Kg/cm ² (REPLANTILLO e=5cm)				
UNIDAD:	m ²				
HOJA 7 DE 9					
EQUIPOS - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O					0,10
Concreteira 1 saco	1,00	4,48	4,48	0,05	0,22
SUBTOTAL M					0,32
MANO DE OBRA - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	6,00	3,83	22,98	0,05	1,15
Albañil	2,00	3,87	7,74	0,05	0,39
Operador Equipo Liviano	1,00	3,87	3,87	0,05	0,19
Maestro de Obra	1,00	4,29	4,29	0,05	0,21
SUBTOTAL N					1,94
MATERIALES - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Cemento 50 Kg	SACO	0,75	7,86	5,90	
Arena	M3	0,05	8,77	0,44	
Ripio	M3	0,09	15,54	1,40	
Agua	M3	0,02	0,85	0,02	
SUBTOTAL O				7,75	
TRANSPORTE - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P				0,00	
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			10,01
		COSTOS INDIRECTOS 20%			2,00
		OTROS 0.00%			0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			12,02

Nota. El análisis de precios unitarios para el hormigón simple clase "C" no incluye IVA.

Tabla 45

Análisis de precios unitarios para hormigón simple en canales

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PROYECTO:	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE, ZONA 1				
RUBRO:	HORMIGÓN SIMPLE EN CANALES $f_c=210$ kg/cm ² (INC. ENCOFRADO)				
UNIDAD:	m ³				
					HOJA 8 DE 9
EQUIPOS - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O					1,65
Concreteira 1 saco	1,00	4,48	4,48	0,85	3,81
Vibrador de manguera	1,00	3,00	3,00	0,85	2,55
SUBTOTAL M					8,01
MANO DE OBRA - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	6,00	3,83	22,98	0,85	19,53
Albañil	1,00	3,87	3,87	0,85	3,29
Operador Equipo Liviano	1,00	3,87	3,87	0,85	3,29
Maestro de Obra	1,00	4,29	4,29	0,85	3,65
Carpintero	1,00	3,87	3,87	0,85	3,29
SUBTOTAL N					33,05
MATERIALES - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Cemento 50 Kg	SACO	0,75	7,68	5,76	
Arena	M3	0,65	13,50	8,78	
Ripio	M3	0,95	18,00	17,10	
Agua	M3	0,24	0,85	0,20	
Cuartón 6*6*300	UNIDAD	3,25	2,00	6,50	
Tabla encofrado 0.20*3.00	UNIDAD	5,80	2,80	16,24	
Clavos 2 1/2	KG	0,80	2,10	1,68	
SUBTOTAL O					56,26

TRANSPORTE - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD		TARIFA	COSTO
		A		B	C=A*B
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					97,32
COSTOS INDIRECTOS 20%					19,46
OTROS 0.00%					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					116,78

Nota. El análisis de precios unitarios para el hormigón simple en canales no incluye IVA.

Tabla 46

Análisis de precios unitarios para malla electrosoldada

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PROYECTO:	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE, ZONA 1				
RUBRO:	MALLA ELECTROSOLDADA				
UNIDAD:	kg				
					HOJA 9 DE 9
EQUIPOS - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O					0,08
SUBTOTAL M					0,08
MANO DE OBRA - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	4,00	3,83	15,32	0,07	1,07
Albañil	1,00	3,87	3,87	0,07	0,27
Maestro de Obra	1,00	4,29	4,29	0,07	0,30
SUBTOTAL N					1,64
MATERIALES - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Malla electrosoldada 6-10	M2	1,00	6,38	6,38	
Alambre galvanizado No 18	KG	0,10	2,49	0,25	
SUBTOTAL O				6,63	

TRANSPORTE - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD		TARIFA	COSTO C=A*B
		A		B	
SUBTOTAL P					0,00
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			8,35
		COSTOS INDIRECTOS 20%			1,67
		OTROS 0.00%			0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			10,03

Nota. El análisis de precios unitarios para la malla electrosoldada no incluye IVA.

Tabla 47

Análisis de precios unitarios para construcción y revestimiento de cuneta con embaulamiento

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PROYECTO:	EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE, ZONA 1				
RUBRO:	CONSTRUCCIÓN Y REVESTIMIENTO DE CUNETAS CON EMBAULAMIENTO CON HORMIGÓN ARMADO $f_c=210$ Kg/cm ²				HOJA 1 DE 1
UNIDAD:	m ³				
EQUIPOS - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O					0,46
SUBTOTAL M					0,46
MANO DE OBRA - DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	5,00	3,83	19,15	0,34	6,51
Albañil	1,00	3,87	3,87	0,34	1,32
Maestro de Obra	1,00	4,29	4,29	0,34	1,46
SUBTOTAL N					9,29

MATERIALES - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
Malla electrosoldada 6-10	M2	1,00	6,38	6,38
Cemento 50 Kg	U	0,75	7,86	5,90
Arena	M3	0,65	8,77	5,70
Ripio	M3	0,95	15,54	14,76
Agua	M3	0,24	0,85	0,20
Acelerante	GL	1,34	7,04	9,43
SUBTOTAL O				42,38
TRANSPORTE - DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
SUBTOTAL P				0,00
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		52,13
		COSTOS INDIRECTOS 20%		10,43
		OTROS 0.00%		0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO		62,55

Nota. El análisis de precios unitarios para la construcción y revestimiento de cuneta con embaulamiento no incluye IVA.

Sistema de desinfección

La utilización del método de desinfección mediante la fotocátalisis solar está considerada como un sistema acoplado para el tratamiento de aguas de riego.

El catalizador utilizado para el método de desinfección puede ser utilizado en suspensión sobre el agua de riego que se desee tratar, como también inmovilizado en la superficie de un material soportante siendo para nuestro caso las paredes revestidas del canal principal de riego El Pisque.

Para el primer método donde el catalizador está en suspensión la eficiencia de la desinfección es mayor ya que el fotocatalizador se encuentra en contacto directo con el agua

del riego que se desea tratar, con la desventaja que es necesario recuperar el catalizador, lo que implicaría mayor uso de personal como de recursos. Para la segunda opción no se requiere recuperar el catalizador, pero su eficiencia de desinfección es menor. Desde el punto de vista constructivo se considera utilizar el segundo caso con el catalizador inmovilizado y adherido a las paredes del canal.

Desde el punto de vista del diseño hidráulico del sistema de tratamiento, para la utilización de catalizadores inmovilizados se debe tener en cuenta que se requieren tiempos de residencia mínimos para cumplir con las dosis de energía requeridas por unidad de volumen a tratar. Es por ello que la pendiente a utilizar a lo largo del sistema debe permitir cumplir con el tiempo de residencia mínimo y a su vez ser capaz, mediante la utilización de placas deflectoras que funcionen con pequeños paneles solares colocados en puntos clave a lo largo del canal, generar una mezcla adecuada del volumen de agua de riego a tratar. Estas zonas de mezcla que se encuentran en contacto directo con los fotocatalizadores aumentan la probabilidad de contacto entre las bacterias que se encuentran en suspensión, con el catalizador inmovilizado en la superficie de las paredes del sistema de tratamiento.

Figura 31

Panel solar colocado en el revestimiento del canal



Figura 32

Losetas colocadas sobre el revestimiento del canal de riego

**Colocación del catalizador**

En lo referente a la inmovilización del catalizador, se requiere la fabricación de losetas de mortero con la mezcla de catalizador.

Para la preparación de la mezcla de mortero de cemento, se considera la utilización de una dosificación de arena por saco de cemento, con la incorporación de 10% de TiO_2 en función del peso de cemento utilizado en la preparación del mortero.

Los insumos utilizados en la preparación del mortero son:

- Cemento Especial Pozolánico
- Arena de diámetro < 2mm
- Agua potable
- Dióxido de titanio TiO_2
- Fibra de vidrio

Tabla 48*Losetas de mortero y dosis de fotocatalizador*

Estudios realizados en la Universidad de Concepción presentan la dosificación adecuada para la fabricación de la mezcla con mortero de cemento y dióxido de titanio para la elaboración de losetas de tratamiento.

Tabla 49*Dosificación para la elaboración de losetas de tratamiento*

Dosificación	Cemento	Arena	Agua	TiO₂	Fibra de Vidrio
1:2	42,5 kg	60 L	17 L	4,25 kg	100 gr

Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Se realizó el reconocimiento de la estructura y elementos que conforman el Canal de Riego El Pisque – Zona 1 que consta de 30 km desde la toma de captación de los ríos Guachalá y Gran Nobles, siendo un canal abierto natural en el que se identificó 21 tomas que distribuyen el agua de riego a los consumidores, zonas del canal de riego con revestimiento y pequeños tramos embaulados, mediante recorridos por las parroquias de Cangahua, Santa Rosa de Cuzubamba, Otón y Ascázubi y se tomó coordenadas que ayudó a identificar la topografía del lugar, para posterior ubicar el canal de riego en los mapas realizados con la información obtenida. Se identificó los cultivos que prevalecen en las zonas abastecidas por el Canal de Riego, en la parroquia de Cangahua con mayor porcentaje se encuentra el cultivo de hortalizas con el 4,51%, siguiendo con las flores 1,10%, además del cultivo de cereales entre otros, cubriendo entre todos los cultivos el 7,99% del uso del suelo, en la parroquia de Cuzubamba el uso del suelo para actividades agropecuarias es del 19,2%, siguiendo con la parroquia de Otón y Ascázubi donde los misceláneos de ciclo corto representan porcentaje más elevado con el 12,52% y 3,57% del total del uso del suelo respectivamente.
- Para el análisis de oferta y demanda, se calculó la oferta de agua midiendo el caudal que ingresa al sistema, teniendo los siguientes resultados en la parroquia de Cangahua el caudal ofertado es de 187,66 l/s, Otón con un caudal ofertado de 394,54 l/s y Ascázubi con un caudal ofertado de 219,44 l/s, para el cálculo de la demanda de agua se tomó en cuenta las necesidades de riego para cada cultivo teniendo los siguientes resultados Cangahua con un caudal requerido de 2232,85 l/s, teniendo un caudal faltante de 2045,19 l/s, en Otón con un caudal requerido de 311,06 l/s y Ascázubi con un caudal requerido de 640,40 l/s, con un caudal faltante de 420,96 l/s. En

consecuencia, se puede decir que las parroquias de Cangahua y Ascázubi cuenta con un déficit de agua del 91,6% y 65,73% respectivamente y que en Otón el caudal ofertado es mayor que el requerido.

- El análisis de calidad realizado en dos puntos críticos del Canal de Riego como fue la parte de la captación y en el tramo final de la Zona 1 del canal de riego se obtuvo como resultados para el parámetro de PH el valor de 7,4 siendo inferior al límite máximo permisible de 9 , conductividad en la zona de captación de 242 (17,1°C) $\mu\text{s}/\text{cm}$ y en al final de la zona 1 de 236 (17,5°C) $\mu\text{s}/\text{cm}$, los dos valores no sobrepasan el límite máximo permisible de 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y para sólidos totales disueltos 177 y 175 mg/L respectivamente, valores que se encuentran por debajo del límite máximo permisible de 3000 mg/L, a diferencia de los resultados del parámetro de coliformes fecales que supera en gran magnitud al límite máximo permisible de 1000 NMP/100ml principal criterio de calidad para uso agrícola de la norma de calidad ambiental, obteniendo en el punto de captación correspondiente a la cota 0+333 km el valor de 49000NMP/100ml y en el punto final en la cota 29+346 km el valor de 79000 NMP/100ml, considerando al agua que distribuye el canal como no apta para el uso agrícola.
- Se presenta el presupuesto referencial para la optimización del canal de riego mediante el revestimiento de las paredes que forman el canal principal para evitar los constantes deslizamientos de tierra, el presupuesto consta de 9 rubros lo cuales son: replanteo y nivelación, desbroce semi-manual, excavación a máquina en suelo sin clasificar, relleno compacto con suelo natural, desalojo de material, perfilado a mano, hormigón simple clase "C" $f'c=180 \text{ kg}/\text{cm}^2$, hormigón simple en canales $f'c=210 \text{ kg}/\text{cm}^2$ y malla electrosoldada, en cada uno se realizó el análisis de precios unitarios presentando un presupuesto referencial de \$152,69 correspondiente a un metro lineal de construcción.

- Para solucionar el problema de contaminación del agua del canal de riego “El Pisque” Zona 1 por la presencia de coliformes fecales que superan el límite máximo permisible, se propone un sistema de desinfección mediante fotocátalisis solar con la colocación de catalizadores inmovilizados en las paredes revestidas del canal de riego principal con la implementación de dióxido de titanio TiO_2 en la mezcla del mortero requerido para la elaboración de las losetas que posterior son adheridas a las paredes del canal, siendo una alternativa económica por no necesitar de una fuente externa de energía.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar el debido mantenimiento del canal por lo menos cuatro veces al año, en estructuras existentes en el sistema de riego a manera de garantizar la provisión del caudal de riego, de esta forma se evitará la pérdida de caudal y los daños en las estructuras.
- Se debe realizar inspecciones frecuentes a lo largo del canal principal, para ubicar los sectores más vulnerables donde se producen accidentes tales como caída de animales, vegetación, etc, los cuales causan interferencia en el curso normal del recurso hídrico hacia las poblaciones beneficiadas.
- Es necesario chequear las obras de arte que conducen el agua en el sistema de riego, tales como la bocatoma, compuertas, rápidas, tomas laterales, etc; llevando un registro de los problemas que se suscitan en cada una de ellas, para posteriormente realizar el mantenimiento o mejoramiento inmediato de la estructura que presente algún problema.
- Es necesario llevar una buena comunicación entre autoridades y los usuarios del sistema de riego, para que puedan saber los problemas y necesidades que se van dando en el sistema, así poder generar soluciones inmediatas, coordinadas por las autoridades, con ayuda de la población beneficiaria.

Bibliografía

- Arumí José., D. I. (2009). *Manual de desinfección de aguas de riego usando fotocatalizadores activados por luz solar e inmovilizados en revestimientos de canales*. Recuperado el febrero de 2023
- Asociación Canales de Maipo. (2009). *Ventajas que ofrece el revestimiento de los canales*.
- GAD de la Parroquia de Ascázubi. (2019). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial PD y OT*. Recuperado enero de 2023
- GAD DE LA PARROQUIA DE CANGAHUA. (2019). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial* .
- GAD de la Parrquia de Otón. (2019). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial*.
- GAD Parroquial rural de Cangahua. (2019). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia de Cangahua*.
- GAD SANTA ROSA DE CUZUBAMBA. (2019). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Santa Rosa de Cuzubamba*.
- INAMHI. (2020). *Instituto Nacional de Metereología e Hidrología*. Recuperado el febrero de 2023, de <https://www.inamhi.gob.ec/>
- INEC. (20 de 01 de 2023). *Ecuador en cifras*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE). (2013). *Evaluación de las tierras por su capacidad de uso*. Recuperado el enero de 2023, de <https://docplayer.es/71705867-Memoria-tecnica-canton-puerto-quito-proyecto-generacion-de-geoinformacion-para-la-gestion-del-territorio-a-nivel-nacional-escala-1.html>
- Jaime Hidrobo., Mathilde da Costa., Chistian Prat. (22 de julio de 2015). *Sistemas de producción en áreas con cangahua habilitada en la Sierra Norte de Ecuador*.

Recuperado el febrero de 2023, de

<https://www.redalyc.org/journal/6538/653869224015/html/>

MAG. (2020). *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Obtenido de

<https://www.agricultura.gob.ec/>

Ministerio del Ambiente. (2015). *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua*.

Navarra, M. (2020). *Elementos y factores del clima. Tipos de climas*. Obtenido de

<http://meteo.navarra.es/definiciones/elementosfactores.cfm>

Rodríguez, P. (2008). *Hidráulica de Canales*.

Sánchez, J. (1984). *Estrategias de supervivencia en la comunidad Andina*. Centro Andino de Acción Popular (CAAP).