



Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego El Pisque. Zona 2.

Andrango Pachacama, Karina Joselyn y Olalla Gualotuña, Doménica Rosy

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 Ingeniera Civil

Ing. Bolaños Guerrón, Darío Roberto, Ph.D.

22 de febrero del 2023



MIC_ANDRANGO_OLALLA.pdf

Scanned on: 23:47 March 3, 2023 UTC



Overall similarity score



Results found



Total words in text

	Word count
Identical	263
Minor Changes	13
Paraphrased	107
Omitted	2622



Firma:



Firmado electrónicamente por:
DARIO ROBERTO
BOLANOS GUERRON

.....
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. Zona 2.**” fue realizado por las señoritas **Andrango Pachacama, Karina Joselyn y Olalla Gualotuña, Doménica Rosy**, 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:



Firmado electrónicamente por:
DARIO ROBERTO
BOLAÑOS GUERRON

.....
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

Nosotras, **Andrango Pachacama, Karina Joselyn y Olalla Gualotuña, Doménica Rosy**, con cédulas de ciudadanía N° **1727589549** y **1726660861**, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego El Pisque. Zona 2.”** 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

Firma

Andrango Pachacama, Karina Joselyn
 C.C.: 1727589549

Olalla Gualotuña, Doménica Rosy
 C.C.: 1726660861



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Civil

Autorización de Publicación

Nosotras, **Andrango Pachacama, Karina Joselyn y Olalla Gualotuña, Doménica Rosy**, con cédulas de ciudadanía N° 1727589549 y 1726660861, 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. Zona 2.”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 3 de marzo de 2023

Firma

Andrango Pachacama, Karina Joselyn

C.C.: 1727589549

Firma

Olalla Gualotuña, Doménica Rosy

C.C.: 1726660861

Dedicatoria

A Dios por permitirme ser parte de una familia humilde, unida y trabajadora.

A mis amados padres, Mónica y Jorge, por sembrar en mí el anhelo de superación e inculcarme el ejemplo del esfuerzo diario.

A mi hermana Jessica, mi guía constante, por cuidarme y enseñarme a valorar cada uno de mis logros.

A mis abuelos paternos, Adelaida y José, por siempre estar pendientes de mí, aconsejarme y consentirme.

A mis abuelos maternos, a quienes la vida no me permitió conocer pero que siempre llevo presentes en mi corazón.

A mi segunda familia, Nancy y Elías, Stefy y Kevin por recibirme en su hogar y acompañarme incondicionalmente en cada etapa de mi vida.

Los amo.

Joselyn

Dedicatoria

Este proyecto de titulación quiero dedicarlo a toda mi familia y a mis amigos que han estado a mi lado sin importar las circunstancias que se presente, que me han acompañado, guiado y apoyado a lo largo de estos años.

A la memoria de mi tía Martha, quien siempre estuvo a mi lado desde que tengo memoria y hasta el último momento siempre fue un ejemplo a seguir y siguió brindándome todo el amor y cariño que pudo.

A mis amados Nicolás y Matías, quienes me acompañan y alegran mi vida cada día, noche y madrugada.

Dome

Agradecimiento

A Dios, por darme la sabiduría y capacidad de culminar una etapa más en mi vida.

A mis padres, por su paciencia y dedicación, todo lo bueno que hay en mí se los debo a ustedes gracias por enseñarme a ser una persona correcta y capaz.

A mi hermana, por ser mi luz, paciente e incondicional. Siempre hemos sido las dos contra cualquier dificultad, gracias por sostener mi mano y nunca dejarme caer.

A mis abuelos, primos y tíos, por su apoyo diario y por animarme a cumplir cada uno de mis objetivos.

A los y las docentes que han sido parte de mi formación educativa, por creer en mí y motivarme a ser cada día mejor, de manera especial al Dr. Darío Bolaños quien con sus conocimientos y confianza nos guió durante la realización de este proyecto.

A mi amiga y compañera de tesis Doménica, por unir esfuerzos y lograr la culminación de este proyecto de titulación.

Y finalmente a mis amigos que han sido parte de mi etapa colegial y universitaria, por su amistad sincera y desinteresada.

Gracias a todos, por todo.

Joselyn

Agradecimiento

A mis padres Rafael y Rosa, quienes son mis ejemplos de dedicación esfuerzo, por acompañarte y apoyarme todos estos años, por haberme brindado tanto amor, cariño y paciencia

A mis hermanos Nadia y Pablo, y a mi cuñado Danny, quienes me han acompañado y me han motivado en todo este largo camino, siempre brindándome risas y amor sin importar la dificultad de la situación que afrontemos

A mis amigos Michael, Dave y Sebastián con quienes hemos mantenido una amistad desde el colegio y sigue hasta el día de hoy debido a las grandes personas que son, por siempre recordarme que tengo su compañía y apoyo frente a cualquier decisión que pueda tomar.

A mis queridos amigos que hice en estos años de universidad, Jonathan, Daniel, Mayte, quienes siempre me brindaron su amistad y lograron hacer de estos años de universidad más felices.

Al Dr. Darío Bolaños, quien ha demostrado ser un gran profesional digno de gran admiración no solo por sus conocimientos técnicos si no por la calidad de persona que es, quien nos apoyó y acompañó en este proceso brindándonos siempre una guía con la mejor actitud y paciencia.

A mi compañera y amiga Joss con quien hemos logrado culminar este trabajo en base a esfuerzo y dedicación.

Dome

Índice de Contenidos

Resumen	23
Abstract	24
Capítulo I	25
Introducción	25
Antecedentes	25
Definición Del Problema	26
Objetivos	26
General	26
Específicos	26
Alcance	27
Justificación	27
Capítulo II	28
Materiales y Métodos	28
Ubicación Geográfica del Proyecto	28
Uso del Suelo	29
Uso del suelo en la Parroquia Ascázubi	29
Uso del suelo en la Parroquia El Quinche	29
Uso del suelo en la Parroquia Checa	29
Uso del suelo en la Parroquia Yaruquí	30

	11
Uso del suelo en la Parroquia Tababela.....	30
Uso del suelo en la Parroquia Puenbo.....	30
Uso del suelo en la Parroquia Pifo.....	31
Factores Climáticos.....	31
Factores Climáticos en la Parroquia Ascázubi.....	31
Factores Climáticos en la Parroquia El Quinche.....	31
Factores Climáticos en la Parroquia Checa.....	32
Factores Climáticos en la Parroquia Yaruquí.....	33
Factores Climáticos en la Parroquia Tababela.....	33
Factores Climáticos en la Parroquia Puenbo.....	33
Factores Climáticos en la Parroquia Pifo.....	34
Relación Agua – Planta – Clima.....	34
Evapotranspiración.....	35
Sistemas de Riego.....	35
Programación de Riego.....	36
Demandas de Riego.....	36
Láminas de Riego.....	36
Frecuencias de Riego.....	37
Tiempo de Riego.....	37
Sistema de Riego El Pisque.....	37

Área de influencia	38
Población Beneficiada.....	39
Influencia del Sistema de Riego El Pisque.....	40
Influencia del sistema de riego en la Parroquia Ascázubi.....	40
Influencia del sistema de riego en la Parroquia El Quinche	40
Influencia del sistema de riego en la Parroquia Checa	40
Influencia del sistema de riego en la Parroquia Yaruquí	40
Influencia del sistema de riego en la Parroquia Tababela	41
Influencia del sistema de riego en la Parroquia Puembo	41
Influencia del sistema de riego en la Parroquia Pifo.....	41
Calidad del agua de riego.....	41
Calidad del agua del Sistema de Riego El Pisque	43
Tratamiento de Agua con Filtros de Carbón Activado	46
Efectividad del Carbón Activado en Aguas Residuales	47
Medición de Caudal	48
Método del Flotador	48
Procedimiento.....	49
Oferta y Demanda del agua	55
Oferta y Demanda del agua en la Parroquia Ascázubi.....	56
Oferta y Demanda del agua en la Parroquia El Quinche	66

Oferta y Demanda del agua en la Parroquia Checa	76
Oferta y Demanda del agua en la Parroquia Yaruquí	86
Oferta y Demanda del agua en la Parroquia Tababela	96
Oferta y Demanda del agua en la Parroquia Puenbo	106
Oferta y Demanda del agua en la Parroquia Pifo.....	116
Capítulo III	128
Resultados y Discusión.....	128
Diseño del Revestimiento	128
Cálculo Estructural para una Sección Rectangular.....	130
Cálculo Estructural para una Sección Trapezoidal	134
Diseño del Embaulamiento.....	138
Pre dimensionamiento.....	139
Cargas.....	139
Diagrama.....	140
Acero de Refuerzo.....	140
Tratamiento de Aguas.....	141
Reasignación de Caudales de Riego.....	145
Presupuesto	151
Conclusiones	162
Recomendaciones.....	164

Bibliografía	166
Apéndices.....	169

Índice de Tablas

Tabla 1	Criterios de calidad de aguas para uso agrícola en riego.....	42
Tabla 2	Valores obtenidos del análisis fisicoquímico de agua del Sistema de Riego El Pisque.....	45
Tabla 3	Tiempos obtenidos con el Método del Flotador para el Sistema de Riego El Pisque.....	52
Tabla 4	Relación entre la superficie cubierta y el caudal ofertado por el sistema de riego.	55
Tabla 5	Tipos de cultivos de la parroquia Ascázubi.....	56
Tabla 6	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Ascázubi.....	57
Tabla 7	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Ascázubi.....	59
Tabla 8	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Ascázubi.....	61
Tabla 9	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Ascázubi.....	63
Tabla 10	Volumen de riego para cultivos de la parroquia Ascázubi.....	65
Tabla 11	Tipos de cultivos de la parroquia El Quinche.....	66
Tabla 12	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia El Quinche.....	67
Tabla 13	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia El Quinche.....	69
Tabla 14	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia El Quinche.....	71
Tabla 15	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia El Quinche.....	73
Tabla 16	Volumen de riego para cultivos de la parroquia El Quinche.....	75
Tabla 17	Tipos de cultivos de la parroquia Checa.	76
Tabla 18	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Checa.	77
Tabla 19	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Checa.	79

Tabla 20	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Checa.	81
Tabla 21	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Checa.	83
Tabla 22	Volumen de riego para cultivos de la parroquia Checa.	85
Tabla 23	Tipos de cultivos de la parroquia Yaruquí.....	86
Tabla 24	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Yaruquí.....	87
Tabla 25	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Yaruquí.....	89
Tabla 26	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Yaruquí.....	91
Tabla 27	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Yaruquí.....	93
Tabla 28	Volumen de riego para cultivos de la parroquia Yaruquí.	95
Tabla 29	Tipos de cultivos de la parroquia Tababela	96
Tabla 30	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Tababela.	97
Tabla 31	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Tababela.	99
Tabla 32	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Tababela.	101
Tabla 33	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Tababela.	103
Tabla 34	Volumen de riego para cultivos de la parroquia Tababela.	105
Tabla 35	Tipos de cultivos de la parroquia Puembo.....	106
Tabla 36	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Puembo.....	107
Tabla 37	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Puembo.....	109
Tabla 38	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Puembo.....	111
Tabla 39	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Puembo.....	113

Tabla 40	Volumen de riego para cultivos de la parroquia Puenbo.	115
Tabla 41	Tipos de cultivos de la parroquia Pifo.	116
Tabla 42	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Pifo.	117
Tabla 43	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Pifo.	119
Tabla 44	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Pifo.	121
Tabla 45	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Pifo.	123
Tabla 46	Volumen de riego para cultivos de la parroquia Pifo.	125
Tabla 47	Cuadro de Datos para el Diseño del Revestimiento	130
Tabla 48	Cuadro de Datos para el Diseño del Canal Trapezoidal	136
Tabla 49	Cuadro de Dimensionamiento para el Tanque	141
Tabla 50	Costo de Inversión Inicial para la Adquisición del Tratamiento mediante Filtración por Carbón Activado.	143
Tabla 51	Costo de Mantenimiento Anual para los Filtros de Carbón Activado.	144
Tabla 52	Comparación de Costos entre Tratamientos de Aguas Residuales	145
Tabla 53	Relación entre la superficie cubierta y el caudal ofertado por el sistema de riego con el caudal re distribuido	146
Tabla 54	Presupuesto para la construcción de las propuestas de optimización.	151
Tabla 55	Análisis de precios unitarios para el Desbroce Manual.	152
Tabla 56	Análisis de precios unitarios para la Excavación en Suelo Natural.	154
Tabla 57	Análisis de precios unitarios para el Revestimiento con Hormigón Armado 210 kg/cm ²	155
Tabla 58	Análisis de precios unitarios para el Encofrado.	157

Tabla 59 Análisis de precios unitarios para el Embaulamiento del canal con Hormigón Armado 210
kg/cm². 159

Índice de Figuras

Figura 1	Trayectoria del canal principal del sistema de riego.....	28
Figura 2	Canal de Riego El Pisque	38
Figura 3	Área de influencia	39
Figura 4	Toma de muestra, kilómetro 29+346.	44
Figura 5	Toma de muestra, sifón invertido.....	44
Figura 6	Cota de Aforado del Caudal	50
Figura 7	Sección Transversal del Canal de Riego El Pisque.....	50
Figura 8	Final del recorrido para el método del flotador	51
Figura 9	Aplicación del método del flotador	53
Figura 10	Medidas del Tramo Analizado para la Medición del Caudal.....	53
Figura 11	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Ascázubi.	58
Figura 12	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Ascázubi.	60
Figura 13	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia de Ascázubi.	62
Figura 14	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Ascázubi.	64
Figura 15	Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Ascázubi.	66
Figura 16	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia El Quinche.....	68
Figura 17	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia El Quinche.....	70
Figura 18	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia El Quinche.....	72
Figura 19	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia El Quinche.....	74

Figura 20	Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia El Quinche.	76
Figura 21	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Checa.	78
Figura 22	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Checa	80
Figura 23	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Checa.	82
Figura 24	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Checa.	84
Figura 25	Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Checa	86
Figura 26	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Yaruquí.....	88
Figura 27	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Yaruquí.....	90
Figura 28	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Yaruquí.....	92
Figura 29	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Yaruquí.....	94
Figura 30	Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Yaruquí.....	96
Figura 31	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Tababela.	98
Figura 32	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Tababela.	100
Figura 33	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Tababela.	102
Figura 34	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Tababela.	104
Figura 35	Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Tababela.....	106
Figura 36	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Puenbo.....	108
Figura 37	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Puenbo.....	110
Figura 38	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Puenbo.....	112
Figura 39	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Puenbo.....	114

Figura 40	Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Puenbo.....	116
Figura 41	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Pifo.....	118
Figura 42	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Pifo.....	120
Figura 43	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Pifo.....	122
Figura 44	Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Pifo.....	124
Figura 45	Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Pifo.....	126
Figura 46	Análisis comparativo de oferta/demanda de agua en el sistema de riego El Pisque Zona 2	126
Figura 47	Análisis comparativo de oferta/demanda de agua en el sistema de riego El Pisque Zona 2 mensualmente	127
Figura 48	Tramos sin revestimiento en el canal.	129
Figura 49	Vegetación presente en el canal de riego.....	129
Figura 50	Dimensionamiento de la Sección Transversal Rectangular del Canal	130
Figura 51	Dimensionamiento de la Sección Transversal Trapezoidal del Canal.....	134
Figura 52	Contaminación presente en el canal de riego.	139
Figura 53	Reacciones y momentos	140
Figura 54	Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Ascázubi.....	147
Figura 55	Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia El Quinche.....	147
Figura 56	Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Checa.	148
Figura 57	Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Yaruquí.....	148
Figura 58	Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Tababela.....	149
Figura 59	Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Puenbo.....	149

- Figura 60** Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Pifo 150
- Figura 61** Análisis comparativo oferta/demanda de agua en el sistema de Riego El Pisque Zona 2.... 150

Resumen

El presente proyecto de investigación tiene por objeto la evaluación y propuesta de optimización de la denominada zona 2 del sistema de riego El Pisque, ubicado en la provincia de Pichincha, el cual atraviesa las parroquias de Ascázubi, El Quinche, Checa, Yaruquí, Tababela, Puembo y Pifo. El canal es el encargado de abastecer del recurso hídrico a las poblaciones aledañas las cuales sustentan parte de su economía en la siembra de cultivos de corto y largo plazo. Durante los recorridos realizados al canal se evidenciaron distintos tipos de problemas derivados de la erosión y contaminación, los cuales afectan directamente al flujo del agua y su calidad, por tal razón se ha planteado propuestas de optimización orientadas a asegurar la funcionalidad del canal y valoradas cuantitativamente mediante el análisis de precios unitarios para definir su viabilidad. Las muestras obtenidas para el análisis de calidad del agua evidenciaron la presencia de coliformes fecales las cuales afectan al desarrollo de los cultivos, por lo cual se planteó la implementación de un tratamiento basado en la utilización de filtros de carbón activado. A su vez, la propuesta de revestimiento del canal se basó en mantener su geometría e implementar una estructura que funcione como embaulamiento para evitar la contaminación causado por factores externos como vegetación y basura.

Palabras Claves: sistema de riego, caudal, calidad del agua, revestimiento, embaulamiento

Abstract

The purpose of the present research project is to evaluate and propose the optimization of the so-called zone 2 of the El Pisque irrigation system, located in the province of Pichincha, which crosses the parishes of Ascázubi, El Quinche, Checa, Yaruquí, Tababela, Puembo and Pifo. The canal is responsible for supplying the hydric resource to the surrounding communities, which sustain part of their economy by growing short and long-term crops. During the different visits to the canal, a lot of types of problems derived from erosion and contamination were observed, which directly affect the flow of water and its quality; for this reason, optimization proposals have been made to guarantee the functionality of the canal and after that, the propose was quantitatively assessed by means of unit price analysis to determinate its viability. The water quality analysis revealed the presence of fecal coliforms, which affect crop development; therefore, the implementation of a treatment based on the use of activated carbon filters was proposed. Likewise, the proposal to line the canal with concrete was based on maintaining the geometry and the implementation of a structure that functions as an embankment to avoid contamination caused by external factors such as vegetation and garbage.

Key words: irrigation system, flow rate, water quality, lining, pumping

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019-2023 de la provincia de Pichincha la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca representa la tercera actividad económica más representativa de la provincia, especialmente para los cantones Mejía, Rumiñahui, Cayambe y Quito (Prefectura de Pichincha, 2019).

Con respecto a los sistemas de riego se destaca el hecho de que la demanda supera la oferta debido a la expansión de la frontera agrícola teniendo como resultado el hecho de que el 69 % de la superficie agropecuaria no cuenta con riego (ESPAC, 2018).

El Canal de riego El Pisque corresponde a uno de los sistemas de riego más importantes de la provincia con una longitud de 70,5 km (Prefectura de Pichincha, 2019). Construido en 1945, se abastece de aguas de los ríos Guachalá y Granobles, que forman parte de la subcuenca del río Guayllabamba; el sistema tiene como beneficiarios en el cantón Cayambe a las parroquias de Cangahua, Otón, Santa Rosa de Cuzubamba, Ascázubi; en la parroquia de Guayllabamba a El Quinche, Checa, Yaruquí, Tababela, Pifo y en el cantón Quito a Puenbo.

La región se caracteriza por la diversidad de sistemas productivos como la floricultura, producción de frutilla, frutales, hortalizas, cultivos de ciclo corto y tubérculos; así como la ganadería y la crianza de porcinos y aves. Estas actividades derivan a la demanda de altos volúmenes de agua que son abastecidas por el sistema de riego.

Actualmente la administración, operación y mantenimiento está a cargo de la Junta General del Sistema de Riego El Pisque y beneficia aproximadamente a 8500 habitantes.

Definición Del Problema

La importancia del canal de riego El Pisque recae en su uso constante para la producción agrícola y ganadera de los habitantes del sector. Sin embargo, el desgaste en la infraestructura del canal que conforma el sistema resulta evidente debido a su antigüedad y, en gran parte, a factores climáticos. Además, la población para la que fue diseñada el sistema ha aumentado considerablemente por lo que el servicio que brinda actualmente no es adecuado en la actualidad.

La evaluación del canal permitirá conocer el estado actual en el que se encuentra el sistema de riego para posteriormente proponer alternativas que contribuyan a mejorar su eficacia con lo cual se espera generar un impacto directo a la calidad de vida de los habitantes.

Objetivos

General

Evaluar las condiciones estructurales e hídricas en las que actualmente funciona el Sistema de Riego El Pisque Zona 2, a través del análisis de calidad y eficiencia del canal con el fin de plantear una propuesta de optimización viable orientada a garantizar la adecuada distribución y manejo del recurso hídricos en las parroquias correspondientes a la Zona 2.

Específicos

- Elaborar un levantamiento de información cartográfica, uso del suelo, recorrido del canal, áreas de riego y tipos de cultivo que componen el sistema.
- Llevar a cabo un análisis de oferta/demanda de agua y análisis de calidad del agua.
- Efectuar una evaluación del estado de infraestructura y servicio del sistema de riego.
- Realizar una propuesta de optimización del sistema de riego El Pisque.

Alcance

El presente estudio tiene como fin evaluar el funcionamiento del sistema de riego El Pisque que inicia en la parroquia Cangahua, cantón Cayambe, provincia de Pichincha y que se extiende, con su canal principal, a lo largo de 70 km hasta las parroquias de Pifo y Puembo.

En primer lugar, se procederán con el levantamiento de información cartográfica del área de influencia del sistema de riego, de modo que se obtengan datos de uso de suelo, área de riego, tipo de cultivos, así como estado actual del mismo mediante la inspección y recorrido de todo el canal. Se prosigue con el análisis de oferta y demanda del agua lo cual permitirá la identificación de las necesidades de la población beneficiada. Además, se realizarán análisis de calidad del agua que permitan visualizar los distintos componentes que pueden llegar a encontrarse en el agua de riego y que posteriormente llegarían a afectar la calidad de los cultivos a lo largo de todo el sistema de riego.

Finalmente se elaborará una evaluación del estado de la infraestructura del sistema, así como del servicio que brinda para la posterior presentación de una propuesta que permitan la optimización del recurso hídrico, adaptándose a todas las condiciones topográficas, hidráulicas y socioeconómicas planteadas previamente, y que les otorgue a los beneficiarios una calidad de vida adecuada.

Justificación

A lo largo del recorrido del sistema de riego múltiples parroquias del noreste de Pichincha resultan beneficiadas por el caudal de agua que pueden usar para sus cultivos. Siendo la agricultura la tercera actividad económica más importante de la provincia y teniendo en cuenta la antigüedad del sistema se evidencia la importancia del presente proyecto ya que permitirá conocer el estado actual del sistema de riego para posteriormente identificar los problemas más críticos que presenta y plantear soluciones que facultan la optimización del sistema logrando de este modo que otorgue un caudal adecuado y de calidad a cada zona de influencia que lo compone.

Capítulo II

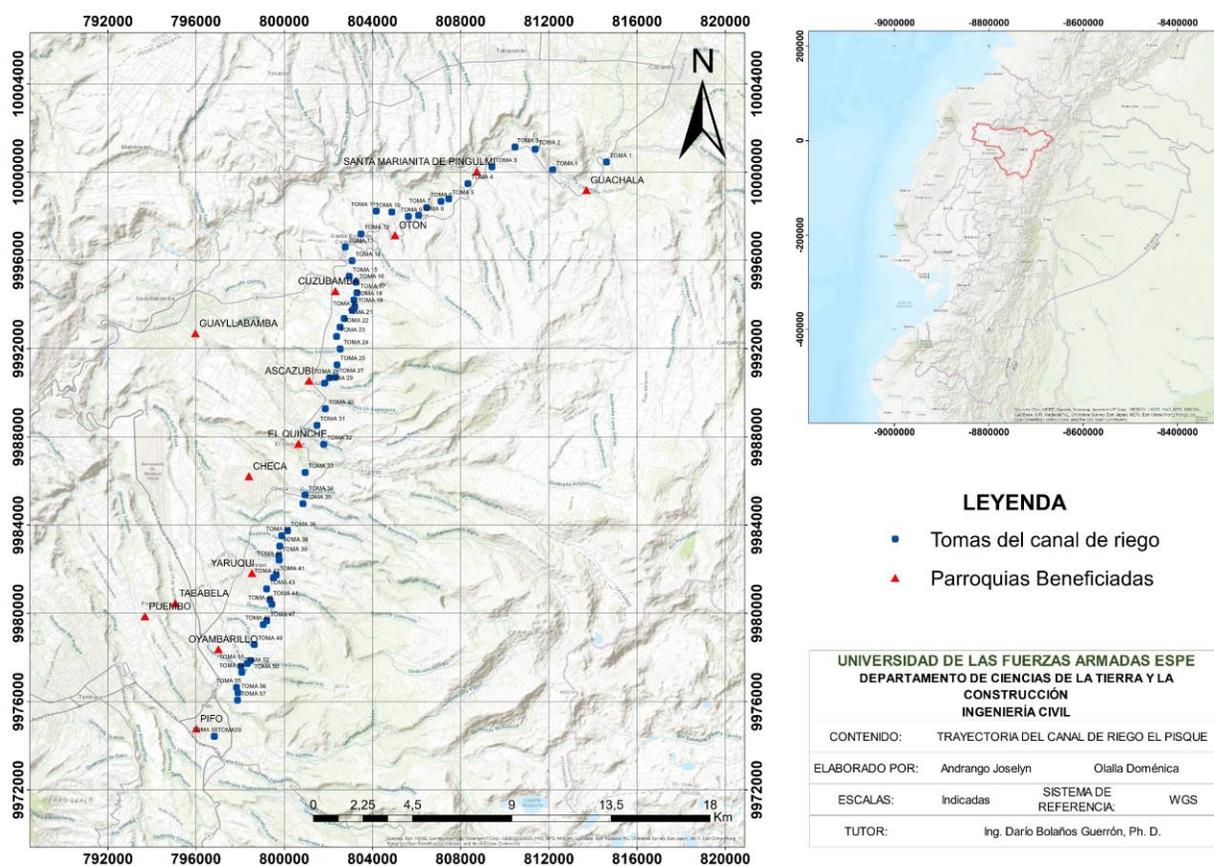
Materiales y Métodos

Ubicación Geográfica del Proyecto

El sistema de riego El Pisque se encuentra ubicado en el cantón Cayambe en las parroquias de Cangahua, Otón, Santa Rosa de Cuzubamba, Ascázubi; en las parroquias de Guayllabamba, El Quinche, Checa, Yaruquí, Tababela, Pifo y Puembo, en el cantón Quito.

Figura 1

Trayectoria del canal principal del sistema de riego.



Nota. La figura identifica las tomas y parroquias por las cuales atraviesa el Sistema de Riego El Pisque.

Uso del Suelo

Para el estudio de la denominada zona 2 se presenta el uso del suelo de las siguientes parroquias:

Uso del suelo en la Parroquia Ascázubi

Dentro del área en lo que respecta a la parroquia de Ascázubi 60 ha, que vienen a representar el 16% del total de su extensión, es utilizada para la producción agrícola de cultivos como: tomate de árbol, trigo, cebada, manzana, maíz, papa, etc. La producción de los mismos representa el sustento económico de una buena parte de la población de la parroquia, quienes se dedican a su comercialización y también autoconsumo (GADPR Ascázubi, 2020).

Uso del suelo en la Parroquia El Quinche

De la extensión total de la parroquia del Quinche, un 50,84% es dedicado a la agricultura, además un 27,47% es utilizado con el fin de conservar y proteger la vegetación del existente, mientras que un 10,46% combina ambas actividades y mientras logra la conservación ambiental también se utiliza para actividades agrícolas, las cuales se caracterizan por producir cultivos de ciclo corto como son el maíz, la alfalfa, verduras como cebolla y lechuga, y también frutas como fresas y mandarinas (GAD El Quinche, 2019).

Uso del suelo en la Parroquia Checa

Con una extensión de 14.076 Ha, los cultivos ocupan aproximadamente un tercio del total del territorio que pertenece a la parroquia de Checa, este suelo es ocupado para el desarrollo de actividades agropecuarias, pero también se dedica al importante cultivo de plantaciones como lo son las flores y frutillas (GADPR Checa, 2020).

Uso del suelo en la Parroquia Yaruquí

En su gran mayoría la superficie que comprende a la parroquia de Yaruquí se dedica a actividades pecuarias, siendo un 42,42% del total el utilizado para este propósito, por otra parte, con un total de 32,59% la conservación del ambiente ocupa el segundo porcentaje más grande por poseer al Parque Nacional Cayambe-Coca, la producción agrícola ocupa entonces un 9,10% de los cuales por lo general están dedicados al cultivo de frutas, aunque también existen cultivos de maíz, leguminosas, cereales y papas. Cabe recalcar que las estructuras agrícolas no se encuentran bien organizadas lo cual dificulta la identificación clara de los cultivos, pudiendo encontrar en una misma extensión pastos cultivados con presencia de árboles frutales, misceláneos de hortalizas, distintos tipos de flores, etc. (SIPAE, 2020).

Uso del suelo en la Parroquia Tababela

La parroquia de Tababela está ocupada generalmente por asentamientos humanos, y un punto importante a lo largo de su extensión es la ubicación del Aeropuerto de Quito, aunque también la agricultura tiene un porcentaje importante en donde debido al clima característico que posee se puede encontrar plantaciones de frutas, diversos tubérculos, hortalizas, verduras, granos y diversas plantas ornamentales, los cuales además de ser usados para el auto consumo y en general consumo de la parroquia llegan a comercializarse exteriormente en parroquias vecinas e incluso en la propia capital, Quito (GADPR Tababela, 2020).

Uso del suelo en la Parroquia Puenbo

Siendo una de las parroquias con mayor extensión en lo que respecta a agricultura, los principales cultivos que se dan a lo largo de la región se dividen de la siguiente forma: maíz (25,24%), fréjol (24,70%), limón (14,41%), flores de verano (6,43%), rosas (5,98%), aguacate (4,31%), mandarina (4,06%), cartucho (2,70%), durazno (2,66%), lechuga (1,95%), entre otras frutas y legumbres (GADPR Puenbo, 2021) .

Uso del suelo en la Parroquia Pifo

De la extensión total de la parroquia de Pifo, aproximadamente 4840,4 Ha se encuentran dedicadas al cultivo, estas áreas generalmente ubicadas en las zonas central y oeste de la parroquia se dedican a la producción de cultivos de ciclo corto, especialmente las papas (GAD Pifo, 2019).

Factores Climáticos

Factores Climáticos en la Parroquia Ascázubi

Dentro de la extensión de la parroquia se encuentra la Estación Meteorológica Tomalón-Tabacundo (M1094), la cual ha permitido la identificación de dos estaciones climáticas, siendo estas la seca y lluvia. Además, determina que en general la temperatura promedio del sector se encuentra entre 15 y 16°C. Los meses de mayo a noviembre son los que presentan el mayor valor de temperatura, mientras que los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril son los que presentan valores ligeramente más bajos con respecto a la media anual. Las variaciones mensuales de las temperaturas son bajas ya que su amplitud (diferencia entre los valores máximos y mínimos) está alrededor de 12°C. La temperatura más alta registrada en el cantón es de 22°C, mientras que las temperaturas más bajas de la parroquia es 10°C (GADPR Ascázubi, 2020).

Con respecto a la precipitación se tiene registros de tener un promedio de 70,8 mm mensualmente, siendo el mes con mayor magnitud de lluvia, abril con 88,6 mm, y por otra parte los meses que presentan mayor precipitación en un día son diciembre y octubre, cuando se registran cantidades de 21,8 mm y 19mm respectivamente. Mientras que los meses con menor precipitación equivalen a enero, febrero, julio y agosto (GADPR Ascázubi, 2020).

Factores Climáticos en la Parroquia El Quinche

Las franjas climáticas sobre las que se ubica la parroquia son Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo que abarca el 43,53% de la superficie de la parroquia; el Ecuatorial de Alta Montaña con el

33,28% de la superficie; y, el Ecuatorial Mesotérmico Seco con el 21,19% de la superficie (GAD El Quinche, 2019).

De acuerdo con lo que establece el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), la precipitación evidencia una distribución mayor para los períodos de febrero, abril, mayo y octubre, mientras que para los meses de junio, julio y noviembre se registran precipitaciones bajas llegando a ser nulas para el primer mes mencionado. En promedio, el total de precipitaciones anuales alcanza los 243,2 mm, mientras que el número de días promedio con presencia de lluvia es 52 mm (GAD El Quinche, 2019).

La temperatura oscila entre los 11° C y 18,1° C, evidenciando temperaturas altas para los meses de julio, agosto y septiembre; mientras que los meses de menor temperatura se presentan en enero, abril y diciembre. La temperatura media general es de 17° C. La temperatura media de rocío es de 14,4° C (GAD El Quinche, 2019).

En cuanto a la humedad relativa, la media anual de la parroquia es del 86%. La humedad mínima es del 50%, mientras que la máxima supera el 98%. Abril, octubre y noviembre son los meses de mayor humedad, mientras que, agosto y septiembre son menos húmedos (GAD El Quinche, 2019).

Factores Climáticos en la Parroquia Checa

Entre las varias franjas climáticas que pueden encontrarse dentro de la parroquia se puede encontrar varianzas entre el frío característico del parámetro hasta el cálido ambiente del clima subtropical, lo cual demuestra la variedad de pisos climáticos que posee la parroquia, que al mismo tiempo se refleja en la variedad de cultivos que puede llegar a producir, según la clasificación climática de Köppen-Geiger y las características antes determinadas se puede decir que se clasifica al clima como templado subhúmedo de montaña (Cwb). Por lo mismo la temperatura también puede variar entre 0,6°C y 15,4° C, siendo este último el medio anual. Con respecto a la precipitación se tiene una media de

802 mm, sin embargo, cabe recalcar que entre los periodos secos y húmedos puede llegar a darse una diferencia de hasta 114 mm de precipitación, lo cual queda demostrado en los meses de julio que ser el mes más seco tiene una precipitación de 10 mm, y al pasar a abril, con mayor cantidad de precipitación se tiene un valor de 124mm (GADPR Checa, 2020).

Factores Climáticos en la Parroquia Yaruquí

Existen dos tipos de climas predominantes en el territorio: clima seco sin exceso de agua, Mesotérmico templado cálido y clima subhúmedo con pequeño déficit de agua, Mesotérmico templado frío (SIPAE, 2020).

Según los valores registrados por la estación meteorológica ubicada en la parroquia los meses más secos son en enero, junio y julio; en contraste el mes con mayor precipitación se da en el mes de abril, los valores de precipitación en su gran mayoría se encuentran entre los 800 – 900 mm. La temperatura puede variar entre 4°C y 17 °C (SIPAE, 2020).

Factores Climáticos en la Parroquia Tababela

La parroquia de Tababela se caracteriza por tener un clima cálido y seco. La temperatura media se encuentra alrededor de los 16 °C, la mínima que alcanza es de 8 °C en promedio y la máxima llega a 23 °C. El verano, que se presenta en los meses de julio, agosto y septiembre destaca por manifestar las temperaturas más extremas del año. El nivel promedio de precipitación es de 74.42 mm mensuales, sin embargo, durante los meses de marzo y abril que son los más lluviosos, puede llegar hasta 130 mm (GADPR Tababela, 2020).

Factores Climáticos en la Parroquia Puembo

La temperatura en la parroquia de Puembo oscila entre los 7° C y 22° C, evidenciando las temperaturas más altas de junio a enero, mientras que los meses de menor temperatura se presentan de agosto a enero. Por otra parte, la precipitación evidencia una distribución mayor para los períodos de

marzo, abril, octubre y noviembre, mientras que para los meses de julio y agosto se registran precipitaciones bajas, con un promedio anual de 71,7 mm (GADPR Puenbo, 2021).

Factores Climáticos en la Parroquia Pifo

El clima de la Parroquia de Pifo es característico de la zona interandina ecuatorial húmedo. De acuerdo al INHAMI, la temperatura máxima de la parroquia va de 16°C a 18°C, con registros de incrementos de hasta 22°C y 24°C en los últimos años, mientras que la temperatura mínima es de 2°C (GAD Pifo, 2019).

La humedad del sector afecta el sentido de temperatura creando rangos con mayores variables como es el caso de Cochaucó y El Tablón que registran temperaturas con rangos de 12 a 18°C. Sin embargo, en términos generales, la parroquia cuenta con un clima primaveral permanente, propicio para actividades agrícolas y ganaderas (GAD Pifo, 2019).

La precipitación normal de la parroquia es de aproximadamente de 1026.9 mm³, que se reparten en dos periodos lluviosos representativos: el primero, en el mes de diciembre y el segundo en abril. La primera estación seca es de mayo a agosto y la primera estación húmeda es en octubre y noviembre. Cabe mencionar que en los últimos años la parroquia ha experimentado cambios climáticos notables con lluvias y sequías de mayor fuerza y contraste que en el pasado (GAD Pifo, 2019).

Relación Agua – Planta – Clima

El agua constituye gran parte de la composición de las plantas siendo el encargado de transportar los nutrientes que necesita para su desarrollo. En el riego, el agua mantiene una importante relación con el suelo y la planta que a su vez se enlaza con los procesos de evaporación y transpiración, los cuales determinan las necesidades hídricas de los cultivos y la frecuencia de riego.

La evaporación es el cambio de estado del agua que se produce por la presencia de rayos solares, estos provocan que el agua que se encuentra en la superficie, sobre el suelo o plantas húmedas, ascienda a la atmósfera.

Mientras que la transpiración es la eliminación del exceso de agua que contiene una planta, es decir, aquella que no es utilizada para su crecimiento y que se encuentra en la superficie de las hojas.

Evapotranspiración

La evapotranspiración o ET es la combinación de los procesos de evaporación y transpiración de las plantas que están directamente relacionadas con factores meteorológicos, tipo de suelo y vegetación. Por lo tanto, su cálculo es utilizado para conocer la cantidad de agua que necesita una planta o cultivo.

Sistemas de Riego

El agua en la agricultura es un recurso fundamental ya que interviene en el desarrollo de los cultivos, por lo cual es necesario su buen manejo y aprovechamiento. En grandes extensiones de cultivos el riego de agua se realiza mediante sistemas de riego que en su mayoría son comunitarios y están a cargo de juntas parroquiales o municipales.

Los sistemas de riego son infraestructuras hidráulicas que proveen la cantidad de agua necesaria a una determinada área de cultivo. Los métodos de riego más utilizados son gravedad, bombeo, aspersión, goteo o mecanizado los cuales son elegidos de acuerdo a las necesidades de cada cultivo y su ubicación geográfica.

Para determinar la implementación de un sistema de riego se debe analizar los siguientes elementos: suelo, agua, clima, cultivo, mano de obra y finanzas (CONGOPE, 2016).

Programación de Riego

La programación de riego permite el ahorro del agua, ya que se basa en las premisas de cuánto, cuándo y cómo regar el agua en los cultivos. Para realizar esta programación se necesita cuantificar las necesidades hídricas de los cultivos a través de la caracterización del suelo en el que se encuentran, siendo fundamental el concepto de velocidad de infiltración.

Demandas de Riego

La necesidad de agua que puede llegar a tener un cultivo será satisfecha por dos fuentes, el agua proveniente de lluvia o el agua de riego, también se puede usar una combinación de ambas.

Sin embargo, existen casos en los que la lluvia cubrirá todas las necesidades del cultivo por lo que su demanda de riego será igual a cero, mientras que en por otra parte de no existir lluvia la demanda de agua será igual al agua total consumida o ET.

Cabe recalcar también que no toda el agua proveniente de la lluvia es utilizada por las plantas ya que esta tiene múltiples destinos como la infiltración en el suelo, el quedarse en la superficie o fluir como escorrentía hacia otros lugares, por lo que la necesidad de agua de riego entonces resultaría en la diferencia entre las necesidades hídricas del cultivo y parte de agua lluvia que, si es utilizada por las plantas, a este valor se le conoce como “Precipitación Efectiva” (CONGOPE, 2016).

El valor de la precipitación efectiva dependerá de factores como: el clima, textura del suelo, topografía, humedad inicial del suelo, porosidad del suelo, entre otros.

Láminas de Riego

Son definidas como la dosis de agua necesaria en un proceso de riego como para lograr el aumento de contenido de humedad en la zona radicular desde un valor inferior al de la fracción de

agotamiento hasta alcanzar un valor superior que coincida con la capacidad del campo (CONGOPE, 2016).

A manera general entonces la lámina de riego equivale a la cantidad de agua aplicada en cada riego por cada unidad de superficie. Existen dos tipos de láminas de riego: la neta y la bruta

Frecuencias de Riego

Se define a esta variable como el número de días transcurridos entre dos riegos sucesivos. Tal valor dependerá del balance que se realice entre la oferta y demanda del agua, es decir, de la capacidad de retención del agua que posea el suelo y la demanda de agua que posea el sistema de riego (CONGOPE, 2016).

Su valor podrá ser determinado en función de la Evapotranspiración diaria del cultivo y la lámina neta.

Tiempo de Riego

Como su nombre lo indica esta variable corresponde al tiempo necesario para que la lámina total de agua se infiltre exitosamente en el terreno, por lo que su valor estará en función de la lámina total y la velocidad de infiltración que posea el suelo (CONGOPE, 2016).

Sistema de Riego El Pisque

El canal de riego El Pisque capta aproximadamente $7,3 \text{ m}^3/\text{s}$ del Río Guáchala, con una sección transversal variable a lo largo de toda la línea de conducción a manera general se tiene una sección de forma trapezoidal con base menor de 2,50 m, base mayor de 5,00 m y altura de 1,65 m (Dávalos & Yépez, 2017).

El sistema no se encuentra revestido por hormigón completamente y existen tramos en los que se transporta el agua mediante conductos abiertos, mientras que también existen conductos cerrados en otros tramos.

Según el Diagnóstico de Riego y Drenaje de la Provincia de Pichincha (2019) este sistema mantiene una tasa efectiva de riego del 78%, y además posee 200 km de canales secundarios y más de 300 km de acequias y canales terciarios.

Figura 2

Canal de Riego El Pisque



Nota. La figura muestra la toma 2 del canal de riego, a pocos metros de la captación.

Área de influencia

El canal se compone de 28 Juntas Modulares que contienen las 59 tomas que son parte del canal de riego abastecen a gran parte de las parroquias: Guachalá, Santa Marianita de Pingulmi, Otón, Cuzubamba, Guayllabamba, Ascázubi, El Quinche, Checa, Yaruquí, Tababela, Puembo y Pifo.

Influencia del Sistema de Riego El Pisque

Influencia del sistema de riego en la Parroquia Ascázubi

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Ascázubi (2020) en la parte baja y central de la parroquia existen empresas y haciendas grandes que aprovechan el agua de riego del canal El Pisque, siendo estas: Monteserrín, con más de 100 has de trigo, cebada, hortalizas, legumbres; y Guanquilquí que cultiva trigo y cebada para transportarlo hacia su segunda hacienda en Pintag.

El canal de riego atraviesa la parroquia con un caudal de 4,50 m³/s y beneficia al 40% de la población total (6761 habitantes), es decir 2704 pobladores los cuales siembran cultivos de ciclo corto principalmente para el autoconsumo (GADPR Ascázubi, 2020).

Influencia del sistema de riego en la Parroquia El Quinche

Beneficia a aproximadamente 720 usuarios en toda la parroquia y los turnos para el riego son cada 8 días (GAD El Quinche, 2019).

Influencia del sistema de riego en la Parroquia Checa

El canal de Riego El Pisque que a lo largo de su recorrido por la parroquia de Checa no posee revestimiento beneficia a 720 habitantes de la misma (GADPR Checa, 2020).

Influencia del sistema de riego en la Parroquia Yaruquí

El agua de Yaruquí proviene del Pisque en un 40% y es utilizada para consumo humano, riego, abrevaderos y para el uso industrial. Con un caudal que llega a la parroquia de 15 l/s existe déficit de agua para la comunidad, a esto se suma la mala calidad debido a los tramos a canal abierto por lo que es contaminada por desechos provenientes de la agricultura, de los potreros y de las fincas. Además, se

recalca que la cantidad de agua disponible también es un problema ya que en verano el caudal actual llega a reducirse hasta en un 50% (SIPAE, 2020).

Influencia del sistema de riego en la Parroquia Tababela

Los canales secundarios y terciarios del Canal del Pisque se encargan de abastecer la cobertura de riego de la parroquia cubriendo el 90% de la parroquia (GADPR Tababela, 2020).

Influencia del sistema de riego en la Parroquia Puembo

Puembo forma parte del sistema de Riego El Pisque, cuya área regable en la parroquia es de 1.554 Has., con un caudal de 1.248,72 l/s. El sistema de riego beneficia a más de 1.000 usuarios, y los turnos para el riego son programados (GADPR Puembo, 2021).

Las tomas 58 y 59 que abastecen a Puembo nacen en la parroquia de Pifo. La toma 58 recorre 7 km por el lado occidental de la parroquia mientras que la toma 59 atraviesa el lado oriental ambas tomas abastecen a 600 usuarios cada una con un costo anual de agua de \$60 dólares por hectárea, por usuario (GADPR Puembo, 2021).

Influencia del sistema de riego en la Parroquia Pifo

El estado operacional actual del canal es funcional y de buena cobertura, sin embargo, se menciona la creación de un proyecto basado en la construcción del sistema de riego Tambiro Pishanga (GAD Pifo, 2019).

Calidad del agua de riego

La calidad del agua es fundamental en la producción de cultivos, por lo cual, es indispensable medir los parámetros que determinan si el agua utilizada para riego es adecuada o no.

Dichos parámetros son determinados por el Ministerio del Ambiente, en su acuerdo ministerial No. 028, en la cual recalca que no se puede utilizar agua servidas para el riego, a menos que sean

tratadas y cumplan con los niveles de calidad. Los criterios de calidad admisible para aguas destinadas a uso agrícola o de riego se presentan en la tabla 1.

Tabla 1

Criterios de calidad de aguas para uso agrícola en riego

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Cobalto	Co	mg/l	0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,2
Cromo	Cr	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	0,2
PH	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	5,0
Selenio	Se	mg/l	0,02

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Vanadio	V	mg/l	0,1
Zinc	Zn	mg/l	2,0
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 ml	1000
Huevos de parásitos			Ausencia
Aceites y grasas	Película Visible		Ausencia
Materia flotante	Visible		Ausencia

Nota. La tabla muestra los límites máximos permisibles de los criterios de calidad para aguas de uso agrícola. Recuperado de: Ministerio del Ambiente, Acuerdo Ministerial No. 028.

Calidad del agua del Sistema de Riego El Pisque

Para determinar la calidad del agua del canal de riego que abastece principalmente a las parroquias de Ascázubi, El Quinche, Checa, Yaruquí, Tababela, Puenbo y Pifo se analizaron los siguientes parámetros:

- Conductividad
- Potencial Hidrógeno, pH
- Sólidos Disueltos
- Temperatura

Para la toma de muestra puntal se establecieron dos sitios: el primer punto en el kilómetro 29+346 y el segundo punto al final del canal de riego, en el sifón invertido. Se tomó una muestra de 1 litro de agua del canal de riego en una botella plástica previamente esterilizada a aproximadamente 10 cm bajo el agua. Las muestras fueron selladas y para su transportación fueron colocadas dentro de un recipiente que aseguraba su conservación en un ambiente fresco y protegido de la luz solar.

Figura 4

Toma de muestra, kilómetro 29+346.



Nota. La figura muestra la toma de muestra del agua del sistema de riego El Pisque.

Figura 5

Toma de muestra, sifón invertido.



Nota. La figura muestra la toma de muestra del agua del sistema de riego El Pisque.

Las muestras obtenidas fueron entregadas al laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador. Los resultados se detallan a continuación:

Tabla 2

Valores obtenidos del análisis fisicoquímico de agua del Sistema de Riego El Pisque.

LUGAR	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITE BÁSICO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADO
Mitad del sistema de riego	Conductividad	236	μs/cm	1000	Cumple
	Potencial	7,4	-	9	Cumple
	Hidrógeno, pH				
	Sólidos Disueltos	175	mg/L	3000	Cumple
	Temperatura	17,5	°C		
	Coliformes Fecales	7900	NMP/100ml	1000	No Cumple
Final del sistema de riego	Conductividad	228	μs/cm	1000	Cumple
	Potencial	7,3	-	9	Cumple
	Hidrógeno, pH				
	Sólidos Disueltos	166	mg/L	3000	Cumple
	Temperatura	17,8	°C		
	Coliformes Fecales	3300	NMP/100ml	1000	No Cumple

Nota. La tabla muestra los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de agua del Sistema de Riego El Pisque y se especifica el cumplimiento del límite máximo permisible para aguas de uso agrícola con respecto al Acuerdo Ministerial No. 028 del Ministerio de Ambiente.

Los resultados obtenidos del análisis de muestras denotan el cumplimiento de los límites básicos permisibles de conductividad, potencial hidrógeno y sólidos disueltos en ambos puntos de muestreo. Sin embargo, el parámetro de coliformes fecales no cumple con lo establecido en el acuerdo ministerial por lo cual se deduce que el agua contiene bacterias que afectan su calidad.

La presencia de coliformes fecales puede deberse a que el canal acoge las aguas provenientes del río Granobles en el que se ha presenciado la descarga directa de aguas servidas que se van distribuyendo a lo largo del canal, razón por la cual se evidencia una disminución de coliformes fecales en comparación al inicio del sistema de riego.

Tratamiento de Agua con Filtros de Carbón Activado

El carbón activado es un material que bien puede ser granular o tener consistencia de polvo, se caracteriza por su gran capacidad de adsorción ya que está compuesto por un significativo número de poros con un tamaño similar y una superficie interna entre 500 a 1500 m^3/gr (Escobar, 2017). El término “activado” viene del hecho que el carbono posee la capacidad de adsorber una gran variedad de moléculas, tal activación puede darse de dos formas: física y química.

- **Activación Física:** Denominada también como activa térmica es realizada mediante el proceso de carbonización del material a muy alta temperatura con el fin de eliminar el hidrógeno y oxígeno, de manera que se obtenga una materia carbonosa y porosa. Posteriormente se procede con un proceso de oxidación agentes oxidantes como bien pueden ser el dióxido de carbono, el vapor de agua, entre otros; de manera que se logra eliminar los productos volátiles y átomos de carbono.
- **Activación Química:** Se la realiza usando reactivos como ácido fosfórico, hidróxido potásico o cloruro de zinc a una temperatura menor en comparación al proceso anteriormente descrito, de

manera que el material queda húmedo y se calienta el horno para finalmente ser lavado de manera que se eliminen los residuos químicos (Escobar, 2017).

Los filtros de carbón consisten en columnas construidas por lo general en acero y pueden operar en dos modos, de forma continua o semi continua, siendo este último el más utilizado debido a que da facilidades de retro lavado al filtro, así como de la recarga con carbón activado fresco. Pueden ser usados con flujo ascendente y descendente, siendo más recurrente el descendente ya que permite tratar una mayor cantidad de agua sin que se genera una gran caída de presión, además de que el flujo ascendente tiene la desventaja de que puede arrastrar y fluidizar el carbón activado si el flujo tiene una elevada velocidad (Suárez, 2014).

Efectividad del Carbón Activado en Aguas Residuales

A través de los años se han realizado múltiples investigaciones sobre el comportamiento del carbón activado en el tratamiento de Aguas Residuales, entre ellos se puede mencionar el estudio de Baettke Ellen et al. (2018), donde menciona que en un período de 165 días el filtro de carbón activado tiene una eficiencia del 94% en la eliminación del DQO. También se menciona que Feihu Zhang et al. (2020) mostró una eficiencia del 53.04% en aguas residuales fenólicas, logrando adsorber el azul del metileno.

En la investigación denominada “Implicaciones de los filtros bilógicos de carbón activado para la eliminación de micro contaminantes en el tratamiento de aguas residuales” por Fundneider T. et al. (2021), demostró que este tipo de filtros a lo largo de 32 meses se logró controlar efectivamente la eliminación de micro contaminantes, carbono orgánico suelto (DOC) y el coeficiente de absorción espectral, en los experimentos realizados se observó que los efluentes mantenían solo un 20% de los contaminantes totales que se tenía en un principio, además de que el control del DOC logró extender la vida útil de los filtros entre un 25-42%.

En 2020 Hillebrand y Domingues, a través del estudio “Pruebas de campo de un sistema de tratamiento de aguas negras in situ a escala doméstica en Sudáfrica” la concentración de DQO en efluentes pasados por filtro de arena se redujo en un 80% y en comparación el filtro de carbón activado mantuvo una comparación 18% menor al del filtro de arena.

La investigación “Producción de carbón activado a partir de aserrín y su eficiencia en tratamiento de aguas residuales” elaborada por Oladimeji (2021) demostró que al utilizar una cantidad de carbón activado óptimo el pH redujo de 7,7 a 7,1, el DBO tuvo una reducción de 288 mg/l a 20 mg/l, en sólidos disueltos totales se cambió de 183,7 mg/l a 16,4 mg/l y el total de sólidos en suspensión fue de 232 mg/l a 15,7 mg/l.

Sahondo (2020) también demuestra la viabilidad del uso de este tratamiento en donde tras un uso continuo de 8 meses se requirió un retrolavado con poca frecuencia y no se vio necesario el reemplazo de carbón activado, por lo que sugiere que este cambio se haga en 1 año o más.

Medición de Caudal

Método del Flotador

Este método generalmente usado en canales o ríos se aplica mayormente en casos de no poseer equipos de medición, y para llevarlo a cabo es necesario conocer la sección transversal y la velocidad del agua. La medición de velocidad se determina a partir de la observación del tiempo que demora un objeto en recorrer una distancia específica, en este caso objetos flotantes que pueden llegar a ser botellas plásticas, latas, corchos, naranjas, etc. Cabe recalcar que este método solo provee una medida aproximada del caudal.

A manera general Torres (2018) especifica que los casos en los que se utiliza tal método son los siguientes:

- En períodos de máximas avenidas o crecidas de los ríos
- Cuando exista una excesiva velocidad de agua, y se dificulte el uso de un correntómetro
- En casos donde el nivel de agua sea muy bajo
- Cuando peligre la vida de la persona a realizar el aforo
- En caso de encontrarse la presencia de algas y sedimentos que impidan la medición con otros equipos

De la misma forma establece que para que un elemento pueda considerarse flotador y ser apto para llevar a cabo el procedimiento cumplirá con las siguientes características:

- Puede utilizarse trozos de ramas, pequeños troncos, botellas plásticas, latas de leche, etc.
- De utilizarse botellas como flotador estas deberán estar tapadas herméticamente y estar rellenas parcialmente de agua, aproximadamente $\frac{3}{4}$ de la misma
- Es necesario que en su mayoría el flotador se encuentre sumergido y solo emerja lo suficiente para ser distinguido, de manera que no pueda ser afectado por factores externos como el viento lo que podría alterar su curso y velocidad, dando mediciones inexactas
- Todos los flotadores serán similares en tamaño y peso, además de poseer un color distintivo que permita su diferenciación en toda la trayectoria.

Procedimiento

El aforo de caudal fue realizado el día Lunes 2 de enero de 2023, a las 12:50 de la mañana en el kilómetro 34 + 195 del canal de Riego, siendo esta sección del canal, compuesta por revestimiento de hormigón.

Figura 6

Cota de Aforado del Caudal



Nota. La figura muestra la cota 34 + 195 del canal, en donde se realizó la aplicación del Método del Flotador.

Figura 7

Sección Transversal del Canal de Riego El Pisque



Nota. La figura muestra la sección transversal del canal, en donde se realizó la aplicación del Método del Flotador.

Como primer paso se procede a la medición de la sección del canal, obteniendo 4m de ancho que fueron medidos haciendo uso del puente observado en la Figura 7, mientras que para la altura del espejo de agua se utilizó una rama de gran magnitud y se observó la longitud hasta donde se sumergió, siendo esta de 1,50 m, al ser la sección rectangular con estas medidas se determinará el área necesaria para el cálculo.

Tras esto se procede al establecimiento de los puntos de medición para la toma de tiempo de velocidad del flotador, se utiliza el puente como marca de inicio del recorrido y una cuerda como final ubicada a una distancia de 5m.

Figura 8

Final del recorrido para el método del flotador



Nota. La figura muestra la marca del Final del Recorrido de 5,00 m para la aplicación del Método del Flotador.

Se procede entonces con la medición de tiempo que el flotador se demora en recorrer el tramo previamente establecido, utilizando naranjas como objeto flotador y con un total de 10 mediciones se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 3

Tiempos obtenidos con el Método del Flotador para el Sistema de Riego El Pisque

MÉTODO	TIEMPO (s)
	5,84
	6,82
	5,49
	6,88
Método del Flotador	6,29
	6,89
	6,23
	6,82
	5,70
	6,80
Promedio	6,38

Nota. La tabla muestra los resultados obtenidos del Método del Flotador para el tiempo recorrido.

Figura 9

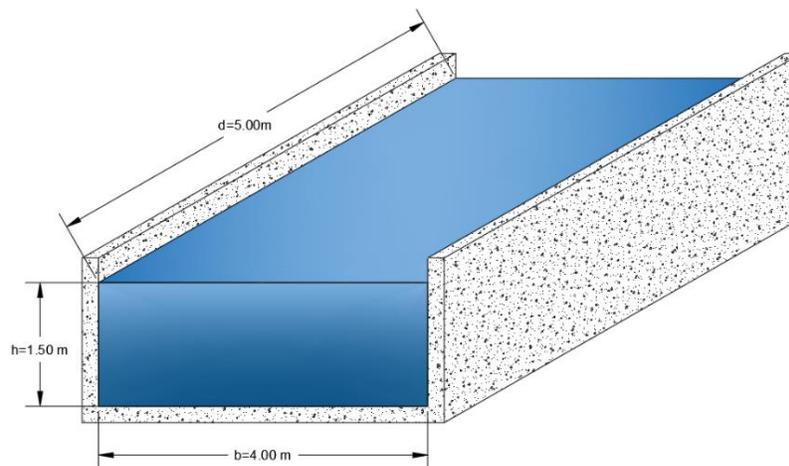
Aplicación del método del flotador



Nota. La figura muestra el flotador recorriendo el tramo analizado para la aplicación del Método del Flotador.

Figura 10

Medidas del Tramo Analizado para la Medición del Caudal



Nota. La figura muestra las medidas del canal analizado para la aplicación del Método del Flotador.

Una vez determinadas todas las variables para el cálculo del caudal se realizan las diferentes operaciones matemáticas

$$A = b \cdot h$$

En donde:

- A: área de la sección (m²)
- b: base de la sección (m)
- h: altura de la sección (m)

$$A = 4,00 \cdot 1,50 = 6,00 \text{ m}^2$$

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

En donde:

- v: velocidad (m/s)
- d: distancia recorrida (m)
- t: tiempo promedio (s)

$$v = \frac{5,00}{6,38} = 0,784 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q = v \cdot A$$

En donde:

- Q: caudal (m³/s)
- v: velocidad (m/s)
- A: área de la sección (m²)

$$Q = 0,784 \cdot 6,00 = 4,705 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 4705,14 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

El caudal obtenido es de 4,705 m³/s.

Oferta y Demanda del agua

El canal de riego El Pisque está compuesto por 59 tomas que, en la zona 2, atraviesa siete parroquias. La forma en la cual se distribuye el agua es de 0,8 l/s por cada 10.000 m². La información acerca del caudal y área cubierta en cada parroquia se detalla a continuación:

Tabla 4

Relación entre la superficie cubierta y el caudal ofertado por el sistema de riego.

Parroquia	Superficie Cubierta (Ha)	Caudal ofertado (l/s)	Caudal ofertado (m³/año)
Ascázubi	797,21	637,77	20112714,72
El Quinche	1204,00	963,20	30375475,20
Checa	749,00	599,20	18896371,20
Yaruquí	1955,00	1564,00	49322304,00
Tababela	975,10	780,08	24600602,88
Puembo	1461,75	1169,40	36878198,40
Pifo	505,95	404,76	12764511,36
Total	7648,01	6118,41	192950177,76

Nota. La tabla muestra la información acerca de la superficie cubierta y el caudal ofertado por la Junta de Riego El Pisque.

Para el cálculo de la demanda de agua de los cultivos de cada parroquia se obtuvieron los datos de precipitación, temperatura, humedad relativa y vientos del anuario hidrometeorológico a cargo de la EPMAPS Y FONAG. Para la parroquia de Ascázubi se la información meteorológica de la estación M5031 Chumillos mientras que, para las parroquias de El Quinche, Checa, Yaruquí, Tababela y Puembo se utilizó

la estación C06 Yaruquí. Finalmente, para la parroquia de Pifo se utilizó la estación M5075 Itulcachi, la cual contenía la información necesaria para el análisis.

A continuación, se describen los cultivos de cada parroquia que utilizan el agua del canal para el riego de cultivos a gravedad o por aspersión.

Oferta y Demanda del agua en la Parroquia Ascázubi

Tabla 5

Tipos de cultivos de la parroquia Ascázubi.

Parroquia	Área Total Ha	Tipo de Cultivo	Área Cultivada Ha
Ascázubi	3703,10	Trigo	797,21
		Maíz	
		Rosas	
		Alfalfa	

Nota. La tabla indica el tipo de cultivo al que abastece el sistema de riego El Pisque en la parroquia Ascázubi.

Tabla 6

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

						Datos de Suelo	
Cultivo	Trigo		Fases	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,60
Kc	Primera Fase	0,35	<i>Inicial</i>	15	139	<i>CC (%)</i>	0,22
	Segunda Fase	0,75	<i>Desarrollo</i>	25	218	<i>Da</i>	1,40
	Tercera Fase	1,10	<i>Intermedio</i>	50	366	<i>PMP (%)</i>	0,10
	Cuarta Fase	0,65	<i>Final</i>	30	253	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			Total	120		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de trigo.

Figura 11

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

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p*(0,46*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mensual (mm)	Etc diario (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	61,50	43,05	1,39	8,21	83,00	2,41	3,21	2,14	66,34	1,10	72,97	2,35	0,97	61,43	36,86	9	47,25	46,28
Febrero	113,90	79,73	2,85	8,51	85,00	2,51	3,25	2,18	61,04	0,65	39,68	1,42	-1,43	42,53	25,52	9	32,71	34,14
Marzo	257,90	180,53	5,82	7,55	88,00	2,16	3,13	2,06	63,86	0,35	22,35	0,72	-5,10	23,39	14,03	9	17,99	23,09
Abril	127,90	89,53	2,98	8,39	80,00	2,21	3,24	2,17	65,1	0,75	48,83	1,63	-1,36	36,62	21,97	9	28,17	29,53
Mayo	122,30	85,61	2,76	8,46	81,00	2,38	3,25	2,18	67,58	1,10	74,34	2,40	-0,36	61,43	36,86	9	47,25	47,61
Junio	57,40	40,18	1,34	7,88	78,00	2,10	3,17	2,10	63	0,65	40,95	1,37	0,03	42,53	25,52	9	32,71	32,69
Julio	12,50	8,75	0,28	7,67	75,00	2,74	3,15	2,08	64,48	0,35	22,57	0,73	0,45	23,39	14,03	9	17,99	17,55
Agosto	8,00	5,60	0,18	7,57	74,00	2,74	3,14	2,07	64,17	0,75	48,13	1,55	1,37	36,62	21,97	9	28,17	26,80
Septiembre	71,10	49,77	1,66	7,80	73,00	2,76	3,16	2,09	62,7	1,10	68,97	2,30	0,64	61,43	36,86	9	47,25	46,61
Octubre	162,50	113,75	3,67	8,42	77,00	2,20	3,24	2,17	67,27	0,65	43,73	1,41	-2,26	42,53	25,52	9	32,71	34,97
Noviembre	223,20	156,24	5,21	7,91	86,00	2,03	3,18	2,11	63,3	0,35	22,16	0,74	-4,47	23,39	14,03	9	17,99	22,46
Diciembre	132,80	92,96	3,00	8,61	85,00	2,42	3,26	2,19	67,89	0,75	50,92	1,64	-1,36	36,62	21,97	9	28,17	29,52
Total	1351,00	945,7	31,14						25,54		776,73			491,87	295,12	108,00	378,36	391,25

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de trigo.

Tabla 7

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

Cultivo			Fases			Datos de Suelo	
Kc	Maíz			Días	Z (mm)		
	Primera Fase	0,40	<i>Inicial</i>	30	180	<i>Umbral</i>	0,40
	Segunda Fase	0,80	<i>Desarrollo</i>	50	275	<i>CC (%)</i>	0,22
	Tercera Fase	1,15	<i>Intermedio</i>	65	333	<i>Da</i>	1,40
	Cuarta Fase	1,00	<i>Final</i>	35	206	<i>PMP (%)</i>	0,10
<hr/>			Total	180		<i>Ef. Riego</i>	78%
						<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de maíz.

Figura 12

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

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p*(0,46*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	61,50	43,05	1,39	8,21	83,00	2,41	3,21	2,14	66,34	1,15	76,29	2,46	1,07	55,97	22,39	9	28,70	27,63
Febrero	113,90	79,73	2,85	8,51	85,00	2,51	3,25	2,18	61,04	1,15	70,20	2,51	-0,34	55,97	22,39	9	28,70	29,04
Marzo	257,90	180,53	5,82	7,55	88,00	2,16	3,13	2,06	63,86	1,00	63,86	2,06	-3,76	34,55	13,82	9	17,72	21,48
Abril	127,90	89,53	2,98	8,39	80,00	2,21	3,24	2,17	65,1	0,40	26,04	0,87	-2,12	30,24	12,10	9	15,51	17,62
Mayo	122,30	85,61	2,76	8,46	81,00	2,38	3,25	2,18	67,58	0,80	54,06	1,74	-1,02	46,20	18,48	9	23,69	24,71
Junio	57,40	40,18	1,34	7,88	78,00	2,10	3,17	2,10	63	0,80	50,40	1,68	0,34	46,20	18,48	9	23,69	23,35
Julio	12,50	8,75	0,28	7,67	75,00	2,74	3,15	2,08	64,48	1,15	74,15	2,39	2,11	55,97	22,39	9	28,70	26,59
Agosto	8,00	5,60	0,18	7,57	74,00	2,74	3,14	2,07	64,17	1,15	73,80	2,38	2,20	55,97	22,39	9	28,70	26,50
Septiembre	71,10	49,77	1,66	7,80	73,00	2,76	3,16	2,09	62,7	1,00	62,70	2,09	0,43	34,55	13,82	9	17,72	17,28
Octubre	162,50	113,75	3,67	8,42	77,00	2,20	3,24	2,17	67,27	0,40	26,91	0,87	-2,80	30,24	12,10	9	15,51	18,31
Noviembre	223,20	156,24	5,21	7,91	86,00	2,03	3,18	2,11	63,3	0,80	50,64	1,69	-3,52	46,20	18,48	9	23,69	27,21
Diciembre	132,80	92,96	3,00	8,61	85,00	2,42	3,26	2,19	67,89	0,80	54,31	1,75	-1,25	46,20	18,48	9	23,69	24,94
Total	1351,00	945,7	31,14					25,54	776,73		683,36	22,49		538,23	215,29	108,00	276,02	284,67

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de maíz.

Tabla 8

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

Cultivo			Fases			Datos de Suelo	
	Rosas			Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,40
Kc	Primera Fase	0,35	<i>Inicial</i>	25	102	<i>CC (%)</i>	0,22
	Segunda Fase	0,75	<i>Desarrollo</i>	35	134	<i>Da</i>	1,40
	Tercera Fase	1,15	<i>Intermedio</i>	45	162	<i>PMP (%)</i>	0,10
	Cuarta Fase	0,55	<i>Final</i>	25	102	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			<hr/>			<hr/>	
			Total	130		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	
<hr/>			<hr/>			<hr/>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de rosas.

Figura 13

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia de Ascóubi.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p^{*(0,46*T+8,13)}$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	61,50	43,05	1,39	8,21	83,00	2,41	3,21	2,14	66,34	0,55	36,49	1,18	-0,21	17,11	6,84	9	8,77	8,99
Febrero	113,90	79,73	2,85	8,51	85,00	2,51	3,25	2,18	61,04	0,35	21,36	0,76	-2,08	17,11	6,84	9	8,77	10,86
Marzo	257,90	180,53	5,82	7,55	88,00	2,16	3,13	2,06	63,86	0,75	47,90	1,55	-4,28	22,55	9,02	9	11,56	15,84
Abril	127,90	89,53	2,98	8,39	80,00	2,21	3,24	2,17	65,1	1,15	74,87	2,50	-0,49	61,43	24,57	9	31,50	31,99
Mayo	122,30	85,61	2,76	8,46	81,00	2,38	3,25	2,18	67,58	0,55	37,17	1,20	-1,56	17,11	6,84	9	8,77	10,34
Junio	57,40	40,18	1,34	7,88	78,00	2,10	3,17	2,10	63	0,35	22,05	0,74	-0,60	17,11	6,84	9	8,77	9,38
Julio	12,50	8,75	0,28	7,67	75,00	2,74	3,15	2,08	64,48	0,75	48,36	1,56	1,28	22,55	9,02	9	11,56	10,28
Agosto	8,00	5,60	0,18	7,57	74,00	2,74	3,14	2,07	64,17	1,15	73,80	2,38	2,20	27,18	10,87	9	13,94	11,74
Septiembre	71,10	49,77	1,66	7,80	73,00	2,76	3,16	2,09	62,7	0,55	34,49	1,15	-0,51	17,11	6,84	9	8,77	9,28
Octubre	162,50	113,75	3,67	8,42	77,00	2,20	3,24	2,17	67,27	0,35	23,54	0,76	-2,91	17,11	6,84	9	8,77	11,68
Noviembre	223,20	156,24	5,21	7,91	86,00	2,03	3,18	2,11	63,3	0,75	47,48	1,58	-3,63	22,55	9,02	9	11,56	15,19
Diciembre	132,80	92,96	3,00	8,61	85,00	2,42	3,26	2,19	67,89	1,15	78,07	2,52	-0,48	27,18	10,87	9	13,94	14,42
Total	1351,00	945,7	31,14					25,54	776,73		545,56	17,87		286,08	114,43	108,00	146,71	159,98

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de rosas.

Tabla 9

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

Cultivo			Fases			Datos de Suelo	
Kc	Alfalfa		Fases	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,60
	Primera Fase	0,35	<i>Inicial</i>	20	316	<i>CC (%)</i>	0,22
	Segunda Fase	0,75	<i>Desarrollo</i>	30	437	<i>Da</i>	1,40
	Tercera Fase	1,10	<i>Intermedio</i>	35	489	<i>PMP (%)</i>	0,10
	Cuarta Fase	0,65	<i>Final</i>	15	164	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			Total	100		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de alfalfa.

Figura 14

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

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p*(0,46*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	61,50	43,05	1,39	8,21	83,00	2,41	3,21	2,14	66,34	0,65	43,12	1,39	0,00	27,56	16,53	9	21,20	21,19
Febrero	113,90	79,73	2,85	8,51	85,00	2,51	3,25	2,18	61,04	0,35	21,36	0,76	-2,08	53,07	31,84	9	40,82	42,91
Marzo	257,90	180,53	5,82	7,55	88,00	2,16	3,13	2,06	63,86	0,75	47,90	1,55	-4,28	73,48	44,09	9	56,53	60,80
Abril	127,90	89,53	2,98	8,39	80,00	2,21	3,24	2,17	65,1	1,10	71,61	2,39	-0,60	82,16	49,29	9	63,20	63,80
Mayo	122,30	85,61	2,76	8,46	81,00	2,38	3,25	2,18	67,58	0,65	43,93	1,42	-1,34	27,56	16,53	9	21,20	22,54
Junio	57,40	40,18	1,34	7,88	78,00	2,10	3,17	2,10	63	0,35	22,05	0,74	-0,60	53,07	31,84	9	40,82	41,43
Julio	12,50	8,75	0,28	7,67	75,00	2,74	3,15	2,08	64,48	0,75	48,36	1,56	1,28	73,48	44,09	9	56,53	55,25
Agosto	8,00	5,60	0,18	7,57	74,00	2,74	3,14	2,07	64,17	1,10	70,59	2,28	2,10	82,16	49,29	9	63,20	61,10
Septiembre	71,10	49,77	1,66	7,80	73,00	2,76	3,16	2,09	62,7	0,65	40,76	1,36	-0,30	27,56	16,53	9	21,20	21,50
Octubre	162,50	113,75	3,67	8,42	77,00	2,20	3,24	2,17	67,27	0,35	23,54	0,76	-2,91	53,07	31,84	9	40,82	43,73
Noviembre	223,20	156,24	5,21	7,91	86,00	2,03	3,18	2,11	63,3	0,75	47,48	1,58	-3,63	73,48	44,09	9	56,53	60,15
Diciembre	132,80	92,96	3,00	8,61	85,00	2,42	3,26	2,19	67,89	1,10	74,68	2,41	-0,59	82,16	49,29	9	63,20	63,79
Total	1351,00	945,7	31,14					25,54	776,73		555,37	18,18		708,81	425,28	108,00	545,24	558,19

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de alfalfa.

Tabla 10

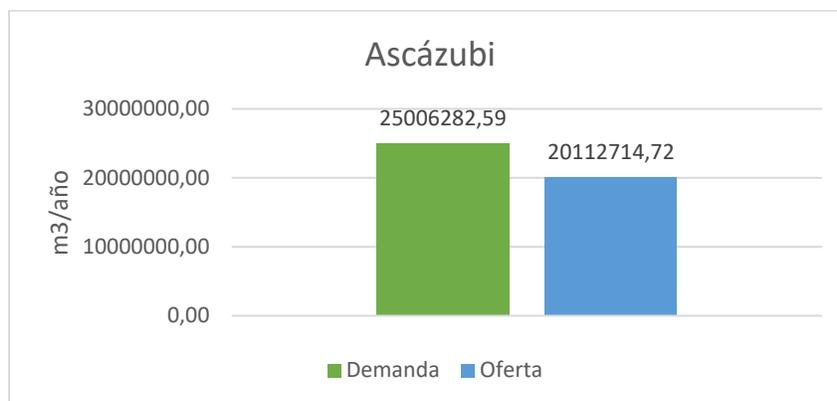
Volumen de riego para cultivos de la parroquia Ascázubi.

Parroquia Ascázubi									
		Área ha		797,21					
		Área m ²		7972100					
		Trigo	Maíz	Rosas	Alfalfa	Promedio			
Meses	Lámina	Lámina	Lámina	Lámina	Lámina	Volumen	Volumen de	Volumen	
	aplicar	aplicar	aplicar	aplicar	aplicar	de riego	riego	de riego	
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m3)	(m3/mes)	(m3/día)	
Enero	46,28	27,63	8,99	21,19	26,02	207461,16	1867150,47	60230,66	
Febrero	34,14	29,04	10,86	42,91	29,24	233084,73	2097762,61	74920,09	
Marzo	23,09	21,48	15,84	60,80	30,30	241589,33	2174303,97	70138,84	
Abril	29,53	17,62	31,99	63,80	35,73	284871,01	2563839,09	85461,30	
Mayo	47,61	24,71	10,34	22,54	26,30	209671,27	1887041,43	60872,30	
Junio	32,69	23,35	9,38	41,43	26,71	212944,50	1916500,51	63883,35	
Julio	17,55	26,59	10,28	55,25	27,42	218570,80	1967137,17	63456,04	
Agosto	26,80	26,50	11,74	61,10	31,53	251390,84	2262517,60	72984,44	
Septiembre	46,61	17,28	9,28	21,50	23,67	188691,94	1698227,48	56607,58	
Octubre	34,97	18,31	11,68	43,73	27,17	216637,52	1949737,66	62894,76	
Noviembre	22,46	27,21	15,19	60,15	31,25	249151,32	2242361,92	74745,40	
Diciembre	29,52	24,94	14,42	63,79	33,17	264411,41	2379702,67	76764,60	
Total	391,25	284,67	159,98	558,19	348,52	2778475,84	25006282,59	822959,37	

Nota. La tabla indica el volumen de riego a aplicar expresado en m³/día de los cultivos.

Figura 15

Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Ascázubi.



Nota. La figura muestra gráficamente el análisis de la oferta y demanda del sistema de riego.

De acuerdo a la tabla 10 y la figura 11, en la parroquia Ascázubi la demanda supera a la oferta con una diferencia de 4893567,87 m³/año, es decir 155,17 l/s.

Oferta y Demanda del agua en la Parroquia El Quinche

Tabla 11

Tipos de cultivos de la parroquia El Quinche.

Parroquia	Área Total Ha	Tipo de Cultivo	Área Cultivada Ha
El Quinche	7.469,00	Hortalizas	1204,00
		Maíz	
		Papas	
		Rosas	

Nota. La tabla indica el tipo de cultivo al que abastece el sistema de riego El Pisque en la parroquia El Quinche.

Tabla 12

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia El Quinche.

Cultivo			Fases			Datos de Suelo	
Kc	Hortalizas		<i>Inicial</i>	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,30
	Primera Fase	0,45		15	93	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,60	<i>Desarrollo</i>	30	169	<i>Da</i>	1,30
	Tercera Fase	1,00	<i>Intermedio</i>	55	258	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	0,90	<i>Final</i>	20	120	<i>Ef. Riego</i>	78%
Total				120		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de hortalizas.

Figura 16

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia El Quinche.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p*(0,46*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mensual (mm)	Etc diario (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	0,45	31,81	1,03	-0,16	19,31	5,79	9	7,43	7,58
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	0,60	39,31	1,40	-0,66	35,10	10,53	9	13,50	14,16
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	1,00	68,51	2,21	-3,42	53,63	16,09	9	20,63	24,04
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	0,90	59,94	2,00	-1,25	24,96	7,49	9	9,60	10,85
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,45	31,11	1,00	-0,99	19,31	5,79	9	7,43	8,42
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	0,60	40,50	1,35	-0,11	35,10	10,53	9	13,50	13,61
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	1,00	71,61	2,31	2,16	53,63	16,09	9	20,63	18,46
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	0,90	64,17	2,07	1,37	24,96	7,49	9	9,60	8,23
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	0,45	30,38	1,01	-0,08	19,31	5,79	9	7,43	7,50
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,60	41,29	1,33	-4,49	35,10	10,53	9	13,50	17,99
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	1,00	67,50	2,25	-1,15	53,63	16,09	9	20,63	21,78
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	0,90	64,73	2,09	0,58	24,96	7,49	9	9,60	9,02
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		610,85	20,05		398,97	119,69	108,00	153,45	161,65

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de hortalizas.

Tabla 13

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia El Quinche.

						Datos de Suelo	
Cultivo	Maíz		Fases	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,40
Kc	Primera Fase	0,40	<i>Inicial</i>	30	180	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,80	<i>Desarrollo</i>	50	275	<i>Da</i>	1,30
	Tercera Fase	1,15	<i>Intermedio</i>	65	333	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	1,00	<i>Final</i>	35	206	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			Total	180		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de maíz.

Figura 17

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia El Quinche.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p*(0,46*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	1,15	81,28	2,62	1,44	69,29	27,72	9	35,53	34,10
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	1,15	75,35	2,69	0,63	69,29	27,72	9	35,53	34,90
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	1,00	68,51	2,21	-3,42	42,77	17,11	9	21,93	25,35
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	0,40	26,64	0,89	-2,36	37,44	14,98	9	19,20	21,56
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,80	55,30	1,78	-0,21	57,20	22,88	9	29,33	29,54
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	0,80	54,00	1,80	0,34	57,20	22,88	9	29,33	29,00
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	1,15	82,35	2,66	2,51	69,29	27,72	9	35,53	33,02
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	1,15	82,00	2,65	1,94	69,29	27,72	9	35,53	33,59
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	1,00	67,50	2,25	1,16	42,77	17,11	9	21,93	20,78
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,40	27,53	0,89	-4,93	37,44	14,98	9	19,20	24,13
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	0,80	54,00	1,80	-1,60	57,20	22,88	9	29,33	30,94
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	0,80	57,54	1,86	0,35	57,20	22,88	9	29,33	28,98
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		731,99	24,09		666,38	266,55	108,00	341,73	345,89

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de maíz.

Tabla 14

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia El Quinche.

						Datos de Suelo	
Cultivo	Papas		Fases	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,40
Kc	Primera Fase	0,60	<i>Inicial</i>	30	120	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,75	<i>Desarrollo</i>	50	183	<i>Da</i>	1,30
	Tercera Fase	1,15	<i>Intermedio</i>	65	222	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	0,75	<i>Final</i>	35	137	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			<hr/>			<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	
			Total	180			

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de papas.

Figura 18

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia El Quinche.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p*(0,46*T+B,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	1,15	81,28	2,62	1,44	46,19	18,48	9	23,69	22,25
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	0,75	49,14	1,76	-0,31	28,51	11,41	9	14,62	14,93
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	0,60	41,11	1,33	-4,30	24,96	9,98	9	12,80	17,10
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	0,75	49,95	1,67	-1,58	38,13	15,25	9	19,56	21,14
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,75	51,85	1,67	-0,32	38,13	15,25	9	19,56	19,88
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	1,15	77,63	2,59	1,12	46,19	18,48	9	23,69	22,56
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	1,15	82,35	2,66	2,51	46,19	18,48	9	23,69	21,18
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	0,75	53,48	1,73	1,02	28,51	11,41	9	14,62	13,60
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	0,60	40,50	1,35	0,26	24,96	9,98	9	12,80	12,54
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,75	51,62	1,67	-4,16	38,13	15,25	9	19,56	23,71
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	0,75	50,63	1,69	-1,71	38,13	15,25	9	19,56	21,27
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	1,15	82,71	2,67	1,16	46,19	18,48	9	23,69	22,52
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		712,23	23,38		444,25	177,70	108,00	227,82	232,69

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de papas.

Tabla 15

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia El Quinche.

						Datos de Suelo	
Cultivo	Rosas		Fases	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,40
Kc	Primera Fase	0,35	<i>Inicial</i>	25	102	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,75	<i>Desarrollo</i>	35	134	<i>Da</i>	1,30
	Tercera Fase	1,15	<i>Intermedio</i>	45	162	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	0,55	<i>Final</i>	25	102	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			<hr/>			<hr/>	
			Total	130		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	
<hr/>			<hr/>			<hr/>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de rosas.

Figura 19

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia El Quinche.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p^*(0,46*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	0,55	38,87	1,25	0,07	21,18	8,47	9	10,86	10,80
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	0,35	22,93	0,82	-1,24	21,18	8,47	9	10,86	12,11
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	0,75	51,38	1,66	-3,97	27,91	11,17	9	14,31	18,28
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	1,15	76,59	2,55	-0,69	69,29	27,72	9	35,53	36,23
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,55	38,02	1,23	-0,77	21,18	8,47	9	10,86	11,63
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	0,35	23,63	0,79	-0,68	21,18	8,47	9	10,86	11,54
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	0,75	53,71	1,73	1,59	27,91	11,17	9	14,31	12,73
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	1,15	82,00	2,65	1,94	33,65	13,46	9	17,25	15,31
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	0,55	37,13	1,24	0,15	21,18	8,47	9	10,86	10,72
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,35	24,09	0,78	-5,04	21,18	8,47	9	10,86	15,91
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	0,75	50,63	1,69	-1,71	27,91	11,17	9	14,31	16,03
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	1,15	82,71	2,67	1,16	33,65	13,46	9	17,25	16,09
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		581,67	19,05		347,43	138,97	108,00	178,17	187,38

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de rosas.

Tabla 16

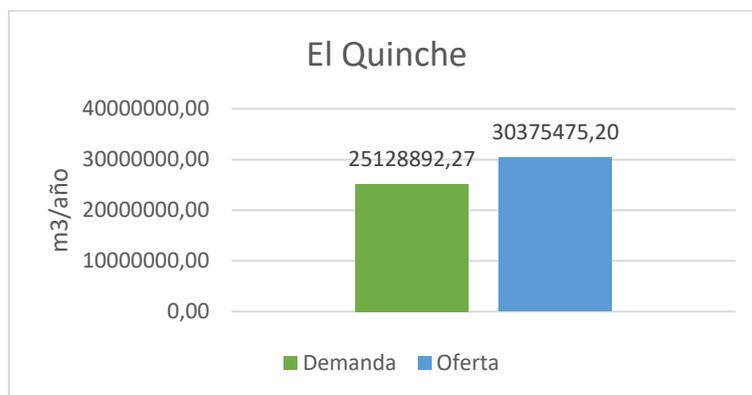
Volumen de riego para cultivos de la parroquia El Quinche.

Parroquia El Quinche								
		Área ha		1204,00				
		Área m ²		12040000				
		Hortalizas	Maíz	Papas	Rosas	Promedio		
Meses	Lámina	Lámina	Lámina	Lámina	Lámina	Volumen	Volumen de	Volumen
	aplicar	aplicar	aplicar	aplicar	aplicar	de riego	riego	de riego
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m ³)	(m ³ /mes)	(m ³ /día)
Enero	7,58	34,10	22,25	10,80	18,68	224934,48	2024410,32	65303,56
Febrero	14,16	34,90	14,93	12,11	19,03	229062,39	2061561,49	73627,20
Marzo	24,04	25,35	17,10	18,28	21,19	255181,82	2296636,38	74085,04
Abril	10,85	21,56	21,14	36,23	22,44	270228,44	2432055,92	81068,53
Mayo	8,42	29,54	19,88	11,63	17,37	209095,00	1881855,02	60705,00
Junio	13,61	29,00	22,56	11,54	19,18	230906,51	2078158,63	69271,95
Julio	18,46	33,02	21,18	12,73	21,35	257034,77	2313312,95	74623,00
Agosto	8,23	33,59	13,60	15,31	17,69	212936,60	1916429,44	61820,30
Septiembre	7,50	20,78	12,54	10,72	12,89	155136,12	1396225,07	46540,84
Octubre	17,99	24,13	23,71	15,91	20,44	246045,29	2214407,63	71432,50
Noviembre	21,78	30,94	21,27	16,03	22,50	270935,16	2438416,46	81280,55
Diciembre	9,02	28,98	22,52	16,09	19,15	230602,55	2075422,98	66949,13
Total	161,65	345,89	232,69	187,38	231,90	2792099,14	25128892,27	826707,60

Nota. La tabla indica el volumen de riego a aplicar expresado en m³/día de los cultivos.

Figura 20

Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia El Quinche.



Nota. La figura muestra gráficamente el análisis de la oferta y demanda del sistema de riego.

De acuerdo a la tabla 16 y la figura 12, en la parroquia El Quinche la oferta supera a la demanda con una diferencia de 52,465,829.93 m³/año, es decir 166,37 l/s.

Oferta y Demanda del agua en la Parroquia Checa

Tabla 17

Tipos de cultivos de la parroquia Checa.

Parroquia	Área Total Ha	Tipo de Cultivo	Área Cultivada Ha
Checa	8.975,00	Trigo	749,00
		Maíz	
		Papa	
		Haba	

Nota. La tabla indica el tipo de cultivo al que abastece el sistema de riego El Pisque en la parroquia Checa.

Tabla 18

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Checa.

Cultivo			Fases			Datos de Suelo	
	Trigo			Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,60
Kc	Primera Fase	0,35	<i>Inicial</i>	15	139	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,75	<i>Desarrollo</i>	25	218	<i>Da</i>	1,30
	Tercera Fase	1,10	<i>Intermedio</i>	50	366	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	0,65	<i>Final</i>	30	253	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			<hr/>			<hr/>	
			Total	120		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	
<hr/>			<hr/>			<hr/>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de trigo.

Figura 21

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Checa.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p^*(0,46^*T-8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	1,10	77,75	2,51	1,32	76,05	45,63	9	58,50	57,18
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	0,65	42,59	1,52	-0,54	52,65	31,59	9	40,50	41,04
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	0,35	23,98	0,77	-4,85	28,96	17,37	9	22,28	27,13
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	0,75	49,95	1,67	-1,58	45,34	27,20	9	34,88	36,46
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	1,10	76,04	2,45	0,46	76,05	45,63	9	58,50	58,04
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	0,65	43,88	1,46	0,00	52,65	31,59	9	40,50	40,50
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	0,35	25,06	0,81	0,66	28,96	17,37	9	22,28	21,61
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	0,75	53,48	1,73	1,02	45,34	27,20	9	34,88	33,85
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	1,10	74,25	2,48	1,38	76,05	45,63	9	58,50	57,12
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,65	44,73	1,44	-4,38	52,65	31,59	9	40,50	44,88
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	0,35	23,63	0,79	-2,61	28,96	17,37	9	22,28	24,89
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	0,75	53,94	1,74	0,24	45,34	27,20	9	34,88	34,64
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		589,27	19,36		608,99	365,39	108,00	468,45	477,34

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de trigo.

Tabla 19

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Checa.

Cultivo			Fases			Datos de Suelo	
Cultivo	Maíz		Fases	Días	Z (mm)		
Kc	Primera Fase	0,40	<i>Inicial</i>	30	180	<i>Umbral</i>	0,40
	Segunda Fase	0,80	<i>Desarrollo</i>	50	275	<i>CC (%)</i>	0,31
	Tercera Fase	1,15	<i>Intermedio</i>	65	333	<i>Da</i>	1,30
	Cuarta Fase	1,00	<i>Final</i>	35	206	<i>PMP (%)</i>	0,15
<hr/>			<hr/>			<i>Ef. Riego</i>	78%
			Total	180		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de maíz.

Figura 22

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Checa

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p*(0,46*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	1,15	81,28	2,62	1,44	69,29	27,72	9	35,53	34,10
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	1,15	75,35	2,69	0,63	69,29	27,72	9	35,53	34,90
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	1,00	68,51	2,21	-3,42	42,77	17,11	9	21,93	25,35
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	0,40	26,64	0,89	-2,36	37,44	14,98	9	19,20	21,56
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,80	55,30	1,78	-0,21	57,20	22,88	9	29,33	29,54
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	0,80	54,00	1,80	0,34	57,20	22,88	9	29,33	29,00
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	1,15	82,35	2,66	2,51	69,29	27,72	9	35,53	33,02
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	1,15	82,00	2,65	1,94	69,29	27,72	9	35,53	33,59
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	1,00	67,50	2,25	1,16	42,77	17,11	9	21,93	20,78
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,40	27,53	0,89	-4,93	37,44	14,98	9	19,20	24,13
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	0,80	54,00	1,80	-1,60	57,20	22,88	9	29,33	30,94
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	0,80	57,54	1,86	0,35	57,20	22,88	9	29,33	28,98
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		731,99	24,09		666,38	266,55	108,00	341,73	345,89

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de maíz.

Tabla 20

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Checa.

Cultivo			Fases			Datos de Suelo	
Kc	Papa		Fases	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,40
	Primera Fase	0,60	<i>Inicial</i>	30	120	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,75	<i>Desarrollo</i>	50	183	<i>Da</i>	1,3
	Tercera Fase	1,15	<i>Intermedio</i>	65	222	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	0,75	<i>Final</i>	35	137	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			Total	180		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de papa.

Figura 23

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Checa.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p^*(0,46^*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	1,15	81,28	2,62	1,44	46,19	18,48	9	23,69	22,25
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	0,75	49,14	1,76	-0,31	28,51	11,41	9	14,62	14,93
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,88	2,21	68,51	0,60	41,11	1,33	-4,30	24,96	9,98	9	12,80	17,10
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	0,75	49,95	1,67	-1,58	38,13	15,25	9	19,56	21,14
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,75	51,85	1,67	-0,32	38,13	15,25	9	19,56	19,88
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	1,15	77,63	2,59	1,12	46,19	18,48	9	23,69	22,56
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	1,15	82,35	2,66	2,51	46,19	18,48	9	23,69	21,18
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	0,75	53,48	1,73	1,02	28,51	11,41	9	14,62	13,60
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	0,60	40,50	1,35	0,26	24,96	9,98	9	12,80	12,54
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,75	51,62	1,67	-4,16	38,13	15,25	9	19,56	23,71
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	0,75	50,63	1,69	-1,71	38,13	15,25	9	19,56	21,27
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	1,15	82,71	2,67	1,16	46,19	18,48	9	23,69	22,52
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		712,23	23,38		444,25	177,70	108,00	227,82	232,69

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de papas.

Tabla 21

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Checa.

Cultivo			Fases			Datos de Suelo	
Kc	Haba		<i>Inicial</i>	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,30
	Primera Fase	0,45		30	150	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,80	<i>Desarrollo</i>	40	192	<i>Da</i>	1,3
	Tercera Fase	1,15	<i>Intermedio</i>	75	305	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	1,05	<i>Final</i>	35	171	<i>Ef. Riego</i>	78%
Total				180		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de haba.

Figura 24

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Checa.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p^{0,46 \cdot T - 8,13}$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	1,05	74,21	2,39	1,21	35,64	10,69	9	13,71	12,50
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	0,45	29,48	1,05	-1,01	31,20	9,36	9	12,00	13,01
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	0,80	54,81	1,77	-3,86	39,87	11,96	9	15,33	19,19
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	0,80	53,28	1,78	-1,47	39,87	11,96	9	15,33	16,81
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	1,15	79,50	2,56	0,57	63,38	19,01	9	24,38	23,80
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	1,15	77,63	2,59	1,12	63,38	19,01	9	24,38	23,25
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	1,05	75,19	2,43	2,28	35,64	10,69	9	13,71	11,43
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	0,45	32,09	1,04	0,33	31,20	9,36	9	12,00	11,67
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	0,80	54,00	1,80	0,71	39,87	11,96	9	15,33	14,63
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,80	55,06	1,78	-4,05	39,87	11,96	9	15,33	19,38
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	1,15	77,63	2,59	-0,81	63,38	19,01	9	24,38	25,19
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	1,15	82,71	2,67	1,16	63,38	19,01	9	24,38	23,21
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		745,58	24,44		546,65	164,00	108,00	210,25	214,07

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de habas.

Tabla 22

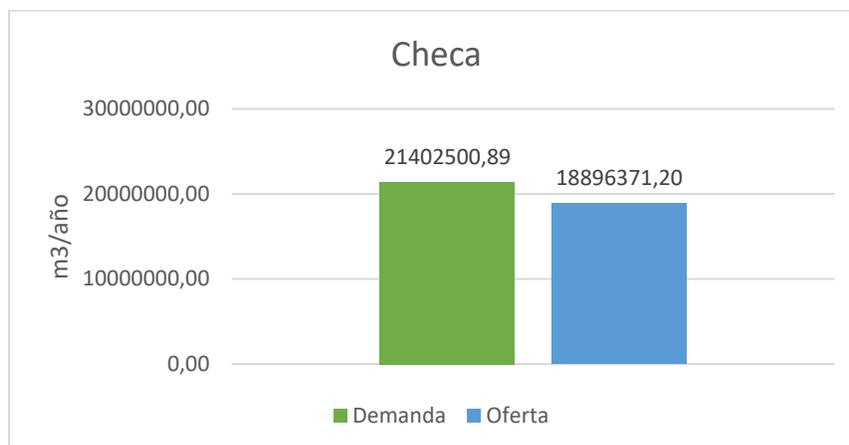
Volumen de riego para cultivos de la parroquia Checa.

Parroquia Checa								
		<i>Área ha</i>		749,00				
		<i>Área m2</i>		7490000				
	Trigo	Maíz	Papa	Haba	Promedio			
	Lámina	Lámina	Lámina	Lámina	Lámina	Volumen	Volumen de	Volumen
Meses	aplicar	aplicar	aplicar	aplicar	aplicar	de riego	riego	de riego
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m3)	(m3/mes)	(m3/día)
Enero	57,18	34,10	22,25	12,50	31,51	235984,60	2123861,44	68511,66
Febrero	41,04	34,90	14,93	13,01	25,97	194525,70	1750731,33	62526,12
Marzo	27,13	25,35	17,10	19,19	22,19	166226,61	1496039,46	48259,34
Abril	36,46	21,56	21,14	16,81	23,99	179688,64	1617197,73	53906,59
Mayo	58,04	29,54	19,88	23,80	32,82	245794,41	2212149,69	71359,67
Junio	40,50	29,00	22,56	23,25	28,83	215921,20	1943290,80	64776,36
Julio	21,61	33,02	21,18	11,43	21,81	163367,48	1470307,36	47429,27
Agosto	33,85	33,59	13,60	11,67	23,18	173615,62	1562540,54	50404,53
Septiembre	57,12	20,78	12,54	14,63	26,26	196724,23	1770518,03	59017,27
Octubre	44,88	24,13	23,71	19,38	28,03	209911,09	1889199,80	60941,93
Noviembre	24,89	30,94	21,27	25,19	25,57	191527,52	1723747,66	57458,26
Diciembre	34,64	28,98	22,52	23,21	27,34	204768,56	1842917,04	59448,94
Total	477,34	345,89	232,69	214,07	317,50	2378055,65	21402500,89	704039,93

Nota. La tabla indica el volumen de riego a aplicar expresado en $m^3/día$ de los cultivos.

Figura 25

Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Checa



Nota. La figura muestra gráficamente el análisis de la oferta y demanda del sistema de riego.

De acuerdo a la tabla 22 y la figura 13, en la parroquia Checa la demanda supera a la oferta con una diferencia de 2506129,69 $m^3/año$, es decir 79,49 l/s .

Oferta y Demanda del agua en la Parroquia Yaruquí

Tabla 23

Tipos de cultivos de la parroquia Yaruquí.

Parroquia	Área Total Ha	Tipo de Cultivo	Área Cultivada Ha
Yaruquí	7.225,00	Maíz	1.955,00
		Aguacate	
		Papa	
		Fréjol	

Nota. La tabla indica el tipo de cultivo al que abastece el sistema de riego El Pisque en la parroquia Yaruquí.

Tabla 24

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Yaruquí.

Cultivo			Fases			Datos de Suelo	
Kc	Maíz			Días	Z (mm)		
	Primera Fase	0,40	<i>Inicial</i>	30	180	<i>Umbral</i>	0,40
	Segunda Fase	0,80	<i>Desarrollo</i>	50	275	<i>CC (%)</i>	0,31
	Tercera Fase	1,15	<i>Intermedio</i>	65	333	<i>Da</i>	1,30
	Cuarta Fase	1,00	<i>Final</i>	35	206	<i>PMP (%)</i>	0,15
<hr/>			<hr/>			<i>Ef. Riego</i>	78%
			Total	180		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de maíz.

Figura 26

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Yaruquí.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p*(0,46*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	1,15	81,28	2,62	1,44	69,29	27,72	9	35,53	34,10
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	1,15	75,35	2,69	0,63	69,29	27,72	9	35,53	34,90
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,88	2,21	68,51	1,00	68,51	2,21	-3,42	42,77	17,11	9	21,93	25,35
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	0,40	26,64	0,89	-2,36	37,44	14,98	9	19,20	21,56
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,80	55,30	1,78	-0,21	57,20	22,88	9	29,33	29,54
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	0,80	54,00	1,80	0,34	57,20	22,88	9	29,33	29,00
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	1,15	82,35	2,66	2,51	69,29	27,72	9	35,53	33,02
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	1,15	82,00	2,65	1,94	69,29	27,72	9	35,53	33,59
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	1,00	67,50	2,25	1,16	42,77	17,11	9	21,93	20,78
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,40	27,53	0,89	-4,93	37,44	14,98	9	19,20	24,13
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	0,80	54,00	1,80	-1,60	57,20	22,88	9	29,33	30,94
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	0,80	57,54	1,86	0,35	57,20	22,88	9	29,33	28,98
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		731,99	24,09		666,38	266,55	108,00	341,73	345,89

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de maíz.

Tabla 25

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Yaruquí.

						Datos de Suelo	
Cultivo	Aguacate		Fases	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,30
Kc	Primera Fase	0,60	<i>Inicial</i>	Permanente	600	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,60	<i>Desarrollo</i>	Permanente	600	<i>Da</i>	1,30
	Tercera Fase	0,60	<i>Intermedio</i>	Permanente	600	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	0,60	<i>Final</i>	Permanente	600	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			Total	Permanente		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de aguacate.

Figura 27

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Yaruquí.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p*(0,46*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	0,60	42,41	1,37	0,18	124,80	37,44	9	48,00	47,82
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	0,60	39,31	1,40	-0,66	124,80	37,44	9	48,00	48,66
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	0,60	41,11	1,33	-4,30	124,80	37,44	9	48,00	52,30
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	0,60	39,96	1,33	-1,92	124,80	37,44	9	48,00	49,92
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,60	41,48	1,34	-0,66	124,80	37,44	9	48,00	48,66
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	0,60	40,50	1,35	-0,11	124,80	37,44	9	48,00	48,11
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	0,60	42,97	1,39	1,24	124,80	37,44	9	48,00	46,76
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	0,60	42,78	1,38	0,68	124,80	37,44	9	48,00	47,32
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	0,60	40,50	1,35	0,26	124,80	37,44	9	48,00	47,74
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,60	41,29	1,33	-4,49	124,80	37,44	9	48,00	52,49
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	0,60	40,50	1,35	-2,05	124,80	37,44	9	48,00	50,05
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	0,60	43,15	1,39	-0,11	124,80	37,44	9	48,00	48,11
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		495,95	16,31		1497,60	449,28	108,00	576,00	587,94

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de aguacate.

Tabla 26

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Yaruquí.

						Datos de Suelo	
Cultivo	Papa		Fases	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,40
Kc	Primera Fase	0,60	<i>Inicial</i>	30	120	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,75	<i>Desarrollo</i>	50	183	<i>Da</i>	1,30
	Tercera Fase	1,15	<i>Intermedio</i>	65	222	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	0,75	<i>Final</i>	35	137	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			<hr/>			<hr/>	
			Total	180		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	
<hr/>			<hr/>			<hr/>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de papa.

Figura 28

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Yaruquí.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p*(0,46*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	1,15	81,28	2,62	1,44	46,19	18,48	9	23,69	22,25
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	0,75	49,14	1,76	-0,31	28,51	11,41	9	14,62	14,93
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	0,60	41,11	1,33	-4,30	24,96	9,98	9	12,80	17,10
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	0,75	49,95	1,67	-1,58	38,13	15,25	9	19,56	21,14
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,75	51,85	1,67	-0,32	38,13	15,25	9	19,56	19,88
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	1,15	77,63	2,59	1,12	46,19	18,48	9	23,69	22,56
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	1,15	82,35	2,66	2,51	46,19	18,48	9	23,69	21,18
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	0,75	53,48	1,73	1,02	28,51	11,41	9	14,62	13,60
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	0,60	40,50	1,35	0,26	24,96	9,98	9	12,80	12,54
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,75	51,62	1,67	-4,16	38,13	15,25	9	19,56	23,71
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	0,75	50,63	1,69	-1,71	38,13	15,25	9	19,56	21,27
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	1,15	82,71	2,67	1,16	46,19	18,48	9	23,69	22,52
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		712,23	23,38		444,25	177,70	108,00	227,82	232,69

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de papas.

Tabla 27

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Yaruquí.

Cultivo			Fases			Datos de Suelo	
Kc	Fréjol		Días	Z (mm)			
	Primera Fase	0,35	<i>Inicial</i>	15	150	<i>Umbral</i>	0,50
	Segunda Fase	0,70	<i>Desarrollo</i>	25	229	<i>CC (%)</i>	0,31
	Tercera Fase	1,10	<i>Intermedio</i>	35	292	<i>Da</i>	1,30
	Cuarta Fase	0,90	<i>Final</i>	15	150	<i>PMP (%)</i>	0,15
Total				90		<i>Ef. Riego</i>	78%
<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>							

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de fréjol.

Figura 29

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Yaruquí.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p*(0,46*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	0,90	63,61	2,05	0,87	31,20	15,60	9	20,00	19,13
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	0,35	22,93	0,82	-1,24	31,20	15,60	9	20,00	21,24
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	0,70	47,96	1,55	-4,08	47,67	23,83	9	30,56	34,64
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	1,10	73,26	2,44	-0,81	60,67	30,33	9	38,89	39,69
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,90	62,22	2,01	0,01	31,20	15,60	9	20,00	19,99
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	0,35	23,63	0,79	-0,68	31,20	15,60	9	20,00	20,68
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	0,70	50,13	1,62	1,47	47,67	23,83	9	30,56	29,09
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	1,10	78,43	2,53	1,83	60,67	30,33	9	38,89	37,06
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	0,90	60,75	2,03	0,93	31,20	15,60	9	20,00	19,07
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,35	24,09	0,78	-5,04	31,20	15,60	9	20,00	25,04
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	0,70	47,25	1,58	-1,83	47,67	23,83	9	30,56	32,38
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	1,10	79,11	2,55	1,05	60,67	30,33	9	38,89	37,84
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		633,36	20,73		512,20	256,10	108,00	328,33	335,85

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de fréjol.

Tabla 28

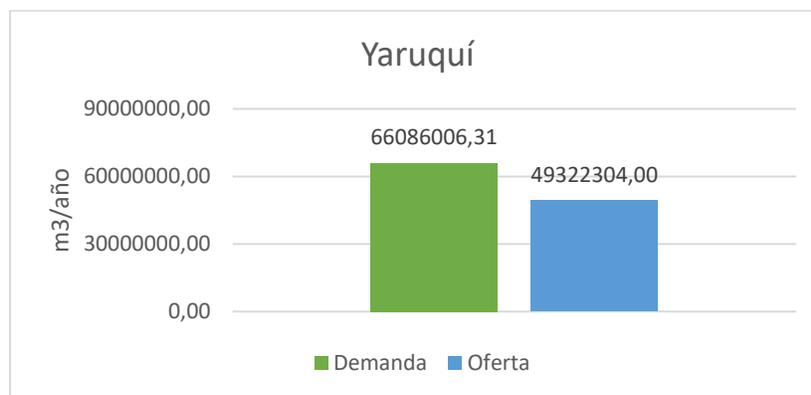
Volumen de riego para cultivos de la parroquia Yaruquí.

Parroquia Yaruquí								
	Área ha		1955,00					
	Área m2		19550000					
	Maíz	Aguacate	Papas	Fréjol	Promedio			
Meses	Lámina aplicar (mm)	Volumen de riego (m3)	Volumen de riego (m3/mes)	Volumen de riego (m3/día)				
Enero	34,10	47,82	22,25	19,13	30,83	602629,52	5423665,69	174956,96
Febrero	34,90	48,66	14,93	21,24	29,93	585212,42	5266911,74	188103,99
Marzo	25,35	52,30	17,10	34,64	32,35	632385,20	5691466,79	183595,70
Abril	21,56	49,92	21,14	39,69	33,08	646662,41	5819961,69	193998,72
Mayo	29,54	48,66	19,88	19,99	29,52	577032,29	5193290,62	167525,50
Junio	29,00	48,11	22,56	20,68	30,09	588206,82	5293861,41	176462,05
Julio	33,02	46,76	21,18	29,09	32,51	635613,87	5720524,87	184533,06
Agosto	33,59	47,32	13,60	37,06	32,90	643109,51	5787985,61	186709,21
Septiembre	20,78	47,74	12,54	19,07	25,03	489367,45	4404307,09	146810,24
Octubre	24,13	52,49	23,71	25,04	31,34	612788,48	5515096,31	177906,33
Noviembre	30,94	50,05	21,27	32,38	33,66	658052,73	5922474,56	197415,82
Diciembre	28,98	48,11	22,52	37,84	34,36	671828,88	6046459,95	195047,10
Total	345,89	587,94	232,69	335,85	375,60	7342889,59	66086006,31	2173064,68

Nota. La tabla indica el volumen de riego a aplicar expresado en $m^3/día$ de los cultivos.

Figura 30

Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Yaruquí.



Nota. La figura muestra gráficamente el análisis de la oferta y demanda del sistema de riego.

De acuerdo a la tabla 28 y la figura 14, en la parroquia Yaruquí la demanda supera a la oferta con una diferencia de 167,637,023.31 m³/año, es decir 531,57 l/s.

Oferta y Demanda del agua en la Parroquia Tababela

Tabla 29

Tipos de cultivos de la parroquia Tababela

Parroquia	Área Total Ha	Tipo de Cultivo	Área Cultivada Ha
Tababela	2.533,00	Pimiento	975,10
		Maíz	
		Papa	
		Fréjol	

Nota. La tabla indica el tipo de cultivo al que abastece el sistema de riego El Pisque en la parroquia Tababela.

Tabla 30

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Tababela.

						Datos de Suelo	
Cultivo	Pimiento		Fases	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,40
Kc	Primera Fase	0,35	<i>Inicial</i>	25	145	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,70	<i>Desarrollo</i>	35	190	<i>Da</i>	1,30
	Tercera Fase	1,05	<i>Intermedio</i>	40	210	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	0,90	<i>Final</i>	20	120	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			<hr/>			<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	
			Total	120			

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de pimiento.

Figura 31

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Tababela.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p^{*(0,46*T+8,13)}$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	0,35	24,74	0,80	-0,39	30,23	12,09	9	15,50	15,89
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	0,70	45,86	1,64	-0,42	39,59	15,83	9	20,30	20,72
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	1,05	71,94	2,32	-3,31	43,68	17,47	9	22,40	25,71
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	0,90	59,94	2,00	-1,25	24,96	9,98	9	12,80	14,05
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,35	24,20	0,78	-1,21	30,23	12,09	9	15,50	16,71
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	0,70	47,25	1,58	0,11	39,59	15,83	9	20,30	20,19
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	1,05	75,19	2,43	2,28	43,68	17,47	9	22,40	20,12
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	0,90	64,17	2,07	1,37	24,96	9,98	9	12,80	11,43
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	0,35	23,63	0,79	-0,30	30,23	12,09	9	15,50	15,80
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,70	48,17	1,55	-4,27	39,59	15,83	9	20,30	24,57
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	1,05	70,88	2,36	-1,04	43,68	17,47	9	22,40	23,44
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	0,90	64,73	2,09	0,58	24,96	9,98	9	12,80	12,22
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		620,69	20,40		415,35	166,14	108,00	213,00	220,85

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de pimiento.

Tabla 31

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Tababela.

Cultivo			Fases			Datos de Suelo	
Cultivo	Maíz		Días	Z (mm)		<i>Umbral</i>	0,40
Kc	Primera Fase	0,40	<i>Inicial</i>	30	180	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,80	<i>Desarrollo</i>	50	275	<i>Da</i>	1,30
	Tercera Fase	1,15	<i>Intermedio</i>	65	333	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	1,00	<i>Final</i>	35	206	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			Total	180		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de maíz.

Figura 32

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Tababela.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p^{*(0,46*T+8,13)}$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	1,15	81,28	2,62	1,44	69,29	27,72	9	35,53	34,10
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	1,15	75,35	2,69	0,63	69,29	27,72	9	35,53	34,90
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	1,00	68,51	2,21	-3,42	42,77	17,11	9	21,93	25,35
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	0,40	26,64	0,89	-2,36	37,44	14,98	9	19,20	21,56
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,80	55,30	1,78	-0,21	57,20	22,88	9	29,33	29,54
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	0,80	54,00	1,80	0,34	57,20	22,88	9	29,33	29,00
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	1,15	82,35	2,66	2,51	69,29	27,72	9	35,53	33,02
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	1,15	82,00	2,65	1,94	69,29	27,72	9	35,53	33,59
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	1,00	67,50	2,25	1,16	42,77	17,11	9	21,93	20,78
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,40	27,53	0,89	-4,93	37,44	14,98	9	19,20	24,13
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	0,80	54,00	1,80	-1,60	57,20	22,88	9	29,33	30,94
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	0,80	57,54	1,86	0,35	57,20	22,88	9	29,33	28,98
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		731,99	24,09		666,38	266,55	108,00	341,73	345,89

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de maíz.

Tabla 32

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Tababela.

Cultivo			Fases			Datos de Suelo	
Kc	Papa		<i>Inicial</i>	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,40
	Primera Fase	0,60		30	120	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,75	<i>Desarrollo</i>	50	183	<i>Da</i>	1,3
	Tercera Fase	1,15	<i>Intermedio</i>	65	222	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	0,75	<i>Final</i>	35	137	<i>Ef. Riego</i>	78%
Total				180		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de papa.

Figura 33

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Tababela.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p^*(0,46^*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	1,15	81,28	2,62	1,44	46,19	18,48	9	23,69	22,25
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	0,75	49,14	1,76	-0,31	28,51	11,41	9	14,62	14,93
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	0,60	41,11	1,33	-4,30	24,96	9,98	9	12,80	17,10
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	0,75	49,95	1,67	-1,58	38,13	15,25	9	19,56	21,14
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,75	51,85	1,67	-0,32	38,13	15,25	9	19,56	19,88
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	1,15	77,63	2,59	1,12	46,19	18,48	9	23,69	22,56
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	1,15	82,35	2,66	2,51	46,19	18,48	9	23,69	21,18
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	0,75	53,48	1,73	1,02	28,51	11,41	9	14,62	13,60
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	0,60	40,50	1,35	0,26	24,96	9,98	9	12,80	12,54
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,75	51,62	1,67	-4,16	38,13	15,25	9	19,56	23,71
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	0,75	50,63	1,69	-1,71	38,13	15,25	9	19,56	21,27
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	1,15	82,71	2,67	1,16	46,19	18,48	9	23,69	22,52
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		712,23	23,38		444,25	177,70	108,00	227,82	232,69

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de papa.

Tabla 33

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Tababela.

Cultivo			Fases			Datos de Suelo	
Kc	Fréjol			Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,40
	Primera Fase	0,35	<i>Inicial</i>	15	150	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,70	<i>Desarrollo</i>	25	229	<i>Da</i>	1,3
	Tercera Fase	1,10	<i>Intermedio</i>	35	292	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	0,90	<i>Final</i>	15	150	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			Total	90		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de papa.

Figura 34

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Tababela.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p^*(0,46^*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	0,90	63,61	2,05	0,87	31,20	12,48	9	16,00	15,13
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	0,35	22,93	0,82	-1,24	31,20	12,48	9	16,00	17,24
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	0,70	47,96	1,55	-4,08	47,67	19,07	9	24,44	28,52
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	1,10	73,26	2,44	-0,81	60,67	24,27	9	31,11	31,92
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,90	62,22	2,01	0,01	31,20	12,48	9	16,00	15,99
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	0,35	23,63	0,79	-0,68	31,20	12,48	9	16,00	16,68
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	0,70	50,13	1,62	1,47	47,67	19,07	9	24,44	22,97
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	1,10	78,43	2,53	1,83	60,67	24,27	9	31,11	29,29
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	0,90	60,75	2,03	0,93	31,20	12,48	9	16,00	15,07
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,35	24,09	0,78	-5,04	31,20	12,48	9	16,00	21,04
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	0,70	47,25	1,58	-1,83	47,67	19,07	9	24,44	26,27
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	1,10	79,11	2,55	1,05	60,67	24,27	9	31,11	30,06
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		633,36	20,73		512,20	204,88	108,00	262,67	270,19

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de fréjol.

Tabla 34

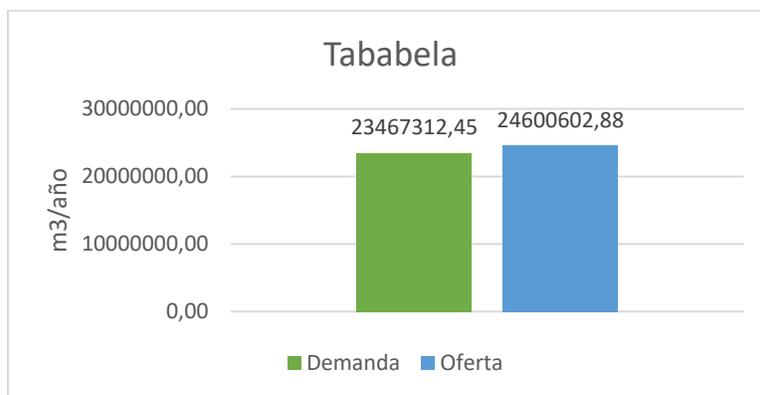
Volumen de riego para cultivos de la parroquia Tababela.

Parroquia Tababela								
		Área ha		975,10				
		Área m ²		9751000				
	Pimiento	Maíz	Papa	Fréjol	Promedio			
	Lámina	Lámina	Lámina	Lámina	Lámina	Volumen	Volumen de	Volumen
Meses	aplicar	aplicar	aplicar	aplicar	aplicar	de riego	riego	de riego
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m ³)	(m ³ /mes)	(m ³ /día)
Enero	15,89	34,10	22,25	15,13	21,84	212986,60	1916879,42	61834,82
Febrero	20,72	34,90	14,93	17,24	21,95	214040,68	1926366,12	68798,79
Marzo	25,71	25,35	17,10	28,52	24,17	235688,17	2121193,50	68425,60
Abril	14,05	21,56	21,14	31,92	22,17	216144,73	1945302,56	64843,42
Mayo	16,71	29,54	19,88	15,99	20,53	200188,94	1801700,45	58119,37
Junio	20,19	29,00	22,56	16,68	22,11	215556,15	1940005,33	64666,84
Julio	20,12	33,02	21,18	22,97	24,32	237188,84	2134699,58	68861,28
Agosto	11,43	33,59	13,60	29,29	21,98	214314,14	1928827,22	62220,23
Septiembre	15,80	20,78	12,54	15,07	16,05	156476,33	1408286,96	46942,90
Octubre	24,57	24,13	23,71	21,04	23,36	227824,11	2050417,00	66142,48
Noviembre	23,44	30,94	21,27	26,27	25,48	248446,54	2236018,87	74533,96
Diciembre	12,22	28,98	22,52	30,06	23,45	228623,94	2057615,44	66374,69
Total	220,85	345,89	232,69	270,19	267,41	2607479,16	23467312,45	771764,39

Nota. La tabla indica el volumen de riego a aplicar expresado en m³/día de los cultivos.

Figura 35

Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Tababela



Nota. La figura muestra gráficamente el análisis de la oferta y demanda del sistema de riego.

De acuerdo a la tabla 34 y la figura 15, en la parroquia Tababela la oferta supera a la demanda con una diferencia de 1133290,43 $m^3/año$, es decir 35,94 l/s .

Oferta y Demanda del agua en la Parroquia Puenbo

Tabla 35

Tipos de cultivos de la parroquia Puenbo

Parroquia	Área Total Ha	Tipo de Cultivo	Área Cultivada Ha
Puenbo	3.176,22	Maíz	1.461,75
		Aguacate	
		Limón	
		Fréjol	

Nota. La tabla indica el tipo de cultivo al que abastece el sistema de riego El Pisque en la parroquia Puenbo.

Tabla 36

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Puembo.

						Datos de Suelo	
Cultivo	Maíz		Fases	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,40
Kc	Primera Fase	0,40	<i>Inicial</i>	30	180	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,80	<i>Desarrollo</i>	50	275	<i>Da</i>	1,30
	Tercera Fase	1,15	<i>Intermedio</i>	65	333	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	1,00	<i>Final</i>	35	206	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			<hr/>			<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	
			Total	180		<hr/>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de maíz.

Figura 36

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Puenbo

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p^*(0,46^*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	1,15	81,28	2,62	1,44	69,29	27,72	9	35,53	34,10
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	1,15	75,35	2,69	0,63	69,29	27,72	9	35,53	34,90
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	1,00	68,51	2,21	-3,42	42,77	17,11	9	21,93	25,35
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	0,40	26,64	0,89	-2,36	37,44	14,98	9	19,20	21,56
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,80	55,30	1,78	-0,21	57,20	22,88	9	29,33	29,54
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	0,80	54,00	1,80	0,34	57,20	22,88	9	29,33	29,00
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	1,15	82,35	2,66	2,51	69,29	27,72	9	35,53	33,02
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	1,15	82,00	2,65	1,94	69,29	27,72	9	35,53	33,59
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	1,00	67,50	2,25	1,16	42,77	17,11	9	21,93	20,78
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,40	27,53	0,89	-4,93	37,44	14,98	9	19,20	24,13
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	0,80	54,00	1,80	-1,60	57,20	22,88	9	29,33	30,94
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	0,80	57,54	1,86	0,35	57,20	22,88	9	29,33	28,98
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		731,99	24,09		666,38	266,55	108,00	341,73	345,89

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de maíz.

Tabla 37

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Puenbo.

						Datos de Suelo	
Cultivo	Aguacate		Fases	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,30
Kc	Primera Fase	0,60	<i>Inicial</i>	Permanente	600	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,60	<i>Desarrollo</i>	Permanente	600	<i>Da</i>	1,30
	Tercera Fase	0,60	<i>Intermedio</i>	Permanente	600	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	0,60	<i>Final</i>	Permanente	600	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			Total	Permanente		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de aguacate.

Figura 37

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Puenbo.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p^*(0,46^*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	0,60	42,41	1,37	0,18	124,80	37,44	9	48,00	47,82
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	0,60	39,31	1,40	-0,66	124,80	37,44	9	48,00	48,66
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	0,60	41,11	1,33	-4,30	124,80	37,44	9	48,00	52,30
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	0,60	39,96	1,33	-1,92	124,80	37,44	9	48,00	49,92
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,60	41,48	1,34	-0,66	124,80	37,44	9	48,00	48,66
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	0,60	40,50	1,35	-0,11	124,80	37,44	9	48,00	48,11
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	0,60	42,97	1,39	1,24	124,80	37,44	9	48,00	46,76
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	0,60	42,78	1,38	0,68	124,80	37,44	9	48,00	47,32
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	0,60	40,50	1,35	0,26	124,80	37,44	9	48,00	47,74
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,60	41,29	1,33	-4,49	124,80	37,44	9	48,00	52,49
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	0,60	40,50	1,35	-2,05	124,80	37,44	9	48,00	50,05
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	0,60	43,15	1,39	-0,11	124,80	37,44	9	48,00	48,11
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		495,95	16,31		1497,60	449,28	108,00	576,00	587,94

Nota. La tabla indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de aguacate.

Tabla 38

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Puenbo.

						Datos de Suelo	
Cultivo	Limón		Fases	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,25
Kc	Primera Fase	0,70	<i>Inicial</i>	Permanente	900	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,70	<i>Desarrollo</i>	Permanente	900	<i>Da</i>	1,30
	Tercera Fase	0,70	<i>Intermedio</i>	Permanente	900	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	0,70	<i>Final</i>	Permanente	900	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			Total	Permanente		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de limón.

Figura 38

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Puenbo.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p^*(0,46^*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	0,70	49,48	1,60	0,41	187,20	46,80	9	60,00	59,59
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	0,70	45,86	1,64	-0,42	187,20	46,80	9	60,00	60,42
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	0,70	47,96	1,55	-4,08	187,20	46,80	9	60,00	64,08
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	0,70	46,62	1,55	-1,69	187,20	46,80	9	60,00	61,69
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,70	48,39	1,56	-0,43	187,20	46,80	9	60,00	60,43
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	0,70	47,25	1,58	0,11	187,20	46,80	9	60,00	59,89
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	0,70	50,13	1,62	1,47	187,20	46,80	9	60,00	58,53
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	0,70	49,91	1,61	0,91	187,20	46,80	9	60,00	59,09
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	0,70	47,25	1,58	0,48	187,20	46,80	9	60,00	59,52
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,70	48,17	1,55	-4,27	187,20	46,80	9	60,00	64,27
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	0,70	47,25	1,58	-1,83	187,20	46,80	9	60,00	61,83
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	0,70	50,34	1,62	0,12	187,20	46,80	9	60,00	59,88
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		578,61	19,03		2246,40	561,60	108,00	720,00	729,22

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de limón.

Tabla 39

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Puembo.

						Datos de Suelo	
Cultivo	Fréjol		Fases	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,50
Kc	Primera Fase	0,35	<i>Inicial</i>	15	150	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,70	<i>Desarrollo</i>	25	229	<i>Da</i>	1,30
	Tercera Fase	1,10	<i>Intermedio</i>	35	292	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	0,90	<i>Final</i>	15	150	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			<hr/>			<hr/>	
			Total	90		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	
<hr/>			<hr/>			<hr/>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de fréjol.

Figura 39

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Puenbo.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p^*(0,46^*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	52,50	36,75	1,19	13,76	87,00	1,41	3,90	2,28	70,68	0,90	63,61	2,05	0,87	31,20	15,60	9	20,00	19,13
Febrero	82,50	57,75	2,06	14,20	85,00	1,58	3,96	2,34	65,52	0,35	22,93	0,82	-1,24	31,20	15,60	9	20,00	21,24
Marzo	249,20	174,44	5,63	13,16	89,00	1,40	3,83	2,21	68,51	0,70	47,96	1,55	-4,08	47,67	23,83	9	30,56	34,64
Abril	139,20	97,44	3,25	13,25	87,00	1,48	3,84	2,22	66,6	1,10	73,26	2,44	-0,81	60,67	30,33	9	38,89	39,69
Mayo	88,30	61,81	1,99	13,32	84,00	1,45	3,85	2,23	69,13	0,90	62,22	2,01	0,01	31,20	15,60	9	20,00	19,99
Junio	62,70	43,89	1,46	13,47	85,00	1,37	3,87	2,25	67,5	0,35	23,63	0,79	-0,68	31,20	15,60	9	20,00	20,68
Julio	6,50	4,55	0,15	14,00	73,00	1,60	3,93	2,31	71,61	0,70	50,13	1,62	1,47	47,67	23,83	9	30,56	29,09
Agosto	31,20	21,84	0,70	13,86	74,00	1,61	3,92	2,30	71,3	1,10	78,43	2,53	1,83	60,67	30,33	9	38,89	37,06
Septiembre	46,80	32,76	1,09	13,52	79,00	1,62	3,87	2,25	67,5	0,90	60,75	2,03	0,93	31,20	15,60	9	20,00	19,07
Octubre	257,80	180,46	5,82	13,26	84,00	1,49	3,84	2,22	68,82	0,35	24,09	0,78	-5,04	31,20	15,60	9	20,00	25,04
Noviembre	145,80	102,06	3,40	13,48	83,00	1,53	3,87	2,25	67,5	0,70	47,25	1,58	-1,83	47,67	23,83	9	30,56	32,38
Diciembre	66,60	46,62	1,50	14,01	87,00	1,42	3,94	2,32	71,92	1,10	79,11	2,55	1,05	60,67	30,33	9	38,89	37,84
Total	1229,10	860,37	28,25					27,18	826,59		633,36	20,73		512,20	256,10	108,00	328,33	335,85

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de fréjol.

Tabla 40

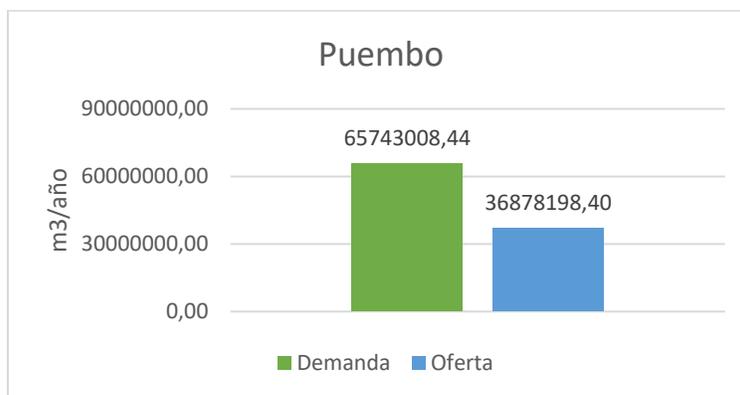
Volumen de riego para cultivos de la parroquia Puenbo.

Parroquia Puenbo								
	<i>Área ha</i>		1461,75					
	<i>Área m2</i>		14617500					
	Maíz	Aguacate	Limón	Fréjol	Promedio			
Meses	Lámina aplicar (mm)	Volumen de riego (m3)	Volumen de riego (m3/mes)	Volumen de riego (m3/día)				
Enero	34,10	47,82	59,59	19,13	40,16	587028,82	5283259,37	170427,72
Febrero	34,90	48,66	60,42	21,24	41,31	603817,25	5434355,28	194084,12
Marzo	25,35	52,30	64,08	34,64	44,09	644512,16	5800609,48	187116,43
Abril	21,56	49,92	61,69	39,69	43,22	631713,13	5685418,16	189513,94
Mayo	29,54	48,66	60,43	19,99	39,65	579652,64	5216873,76	168286,25
Junio	29,00	48,11	59,89	20,68	39,42	576195,66	5185760,94	172858,70
Julio	33,02	46,76	58,53	29,09	41,85	611740,50	5505664,46	177602,08
Agosto	33,59	47,32	59,09	37,06	44,27	647099,50	5823895,51	187867,60
Septiembre	20,78	47,74	59,52	19,07	36,78	537563,44	4838070,92	161269,03
Octubre	24,13	52,49	64,27	25,04	41,48	606385,65	5457470,86	176047,45
Noviembre	30,94	50,05	61,83	32,38	43,80	640235,13	5762116,18	192070,54
Diciembre	28,98	48,11	59,88	37,84	43,70	638834,84	5749513,53	185468,18
Total	345,89	587,94	729,22	335,85	499,73	7304778,72	65743008,44	2162612,03

Nota. La tabla indica el volumen de riego a aplicar expresado en $m^3/día$ de los cultivos.

Figura 40

Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Puenbo



Nota. La figura muestra gráficamente el análisis de la oferta y demanda del sistema de riego.

De acuerdo a la tabla 40 y la figura 16, en la parroquia Puenbo la demanda supera a la oferta con una diferencia de 28,864,810.04 m³/año, es decir 915,30 l/s.

Oferta y Demanda del agua en la Parroquia Pifo

Tabla 41

Tipos de cultivos de la parroquia Pifo.

Parroquia	Área Total Ha	Tipo de Cultivo	Área Cultivada Ha
Pifo	25.584,10	Hortalizas	505,95
		Maíz	
		Papa	
		Rosas	

Nota. La tabla indica el tipo de cultivo al que abastece el sistema de riego El Pisque en la parroquia Pifo.

Tabla 42

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Pifo.

						Datos de Suelo	
Cultivo	Hortalizas		Fases	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,30
Kc	Primera Fase	0,45	<i>Inicial</i>	15	93	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,60	<i>Desarrollo</i>	30	169	<i>Da</i>	1,30
	Tercera Fase	1,00	<i>Intermedio</i>	55	258	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	0,90	<i>Final</i>	20	120	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			Total	120		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de hortalizas.

Figura 41

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Pifo.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p*(0,46*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	103,20	72,24	2,33	4,85	92,00	3,30	2,80	1,57	48,67	0,45	21,90	0,71	-1,62	19,31	5,79	9	7,43	9,05
Febrero	129,20	90,44	3,23	5,40	93,00	3,70	2,87	1,64	45,92	0,60	27,55	0,98	-2,25	35,10	10,53	9	13,50	15,75
Marzo	220,90	154,63	4,99	4,64	95,00	3,36	2,77	1,54	47,74	1,00	47,74	1,54	-3,45	53,63	16,09	9	20,63	24,07
Abril	96,90	67,83	2,26	5,29	91,00	3,39	2,85	1,62	48,6	0,90	43,74	1,46	-0,80	24,96	7,49	9	9,60	10,40
Mayo	66,90	46,83	1,51	5,38	92,00	3,72	2,86	1,63	50,53	0,45	22,74	0,73	-0,78	19,31	5,79	9	7,43	8,20
Junio	55,60	38,92	1,30	4,84	90,00	3,26	2,80	1,57	47,1	0,60	28,26	0,94	-0,36	35,10	10,53	9	13,50	13,86
Julio	80,10	56,07	1,81	4,21	90,00	4,55	2,72	1,49	46,19	1,00	46,19	1,49	-0,32	53,63	16,09	9	20,63	20,94
Agosto	24,10	16,87	0,54	4,23	89,00	3,71	2,72	1,49	46,19	0,90	41,57	1,34	0,80	24,96	7,49	9	9,60	8,80
Septiembre	57,50	40,25	1,34	4,36	89,00	3,98	2,74	1,51	45,3	0,45	20,39	0,68	-0,66	19,31	5,79	9	7,43	8,09
Octubre	142,40	99,68	3,22	5,63	88,00	3,47	2,89	1,66	51,46	0,60	30,88	1,00	-2,22	35,10	10,53	9	13,50	15,72
Noviembre	134,50	94,15	3,14	5,43	92,00	2,91	2,87	1,64	49,2	1,00	49,20	1,64	-1,50	53,63	16,09	9	20,63	22,12
Diciembre	100,80	70,56	2,28	6,02	92,00	3,21	2,94	1,71	53,01	0,90	47,71	1,54	-0,74	24,96	7,49	9	9,60	10,34
Total	1212,10	848,47	27,94					19,07	579,91		427,86	14,05		398,97	119,69	108,00	153,45	167,34

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de hortalizas.

Tabla 43

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Pifo.

Cultivo			Fases			Datos de Suelo	
Kc	Maíz		<i>Inicial</i>	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,40
	Primera Fase	0,40		30	180	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,80	<i>Desarrollo</i>	50	275	<i>Da</i>	1,30
	Tercera Fase	1,15	<i>Intermedio</i>	65	333	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	1,00	<i>Final</i>	35	206	<i>Ef. Riego</i>	78%
Total				180		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de maíz.

Figura 42

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Pifo.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p*(0,46*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	103,20	72,24	2,33	4,85	92,00	3,30	2,80	1,57	48,67	1,15	55,97	1,81	-0,52	69,29	27,72	9	35,53	36,06
Febrero	129,20	90,44	3,23	5,40	93,00	3,70	2,87	1,64	45,92	1,15	52,81	1,89	-1,34	69,29	27,72	9	35,53	36,88
Marzo	220,90	154,63	4,99	4,64	95,00	3,36	2,77	1,54	47,74	1,00	47,74	1,54	-3,45	42,77	17,11	9	21,93	25,38
Abril	96,90	67,83	2,26	5,29	91,00	3,39	2,85	1,62	48,6	0,40	19,44	0,65	-1,61	37,44	14,98	9	19,20	20,81
Mayo	66,90	46,83	1,51	5,38	92,00	3,72	2,86	1,63	50,53	0,80	40,42	1,30	-0,21	57,20	22,88	9	29,33	29,54
Junio	55,60	38,92	1,30	4,84	90,00	3,26	2,80	1,57	47,1	0,80	37,68	1,26	-0,04	57,20	22,88	9	29,33	29,37
Julio	80,10	56,07	1,81	4,21	90,00	4,55	2,72	1,49	46,19	1,15	53,12	1,71	-0,10	69,29	27,72	9	35,53	35,63
Agosto	24,10	16,87	0,54	4,23	89,00	3,71	2,72	1,49	46,19	1,15	53,12	1,71	1,17	69,29	27,72	9	35,53	34,36
Septiembre	57,50	40,25	1,34	4,36	89,00	3,98	2,74	1,51	45,3	1,00	45,30	1,51	0,17	42,77	17,11	9	21,93	21,77
Octubre	142,40	99,68	3,22	5,63	88,00	3,47	2,89	1,66	51,46	0,40	20,58	0,66	-2,55	37,44	14,98	9	19,20	21,75
Noviembre	134,50	94,15	3,14	5,43	92,00	2,91	2,87	1,64	49,2	0,80	39,36	1,31	-1,88	57,20	22,88	9	29,33	31,16
Diciembre	100,80	70,56	2,28	6,02	92,00	3,21	2,94	1,71	53,01	0,80	42,41	1,37	-0,91	57,20	22,88	9	29,33	30,24
Total	1212,10	848,47	27,94					19,07	579,91		507,95	16,72		666,38	266,55	108,00	341,73	352,95

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de maíz.

Tabla 44

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Pifo.

Cultivo			Fases			Datos de Suelo	
Kc	Papa		<i>Inicial</i>	Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,40
	Primera Fase	0,60		30	120	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,75	<i>Desarrollo</i>	50	183	<i>Da</i>	1,30
	Tercera Fase	1,15	<i>Intermedio</i>	65	222	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	0,75	<i>Final</i>	35	137	<i>Ef. Riego</i>	78%
Total				180		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de papa.

Figura 43

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Pifo.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p*(0,46*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	103,20	72,24	2,33	4,85	92,00	3,30	2,80	1,57	48,67	1,15	55,97	1,81	-0,52	46,19	18,48	9	23,69	24,21
Febrero	129,20	90,44	3,23	5,40	93,00	3,70	2,87	1,64	45,92	0,75	34,44	1,23	-2,00	28,51	11,41	9	14,62	16,62
Marzo	220,90	154,63	4,99	4,64	95,00	3,36	2,77	1,54	47,74	0,60	28,64	0,92	-4,06	24,96	9,98	9	12,80	16,86
Abril	96,90	67,83	2,26	5,29	91,00	3,39	2,85	1,62	48,6	0,75	36,45	1,22	-1,05	38,13	15,25	9	19,56	20,60
Mayo	66,90	46,83	1,51	5,38	92,00	3,72	2,86	1,63	50,53	0,75	37,90	1,22	-0,29	38,13	15,25	9	19,56	19,84
Junio	55,60	38,92	1,30	4,84	90,00	3,26	2,80	1,57	47,1	1,15	54,17	1,81	0,51	46,19	18,48	9	23,69	23,18
Julio	80,10	56,07	1,81	4,21	90,00	4,55	2,72	1,49	46,19	1,15	53,12	1,71	-0,10	46,19	18,48	9	23,69	23,78
Agosto	24,10	16,87	0,54	4,23	89,00	3,71	2,72	1,49	46,19	0,75	34,64	1,12	0,57	28,51	11,41	9	14,62	14,05
Septiembre	57,50	40,25	1,34	4,36	89,00	3,98	2,74	1,51	45,3	0,60	27,18	0,91	-0,44	24,96	9,98	9	12,80	13,24
Octubre	142,40	99,68	3,22	5,63	88,00	3,47	2,89	1,66	51,46	0,75	38,60	1,25	-1,97	38,13	15,25	9	19,56	21,53
Noviembre	134,50	94,15	3,14	5,43	92,00	2,91	2,87	1,64	49,2	0,75	36,90	1,23	-1,91	38,13	15,25	9	19,56	21,46
Diciembre	100,80	70,56	2,28	6,02	92,00	3,21	2,94	1,71	53,01	1,15	60,96	1,97	-0,31	46,19	18,48	9	23,69	24,00
Total	1212,10	848,47	27,94					19,07	579,91		498,96	16,38		444,25	177,70	108,00	227,82	239,38

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de papa.

Tabla 45

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Pifo.

Cultivo			Fases			Datos de Suelo	
	Rosas			Días	Z (mm)	<i>Umbral</i>	0,40
Kc	Primera Fase	0,35	<i>Inicial</i>	25	102	<i>CC (%)</i>	0,31
	Segunda Fase	0,75	<i>Desarrollo</i>	35	134	<i>Da</i>	1,30
	Tercera Fase	1,15	<i>Intermedio</i>	45	162	<i>PMP (%)</i>	0,15
	Cuarta Fase	0,55	<i>Final</i>	25	102	<i>Ef. Riego</i>	78%
<hr/>			Total	130		<i>Frecuencia de riego cada 8 días</i>	

Nota. La tabla indica los datos iniciales para el cálculo de necesidades hídricas del cultivo de rosas.

Figura 44

Determinación de las necesidades hídricas para cultivos de la parroquia Pifo.

Meses	Precip. Mensual (mm)	Precip. Efectiva mes (mm)	Precip. Efectiva día (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Vientos (m/s)	Factor Climático = $p*(0,46*T+8,13)$	Eto diario (mm)	Eto mensual (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	Etc-PE	Reserva Disponible (mm)	Lámina neta (mm)	No. Riego (mes)	Lámina bruta (mm)	Lámina a aplicar (mm)
Enero	103,20	72,24	2,33	4,85	92,00	3,30	2,80	1,57	48,67	0,55	26,77	0,86	-1,47	21,18	8,47	9	10,86	12,33
Febrero	129,20	90,44	3,23	5,40	93,00	3,70	2,87	1,64	45,92	0,35	16,07	0,57	-2,66	21,18	8,47	9	10,86	13,52
Marzo	220,90	154,63	4,99	4,64	95,00	3,36	2,77	1,54	47,74	0,75	35,81	1,16	-3,83	27,91	11,17	9	14,31	18,15
Abril	96,90	67,83	2,26	5,29	91,00	3,39	2,85	1,62	48,6	1,15	55,89	1,86	-0,40	69,29	27,72	9	35,53	35,93
Mayo	66,90	46,83	1,51	5,38	92,00	3,72	2,86	1,63	50,53	0,55	27,79	0,90	-0,61	21,18	8,47	9	10,86	11,48
Junio	55,60	38,92	1,30	4,84	90,00	3,26	2,80	1,57	47,1	0,35	16,49	0,55	-0,75	21,18	8,47	9	10,86	11,61
Julio	80,10	56,07	1,81	4,21	90,00	4,55	2,72	1,49	46,19	0,75	34,64	1,12	-0,69	27,91	11,17	9	14,31	15,01
Agosto	24,10	16,87	0,54	4,23	89,00	3,71	2,72	1,49	46,19	1,15	53,12	1,71	1,17	33,65	13,46	9	17,25	16,09
Septiembre	57,50	40,25	1,34	4,36	89,00	3,98	2,74	1,51	45,3	0,55	24,92	0,83	-0,51	21,18	8,47	9	10,86	11,38
Octubre	142,40	99,68	3,22	5,63	88,00	3,47	2,89	1,66	51,46	0,35	18,01	0,58	-2,63	21,18	8,47	9	10,86	13,50
Noviembre	134,50	94,15	3,14	5,43	92,00	2,91	2,87	1,64	49,2	0,75	36,90	1,23	-1,91	27,91	11,17	9	14,31	16,22
Diciembre	100,80	70,56	2,28	6,02	92,00	3,21	2,94	1,71	53,01	1,15	60,96	1,97	-0,31	33,65	13,46	9	17,25	17,56
Total	1212,10	848,47	27,94					19,07	579,91		407,36	13,34		347,43	138,97	108,00	178,17	192,77

Nota. La figura indica la lámina a aplicar expresado en mm del cultivo de rosas.

Tabla 46

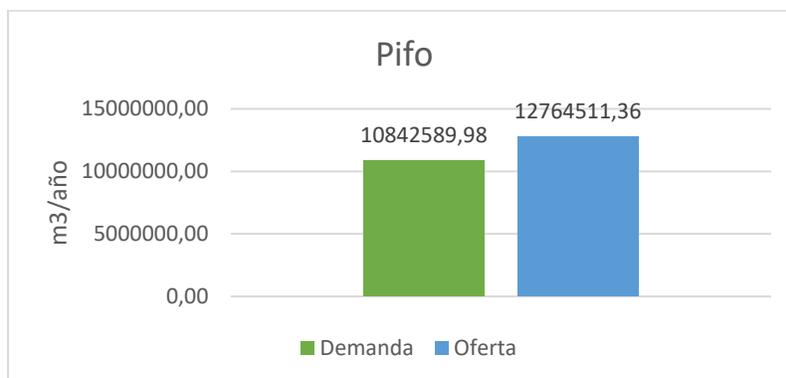
Volumen de riego para cultivos de la parroquia Pifo.

Parroquia Pifo								
		<i>Área ha</i>		505,95				
		<i>Área m2</i>		5059500				
<hr/>								
	Hortalizas	Maíz	Papa	Rosas	Promedio			
	Lámina	Lámina	Lámina	Lámina	Lámina	Volumen	Volumen de	Volumen
Meses	aplicar	aplicar	aplicar	aplicar	aplicar	de riego	riego	de riego
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m3)	(m3/mes)	(m3/día)
Enero	9,05	36,06	24,21	12,33	20,41	103278,84	929509,53	29984,18
Febrero	15,75	36,88	16,62	13,52	20,69	104687,96	942191,66	33649,70
Marzo	24,07	25,38	16,86	18,15	21,12	106839,42	961554,76	31017,90
Abril	10,40	20,81	20,60	35,93	21,94	110991,38	998922,38	33297,41
Mayo	8,20	29,54	19,84	11,48	17,27	87357,17	786214,52	25361,76
Junio	13,86	29,37	23,18	11,61	19,51	98688,66	888197,94	29606,60
Julio	20,94	35,63	23,78	15,01	23,84	120621,46	1085593,12	35019,13
Agosto	8,80	34,36	14,05	16,09	18,33	92716,94	834452,47	26917,82
Septiembre	8,09	21,77	13,24	11,38	13,62	68888,77	619998,91	20666,63
Octubre	15,72	21,75	21,53	13,50	18,12	91697,61	825278,53	26621,89
Noviembre	22,12	31,16	21,46	16,22	22,74	115065,70	1035591,28	34519,71
Diciembre	10,34	30,24	24,00	17,56	20,54	103898,32	935084,88	30164,03
Total	167,34	352,95	239,38	192,77	238,11	1204732,22	10842589,98	356826,76

Nota. La tabla indica el volumen de riego a aplicar expresado en $m^3/día$ de los cultivos.

Figura 45

Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Pifo



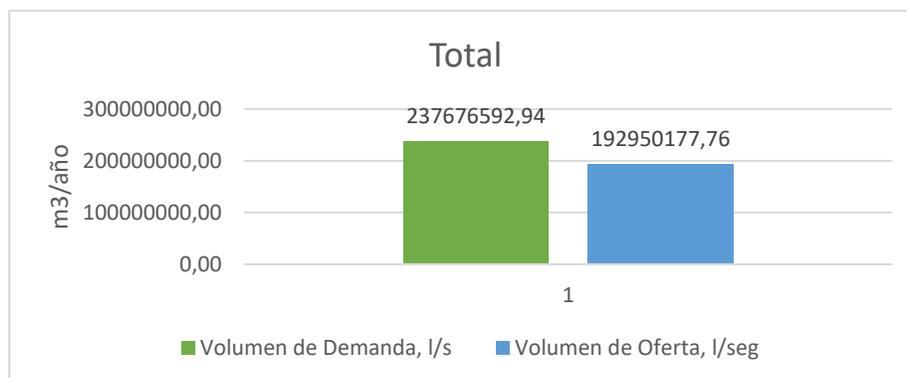
Nota. La figura muestra gráficamente el análisis de la oferta y demanda del sistema de riego.

De acuerdo a la tabla 46 y la figura 17, en la parroquia Pifo la oferta supera a la demanda con una diferencia de 1921921,38 $m^3/año$, es decir 60,94 l/s.

En la siguiente figura además se puede observar los datos de oferta y demanda a manera general, es decir para todas las parroquias a las que se le brinda el servicio, esto tanto anualmente como mensualmente

Figura 46

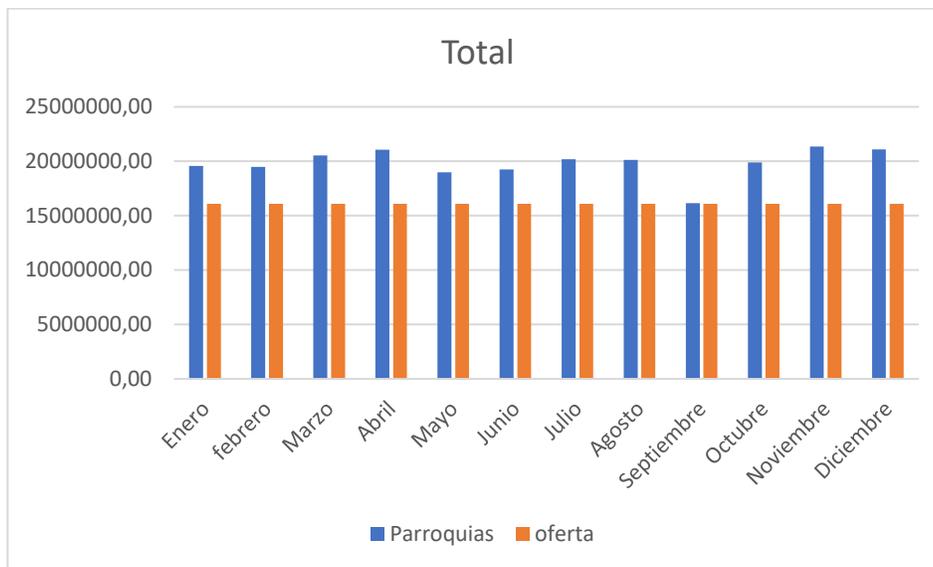
Análisis comparativo de oferta/demanda de agua en el sistema de riego El Pisque Zona 2



Nota. La figura muestra gráficamente el análisis de la oferta y demanda del sistema de riego.

Figura 47

Análisis comparativo de oferta/demanda de agua en el sistema de riego El Pisque Zona 2 mensualmente



Nota. La figura muestra gráficamente el análisis de la oferta y demanda del sistema de riego.

Capítulo III

Resultados y Discusión

Tras haber realizado el levantamiento de información cartográfica, determinación del uso del suelo, recorrido del canal principal del sistema de riego, análisis de oferta y demanda del agua, análisis de calidad del agua en función a normativa y evaluación del estado de la infraestructura que conforma el canal en este capítulo se plantea la propuesta de optimización del sistema de Riego El Pisque Zona 2 teniendo los siguientes puntos a tratar:

1. Diseño del Revestimiento en Hormigón
2. Diseño de Embaulamiento
3. Tratamiento de Aguas
4. Reasignación de Caudales de Riego

Diseño del Revestimiento

A partir del recorrido realizado al canal principal del Sistema de Riego El Pisque se pudo observar que existen tramos sin revestimiento además de la presencia de vegetación que por su magnitud puede llegar a entrar en el agua, contaminándola y además dificultando su flujo, por lo que en primer lugar se plantea el diseño del revestimiento completo del canal.

Figura 48

Tramos sin revestimiento en el canal.



Nota. La figura muestra un tramo del canal de riego principal sin presencia de revestimiento de hormigón.

Figura 49

Vegetación presente en el canal de riego



Nota. La figura muestra la presencia de vegetación que puede llegar a contaminar u obstaculizar el flujo de agua del canal.

Con esta propuesta se establecen los valores del suelo con los cuales se trabajará para el diseño del revestimiento.

Tabla 47

Cuadro de Datos para el Diseño del Revestimiento

Suelo		
γ suelo	2530	kg/m ³
σ suelo	22,98	kg/m ²
ϕ	51,9	°

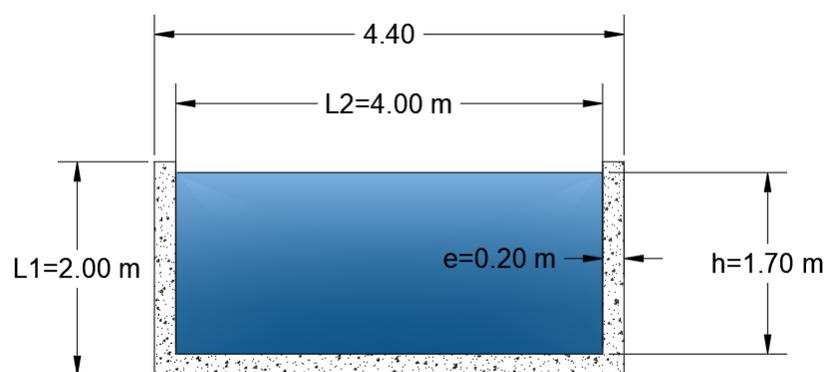
Nota. La tabla muestra los datos del suelo que van a ser utilizados para el diseño del revestimiento.

En primer lugar, se opta por el diseño de una sección transversal rectangular, con las medidas que se muestran en la figura a continuación, en donde para el cálculo estructural se utilizará una situación crítica de flujo lleno.

Cálculo Estructural para una Sección Rectangular

Figura 50

Dimensionamiento de la Sección Transversal Rectangular del Canal



Nota. La figura muestra las dimensiones con las que se realizará el diseño para el revestimiento de una sección transversal rectangular en el canal.

Se debe verificar entonces que la capacidad portante del suelo es mayor que la presión ejercida por el peso del agua más el revestimiento del canal, de modo que se tenga lo siguiente:

$$\sigma < \sigma_s$$

Sabiendo que:

$$\sigma = \frac{\omega_c + \omega_a}{A_c}$$

Donde:

- ω_c = Peso del Hormigón
- ω_a = Peso del Agua
- A_c = Área Transversal del Canal

Cálculo del Peso del Hormigón

$$\omega_c = 2(\gamma_c \cdot L_1 \cdot e) + \gamma_c \cdot L_2 \cdot e$$

$$\omega_c = \gamma_c \cdot e \cdot (2 \cdot L_1 + L_2)$$

$$\omega_c = 2300 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,20\text{m} \cdot (2 \cdot 2,0\text{m} + 4,0\text{m})$$

$$\omega_c = 3680 \text{ kg/m}$$

Cálculo del Peso del Agua

$$A_a = h \cdot L_2$$

$$A_a = 1,70\text{m} \cdot 4,0\text{m}$$

$$A_a = 6,80 \text{ m}^2$$

$$\omega_a = \gamma_a \cdot A_a$$

$$\omega_a = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 6,80\text{m}^2$$

$$\omega_a = 6800 \text{ kg/m}$$

Cálculo del Esfuerzo

$$A_c = Lr \cdot e$$

$$A_c = (2 \cdot L_1 + L_2) \cdot e$$

$$A_c = (2 \cdot 2,00\text{m} + 4,00\text{m}) \cdot 0,20\text{m}$$

$$A_c = 1,60 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{\omega_c + \omega_a}{A_c} \cdot 1,00 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{3680 \text{ kg/m} + 6800 \text{ kg/m}}{1,60\text{m}^2} \cdot 1,00 \text{ m}$$

$$\sigma = 6550,00 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma = 0,655 \text{ kg/cm}^2$$

Este valor se compara con la capacidad portante del suelo, de modo que se tiene:

$$\sigma_s = 22,98 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma < \sigma_s$$

$$0,655 < 22,98 \quad \therefore \text{OK}$$

Por lo que se concluye que la estructura no fallará por asentamiento.

Cálculo del Momento de Volcamiento (Mv)

Empuje Activo

$$k_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$k_a = \tan^2 \left(45 - \frac{51,9}{2} \right)$$

$$k_a = 0,119$$

$$E_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot k_a \cdot H^2$$

$$E_a = \frac{1}{2} \cdot 2530 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,119 \cdot 2,0\text{m}^2$$

$$E_a = 603,328 \text{ kg/m}$$

Momento de Volcamiento

$$z = \frac{H}{3}$$

H= Altura total del diseño

$$z = \frac{2,00 \text{ m}}{3}$$

$$z = 0,667 \text{ m}$$

$$M_v = E_a \cdot z$$

$$M_v = 603,328 \text{ kg/m} \cdot 0,667 \text{ m}$$

$$M_v = 402,219 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Cálculo del Momento Resistente (Mr)

$$M_r = \frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot e \cdot H^2 \cdot \frac{\cos \phi}{\sin^2 \phi}$$

$$M_r = \frac{1}{2} \cdot 2530 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,20 \text{ m} \cdot 2,00^2 \cdot \frac{\cos 51,9}{\sin^2 51,9}$$

$$M_r = 1008,354 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

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

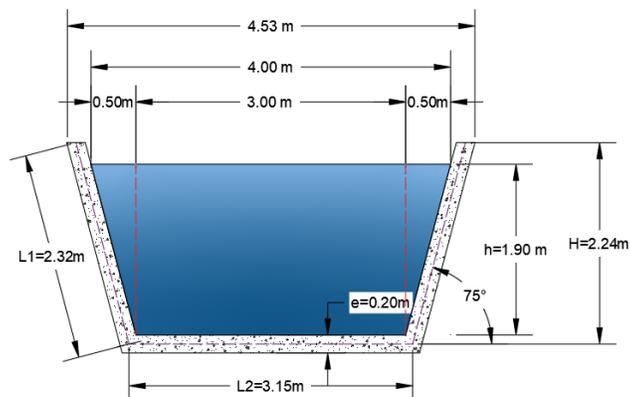
$$\frac{1008,354 \text{ kg} \cdot \text{m}}{402,219 \text{ kg} \cdot \text{m}} \geq 1,50$$

$$2,507 \geq 1,50 \quad \therefore \text{OK}$$

Cálculo Estructural para una Sección Trapezoidal

Figura 51

Dimensionamiento de la Sección Transversal Trapezoidal del Canal



Nota. La figura muestra las dimensiones con las que se realizará el diseño para el revestimiento de una sección transversal trapezoidal en el canal.

Con el fin de hacer una comparación con los resultados obtenidos para la sección transversal rectangular se plantea también la posibilidad de utilizar una sección trapezoidal tal como la mostrada en la figura anterior, que mantenga un área transversal similar a la de la sección rectangular para analizar ambos diseños.

Cálculo del Peso del Hormigón

$$\omega_c = 2(\gamma_c \cdot L_1 \cdot e) + \gamma_c \cdot L_2 \cdot e$$

$$\omega_c = \gamma_c \cdot e \cdot (2 \cdot L_1 + L_2)$$

$$\omega_c = 2300 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,20\text{m} \cdot (2 \cdot 2,32\text{m} + 3,15\text{m})$$

$$\omega_c = 3583,40 \text{ kg/m}$$

Cálculo del Peso del Agua

$$A_a = (3,00\text{m} \cdot 1,90\text{m}) + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,50\text{m} \cdot 1,90\text{m}$$

$$A_a = 6,65 \text{ m}^2$$

$$\omega_a = \gamma_a \cdot A_a$$

$$\omega_a = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 6,65\text{m}^2$$

$$\omega_a = 6650 \text{ kg/m}$$

Cálculo del Esfuerzo

$$A_c = Lr \cdot e$$

$$A_c = (2 \cdot L_1 + L_2) \cdot e$$

$$A_c = (2 \cdot 2,32\text{m} + 3,15\text{m}) \cdot 0,20\text{m}$$

$$A_c = 1,558 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{\omega_c + \omega_a}{A_c} \cdot 1,00 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{3583,4 \text{ kg/m} + 6650 \text{ kg/m}}{1,558 \text{ m}^2} \cdot 1,00 \text{ m}$$

$$\sigma = 6568,293 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma = 0,657 \text{ kg/cm}^2$$

Este valor se compara con la capacidad portante del suelo

$$\sigma_s = 22,98 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma < \sigma_s$$

$$0,657 < 22,98 \quad \therefore \text{OK}$$

Se concluye que la estructura no fallará por asentamiento.

Cálculo del Momento de Volcamiento (Mv)

Tabla 48

Cuadro de Datos para el Diseño del Canal Trapezoidal

ϕ	B	δ	α
51,9	0	0	75

Nota. La tabla muestra los diferentes ángulos con los que se trabajará para el diseño para el revestimiento de una sección transversal trapezoidal en el canal.

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

Coefficiente de Empuje Activo

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

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

$$h' = 0,395 \text{ m}$$

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

$$Cea = \left[\frac{\frac{\text{sen}(75 - 51,9)}{\text{sen } 75}}{\sqrt{\text{sen}(0 + 75)} + \sqrt{\frac{\text{sen}(0 + 51,9)\text{sen}(51,9 - 0)}{\text{sen}(75 - 0)}}} \right]^2$$

$$Cea = 0,0519$$

Momento de Volcamiento

$$M_v = \frac{1}{2} \left(Cea \cdot \gamma_s \cdot H \cdot (H + 2h') \cdot \frac{(2H + 3 \cdot H \cdot h')}{3(H + 2h')} \right)$$

$$M_v = \frac{1}{2} \left(0,0519 \cdot 2530 \text{ kg/m}^3 \cdot 2,24\text{m} \cdot (2,24\text{m} + 2(0,395\text{m})) \cdot \frac{(2 \cdot 2,24\text{m} + 3 \cdot 2,24\text{m} \cdot 0,395\text{m})}{3(2,24\text{m} + 2 \cdot 0,395\text{m})} \right)$$

$$M_v = 375,927 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Cálculo del Momento Resistente (Mr)

$$M_r = \frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot e \cdot H^2 \cdot \frac{\cos \emptyset}{\text{sen}^2 \emptyset}$$

$$M_r = \frac{1}{2} \cdot 2300 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,20\text{m} \cdot 2,24\text{m}^2 \cdot \frac{\cos 51,9}{\text{sen}^2 51,9}$$

$$M_r = 1149,891 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

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

$$\frac{1149,891 \text{ kg} \cdot \text{m}}{375,927 \text{ kg} \cdot \text{m}} \geq 1,50$$

$$3,059 \geq 1,50 \quad \therefore OK$$

A partir del análisis de ambos de tipos de canales se ha podido visualizar que el canal trapezoidal y el rectangular tienen un mismo valor de esfuerzo en comparación con la capacidad portante del suelo, mientras que por otra parte el canal trapezoidal brinda una mayor estabilidad frente al volteo, esto debido a sus características geométricas.

También cabe recalcar que la sección trapezoidal tiene una sección transversal de hormigón menor a la rectangular, esto se verá reflejado también en el volumen de hormigón necesario para el revestimiento del canal, por lo que el utilizar el canal trapezoidal representará una disminución de costos.

Finalmente, y considerando el comportamiento hidráulico de los canales, la teoría de figuras geométricas indica que la figura más eficiente en el campo de la hidráulica es la circular, ya que posee un área que para otro tipo de figuras representaría un mayor perímetro, de esta forma se establece que mientras la figura sea lo más parecida a un círculo mayor será su eficiencia hidráulica, lo cual es el caso de la sección trapezoidal que aunque es determinado que su eficiencia hidráulica será mayor se debe considerar que necesita un ancho disponible mayor y ocupa una mayor superficie que el canal rectangular.

Con todas estas consideraciones se determina el uso de una sección trapezoidal para el revestimiento del canal de riego.

Diseño del Embaulamiento

Durante el recorrido realizado a lo largo del sistema de riego se visualizó la presencia de vegetación y basura dentro del canal lo cual influye directamente en la velocidad del caudal.

Figura 52

Contaminación presente en el canal de riego.



Nota. La figura muestra la presencia de basura y vegetación dentro del canal de riego.

De acuerdo a lo visualizado durante el recorrido se opta por realizar una estructura que funcione como embaulamiento y evite que factores externos contaminen el canal de riego.

Para el diseño se considera a esta estructura como una losa maciza de comportamiento unidireccional el cual sucede en el sentido corto, el proceso de cálculo describe a continuación:

Pre dimensionamiento

Hormigón $\rightarrow f'c: 210 \text{ kg/cm}^2$

Acero $\rightarrow f_y: 4200 \text{ kg/cm}^2$

Carga viva: 500 kg/cm^2

Espesor de la losa: 15 cm

Cargas

Carga Muerta

- Peso de la losa: $2,4 \times 0,15 \times 1,0 = 0,36 \text{ Tn/m}$

Carga Viva

$$- \text{ C. viva: } 0,5 * 1,0 = 0,5 \text{ Tn/m}$$

Carga Final

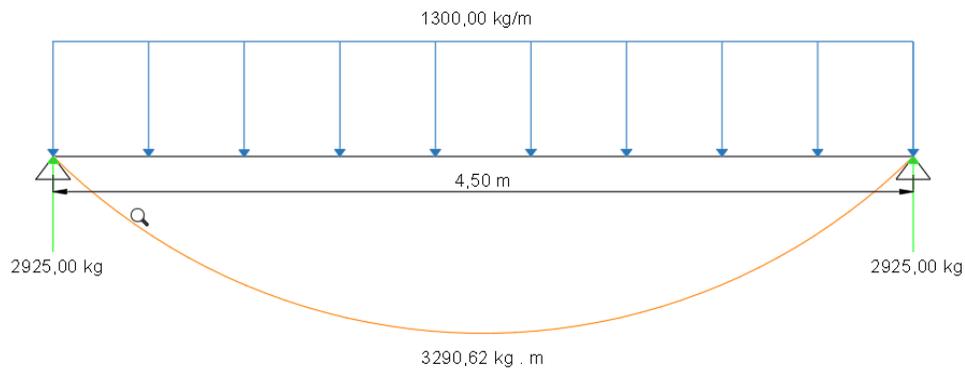
$$q_u = 1,4D + 1,6L$$

$$q_u = 1,4 \times (0,36) + 1,6 \times (0,5) = 1,30 \text{ Tn/m}$$

Diagrama

Figura 53

Reacciones y momentos



Nota. La figura muestra gráficamente los resultados obtenidos de reacciones y momentos.

Acero de Refuerzo

Cálculo de cuantía

$$\rho = 0,85 \times \frac{f'c}{fy} \times \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{\phi \times 0,85 \times f'c \times b \times d^2}} \right]$$

$$\rho = 0,85 \times \frac{210}{4200} \times \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,30 \times 10^5}{0,9 \times 0,85 \times 210 \times 100 \times 12^2}} \right]$$

$$\rho = 0,00246 < 0,00333$$

Cálculo de acero

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$A_s = 0,0033 \times 100 \times 12 = 3,96 \text{ cm}^2$$

Para el acero de refuerzo, el cual es mínimo, se utilizará una malla Armex R238(10x10X5).

Tratamiento de Aguas

En base al recorrido realizado y a los resultados de calidad del agua realizado se pudo observar la necesidad del uso de un tratamiento especialmente para la reducción de coliformes fecales provenientes de aguas residuales del cantón Cayambe y que al desembocar en el río Granobles contamina el agua de riego.

En primer lugar, se establece las dimensiones del tanque a utilizar, teniendo lo siguientes:

Tabla 49

Cuadro de Dimensionamiento para el Tanque

Dato	Nomenclatura	Valor	Unidades
Altura en el tanque	H	2,20	m
Diámetro del tanque	D	1,50	m
Área del Filtrado	A	1,77	m ²
Volumen de Carbón Activado	Vb	3,89	m ³

Nota. La tabla muestra las dimensiones que tendrá el tanque para la filtración de carbón activado.

Tomando en cuenta la capacidad que tendrán los tanques se establece la necesidad de utilizar 30 de ellos con las medidas pre establecidas, y se procede al respectivo cálculo

$$Q = Q_T / N^\circ \text{ de taques}$$

$$Q = \frac{4,7 \text{ m}^3/\text{s}}{30}$$

$$Q = 9,40 \text{ m}^3/\text{min}$$

Velocidad de Filtración

$$V_f = \frac{Q}{1,5A}$$

$$V_f = \frac{9,40 \text{ m}^3/\text{min}}{1,5 * 1,77 \text{ m}^2}$$

$$V_f = 3,55 \text{ m}/\text{min}$$

Tiempo de Filtrado

$$t_f = \frac{h}{V_f}$$

$$t_f = \frac{2,20 \text{ m}}{3,55 \text{ m}/\text{min}}$$

$$t_f = 0,62 \text{ min}$$

Volumen de Agua Tratada en el Tiempo de Filtrado

$$Vol = Q \cdot t_f$$

$$Vol = 9,40 \text{ m}^3/\text{min} \cdot 0,62 \text{ min}$$

$$Vol = 5,83 \text{ m}^3$$

Masa de Carbón Activado

Sabiendo que la densidad particular (d) del carbón activado es de 470 kg/m^3 se tiene lo siguiente:

$$\text{Masa GAC} = V_b \cdot d$$

$$\text{Masa GAC} = 3,89\text{m}^3 * 470\text{kg/m}^3$$

$$\text{Masa GAC} = 1827,23 \text{ kg}$$

$$\text{Masa GAC} = 1,83 \text{ Ton}$$

Los costos del tratamiento de aguas debido al gran caudal que se necesita tratar puede llegar a ser costo, en la siguiente tabla se muestra a manera de resumen el costo de inversión inicial que se tendría que afrontar, además el mantenimiento anual del mismo filtro.

Tabla 50

Costo de Inversión Inicial para la Adquisición del Tratamiento mediante Filtración por Carbón Activado.

Inversión Inicial				
Variable	Cantidad	Unidad	P. Unitario	P. Total
Tanque para el Filtro	30	u	\$4.200,00	\$126.000,00
Carbón Activado	54816,86	kg	\$4,80	\$263.120,95
Tuberías	1	u	\$8.000,00	\$8.000,00
Herramientas	1	u	\$12.000,00	\$12.000,00
Accesorios de Tubería	1	u	\$10.000,00	\$10.000,00
Subtotal				\$419.120,95
Costos Indirectos (10%)				\$41.912,10

Total	\$461.033,05
--------------	--------------

Nota. La tabla muestra los costos iniciales que se tendría que afrontar para implementación de un sistema de tratamiento de aguas mediante filtración por carbón activado.

Tabla 51

Costo de Mantenimiento Anual para los Filtros de Carbón Activado.

Mantenimiento Anual				
Variable	Cantidad	Unidad	P. Unitario	P. Total
Cambio de Carbón Activado	54816,86	kg	\$4,80	\$263.120,95
Mano de Obra	1,00	u	\$500,00	\$500,00
Subtotal				\$263.620,95
Posibles Reparaciones (10%)				\$26.362,10
Total				\$289.983,05

Nota. La tabla muestra el costo por mantenimiento anual del sistema de tratamiento de aguas mediante filtración por carbón activado.

Como se puede observar la implementación del sistema de tratamiento representa no solo una gran inversión inicial si no también una suma de dinero considerativa de manera anual por lo que este tratamiento deberá ser enfrentado por el GAD de Cayambe, de donde provienen las aguas residuales que contaminan el río, ya que al no existir un correcto tratamiento antes de enviar las aguas residuales al río Granobles es que se ha presentado tal problema de calidad en el agua.

Aunque existe la posibilidad de utilizar otro tipo de tratamientos especializados en lo que respecta a aguas residuales, como por ejemplo la eficacia de tratamientos como la luz ultravioleta o la

inyección de ozono tienen un mayor nivel de eficiencia en este tipo de casos, sin embargo, su costo es aún mayor al determinado en este caso tal como se muestra en la siguiente tabla comparativa.

Tabla 52

Comparación de Costos entre Tratamientos de Aguas Residuales

Tratamiento	Costo Aproximado
Filtro de Carbón Activado	\$ 500.000,00
Luz Ultravioleta	\$ 2.000.000,00
Inyección de Ozono	\$ 3.000.000,00

Nota. La tabla muestra una comparación de costos entre los tratamientos de aguas residuales más eficientes.

Reasignación de Caudales de Riego

Actualmente el canal principal del sistema de riego no se encuentra operando al 100% de su capacidad, lo cual afecta a la eficiencia del sistema que ofrece, además como se pudo observar en el análisis de oferta y demanda no existe ningún mes en el que la cantidad de oferta supere al de demanda ofreciendo la posibilidad de crear un reservorio para sustituir el volumen de agua faltante, por lo que se opta por el cambio de dotación de agua por parroquia según las necesidades previamente presentadas.

Previamente se determinó que la Junta de Riego distribuye un caudal de 0,08 l/s por cada 10.000 m² de superficie, este valor mostró ser suficiente para las necesidades de riego en las parroquias de El Quinche, Tababela y Pifo, por lo que se mantendrá este valor. Por otra parte, el caudal aumento para las demás parroquias en función de la cantidad de agua faltante, obteniendo los siguientes caudales que serán distribuidos a través de las diferentes tomas que existen a lo largo del canal, de

modo que se obtienen los siguientes resultados, colocando de manera general que se aumentó el caudal de 0,8 l/s a 1,0 l/s para cubrir las necesidades hídricas de los cultivos.

Tabla 53

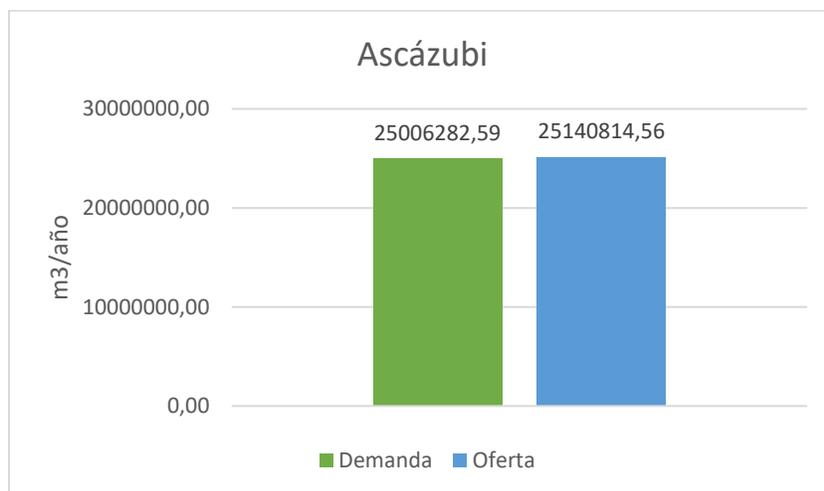
Relación entre la superficie cubierta y el caudal ofertado por el sistema de riego con el caudal re distribuido

Parroquia	Superficie Cubierta (Ha)	Caudal por		Caudal Ofertado (l/s)	Caudal Ofertado (m ³ /año)
		Superficie(l/s/ 10.000m ²)	Caudal		
Ascázubi	797,21	1,0	797,21	25140814,56	
El Quinche	1204,00	0,8	963,20	30375475,20	
Checa	749,00	1,0	749,00	23620464,00	
Yaruquí	1955,00	1,1	2150,50	67818168,00	
Tababela	975,10	0,8	780,08	24600602,88	
Puembo	1461,75	1,5	2192,63	69146779,68	
Pifo	505,95	0,8	404,76	12764511,36	
Total	7648,01	1,0	7648,01	241187643,36	

Nota. La tabla muestra la información acerca de la superficie cubierta y el caudal ofertado con una nueva distribución en base a las necesidades de cada parroquia.

Figura 54

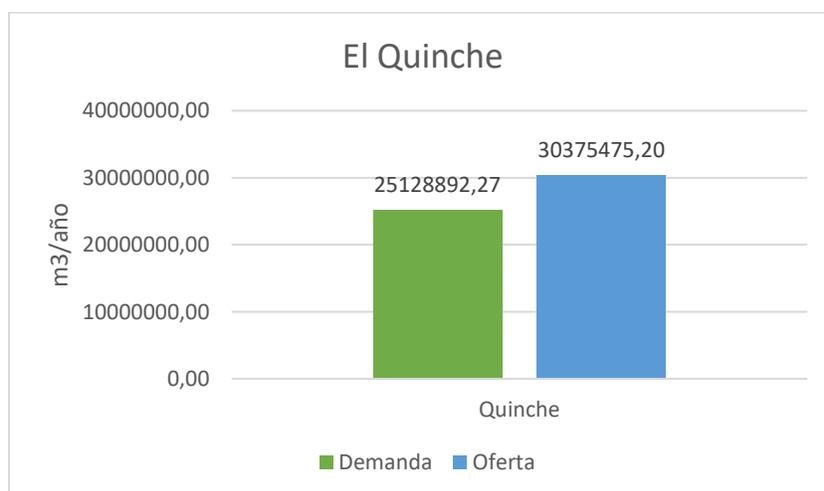
Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Ascázubi.



Nota. La figura muestra el contraste existente entre oferta y demanda del agua de riego una vez re distribuido el caudal para superar la demanda.

Figura 55

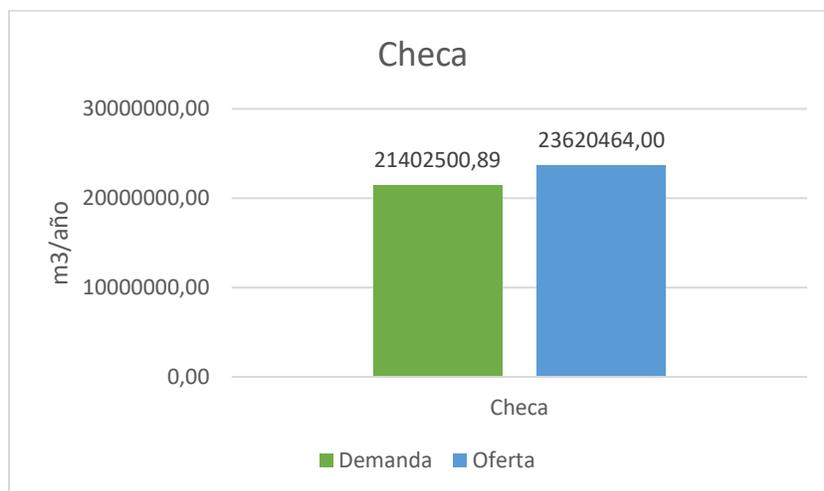
Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia El Quinche.



Nota. La figura muestra el contraste existente entre oferta y demanda del agua de riego una vez re distribuido el caudal para superar la demanda.

Figura 56

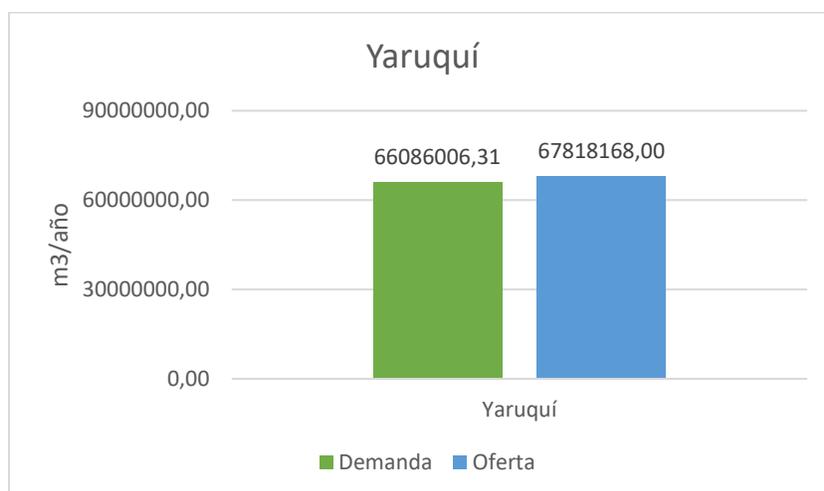
Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Checa.



Nota. La figura muestra el contraste existente entre oferta y demanda del agua de riego una vez re distribuido el caudal para superar la demanda.

Figura 57

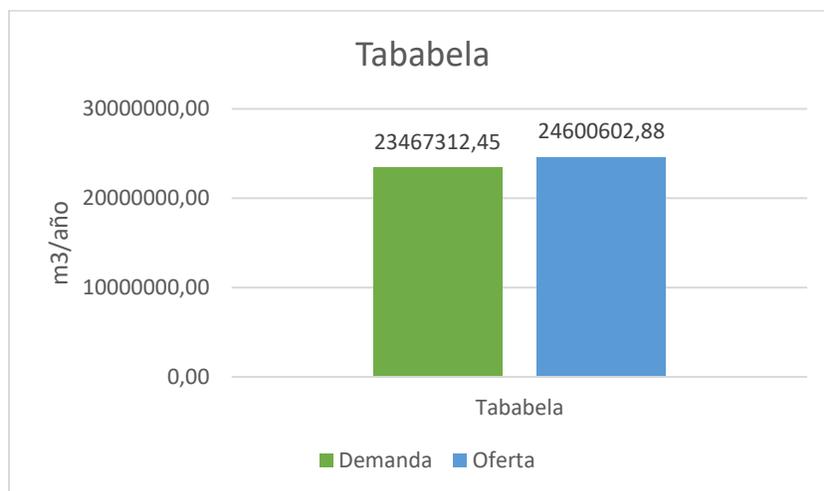
Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Yaruquí



Nota. La figura muestra el contraste existente entre oferta y demanda del agua de riego una vez re distribuido el caudal para superar la demanda.

Figura 58

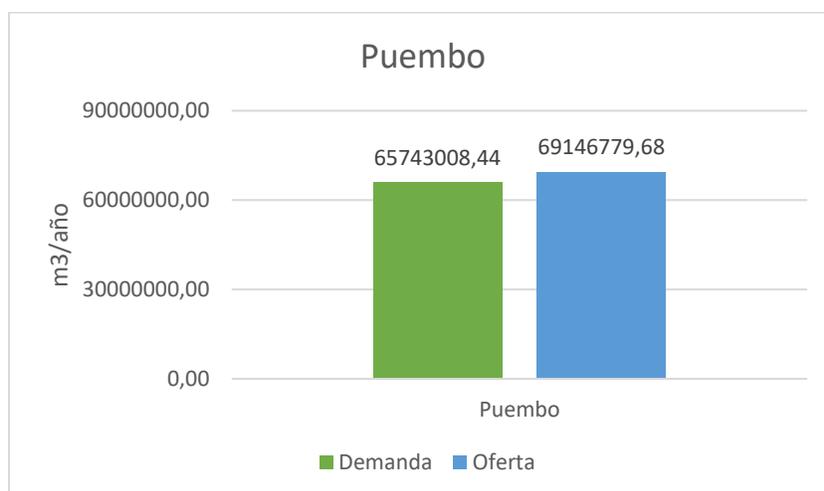
Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Tababela



Nota. La figura muestra el contraste existente entre oferta y demanda del agua de riego una vez re distribuido el caudal para superar la demanda.

Figura 59

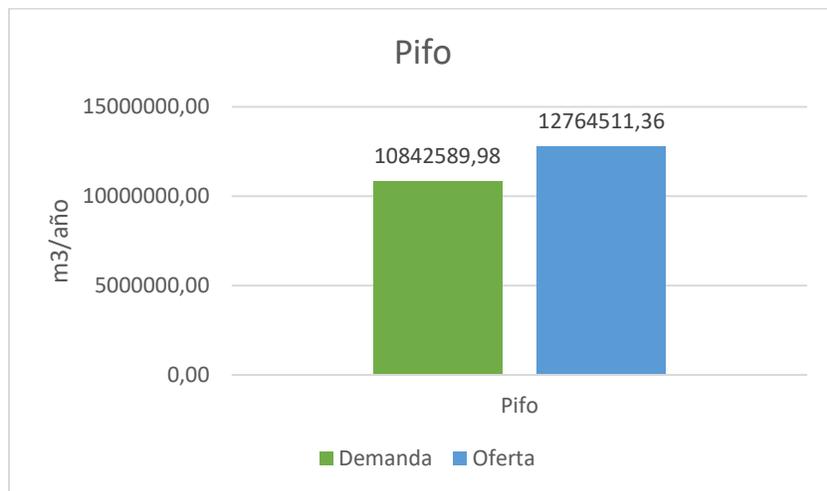
Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Puenbo



Nota. La figura muestra el contraste existente entre oferta y demanda del agua de riego una vez re distribuido el caudal para superar la demanda.

Figura 60

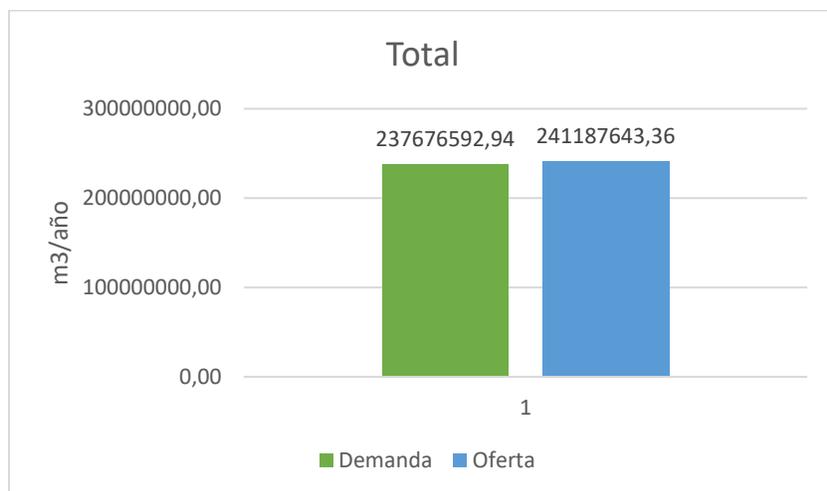
Análisis comparativo oferta/demanda de agua en la parroquia Pifo



Nota. La figura muestra el contraste existente entre oferta y demanda del agua de riego una vez re distribuido el caudal para superar la demanda.

Figura 61

Análisis comparativo oferta/demanda de agua en el sistema de Riego El Pisque Zona 2



Nota. La figura muestra el contraste existente entre oferta y demanda del agua de riego una vez re distribuido el caudal para superar la demanda.

Presupuesto

Finalmente, entonces tras la evaluación y establecimiento de la propuesta de optimización mostrada a lo largo de este capítulo se lleva a cabo el cálculo del presupuesto realizando una estimación de los costos en base a los sueldos de 2023 para el sector de la construcción y a los costos referenciales determinados mediante la revista de la Cámara de la Construcción para el 2022.

Tabla 54

Presupuesto para la construcción de las propuestas de optimización.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS "ESPE"					
PROYECTO: Evaluación y Propuesta de Optimización del Sistema de Riego el Pisque Zona 2,					
Provincia de Pichicha					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
N°	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Revestimiento del Canal					
1	Desbroce Manual	m2	25339,312	\$ 8,96	\$ 227.139,54
2	Excavación Manual en Suelo Natural	m3	31389,52	\$ 13,76	\$ 431.949,15
3	Revestimiento con Hormigón Armado 210 kg/cm2	m	16264	\$ 240,03	\$3.903.809,25
4	Encofrado	m2	25339,312	\$ 23,16	\$ 586.760,09
Embaulamiento del Canal					

N°	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
5	Embaulamiento del canal con Hormigón Armado 210 kg/cm ²	u	18000	\$ 77,69	\$1.398.506,54
TOTAL:					\$6.548.164,56

Nota. La tabla muestra el presupuesto para el revestimiento del canal y embaulamiento.

Tabla 55

Análisis de precios unitarios para el Desbroce Manual.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS "ESPE"					
PROYECTO: Evaluación y Propuesta de Optimización del Sistema de Riego el Pisque Zona 2,					
Provincia de Pichincha					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	1			UNIDAD:	m2
DETALLE:	Desbroce Manual				
EQUIPO					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AXB	Rendimiento R	Costo D=CXR
Herramienta					
Menor 5% de					\$ 0,41
M.O.					
				SUBTOTAL M	\$ 0,41

MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora		Rendimiento R	Costo D=CXR
			C=AXB			
Albañil E.O.D2	1,00	\$ 4,10	\$ 4,10		0,50	\$ 2,05
Peón E.O.E2	3,00	\$ 4,05	\$ 12,16		0,50	\$ 6,08
					<i>SUBTOTAL N</i>	\$ 8,13
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo D=AXB		
					\$	-
					<i>SUBTOTAL O</i>	\$ -
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo D=AXB		
					\$	-
					<i>SUBTOTAL P</i>	\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$	8,54
COSTOS INDIRECTOS					5%	\$ 0,43
OTROS INDIRECTOS					\$	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$	8,96
VALOR UNITARIO					\$	8,96

SON: OCHO DÓLARES Y 96/100 CENTAVOS, ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI TRANSPORTE

Nota. La tabla muestra el valor unitario total para el revestimiento del canal.

Tabla 56

Análisis de precios unitarios para la Excavación en Suelo Natural.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS "ESPE"					
PROYECTO: Evaluación y Propuesta de Optimización del Sistema de Riego el Pisque Zona 2,					
Provincia de Pichincha					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	2			UNIDAD:	m3
DETALLE:	Excavación Manual en Suelo Natural				
EQUIPO					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AXB	Rendimiento R	Costo D=CXR
Herramienta					
Menor 5% de					\$ 0,62
M.O.					
				<i>SUBTOTAL M</i>	\$ 0,62
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=AXB	Rendimiento R	Costo D=CXR
Maestro mayor					
en ejec. de obras	1,00	\$ 4,55	\$ 4,55	0,50	\$ 2,27
civiles E.O.C1					
Albañil E.O.D2	2,00	\$ 4,10	\$ 8,20	0,50	\$ 4,10
Peón E.O.E2	3,00	\$ 4,05	\$ 12,16	0,50	\$ 6,08

			<i>SUBTOTAL N</i>	\$	12,45
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo D=AXB	
Piola Nylon #6	u	\$ 0,01	2,80	\$	0,03
			<i>SUBTOTAL O</i>	\$	0,03
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo D=AXB	
				\$	-
			<i>SUBTOTAL P</i>	\$	-
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$	13,11
COSTOS INDIRECTOS				5%	\$ 0,66
OTROS INDIRECTOS				\$	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$	13,76
VALOR UNITARIO				\$	13,76

SON: TRECE DÓLARES Y 76/100 CENTAVOS, ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI TRANSPORTE

Nota. La tabla muestra el valor unitario total para el revestimiento del canal.

Tabla 57

Análisis de precios unitarios para el Revestimiento con Hormigón Armado 210 kg/cm².

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS "ESPE"

PROYECTO: Evaluación y Propuesta de Optimización del Sistema de Riego el Pisque Zona 2,

Provincia de Pichincha

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 3 **UNIDAD:** m

DETALLE: Revestimiento con Hormigón Armado 210 kg/cm²

EQUIPO

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora	Rendimiento	Costo D=CXR
			C=AXB	R	
Herramienta					
Menor 5% de					\$ 0,72
M.O.					
<i>SUBTOTAL M</i>					\$ 0,72

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora	Rendimiento	Costo D=CXR
			C=AXB	R	
Maestro mayor					
en ejec. de obras	1,00	\$ 4,55	\$ 4,55	0,50	\$ 2,27
civiles E.O.C1					
Albañil E.O.D2	2,00	\$ 4,10	\$ 8,20	0,50	\$ 4,10
Peón E.O.E2	4,00	\$ 4,05	\$ 16,21	0,50	\$ 8,11
<i>SUBTOTAL N</i>					\$ 14,48

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio	Costo D=AXB
			Unitario B	
Piola Nylon #6	u	0,01	\$ 2,80	\$ 0,03
Hormigón Premezclado f'c 210	m3	1,56	\$ 127,99	\$ 199,41
kg/cm2				

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo D=AXB
Malla Armez R196 (10X10X5)	u	0,52	\$ 26,89	\$ 13,96
<i>SUBTOTAL O</i>				\$ 213,39
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo D=AXB
				\$ -
<i>SUBTOTAL P</i>				\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$ 228,60
COSTOS INDIRECTOS				5% \$ 11,43
OTROS INDIRECTOS				\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$ 240,03
VALOR UNITARIO				\$ 240,03

SON: DOSCIENTOS CUARENTA DÓLARES Y 03/100 CENTAVOS, ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI TRANSPORTE

Nota. La tabla muestra el valor unitario total para el revestimiento del canal.

Tabla 58

Análisis de precios unitarios para el Encofrado.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS "ESPE"

PROYECTO: Evaluación y Propuesta de Optimización del Sistema de Riego el Pisque Zona 2,

Provincia de Pichincha

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 4 **UNIDAD:** m
DETALLE: Encofrado

EQUIPO

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AXB	Rendimiento R	Costo D=CXR
Herramienta					\$ 0,52
Menor 5% de M.O.					
				<i>SUBTOTAL M</i>	\$ 0,52

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=AXB	Rendimiento R	Costo D=CXR
Maestro mayor en					
ejec. de obras	1,00	\$ 4,55	\$ 4,55	0,50	\$ 2,27
civiles E.O.C1					
Albañil E.O.D2	1,00	\$ 4,10	\$ 4,10	0,50	\$ 2,05
Peón E.O.E2	3,00	\$ 4,05	\$ 12,16	0,50	\$ 6,08
				<i>SUBTOTAL N</i>	\$ 10,40

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario		Costo D=AXB
			B		
Plywood de 4mx8mx12mm	u	0,34	\$ 21,62	\$ 7,35	
Listones 0,07mx0,07mx2,40m	u	0,30	\$ 3,28	\$ 0,98	
Alambre					
Galvanizado #12	kg	0,01	\$ 104,86	\$ 1,05	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 5 **UNIDAD:** u

DETALLE: Embaulamiento del canal con Hormigón Armado 210 kg/cm²

EQUIPO

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=AXB	Rendimiento R	Costo D=CXR
Herramienta					
Menor 5% de					\$ 0,15
M.O.					
				<i>SUBTOTAL M</i>	\$ 0,15

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=AXB	Rendimiento R	Costo D=CXR
Maestro mayor					
en ejec. de obras	1,00	\$ 4,29	\$ 4,29	0,25	\$ 1,07
civiles E.O.C1					
Peón E.O.E2	1,00	\$ 3,83	\$ 3,83	0,50	\$ 1,91
				<i>SUBTOTAL N</i>	\$ 2,99

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario		Costo D=AXB
			B		
Pirola Nylon #6	u	0,01	\$ 2,80	\$ 0,03	
Malla Armex R238(10x10X5).	u	0,16	\$ 26,89	\$ 4,30	
Hormigón pre mezclado 210 kg/cm ²	m ³	0,68	\$ 98,56	\$ 66,53	

Conclusiones

- La recolección de información sobre el sistema de riego El Pisque Zona 2 fue realizado mediante diversos recorridos técnicos a lo largo de todo el canal principal, en donde utilizando GPS se tomó coordenadas que permitan establecer el recorrido del canal a lo largo de las distintas parroquias. Además, los planes de ordenamiento territorial permitieron establecer los principales cultivos a los cuales abastece el sistema de riego, además de la importancia del misma ya que las 7 parroquias analizadas muestran un porcentaje considerable de ocupación del uso como agrícola, además de tener a la agricultura como una de sus principales fuentes de ingreso. Cabe recalcar que este acercamiento al sistema de riego también permitió identificar los distintos tramos que necesitarían de revestimiento, teniendo estos una longitud de 16,3 km donde además de verificar la necesidad del revestimiento se visualizó que la presencia de vegetación llega afectar el flujo y calidad del agua, por lo cual se vio en la necesidad de diseñar el embaulamiento.
- Del análisis de oferta y demanda realizado por parroquias se pudo observar que en tres de ellas el caudal brindado de 0,8 l/s por cada 10.000 m² si es suficiente para abastecer las necesidades hídricas de sus cultivos, siendo estas: El Quinche, Tababela y Pifo; por otra parte, las demás parroquias de Ascázubi, Checa, Yaruquí y Puembo si mostraban una clara diferencia entre lo demandado y ofertado, especialmente en el caso de Puembo donde se pudo observar la mayor deficiencia en el sistema de riego, teniendo casi que duplicar la dotación establecida para a cubrir el volumen de agua requerido. De esta manera y en base a los casos particulares de cada parroquia se cambió los caudales brindados a 1,0 l/s para las parroquias de Ascázubi y Checa, 1,1 l/s para Yaruquí y 1,5 l/s para Puembo.
- A partir del análisis de calidad del agua se observó que los parámetros de conductividad, potencial de hidrógeno pH y sólidos totales se encuentran bajo los límites permisibles

establecidos en el Acuerdo Ministerial No. 028, sin embargo, para el análisis de coliformes fecales se obtuvo un resultado de 7900 NMP/100ml al inicio de la zona 2 del sistema de riego El Pisque y de 3300 NMP/100ml al final del sistema de riego, estando estos valores por encima de lo determinado en la norma con un límite de 1000 NMP/100ml, esta contaminación pudo ser identificada hasta su fuente, siendo la descarga de aguas residuales del cantón Cayambe en el río Granobles sin un adecuado tratamiento previo, por lo que se propone el tratamiento de estas aguas mediante un sistema de filtración utilizando carbón activado el cual mantiene rangos de eficiencia entre el 80-95% para aguas residuales y aunque puede llegar a representar una fuerte suma de dinero en comparación a otros tratamientos más especializados esta es la mejor opción, además de que al ser el carbón activado de origen vegetal se podría generar el mismo en base a los distintos cultivos que se tiene en el cantón en lugar de adquirirlo comercialmente, logrando reducir el costo de su mantenimiento.

- La propuesta de optimización además abarca el revestimiento del canal en hormigón ya que una considerable longitud se encuentra como un canal abierto sin ningún tipo de recubrimiento, para la cual se plantea un recubrimiento del canal en forma trapezoidal con un espesor de 0,20m lo cual además de brindarle una mayor eficiencia hidráulica al canal también evitará que el agua se infiltre en el suelo como es el caso actual, evitando pérdidas y aportando un mayor porcentaje de eficiencia en el sistema de riego en general. También en vista de la gran cantidad de vegetación que se pudo observar llega a entrar al canal por estar este abierto se diseñó el embaulamiento del sistema para evitar cualquier intervención de factores externos que puedan llegar a afectar tanto el flujo del agua como la calidad de la misma.
- Una vez determinado el presupuesto necesario para llevar a cabo la propuesta de optimización planteada se observó que es necesario una suma de aproximadamente \$6.548.164,56 para el proyecto en el cual se incluye el revestimiento del canal y su respectivo embaulamiento en los

tramos necesarios, la magnitud económica del proyecto se debe a la longitud del canal de riego, y a que en su gran mayoría solo consiste en una excavación en el suelo natural. Por lo que más óptimo para llevar a cabo esta propuesta sería realizarla en fases y no todo directamente, para de este modo reducir los costos en un margen de tiempo más viable y también para no incomodar a los usuarios por los distintos cortes al servicio que se darían para poder ejecutar la obra civil.

Recomendaciones

- Realizar recorridos periódicos a lo largo del sistema de riego con el fin de identificar factores externos tales como la presencia de vegetación o basura acumulada en las tomas de agua y los bordes del canal.
- Se recomienda realizar la limpieza y mantenimiento de las compuertas de cada toma y utilizar pintura anticorrosiva para evitar su oxidación.
- Para mantener un correcto registro acerca de la altura de agua que se presenta en distintas épocas del año es recomendable colocar una regleta graduada en cada toma del canal.
- Localizar y eliminar las conexiones de aguas servidas y domésticas que se descargan directamente al canal.
- Tomar en cuenta la erosión producida en ciertos tramos del canal ya que altera su geometría y puede causar inconvenientes a las estructuras aledañas.
- Como parte de las propuestas de optimización planteadas se recomienda que para el proceso de desbroce manual se considere la participación de la mano de obra de los beneficiarios, esto con el fin de concientizar sobre la importancia de la limpieza en el canal y a su vez agilizar el proceso constructivo.

- Mantener una comunicación constante entre la administración de la Junta de Riego y los beneficiarios, para solventar problemas y plantear alternativas que ayuden al correcto funcionamiento del canal.
- Se recomienda a la Junta de Riego elaborar un plan de registro para identificar la extensión total y los tipos de cultivos que utilizan el agua proveniente del canal. Esto ayudará a distribuir de mejor manera el agua y evitar su desperdicio.

Bibliografía

- Bravo, A., & Vargas, G. (2021). *Tipos de Filtro con Carbón Activado en el Tratamiento de la Calidad de Aguas Residuales para Riego: Revisión Sistemática*. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/71503/Bravo_LAE-Vargas_RGL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CONGOPE. (Noviembre de 2016). *Hablemos de Riego*. Obtenido de <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/HABLEMOS-DE-RIEGO-LOW.pdf>
- EPMAPS & FONAG. (2022). *Anuario Hidrometeorológico 2021*. Obtenido de https://www.fonag.org.ec/web/wp-content/uploads/2022/06/Anuario-2021_Final.pdf
- Escobar, F. (2017). *Análisis del carbón activado como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de un canal ubicado en el barrio El Porvenir del cantón Tisaleo, provincia de Tungurahua*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27017/1/Tesis%201206%20-%20Escobar%20Pe%3b1afiel%20Fernanda%20Lizbeth.pdf>
- GAD El Quinche. (30 de diciembre de 2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019 - 2023*. Obtenido de <https://elquinche.gob.ec/gad-parroquial/plan-de-desarrollo/1659-2021-03-01-pdot-gad-el-quinche-final/file.html>
- GAD Pifo. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia de Pifo 2019 - 2023*. Obtenido de https://www.pifo.gob.ec/web/media/pictures/web/rendicion/rendicion_cuentas_2020/pdot_pifo2020.pdf

GADPR Ascázubi. (mayo de 2020). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.*

Obtenido de

http://sitp.pichincha.gob.ec/repositorio/disenio_paginas/archivos/Actualizaci%C3%B3n%20PDOT%20Asc%C3%A1zubi%202020-2023.pdf

GADPR Checa. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020 - 2023.* Obtenido de

<https://checa.gob.ec/docu/Rendicion-cuentas-2021/BIBLIOTECA%20DE%20ARCHIVOS/1/PDOT-2020-Vigente.pdf>

GADPR Puenbo. (26 de Marzo de 2021). Obtenido de <https://www.puenbo.gob.ec/>

GADPR Tababela. (Octubres de 2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019 - 2023.* Obtenido

de <http://www.tababela.gob.ec/documents/RendicionCuentas/RendicionCuentas-2021/PDOT%20FINAL%20GAD%20TABABELA%202020.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2015). *Acuerdo Ministerial No. 028.* Obtenido de

<http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/Libro-VI-Calidad-Ambiental.pdf>

Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2014). *Cargas No Sísmicas.*

Prefectura de Pichincha. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019-2023.* Obtenido de

https://www.pichincha.gob.ec/images/2022/PDF/PLAN_2020_2023/PLAN%20DESARROLLO%20TERMINADI.pdf?t=1644259357

Ramos, B., & Vega, J. (2020). *Evaluación de máxima eficiencia hidráulica en canales trapezoidales y*

rectangulares revestidos de concreto mediante el desarrollo de un programa en Matlab. Obtenido de

https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3569/Brayan_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SIPAE. (2020). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Yaruquí 2020-2024*. Obtenido de <https://www.yaruqui.gob.ec/web/media/docs/documento-1816-pdot2022.pdf>

Suárez, S. (2014). *Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales provenientes de las descargas de un centro comercial de la ciudad de Quito, mediante procesos de electrocoagulación y adsorción en carbón activado*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8492/3/CD-5737.pdf>

Torres, P. (2018). *Caudales, aforos y cálculos de las persistencias*. Obtenido de http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/340/Torres%20Ramos%20Pamela%20Tania_trabajo%20de%20suf._2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Apéndices