



**Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego Piganta, parroquias Perucho y Puéllaro,
cantón Quito, Provincia de Pichincha.**

Chimarro Alomoto, Pamela Mishell y Yanguicela Guasumba, Henry Joel

Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Civil

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

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

05 de noviembre del 2021



Proyecto de titulación Chimarro Yanguicela DBG 03-03-2022...

Scanned on: 14:24 March 3, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text



Firmado electrónicamente por:
DARIO ROBERTO
BOLANOS GUERRON

Identical Words	445
Words with Minor Changes	63
Paraphrased Words	576
Omitted Words	0



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 Piganta, parroquias Perucho y Puéllaro, cantón Quito, Provincia de Pichincha”** fue realizado por los señores **Chimarro Alomoto, Pamela Mishell y Yanguicela Guasumba, Henry Joel**, el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 3 de marzo de 2022



Firmado electrónicamente por:
**DARIO ROBERTO
BOLANOS GUERRON**

Firma:

Ing. Bolaños Guerrón Darío Roberto, Ph.D.

C. C.: 1715206593



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

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, **Chimarro Alomoto, Pamela Mishell** y **Yanguicela Guasumba, Henry Joel**, con cédulas de ciudadanía N° **1717535692** y **1723767305**, respectivamente; declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular **“Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego Piganta, parroquias Perucho y Puéllaro, cantón Quito, Provincia de Pichincha”**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 2022

Firma

Chimarro Alomoto, Pamela Mishell

C.C.: 1717535692

Firma

Yanguicela Guasumba, Henry Joel

C.C.: 1723767305



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

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros **Chimarro Alomoto, Pamela Mishell y Yanguicela Guasumba, Henry Joel**, con cédulas de ciudadanía N° **1717535692** y **1723767305**, respectivamente; autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular “**Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego Piganta, parroquias Perucho y Puéllaro, cantón Quito, Provincia de Pichincha**” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 3 de marzo de 2022

Firma

Chimarro Alomoto, Pamela Mishell

C.C.: 1717535692

Firma

Yanguicela Guasumba, Henry Joel

C.C.: 1723767305

Dedicatoria

De manera especial dedico a mi madre Marcia, por ser siempre el ejemplo de dedicación, dulzura y empatía que me gustaría llegar a convertirme.

A mi padre Fausto, por ser un admirable ejemplo a seguir, y por enseñarme a nunca rendirme y apoyarme siempre en cada paso que he dado.

A mis abuelitas Olaria y Blanca que con sus buenos deseos y bendiciones me han motivado y alentado a seguir con mis sueños.

Y sin duda a mis hermanos Franklin, Carlos y Paola que han sido grandes ejemplos a seguir, gracias por esas palabras de aliento cuanto más lo necesité. Cada uno me ha sabido guiar en base a su experiencia, en realidad agradezco el amor depositado en mí.

Pamela Mishell

Este proyecto de titulación va dedicado a la memoria de mi abuelito Antonio, que en cualquier lugar donde él se encuentre siempre he contado con su compañía y es quien ha direccionado todos los pasos que he dado a lo largo de mi vida, a mis padres Jeaneth y Carlos que sin su esfuerzo y sacrificio nada de esto sería posible, a mi hermana Karlita que con dedicación y perseverancia puede lograr todas las metas que se proponga.

Joy

Agradecimiento

A Dios por brindarme refugio y fuerza en momentos de debilidad. De tu mano nada me falta.

A mi madre Marcia y a mi padre Fausto, porque han confiado siempre en mí, la paciencia que me han tenido y la manera en que me han guiado, sé que no ha sido fácil, pero espero seguir creciendo como persona y poder contar con cariño y apoyo.

A mi abuelita Blanca y tías Lolita y Jenny, por ser el ejemplo de mujeres que con esfuerzo y determinación han salido adelante.

A mis hermanos Franklin, Carlos y Paola por haberme demostrado que las cosas importantes requieren mayor esfuerzo y que con el apoyo y unión que tengamos entre nosotros podremos salir de cualquier adversidad. Aprecio las veces que supieron aconsejarme y haberse tomado el tiempo de escucharme.

A mis amigos Joel y Marlon, por siempre haber sido un apoyo, darme palabras de aliento y por haberme permitido compartir momentos gratos a lo largo de la carrera universitaria.

A mi compañero de tesis Henry por trabajar a la par para que nuestra meta se lleve a cabo.

Al Doc. Darío Bolaños, por habernos ayudado en una etapa importante de culminación de nuestra carrera, considero que supimos aprovechar todo el conocimiento que nos supo impartir.

Pamela Mishell

A mi familia que en las distintas etapas de mi formación académica me brindo su apoyo y amor incondicional, a mis padres por todas las oportunidades que me brindaron por su amor y confianza depositados en mí, a mi hermana por su cariño y paciencia incondicional, a mis abuelitos por su amor y enseñanzas impartidas.

A mi primo Pablo a quien considero un hermano y amigo, gracias por su apoyo y cariño brindado.

A mis estimados amigos Carlitos, Panita, Mabe los cuales han hecho que mis días en la Universidad sean más placenteros.

Al Ingeniero Darío Bolaños, quien de manera profesional contribuyo con el desarrollo de este proyecto, aportando su experiencia y conocimientos con un trato amable y cordial.

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

Henry Yanguicela

Índice de contenidos

Resumen	19
Abstract.....	20
Capítulo I.....	21
Introducción	21
Antecedentes	21
Definición del Problema.....	21
Objetivos.....	22
General.....	22
Específicos	22
Alcance.....	23
Justificación.....	24
Capítulo II.....	25
Materiales y Métodos.....	25
Ubicación Geográfica	25
Ubicación Geográfica Perucho	25
Ubicación Geográfica Puéllaro	25
Carretera de Acceso	26
Población Beneficiaria.....	27
Población Beneficiaria Perucho	27
Población Beneficiaria Puéllaro	28
Uso de suelo <i>Uso de suelo Perucho</i>	28
Uso de suelo Puéllaro.....	29
Tipos de Cultivo.....	29
Factores climáticos.....	30

Relación Agua – Planta - Clima	31
Evapotranspiración	32
Sistemas de riego	33
Programación de riego	34
Demandas de riego	34
Láminas de riego	35
Frecuencia de riego	35
Tiempo de riego	36
Calidad del agua de riego	36
Medidores de caudal.....	38
<i>Aforo volumétrico</i>	38
<i>Método del flotador</i>	39
Recorrido del canal	41
Elementos y longitud de la red de riego Puéllaro	43
Sistema de riego Alchipichí	43
Sistema de riego Marianita	44
Sistema de riego Turo	45
<i>Sistema de riego Piango</i>	46
<i>Sistema de riego Josefina</i>	47
<i>Sistema de riego Agua del Pueblo</i>	49
<i>Elementos y longitud de la red de riego Perucho</i>	50
Sistema de riego Palmares	50
Tipo de infraestructura de la red de riego Puéllaro	51
Sistema de riego Alchipichí	51
Sistema de riego Marianita	52

<i>Sistema de riego Turo</i>	54
<i>Sistema de riego Piango</i>	56
<i>Sistema de riego Josefina</i>	57
<i>Sistema de riego Acequia del Pueblo</i>	59
Tipo de infraestructura de la red de riego Perucho	61
<i>Sistema de riego Palmares</i>	61
Caudales de los canales de riego	62
Caudales de los sistemas de riego de la parroquia de Puéllaro	62
Caudales de los canales de riego de la parroquia Perucho	74
Oferta/demanda de agua Información técnica de los sistemas de aprovechamiento de agua de la parroquia de Puéllaro	76
Calidad de agua de las parroquias de Puéllaro y Perucho	115
Capítulo III.....	121
Resultados y Discusión.....	121
Diseño del embaulamiento	121
Análisis de Muro de Gaviones	128
Diseño del revestimiento	133
Presupuesto	145
Capítulo IV.....	155
Conclusiones	155
Conclusiones	155
Recomendaciones	158
Bibliografía	159

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Uso del suelo en hectáreas de la parroquia de Perucho</i>	28
Tabla 2 <i>Uso del suelo en hectáreas de la parroquia de Puéllaro</i>	29
Tabla 3 <i>Criterios admisibles de calidad para aguas de uso agrícola</i>	37
Tabla 4 <i>Sistema de riego Alchipichí: longitud y porcentaje según el tipo de canal</i>	52
Tabla 5 <i>Sistema de riego Marianita: longitud y porcentaje según el tipo de canal</i>	54
Tabla 6 <i>Sistema de riego El Turo: longitud y porcentaje según el tipo de conducción, 2021</i>	55
Tabla 7 <i>Sistema de riego Piango: longitud y porcentaje según el tipo de conducción, 2021</i>	57
Tabla 8 <i>Sistemas de riego Josefina: longitud y porcentaje según el tipo de canal utilizado</i>	59
Tabla 9 <i>Sistemas de riego Acequia del Pueblo: longitud y porcentaje según el tipo de canal utilizado</i>	60
Tabla 10 <i>Sistemas de riego Palmares: longitud y porcentaje según el tipo de canal utilizado</i>	62
Tabla 11 <i>Tiempos obtenidos con flotador de corcho y aforo volumétrico para el canal Acequia del Pueblo</i>	64
Tabla 12 <i>Tiempos obtenidos con aforo volumétrico para el canal de riego Marianita</i>	66
Tabla 13 <i>Tiempos obtenidos con método de flotadores para el canal Acequia Baja Alchipichí</i>	67
Tabla 14 <i>Tiempos obtenidos con método de flotadores para el canal El Turo</i>	70
Tabla 15 <i>Tiempos obtenidos con método de flotadores para el canal Piango</i>	71
Tabla 16 <i>Tiempos obtenidos con método de flotadores para el canal Acequia alta La Josefina</i>	72
Tabla 17 <i>Tiempos obtenidos con método de flotadores para el canal Palmares</i>	75
Tabla 18	76
<i>Relación ente a superficie regada y volumen existente de los sistemas de riego en la parroquia de Puéllaro</i>	76
Tabla 19	77
<i>Tipos de cultivos de los diferentes sistemas de riego de la parroquia Puéllaro</i>	77
Tabla 20 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia alta La Josefina (Aguacate)</i>	79
Tabla 21	80
<i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia alta La Josefina (Cítricos)</i>	80
Tabla 22 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia alta La Josefina (Babacos)</i>	81
Tabla 23 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia alta La Josefina (Chirimoya)</i>	82

Tabla 24 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia alta La Josefina (Flores).</i>	83
Tabla 25 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia alta La Josefina (Hortalizas).</i>	84
Tabla 26 <i>Necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia alta La Josefina.</i>	85
Tabla 27	86
<i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia baja Alchipichí (Aguacate).</i>	86
Tabla 28 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia baja Alchipichí (Chirimoya).</i>	87
Tabla 29 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia baja Alchipichí (Hortalizas).</i>	88
Tabla 30 <i>Necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia baja Alchipichí.</i>	89
Tabla 31 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia del Pueblo (Cítricos).</i>	90
Tabla 32 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia del Pueblo (Hortalizas).</i>	91
Tabla 33 <i>Necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia del Pueblo.</i>	92
Tabla 34	93
<i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema El Turo (Aguacate).</i>	93
Tabla 35	94
<i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema El Turo (Cítricos).</i>	94
Tabla 36	95
<i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema El Turo (Chirimoya).</i>	95
Tabla 37	96
<i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema El Turo (Hortalizas).</i>	96
Tabla 38	97
<i>Necesidades de riego para cultivos del sistema El Turo.</i>	97
Tabla 39 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia Marianita (Cítricos).</i>	98
Tabla 40 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia Marianita (Hortalizas).</i>	99
Tabla 41 <i>Necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia Marianita.</i>	100
Tabla 42 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Piango (Aguacate).</i>	101
Tabla 43 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Piango (Cítricos).</i>	102

Tabla 44 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Piango (Babacos)</i> ...	103
Tabla 45 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Piango (Chirimoya)</i> .	104
Tabla 46	105
<i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Piango (Flores)</i>	105
Tabla 47	106
<i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Piango (Hortalizas)</i>	106
Tabla 48 <i>Necesidades de riego para cultivos del sistema Piango</i> .	107
Tabla 49 <i>Relación entre la superficie regada y volumen existente de los sistemas de riego en la parroquia de Perucho</i> .	108
Tabla 50 <i>Tipos de cultivos de los diferentes sistemas de riego de la parroquia Perucho</i> .	109
Tabla 51 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Palmares (Aguacate)</i> .	110
Tabla 52 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Palmares (Cítricos)</i> .	111
Tabla 53 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Palmares (Chirimoya)</i> .	112
Tabla 54 <i>Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Palmares (Hortalizas)</i> .	113
Tabla 55 <i>Necesidades de riego para cultivos del sistema Palmares</i> .	114
Tabla 56 <i>Valores obtenidos del análisis fisicoquímico de agua de riego de la parroquia de Puéllaro</i> .	115
Tabla 57 <i>Valores obtenidos de los análisis fisicoquímicos para agua de riego de la parroquia de Perucho</i>	119
Tabla 58 <i>Cuadro de datos para el diseño del muro de gaviones</i>	128
Tabla 59 <i>Necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia alta La Josefina</i>	137
Tabla 60 <i>Necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia Baja Alchipichí</i> .	139
Tabla 61 <i>Necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia del Pueblo</i> .	140
Tabla 62 <i>Necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia El Turo</i>	141
Tabla 63 <i>Necesidades de riego para cultivos del sistema Marianita</i> .	142
Tabla 64 <i>Necesidades de riego para cultivos del sistema Piango</i> .	143
Tabla 65 <i>Necesidades de riego para cultivos del sistema Palmares</i> .	144
Tabla 66 <i>Presupuesto para la construcción de las propuestas de optimización planteadas</i>	145
Tabla 67 <i>Análisis de precio unitario para el desbroce semi-manual</i>	146
Tabla 68 <i>Análisis de precios unitarios para la excavación manual en suelo natural</i>	147
Tabla 69 <i>Análisis de precio unitario para la construcción de muro de gaviones</i>	148
Tabla 70 <i>Análisis de precio unitario para la excavación manual para movimiento de suelo</i>	149
Tabla 71 <i>Análisis de precio unitario para la construcción y revestimiento de cuneta</i>	150
Tabla 72 <i>Análisis de precio unitario para el desbroce manual</i>	151
Tabla 73 <i>Análisis de precio unitario para la excavación manual en suelo natural</i>	152

Tabla 74 <i>Análisis de precio unitario para el revestimiento de cuneta con hormigón armado 210kg/cm³</i>	
Tabla 75 <i>Análisis de precio unitario para el encofrado</i>	154

Índice de figuras

Figura 1 <i>Mapa de ubicación y límites parroquiales</i>	26
Figura 2 <i>Mapa red vial de las parroquias Perucho y Puéllaro</i>	27
Figura 3 <i>Plantación de Aguacates</i>	30
Figura 4 <i>Precipitación parroquia de Perucho</i>	31
Figura 5 <i>Evapotranspiración o Necesidades de agua de la planta</i>	32
Figura 6 <i>Representación gráfica de los conceptos implícitos en un balance hídrico del suelo</i>	35
Figura 7 <i>Aforo volumétrico</i>	39
Figura 8 <i>Procedimiento, Método del flotador</i>	40
Figura 9 <i>Canal revestido Acequia baja Alchipichí</i>	41
Figura 10 <i>Sección de canal con tubería PVC</i>	42
Figura 11 <i>Sección de canal embaulada</i>	43
Figura 12 <i>Ubicación geográfica de elementos del sistema de riego Alchipichí, 2021</i>	44
Figura 13 <i>Ubicación geográfica de elementos del sistema de riego Marianita, 2021</i>	45
Figura 14 <i>Ubicación geográfica de elementos del sistema de riego Turo, 2021</i>	46
Figura 15 <i>Ubicación geográfica de elementos del sistema de riego Piango, 2021</i>	47
Figura 16 <i>Ubicación geográfica de elementos del sistema de riego Josefina, 2021</i>	48
Figura 17 <i>Ubicación geográfica de elementos de los sistemas de riego Agua del Pueblo, 2021</i>	49
Figura 18 <i>Ubicación geográfica de elementos del sistema de riego Palmares, 2021</i>	50
Figura 19 <i>Infraestructura del sistema de riego Alchipichí, 2021</i>	51
Figura 20 <i>Infraestructura del ramal Marianita, 2021</i>	53
Figura 21 <i>Infraestructura del ramal El Turo, 2021</i>	54
Figura 22 <i>Infraestructura del ramal Piango, 2021</i>	56
Figura 23 <i>Infraestructura del sistema de riego Josefina, 2021</i>	58
Figura 24 <i>Infraestructura del sistema de riego Acequia del Pueblo, 2021</i>	60
Figura 25 <i>Infraestructura del sistema de riego Palmares, 2021</i>	61
Figura 26 <i>Sistemas de riego de la parroquia de Puéllaro</i>	63
Figura 27 <i>Dimensiones del sistema de riego Acequia del Pueblo</i>	64
Figura 28 <i>Aforo volumétrico en el canal Marianita</i>	66
Figura 29 <i>Aforo mediante flotador de corcho canal Acequia Baja Alchipichí</i>	68
Figura 30 <i>Dimensiones del canal Acequia Baja Alchipichí</i>	68
Figura 31 <i>Aforo mediante flotador de corcho en el canal El Turo</i>	69
Figura 32 <i>Dimensiones del canal El Turo</i>	69

Figura 33 Dimensiones del canal Piango	71
Figura 34 Dimensiones del canal Acequia alta La Josefina	73
Figura 35 Sistemas de riego parroquia de Perucho.	74
Figura 36 Dimensiones del canal Palmares.....	75
Figura 37 Relación entre la superficie regada y volumen existente de los sistemas de riego en la parroquia de Puéllaro.	77
Figura 38 Análisis comparativo oferta/demanda Acequia alta La Josefina.....	85
Figura 39 Análisis comparativo oferta/demanda Acequia baja Alchipichí	89
Figura 40 Análisis comparativo oferta/demanda Acequia del Pueblo	92
Figura 41 Análisis comparativo oferta/demanda El Turo	97
Figura 42 Análisis comparativo oferta/demanda Acequia Marianita	100
Figura 43 Análisis comparativo oferta/demanda Acequia Piango.....	107
Figura 44 Relación entre la superficie regada y volumen existente de los sistemas de riego en la parroquia de Perucho	108
Figura 45 Análisis comparativo oferta/demanda Palmares	114
Figura 46 Sistema de riego Acequia del Pueblo 2022	118
Figura 47 Sistema de riego Acequia baja Alchipichí	118
Figura 48 Obstrucción en el canal de riego Acequia baja Alchipichí	121
Figura 49 Deslizamiento de un talud en el canal de riego Palmares.....	121
Figura 50 Asignación de materiales para el embaulamiento.....	122
Figura 51 Datos de sección de la losa	123
Figura 52 Asignación del área de la sección.....	123
Figura 53 Datos área de la sección	124
Figura 54 Designación de cargas.....	124
Figura 55 Combinación de cargas	125
Figura 56 Esquema de la estructura de embaulamiento	126
Figura 57 Gráfica de momentos máximos	126
Figura 58 Esquema de la tapa para el embaulamiento	127
Figura 59 Distribución de los Gaviones	129
Figura 60 Geometría del bloque del gavión	130
Figura 61 Sección transversal del canal principal.....	133
Figura 62 Dimensionamiento de la sección transversal del canal.....	134
Figura 63 Análisis comparativo oferta/demanda Acequia alta La Josefina.....	138
Figura 64 Análisis comparativo oferta/demanda Acequia Baja Alchipichí	139

Figura 65 <i>Análisis comparativo oferta/demanda Acequia del Pueblo</i>	140
Figura 66 <i>Análisis comparativo oferta/demanda Acequia El Turo</i>	141
Figura 67 <i>Análisis comparativo oferta/demanda Marianita</i>	142
Figura 68 <i>Análisis comparativo oferta/demanda Piango</i>	143
Figura 69 <i>Análisis comparativo oferta/demanda Palmares</i>	144

Resumen

El presente proyecto de investigación tiene como propósito la evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego Piganta. El sistema de riego pasa por las parroquias de Puéllaro y Perucho ubicadas en la provincia de Pichincha. Dentro de la parroquia de Puéllaro existen seis canales de riego que son: Acequia alta la Josefina, Acequia baja Alchipichí, Acequia del Pueblo, El Turo, Marianita y Piango, mientras que en la parroquia de Perucho se encuentra el canal de riego Palmares. A lo largo de los recorridos de cada canal se han identificado que en ciertos tramos existen problemas como: deslizamientos de tierra, obstrucciones en los canales y adicionalmente excremento de animales; lo que altera la calidad y el flujo del agua de riego. Por tal razón se han planteado posibles alternativas y soluciones de tipo ingenieril encaminadas a asegurar que el canal funcione de la manera más óptima. En este sentido, las alternativas de diseño propuestas son: el revestimiento de los canales con hormigón, construcción de muros de gaviones en zonas que existen deslizamientos, embaulamiento en secciones donde los canales son abiertos y el cambio de la frecuencia de riego para que exista mayor eficiencia; estas propuestas de optimización planteadas promoverán al buen funcionamiento de los canales de riego antes mencionados.

Las alternativas de diseño propuestas han sido valoradas cuantitativamente por medio de un análisis de presupuestos con rubros que intervienen en el proyecto.

Palabras Claves:

- **SISTEMAS DE RIEGO**
- **AFORO DE CAUDALES**
- **REVESTIMIENTO DEL CANAL**
- **EMBAULAMIENTO**
- **MURO DE GAVIONES**

Abstract

The purpose of this research project is to evaluate and provide a proposal for optimization of the Piganta Irrigation System. The irrigation system runs through the parishes of Puéllaro and Perucho located in the province of Pichincha. Within the parish of Puéllaro there are six irrigation canals: Acequia alta la Josefina, Acequia baja Alchipichí, Acequia del Pueblo, El Turo, Marianita and Piango, while in the parish of Perucho there is the Palmares irrigation canal. Throughout the routes of each canal, problems have been identified in certain section, such as: landslides, obstructions in the canals, and animal excrement, which alters the quality and flow of irrigation water. For this reason, possible engineering alternatives and solutions have been proposed to ensure that the canal functions in the most optimal manner. In this sense, the proposed design alternatives are: lining the canals with concrete, construction of gabion walls in areas where there are landslides, embankment in sections where the canals are open, and changing the irrigation frequency for greater efficiency; these optimization proposals will promote the proper functioning of the aforementioned irrigation canals.

The proposed design alternatives have been quantitatively evaluated by means of a budget analysis of the items involved in the project.

Key words:

- **IRRIGATION SYSTEMS**
- **FLOW GAUGING**
- **CANAL LINING**
- **EMBANKMENT**
- **GABION WALL**

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

Perucho y Puéllaro se caracterizan principalmente por ser parroquias que se dedican a la agricultura, ganadería y silvicultura, incursionando en actividades agroindustriales, de comercio y turismo entre los principales productos que se comercializan en estas parroquias tenemos frutas varias como son las mandarinas, limones, aguacates, chirimoyas, babacos y tomates de árbol, dichos productos se comercializan en las ciudades cercanas. La actividad ganadera es una de las actividades distintivas en estos territorios la cual deriva a la producción de leche y sus derivados.

La parroquia de Perucho cuenta con dos entidades que se encargan de controlar y distribuir el agua que se destina para riego, por una parte, está la línea de conducción llamada “La sequía del pueblo” la cual proviene de la quebrada los Palmares y cuenta con una longitud aproximada de 6 Km, por otro lado, tenemos la línea de conducción llamada “Perucho-Chiriyacu Bajo” la cual se extiende alrededor de 17 Km y beneficia alrededor de 55 usuarios.

La parroquia de Puéllaro cuenta con una infraestructura de riego dividida en seis canales: Acequia alta la Josefina, Acequia baja Alchipichí, Acequia del Pueblo, El Turo, Marianita y Piango que se extiende alrededor de 2,2 Km en el territorio de la parroquia y que beneficia alrededor de 490 habitantes.

Definición del Problema

El caudal que transportan los distintos canales que integran los sistemas de riego de las parroquias de Perucho y Puéllaro, no suministran adecuadamente el agua para riego, las que tienen como actividades principales económicas, la ganadería y la agricultura.

Realizando una evaluación de los canales con los que cuentan estas dos parroquias, se podrá conocer el estado actual de las líneas de conducción, para posteriormente plantear alternativas que contribuyan con el mejoramiento y eficacia de estos sistemas de riego, proponiendo soluciones a los distintos problemas y contribuyendo a la calidad de vida de las familias de estas parroquias que dependen de dicho sistema de riego para las diferentes actividades agrícolas.

Objetivos

General

Realizar la evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego Piganta, ubicado en las parroquias de Perucho y Puéllaro, cantón Quito, Provincia de Pichincha, para mejorar la línea de conducción y garantizar un adecuado funcionamiento, manejo y distribución del recurso hídrico, para las comunidades beneficiarias.

Específicos

- Realizar un levantamiento de información cartográfica, uso del suelo, recorrido de canal, áreas de riego, tipos de cultivo.
- Analizar la oferta/demanda y análisis de calidad del agua.
- Evaluar el estado de infraestructura y servicio del sistema de riego en las parroquias Perucho y Puéllaro.
- Realizar una propuesta de optimización del sistema de riego Piganta, en las parroquias Perucho y Puéllaro.

Alcance

El presente estudio comprende la evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego Piganta, de las parroquias de Perucho ubicada a 55 kilómetros al Noreste de la capital con una superficie de $9,73 \text{ km}^2$ aproximadamente y Puéllaro que se encuentra ubicada en la parte Norcentral del Distrito Metropolitano de Quito, la cual posee una superficie de $59,23 \text{ km}^2$.

Como primera fase se realizará el levantamiento de información cartográfica de Perucho y Puéllaro, para así conocer y describir los diferentes canales de riego que son parte de las parroquias, se identificará cuál es el uso del suelo, áreas de riego y los tipos de cultivo, mediante el recorrido de canales se podrá evaluar y conocer el estado actual del sistema.

Posteriormente con el análisis de la oferta y demanda de agua podremos identificar la disponibilidad de este recurso en las comunidades, puesto que la región sufre variaciones climáticas y en épocas de sequía el recurso es escaso y dificulta el riego a nivel parcelario. Por otro lado, el realizar el análisis de calidad del agua nos ayudará a darnos cuenta de dos consecuencias considerables, en primer lugar, a corto plazo veremos cómo afecta en la producción, calidad y tipo de cultivo; mientras que a largo plazo se podrá notar como podría perjudicar al suelo hasta deteriorarlo y provocar que este no sea apto para la agricultura, ya que independientemente cual sea el origen del agua, esta debe cumplir con la calidad requerida para el riego.

Por último, después de evaluar el estado de la infraestructura y servicio del sistema de riego se presentará una propuesta que optimice el agua para riego, y que se adapte a las condiciones topográficas e hidráulicas de las parroquias de estudio mejorando la calidad de vida de las familias que dependen de la producción agrícola.

Justificación

El caudal que se transporta por el Sistema de Riego Piganta, permite suministrar de agua en las parroquias del Distrito Metropolitano de Quito, como son Perucho y Puéllaro, ya que la población empleada destaca por labores de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca como actividades económicas que refieren a 1 464 y 191 de participantes dentro de toda la población económicamente activa de cada parroquia respectivamente, por lo que se identifica que el principal sector de ocupación de los pobladores es el sector primario.

Por lo cual, el proyecto es importante porque nos permitirá conocer cómo se encuentra actualmente conformado el sistema de riego en los diferentes tramos de cada una de las parroquias en cuestión, evaluar cuales son los puntos más críticos de la línea de conducción y analizar si el caudal que se transporta permite suministrar de agua para el riego en las diferentes parroquias y si permanece constante a lo largo de toda la conducción. Asimismo, dentro del aspecto ambiental, el cambio climático es un acontecimiento que se presenta en la actualidad, por lo que hace necesario implementar una propuesta de optimización del sistema de riego Piganta ya que así se reducirá la erosión del suelo y lograr el incremento de áreas cultivables, para de este modo poder mejorar los cultivos y obtener mayor producción.

Capítulo II

Materiales y Métodos

Ubicación Geográfica

Ubicación Geográfica Perucho

La parroquia rural de Perucho es una parroquia rural del Distrito Metropolitano de Quito, ubicada a 55 kilómetros al Noreste de la capital con una superficie de 9,73 km² aproximadamente.

- NORTE: Las parroquias de Chavezpamba y San José de Minas.
- SUR: Parroquia de Puéllaro.
- ESTE: Parroquias de Puéllaro y Chavezpamba.
- OESTE: Parroquia San Antonio de Pichincha.

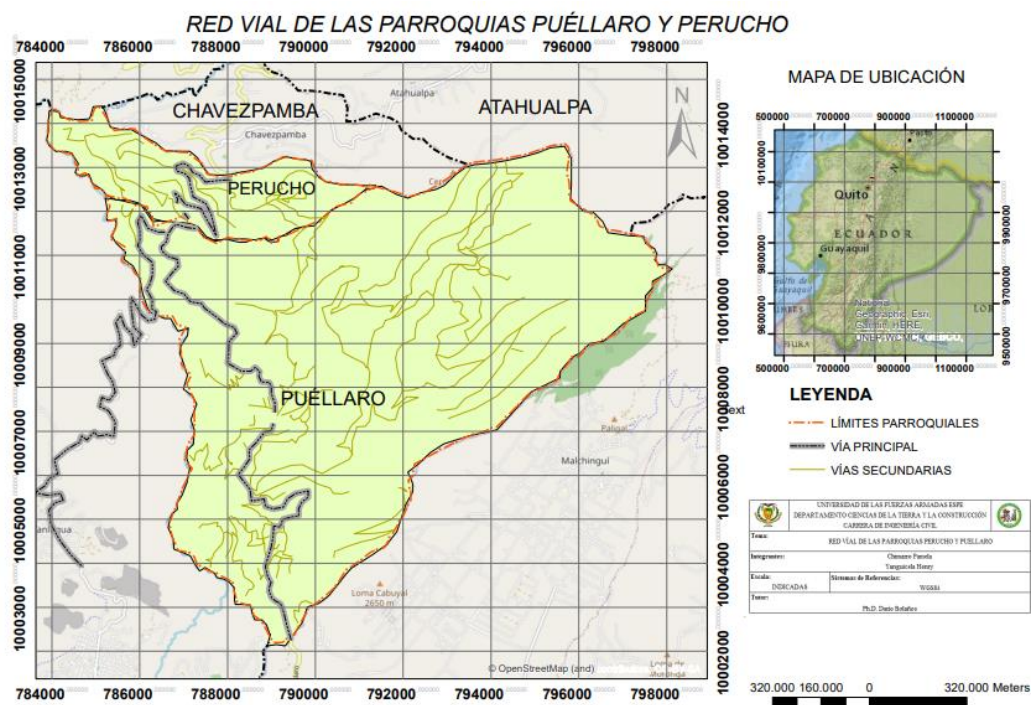
Ubicación Geográfica Puéllaro

Puéllaro se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha, en la parte Norcentral del distrito metropolitano de Quito, posee una superficie de 59,23 km² y tiene los siguientes límites:

- NORTE: Las parroquias de Perucho, Atahualpa.
- SUR: Cantón Pedro Moncayo.
- ESTE: Cantón Pedro Moncayo.
- OESTE: Parroquia San Antonio de Pichincha.

Figura 2

Mapa red vial de las parroquias Perucho y Puéllaro.



Nota. La figura representa la red vial de las parroquias Perucho y Puéllaro.

Población Beneficiaria

Población Beneficiaria Perucho

Las entidades encargadas de la distribución y control de agua de riego de la Parroquia de Perucho son:

- Junta de agua llamada “La sequía del pueblo”, deriva de la quebrada Palmares, se prolonga alrededor de 6 km y tiene un caudal de 10 l/s, del cual se favorecen cerca de 128 usuarios.
- Junta de agua de Perucho-Chiriyacu Bajo, tiene un caudal de 95 l/s y un trayecto de 17km que beneficia a cerca de 55 usuarios. (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rual de Perucho, 2019)

Población Beneficiaria Puéllaro

La parroquia de Puéllaro en los últimos años simultáneamente con el GAD de la Provincia de Pichincha ha realizado el entubado del sistema de riego en el sector de Alchipichí, sin embargo, aún existen sistemas de canales de riego en su mayoría canales abiertos. Los canales de riego son:

- Centro. - con una población beneficiada de 150 usuarios.
- Piango. - con una población beneficiada de 180 usuarios.
- Marianita. - con una población beneficiada de 35 usuarios.
- Alta o la Josefina. - con una población beneficiada de 35 usuarios.
- Acequia Baja Alchipichí. - con una población beneficiada de 50 usuarios.
- Canal Santa Martha/ El Turo. - con una población beneficiada de 40 usuarios.

Uso de suelo

Uso de suelo Perucho

El 33,74% de las 973 hectáreas de la parroquia de Perucho son utilizadas para los cultivos y mosaicos agropecuarios se distinguen cuatro zonas de siembra. La cobertura del suelo tiene condiciones aptas para los cultivos frutales, con la plantación de cítricos aguacate, chirimoya, mandarina y la producción de productos de ciclo corto y largo.

Tabla 1

Uso del suelo en hectáreas de la parroquia de Perucho

Distribución, cobertura y uso del suelo		
	Hectáreas	Porcentaje (%)
Área poblada	10,3	1,06
Cultivos y mosaico agropecuario	328,3	33,74
Pastos vegetación herbácea y arbustiva	645,4	65,20
Total, distribución hectáreas	973,0	100

Nota. La tabla muestra la distribución, cobertura y uso del suelo de la parroquia de Perucho expresada en hectáreas y porcentaje. Tomado de Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Perucho 2015 – 2019.

Uso de suelo Puéllaro

El uso de suelo tiene una cobertura de 708,2 hectáreas y de 4330 hectáreas para cultivos y mosaico agropecuario, lo que representa el 9,8 y 59,8% respectivamente, la cobertura vegetal cumple un factor importante en la producción del suelo, puesto que impide la erosión de la tierra en verano.

Tabla 2

Uso del suelo en hectáreas de la parroquia de Puéllaro

Distribución, cobertura y uso del suelo		
	Hectáreas	Porcentaje
Área poblada	29,04	0,4
Cultivos y mosaico agropecuario	708,20	9,8
Pastizal	4330	59,8
Bosques nativos	681,04	9,4
Sin cobertura y vegetación arbustiva y herbácea	1489,40	21
Total, distribución hectáreas	7 237,68	100

Nota. La tabla muestra la distribución, cobertura y uso del suelo de la parroquia de Puéllaro expresada en hectáreas y porcentaje. Tomado de Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Puéllaro 2015 – 2019.

Tipos de Cultivo

El agua de los canales se destina a actividades agrícolas, la mayor parte del suelo de estas parroquias es utilizada principalmente para cultivos frutícolas con la plantación de cítricos,

aguacate y chirimoya, además de cultivos de ciclo largo y corto como hortalizas varias entre ellas tenemos: tomate, zucchini, lechuga, remolacha, alfalfa, etc.

Figura 3

Plantación de Aguacates



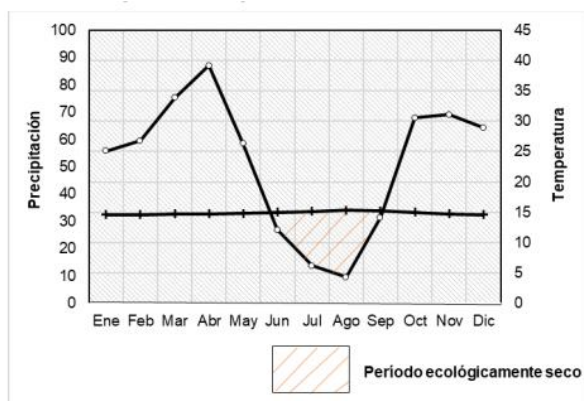
Nota. La figura muestra la plantación de aguacate existentes en la parroquia de Puéllaro.

Factores climáticos

Los factores climáticos son agentes que nos permiten analizar las condiciones atmosféricas, el principal factor que tiene relación directa con nuestro tema de estudio es la precipitación, de la cual gran parte de los sistemas de riego depende.

Factores climáticos en Perucho

En la parroquia de Perucho cuenta con datos desde el año 1994 al 2014 con una precipitación media anual de 637,6 mm en dicho periodo de tiempo. Los periodos en los que más llueve durante el año son los meses de marzo a mayo y de octubre a diciembre, y los meses donde se presenta muy poca lluvia son desde junio hasta mediados de septiembre.

Figura 4*Precipitación parroquia de Perucho*

Nota. La figura muestra un desglose de los meses con mayor y menor precipitación. Tomado de INAMHI, 2015.

Lo que corresponde a temperatura la parroquia de Perucho tiene una temperatura promedio de 14,85°C. Con respecto a la temperatura máxima registrada, se tiene registro de que ha llegado a los 19°C.

Factores climáticos en Puéllaro

En la parroquia de Puéllaro se cuenta con datos de precipitación, que abarcan desde el año 2000 al 2009, obteniendo una precipitación media anual de 596,20 mm. Los años más lluviosos corresponden al 2000 y 2008 con 733 mm y 823 mm, respectivamente.

Con respecto a temperatura en la parroquia de Puéllaro la temperatura media anual de los últimos 9 años es de 14,76°C.

Relación Agua – Planta - Clima

Es importante saber acerca del movimiento que tiene el agua dentro de la relación suelo-agua-planta-atmósfera, para así entender cuáles son las necesidades de agua que requieren los cultivos y cuál es la ocasión ideal de riego, conservando el vínculo existente con el proceso de evapotranspiración.

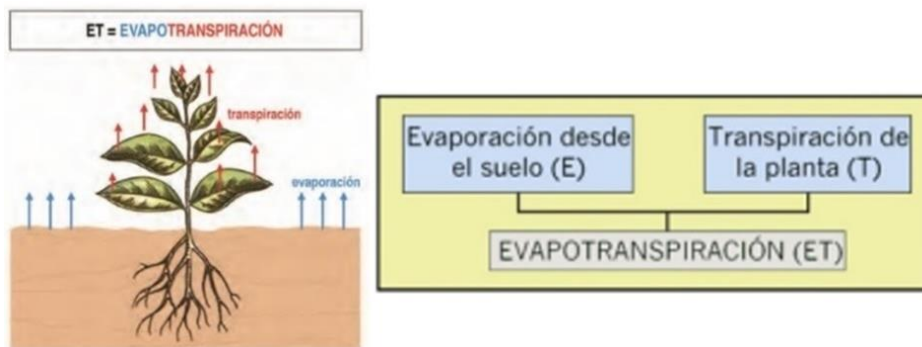
- Evaporación. - ocurre cuando el agua se dirige hacia la atmósfera, por efecto de los rayos de sol desde superficies de suelo o expuestas de las plantas cuando se encuentran húmedas.
- Transpiración. - como todo organismo vivo, las plantas también necesitan un sistema que elimine el exceso de agua. Este proceso de eliminación de exceso de agua de la planta se conoce como transpiración. En general, se trata de la evaporación del agua de la superficie de las hojas. Durante este proceso las moléculas de agua de los tejidos vegetales se eliminan de las partes aéreas de las plantas. Sólo una pequeña cantidad de agua absorbida por las plantas se utiliza en el crecimiento y el desarrollo, el resto se elimina en forma de transpiración.

Evapotranspiración

Es el conjunto de dos procesos diferentes por los que el agua se pierde, por un lado, de la superficie del suelo por evaporación y, por otro, del cultivo por transpiración, se denomina evapotranspiración (ET). La evaporación y la transpiración se producen simultáneamente. Aparte de la disponibilidad de agua en la capa superior del suelo, la evaporación de un suelo cultivado viene determinada principalmente por la fracción de la radiación solar que llega a la superficie del suelo. Cuando el cultivo es pequeño, el agua se pierde predominantemente por evaporación del suelo, pero una vez que el cultivo está bien desarrollado y cubre completamente el suelo, la transpiración se convierte en el proceso principal.

Figura 5

Evapotranspiración o Necesidades de agua de la planta



Nota. La figura muestra los dos aspectos que intervienen en la evapotranspiración: la evaporación y la transpiración. Tomado de *iAgua*, (2019). *Evapotranspiración y Kc*.

Sistemas de riego

El agua es un componente de la naturaleza, esencial para el sustento y reproducción de la vida en el planeta, pues es un elemento que ayuda al desarrollo de los procesos biológicos del hombre y de su forma de vida; dentro de las actividades que realiza en el ambiente en el que vive se encuentra la agricultura, que le permite relacionarse con la naturaleza y a la vez producir alimentos.

Los sistemas de riego son una combinación de varios componentes que permiten dotar de la cantidad de agua que necesite un área de cultivo en particular.

Existen distintos sistemas de riego los cuales afectan decisivamente en el rendimiento de cada área de cultivo, es por ello que se debe saber las condiciones locales o específicas de la zona donde se está trabajando, por esta razón no existe un sistema más adecuado que otro, más bien cada uno se adapta mejor a condiciones en particular.

Por esta razón se debe partir de analizar los siguientes factores, para establecer que sistema de riego se debe implementar en la zona de trabajo (Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador, 2016).

- Suelo: textura y pendiente.
- Agua: calidad y disposición.

- Clima: viento y temperatura.
- Cultivo: forma de siembra y naturaleza.
- Finanzas: gasto y eficiencia.

Programación de riego

La programación de riego permite establecer el nivel óptimo de riego que se va a aplicar a las plantaciones, una apropiada programación del riego hace posible optimizar el uso del agua y aprovechar al máximo la producción y calidad de los productos agrícolas, por lo tanto, es fundamental estimar el agua que consumen los cultivos o su evo transpiración y la cantidad de agua que puede retener el suelo explorado por las raíces del cultivo. Así pues, la programación de riego es una metodología que permite determinar el momento adecuado del riego y cuánta agua abastecer a los cultivos.

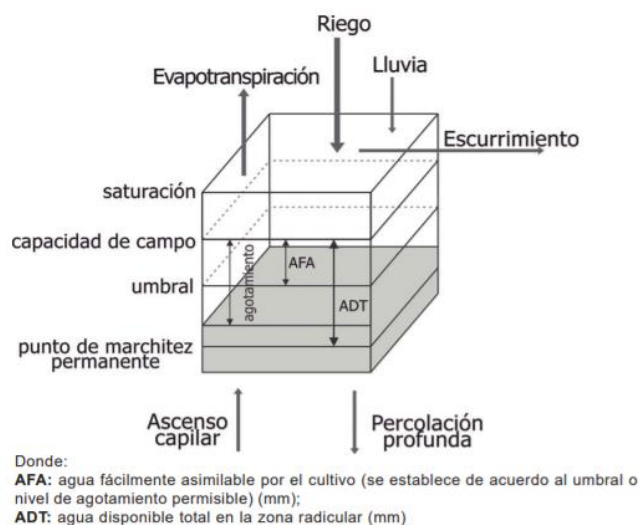
Demandas de riego

La necesidad hídrica que tiene un cultivo puede ser satisfecha por el riego, las precipitaciones que ocurren en la zona o el resultado de la combinación de ambos factores. Del agua que necesita el cultivo, una parte es suministrada por la precipitación de agua y el resto a través de riego, no obstante, no toda el agua de la lluvia es aprovechada por las plantas puesto que una parte de ella se infiltra en el suelo, una se mantiene en la superficie y el restante fluye por la superficie. El momento en que la lluvia para, gran parte del agua infiltrada penetra en la zona radicular; del agua que se quedó estancada en la superficie una parte se evapora y otra se infiltra gradualmente en el suelo.

En estos casos, el requerimiento de agua de riego es el resultado de la diferencia entre los requerimientos de agua del cultivo y la parte del agua de lluvia utilizada por las plantas, denominándose precipitación efectiva.

Figura 6

Representación gráfica de los conceptos implícitos en un balance hídrico del suelo



Nota. La figura representa de manera detallada el equilibrio entre el agua y el suelo en la zona radicular. Tomado de FAO 56. Evapotranspiración del cultivo. Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.

Láminas de riego

Es la cantidad de agua que se debe proporcionar en un riego para aumentar el contenido de humedad del área radicular desde un valor menor correspondiente a la fracción de agotamiento, a un valor mayor que coincide con la capacidad del campo (Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador, 2016). Se tiene como definición que la lámina de riego es el volumen de agua aplicada por cada unidad de área.

Frecuencia de riego

Es el período de días entre riego y riego, depende principalmente de la capacidad de almacenamiento del suelo y de la tasa de evapotranspiración del cultivo (Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador, 2016). De esta manera, los suelos arenosos

retienen poca agua ocasionando que se rieguen con frecuencia, por el contrario, los suelos arcillosos retienen más agua y tienen intervalos de riego más prolongados.

Tiempo de riego

Es el tiempo en el que el agua escurre sobre el suelo para que penetre y humedezca el área en el que se encuentran las raíces de la planta.

Calidad del agua de riego

Los nutrientes y el agua son los elementos indispensables para que las plantas puedan sobrevivir; para que la planta pueda absorber los nutrientes, estos deben estar disueltos en el agua. Es necesario conocer con qué tipo de agua se riegan ciertos cultivos, porque de acuerdo a la calidad del agua se conocerá si el agua es la adecuada para la agricultura.

La calidad de los productos dependerá de las condiciones en las que se encuentre el agua, si se tiene agua de alta calidad, de igual forma se tendrá cultivos que no pongan en riesgo la salud de los consumidores; por otra parte, si el agua de riego presenta parámetros de mala calidad podría provocar daño a los cultivos ya que la sal se acumula en el suelo y en el cultivo.

Para tomar muestras de agua en acequias y canales que transporta agua para el riego previo a su análisis que se llevara a cabo en el laboratorio; se debe proceder de la siguiente manera:

- Se elige el punto muestro.
- Se usa recipientes plásticos esterilizados.
- Tomar la muestra con al menos medio litro el recipiente, tomando la muestra del agua en movimiento a unos 5 o 10 cm bajo el agua.

En zonas estancadas no se debe tomar las muestras de agua o donde el agua no fluya con normalidad. De acuerdo al LIBRO VI ANEXO 1, los criterios de calidad admisible para aguas destinadas a uso agrícola o de riego se presenta en la tabla 5.

Tabla 3*Criterios admisibles de calidad para aguas de uso agrícola.*

PARÁMETRO	EXPRESAR COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (Total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (Total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbamatos totales	Concentración total de carbamatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	Visible		Ausencia
Coliformes fecales	nmp	nmp/100 ml	1000
Huevos de parásitos			Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de Hidrógeno	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,005

PARÁMETRO	EXPRESAR COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sólidos disueltos totales		mg/l	3000
Vanadio	V	mg/l	0,1
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Coliformes totales	nmp /100 ml		1000
Huevos de parásitos		Huevos por litro	cero
Zinc	Zn	mg/l	2,0

Nota. La tabla muestra los límites máximos permisibles de los criterios de calidad para aguas de uso agrícola. Recuperado de: (Norma de Calidad ambiental y de descarga de afluentes: Recurso agua).

Medidores de caudal

Aforo volumétrico

Es uno de los métodos más precisos en lo que respecta a mediciones de caudales, el procedimiento radica en determinar el tiempo que demora en llenarse (t) un recipiente de volumen conocido (V), como se muestra en la figura 7. Este proceso se debe repetir de 2 a 3 veces con el fin de asegurar valores que posean una mayor confianza. La fórmula que se aplica para su cálculo es:

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

Donde:

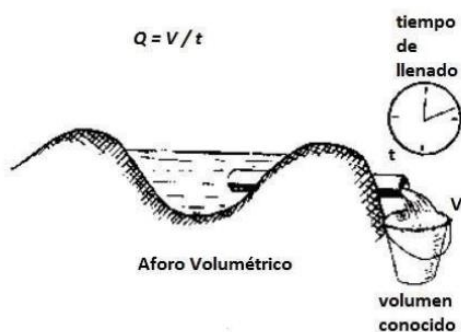
Q= Caudal o gasto, (m^3/s), (l/s).

V= Volumen del envase, (l).

t = Tiempo en el cual se llena el envase, (s).

Figura 7

Aforo volumétrico



Nota. La figura muestra el método volumétrico, donde se hace uso de un recipiente de volumen conocido y de igual forma se debe medir el tiempo de llenado. Tomado de Guía práctica para aforar en canales y cauces naturales (pág. 63), por L. Hidalgo Tamayo, 2017, Escuela Politécnica Nacional.

Método del flotador

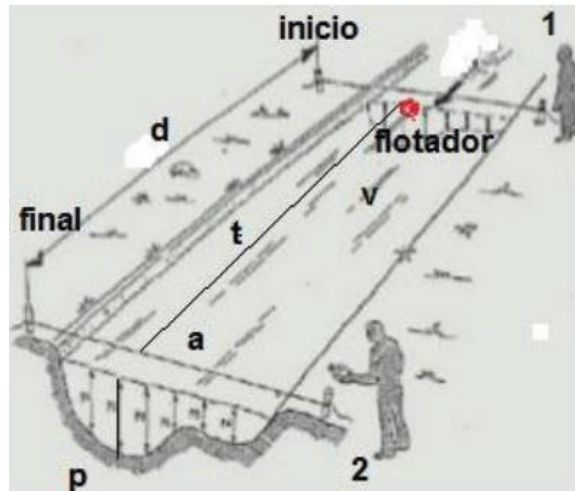
El flotador es un objeto natural o fabricado artesanalmente, que esté en condiciones de flotar, que suspendido y conducido por la corriente adquiere una velocidad del agua que lo circunda. Existen un sinnúmero de objetos que se pueden ocupar como flotadores estos pueden ser: pelotas de esponja, corchos, trozos de madera, pero se debe considerar que no deben ser muy livianos, de tal forma que el viento no altere su recorrido (Hidalgo Tamayo L. A., 2017).

El método consiste en cuantificar variables de: tiempo y área de la sección del caudal, se requiere un formato para ingresar los datos tomados en situ, flotadores, cinta métrica y cronómetro. El método se fundamenta en utilizar un flotador que se aproxime a la misma velocidad de la lámina de agua al dejarse arrastrar por la corriente, se elige una sección de canal que sea uniforme en su geometría, el desplazamiento permite conocer el tiempo recorrido

dentro de la longitud determinada, se calcula el promedio del tiempo mediante varias mediciones, con el propósito de determinar la velocidad.

Figura 8

Procedimiento, Método del flotador



Nota. La figura muestra el procedimiento para realizar el aforo mediante flotadores. Tomado de Guía práctica para aforar en canales y cauces naturales (pg. 63), por L. Hidalgo Tamayo, 2017, Escuela Politécnica Nacional.

Cálculo del caudal.

El caudal se liga a magnitudes que se miden in situ, estas magnitudes son utilizadas para calcular el caudal mediante las siguientes formulas:

$$Q = A * v$$

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

$$A = a * H$$

Donde:

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

A= Área transversal de la sección, (m^2).

v = velocidad estimada, (m/s).

d = distancia de análisis para el flotador, (m).

t = tiempo que transcurre entre cada tramo, (s).

a =ancho de la sección, (m).

H = profundidad, (m).

Recorrido del canal

Los canales de riego que atraviesan las parroquias de Perucho y Puéllaro, tienen una extensión desde su captación, de 23 y 21 kilómetros respectivamente, a lo largo del recorrido los distintos canales atraviesan terrenos con pendientes bruscas, zonas con taludes inestables que generan derrumbes que obstaculizan el paso del agua. Los canales en su mayor parte cuentan con revestimiento en sus paredes, existen tramos críticos en los cuales se encuentran los canales embaulados o entubados, con el fin de proteger el paso del agua ante posibles deslizamientos de tierra.

Se realizaron visitas para recopilar la información de las distintas líneas de conducción, tales como tipo de conducción, tipos de secciones, estructuras hidráulicas de los canales, materiales que componen la infraestructura del canal, el estado actual en que se encuentran las captaciones y las estructuras hidráulicas especiales, se tomaron coordenadas y puntos de la infraestructura existente, mediante la ayuda de un GPS portátil, para posteriormente realizar la restitución de puntos mediante paquetes computacionales ArcMap y Google Earth.

Figura 9

Canal revestido Acequia baja Alchipichí



Nota. El gráfico muestra una parte del canal Acequia baja Alchipichí de sección rectangular en la parroquia de Puéllaro.

Figura 10

Sección de canal con tubería PVC



Nota. El gráfico muestra una sección del canal Palmares con tubería PVC en la parroquia de Perucho.

Figura 11*Sección de canal embaulada*

Nota. El gráfico muestra una sección del canal Palmares con tubería PVC en la parroquia de Perucho.

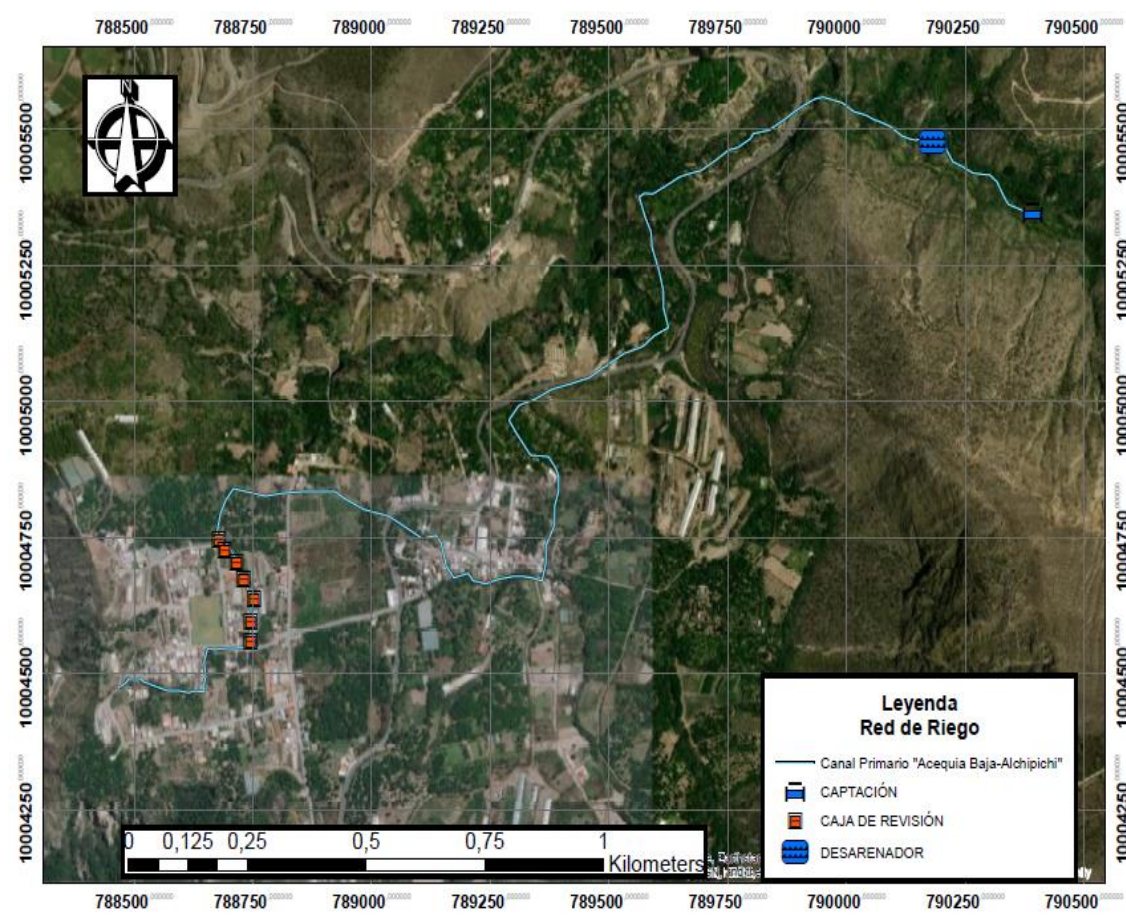
Elementos y longitud de la red de riego Puéllaro***Sistema de riego Alchipichí***

La infraestructura de un sistema de riego comprende un conjunto de obras que permiten llevar el agua de riego desde el punto de captación hasta Alchipichí.

A lo largo de la infraestructura del sistema de riego Alchipichí, encontramos canales revestidos, canales abiertos, canales embaulados y entubados, los mismos que conducen el agua. Además, la red está compuesta por obras de protección, un desarenador con el fin de remover partículas de arenas, gravas y material orgánico con el fin de proteger a la línea de conducción y 7 cajas de revisión.

Figura 12

Ubicación geográfica de elementos del sistema de riego Alchipichí, 2021.



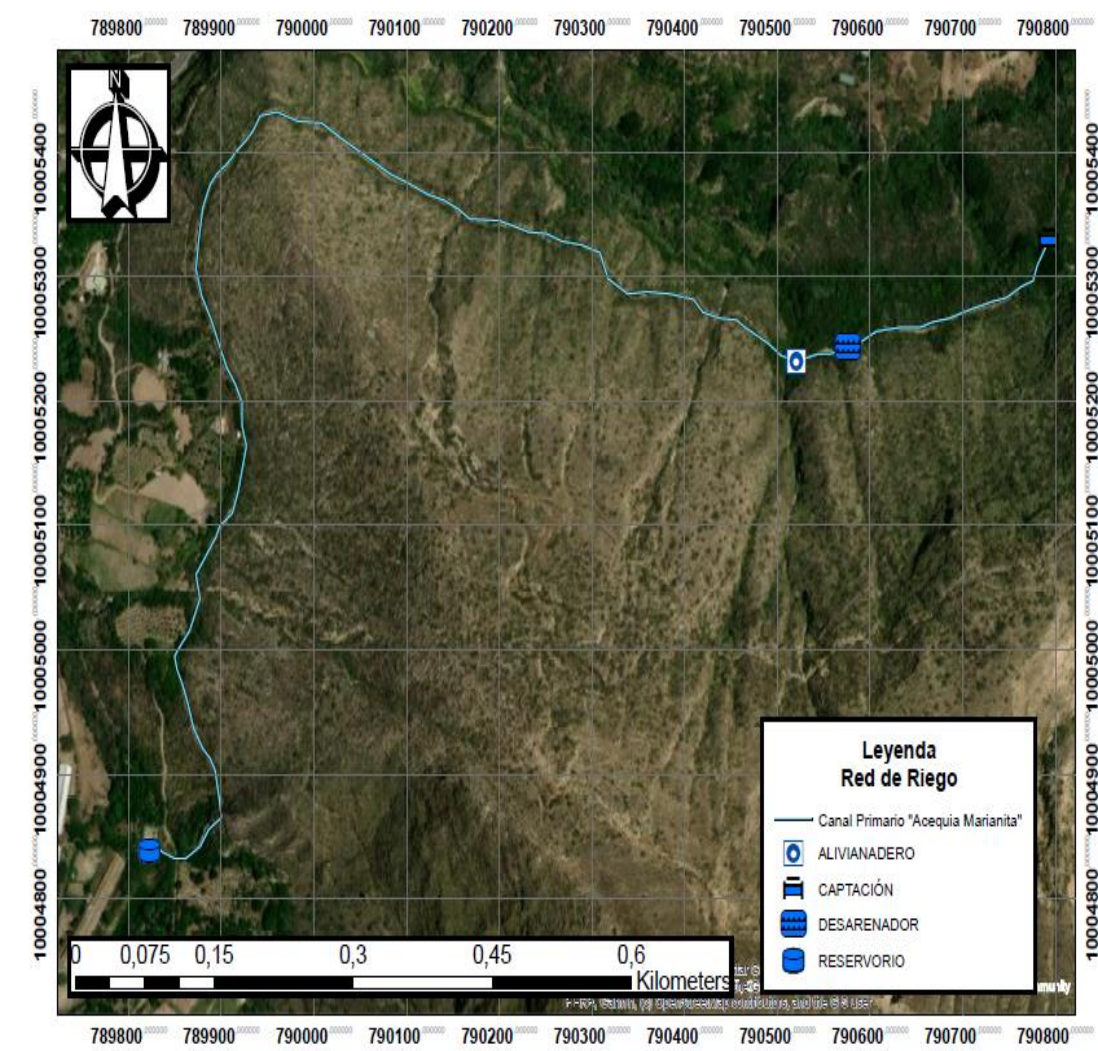
Nota. El gráfico muestra la ubicación geográfica del sistema de riego Alchipichí. Fuente: propia.

Sistema de riego Marianita

El Sistema de riego Marianita comprende un conjunto de obras que permiten conducir agua desde la captación hasta un tanque donde se almacena el agua. El ramal posee una longitud aproximada de 1604,80 m y está compuesto por un desarenador y un aliviadero, que ayuda a controlar el nivel máximo del agua y evitar un desbordamiento (Figura 13).

Figura 13

Ubicación geográfica de elementos del sistema de riego Marianita, 2021



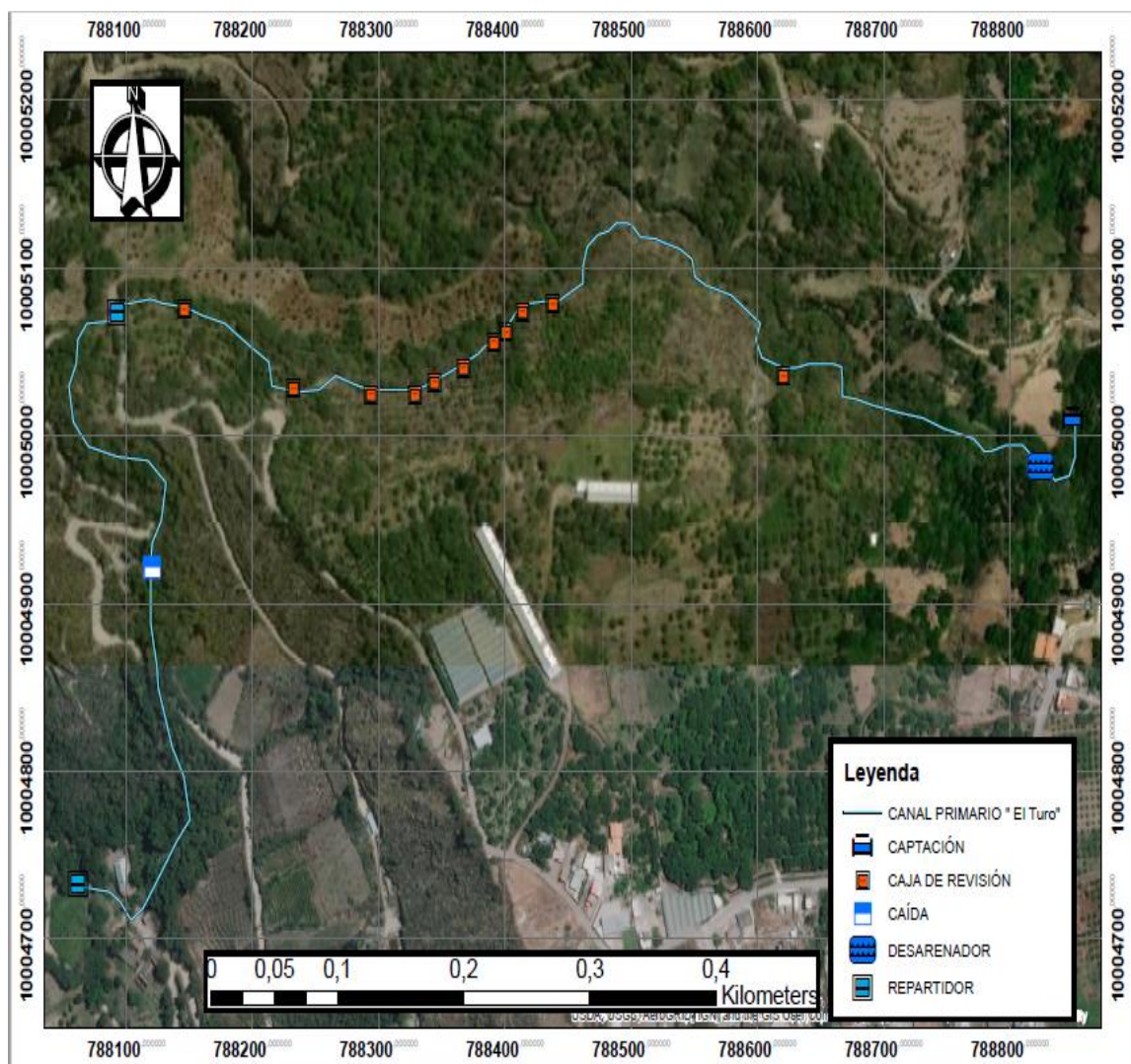
Nota. El gráfico muestra la ubicación geográfica del sistema de riego Marianita. Fuente: propia.

Sistema de riego Turo

El sistema de riego Turo permite llevar agua desde la captación hasta el repartidor, el ramal tiene una longitud de 1502,84 m. Dentro del ramal encontramos un desarenador, 11 cajas de revisión seguido por un repartidor, una caída y otro repartidor, donde finaliza el sistema de riego.

Figura 14

Ubicación geográfica de elementos del sistema de riego Turo, 2021



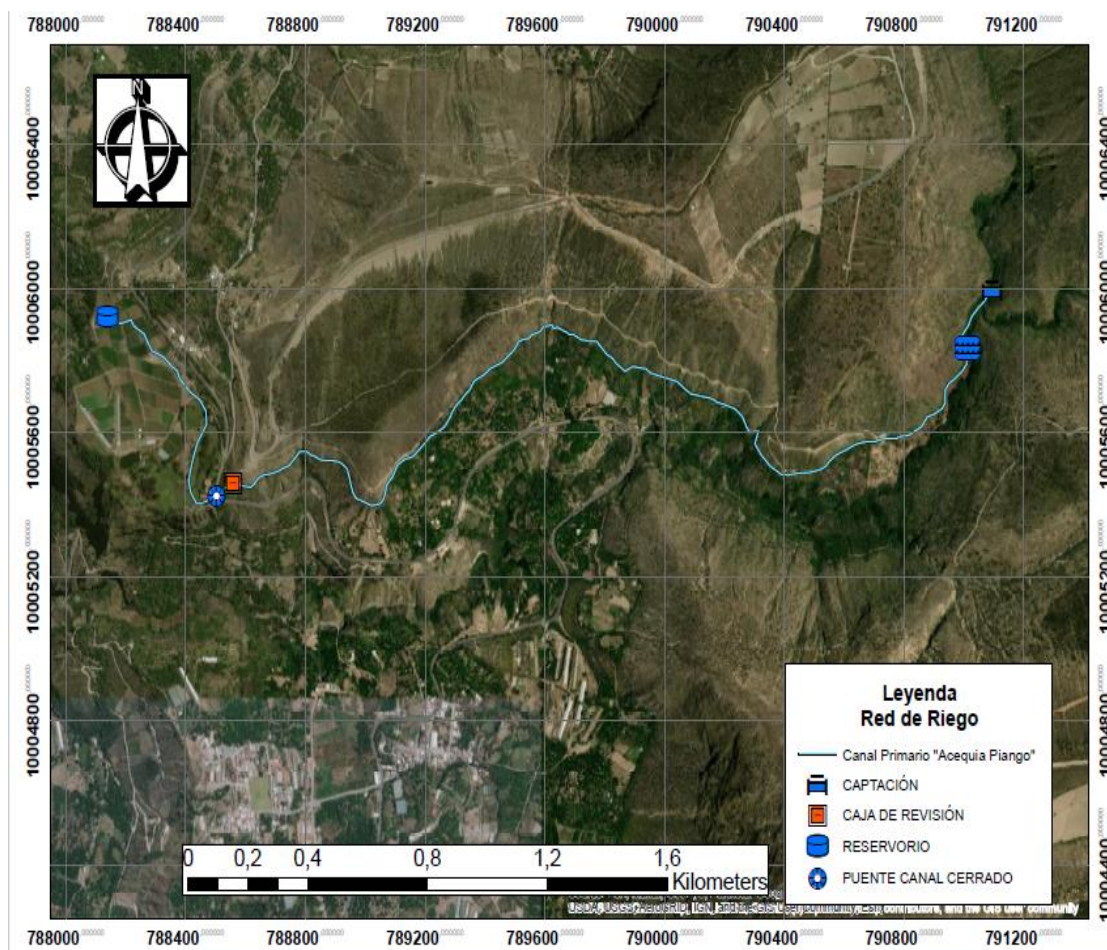
Nota. El gráfico muestra la ubicación geográfica del sistema de riego Turo. Fuente: propia.

Sistema de riego Piango

La infraestructura del sistema de riego Piango, es el segundo más largo de este estudio, cuya longitud es de 4120,40 m, este ramal conduce el agua desde el punto de captación hasta el tanque reservorio, la mayor parte de este ramal está conformado por canal revestido en un 82%. El ramal está compuesto por un desarenador, una cada de revisión y un puente canal cerrado.

Figura 15

Ubicación geográfica de elementos del sistema de riego Piango, 2021



Nota. El gráfico muestra la ubicación geográfica del sistema de riego Piango. Fuente: propia.

Sistema de riego Josefina

El sistema de riego Josefina es la infraestructura más larga de este estudio, cuya longitud es de 6 683,37 m, a lo largo de esta infraestructura no se encuentran más componentes en la red, solo se puede contemplar el punto de captación y el punto final de la red, la misma que podemos observar en la figura 16.

Figura 16

Ubicación geográfica de elementos del sistema de riego Josefina, 2021.



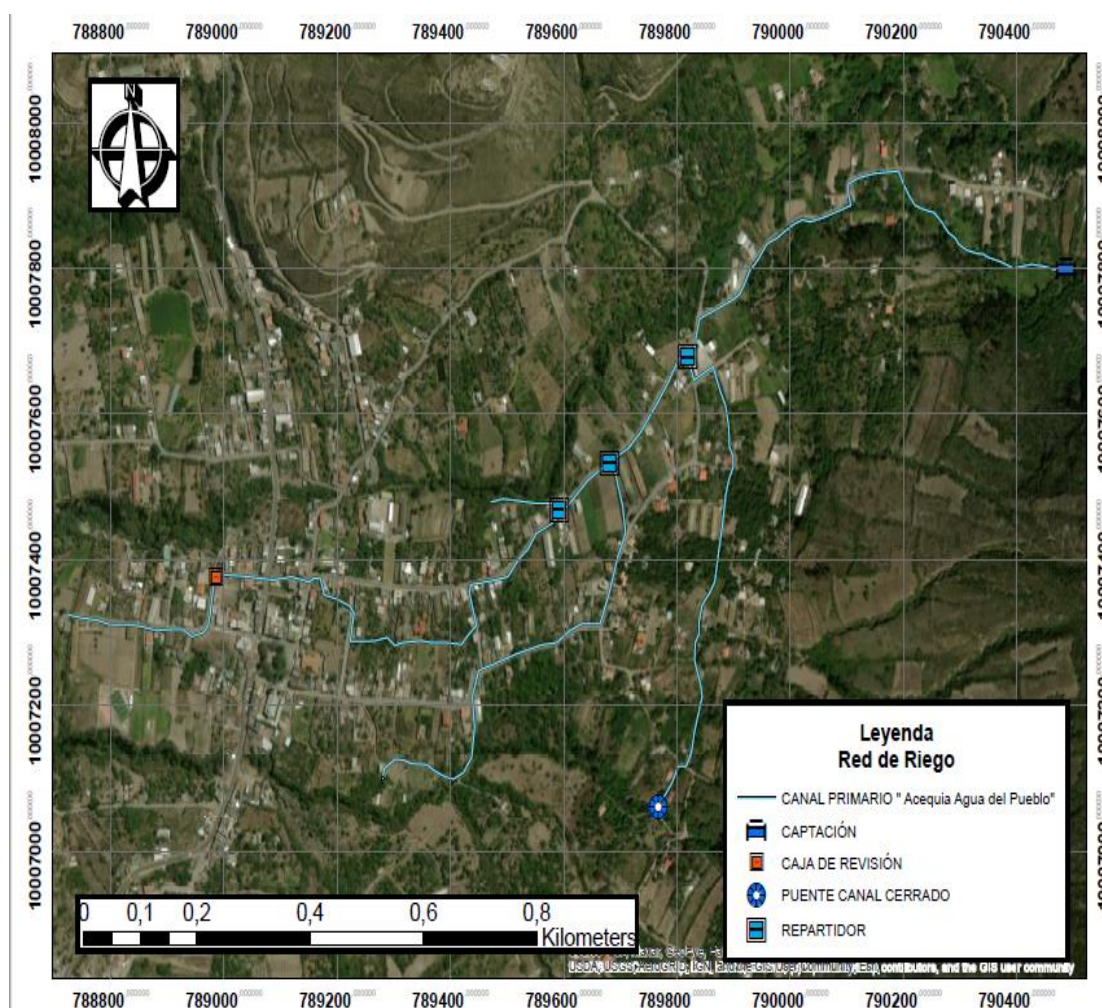
Nota. El gráfico muestra la ubicación geográfica del sistema de riego Josefina. Fuente: propia.

Sistema de riego Agua del Pueblo

El ramal Agua del Pueblo tiene una longitud de 3 916,68 m, en esta infraestructura se pueden observar diferentes obras como una caja de revisión, un puente canal cerrado y tres repartidores, que ayudan en la distribución del agua alrededor del pueblo desde su punto de captación, como se puede observar en la figura 17.

Figura 17

Ubicación geográfica de elementos de los sistemas de riego Agua del Pueblo, 2021



Nota. El gráfico muestra la ubicación geográfica del Ramal Josefina. Fuente: propia.

Elementos y longitud de la red de riego Perucho

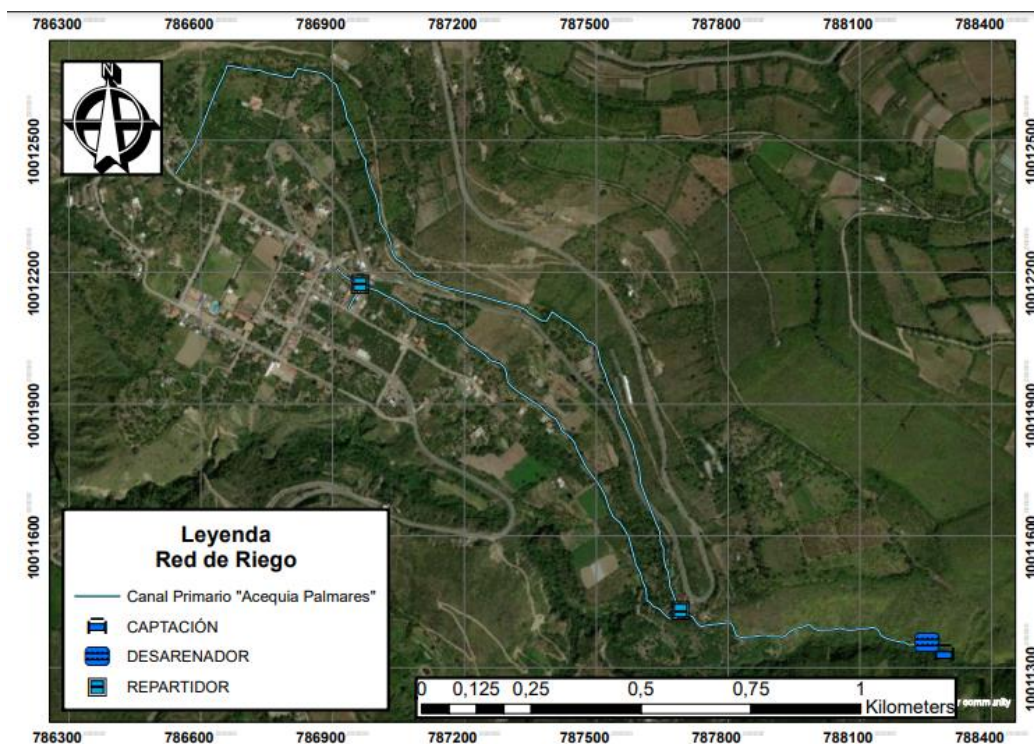
Sistema de riego Palmares

La infraestructura de un sistema de riego comprende un conjunto de obras que permiten llevar el agua de riego desde el punto de captación hasta Perucho.

A lo largo de la infraestructura del sistema de riego Palmares, encontramos canales revestidos, canales embaulados y entubados, los mismos que conducen el agua. Además, la red está compuesta por obras de protección, parte del punto de captación y es seguido por un desarenador con el fin de remover partículas de arenas, gravas y material orgánico que permite proteger la línea de conducción, también implementan dos repartidores.

Figura 18

Ubicación geográfica de elementos del sistema de riego Palmares, 2021



Nota. El gráfico muestra la ubicación geográfica del sistema de riego Palmares. Fuente: propia.

Tipo de infraestructura de la red de riego Puéllaro

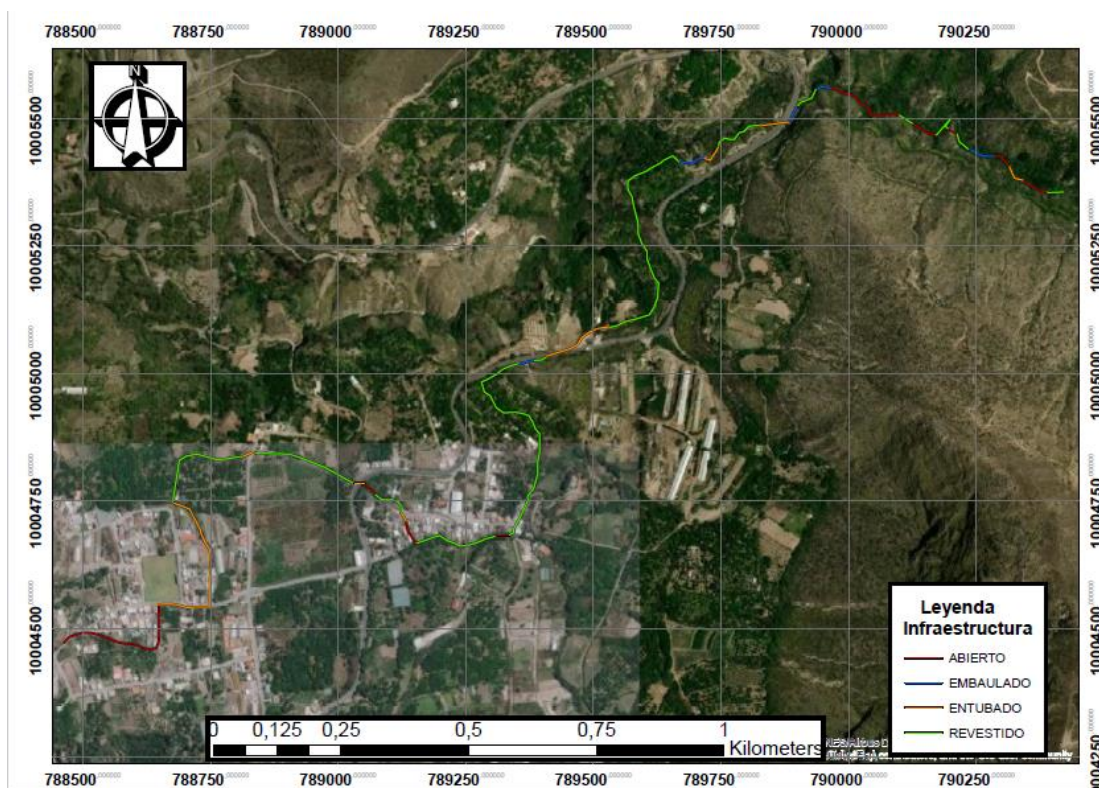
Los resultados obtenidos determinan la infraestructura de la red de riego en cuatro tipos, estas categorías son: abierto, embaulado, entubado y revestido.

Sistema de riego Alchipichí

La infraestructura de la red Alchipichí está compuesto por las cuatro clases de canales, ya antes nombrados, los cuales se pueden observar en la figura 19. Este ramal comienza con un canal revestido, el mismo que permite la conducción de agua a grandes velocidades y nos permite proteger los taludes de la acción del agua. Y finaliza con un tramo de canal abierto.

Figura 19

Infraestructura del sistema de riego Alchipichí, 2021



Nota. El gráfico muestra la ubicación geográfica del sistema de riego Alchipichí, y especifica dicha infraestructura de cómo está compuesto el canal. Fuente: propia.

En la tabla 4 podemos observar las longitudes totales de cada tipo de canal que componen el sistema de riego Alchipichí.

Tabla 4

Sistema de riego Alchipichí: longitud y porcentaje según el tipo de canal.

CONDUCCIÓN	LONGITUD (m)	PORCENTAJE
Canal Revestido	1972,85	55,82%
Canal Abierto	704,51	19,93%
Canal Embaulado	187,28	5,30%
Canal Entubado	669,94	18,95%
TOTAL	3534,58	100,00%

Nota. Esta tabla contiene las cantidades del tipo de canal que está compuesto el sistema de riego Alchipichí.

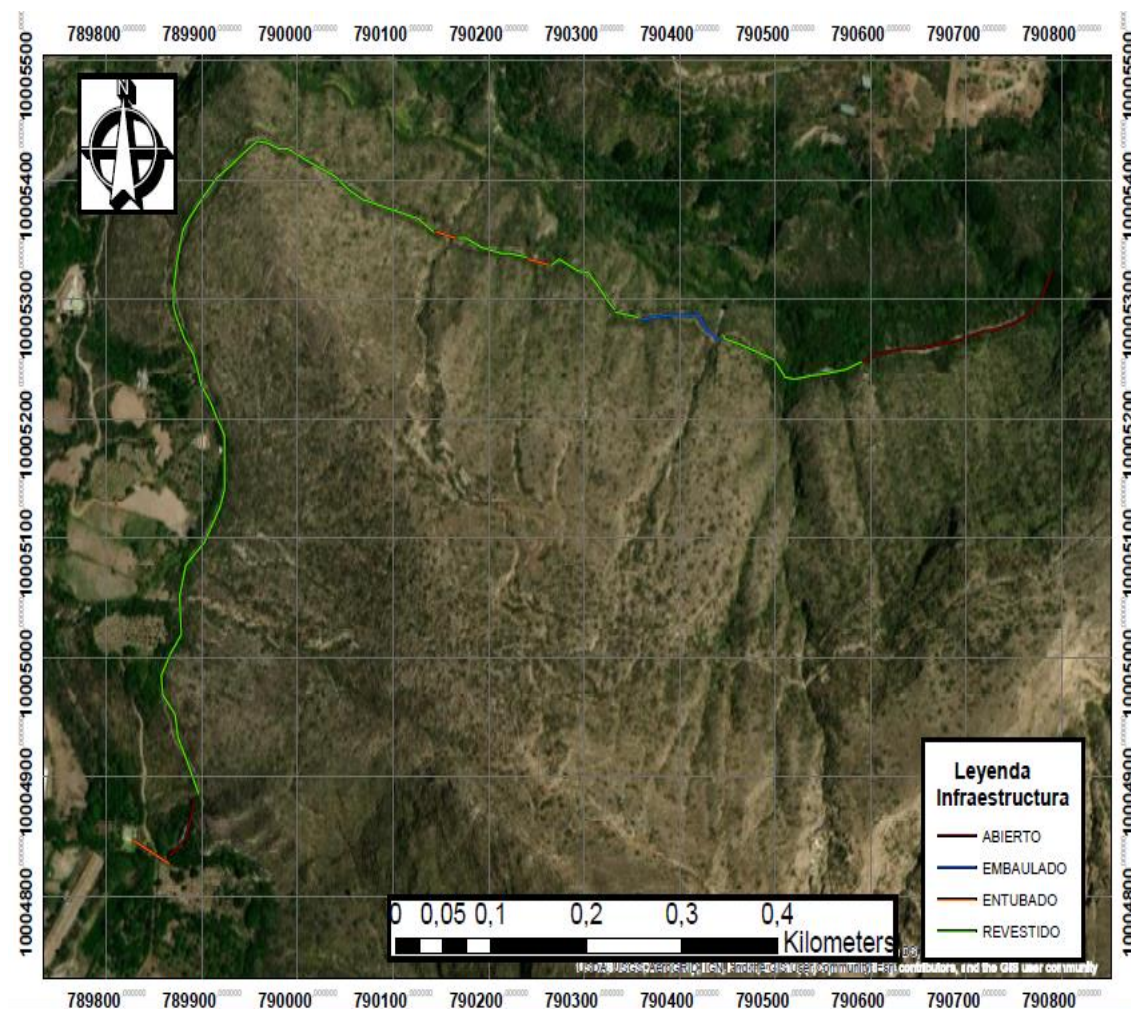
Los resultados nos indican que el ramal Alchipichí está conformado en mayor longitud por un canal revestido, el mismo que representa el 55 % de la longitud total del ramal.

Sistema de riego Marianita

En comparación con el ramal anterior, la infraestructura más utilizada fueron el canal revestido y el canal abierto, en la figura 20 se puede observar en que puntos de la red se utiliza los diferentes tipos de canales.

Figura 20

Infraestructura del ramal Marianita, 2021



Nota. El gráfico muestra la ubicación geográfica del sistema de riego Marianita, y especifica dicha infraestructura de cómo está compuesto el canal. Fuente: propia.

El sistema de riego Marianita comienza su trayectoria con un canal abierto y finaliza con un tramo de canal entubado dicho sistema de riego finaliza en el tanque reservorio, gran cantidad de esta agua es destinada a la potabilización para consumo de habitantes del sector. Las longitudes respectivas para cada canal se observan en la tabla 5.

Tabla 5

Sistema de riego Marianita: longitud y porcentaje según el tipo de canal.

Conducción	Longitud (m)	Porcentaje
Canal Revestido	1143,811	71,27%
Canal Abierto	284,329	17,72%
Canal Embaulado	91,324	5,69%
Canal Entubado	85,337	5,32%
TOTAL	1604,80	100%

Nota. Esta tabla contiene las cantidades del tipo de canal que está compuesto el sistema de riego Marinitas.

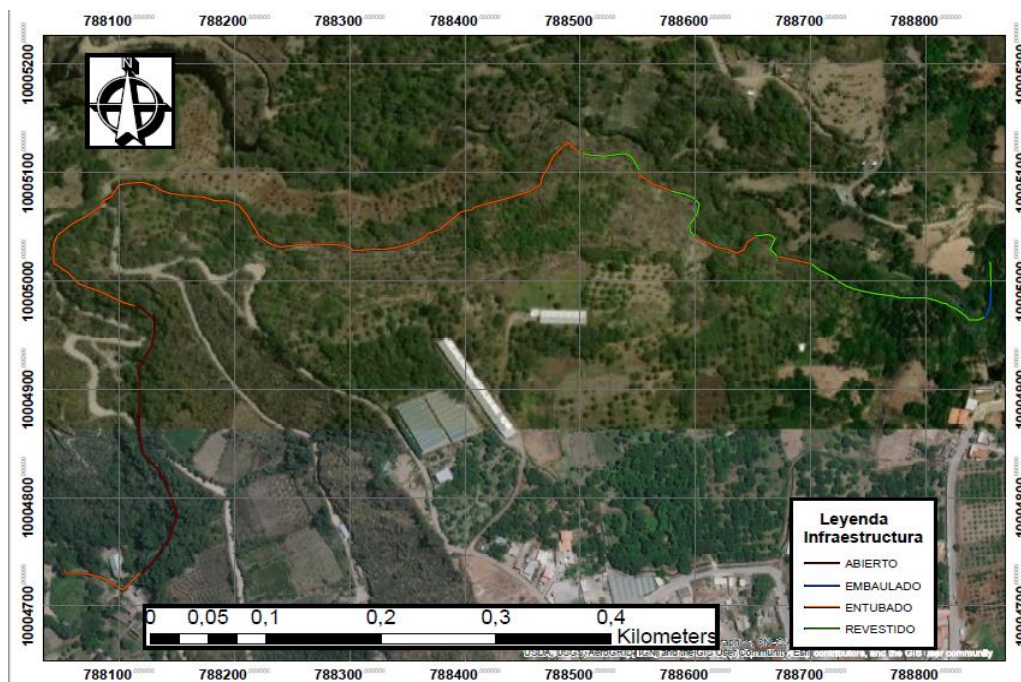
Los resultados obtenidos muestran una diferencia de longitud entre los tipos de canales bastante representativa, el canal revestido contempla una longitud de 1143,81 m, seguido por el canal abierto de 284,33 m.

Sistema de riego Turo

A diferencia de los anteriores sistemas de riego, este está compuesto en su mayor parte por un canal entubado seguido por el canal revestido. Entubar un canal nos permite eliminar las pérdidas por filtración en el canal.

Figura 21

Infraestructura del ramal El Turo, 2021



Nota. El gráfico muestra la ubicación geográfica del sistema de riego El Turo, y especifica dicha infraestructura de cómo está compuesto el canal. Fuente: propia.

Como se puede observar en la figura 21, el ramal comienza con un tramo de canal revestido y termina su trayectoria con un canal entubado (Tabla 6).

Tabla 6

Sistema de riego El Turo: longitud y porcentaje según el tipo de conducción, 2021.

Conducción	Longitud (m)	Porcentaje (%)
Canal Revestido	351,231	23,37
Canal Abierto	276,945	18,43
Canal Embaulado	29,257	1,95
Canal Entubado	845,406	56,25
TOTAL	1502,84	100,00

Nota. Esta tabla contiene las cantidades del tipo de canal que está compuesto el sistema de riego El Turo.

Los resultados obtenidos nos presentan que este sistema de riego posee un porcentaje considerable entubado así también de canal abierto, esto debido a que para compensar la diferencia de altura en determinados puntos el canal no ha sido intervenido y se lo ha dejado en su estado natural.

Sistema de riego Piango

Se conoce que el principal beneficio de utilizar un canal revestido es el proteger la superficie del canal contra la erosión que provoca el agua. Por eso este tipo de canal es utilizada en la mayor parte de este sistema de riego, como se muestra en la figura 22.

Figura 22

Infraestructura del ramal Piango, 2021.



Nota. El gráfico muestra la ubicación geográfica del sistema de riego Piango, y especifica dicha infraestructura de cómo está compuesto el canal. Fuente: propia.

En esta red como en las demás, también se utiliza los cuatro tipos de canales. La trayectoria comienza en la captación por medio de un canal revestido y por medio de un canal entubado el sistema de riego termina en un tanque reservorio el cual es aprovechado por una empresa florícola. Las longitudes de los canales utilizados se encuentran en la tabla 7.

Tabla 7

Sistema de riego Piango: longitud y porcentaje según el tipo de conducción, 2021

Conducción	Longitud (m)	Porcentaje
Canal Revestido	3382,252	82,09%
Canal Abierto	269,196	6,53%
Canal Embaulado	16,42	0,40%
Canal Entubado	452,532	10,98%
TOTAL	4120,40	100%

Nota. Esta tabla contiene las cantidades del tipo de canal que está compuesto el sistema de riego Piango.

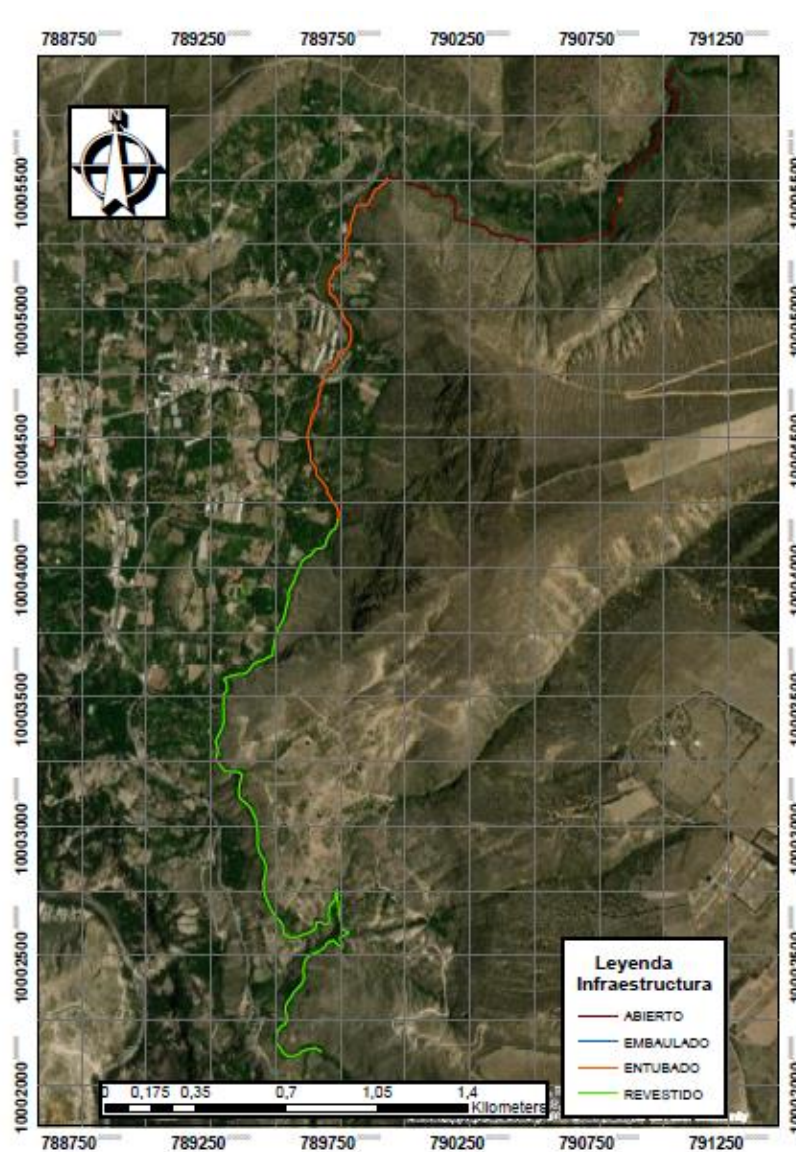
Los resultados obtenidos muestran una diferencia de longitud utilizada por cada tipo de canal, el canal revestido representa el 82,09 % con 3 382,25 m. Seguido en longitud por un canal entubado que representa el 10,98%.

Sistema de riego Josefina

Este sistema de riego comprende 6 683,37 m de longitud, transporta agua desde el punto de captación por medio de un canal abierto y termina su trayectoria con un canal revestido.

Figura 23

Infraestructura del sistema de riego Josefina, 2021.



Nota. El gráfico muestra la ubicación geográfica del sistema de riego Josefina, y especifica dicha infraestructura de cómo está compuesto el canal. Tomado de Autoría propia.

El ramal Josefina a pesar de que utiliza los cuatro tipos de canales antes mencionados, utiliza el canal revestido en mayor longitud y el canal embaulado es utilizado solo para determinados puntos en los cuales se busca proteger el canal ante deslizamientos de tierra o rocas que puedan interferir en el transcurso del agua.

Tabla 8

Sistemas de riego Josefina: longitud y porcentaje según el tipo de canal utilizado.

Conducción	Longitud (m)	Porcentaje
Canal Revestido	3322,262	49,71%
Canal Abierto	1766,481	26,43%
Canal Embaulado	14,875	0,22%
Canal Entubado	1579,748	23,64%
TOTAL	6683,366	100,00%

Nota. Esta tabla contiene las cantidades del tipo de canal que está compuesto el sistema de riego Josefina.

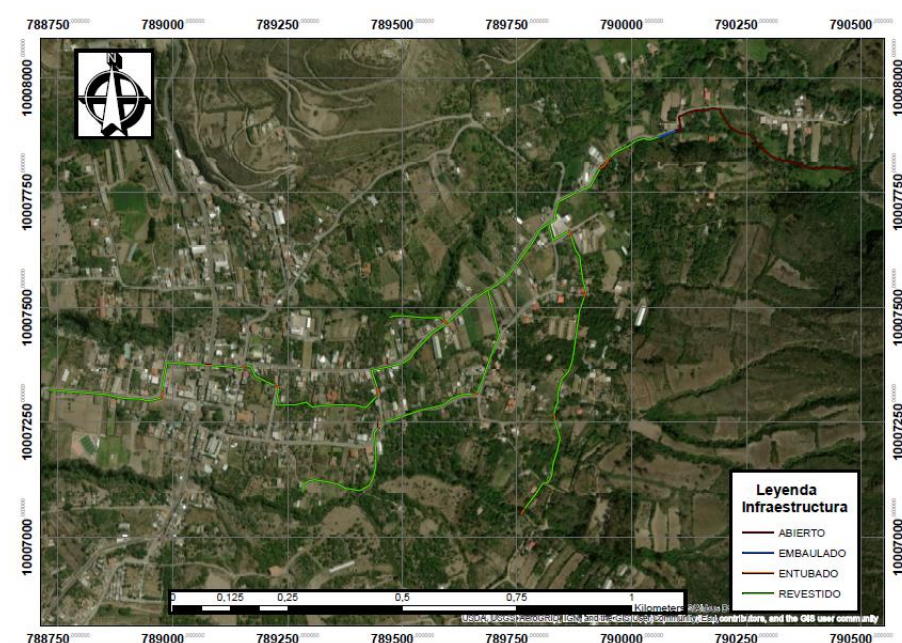
Los resultados obtenidos muestran que el canal revestido es utilizado en un 49,71 % que representa una longitud de 3 322,26 m, seguido por los canales abiertos y entubados cuya diferencia de longitud representa el 2,79% y una longitud de 186,73%.

Sistema de riego Acequia del Pueblo

La infraestructura del ramal Acequia del Pueblo está compuesta por canales revestidos, abiertos entubados y embaulados con longitudes de mayor a menor respectivamente, como lo podemos observar en la figura 24.

Figura 24

Infraestructura del sistema de riego Acequia del Pueblo, 2021.



Nota. El gráfico muestra la ubicación geográfica del sistema de riego Acequia del Pueblo, y especifica dicha infraestructura de cómo está compuesto el canal. Tomado de Autoría propia.

La red Acequia del Pueblo está compuesto en mayor cantidad por un canal revestido, la trayectoria empieza con un canal abierto, cuyas longitudes las podemos verificar en la tabla 9.

Tabla 9

Sistemas de riego Acequia del Pueblo: longitud y porcentaje según el tipo de canal utilizado.

Conducción	Longitud (m)	Porcentaje
Canal Revestido	3232,552	82,53%
Canal Abierto	481,975	12,31%
Canal Embaulado	37,092	0,95%
Canal Entubado	165,058	4,21%
TOTAL	3916,677	100,00%

Nota. Esta tabla contiene las cantidades del tipo de canal que está compuesto el sistema de riego Acequia del Pueblo.

Según los resultados la mayor parte de la longitud de la red es conformado por canal revestido con 3 232,55m que representa un 82,53% de la longitud total de la red, el mismo que se encuentra representado con color verde en la figura 24.

Los resultados obtenidos determinan la infraestructura de la red de riego en cuatro tipos, estas categorías son: abierto, embaulado, entubado y revestido.

Tipo de infraestructura de la red de riego Perucho

Sistema de riego Palmares

La infraestructura de la red del sistema de riego Palmares está compuesta por tres clases de canales, ya antes nombrados, los cuales se pueden observar en la figura 25. Este ramal comienza con un canal revestido en determinados puntos el sistema de riego cambia ya sea a embaulado o entubado para precautelar el transcurso del agua, el ramal se expande por el área utilizando en su gran mayoría canales revestidos.

Figura 25

Infraestructura del sistema de riego Palmares, 2021



Nota. El gráfico muestra la ubicación geográfica del sistema de riego Palmares, y especifica dicha infraestructura de cómo está compuesto el canal. Tomado de Autoría propia.

En la tabla 10 se puede observar las longitudes totales de cada tipo de canal que componen el ramal Palmares.

Tabla 10

Sistemas de riego Palmares: longitud y porcentaje según el tipo de canal utilizado.

Conducción	Longitud (m)	Porcentaje
Canal Revestido	4057,674	97,90%
Canal Abierto	0	0,00%
Canal Embaulado	32,76	0,79%
Canal Entubado	54,153	1,31%
TOTAL	4144,587	100,00%

Nota. Esta tabla contiene las cantidades del tipo de canal que está compuesto el sistema de riego Palmares.

Según los datos obtenidos en la tabla 10, el sistema de riego Palmares está constituido en gran parte por un canal revestido de hormigón el cual, en ciertos puntos cuenta con planchas de hormigón, las cuales cumplen la función de embaular el canal para de esta manera protegerlo de caída de tierra o piedras que puedan obstaculizar el transcurso del agua.

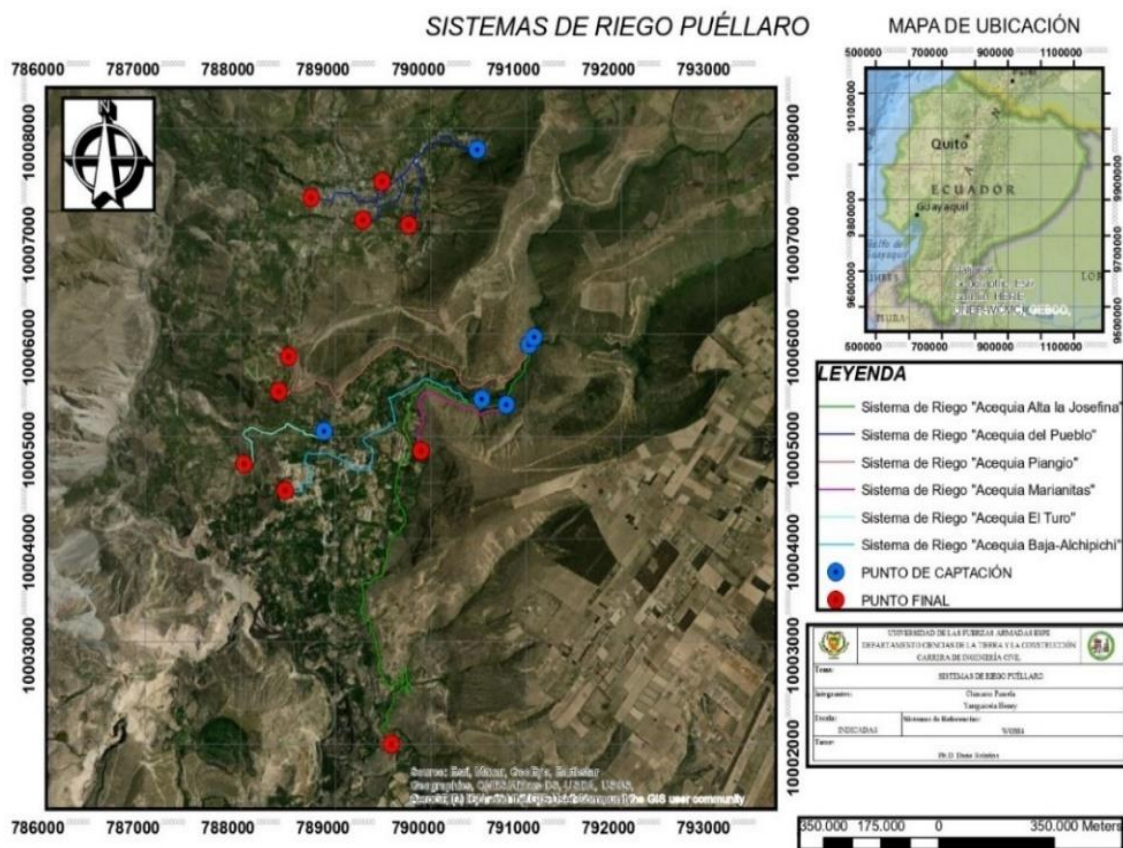
Caudales de los canales de riego

Caudales de los sistemas de riego de la parroquia de Puéllaro

La parroquia de Puéllaro cuenta con seis canales de riego: Acequia Alta la Josefina, Acequia del Pueblo, Piango, Marianita, El Turo, Acequia Baja Alchipichí, los cuales se pueden observar en la figura 26.

Figura 26

Sistemas de riego de la parroquia de Puéllaro



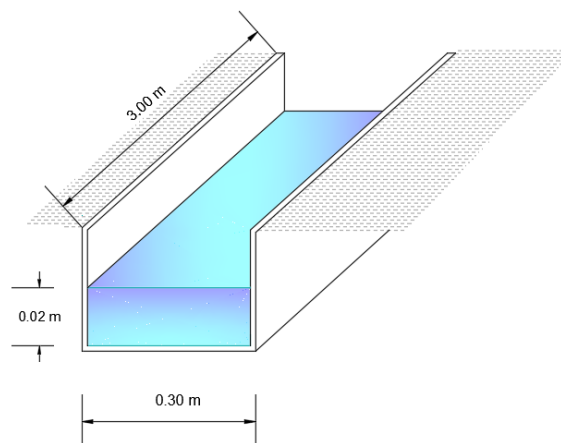
Nota. Sistemas de riego de la parroquia de Puéllaro con sus puntos de captación y la ubicación final de cada canal. Fuente: propia.

▪ **Acequia del Pueblo**

El aforo utilizado fue mediante un flotador de corcho fabricado artesanalmente, igualmente se realizó un aforo volumétrico para contrastar la información obtenida. Se midieron las dimensiones del canal para calcular el caudal respectivo.

Figura 27

Dimensiones del sistema de riego Acequia del Pueblo



Nota. La figura muestra el largo, ancho y profundidad del sistema de riego Acequia del Pueblo.

Tabla 11

Tiempos obtenidos con flotador de corcho y aforo volumétrico para el canal Acequia del Pueblo.

Método	Tiempo (s)	Método	Tiempo (s)
	3,41		2,09
	3,86		2,35
	4,19		2,41
	3,55		2,16
Flotador de corcho	3,71	Aforo volumétrico	
	3,45		
	3,45		
	4,12		
	3,57		
	3,56		
	Promedio		3,68

Nota. La tabla presenta el promedio de los tiempos obtenidos mediante el método de flotador de corcho y por aforo volumétrico del sistema de riego *Acequia del Pueblo*.

Con los datos obtenidos se calcula el área de la sección transversal y conjuntamente con los valores de distancia y tiempo se calcula la velocidad del flujo y se determina el caudal.

Flotador de corcho

Velocidad	Área	Caudal
$v = \frac{d}{t}$	$A = b * h$	$Q = v * A$
$v = \frac{3}{3,68}$	$A = 0,3 * 0,02$	$Q = 0,814 * 0,06 * 1000$
$v = 0,814 \text{ m/s}$	$A = 0,06 \text{ m}^2$	$Q = 4,89 \text{ l/s}$

Aforo Volumétrico

Volumen	Caudal
	$Q = V/t$
$V = 10 \text{ l/s}$	$Q = 10/2,25$
	$Q = 4,44 \text{ l/s}$

Se puede comprobar que aplicando el método de los flotadores se obtuvo un caudal de 4,89 l/s y mediante el aforo volumétrico se obtuvo un caudal de 4,44 l/s, guardando una relación entre ambos.

▪ Marianita

Para determinar el caudal en el sistema de riego Marianita se lo realizó mediante el método volumétrico como se muestra en la figura 28, se determinó el tiempo en el cual el recipiente de 10 litros se llenó. El proceso de medida se efectuó seis veces.

Figura 28

Aforo volumétrico en el canal Marianita



Nota. La figura muestra el recipiente de 10 litros ocupado para el aforo volumétrico que se utilizó en el sistema de riego Marianita.

Tabla 12

Tiempos obtenidos con aforo volumétrico para el canal de riego Marianita.

Método	Tiempo (s)
Flotador de corcho	1,30
	1,24
	1,21
	1,26
	1,13
	1,33
Promedio	1,25

Nota. La tabla presenta el promedio de los tiempos obtenidos mediante el método de flotador en el sistema de riego Marianita.

Se realiza la relación entre el volumen de aforo y el tiempo que tomo en ser llenado para posteriormente obtener el caudal con el promedio de los tiempos obtenidos.

Volumen	Caudal
	$Q = V/t$
$V = 10 \text{ l/s}$	$Q = 10/1,25$
	$Q = 8,03 \text{ l/s}$

Se obtuvo que el canal Marianita cuenta con un caudal de 8,03 l/s

- **Acequia Baja Alchipichí**

Para el sistema de riego Acequia Baja Alchipichí se utilizó un flotador de corcho, material que flotó en la superficie del agua a lo largo del canal y se obtuvo los siguientes tiempos:

Tabla 13

Tiempos obtenidos con método de flotadores para el canal Acequia Baja Alchipichí

Método	Tiempo (s)
	15,81
	15,80
	15,99
	15,77
Flotador de corcho	15,23
	16,33
	15,15
	15,88
	15,87
	15,78
Promedio	15,76

Nota. La tabla presenta el promedio de los tiempos obtenidos mediante el método de flotador del sistema de riego Acequia Baja Alchipichí.

Figura 29

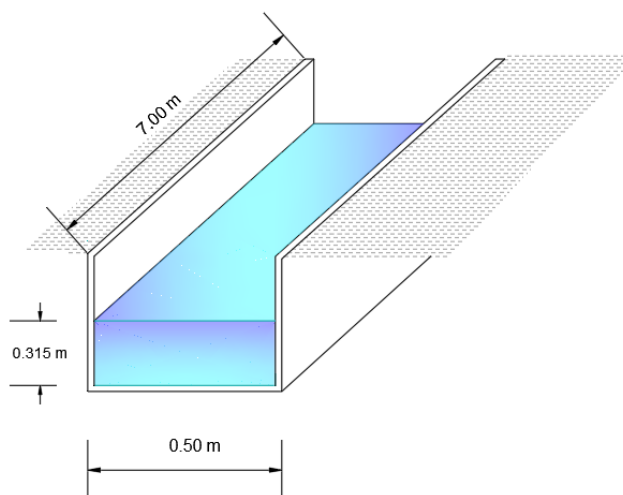
Aforo mediante flotador de corcho canal Acequia Baja Alchipichí



Nota. La figura muestra como el corcho recorre el canal Acequia Baja Alchipichí y como se mide el largo del canal.

Figura 30

Dimensiones del canal Acequia Baja Alchipichí



Nota. La figura muestra el largo, ancho y profundidad para determinar el área del sistema de riego Acequia Baja Alchipichí.

Con los datos obtenidos se calcula el área de la sección transversal y conjuntamente con los valores de distancia y tiempo se calcula la velocidad del flujo y se determina el caudal.

Flotador de corcho

Velocidad	Área	Caudal
$v = \frac{d}{t}$	$A = b * h$	$Q = v * A$
$v = \frac{7}{15,76}$	$A = 0,5 * 0,315$	$Q = 0,44 * 0,16 * 1000$
$v = 0,44$	$A = 0,16m^2$	$Q = 69,95 l/s$

El caudal obtenido del canal Acequia Baja Alchipichí es de 69,95 l/s.

▪ Canal El Turo

Para el canal de riego El Turo se utilizó un flotador de corcho para la medición del caudal.

Figura 31

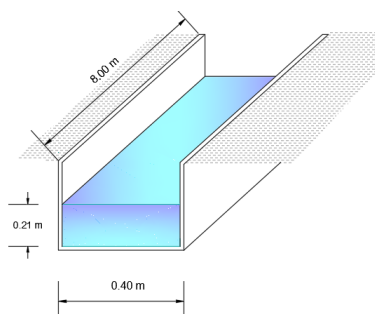
Aforo mediante flotador de corcho en el canal El Turo



Nota. La figura muestra como el corcho recorre el canal El Turo.

Figura 32

Dimensiones del canal El Turo



Nota. La figura muestra el largo, ancho y profundidad del sistema de riego El Turo.

Tiempo que se cronometra en el recorrido del flotador en un tramo determinado.

Tabla 14

Tiempos obtenidos con método de flotadores para el canal El Turo

Método	Tiempo (s)
Flotador de corcho	7,41
	7,82
	8,53
	8,01
	7,66
	7,99
	7,77
	7,74
	7,85
	7,94
Promedio	7,87

Nota. La tabla presenta el promedio de los tiempos obtenidos mediante el método de flotador en el sistema de riego El Turo.

Con los datos obtenidos se calcula el área de la sección transversal y conjuntamente con los valores de distancia y tiempo se calcula la velocidad del flujo y se determina el caudal.

Flotador de corcho		
Velocidad	Área	Caudal
$v = \frac{d}{t}$	$A = b * h$	$Q = v * A$
$v = \frac{8}{7,87}$	$A = 0,4 * 0,21$	$Q = 1,016 * 0,084 * 1000$
$v = 1,016 \text{ m/s}$	$A = 0,084 \text{ m}^2$	$Q = 85,37 \text{ l/s}$

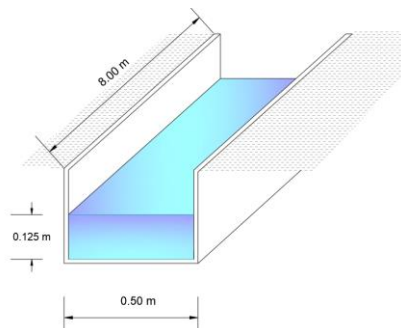
El caudal obtenido del canal El Turo es de 85,37 l/s.

- **Canal Piango**

Para el canal de riego Piango se utilizó un flotador de corcho para la medición del caudal.

Figura 33

Dimensiones del canal Piango



Nota. La figura muestra el largo, ancho y profundidad del sistema de riego Piango.

Los tiempos obtenidos en campo utilizando el flotador de corcho se presentan a continuación en la tabla 15.

Tabla 15

Tiempos obtenidos con método de flotadores para el canal Piango.

Método	Tiempo (s)
Flotador de corcho	11,85
	10,54
	10,92
	11,76
	11,15
	11,62
	11,08
	11,55
	11,20
	11,10
Promedio	11,28

Nota. La tabla presenta el promedio de los tiempos obtenidos mediante el método de flotador en el sistema de riego *Piango*.

Con los datos obtenidos se calcula el área de la sección transversal y conjuntamente con los valores de distancia y tiempo se calcula la velocidad del flujo y se determina el caudal.

Velocidad	Área	Caudal
$v = \frac{d}{t}$	$A = b * h$	$Q = v * A$
$v = \frac{8}{11,28}$	$A = 0,5 * 0,125$	$Q = 0,709 * 0,0625 * 1000$
$v = 0,709 \text{ m/s}$	$A = 0,0625 \text{ m}^2$	$Q = 44,34 \text{ l/s}$

El caudal obtenido del canal Piango es de 44,34 l/s.

- **Acequia alta La Josefina**

Para el canal de riego Acequia alta La Josefina se utilizó un flotador de corcho, material que flotó en la superficie del agua a lo largo del canal y se tomó el tiempo en 10 ocasiones del desplazamiento del flotador.

Tabla 16

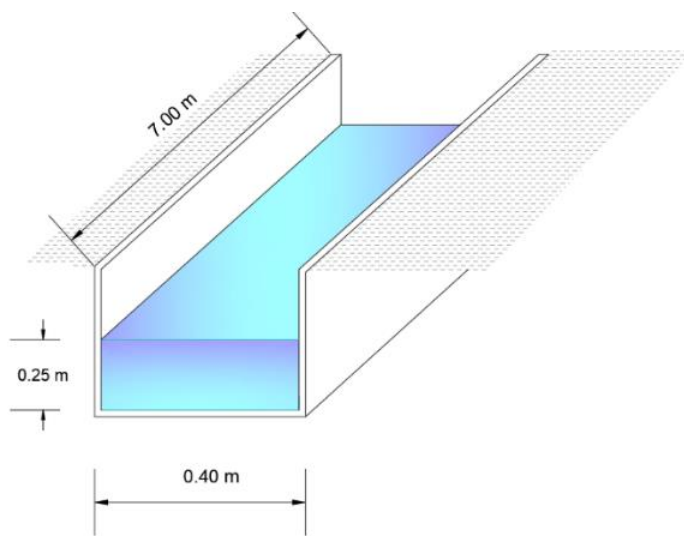
Tiempos obtenidos con método de flotadores para el canal Acequia alta La Josefina

Método	Tiempo (s)
Flotador de corcho	5,39
	5,78
	5,57
	5,51
	5,37
	5,42
	5,44
	5,42
	5,55
	5,30
Promedio	5,47

Nota. La tabla presenta el promedio de los tiempos obtenidos mediante el método de flotador en el sistema de riego Acequia alta La Josefina.

Figura 34

Dimensiones del canal Acequia alta La Josefina



Nota. La figura muestra el largo, ancho y profundidad para determinar el área del sistema de riego Acequia alta La Josefina.

Con los datos obtenidos se calcula el área de la sección transversal y conjuntamente con los valores de distancia y tiempo se calcula la velocidad del flujo y se determina el caudal.

Flotador de corcho

Velocidad	Área	Caudal
$v = \frac{d}{t}$	$A = b * h$	$Q = v * A$
$v = \frac{7}{5,47}$	$A = 0,4 * 0,25$	$Q = 1,28 * 0,10 * 1000$
$v = 1,28$	$A = 0,10 \text{ m}^2$	$Q = 127,87 \text{ l/s}$

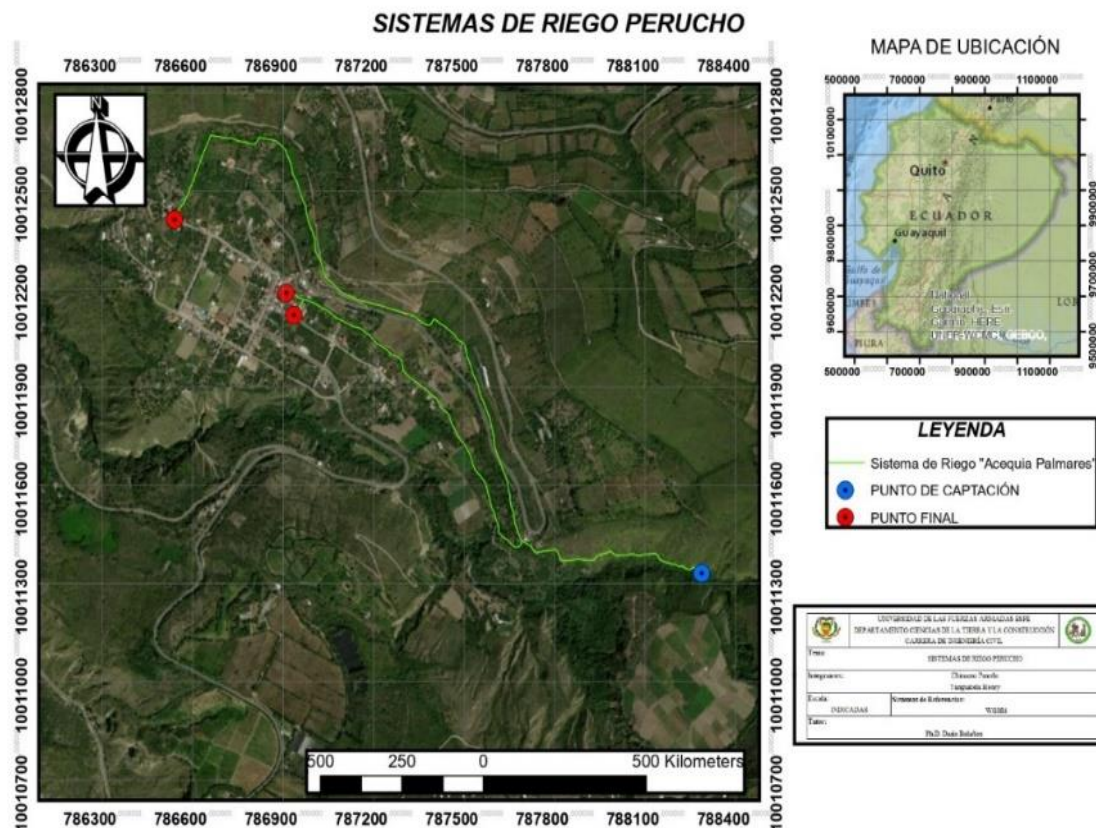
El caudal obtenido del canal Acequia alta La Josefina hí es de 127,87 l/s.

Caudales de los canales de riego de la parroquia Perucho

La parroquia de Perucho cuenta con el canal de riego Palmares, que se puede observar en la figura 35.

Figura 35

Sistemas de riego parroquia de Perucho.



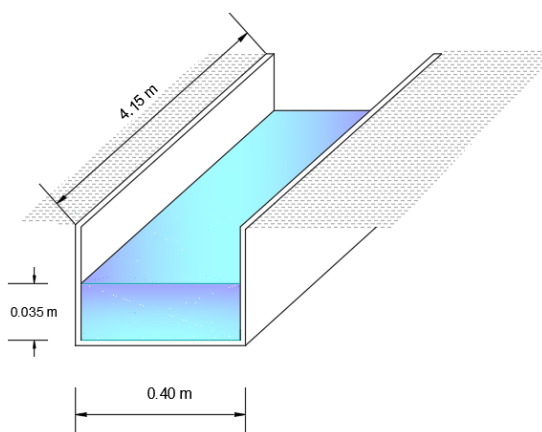
Nota. Sistemas de riego parroquia de Perucho con sus puntos de captación y final de cada canal de riego. Tomado de Autoría propia.

- **Palmares**

Para el canal de riego Palmares se utilizó un flotador de corcho, material que flotó en la superficie del agua a lo largo del canal y se tomó el tiempo en 10 ocasiones del desplazamiento del flotador.

Figura 36

Dimensiones del canal Palmares



Nota. La figura muestra el largo, ancho y profundidad para determinar el área del canal.

Obteniéndose un valor promedio de tiempos de:

Tabla 17

Tiempos obtenidos con método de flotadores para el canal Palmares.

Método	Tiempo (s)
	5,83
	5,84
	5,65
	4,60
	5,85
Flotador de corcho	4,30
	4,20
	4,12
	4,30
	4,68
Promedio	4,94

Nota. La tabla presenta el promedio de los tiempos obtenidos mediante el método de flotador en el sistema de riego *Palmares*.

Con los datos obtenidos se calcula el área de la sección transversal y conjuntamente con los valores de distancia y tiempo se calcula la velocidad del flujo y se determina el caudal.

Velocidad	Área	Caudal
$v = \frac{d}{t}$	$A = b * h$	$Q = v * A$
$v = \frac{4,15}{4,94}$	$A = 0,4 * 0,035$	$Q = 0,841 * 0,014 * 1000$
$v = 0,841 \text{ m/s}$	$A = 0,014 \text{ m}^2$	$Q = 11,77 \text{ l/s}$

El caudal obtenido del canal Palmares de 11,77 l/s, mientras que el caudal concesionado es de 10 l/s. De acuerdo al cálculo del caudal obtenido se comprueba que existe un ligero incremento del caudal.

Oferta/demanda de agua

Información técnica de los sistemas de aprovechamiento de agua de la parroquia de Puéllaro

Tabla 18

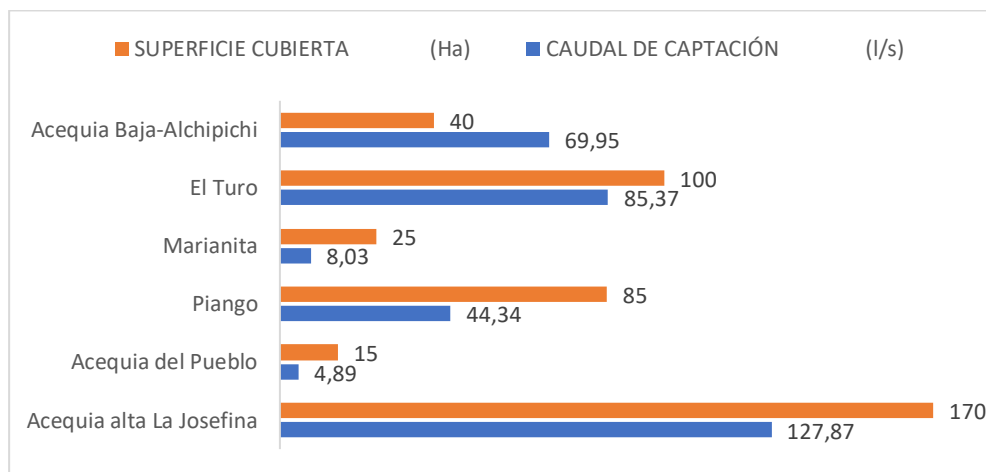
Relación ente a superficie regada y volumen existente de los sistemas de riego en la parroquia de Puéllaro.

PARROQUIA	NOMBRE DEL SISTEMA	CAUDAL DE CAPTACIÓN (l/s)	SUPERFICIE CUBIEFRTA (Ha)
	Acequia alta La Josefina	127,87	170
	Acequia del Pueblo	4,89	15
Puéllaro	Piango	44,34	85
	Marianita	8,03	25
	El Turo	85,37	100
	Acequia Baja-Alchipichí	69,95	40

Nota. La tabla muestra el levantamiento de información en el campo de la superficie cubierta en hectáreas y el caudal de captación calculado.

Figura 37

Relación entre la superficie regada y volumen existente de los sistemas de riego en la parroquia de Puéllaro.



Nota. La figura indica la superficie regada de los seis sistemas de riego de la parroquia de Puéllaro con sus respectivos caudales de captación.

Según la tabla 18 y la figura 37, el sistema de riego Acequia alta La Josefina cuenta con el más alto volumen de riego, cubriendo una superficie de 170 ha con un caudal de 127,87 l/s, lo que equivale a 0,75 l/s por ha, mientras que el sistema de riego Acequia del Pueblo tiene 0,33 l/s por cada ha, siendo este el valor más bajo.

Tabla 19

Tipos de cultivos de los diferentes sistemas de riego de la parroquia Puéllaro.

Sistema	Área Total Ha	CULTIVO	
		Tipo de Cultivo	Área Cultivada Ha
Acequia Baja-Alchipichí	40	Aguacate	25
		Chirimoya	10
		Hortalizas	5

Sistema	Área Total Ha	CULTIVO	
		Tipo de Cultivo	Área Cultivada Ha
El Turo	100	Aguacate	60
		Mandarina	25
		Chirimoya	10
		Hortalizas	5
Marianita	25	Cítricos	15
		Hortalizas	10
		Aguacate	30
Piango	85	Cítricos	25
		Babaco	5
		Chirimoya	5
		Flores	15
		Hortalizas	5
Acequia del Pueblo	15	Cítricos	10
		Hortalizas	5
Acequia alta La Josefina	170	170	55
		Cítricos	45
		Babaco	12
		Chirimoya	24
		Flores	23
		Hortalizas	11

Nota. La tabla indica el tipo de cultivo de cada sistema de riego de la parroquia de Puéllaro con su correspondiente área en hectáreas.

En función de la tabla 19 el sistema de riego Acequia Baja-Alchipichí cubre una superficie de 40 Ha, el Turo 100 Ha, Marianita 25 Ha, Piango 85 Ha, Acequia del Pueblo 15 Ha, Acequia alta La Josefina 150 Ha, donde se desarrollan cultivos como aguacate, cítricos, babaco, chirimoya, flores, hortalizas; en estos sistemas de riego el tipo de riego es mediante gravedad.

Tabla 20

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia alta La Josefina (Aguacate)

CULTIVO: AGUACATE						Fases:			Días			Z(mm)			Datos del suelo							
Kc:						Inicial	permanente			600			Umbral						0,5			
Inicial:	0,6					Desarrollo	permanente			600			CC (m3/m3)						0,22			
Intermedio:	0,6					Intermedio	permanente			600			Da(gr/cm3)						1,3			
Final:	0,6					Final	permanente			600			PMP(m3/m3)						0,12			
												Eficiencia de Riego (%)						85%				
												Área Riego (m2)						550000				
MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,6	38,57	1,2443	0,319	78	39	85%	3	10	45,88	45,56	550000	25060110,25	25060,11	258954,47
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,6	33,23	1,1867	0,187	78	39	85%	3	9	45,88	45,70	550000	25132601,26	25132,60	234570,95
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,6	31,37	1,0119	-0,52	78	39	85%	3	10	45,88	46,41	550000	25523281,21	25523,28	263740,57
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,6	31,16	1,0388	-0,56	78	39	85%	3	10	45,88	46,44	550000	25543954,12	25543,95	255439,54
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,6	32,21	1,0392	-0,16	78	39	85%	3	10	45,88	46,04	550000	25321981,21	25321,98	261660,47
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,6	43,67	1,4558	0,662	78	39	85%	3	10	45,88	45,22	550000	24870937,45	24870,94	248709,37
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,6	56,75	1,8308	1,266	78	39	85%	3	10	45,88	44,62	550000	24538852,18	24538,85	253568,14
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,6	67,20	2,1677	1,558	78	39	85%	3	10	45,88	44,32	550000	24378358,63	24378,36	251909,71
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,6	49,39	1,6464	0,806	78	39	85%	3	10	45,88	45,08	550000	24791774,12	24791,77	247917,74
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,6	42,49	1,3705	0,332	78	39	85%	3	10	45,88	45,55	550000	25052800,57	25052,80	258878,94
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,6	34,70	1,1566	0,177	78	39	85%	3	10	45,88	45,71	550000	25138164,12	25138,16	251381,64
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,6	33,79	1,0899	0,096	78	39	85%	3	10	45,88	45,79	550000	25182316,70	25182,32	260217,27
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		494,54	16,24		936	468			121,67	550,59			300535131,82	300535,13	3046948,82

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de aguacate expresado en m³/mes.

Tabla 21

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia alta La Josefina (Cítricos).

CULTIVO: CÍTRICOS						Fases:			Días			Z(mm)			Datos del suelo					
Kc:						Inicial	permanente			300			Umbral	0,5						
Inicial:	0,5					Desarrollo	permanente			300			CC (m3/m3)	0,22						
Intermedio:	0,5					Intermedio	permanente			300			Da(gr/cm3)	1,3						
Final:	0,5					Final	permanente			300			PMP(m3/m3)	0,12						
												Eficiencia de Riego (%)	85%							
												Área Riego (m2)	450000							

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,5	32,15	1,0369	0,111	39	19,5	85%	3	10	22,94	22,83	450000	10273521,35	10273,52	106159,72
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,5	27,69	0,9889	-0,01	39	19,5	85%	3	9	22,94	22,95	450000	10328511,55	10328,51	96399,44
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,5	26,14	0,8432	-0,69	39	19,5	85%	3	10	22,94	23,63	450000	10635045,54	10635,05	109895,47
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,5	25,97	0,8657	-0,73	39	19,5	85%	3	10	22,94	23,68	450000	10653979,41	10653,98	106539,79
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,5	26,85	0,866	-0,33	39	19,5	85%	3	10	22,94	23,27	450000	10472392,31	10472,39	108214,72
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,5	36,40	1,2132	0,42	39	19,5	85%	3	10	22,94	22,52	450000	10134604,41	10134,60	101346,04
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,5	47,30	1,5256	0,961	39	19,5	85%	3	10	22,94	21,98	450000	9891021,35	9891,02	102207,22
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,5	56,00	1,8065	1,197	39	19,5	85%	3	10	22,94	21,74	450000	9784981,02	9784,98	101111,47
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,5	41,16	1,372	0,532	39	19,5	85%	3	10	22,94	22,41	450000	10084129,41	10084,13	100841,29
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,5	35,41	1,1421	0,103	39	19,5	85%	3	10	22,94	22,84	450000	10277005,22	10277,01	106195,72
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,5	28,92	0,9638	-0,02	39	19,5	85%	3	10	22,94	22,96	450000	10330804,41	10330,80	103308,04
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,5	28,16	0,9082	-0,09	39	19,5	85%	3	10	22,94	23,03	450000	10361924,57	10361,92	107073,22
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		412,12	13,53		468	234			121,67	275,29		123227920,57	123227,92	1249292,16	

Nota: La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de cítricos expresado en m³/mes.

Tabla 22

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia alta La Josefina (Babacos).

CULTIVO: BABACOS					Datos del suelo			Días			Z(mm)			Datos del suelo											
Kc:					Umbral	permanente	800	Umbral		0,5															
Inicial:		0,45			Desarrollo	permanente	800	CC(m3/m3)		0,22															
Intermedio:		0,45			Intermedio	permanente	800	Da(gr/cm3)		1,13															
Final:		0,45			Final	permanente	800	PMP(m3/m3)		0,12															
								Eficiencia de Riego (%)		85%															
								Área Riego (m2)		1200000															

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETC-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,45	28,93	0,9332	0,007	104	52	85%	3	10	61,18	61,17	120000	7340284,21	7340,28	75849,60
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,45	24,92	0,89	-0,11	104	52	85%	3	9	61,18	61,29	120000	7354372,18	7354,37	68640,81
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,45	23,53	0,7589	-0,78	104	52	85%	3	10	61,18	61,95	120000	7434366,15	7434,37	76821,78
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,45	23,37	0,7791	-0,82	104	52	85%	3	10	61,18	62,00	120000	7439684,47	7439,68	74396,84
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,45	24,16	0,7794	-0,42	104	52	85%	3	10	61,18	61,59	120000	7391264,86	7391,26	76376,40
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,45	32,76	1,0919	0,299	104	52	85%	3	10	61,18	60,88	120000	7305354,47	7305,35	73053,54
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,45	42,57	1,3731	0,809	104	52	85%	3	10	61,18	60,37	120000	7244148,73	7244,15	74856,20
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,45	50,40	1,6258	1,016	104	52	85%	3	10	61,18	60,16	120000	7219240,99	7219,24	74598,82
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,45	37,04	1,2348	0,395	104	52	85%	3	10	61,18	60,78	120000	7293800,47	7293,80	72938,00
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,45	31,86	1,0279	-0,01	104	52	85%	3	10	61,18	61,19	120000	7342475,18	7342,48	75872,24
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,45	26,02	0,8675	-0,11	104	52	85%	3	10	61,18	61,29	120000	7354682,47	7354,68	73546,82
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,45	25,34	0,8174	-0,18	104	52	85%	3	10	61,18	61,35	120000	7362313,89	7362,31	76077,24
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		370,90	12,18		1248	624			121,67	734,12		88081988,07	88081,99	893028,33	

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de babacos expresado en m³/mes.

Tabla 23

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia alta La Josefina (Chirimoya).

CULTIVO: CHIRIMOYA				Fases:			Días			Z(mm)			Datos del suelo							
Kc:				Inicial	permanente	500	Umbral	0,5												
Inicial:	0,8			Desarrollo	permanente	500	CC(m3/m3)	0,22												
Intermedio:	0,8			Intermedio	permanente	500	Da(gr/cm3)	1,3												
Final:	0,8			Final	permanente	500	PMP(m3/m3)	0,12												
							Eficiencia de Riego (%)	85%												
							Área Riego (m2)	240000												

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETC-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,8	51,43	1,6591	0,733	65	32,5	85%	3	10	38,24	37,50	240000	9000480,91	9000,48	93004,97
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,8	44,30	1,5823	0,582	65	32,5	85%	3	9	38,24	37,65	240000	9036722,02	9036,72	84342,74
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,8	41,82	1,3492	-0,19	65	32,5	85%	3	10	38,24	38,42	240000	9221188,01	9221,19	95285,61
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,8	41,55	1,3851	-0,21	65	32,5	85%	3	10	38,24	38,45	240000	9228054,59	9228,05	92280,55
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,8	42,95	1,3855	0,189	65	32,5	85%	3	10	38,24	38,05	240000	9131164,78	9131,16	94355,37
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,8	58,23	1,9411	1,148	65	32,5	85%	3	10	38,24	37,09	240000	8901014,59	8901,01	89010,15
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,8	75,67	2,441	1,877	65	32,5	85%	3	10	38,24	36,36	240000	8726106,72	8726,11	90169,77
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,8	89,60	2,8903	2,281	65	32,5	85%	3	10	38,24	35,95	240000	8629115,75	8629,12	89167,53
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,8	65,86	2,1952	1,355	65	32,5	85%	3	10	38,24	36,88	240000	8851222,59	8851,22	88512,23
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,8	56,65	1,8274	0,789	65	32,5	85%	3	10	38,24	37,45	240000	8987195,75	8987,20	92867,69
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,8	46,26	1,5421	0,562	65	32,5	85%	3	10	38,24	37,67	240000	9041558,59	9041,56	90415,59
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,8	45,05	1,4532	0,46	65	32,5	85%	3	10	38,24	37,78	240000	9066163,49	9066,16	93683,69
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		659,38	21,65		780	390			121,67	458,82		107819987,78	107819,99	1093095,87	

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de chirimoya expresado en m³/mes.

Tabla 24

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia alta La Josefina (Flores).

CULTIVO: FLORES				Fases:			Días			Z(mm)			Datos del suelo							
Kc:				Inicial	49	50	Umbral	0,5												
Inicial:	0,56			Desarrollo	48	100	CC (m3/m3)	0,22												
Intermedio:	1,01			Final	51	120	Da(gr/cm3)	1,3												
Final:	0,77			TOTAL	148		PMP(m3/m3)	0,12												
							Eficiencia de Riego (%)	85%												
							Área Riego (m2)	230000												

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETC-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,56	36,00	1,1614	0,236	6,5	3,25	85%	3	10	3,82	3,59	230000	825232,67	825,23	8527,40
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,56	31,01	1,1076	0,108	13	6,5	85%	3	9	7,65	7,54	230000	1734075,53	1734,08	16184,70
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	1,01	52,80	1,7033	0,168	15,6	7,8	85%	3	10	9,18	9,01	230000	2071986,82	2071,99	21410,53
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,77	39,99	1,3331	-0,27	15,6	7,8	85%	3	10	9,18	9,44	230000	2171969,10	2171,97	21719,69
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,56	30,07	0,9699	-0,23	6,5	3,25	85%	3	10	3,82	4,05	230000	931596,54	931,60	9626,50
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,56	40,76	1,3587	0,565	13	6,5	85%	3	10	7,65	7,08	230000	1628778,46	1628,78	16287,78
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	1,01	95,54	3,0818	2,517	15,6	7,8	85%	3	10	9,18	6,66	230000	1531612,20	1531,61	15826,66
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,77	86,24	2,7819	2,172	15,6	7,8	85%	3	10	9,18	7,00	230000	1610968,88	1610,97	16646,68
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,56	46,10	1,5366	0,697	6,5	3,25	85%	3	10	3,82	3,13	230000	719184,56	719,18	7191,85
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,56	39,65	1,2791	0,24	13	6,5	85%	3	10	7,65	7,41	230000	1703522,63	1703,52	17603,07
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	1,01	58,41	1,9469	0,967	15,6	7,8	85%	3	10	9,18	8,21	230000	1888191,27	1888,19	18881,91
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,77	43,36	1,3987	0,405	15,6	7,8	85%	3	10	9,18	8,77	230000	2017410,78	2017,41	20846,58
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		599,94	19,66		152,1	76,05			121,67	89,47		18834529,44	18834,53	190753,35	

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de flores expresado en m³/mes.

Tabla 25

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia alta La Josefina (Hortalizas).

CULTIVO: HORTALIZAS						Fases:			Días	Z(mm)	Datos del suelo										
Kc:						Inicial		25	50	Umbral											
Inicial:		0,7				Desarrollo		35	150	CC(m3/m3)											0,22
Intermedio:		1				Intermedio		40	200	Da(gr/cm3)											1,3
Final:		0,9				Final		20	250	PMP(m3/m3)											0,12
						TOTAL:		120			Eficiencia de Riego (%)										85%
											Área Riego (m2)										110000

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,7	45,00	1,4517	0,526	6,5	3,25	85%	3	10	3,82	3,30	110000	362738,88	362,74	3748,30
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,7	38,77	1,3845	0,385	19,5	9,75	85%	3	9	11,47	11,09	110000	1219469,71	1219,47	11381,72
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	1	52,28	1,6865	0,151	26	13	85%	3	10	15,29	15,14	110000	1665746,49	1665,75	17212,71
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,9	46,75	1,5582	-0,04	32,5	16,25	85%	3	10	19,12	19,16	110000	2107539,18	2107,54	21075,39
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,7	37,58	1,2124	0,016	6,5	3,25	85%	3	10	3,82	3,81	110000	418874,36	418,87	4328,37
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,7	50,95	1,6984	0,905	19,5	9,75	85%	3	10	11,47	10,57	110000	1162203,71	1162,20	11622,04
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	1	94,59	3,0513	2,487	26	13	85%	3	10	15,29	12,81	110000	1408807,78	1408,81	14557,68
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,9	100,80	3,2516	2,642	32,5	16,25	85%	3	10	19,12	16,48	110000	1812328,27	1812,33	18727,39
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,7	57,62	1,9208	1,081	6,5	3,25	85%	3	10	3,82	2,74	110000	301700,24	301,70	3017,00
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,7	49,57	1,5989	0,56	19,5	9,75	85%	3	10	11,47	10,91	110000	1200139,87	1200,14	12401,45
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	1	57,83	1,9277	0,948	26	13	85%	3	10	15,29	14,35	110000	1578109,61	1578,11	15781,10
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,9	50,68	1,6348	0,641	32,5	16,25	85%	3	10	19,12	18,48	110000	2032402,79	2032,40	21001,50
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		682,42	22,38		253,5	126,7			121,67	149,12			15270060,88	15270,06	154854,64

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de hortalizas expresado en m³/mes.

Tabla 26

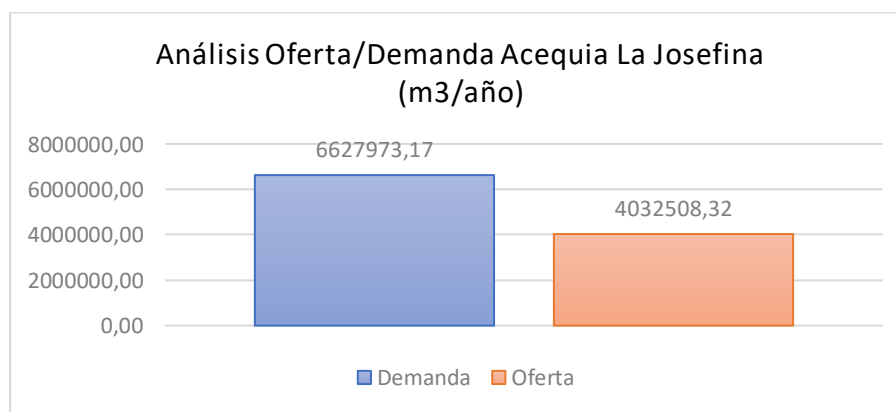
Necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia alta La Josefina.

Cultivo	Volumen (m ³ /año)	Volumen actual en uso (m ³ /año)
Aguacate	3046948,82	
Chirimoya	1093095,87	
Hortalizas	154854,64	
Babacos	893028,33	
Cítricos	1249292,16	
Flores	190753,35	
TOTAL	6627973,17	4032508,32

Nota. La tabla muestra el volumen de cada cultivo y el volumen actual en uso.

Figura 38

Análisis comparativo oferta/demanda Acequia alta La Josefina



Nota. La figura muestra el contraste que existe entre la oferta y demanda del sistema de riego Acequia alta La Josefina, en donde la demanda supera a la oferta.

De acuerdo a la tabla 26 y figura 38 la demanda de agua en sistema de riego Acequia alta La Josefina supera en mayor medida la oferta, existiendo un déficit de 2595464,85 m³/año o lo que es igual a 82,30 l/s.

Tabla 27

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia baja Alchipichí (Aguacate).

CULTIVO: AGUACATE		Fases:	Días	Z(mm)	Datos del suelo	
Kc:		Inicial	permanente	600	Umbral	0,5
Inicial:	0,6	Desarrollo	permanente	600	CC(m3/m3)	0,22
Intermedio:	0,6	Intermedio	permanente	600	Da(gr/cm3)	1,3
Final:	0,6	Final	permanente	600	PMP(m3/m3)	0,12
					Eficiencia de Riego (%)	70%
					Área Riego (m2)	250000

MESES	Eto diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	Eto mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(Etc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,6	38,57	1,2443	0,319	78	39	70%	3	10	55,71	55,40	250000	13848942,40	13848,94	143105,74
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,6	33,23	1,1867	0,187	78	39	70%	3	9	55,71	55,53	250000	13881892,86	13881,89	129564,33
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,6	31,37	1,0119	-0,52	78	39	70%	3	10	55,71	56,24	250000	14059474,65	14059,47	145281,24
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,6	31,16	1,0388	-0,56	78	39	70%	3	10	55,71	56,28	250000	14068871,43	14068,87	140688,71
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,6	32,21	1,0392	-0,16	78	39	70%	3	10	55,71	55,87	250000	13967974,65	13967,97	144335,74
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,6	43,67	1,4558	0,662	78	39	70%	3	10	55,71	55,05	250000	13762954,76	13762,95	137629,55
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,6	56,75	1,8308	1,266	78	39	70%	3	10	55,71	54,45	250000	13612006,91	13612,01	140657,40
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,6	67,20	2,1677	1,558	78	39	70%	3	10	55,71	54,16	250000	13539055,30	13539,06	139903,57
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,6	49,39	1,6464	0,806	78	39	70%	3	10	55,71	54,91	250000	13726971,43	13726,97	137269,71
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,6	42,49	1,3705	0,332	78	39	70%	3	10	55,71	55,38	250000	13845619,82	13845,62	143071,40
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,6	34,70	1,1566	0,177	78	39	70%	3	10	55,71	55,54	250000	13884421,43	13884,42	138844,21
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,6	33,79	1,0899	0,096	78	39	70%	3	10	55,71	55,62	250000	13904490,78	13904,49	143679,74
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		494,54	16,24		936	468			121,67	668,57		166102676,4	166102,68	1684031,36	

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de aguacate expresado en m³/mes.

Tabla 28

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia baja Alchipichí (Chirimoya).

CULTIVO: CHIRIMOYA				Fases:	Días	Z(mm)	Datos del suelo														
Kc:				Inicial	permanente	500	Umbral	0,5													
Inicial:	0,8			Desarrollo	permanente	500	CC(m3/m3)	0,22													
Intermedio:	0,8			Intermedio	permanente	500	Da(gr/cm3)	1,3													
Final:	0,8			Final	permanente	500	PMP(m3/m3)	0,12													
							Eficiencia de Riego (%)	85%													
							Área Riego (m2)	100000													

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,8	51,43	1,6591	0,733	65	32,5	70%	3	10	46,43	45,70	100000	4569528,11	4569,53	47218,46
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,8	44,30	1,5823	0,582	65	32,5	70%	3	9	46,43	45,85	100000	4584628,57	4584,63	42789,87
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,8	41,82	1,3492	-0,19	65	32,5	70%	3	10	46,43	46,61	100000	4661489,40	4661,49	48168,72
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,8	41,55	1,3851	-0,21	65	32,5	70%	3	10	46,43	46,64	100000	4664350,48	4664,35	46643,50
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,8	42,95	1,3855	0,189	65	32,5	70%	3	10	46,43	46,24	100000	4623979,72	4623,98	47781,12
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,8	58,23	1,9411	1,148	65	32,5	70%	3	10	46,43	45,28	100000	4528083,81	4528,08	45280,84
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,8	75,67	2,441	1,877	65	32,5	70%	3	10	46,43	44,55	100000	4455205,53	4455,21	46037,12
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,8	89,60	2,8903	2,281	65	32,5	70%	3	10	46,43	44,15	100000	4414792,63	4414,79	45619,52
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,8	65,86	2,1952	1,355	65	32,5	70%	3	10	46,43	45,07	100000	4507337,14	4507,34	45073,37
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,8	56,65	1,8274	0,789	65	32,5	70%	3	10	46,43	45,64	100000	4563992,63	4563,99	47161,26
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,8	46,26	1,5421	0,562	65	32,5	70%	3	10	46,43	45,87	100000	4586643,81	4586,64	45866,44
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,8	45,05	1,4532	0,46	65	32,5	70%	3	10	46,43	45,97	100000	4596895,85	4596,90	47501,26
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		659,38	21,65		780	390			121,67	557,14			54756927,68	54756,93	555141,49

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de chirimoya expresado en m³/mes.

Tabla 29

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia baja Alchipichí (Hortalizas).

CULTIVO: HORTALIZAS						Fases:			Días			Z(mm)			Datos del suelo								
Kc:						Inicial		25			50	Umbral											0,5
Inicial:				0,7		Desarrollo		35			150	CC(m3/m3)											0,22
Intermedio:				1		Intermedio		40			200	Da(gr/cm3)											1,3
Final:				0,9		Final		20			250	PMP(m3/m3)											0,12
						TOTAL:		120				Eficiencia de Riego (%)											70%
												Área Riego (m2)											50000

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETC-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,7	45,00	1,4517	0,526	6,5	3,25	70%	3	10	4,64	4,12	50000	205847,70	205,85	2127,09
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,7	38,77	1,3845	0,385	19,5	9,75	70%	3	9	13,93	13,54	50000	677203,57	677,20	6320,57
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	1	52,28	1,6865	0,151	26	13	70%	3	10	18,57	18,42	50000	921023,04	921,02	9517,24
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,9	46,75	1,5582	-0,04	32,5	16,25	70%	3	10	23,21	23,26	50000	1162804,29	1162,80	11628,04
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,7	37,58	1,2124	0,016	6,5	3,25	70%	3	10	4,64	4,63	50000	231363,82	231,36	2390,76
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,7	50,95	1,6984	0,905	19,5	9,75	70%	3	10	13,93	13,02	50000	651173,57	651,17	6511,74
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	1	94,59	3,0513	2,487	26	13	70%	3	10	18,57	16,08	50000	804232,72	804,23	8310,40
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,9	100,80	3,2516	2,642	32,5	16,25	70%	3	10	23,21	20,57	50000	1028617,51	1028,62	10629,05
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,7	57,62	1,9208	1,081	6,5	3,25	70%	3	10	4,64	3,56	50000	178102,86	178,10	1781,03
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,7	49,57	1,5989	0,56	19,5	9,75	70%	3	10	13,93	13,37	50000	668417,28	668,42	6906,98
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	1	57,83	1,9277	0,948	26	13	70%	3	10	18,57	17,62	50000	881188,10	881,19	8811,88
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,9	50,68	1,6348	0,641	32,5	16,25	70%	3	10	23,21	22,57	50000	1128651,38	1128,65	11662,73
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		682,42	22,38		253,5	126,7			121,67	181,07		8538625,84	8538,63	86597,51	

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de hortalizas expresado en m³/mes.

Tabla 30

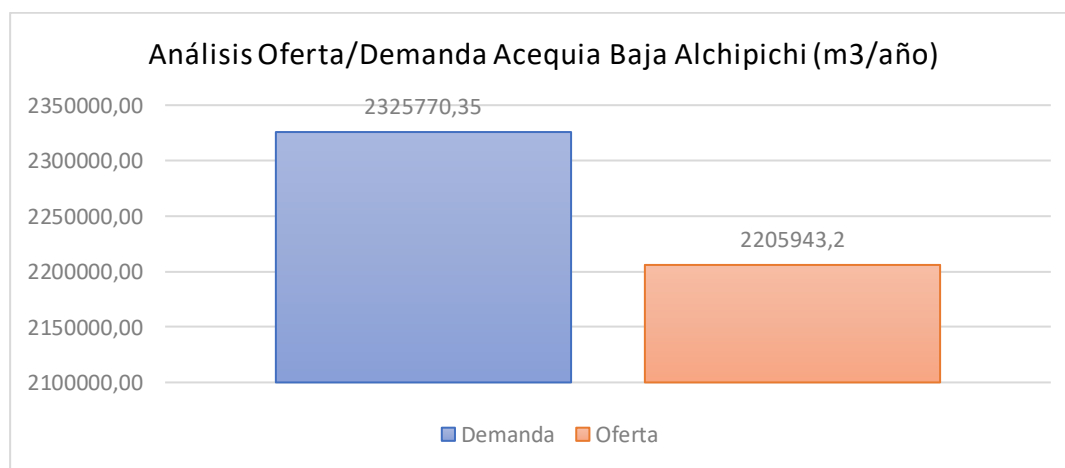
Necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia baja Alchipichí.

Cultivo	Volumen (m ³ /año)	Volumen actual en uso (m ³ /año)
Aguacate	1684031,36	
Chirimoya	555141,49	
Hortalizas	86597,51	
TOTAL	2325770,35	2205943,2

Nota. La tabla muestra el volumen de cada cultivo y el volumen actual en uso.

Figura 39

Análisis comparativo oferta/demanda Acequia baja Alchipichí



Nota. La figura muestra el contraste que existe entre la oferta y demanda del sistema de riego Acequia baja Alchipichí, en donde la demanda supera a la oferta.

De acuerdo a la tabla 30 y figura 39 la demanda de agua en sistema de riego Acequia baja Alchipichí supera en mayor medida la oferta, existiendo un déficit de 119827,15 m³/año o lo que es igual a 3,80 l/s.

Tabla 31

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia del Pueblo (Cítricos).

CULTIVO: CÍTRICOS				Fases:	Días	Z(mm)	Datos del suelo					
Kc:				Inicial	permanente	300	Umbral					0,5
Inicial:		0,5		Desarrollo	permanente	300	CC(m3/m3)					0,22
Intermedio:		0,5		Intermedio	permanente	300	Da(gr/cm3)					1,3
Final:		0,5		Final	permanente	300	PMP(m3/m3)					0,12
							Eficiencia de Riego (%)					90%
							Área Riego (m2)					100000

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,5	32,15	1,0369	0,111	39	19,5	90%	3	10	21,67	21,56	100000	2155553,76	2155,55	22274,06
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,5	27,69	0,9889	-0,01	39	19,5	90%	3	9	21,67	21,68	100000	2167773,81	2167,77	20232,56
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,5	26,14	0,8432	-0,69	39	19,5	90%	3	10	21,67	22,36	100000	2235892,47	2235,89	23104,22
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,5	25,97	0,8657	-0,73	39	19,5	90%	3	10	21,67	22,40	100000	2240100,00	2240,10	22401,00
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,5	26,85	0,866	-0,33	39	19,5	90%	3	10	21,67	22,00	100000	2199747,31	2199,75	22730,72
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,5	36,40	1,2132	0,42	39	19,5	90%	3	10	21,67	21,25	100000	2124683,33	2124,68	21246,83
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,5	47,30	1,5256	0,961	39	19,5	90%	3	10	21,67	20,71	100000	2070553,76	2070,55	21395,72
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,5	56,00	1,8065	1,197	39	19,5	90%	3	10	21,67	20,47	100000	2046989,25	2046,99	21152,22
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,5	41,16	1,372	0,532	39	19,5	90%	3	10	21,67	21,13	100000	2113466,67	2113,47	21134,67
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,5	35,41	1,1421	0,103	39	19,5	90%	3	10	21,67	21,56	100000	2156327,96	2156,33	22282,06
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,5	28,92	0,9638	-0,02	39	19,5	90%	3	10	21,67	21,68	100000	2168283,33	2168,28	21682,83
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,5	28,16	0,9082	-0,09	39	19,5	90%	3	10	21,67	21,75	100000	2175198,92	2175,20	22477,06
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		412,12	13,53		468	234			121,67	260			25854570,58	25854,57	262113,94

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de cítricos expresado en m³/mes.

Tabla 32

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia del Pueblo (Hortalizas).

CULTIVO: HORTALIZAS		Fases:	Días	Z(mm)	Datos de suelo	
Kc:		Inicial	25	50	Umbral	0,5
Inicial:	0,7	Desarrollo	35	150	CC(m3/m3)	0,22
Intermedio:	1	Intermedio	40	200	Da(gr/cm3)	1,3
Final:	0,9	Final	20	250	PMP(m3/m3)	0,12
		TOTAL:	120		Eficiencia de Riego (%)	90%
					Área Riego (m2)	50000

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETC-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,7	45,00	1,4517	0,526	6,5	3,25	90%	3	10	3,61	3,09	50000	154260,39	154,26	1594,02
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,7	38,77	1,3845	0,385	19,5	9,75	90%	3	9	10,83	10,45	50000	522441,67	522,44	4876,12
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	1	52,28	1,6865	0,151	26	13	90%	3	10	14,44	14,29	50000	714673,84	714,67	7384,96
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,9	46,75	1,5582	-0,04	32,5	16,25	90%	3	10	18,06	18,10	50000	904867,78	904,87	9048,68
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,7	37,58	1,2124	0,016	6,5	3,25	90%	3	10	3,61	3,60	50000	179776,52	179,78	1857,69
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,7	50,95	1,6984	0,905	19,5	9,75	90%	3	10	10,83	9,93	50000	496411,67	496,41	4964,12
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	1	94,59	3,0513	2,487	26	13	90%	3	10	14,44	11,96	50000	597883,51	597,88	6178,13
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,9	100,80	3,2516	2,642	32,5	16,25	90%	3	10	18,06	15,41	50000	770681,00	770,68	7963,70
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,7	57,62	1,9208	1,081	6,5	3,25	90%	3	10	3,61	2,53	50000	126515,56	126,52	1265,16
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,7	49,57	1,5989	0,56	19,5	9,75	90%	3	10	10,83	10,27	50000	513655,38	513,66	5307,77
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	1	57,83	1,9277	0,948	26	13	90%	3	10	14,44	13,50	50000	674838,89	674,84	6748,39
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,9	50,68	1,6348	0,641	32,5	16,25	90%	3	10	18,06	17,41	50000	870714,87	870,71	8997,39
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		682,42	22,38		253,5	126,7			121,67	140,83		6526721,08	6526,72	66186,13	

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de hortalizas expresado en m³/mes.

Tabla 33

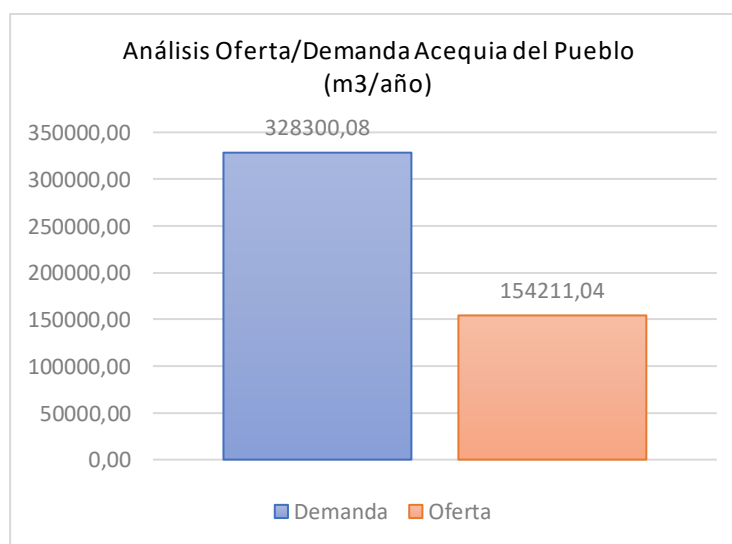
Necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia del Pueblo.

Cultivo	Volumen (m ³ /año)	Volumen actual en uso (m ³ /año)
Hortalizas	66186,13	
Cítricos	262113,94	
TOTAL	328300,08	154211,04

Nota. La tabla muestra el volumen de cada cultivo y el volumen actual en uso.

Figura 40

Análisis comparativo oferta/demanda Acequia del Pueblo



Nota. La figura muestra el contraste que existe entre la oferta y demanda del sistema de riego Acequia del Pueblo, en donde la demanda supera a la oferta.

De acuerdo a la tabla 33 y figura 40 la demanda de agua en sistema de riego Acequia del Pueblo supera en mayor medida la oferta, existiendo un déficit de 174089,04 m³/año o lo que es igual a 5,52 l/s.

Tabla 34

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema El Turo (Aguacate).

CULTIVO: AGUACATE		Fases:	Días	Z(mm)	Datos del suelo	
Kc:		Inicial	permanente	600	Umbral	0,5
Inicial:	0,6	Desarrollo	permanente	600	CC(m3/m3)	0,22
Intermedio:	0,6	Intermedio	permanente	600	Da(gr/cm3)	1,3
Final:	0,6	Final	permanente	600	PMP(m3/m3)	0,12
					Eficiencia de Riego (%)	85%
					Área Riego (m2)	600000

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETC-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,6	38,57	1,2443	0,319	78	39	85%	3	10	45,88	45,56	600000	27338302,09	27338,30	282495,79
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,6	33,23	1,1867	0,187	78	39	85%	3	9	45,88	45,70	600000	27417383,19	27417,38	255895,58
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,6	31,37	1,0119	-0,52	78	39	85%	3	10	45,88	46,41	600000	27843579,51	27843,58	287716,99
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,6	31,16	1,0388	-0,56	78	39	85%	3	10	45,88	46,44	600000	27866131,76	27866,13	278661,32
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,6	32,21	1,0392	-0,16	78	39	85%	3	10	45,88	46,04	600000	27623979,51	27623,98	285447,79
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,6	43,67	1,4558	0,662	78	39	85%	3	10	45,88	45,22	600000	27131931,76	27131,93	271319,32
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,6	56,75	1,8308	1,266	78	39	85%	3	10	45,88	44,62	600000	26769656,93	26769,66	276619,79
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,6	67,20	2,1677	1,558	78	39	85%	3	10	45,88	44,32	600000	26594573,06	26594,57	274810,59
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,6	49,39	1,6464	0,806	78	39	85%	3	10	45,88	45,08	600000	27045571,76	27045,57	270455,72
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,6	42,49	1,3705	0,332	78	39	85%	3	10	45,88	45,55	600000	27330327,89	27330,33	282413,39
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,6	34,70	1,1566	0,177	78	39	85%	3	10	45,88	45,71	600000	27423451,76	27423,45	274234,52
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,6	33,79	1,0899	0,096	78	39	85%	3	10	45,88	45,79	600000	27471618,22	27471,62	283873,39
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		494,54	16,24		936	468			121,67	550,59			327856507,44	327856,51	3323944,16

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de aguacate expresado en m³/mes.

Tabla 35

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema El Turo (Cítricos).

CULTIVO: CÍTRICOS				Fases:	Días	Z(mm)	Datos del suelo				
Kc:				Inicial	permanente	300	Umbral	0,5			
Inicial:	0,5			Desarrollo	permanente	300	CC(m3/m3)	0,22			
Intermedio:	0,5			Intermedio	permanente	300	Da(gr/cm3)	1,3			
Final:	0,5			Final	permanente	300	PMP(m3/m3)	0,12			
							Eficiencia de Riego (%)	85%			
							Área Riego (m2)	250000			

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETC- PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,5	32,15	1,0369	0,111	39	19,5	85%	3	10	22,94	22,83	250000	5707511,86	5707,51	58977,62
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,5	27,69	0,9889	-0,01	39	19,5	85%	3	9	22,94	22,95	250000	5738061,97	5738,06	53555,25
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,5	26,14	0,8432	-0,69	39	19,5	85%	3	10	22,94	23,63	250000	5908358,63	5908,36	61053,04
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,5	25,97	0,8657	-0,73	39	19,5	85%	3	10	22,94	23,68	250000	5918877,45	5918,88	59188,77
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,5	26,85	0,866	-0,33	39	19,5	85%	3	10	22,94	23,27	250000	5817995,73	5818,00	60119,29
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,5	36,40	1,2132	0,42	39	19,5	85%	3	10	22,94	22,52	250000	5630335,78	5630,34	56303,36
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,5	47,30	1,5256	0,961	39	19,5	85%	3	10	22,94	21,98	250000	5495011,86	5495,01	56781,79
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,5	56,00	1,8065	1,197	39	19,5	85%	3	10	22,94	21,74	250000	5436100,57	5436,10	56173,04
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,5	41,16	1,372	0,532	39	19,5	85%	3	10	22,94	22,41	250000	5602294,12	5602,29	56022,94
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,5	35,41	1,1421	0,103	39	19,5	85%	3	10	22,94	22,84	250000	5709447,34	5709,45	58997,62
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,5	28,92	0,9638	-0,02	39	19,5	85%	3	10	22,94	22,96	250000	5739335,78	5739,34	57393,36
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,5	28,16	0,9082	-0,09	39	19,5	85%	3	10	22,94	23,03	250000	5756624,76	5756,62	59485,12
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		412,12	13,53		468	234			121,67	275,29			68459955,87	68459,96	694051,20

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de cítricos expresado en m³/mes.

Tabla 36

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema El Turo (Chirimoya).

CULTIVO: CHIRIMOYA					Fases:			Días			Z(mm)			Datos del suelo						
Kc:					Inicial	permanente	500	Umbral	0,5											
Inicial:	0,8				Desarrollo	permanente	500	CC(m3/m3)	0,22											
Intermedio:	0,8				Intermedio	permanente	500	Da(gr/cm3)	1,3											
Final:	0,8				Final	permanente	500	PMP(m3/m3)	0,12											
								Eficiencia de Riego (%)	85%											
								Área Riego (m2)	100000											

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETC-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,8	51,43	1,6591	0,733	65	32,5	85%	3	10	38,24	37,50	100000	3750200,38	3750,20	38752,07
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,8	44,30	1,5823	0,582	65	32,5	85%	3	9	38,24	37,65	100000	3765300,84	3765,30	35142,81
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,8	41,82	1,3492	-0,19	65	32,5	85%	3	10	38,24	38,42	100000	3842161,67	3842,16	39702,34
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,8	41,55	1,3851	-0,21	65	32,5	85%	3	10	38,24	38,45	100000	3845022,75	3845,02	38450,23
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,8	42,95	1,3855	0,189	65	32,5	85%	3	10	38,24	38,05	100000	3804651,99	3804,65	39314,74
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,8	58,23	1,9411	1,148	65	32,5	85%	3	10	38,24	37,09	100000	3708756,08	3708,76	37087,56
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,8	75,67	2,441	1,877	65	32,5	85%	3	10	38,24	36,36	100000	3635877,80	3635,88	37570,74
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,8	89,60	2,8903	2,281	65	32,5	85%	3	10	38,24	35,95	100000	3595464,90	3595,46	37153,14
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,8	65,86	2,1952	1,355	65	32,5	85%	3	10	38,24	36,88	100000	3688009,41	3688,01	36880,09
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,8	56,65	1,8274	0,789	65	32,5	85%	3	10	38,24	37,45	100000	3744664,90	3744,66	38694,87
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,8	46,26	1,5421	0,562	65	32,5	85%	3	10	38,24	37,67	100000	3767316,08	3767,32	37673,16
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,8	45,05	1,4532	0,46	65	32,5	85%	3	10	38,24	37,78	100000	3777568,12	3777,57	39034,87
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		659,38	21,65		780	390			121,67	458,82		44924994,91	44924,99	455456,61	

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de chirimoya expresado en m³/mes.

Tabla 37

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema El Turo (Hortalizas).

CULTIVO: HORTALIZAS		Fases:	Días	Z(mm)	Datos del suelo	
Kc:		Inicial	25	50	Umbral	0,5
Inicial:	0,7	Desarrollo	35	150	CC(m3/m3)	0,22
Intermedio:	1	Intermedio	40	200	Da(gr/cm3)	1,3
Final:	0,9	Final	20	250	PMP(m3/m3)	0,12
		TOTAL:	120		Eficiencia de Riego (%)	85%
					Área Riego (m2)	50000

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETC-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,7	45,00	1,4517	0,526	6,5	3,25	85%	3	10	3,82	3,30	50000	164881,31	164,88	1703,77
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,7	38,77	1,3845	0,385	19,5	9,75	85%	3	9	11,47	11,09	50000	554304,41	554,30	5173,51
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	1	52,28	1,6865	0,151	26	13	85%	3	10	15,29	15,14	50000	757157,50	757,16	7823,96
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,9	46,75	1,5582	-0,04	32,5	16,25	85%	3	10	19,12	19,16	50000	957972,35	957,97	9579,72
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,7	37,58	1,2124	0,016	6,5	3,25	85%	3	10	3,82	3,81	50000	190397,44	190,40	1967,44
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,7	50,95	1,6984	0,905	19,5	9,75	85%	3	10	11,47	10,57	50000	528274,41	528,27	5282,74
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	1	94,59	3,0513	2,487	26	13	85%	3	10	15,29	12,81	50000	640367,17	640,37	6617,13
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,9	100,80	3,2516	2,642	32,5	16,25	85%	3	10	19,12	16,48	50000	823785,58	823,79	8512,45
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,7	57,62	1,9208	1,081	6,5	3,25	85%	3	10	3,82	2,74	50000	137136,47	137,14	1371,36
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,7	49,57	1,5989	0,56	19,5	9,75	85%	3	10	11,47	10,91	50000	545518,12	545,52	5637,02
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	1	57,83	1,9277	0,948	26	13	85%	3	10	15,29	14,35	50000	717322,55	717,32	7173,23
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,9	50,68	1,6348	0,641	32,5	16,25	85%	3	10	19,12	18,48	50000	923819,45	923,82	9546,13
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		682,42	22,38		253,5	126,7			121,67	149,12			6940936,76	6940,94	70388,47

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de hortalizas expresado en m³/mes.

Tabla 38

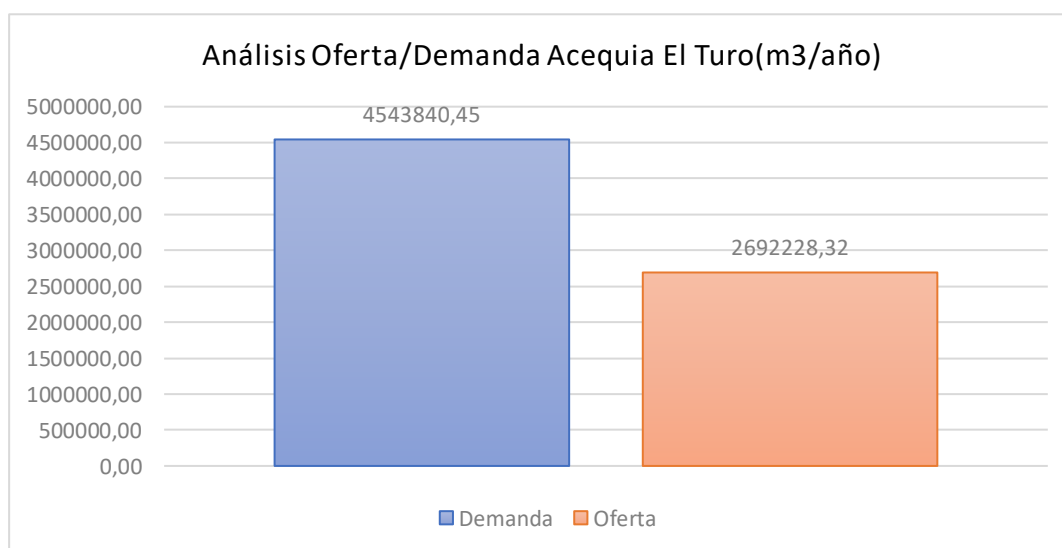
Necesidades de riego para cultivos del sistema El Turo.

Cultivo	Volumen (m ³ /año)	Volumen actual en uso (m ³ /año)
Aguacate	3323944,16	
Chirimoya	455456,61	
Hortalizas	70388,47	
Cítricos	694051,20	
TOTAL	4543840,45	2692228,32

Nota. La tabla muestra el volumen de cada cultivo y el volumen actual en uso.

Figura 41

Análisis comparativo oferta/demanda El Turo



Nota. La figura muestra el contraste que existe entre la oferta y demanda del sistema de riego El Turo, en donde la demanda supera a la oferta.

De acuerdo a la tabla 38 y figura 41 la demanda de agua en sistema de riego El Turo en mayor medida la oferta, existiendo un déficit de 1851612,13m³/año o lo que es igual a 58,71 l/s.

Tabla 39

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia Marianita (Cítricos).

CULTIVO: CÍTRICOS						Fases:			Días			Z(mm)			Datos del suelo								
Kc:						Inicial			permanente			300			Umbral		0,5						
Inicial:						0,5			Desarrollo			permanente			300			CC(m3/m3)		0,22			
Intermedio:						0,5			Intermedio			permanente			300			Da(gr/cm3)		1,3			
Final:						0,5			Final			permanente			300			PMP(m3/m3)		0,12			
																		Eficiencia de Riego (%)		80%			
																		Área Riego (m2)		150000			

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,5	32,15	1,0369	0,111	39	19,5	80%	3	10	24,38	24,26	150000	3639580,65	3639,58	37609,00
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,5	27,69	0,9889	-0,01	39	19,5	80%	3	9	24,38	24,39	150000	3657910,71	3657,91	34140,50
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,5	26,14	0,8432	-0,69	39	19,5	80%	3	10	24,38	25,07	150000	3760088,71	3760,09	38854,25
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,5	25,97	0,8657	-0,73	39	19,5	80%	3	10	24,38	25,11	150000	3766400,00	3766,40	37664,00
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,5	26,85	0,866	-0,33	39	19,5	80%	3	10	24,38	24,71	150000	3705870,97	3705,87	38294,00
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,5	36,40	1,2132	0,42	39	19,5	80%	3	10	24,38	23,96	150000	3593275,00	3593,28	35932,75
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,5	47,30	1,5256	0,961	39	19,5	80%	3	10	24,38	23,41	150000	3512080,65	3512,08	36291,50
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,5	56,00	1,8065	1,197	39	19,5	80%	3	10	24,38	23,18	150000	3476733,87	3476,73	35926,25
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,5	41,16	1,372	0,532	39	19,5	80%	3	10	24,38	23,84	150000	3576450,00	3576,45	35764,50
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,5	35,41	1,1421	0,103	39	19,5	80%	3	10	24,38	24,27	150000	3640741,94	3640,74	37621,00
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,5	28,92	0,9638	-0,02	39	19,5	80%	3	10	24,38	24,39	150000	3658675,00	3658,68	36586,75
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,5	28,16	0,9082	-0,09	39	19,5	80%	3	10	24,38	24,46	150000	3669048,39	3669,05	37913,50
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		412,12	13,53		468	234			121,67	292,50		43656855,88	43656,86	442598,00	

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de hortalizas expresado en m³/mes.

Tabla 40

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia Marianita (Hortalizas).

CULTIVO: HORTALIZAS		Fases:	Días	Z(mm)	Datos del suelo	
Kc:		Inicial	25	50	Umbral	0,5
Inicial:	0,7	Desarrollo	35	150	CC(m3/m3)	0,22
Intermedio:	1	Intermedio	40	200	Da(gr/cm3)	1,3
Final:	0,9	Final	20	250	PMP(m3/m3)	0,12
		TOTAL:	120		Eficiencia de Riego (%)	80%
					Área Riego (m2)	100000

MESES	ETo diaria (mm)	Preci, mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETC-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,7	45,00	1,4517	0,526	6,5	3,25	80%	3	10	4,06	3,54	100000	353659,68	353,66	3654,48
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,7	38,77	1,3845	0,385	19,5	9,75	80%	3	9	12,19	11,80	100000	1180300,00	1180,30	11016,13
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	1	52,28	1,6865	0,151	26	13	80%	3	10	16,25	16,10	100000	1609903,23	1609,90	16635,67
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,9	46,75	1,5582	-0,04	32,5	16,25	80%	3	10	20,31	20,35	100000	2035430,00	2035,43	20354,30
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,7	37,58	1,2124	0,016	6,5	3,25	80%	3	10	4,06	4,05	100000	404691,94	404,69	4181,82
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,7	50,95	1,6984	0,905	19,5	9,75	80%	3	10	12,19	11,28	100000	1128240,00	1128,24	11282,40
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	1	94,59	3,0513	2,487	26	13	80%	3	10	16,25	13,76	100000	1376322,58	1376,32	14222,00
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,9	100,80	3,2516	2,642	32,5	16,25	80%	3	10	20,31	17,67	100000	1767056,45	1767,06	18259,58
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,7	57,62	1,9208	1,081	6,5	3,25	80%	3	10	4,06	2,98	100000	298170,00	298,17	2981,70
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,7	49,57	1,5989	0,56	19,5	9,75	80%	3	10	12,19	11,63	100000	1162727,42	1162,73	12014,85
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	1	57,83	1,9277	0,948	26	13	80%	3	10	16,25	15,30	100000	1530233,33	1530,23	15302,33
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,9	50,68	1,6348	0,641	32,5	16,25	80%	3	10	20,31	19,67	100000	1967124,19	1967,12	20326,95
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		682,42	22,38		253,5	126,7			121,67	158,44		14813858,82	14813,86	150232,22	

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de hortalizas expresado en m³/mes.

Tabla 41

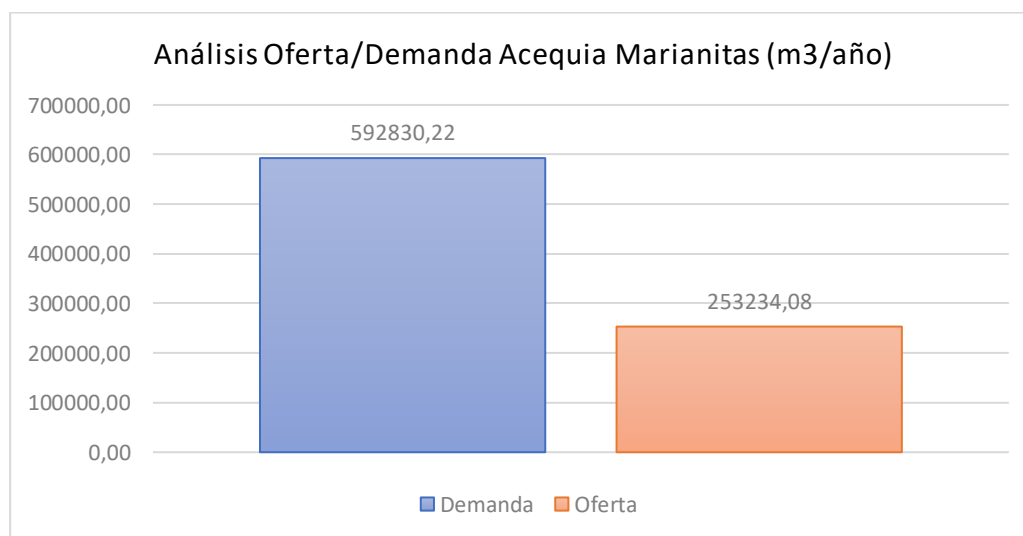
Necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia Marianita.

Cultivo	Volumen (m ³ /año)	Volumen actual en uso (m ³ /año)
Hortalizas	150232,22	
Cítricos	442598,00	
TOTAL	592830,22	253234,08

Nota. La tabla muestra el volumen de cada cultivo y el volumen actual en uso.

Figura 42

Análisis comparativo oferta/demanda Acequia Marianita



Nota. La figura muestra el contraste que existe entre la oferta y demanda del sistema de riego El Turo, en donde la demanda supera a la oferta.

De acuerdo a la tabla 41 y figura 42 la demanda de agua en sistema de riego Acequia Marianita en mayor medida la oferta, existiendo un déficit de 339596,14 m³/año o lo que es igual a 10,77 l/s.

Tabla 42

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Piango (Aguacate).

CULTIVO: AGUACATE				Fases:			Días			Z(mm)			Datos del suelo						
Kc:				Inicial	permanente	600	Umbral	0,5											
Inicial:	0,6			Desarrollo	permanente	600	CC(m3/m3)	0,22											
Intermedio:	0,6			Intermedio	permanente	600	Da(gr/cm3)	1,3											
Final:	0,6			Final	permanente	600	PMP(m3/m3)	0,12											
							Eficiencia de Riego (%)	95%											
							Área Riego (m2)	300000											

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,6	38,57	1,2443	0,319	78	39	95%	3	10	41,05	40,73	300000	12220234,63	12220,23	126275,76
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,6	33,23	1,1867	0,187	78	39	95%	3	9	41,05	40,87	300000	12259775,19	12259,78	114424,57
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,6	31,37	1,0119	-0,52	78	39	95%	3	10	41,05	41,58	300000	12472873,34	12472,87	128886,36
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,6	31,16	1,0388	-0,56	78	39	95%	3	10	41,05	41,61	300000	12484149,47	12484,15	124841,49
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,6	32,21	1,0392	-0,16	78	39	95%	3	10	41,05	41,21	300000	12363073,34	12363,07	127751,76
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,6	43,67	1,4558	0,662	78	39	95%	3	10	41,05	40,39	300000	12117049,47	12117,05	121170,49
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,6	56,75	1,8308	1,266	78	39	95%	3	10	41,05	39,79	300000	11935912,05	11935,91	123337,76
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,6	67,20	2,1677	1,558	78	39	95%	3	10	41,05	39,49	300000	11848370,12	11848,37	122433,16
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,6	49,39	1,6464	0,806	78	39	95%	3	10	41,05	40,25	300000	12073869,47	12073,87	120738,69
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,6	42,49	1,3705	0,332	78	39	95%	3	10	41,05	40,72	300000	12216247,54	12216,25	126234,56
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,6	34,70	1,1566	0,177	78	39	95%	3	10	41,05	40,88	300000	12262809,47	12262,81	122628,09
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,6	33,79	1,0899	0,096	78	39	95%	3	10	41,05	40,96	300000	12286892,70	12286,89	126964,56
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		494,54	16,24		936	468			121,67	492,63		146541256,8	146541,26	1485687,25	

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de aguacate expresado en m³/mes.

Tabla 43

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Piango (Cítricos).

CULTIVO: CÍTRICOS				Fases:	Días	Z(mm)	Datos del suelo										
Kc:				Inicial	permanente	300	Umbral	0,5									
Inicial:	0,5			Desarrollo	permanente	300	CC(m3/m3)	0,22									
Intermedio:	0,5			Intermedio	permanente	300	Da(gr/cm3)	1,3									
Final:	0,5			Final	permanente	300	PMP(m3/m3)	0,12									
							Eficiencia de Riego (%)	95%									
							Área Riego (m2)	250000									

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETC-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,5	32,15	1,0369	0,111	39	19,5	95%	3	10	20,53	20,42	250000	5103796,69	5103,80	52739,23
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,5	27,69	0,9889	-0,01	39	19,5	95%	3	9	20,53	20,54	250000	5134346,80	5134,35	47920,57
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,5	26,14	0,8432	-0,69	39	19,5	95%	3	10	20,53	21,22	250000	5304643,46	5304,64	54814,65
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,5	25,97	0,8657	-0,73	39	19,5	95%	3	10	20,53	21,26	250000	5315162,28	5315,16	53151,62
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,5	26,85	0,866	-0,33	39	19,5	95%	3	10	20,53	20,86	250000	5214280,56	5214,28	53880,90
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,5	36,40	1,2132	0,42	39	19,5	95%	3	10	20,53	20,11	250000	5026620,61	5026,62	50266,21
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,5	47,30	1,5256	0,961	39	19,5	95%	3	10	20,53	19,57	250000	4891296,69	4891,30	50543,40
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,5	56,00	1,8065	1,197	39	19,5	95%	3	10	20,53	19,33	250000	4832385,40	4832,39	49934,65
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,5	41,16	1,372	0,532	39	19,5	95%	3	10	20,53	19,99	250000	4998578,95	4998,58	49985,79
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,5	35,41	1,1421	0,103	39	19,5	95%	3	10	20,53	20,42	250000	5105732,17	5105,73	52759,23
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,5	28,92	0,9638	-0,02	39	19,5	95%	3	10	20,53	20,54	250000	5135620,61	5135,62	51356,21
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,5	28,16	0,9082	-0,09	39	19,5	95%	3	10	20,53	20,61	250000	5152909,59	5152,91	53246,73
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		412,12	13,53		468	234			121,67	246,32		61215373,83	61215,37	620599,19	

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de cítricos expresado en m³/mes.

Tabla 44

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Piango (Babacos).

CULTIVO: BABACOS					Fases:			Días			Z(mm)			Datos del suelo						
Kc:					Inicial	permanente	800	Umbral	0,5											
Inicial:	0,45				Desarrollo	permanente	800	CC(m3/m3)	0,22											
Intermedio:	0,45				Intermedio	permanente	800	Da(gr/cm3)	1,3											
Final:	0,45				Final	permanente	800	PMP(m3/m3)	0,12											
								Eficiencia de Riego (%)	95%											
								Área Riego (m2)	50000											

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETC-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,45	28,93	0,9332	0,007	104	52	95%	3	10	54,74	54,73	50000	2736470,33	2736,47	28276,86
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,45	24,92	0,89	-0,11	104	52	95%	3	9	54,74	54,85	50000	2742340,32	2742,34	25595,18
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,45	23,53	0,7589	-0,78	104	52	95%	3	10	54,74	55,51	50000	2775671,14	2775,67	28681,94
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,45	23,37	0,7791	-0,82	104	52	95%	3	10	54,74	55,56	50000	2777887,11	2777,89	27778,87
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,45	24,16	0,7794	-0,42	104	52	95%	3	10	54,74	55,15	50000	2757712,27	2757,71	28496,36
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,45	32,76	1,0919	0,299	104	52	95%	3	10	54,74	54,44	50000	2721916,27	2721,92	27219,16
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,45	42,57	1,3731	0,809	104	52	95%	3	10	54,74	53,93	50000	2696413,88	2696,41	27862,94
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,45	50,40	1,6258	1,016	104	52	95%	3	10	54,74	53,72	50000	2686035,65	2686,04	27755,70
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,45	37,04	1,2348	0,395	104	52	95%	3	10	54,74	54,34	50000	2717102,11	2717,10	27171,02
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,45	31,86	1,0279	-0,01	104	52	95%	3	10	54,74	54,75	50000	2737383,23	2737,38	28286,29
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,45	26,02	0,8675	-0,11	104	52	95%	3	10	54,74	54,85	50000	2742469,61	2742,47	27424,70
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,45	25,34	0,8174	-0,18	104	52	95%	3	10	54,74	54,91	50000	2745649,36	2745,65	28371,71
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		370,90	12,18		1248	624			121,67	656,84			32837051,27	32837,05	332920,73

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de babacos expresado en m³/mes.

Tabla 45

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Piango (Chirimoya).

CULTIVO: CHIRIMOYA							Fases:			Días			Z(mm)			Datos del suelo						
Kc:																	Umbral		0,5			
Inicial:				0,8													CC(m3/m3)		0,22			
Intermedio:				0,8													Da(gr/cm3)		1,3			
Final:				0,8													PMP(m3/m3)		0,12			
																	Eficiencia de Riego (%)		95%			
																	Área Riego (m2)		50000			

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETC-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,8	51,43	1,6591	0,733	65	32,5	95%	3	10	34,21	33,48	50000	1673861,80	1673,86	17296,57
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,8	44,30	1,5823	0,582	65	32,5	95%	3	9	34,21	33,63	50000	1681412,03	1681,41	15693,18
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,8	41,82	1,3492	-0,19	65	32,5	95%	3	10	34,21	34,40	50000	1719842,44	1719,84	17771,71
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,8	41,55	1,3851	-0,21	65	32,5	95%	3	10	34,21	34,43	50000	1721272,98	1721,27	17212,73
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,8	42,95	1,3855	0,189	65	32,5	95%	3	10	34,21	34,02	50000	1701087,61	1701,09	17577,91
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,8	58,23	1,9411	1,148	65	32,5	95%	3	10	34,21	33,06	50000	1653139,65	1653,14	16531,40
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,8	75,67	2,441	1,877	65	32,5	95%	3	10	34,21	32,33	50000	1616700,51	1616,70	16705,91
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,8	89,60	2,8903	2,281	65	32,5	95%	3	10	34,21	31,93	50000	1596494,06	1596,49	16497,11
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,8	65,86	2,1952	1,355	65	32,5	95%	3	10	34,21	32,86	50000	1642766,32	1642,77	16427,66
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,8	56,65	1,8274	0,789	65	32,5	95%	3	10	34,21	33,42	50000	1671094,06	1671,09	17267,97
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,8	46,26	1,5421	0,562	65	32,5	95%	3	10	34,21	33,65	50000	1682419,65	1682,42	16824,20
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,8	45,05	1,4532	0,46	65	32,5	95%	3	10	34,21	33,75	50000	1687545,67	1687,55	17437,97
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		659,38	21,65		780	390			121,67	410,53		20047636,77	20047,64	203244,30	

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de chirimoya expresado en m³/mes.

Tabla 46

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Piango (Flores)

CULTIVO: FLORES		Fases:	Días	Z(mm)	Datos del suelo	
Kc:		Inicial	49	50	Umbral	0,5
Inicial:	0,56	Desarrollo	48	100	CC(m3/m3)	0,22
Intermedio:	1,01	Final	51	120	Da(gr/cm3)	1,3
Final:	0,77	TOTAL	148		PMP(m3/m3)	0,12
					Eficiencia de Riego (%)	95%
					Área Riego (m2)	150000

MESES	Eto diaria (mm)	Preci, mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	Eto mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETC-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,56	36,00	1,1614	0,236	6,5	3,25	95%	3	10	3,42	3,19	150000	477823,70	477,82	4937,51
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,56	31,01	1,1076	0,108	13	6,5	95%	3	9	6,84	6,73	150000	1010175,79	1010,18	9428,31
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	1,01	52,80	1,7033	0,168	15,6	7,8	95%	3	10	8,21	8,04	150000	1206404,11	1206,40	12466,18
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,77	39,99	1,3331	-0,27	15,6	7,8	95%	3	10	8,21	8,48	150000	1271609,95	1271,61	12716,10
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,56	30,07	0,9699	-0,23	6,5	3,25	95%	3	10	3,42	3,65	150000	547191,44	547,19	5654,31
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,56	40,76	1,3587	0,565	13	6,5	95%	3	10	6,84	6,28	150000	941503,79	941,50	9415,04
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	1,01	95,54	3,0818	2,517	15,6	7,8	95%	3	10	8,21	5,69	150000	853985,88	853,99	8824,52
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,77	86,24	2,7819	2,172	15,6	7,8	95%	3	10	8,21	6,04	150000	905740,24	905,74	9359,32
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,56	46,10	1,5366	0,697	6,5	3,25	95%	3	10	3,42	2,72	150000	408661,89	408,66	4086,62
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,56	39,65	1,2791	0,24	13	6,5	95%	3	10	6,84	6,60	150000	990249,98	990,25	10232,58
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	1,01	58,41	1,9469	0,967	15,6	7,8	95%	3	10	8,21	7,24	150000	1086537,45	1086,54	10865,37
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,77	43,36	1,3987	0,405	15,6	7,8	95%	3	10	8,21	7,81	150000	1170811,04	1170,81	12098,38
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		599,94	19,66		152,1	76,05			121,67	80,05		10870695,27	10870,70	110084,24	

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de flores expresado en m³/mes.

Tabla 47

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Piango (Hortalizas)

CULTIVO: HORTALIZAS				Fases:	Días	Z(mm)	Datos del suelo			
Kc:				Inicial	25	50	Umbral	0,5		
Inicial:	0,7			Desarrollo	35	150	CC(m3/m3)	0,22		
Intermedio:	1			Intermedio	40	200	Da(gr/cm3)	1,3		
Final:	0,9			Final	20	250	PMP(m3/m3)	0,12		
TOTAL:					120		Eficiencia de Riego (%)	95%		
							Área Riego (m2)	50000		

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETC-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,7	45,00	1,4517	0,526	6,5	3,25	95%	3	10	3,42	2,90	50000	144757,47	144,76	1495,83
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,7	38,77	1,3845	0,385	19,5	9,75	95%	3	9	10,26	9,88	50000	493932,89	493,93	4610,04
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	1	52,28	1,6865	0,151	26	13	95%	3	10	13,68	13,53	50000	676662,14	676,66	6992,18
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,9	46,75	1,5582	-0,04	32,5	16,25	95%	3	10	17,11	17,15	50000	857353,16	857,35	8573,53
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,7	37,58	1,2124	0,016	6,5	3,25	95%	3	10	3,42	3,41	50000	170273,60	170,27	1759,49
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,7	50,95	1,6984	0,905	19,5	9,75	95%	3	10	10,26	9,36	50000	467902,89	467,90	4679,03
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	1	94,59	3,0513	2,487	26	13	95%	3	10	13,68	11,20	50000	559871,82	559,87	5785,34
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,9	100,80	3,2516	2,642	32,5	16,25	95%	3	10	17,11	14,46	50000	723166,38	723,17	7472,72
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,7	57,62	1,9208	1,081	6,5	3,25	95%	3	10	3,42	2,34	50000	117012,63	117,01	1170,13
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,7	49,57	1,5989	0,56	19,5	9,75	95%	3	10	10,26	9,70	50000	485146,60	485,15	5013,18
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	1	57,83	1,9277	0,948	26	13	95%	3	10	13,68	12,74	50000	636827,19	636,83	6368,27
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,9	50,68	1,6348	0,641	32,5	16,25	95%	3	10	17,11	16,46	50000	823200,25	823,20	8506,40
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		682,42	22,38		253,5	126,7			121,67	133,42		6156107,04	6156,11	62426,14	

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de hortalizas expresado en m³/mes.

Tabla 48

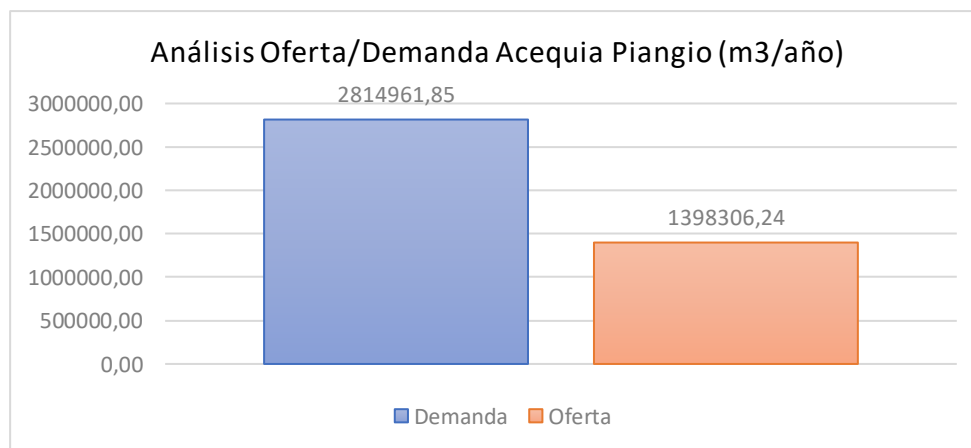
Necesidades de riego para cultivos del sistema Piango.

Cultivo	Volumen (m³/año)	Volumen actual en uso (m³/año)
Aguacate	1485687,25	
Chirimoya	203244,30	
Hortalizas	62426,14	
Babacos	332920,73	
Cítricos	620599,19	
Flores	110084,24	
TOTAL	2814961,85	1398306,24

Nota. La tabla muestra el volumen de cada cultivo y el volumen actual en uso.

Figura 43

Análisis comparativo oferta/demanda Acequia Piango



Nota. La figura muestra el contraste que existe entre la oferta y demanda del sistema de riego El Turo, en donde la demanda supera a la oferta.

De acuerdo a la tabla 48 y figura 43 la demanda de agua en sistema de riego Piango en mayor medida la oferta, existiendo un déficit de 1416655,61 m³/año o lo que es igual a 44,92 l/s.

Información técnica de los sistemas de aprovechamiento de agua de la parroquia de Perucho

Mientras que para el sistema de riego Palmares ubicado en la parroquia de Perucho se cuenta con la siguiente información.

Tabla 49

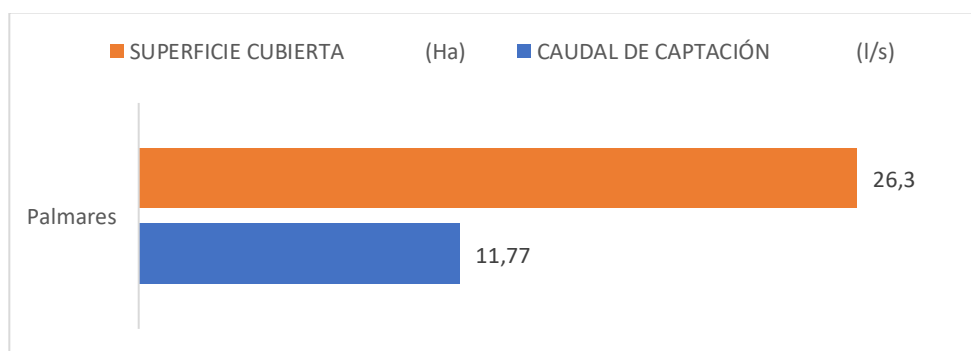
Relación entre la superficie regada y volumen existente de los sistemas de riego en la parroquia de Perucho.

PARROQUIA	NOMBRE DEL SISTEMA	CAUDAL DE CAPTACIÓN (l/s)	SUPERFICIE CUBIERTA (Ha)	VOLUMEN ACTUAL EN USO m ³ /año
Perucho	Palmares	11,77	26,30	371178,72

Nota. La tabla muestra el volumen de cada cultivo y el volumen actual en uso.

Figura 44

Relación entre la superficie regada y volumen existente de los sistemas de riego en la parroquia de Perucho



Nota. La figura indica la superficie cubierta del sistema de riego de la parroquia de Perucho con su respectivo caudal de captación.

Según la tabla 49 y la figura 44, el sistema de riego Palmares cubre una superficie de 26,3 ha y un caudal de 11,77 l/s, lo que equivale a 0,13 l/s por cada hectárea.

Tabla 50

Tipos de cultivos de los diferentes sistemas de riego de la parroquia Perucho.

Parroquia	Sistema	Área Total Ha	CULTIVO		Tipo de Riego
			Tipo de Cultivo	Área Cultivada Ha	
Perucho	Palmares	26,30	Aguacate	4,5	Gravedad
			Chirimoya	4	
			Cítricos	14	
			Hortalizas	3,80	

Nota. La tabla indica el tipo de cultivo del sistema de riego de la parroquia de Perucho con su correspondiente área en hectáreas.

En función de la tabla 50 el sistema de riego Palmares cubre una superficie de 26,30 Ha, donde existe la producción de aguacate, cítricos, chirimoya y hortalizas. Todos estos cultivos son regados mediante el sistema de riego a gravedad.

Tabla 51

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Palmares (Aguacate).

CULTIVO: AGUACATE					Fases:			Días			Z(mm)			Datos del suelo						
Kc:					Inicial	permanente		600			Umbral							0,5		
Inicial:					0,6	Desarrollo	permanente		600			CC(m3/m3)							0,22	
Intermedio:					0,6	Intermedio	permanente		600			Da(gr/cm3)							1,3	
Final:					0,6	Final	permanente		600			PMP(m3/m3)							0,12	
												Eficiencia de Riego (%)							90%	
												Área Riego (m2)							45000	

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETC-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,5	32,15	1,0369	0,111	39	19,5	90%	3	43,33	21,67	43,01	45000	1935666,77	1935,67	20001,89
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,5	27,69	0,9889	-0,01	39	19,5	90%	3	43,33	21,67	43,15	45000	1941597,86	1941,60	18121,58
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,5	26,14	0,8432	-0,69	39	19,5	90%	3	43,33	21,67	43,86	45000	1973562,58	1973,56	20393,48
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,5	25,97	0,8657	-0,73	39	19,5	90%	3	43,33	21,67	43,89	45000	1975254,00	1975,25	19752,54
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,5	26,85	0,866	-0,33	39	19,5	90%	3	43,33	21,67	43,49	45000	1957092,58	1957,09	20223,29
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,5	36,40	1,2132	0,42	39	19,5	90%	3	43,33	21,67	42,67	45000	1920189,00	1920,19	19201,89
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,5	47,30	1,5256	0,961	39	19,5	90%	3	43,33	21,67	42,07	45000	1893018,39	1893,02	19561,19
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,5	56,00	1,8065	1,197	39	19,5	90%	3	43,33	21,67	41,78	45000	1879887,10	1879,89	19425,50
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,5	41,16	1,372	0,532	39	19,5	90%	3	43,33	21,67	42,53	45000	1913712,00	1913,71	19137,12
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,5	35,41	1,1421	0,103	39	19,5	90%	3	43,33	21,67	43,00	45000	1935068,71	1935,07	19995,71
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,5	28,92	0,9638	-0,02	39	19,5	90%	3	43,33	21,67	43,16	45000	1942053,00	1942,05	19420,53
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,5	28,16	0,9082	-0,09	39	19,5	90%	3	43,33	21,67	43,24	45000	1945665,48	1945,67	20105,21
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		412,12	13,53		468	234			520	260,00			23212767,47	23212,77	235339,93

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de aguacates expresado en m³/mes.

Tabla 52

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Palmares (Cítricos).

CULTIVO: CÍTRICOS					Fases:			Días			Z(mm)			Datos del suelo						
Kc:					Inicial	permanente	300	Umbral	0,5											
Inicial:	0,5				Desarrollo	permanente	300	CC(m3/m3)	0,22											
Intermedio:	0,5				Intermedio	permanente	300	Da(gr/cm3)	1,3											
Final:	0,5				Final	permanente	300	PMP(m3/m3)	0,12											
								Eficiencia de Riego (%)	90%											
								Área Riego (m2)	140000											

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETC-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,5	32,15	1,0369	0,111	39	19,5	90%	3	10	21,67	21,56	140000	3017775,27	3017,78	31183,68
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,5	27,69	0,9889	-0,01	39	19,5	90%	3	9	21,67	21,68	140000	3034883,33	3034,88	28325,58
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,5	26,14	0,8432	-0,69	39	19,5	90%	3	10	21,67	22,36	140000	3130249,46	3130,25	32345,91
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,5	25,97	0,8657	-0,73	39	19,5	90%	3	10	21,67	22,40	140000	3136140,00	3136,14	31361,40
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,5	26,85	0,866	-0,33	39	19,5	90%	3	10	21,67	22,00	140000	3079646,24	3079,65	31823,01
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,5	36,40	1,2132	0,42	39	19,5	90%	3	10	21,67	21,25	140000	2974556,67	2974,56	29745,57
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,5	47,30	1,5256	0,961	39	19,5	90%	3	10	21,67	20,71	140000	2898775,27	2898,78	29954,01
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,5	56,00	1,8065	1,197	39	19,5	90%	3	10	21,67	20,47	140000	2865784,95	2865,78	29613,11
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,5	41,16	1,372	0,532	39	19,5	90%	3	10	21,67	21,13	140000	2958853,33	2958,85	29588,53
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,5	35,41	1,1421	0,103	39	19,5	90%	3	10	21,67	21,56	140000	3018859,14	3018,86	31194,88
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,5	28,92	0,9638	-0,02	39	19,5	90%	3	10	21,67	21,68	140000	3035596,67	3035,60	30355,97
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,5	28,16	0,9082	-0,09	39	19,5	90%	3	10	21,67	21,75	140000	3045278,49	3045,28	31467,88
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		412,12	13,53		468	234			121,67	260,00			36196398,82	36196,40	366959,52

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de cítricos expresado en m³/mes.

Tabla 53

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Palmares (Chirimoya).

CULTIVO: CHIRIMOYA						Fases:			Días			Z(mm)			Datos del suelo							
Kc:						Inicial	permanente	500	Umbral	0,5												
Inicial:	0,8					Desarrollo	permanente	500	CC(m3/m3)	0,22												
Intermedio:	0,8					Intermedio	permanente	500	Da(gr/cm3)	1,3												
Final:	0,8					Final	permanente	500	PMP(m3/m3)	0,12												
									Eficiencia de Riego (%)	90%												
									Área Riego (m2)	40000												

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,8	51,43	1,6591	0,733	65	32,5	90%	3	10	36,11	35,38	40000	1415112,83	1415,11	14622,83
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,8	44,30	1,5823	0,582	65	32,5	90%	3	9	36,11	35,53	40000	1421153,02	1421,15	13264,09
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	0,8	41,82	1,3492	-0,19	65	32,5	90%	3	10	36,11	36,30	40000	1451897,35	1451,90	15002,94
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,8	41,55	1,3851	-0,21	65	32,5	90%	3	10	36,11	36,33	40000	1453041,78	1453,04	14530,42
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,8	42,95	1,3855	0,189	65	32,5	90%	3	10	36,11	35,92	40000	1436893,48	1436,89	14847,90
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,8	58,23	1,9411	1,148	65	32,5	90%	3	10	36,11	34,96	40000	1398535,11	1398,54	13985,35
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	0,8	75,67	2,441	1,877	65	32,5	90%	3	10	36,11	34,23	40000	1369383,80	1369,38	14150,30
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,8	89,60	2,8903	2,281	65	32,5	90%	3	10	36,11	33,83	40000	1353218,64	1353,22	13983,26
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,8	65,86	2,1952	1,355	65	32,5	90%	3	10	36,11	34,76	40000	1390236,44	1390,24	13902,36
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,8	56,65	1,8274	0,789	65	32,5	90%	3	10	36,11	35,32	40000	1412898,64	1412,90	14599,95
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	0,8	46,26	1,5421	0,562	65	32,5	90%	3	10	36,11	35,55	40000	1421959,11	1421,96	14219,59
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,8	45,05	1,4532	0,46	65	32,5	90%	3	10	36,11	35,65	40000	1426059,93	1426,06	14735,95
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		659,38	21,65		780	390			121,67	433,33		16950390,12	16950,39	171844,95	

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de chirimoyas expresado en m³/mes.

Tabla 54

Determinación de las necesidades de riego para cultivos del sistema Palmares (Hortalizas)

CULTIVO: HORTALIZAS						Fases:			Días			Z(mm)			Datos del suelo							
Kc:						Inicial		25		50	Umbral		0,5									
Inicial:		0,7				Desarrollo		35		150	CC(m3/m3)		0,22									
Intermedio:		1				Intermedio		40		200	Da(gr/cm3)		1,3									
Final:		0,9				Final		20		250	PMP(m3/m3)		0,12									
						TOTAL:		120			Eficiencia de Riego (%)		90%									
											Área Riego (m2)		38000									

MESES	ETo diaria (mm)	Preci. mes (mm)	Precipitación Efectiva mes (mm)	Precipitación Efectiva día (mm)	ETo mensual (mm)	Requerimiento de reposición mes (mm)	Requerimiento de reposición día (mm)	Kc	Etc mes (mm)	Etc día (mm)	(ETc-PE)	Au(CC-PMP)*Da*Z (mm)	Lamina neta Au*Umbral (mm)	Eficiencia	Frecuencia de Riego (días)	N° de Riegos (mes)	Lamina bruta (mm)	Lamina a aplicar (mm/mm2)	Área a cultivarse (m2)	Volumen de Riego (Lt)	Volumen de Riego (m3)	Volumen de Riego/mes (m3)
Enero	2,07	41	28,70	0,93	64,29	35,59	1,148	0,7	45,00	1,4517	0,526	6,5	3,25	90%	3	10	3,61	3,09	38000	117237,90	117,24	1211,46
Febrero	1,98	40	28,00	1,00	55,38	27,38	0,978	0,7	38,77	1,3845	0,385	19,5	9,75	90%	3	9	10,83	10,45	38000	397055,67	397,06	3705,85
Marzo	1,69	68	47,60	1,54	52,28	4,68	0,151	1	52,28	1,6865	0,151	26	13	90%	3	10	14,44	14,29	38000	543152,11	543,15	5612,57
Abril	1,73	80	48,00	1,6	51,94	3,94	0,131	0,9	46,75	1,5582	-0,04	32,5	16,25	90%	3	10	18,06	18,10	38000	687699,51	687,70	6877,00
Mayo	1,79	53	37,10	1,2	53,69	16,59	0,535	0,7	37,58	1,2124	0,016	6,5	3,25	90%	3	10	3,61	3,60	38000	136630,16	136,63	1411,84
Junio	2,43	34	23,80	0,79	72,79	48,99	1,633	0,7	50,95	1,6984	0,905	19,5	9,75	90%	3	10	10,83	9,93	38000	377272,87	377,27	3772,73
Julio	3,05	25	17,50	0,56	94,59	77,09	2,487	1	94,59	3,0513	2,487	26	13	90%	3	10	14,44	11,96	38000	454391,47	454,39	4695,38
Agosto	3,61	27	18,90	0,61	112,00	93,10	3,003	0,9	100,80	3,2516	2,642	32,5	16,25	90%	3	10	18,06	15,41	38000	585717,56	585,72	6052,41
Septiembre	2,74	36	25,20	0,84	82,32	57,12	1,904	0,7	57,62	1,9208	1,081	6,5	3,25	90%	3	10	3,61	2,53	38000	96151,82	96,15	961,52
Octubre	2,28	46	32,20	1,04	70,81	38,61	1,245	0,7	49,57	1,5989	0,56	19,5	9,75	90%	3	10	10,83	10,27	38000	390378,09	390,38	4033,91
Noviembre	1,93	42	29,40	0,98	57,83	28,43	0,948	1	57,83	1,9277	0,948	26	13	90%	3	10	14,44	13,50	38000	512877,56	512,88	5128,78
Diciembre	1,82	44	30,80	0,99	56,31	25,51	0,823	0,9	50,68	1,6348	0,641	32,5	16,25	90%	3	10	18,06	17,41	38000	661743,30	661,74	6838,01
TOTAL	27,12	536	367,20	12,08	824,23	457,03	14,99		682,42	22,38		253,5	126,7			121,67	140,83		4960308,02	4960,31	50301,46	

Nota. La tabla indica el volumen de riego de cada mes del cultivo de hortalizas expresado en m³/mes.

Tabla 55

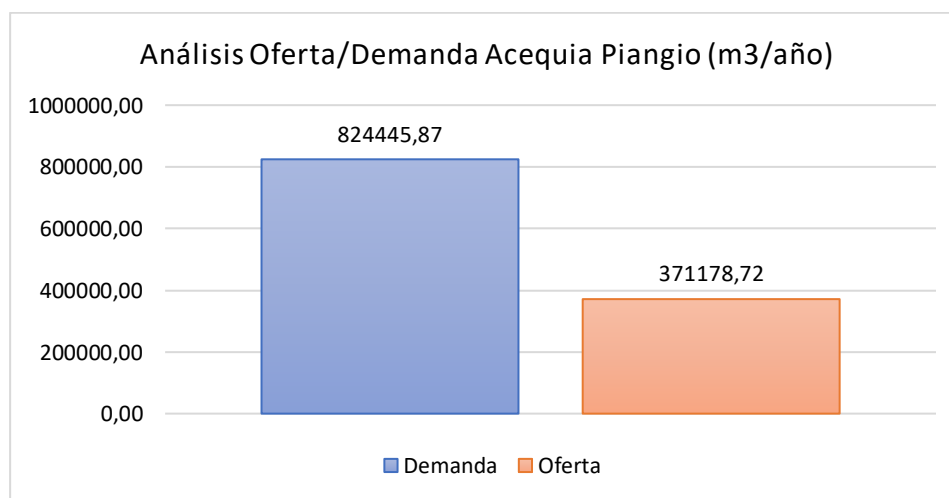
Necesidades de riego para cultivos del sistema Palmares.

Cultivo	Volumen (m³/año)	Volumen actual en uso (m³/año)
Aguacate	235339,93	
Chirimoya	171844,95	
Hortalizas	50301,46	
Cítricos	366959,52	
TOTAL	824445,87	371178,72

Nota. La tabla muestra el volumen de cada cultivo y el volumen actual en uso.

Figura 45

Análisis comparativo oferta/demanda Palmares



Nota. La figura muestra el contraste que existe entre la oferta y demanda del sistema de riego Palmares, en donde la demanda supera a la oferta.

De acuerdo a la tabla 55 y figura 45 la demanda de agua en sistema de riego Palmares en mayor medida la oferta, existiendo un déficit de $453267,15 \text{ m}^3/\text{año}$ o lo que es igual a $14,37 \text{ l/s}$.

Calidad de agua de las parroquias de Puéllaro y Perucho

Con la finalidad de determinar la calidad del agua para riego de las parroquias de Puéllaro y Perucho, se analizaron los parámetros que se describen a continuación: pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y coliformes fecales.

Para el manejo y conservación de las muestras se eligió envases de plástico de 16 onzas, del mismo modo para los análisis fisicoquímicos, las muestras fueron tomadas en el inicio de donde nacen cada uno de los sistemas de riego y al final de cada uno de los mismos. Los parámetros de sólidos totales disueltos y coliformes fecales se analizaron en el laboratorio de análisis y aseguramiento de calidad Multianálityca S.A, en tanto que las variables de pH, temperatura y conductividad eléctrica se tomaron las medidas en campo.

Tabla 56

Valores obtenidos del análisis fisicoquímico de agua de riego de la parroquia de Puéllaro.

LUGAR	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADO
CAPTACIÓN	PH	8,19	-	9	CUMPLE
	TEMPERATURA	17,17	°C		
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	165,90	µs/cm	1000	CUMPLE
	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	90,7	mg/L	3000	CUMPLE
	COLIFORMES FECALES	600	NMP/100 ml	1000	CUMPLE
ACEQUIA ALTA LA JOSEFINA	PH	8,30	-	9	CUMPLE
	TEMPERATURA	16,50	°C		
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	207,67	µs/cm	1000	CUMPLE
	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	109	mg/L	3000	CUMPLE
	COLIFORMES FECALES	2	NMP/100 ml	1000	CUMPLE

LUGAR	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADO
ACEQUIA DEL PUEBLO	PH	8,06	-	9	CUMPLE
	TEMPERATURA	17,03	°C		
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	262,67	µs/cm	1000	CUMPLE
	SÓLIDOS TOTALES	134	mg/L	3000	CUMPLE
	DISUELTOS COLIFORMES FECALES	200	NMP/100 ml	1000	CUMPLE
	PH	8,43	-	9	CUMPLE
ACEQUIA DEL PUEBLO PUNTO 2	TEMPERATURA	18,93	°C		
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	261,67	µs/cm	1000	CUMPLE
	SÓLIDOS TOTALES	132	mg/L	3000	CUMPLE
	DISUELTOS COLIFORMES FECALES	24000	NMP/100 ml	1000	NO CUMPLE
	PH	8,12	-	9	CUMPLE
	TEMPERATURA	19,20	°C		
PIANGO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	176,17	µs/cm	1000	CUMPLE
	SÓLIDOS TOTALES	91	mg/L	3000	CUMPLE
	DISUELTOS COLIFORMES FECALES	1500	NMP/100 ml	1000	NO CUMPLE
	PH	8,31	-	9	CUMPLE
	TEMPERATURA	18,57	°C		
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	206,67	µs/cm	1000	CUMPLE
MARIANITA	SÓLIDOS TOTALES	111	mg/L	3000	CUMPLE
	DISUELTOS COLIFORMES FECALES	7	NMP/100 ml	1000	CUMPLE
	PH	8,30	-	9	CUMPLE
	TEMPERATURA	19,33	°C		
EL TURO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	246,33	µs/cm	1000	CUMPLE
	SÓLIDOS TOTALES	130	mg/L	3000	CUMPLE
	DISUELTOS				

LUGAR	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADO
	COLIFORMES FECALES	400	NMP/100 ml	1000	CUMPLE
ACEQUIA BAJA ALCHIPICHÍ	PH	8,43	-	9	CUMPLE
	TEMPERATURA	19,23	°C		
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	203,30	μs/cm	1000	CUMPLE
	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	108	mg/L	3000	CUMPLE
	COLIFORMES FECALES	2000	NMP/100 ml	1000	NO CUMPLE

Nota. La tabla muestra los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de agua de los canales de riego de la parroquia de Puéllaro y se especifica si los valores obtenidos de las muestras que se enviaron al laboratorio cumplen o no con el límite máximo permisible para aguas de uso agrícola del Libro VI Anexo 1.

Los resultados de los análisis resaltan que el agua de todos los sistemas de riego de la parroquia de Puéllaro desde el punto de vista de los parámetros de conductividad eléctrica, pH y sólidos totales disueltos se encuentran dentro de los límites, lo cual se puede deducir que presentan baja peligrosidad salina. Los parámetros de coliformes fecales del sistema de riego Acequia del Pueblo, Piango y Acequia baja Alchipichí exceden el límite de coliformes fecales para uso agrícola, lo cual puede deberse a la posible presencia de microorganismos patógenos que están presentes en el agua; en el caso de la Acequia del Pueblo, atraviesa la zona urbana de Puéllaro con una infraestructura de canal revestido sin ningún embaulamiento, dejando expuesto el sistema de riego a diversos factores que contribuyen con el índice de coliformes fecales.

Figura 46

Sistema de riego Acequia del Pueblo 2022



Nota. El Sistema de Riego Acequia del Pueblo se extiende a lo largo de la zona urbana de Puéllaro. Tomado de Propia

Las fuentes de contaminación del agua con coliformes fecales pueden ser varias, pero por diálogos mantenidos con pobladores de la comunidad de Puéllaro manifestaron que en ciertas ubicaciones de los sistemas de riego se arrojan materia fecal y vísceras de pollo, adicionalmente existen descargas domiciliarias que se evacuan directamente a los sistemas de riego, lo que hace posible que estas sean algunas de las razones que influyen en los valores obtenidos, excediendo los límites permisibles, adicionalmente los datos presentados en este estudio responden a un solo momento de muestreo y pueden no plasmar las posibles variaciones en la calidad del agua.

Figura 47

Sistema de riego Acequia baja Alchipichí



Nota. El Sistema de Riego Acequia Baja Alchipichí atraviesa determinados puntos en los cuales existen conexiones domiciliarias de desagüe que evacuan directamente al canal.

Tabla 57

Valores obtenidos de los análisis fisicoquímicos para agua de riego de la parroquia de Perucho.

LUGAR	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADO
PALMARE S PUNTO 1	PH	8,25	-	9	CUMPLE
	TEMPERATURA	16,57	°C		
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	416,00	µs/cm	1000	CUMPLE
	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	214	mg/L	3000	CUMPLE
	COLIFORMES FECALES	300	NMP/100 ml	1000	CUMPLE
PALMARE S PUNTO 2	PH	8,54	-	9	CUMPLE
	TEMPERATURA	16,77	°C		
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	403,00	µs/cm	1000	CUMPLE
	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	215	mg/L	3000	CUMPLE
	COLIFORMES FECALES	200	NMP/100 ml	1000	CUMPLE

Nota. La tabla muestra los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de agua de los canales de riego de la parroquia de Perucho y se especifica si los valores obtenidos de las muestras que se enviaron al laboratorio cumplen o no con el límite máximo permisible para aguas de uso agrícola del Libro VI Anexo 1.

El agua del canal de riego analizada en la presente investigación muestra que en la parroquia de Perucho los valores obtenidos en los diferentes parámetros se encuentran en niveles que no superan el límite permisible, por lo que no representan un riesgo para el uso de la agricultura, sin existir riesgo en ninguno de los cultivos de la parroquia de Perucho.

Capítulo III

Resultados y Discusión

Diseño del embaulamiento

De acuerdo con los recorridos realizados en los canales de riego de las parroquias de Puéllaro y Perucho, se pudo observar deslizamientos de taludes y obstrucciones dentro de los canales.

Figura 48

Obstrucción en el canal de riego Acequia baja Alchipichí



Nota. La figura muestra como la roca dentro del canal de riego Acequia Baja Alchipichí obstruye el flujo continuo del canal.

Figura 49

Deslizamiento de un talud en el canal de riego Palmares



Nota. La figura muestra el deslizamiento superficial del talud en el canal de riego Palmares.

A partir de los diferentes recorridos realizados por los canales de riego de las parroquias de Puéllaro y Perucho y por la información ofrecida por los representantes del Gobierno Autónomo Descentralizado de dichas parroquias acerca de los deslizamientos que se producen, consideramos como una alternativa plantear la posibilidad de la construcción de una estructura que trabaje como embaulamiento, la cual garantice un cierre hermético del canal, impidiendo el ingreso de material. El cálculo del pre-diseño del embaulado lo realizamos en el software computacional SAP2000.

Asignación de Materiales

Datos utilizados

Material: Hormigón

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

Figura 50

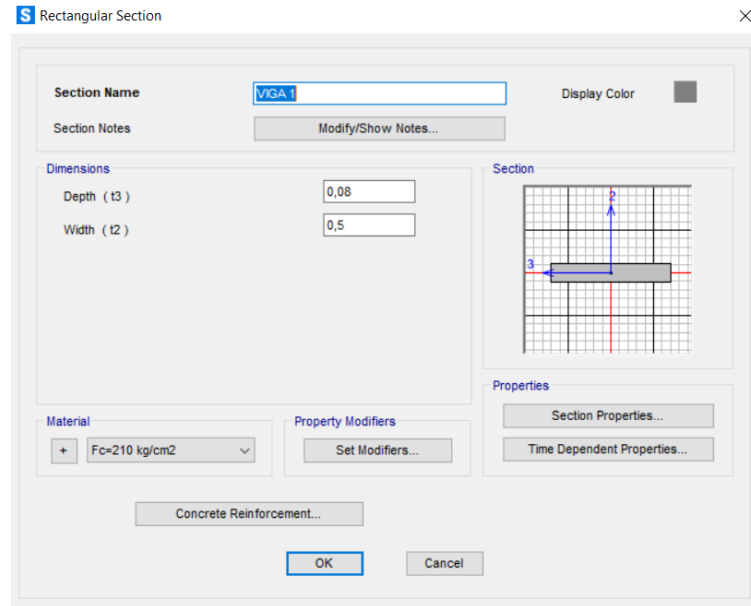
Asignación de materiales para el embaulamiento

Nota. La figura muestra el ingreso de los datos del material para el pre-diseño del embaulamiento en el software computacional SAP2000.

Definición de espesor de losa

Figura 51

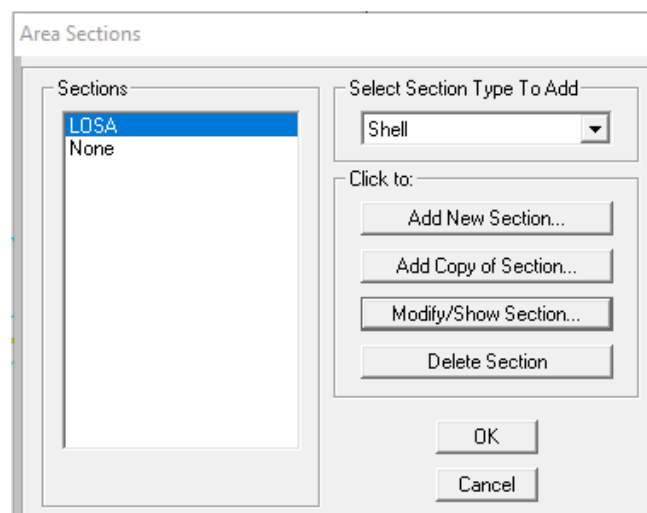
Datos de sección de la losa



Nota. La figura muestra las dimensiones de la profundidad y ancho ingresadas en el software computacional SAP2000.

Figura 52

Asignación del área de la sección



Nota. La figura muestra que el área de sección que se va a asignar es una losa.

Figura 53

Datos área de la sección

Nota. La figura muestra los datos ingresados en el software computacional SAP2000 del área de la sección.

Estados de carga

Figura 54

Designación de cargas

Load Pattern Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern
CARGA MUERTA	SUPER DEAD	0	
PESO PROPIO	DEAD	1	
CARGA VIVA	LIVE	0	
CARGA MUERTA	SUPER DEAD	0	

Click To:

- Add New Load Pattern
- Modify Load Pattern
- Modify Lateral Load Pattern...
- Delete Load Pattern
- Show Load Pattern Notes...

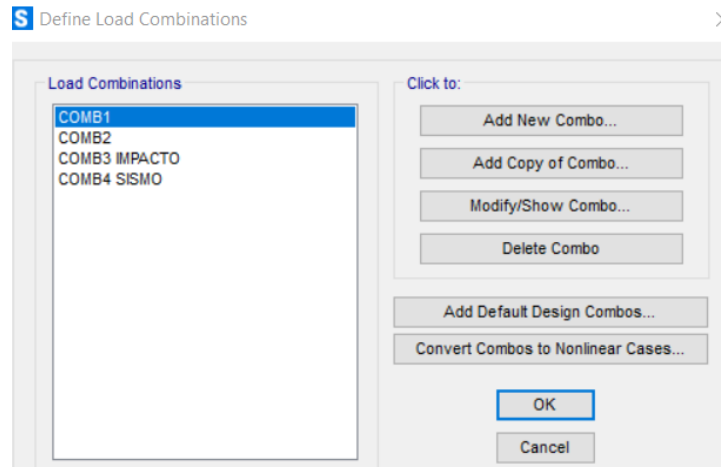
OK Cancel

Nota. La figura indica las cargas designadas utilizadas para el pre-diseño del empaquetamiento.

Combinaciones de carga

Figura 55

Combinación de cargas



Nota. La figura muestra las combinaciones de carga que se utilizarán para el pre-diseño.

Las combinaciones de carga fueron obtenidas de la tabla 5.3.1 de la norma ACI318 -14.

- COMBO 1 (COMB1) → $1,4(CM + CV)$
- COMBO 2 (COMB2) → $1,2(DEAD + CM) + 1,6 CV$
- COMBO 3 (COMB3 IMPACTO) → $1,2(CM + DEAD) + 1,6 CV$
- COMBO 4 (COMB4 SISMO) → $0,9 CM + 1,3 CV$ Donde:

Donde:

CM: Carga muerta

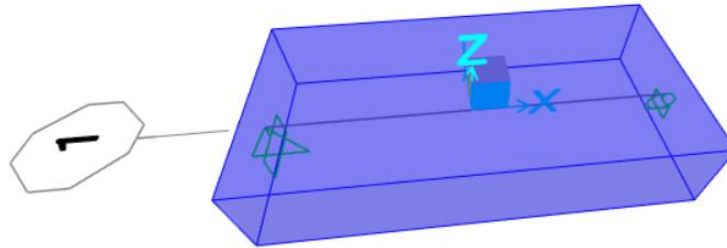
DEAD: Carga muerta sobrepuesta

CV: Carga viva

Geometría de la estructura

Figura 56

Esquema de la estructura de embaulamiento



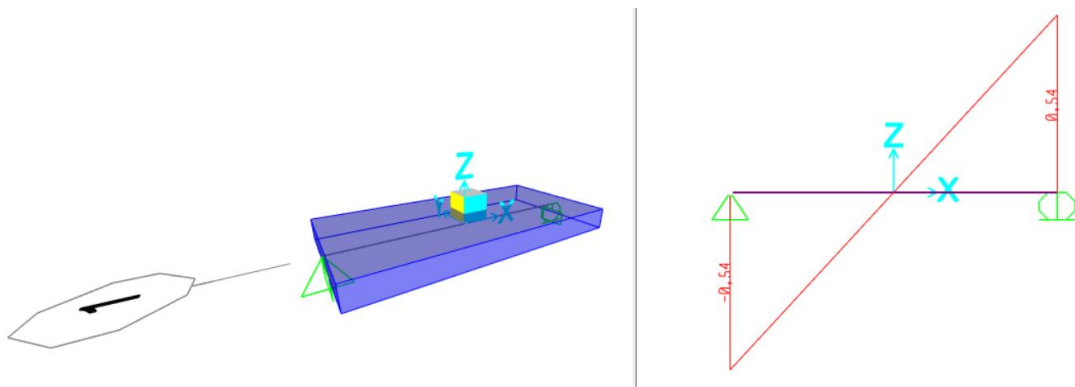
Nota. La figura muestra el esquema de un canal de riego implementado el embaulamiento.

Análisis de la estructura

La estructura en el estado de carga más crítico fue el COMBO 2.

Figura 57

Gráfica de momentos máximos



Nota. La figura muestra que en el combo 2 se obtuvo un momento máximo de 0.54 Tn-m.

Acero de refuerzo

Donde

- $M_u = 0,54 * 10^5 \text{ kg} - \text{cm}$
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

- $\phi = 0,85$
- $d = 8 \text{ cm}$
- $a = d/2 = 4 \text{ cm}$

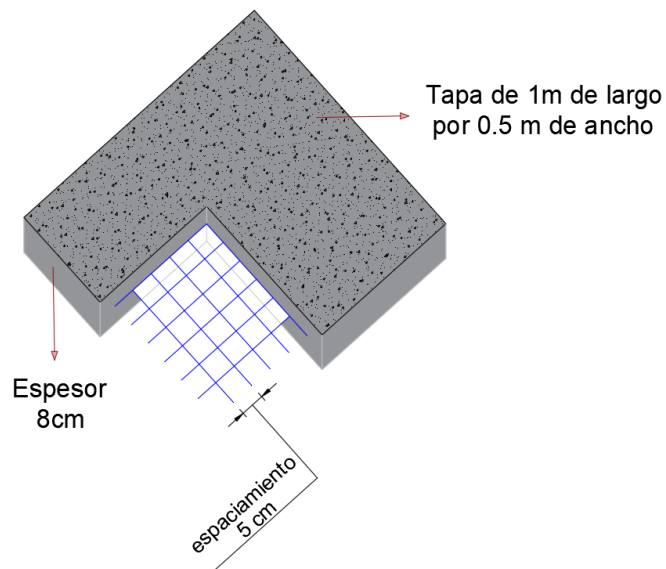
$$A_s = \frac{0,54 * 10^5}{0,85 * 4200 * \left(8 - \frac{4}{2}\right)}$$

$$A_s = 2,52 \text{ cm}^2$$

Para que la estructura soporte las solicitaciones que se le aplican es necesario utilizar solo el acero mínimo.

Figura 58

Esquema de la tapa para el embaulamiento



Nota. La figura muestra que el esquema de la tapa para el embaulamiento, construida con Malla Armex R196(10x10X5).

Análisis de Muro de Gaviones

Tabla 58

Cuadro de datos para el diseño del muro de gaviones

ROCA		
Yroca	2800	Kg/m3
SUELO		
Ysuelo	2640	Kg/m3
σsuelo	20	Kg/cm2
Φ	30	°
BLOQUES		
a	1	m
b	2	m
e	1	m
# de Bloques	3	

Nota. La tabla muestra los datos correspondientes de roca, suelo y bloques que se va empelar para los cálculos para el muro de gaviones.

DESIZAMIENTO

A. Empuje activo

Fórmula:

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\Phi}{2} \right)$$

Donde:

K_a= Coeficiente de fricción activa

Φ= Angulo de fricción interna del suelo

$$K_a = 0,33333$$

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

Donde:

K_a = Coeficiente de fricción activa

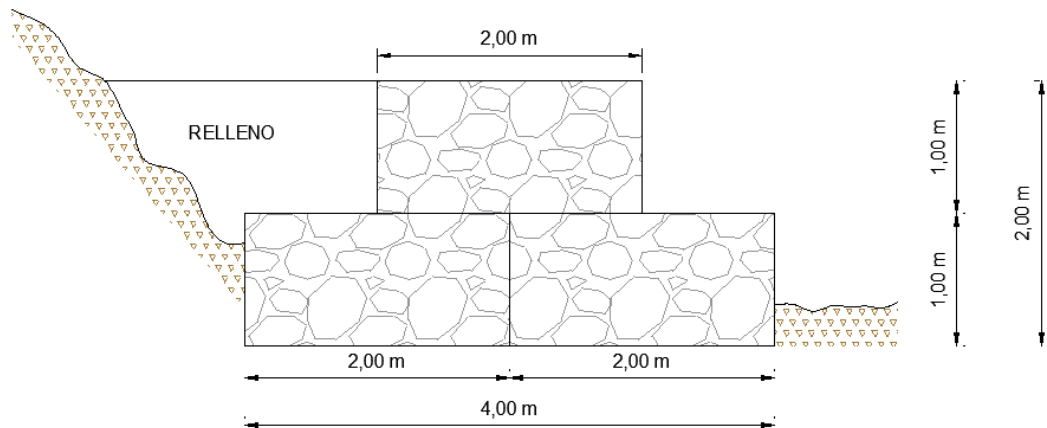
γ_{suelo} = Peso específico del suelo

H = Altura del Muro

$$E_a = 1760,00 \text{ kg}$$

Figura 59

Distribución de los Gaviones



Nota. La figura muestra las dimensiones que se ocuparán para el muro de gaviones.

B. Momento por Volcamiento

$$M_o = E_a * \frac{H}{3}$$

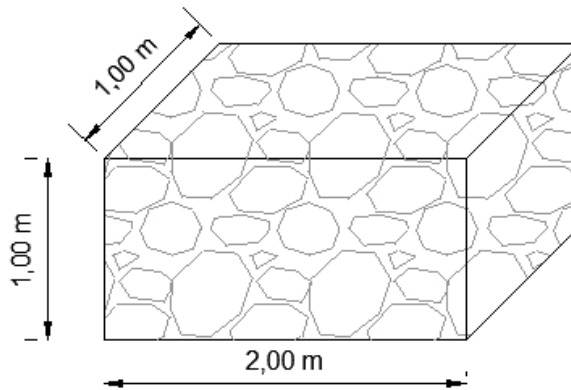
Donde:

E_a = Empuje Activo

H = Altura del Muro

$$M_o = 1173,33 \text{ Kg.m}$$

C. Peso de los bloques.

Figura 60*Geometría del bloque del gavión*

Nota. La figura muestra las dimensiones de un bloque de gavión.

Volumen del Bloque

$$V = a * b * e$$

Donde:

a = Altura del Bloque

b = Base el Bloque

c = Espesor del Bloque

$$V = 2,00 \text{ m}^3$$

Peso de cada Bloque

$$W = \gamma_{roca} * V * 0,8$$

Donde:

γ roca = Peso específico de la roca

V = Volumen

Nota: Utilizamos el valor de 0.8 porque solo el 80% del bloque está lleno del Material de

Roca

$$W = 4480 \text{ Kg}$$

3.1. Peso Total de los Bloques

$$WT = W * \# \text{ de Bloques}$$

$$WT = 13440 \text{ Kg}$$

D. Cálculo de la cuña de suelo sobre cada bloque

Cuña de Suelo S1

$$Ws1 = (x1 * a * e) * \gamma_{suelo}$$

Donde:

a = Altura de la cuña

e = Espesor de la cuña

X1= Distancia cuña S1

γ_{suelo} = Peso específico del suelo

$$Ws1 = 2640 \text{ Kg}$$

Cuña de Suelo S2

$$Ws2 = (x2 * 2a * e) * \gamma_{suelo}$$

Donde:

a = Altura de la cuña

e = Espesor de la cuña

X2= Distancia cuña S2

γ_{suelo} = Peso específico del suelo

$$Ws1 = 5280 \text{ Kg}$$

E. Momento Estabilizante

$$Me = (WT * bWT) + (WS1 * bW1) + (WS2 * bW2)$$

Donde:

WT = Peso total de los bloques

bwt = Distancia desde el punto A al centro de gravedad

WS1 = Peso de la cuña de suelo S1

bw1 = Distancia desde el punto A al centro de gravedad de la cuña S1

WS2 = Peso de la cuña de suelo S2

bw2 = Distancia desde el punto A al centro de gravedad de la cuña S2

$$Me = 35840 \text{ Kg.m}$$

F. Factor de Seguridad al Volcamiento

$$F_{sv} = \frac{Me}{Mo} > 2$$

Donde:

Me = Momento estabilizante

Mo = Momento por volcamiento

$$F_{sv} = 30,54 \text{ Ok}$$

G. Factor de Seguridad al deslizamiento

$$F_{SD} = \frac{(WT + WS1 + WS2) * \tan(\phi)}{Ea} > 1,5$$

$$F_{SD} = 4,41 \text{ Ok}$$

H. Punto de Aplicación de la normal

Cálculo de la Fuerza Normal

$$N = \sum W$$

$$N = 16080 \text{ Kg}$$

Distancia de la aplicada a la Normal

$$x + N = Me - Mo$$

$$x = 2,16 \text{ m}$$

I. Cálculo de excentricidad

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = -0,16 < \frac{B}{6} \quad \mathbf{Ok}$$

J. Cálculo de Esfuerzos

$$\sigma_{1,2} = \left(\frac{W_T + W_1 + W_2}{A} \right) * \left(1 \pm \frac{6 * e}{B} \right)$$

$$\sigma_1 = 0,691 \frac{Kg}{cm^2} < \sigma_{suelo} \quad \mathbf{Ok}$$

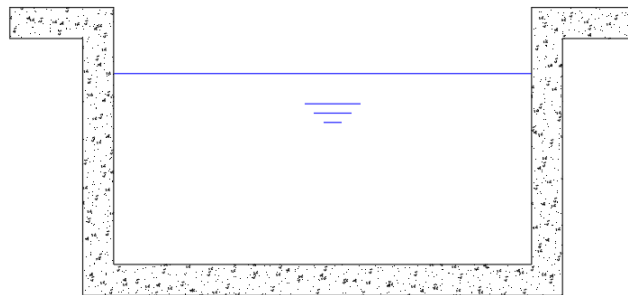
$$\sigma_2 = 0,429 \frac{Kg}{cm^2} < \sigma_{suelo} \quad \mathbf{Ok}$$

∴ Se confirma que los esfuerzos ocasionados por el muro son menores al esfuerzo del suelo, por lo tanto, el suelo no está trabajando a tracción.

Diseño del revestimiento

Figura 61

Sección transversal del canal principal

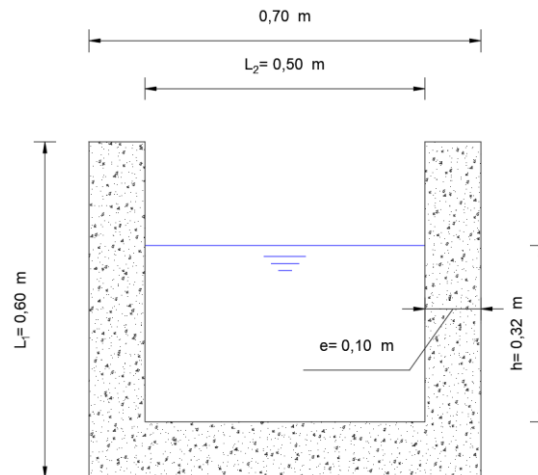


Nota. La figura muestra la sección que tienen los canales de riego tanto de la parroquia de Puéllaro como la de Perucho.

Cálculo estructural

Figura 62

Dimensionamiento de la sección transversal del canal



Nota. La figura muestra las dimensiones que tiene el canal Acequia Baja Alchipichí de la parroquia de Puéllaro.

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

$$\sigma < \sigma_s$$

Entonces:

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

Donde:

- ω_c = Cálculo del peso del hormigón.
- ω_a = Cálculo del peso del agua.
- A_c = Área transversal del canal.

A. Cálculo del peso del hormigón

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

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

$$\omega_c = 0,10m * 2300 \text{ kg/m}^3 * (2 * 0,6m + 0,5m)$$

$$\omega_c = 391 \text{ kg/m}$$

B. Cálculo del peso del agua

$$\omega_a = \gamma_a * A_a$$

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

$$T = 0,005 \text{ m} = \text{Abertura total del canal}$$

Se considera el canal lleno como situación desfavorable:

$$A_a = h * L_2$$

$$A_a = 0,5 * 0,32$$

$$A_a = 0,16 \text{ m}^2$$

$$\omega_a = \gamma_a * A_a$$

$$\omega_a = 1000 \text{ kg/m}^3 * 0,16 \text{ m}^2$$

$$\omega_a = 160 \text{ kg/m}$$

$$A_a = 1,9 \text{ m}$$

Reemplazando:

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

$$\sigma = \frac{391 \text{ kg/m} + 160 \text{ kg/m}}{1,90 \text{ m} * 0,1 \text{ m}} * 1,00 \text{ m}$$

$$\sigma = 2900 \text{ kg/m}^2 \approx 0,29 \text{ kg/cm}^2$$

Si se compara con capacidad portante del suelo se tiene:

$$\sigma_s = 20 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma < \sigma_s$$

$$0,29 < 20 \therefore \mathbf{Ok}$$

La estructura no va a fallar por asentamiento.

C. Cálculo del momento de volcamiento (Mv)

Presiones y empujes activos y pasivos

$$\phi = 32^\circ \quad K_a = 0,3073$$

$$\beta = 0^\circ \quad K_p = 3,2546$$

Empuje activo:

$$EA = \frac{1}{2} * \gamma_s * k_a * H_T^2$$

$$EA = \frac{1}{2} * 2640 \text{ kg/m}^3 * 0,3073 * (0,60 \text{ m})^2$$

$$EA = 243,38 \text{ kg/m}$$

Momento de volteo

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

$HT = \text{Altura total de diseño}$

$$z = \frac{0,60}{3} = 0,20 \text{ m}$$

$$Mv = EA * z$$

$$Mv = 243,38 * 0,20$$

$$Mv = 48,67 \text{ kg/m}$$

D. Cálculo del momento resistente (Mr)

$$Mr = 0,50 * \gamma_s * e * H^2 * (\cos\alpha / \text{sen}\alpha^2)$$

$$Mr = 0,50 * 2640 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,10 \text{ m} * (0,60 \text{ m})^2 * (\cos 32 / \text{sen}^2 32)$$

$$Mr = 143,51 \text{ kg} - \text{m}$$

Se debe cumplir que:

$$\frac{Mr}{Mv} \geq 1,50$$

$$\frac{143,51}{48,67} \geq 1,50$$

$$2,95 \geq 1,50 \therefore \mathbf{Ok}$$

Para que la estructura soporte las solicitaciones que se le aplican es necesario utilizar solo el acero mínimo.

Una vez realizado el levantamiento de la información cartográfica, uso de suelo, recorrido de los canales, áreas de riego, tipos de cultivo, análisis de la oferta y demanda de agua, análisis de la calidad de agua de los diferentes sistemas de riego, la evaluación del estado de la infraestructura en este capítulo se planteará una propuesta de optimización del sistema de riego Piganta en las parroquias de Perucho y Puéllaro.

1. Diseño de embaulamiento
2. Estabilización de taludes
3. Revestimiento de canal
4. Reasignación de turnos de riego

Actualmente los canales no operan al 100% de su capacidad esto afecta a la eficiencia del sistema de riego en el análisis de demanda, para lo cual se procederá a reasignar los turnos de riego, con un porcentaje de eficiencia de riego del 100 %.

▪ **Sistema de Riego Acequia Alta la Josefina**

Para este sistema de riego se definió una frecuencia de riego de 5 días, dándonos los siguientes resultados:

Tabla 59

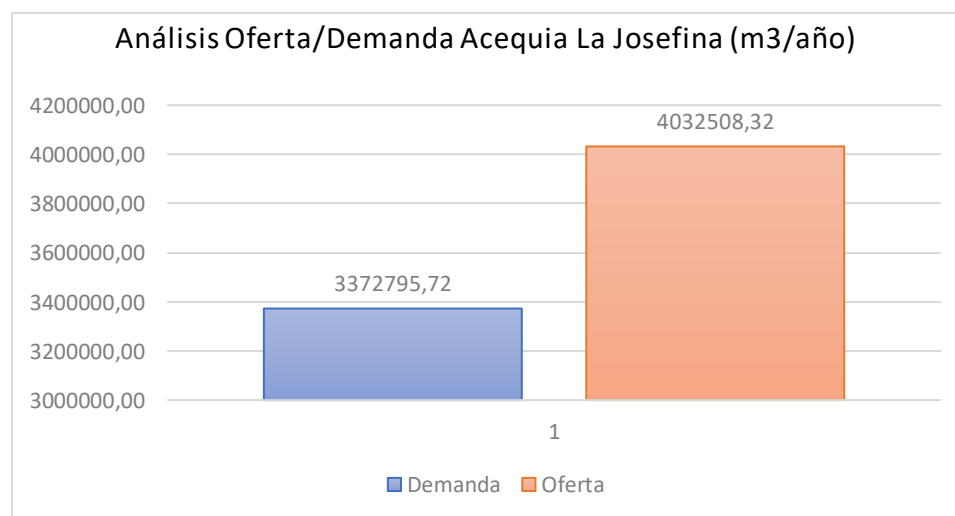
Necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia alta La Josefina.

Cultivo	Volumen (m3/año)	Volumen actual en uso (m3/año)
Aguacate	1551842,82	
Chirimoya	555375,17	
Hortalizas	77935,64	
Babacos	455431,12	
Cítricos	636532,65	
Flores	95678,33	
TOTAL	3372795,72	4032508,32

Nota. La tabla muestra el volumen de cada cultivo y el volumen actual en uso.

Figura 63

Análisis comparativo oferta/demanda Acequia alta La Josefina



Nota. La figura muestra el contraste que existe entre la oferta y demanda del sistema de riego

Acequia alta La Josefina, en donde la oferta supera a la demanda.

- **Sistema de Riego Acequia Baja Alchipichí**

Para este sistema de riego se definió una frecuencia de riego de 4 días, dándonos los siguientes resultados:

Tabla 60

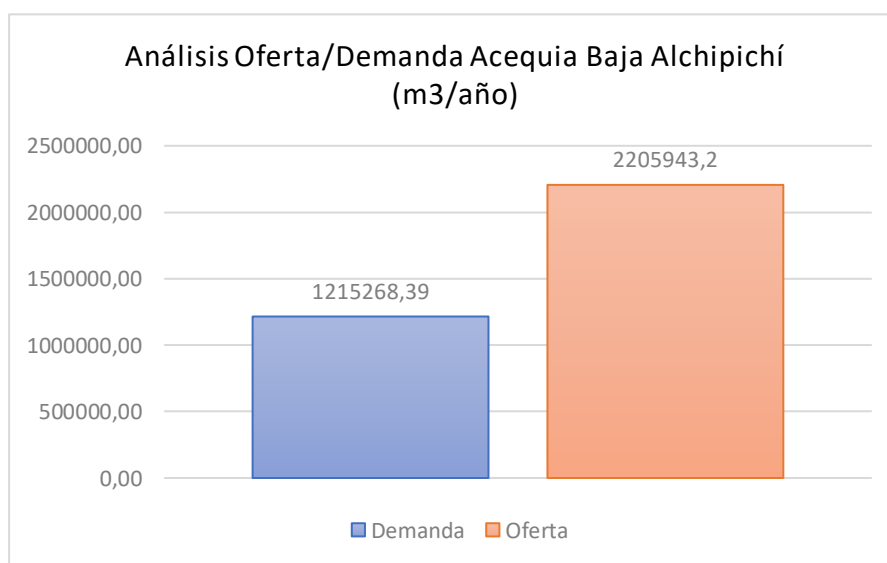
Necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia Baja Alchipichí.

Cultivo	Volumen (m3/año)	Volumen actual en uso (m3/año)
Aguacate	881728,88	
Chirimoya	289257,90	
Hortalizas	44281,61	
TOTAL	1215268,39	2205943,2

Nota. La tabla muestra el volumen de cada cultivo y el volumen actual en uso.

Figura 64

Análisis comparativo oferta/demanda Acequia Baja Alchipichí



Nota. La figura muestra el contraste que existe entre la oferta y demanda del sistema de riego Acequia Baja Alchipichí, en donde la oferta supera a la demanda.

- **Sistema de Riego Acequia del Pueblo**

Para este sistema de riego se definió una frecuencia de riego de 6 días, dándonos los siguientes resultados:

Tabla 61

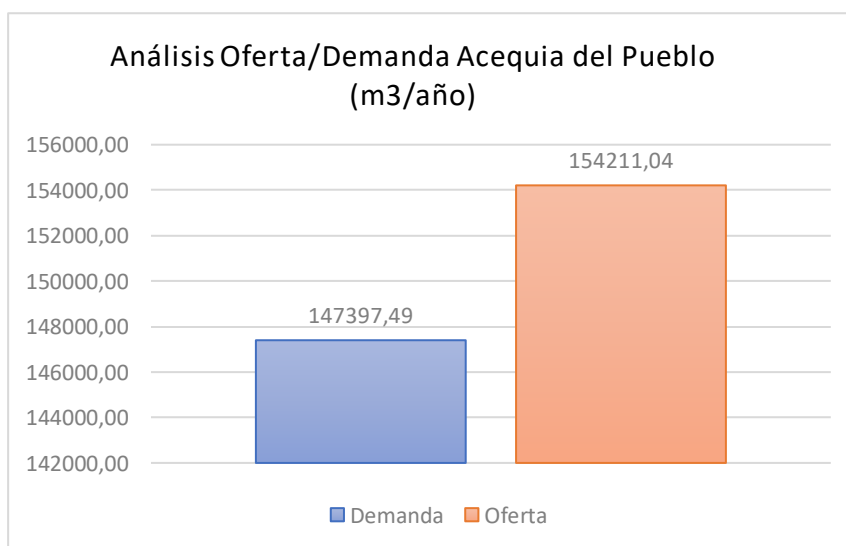
Necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia del Pueblo.

Cultivo	Volumen (m3/año)	Volumen actual en uso (m3/año)
Hortalizas	29521,08	
Cítricos	117876,42	
TOTAL	147397,49	154211,04

Nota. La tabla muestra el volumen de cada cultivo y el volumen actual en uso.

Figura 65

Análisis comparativo oferta/demanda Acequia del Pueblo



Nota. La figura muestra el contraste que existe entre la oferta y demanda del sistema de riego Acequia del Pueblo, en donde la oferta supera a la demanda.

- **Sistema de Riego Acequia El Turo**

Para este sistema de riego se definió una frecuencia de riego de 5 días, dándonos los siguientes resultados:

Tabla 62

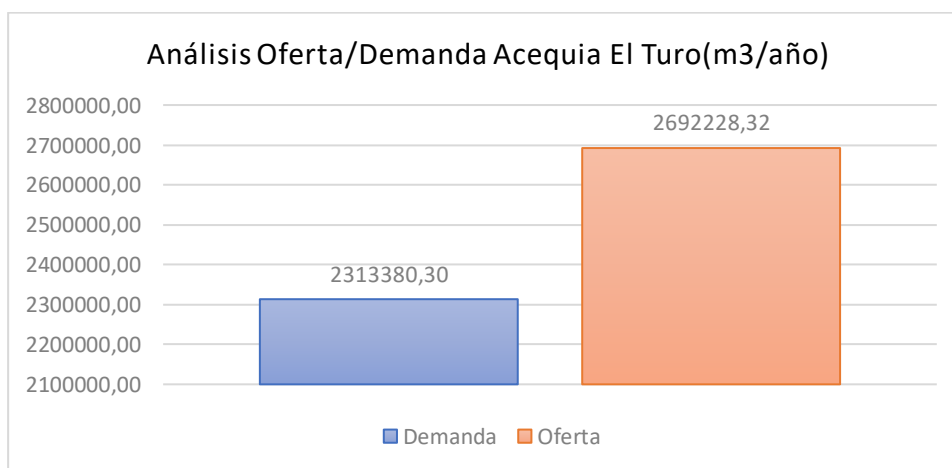
Necesidades de riego para cultivos del sistema Acequia El Turo.

Cultivo	Volumen (m3/año)	Volumen actual en uso (m3/año)
Aguacate	1692919,44	
Chirimoya	231406,32	
Hortalizas	35425,29	
Cítricos	353629,25	
TOTAL	2313380,30	2692228,32

Nota. La tabla muestra el volumen de cada cultivo y el volumen actual en uso.

Figura 66

Análisis comparativo oferta/demanda Acequia El Turo



Nota. La figura muestra el contraste que existe entre la oferta y demanda del sistema de riego Acequia El Turo, en donde la oferta supera a la demanda.

- **Sistema de Riego Marianita**

Para este sistema de riego se definió una frecuencia de riego de 6 días, dándonos los siguientes resultados:

Tabla 63

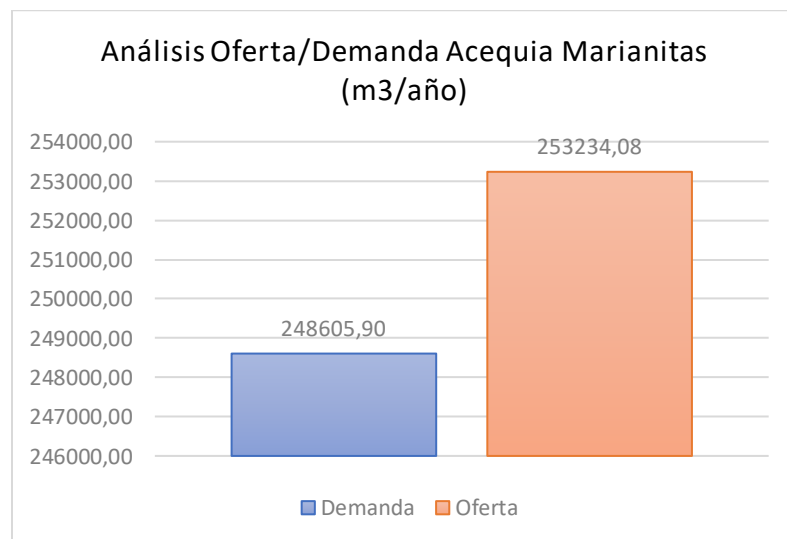
Necesidades de riego para cultivos del sistema Marianita.

Cultivo	Volumen (m3/año)	Volumen actual en uso (m3/año)
Hortalizas	62426,14	
Cítricos	186179,76	
TOTAL	248605,90	253234,08

Nota. La tabla muestra el volumen de cada cultivo y el volumen actual en uso.

Figura 67

Análisis comparativo oferta/demanda Marianita



Nota. La figura muestra el contraste que existe entre la oferta y demanda del sistema de riego

Marianita, en donde la oferta supera a la demanda.

- **Sistema de Riego Piango**

Para este sistema de riego se definió una frecuencia de riego de 6 días, dándonos los siguientes resultados:

Tabla 64

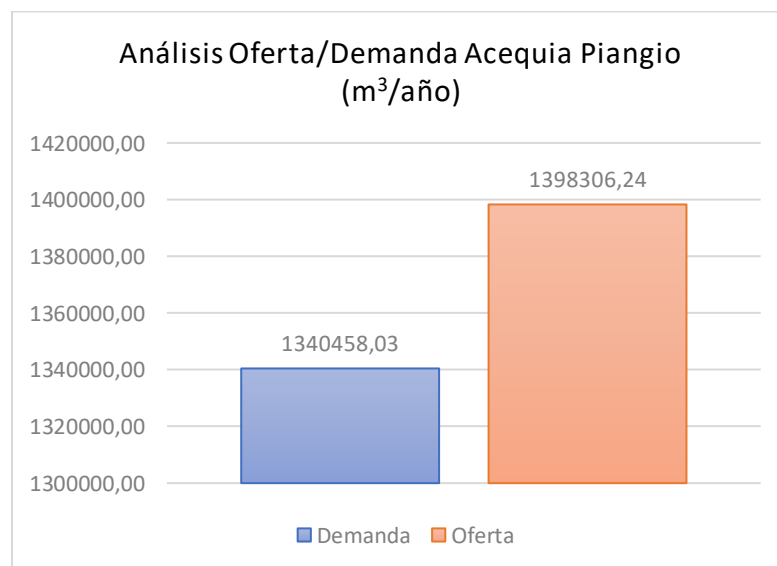
Necesidades de riego para cultivos del sistema Piango.

Cultivo	Volumen (m³/año)	Volumen actual en uso (m³/año)
Aguacate	707470,12	
Chirimoya	96783,00	
Hortalizas	29726,73	
Babacos	158533,68	
Cítricos	295523,42	
Flores	52421,07	
TOTAL	1340458,03	1398306,24

Nota. La tabla muestra el volumen de cada cultivo y el volumen actual en uso.

Figura 68

Análisis comparativo oferta/demanda Piango



Nota. La figura muestra el contraste que existe entre la oferta y demanda del sistema de riego

Piango, en donde la oferta supera a la demanda.

- **Sistema de Riego Palmares**

Para este sistema de riego se definió una frecuencia de riego de 6 días, dándonos los siguientes resultados:

Tabla 65

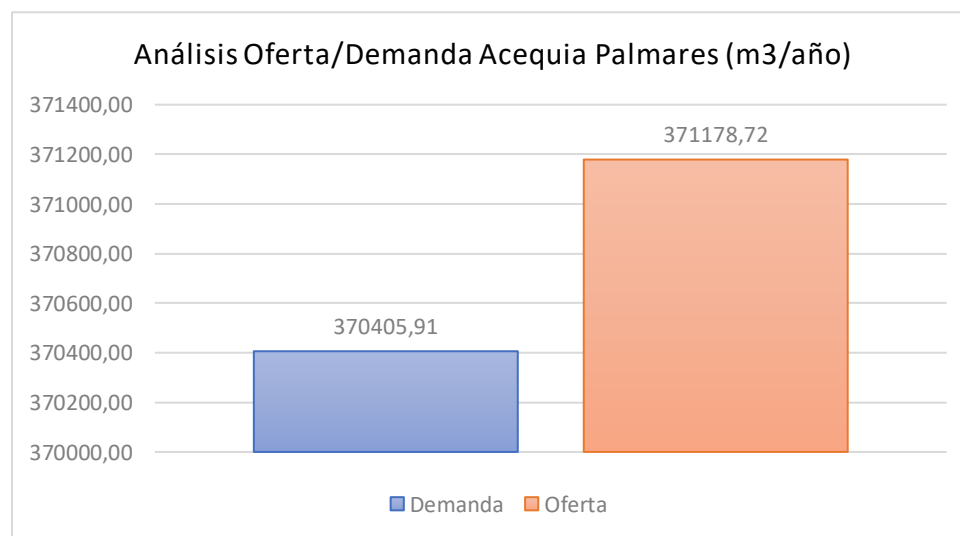
Necesidades de riego para cultivos del sistema Palmares.

Cultivo	Volumen (m3/año)	Volumen actual en uso (m3/año)
Aguacate	105807,47	
Chirimoya	77135,44	
Hortalizas	22436,02	
Cítricos	165026,98	
TOTAL	370405,91	371178,72

Nota. La tabla muestra el volumen de cada cultivo y el volumen actual en uso.

Figura 69

Análisis comparativo oferta/demanda Palmares



Nota. La figura muestra el contraste que existe entre la oferta y demanda del sistema de riego Palmares, en donde la oferta supera a la demanda.

Presupuesto

Una vez que se han evaluado los canales de riego de las parroquias de Puéllaro y Perucho del sistema de Riego Piganta, se lleva a cabo el presupuesto para las propuestas de optimización planteadas en el capítulo V, calculando el costo estimado de realización, para lo cual se tomó en consideración los precios referenciales de la revista de la Cámara de Industria de la Construcción del mes de julio – septiembre del 2021.

Tabla 66

Presupuesto para la construcción de las propuestas de optimización planteadas.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS "ESPE"					
PROYECTO: Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego Piganta, parroquias Perucho y Puéllaro, cantón Quito, Provincia de Pichincha.					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
N°	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Muro de Gaviones					
1	Desbroce Semi-Manual	m2	713,36	3,30	\$ 2,356,35
2	Excavación manual en suelo natural	m3	356,68	12,27	\$ 4,376,82
3	Construcción de Muro de Gavión	U	536,00	47,75	\$ 25,593,38
Embaulamiento del Canal					
4	Excavación manual para movimiento de suelo (Incluye Tapado y Reconformación)	m3	227,01	8,20	\$ 1,861,60
5	Construcción y revestimiento de cuneta con embaulamiento de hormigón armado 210kg/cm2	m	756,69	142,65	\$ 107,940,16
Revestimiento del Canal					
6	Desbroce Manual	m2	3783,43	8,06	\$ 30,505,80
7	Excavación manual en suelo natural	m3	945,86	12,27	\$ 11,606,65
8	Revestimiento de cuneta con Hormigón armado 210kg/cm2	m	3783,43	142,72	\$ 539,952,21
9	Encofrado	m2	3783,43	24,86	\$ 94,067,61
				TOTAL:	\$ 818,260,58

Nota. La tabla muestra el presupuesto para la construcción de muro de gaviones, embaulamiento y revestimiento del canal.

Tabla 67

Análisis de precio unitario para el desbroce semi-manual

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS "ESPE"						
PROYECTO: Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego Piganta, parroquias Perucho y Puéllaro, cantón Quito, Provincia de Pichincha.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				HOJA 1 DE 9		
RUBRO:	1				UNIDAD:	m2
DETALLE:	Desbroce Semi-Manual					
EQUIPO - DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO O R	COSTO D=CxR	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,10	
Moto Guadaña	1,00	6,25	6,25	0,18	1,13	
				SUBTOTAL M	1,23	
MANO DE OBRA - DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO O R	COSTO D=CxR	
Albañil E.O.D2	1,00	3,87	3,87	0,18	0,70	
Peón E.O.E2	2,00	3,83	7,66	0,18	1,38	
				SUBTOTAL N	2,08	
MATERIALES - DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB		
				SUBTOTAL O	0,00	
TRANSPORTE- DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB		
				SUBTOTAL P	0,00	
				TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)	3,30	
				INDIRECTOS (%)	0%	
				OTROS INDIRECTOS	0,00	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,30	
				VALOR UNITARIO	3,30	

SON: TRES DÓLARES, 30/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI TRANSPORTE

Nota. La tabla muestra el valor unitario total para el *desbroce semi-manual*. El costo total de construcción no incluye IVA ni transporte.

Tabla 68

Análisis de precios unitarios para la excavación manual en suelo natural

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS "ESPE"						
PROYECTO: Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego Piganta, parroquias Perucho y Puéllaro, cantón Quito, Provincia de Pichincha.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				HOJA 2 DE 9		
RUBRO:	2				UNIDAD:	m3
DETALLE:	Excavación manual en suelo natural					
EQUIPO - DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO O R	COSTO D=CxR	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,583	
				SUBTOTAL M	0,583	
MANO DE OBRA - DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO O R	COSTO D=CxR	
Maestro mayor en ejec. de obras civiles E.O.C1	1,00	4,09	4,09	0,50	2,05	
Albañil E.O.D2	2,00	3,87	7,74	0,50	3,87	
Peón E.O.E2	3,00	3,83	11,49	0,50	5,75	
				SUBTOTAL N	11,66	
MATERIALES - DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
Piola Nylon #6		U	0,01	2,80	0,003	
				SUBTOTAL N	0,003	
TRANSPORTE- DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
				SUBTOTAL P	0,00	
			TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)		12,27	
			INDIRECTOS (%)		0%	
			OTROS INDIRECTOS		0,00	
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		12,27	
			VALOR UNITARIO		12,27	

SON: DOCE DÓLARES, 27/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI TRANSPORTE

Nota. La tabla muestra el valor unitario total para la excavación manual en suelo natural. El costo total de construcción no incluye IVA ni transporte.

Tabla 69

Análisis de precio unitario para la construcción de muro de gaviones

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS "ESPE"					
PROYECTO: Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego Piganta, parroquias Perucho y Puéllaro, cantón Quito, Provincia de Pichincha.					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				HOJA 3 DE 9	
RUBRO:	3			UNIDAD:	U
DETALLE:	Construcción de Muro de Gavión				
EQUIPO - DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,49
				<i>SUBTOTAL M</i>	0,49
MANO DE OBRA - DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CxR
Albañil E.O.D2	1,00	3,87	3,87	0,5000	1,94
Peón E.O.E2	3,00	3,83	11,49	0,5000	5,75
Maestro mayor en ejec. de obras civiles E.O.C1	1,00	4,09	4,09	0,5000	2,05
				<i>SUBTOTAL N</i>	9,73
MATERIALES - DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Malla de Gavión 2x1x1		U	0,500	47,25	23,63
Piedra Bola		m3	1,600	8,04	12,86
Alambre Galvanizado #12		kg	0,010	104,86	1,05
				<i>SUBTOTAL O</i>	37,54
TRANSPORTE- DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
					TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)
					47,75
					INDIRECTOS (%) 0%
					0,00
					OTROS INDIRECTOS
					0,00
					COSTO TOTAL DEL RUBRO
					47,75
					VALOR UNITARIO
					47,75
SON: CUARENTA Y SIETE DÓLARES, 75/100 CENTAVOS					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI TRANSPORTE					

Nota. La tabla muestra el valor unitario total para la construcción del muro de gaviones. El costo total de construcción no incluye IVA ni transporte.

Tabla 70

Análisis de precio unitario para la excavación manual para movimiento de suelo

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS "ESPE"						
PROYECTO: Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego Piganta, parroquias Perucho y Puéllaro, cantón Quito, Provincia de Pichincha.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				HOJA 4 DE 9		
RUBRO:	4				UNIDAD:	m3
DETALLE:	Excavación manual para movimiento de suelo (Incluye Tapado y Reconformación)					
EQUIPO - DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,39	
				SUBTOTAL M	0,39	
MANO DE OBRA - DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
Ayudante de Albañil E.O.E2	2,00	3,83	7,66	0,50	3,83	
Albañil E.O.D2	1,00	3,87	3,87	0,50	1,94	
Maestro mayor en ejec. de obras civiles E.O.C1	1,00	4,09	4,09	0,50	2,05	
				SUBTOTAL N	7,81	
MATERIALES - DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB		
				SUBTOTAL O	0,00	
TRANSPORTE- DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB		
				TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)	8,20	
				INDIRECTOS (%)	0%	
				OTROS INDIRECTOS	0,00	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	8,20	
				VALOR UNITARIO	8,20	
SON: OCHO DOLARES, 20/100 CENTAVOS						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI TRANSPORTE						

Nota. La tabla muestra el valor unitario total para la excavación manual para movimiento de suelo. El costo total de construcción no incluye IVA ni transporte.

Tabla 71

Análisis de precio unitario para la construcción y revestimiento de cuneta

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS "ESPE"						
PROYECTO: Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego Piganta, parroquias Perucho y Puéllaro, cantón Quito, Provincia de Pichincha.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				HOJA 5 DE 9		
RUBRO:	5 Construcción y revestimiento de cuneta que				UNIDAD:	U
DETALLE:	cuenta con embaulamiento con hormigón armado 210kg/cm2					
EQUIPO - DESCRIPCION	CANTIDAD AD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN O R	COSTO D=CxR	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,54	
				SUBTOTAL M	0,54	
MANO DE OBRA - DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN O R	COSTO D=CxR	
Peón E.O.E2	4,00	3,83	15,32	0,4000	6,13	
Encofrador E.O.D2	2,00	3,87	7,74	0,4000	3,10	
Maestro mayor en ejec. de obras civiles E.O.C1	1,00	4,09	4,09	0,4000	1,64	
				SUBTOTAL N	10,86	
MATERIALES - DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB		
Malla Armex R196(10x10X5)	u	0,12	26,89	3,23		
Hormigón Premezclado F`c 210 kg/cm2 (Inc. Bomba y Aditivo)	m3	1,00	127,99	127,99		
Piola Nylon #6	U	0,01	2,80	0,03		
				SUBTOTAL O	131,24	
TRANSPORTE- DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB		
				SUBTOTAL P	0,00	
				TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)	142,65	
				INDIRECTOS (%)	0%	
				OTROS INDIRECTOS	0,00	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	142,65	
				VALOR UNITARIO	142,65	
SON: CIENTO CUARENTA Y DOS, 65/100 CENTAVOS						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI TRANSPORTE						

Nota. La tabla muestra el valor unitario total para la construcción y revestimiento de cuneta que cuenta con embaulamiento. El costo total de construcción no incluye IVA ni transporte.

Tabla 72

Análisis de precio unitario para el desbroce manual

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS "ESPE"						
PROYECTO: Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego Piganta, parroquias Perucho y Puéllaro, cantón Quito, Provincia de Pichincha.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				HOJA 6 DE 9		
RUBRO:	6				UNIDAD:	m2
DETALLE:	Desbroce Manual					
EQUIPO - DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,38	
				SUBTOTAL M	0,38	
MANO DE OBRA - DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
Albañil E.O.D2	1,00	3,87	3,87	0,50	1,94	
Peón E.O.E2	3,00	3,83	11,49	0,50	5,75	
				SUBTOTAL N	7,68	
MATERIALES - DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB		
				SUBTOTAL O	0,00	
TRANSPORTE- DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB		
				SUBTOTAL P	0,00	
				TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)	8,06	
				INDIRECTOS (%)	0%	
				OTROS INDIRECTOS	0,00	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	8,06	
				VALOR UNITARIO	8,06	
SON: OCHO DÓLARES, 06/100 CENTAVOS						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI TRANSPORTE						

Nota. La tabla muestra el valor unitario total para el desbroce manual. El costo total de construcción no incluye IVA ni transporte.

Tabla 73

Análisis de precio unitario para la excavación manual en suelo natural

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS "ESPE"						
PROYECTO: Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego Piganta, parroquias Perucho y Puéllaro, cantón Quito, Provincia de Pichincha.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				HOJA 7 DE 9		
RUBRO:	7				UNIDAD:	m3
DETALLE:	Excavación manual en suelo natural					
EQUIPO - DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,583	
				SUBTOTAL M	0,583	
MANO DE OBRA - DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
Maestro mayor en ejec. de obras civiles E.O.C1	1,00	4,09	4,09	0,50	2,05	
Albañil E.O.D2	2,00	3,87	7,74	0,50	3,87	
Peón E.O.E2	3,00	3,83	11,49	0,50	5,75	
				SUBTOTAL N	11,66	
MATERIALES - DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
Piola Nylon #6		U	0,01	2,80	0,003	
				SUBTOTAL N	0,003	
TRANSPORTE- DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
				SUBTOTAL P	0,00	
			TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)		12,27	
			INDIRECTOS (%)		0%	
			OTROS INDIRECTOS		0,00	
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		12,27	
			VALOR UNITARIO		12,27	
SON: DOCE DÓLARES, 27/100 CENTAVOS						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI TRANSPORTE						

Nota. La tabla muestra el valor unitario total para la excavación manual en suelo natural. El costo total de construcción no incluye IVA ni transporte.

Tabla 74

Análisis de precio unitario para el revestimiento de cuneta con hormigón armado 210kg/cm

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS "ESPE"						
PROYECTO: Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego Piganta, parroquias Perucho y Puéllaro, cantón Quito, Provincia de Pichincha.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				HOJA 8 DE 9		
RUBRO:	8				UNIDAD:	m
DETALLE:	Revestimiento de cuneta con Hormigón armado 210kg/cm2					
EQUIPO - DESCRIPCION	CANTIDAD AD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN O R	COSTO D=CxR	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,55	
				SUBTOTAL M	0,55	
MANO DE OBRA - DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN O R	COSTO D=CxR	
Peón E.O.E2	4,00	3,87	15,48	0,40	6,19	
Encofrador E.O.D2	2,00	3,87	7,74	0,40	3,10	
Maestro mayor en ejec. de obras civiles E.O.C1	1,00	4,09	4,09	0,40	1,64	
				SUBTOTAL N	10,92	
MATERIALES - DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB		
Malla Armex R196(10x10X5)	u	0,12	26,89	3,23		
Hormigón Premezclado F`c 210 kg/cm2 (Inc. Bomba y Aditivo)	m3	1,00	127,99	127,99		
Piola Nylon #6	U	0,01	2,80	0,03		
				SUBTOTAL O	131,24	
TRANSPORTE- DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB		
				SUBTOTAL P	0,00	
				TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)	142,72	
				INDIRECTOS (%)	0%	
				OTROS INDIRECTOS	0,00	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	142,72	
				VALOR UNITARIO	142,72	
SON: CIENTO CUARENTA Y DOS, 72/100 CENTAVOS						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI TRANSPORTE						

Nota. La tabla muestra el valor unitario total para el revestimiento de cuneta con hormigón armado 210 kg/cm. El costo total de construcción no incluye IVA ni transporte.

Tabla 75

Análisis de precio unitario para el encofrado

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS "ESPE"						
PROYECTO: Evaluación y propuesta de optimización del Sistema de Riego Piganta, parroquias Perucho y Puéllaro, cantón Quito, Provincia de Pichincha.						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				HOJA 9 DE 9		
RUBRO:	9				UNIDAD:	m2
DETALLE:	Encofrado					
EQUIPO - DESCRIPCION	CANTIDAD AD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN O R	COSTO D=CxR	
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,49	
				SUBTOTAL M	0,49	
MANO DE OBRA - DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN O R	COSTO D=CxR	
Peón E.O.E2	3,00	3,87	11,61	0,50	5,81	
Albañil E.O.D2	1,00	3,87	3,87	0,50	1,94	
Maestro mayor en ejec. de obras civiles E.O.C1	1,00	4,09	4,09	0,50	2,05	
				SUBTOTAL N	9,79	
MATERIALES - DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB		
Plywood de 4'x8'x12mm	U	0,50	21,62	10,81		
Listones 0,07mx0,07mx2,40m	U	0,30	3,28	0,98		
Clavo 2 1/2"	kg	0,02	87,31	1,75		
Alambre Galvanizado #12	kg	0,01	104,86	1,05		
				SUBTOTAL O	14,59	
TRANSPORTE- DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB		
				SUBTOTAL P	0,00	
				TOTAL COSTO DIRECTO(M+N+O+P)	24,86	
				INDIRECTOS (%)	0%	
				OTROS INDIRECTOS	0,000	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	24,86	
				VALOR UNITARIO	24,86	
SON: VEINTE Y CUATRO DOLARES, 86/100 CENTAVOS						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA, NI TRANSPORTE						

Nota. La tabla muestra el valor unitario total para el encofrado. El costo total de construcción no incluye IVA ni transporte.

Capítulo IV

Conclusiones

Conclusiones

- Se realizó la identificación de los sistemas de riego mediante recorridos técnicos por las parroquias de Perucho y Puéllaro, levantando información con un GPS, el cual nos permitió tomar coordenadas de todo el trayecto e infraestructura existente, dicha información fue organizada y sintetizada en una matriz, esto nos permitió identificar los cultivos correspondientes de cada parroquia que son principalmente cultivos frutícolas con plantaciones de cítricos, aguacate y chirimoya, además de cultivos de ciclo largo y corto como hortalizas varias entre ellas tenemos: tomate, zucchini, lechuga, remolacha, alfalfa. De igual forma en base a la información del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de las parroquias de Perucho y Puéllaro el 33,74% y el 9,8 % del uso del suelo respectivamente, pertenecen a cultivos y mosaicos agropecuarios. Se identificaron 6 sistemas de riego en la parroquia de Puéllaro, entre ellos tenemos Alchipichí que cuenta con una longitud de 3,53 km y un área de riego de 40 ha, Marianita tiene una longitud de 1,60 km y un área de riego de 25 ha, El Turo tiene una longitud de 1,50 km y un área de riego de 100 ha, Piango cuya longitud es de 4,12 km y un área de riego de 85 ha, La Josefina cuya longitud es de 6,68 km y un área de riego de 170 ha, Agua del Pueblo tiene una longitud de 3,92 km y un área de riego de 15 ha. En la parroquia de Perucho existe el sistema de riego Palmares con una longitud de 4,14 km y un área de riego de 26,30 ha.
- Para el análisis de oferta y demanda, se calculó la oferta de agua midiendo el caudal que ingresa al sistema, teniendo los siguientes resultados Alchipichí con 69,95 l/s, Marianita

un volumen de 8,03 l/s, El Turo con 85,37 l/s, Piango con 44,34 l/s, La Josefina tiene un volumen de 187,27 l/s, Agua del Pueblo con 4,89 l/s y en la parroquia de Perucho el sistema de riego Palmares con un volumen de 11,77 l/s, para el cálculo de la demanda de agua se tomó en cuenta las necesidades de riego para cada cultivo teniendo los siguientes resultados Alchipichi con una demanda de 73,75 l/s, Marianita con 18,80 l/s, El Turo con 144,08 l/s, Piango con 89,26 l/s, La Josefina con una demanda de 210,17 l/s, Agua del Pueblo con 10,41 l/s y en la parroquia de Perucho el sistema de riego Palmares tiene una demanda de agua de 26,14 l/s. En consecuencia, se puede decir que las parroquias de Perucho y Puéllaro cuenta con un déficit de agua. El análisis de calidad de agua nos dio como resultado que los índices de coliformes fecales, en los sistemas de Agua del Pueblo, Piango y Alchipichí no se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles siendo estos 24000 NMP/100ml, 1500 NMP/100ml y 2000 NMP/100ml respectivamente comparado con los 1000 NMP/100ml de la tabla de criterios admisibles de calidad de agua para uso agrícola de la norma de calidad ambiental.

- En el análisis de infraestructura se determinó que existen 4 tipos de canales estos son revestido, abierto, embaulado y entubado, además se obtuvo las longitudes de cada uno de estos tipos de canales, los canales están constituidos en mayor parte por canales revestidos y entubados, seguido de tramos con canales abiertos y embaulados. Con dicha información se precedió a determinar la eficiencia de cada sistema de riego siendo estos Alchipichí con una eficiencia de riego del 70%, Marianita con el 80%, El Turo con el 85%, Piango con el 85%, La Josefina con el 85%, Agua del Pueblo con el 90% y en la parroquia de Perucho el sistema de riego Palmares con una eficiencia de riego del 90%.

- Se planteo una propuesta de optimización de los sistemas de riego las cuales constan del embaulamiento de los canales y la estabilización de los taludes en tramos críticos donde existen deslizamientos, además de esto se propuso revestir los canales abiertos en suelo natural para que no existan perdidas de volumen de agua, con lo que se procedió a estimar un presupuesto de \$ 818260, 58.

Recomendaciones

- Las juntas de agua de los distintos sistemas de riego deben realizar el mantenimiento del canal por lo menos cuatro veces al año de las estructuras existentes en el sistema de riego a manera de garantizar la provisión del caudal de riego, de esta forma se evitará la pérdida de caudal y los daños en las estructuras.
- Se recomienda colocar regletas a lo largo del sistema de riego o en puntos críticos establecidos, para que la persona encargada de dar mantenimiento pueda llevar un registro de las alturas que llega la lámina de agua en distintas épocas del año.
- Se recomienda realizar un seguimiento para localizar y clausurar las conexiones de desagüe domiciliarias que evacuan al canal.

Bibliografía

- Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador. (Noviembre de 2016). Recuperado el 15 de Enero de 2022, de <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/HABLEMOS-DE-RIEGO-LOW.pdf>
- Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador. (2016). *Hablemos de riego*. Recuperado el 14 de Diciembre de 2021, de <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/HABLEMOS-DE-RIEGO-LOW.pdf>
- Demin, P. (2014). *Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego*. Instituto de Tecnología Agropecuaria. Recuperado el 1 de Enero de 2022, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_aportes_para_el_mejoramiento_del_manejo_de_los_sistemas_de_riego.pdf
- Demin, P. (2014). Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego. *Sistemas de riego*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2021, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_aportes_para_el_mejoramiento_del_manejo_de_los_sistemas_de_riego.pdf
- Faci Gonzalez, J., & Playan Jubillar, E. (s.f.). *Principios básicos del riego por superficie*. Madrid. Recuperado el 1 de Enero de 2021, de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_10-11.pdf
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rual de Perucho. (2019). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia de Perucho*. Quito. Recuperado el 12 de Noviembre de 2021, de http://www.perucho.gob.ec/images/DocumentosGAD2019-2014/2020-07-09_PDOT-2019-2023_GAD-Perucho_Fina01.pdf

Hidalgo Tamayo, L. (2017). *Guía práctica para aforar en canales y cauces naturales, utilizando instrumentación básica y de bajo costo*. Escuela Politécnica Nacional, Quito. Recuperado el 12 de Diciembre de 2021, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/18851>

Hidalgo Tamayo, L. A. (2017). *Guía práctica para aforar en canales y caudales naturales, utilizando instrumentación básica y de bajo costo*. Quito.

iAguá. (10 de Julio de 2019). Recuperado el 12 de Febrero de 2022, de <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/evapotranspiracion-y-kc-parte-i>

Miranda, O. (s.f.). *Cuándo y cuánto regar*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2021, de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/26652/NR11862.pdf?sequence=1>

Norma de Calidad ambiental y de descarga de afluentes: Recurso agua. (s.f.). Recuperado el 19 de Diciembre de 2021, de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>

(2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia de Puéllaro 2019-2023*. Quito. Recuperado el 12 de Noviembre de 2021, de <https://puellaro.gob.ec/pichincha/wp-content/uploads/2020/07/PDOT-PUELLARO-RECTIFICADO-18-DIC-2020.pdf>