

# UCUENCA

**Universidad de Cuenca**

**Facultad de Ingeniería**

**Carrera de Ingeniería Civil**

**Estudio hidrotécnico para la distribución del caudal del sistema de riego de las comunidades de Cachi y Rumipamba del cantón Girón, provincia del Azuay**

Trabajo de titulación previo a la  
obtención del título de Ingeniero  
Civil


**Autores:**

Kathya Paulina Condo Guartán

Juan Sebastián Valdez Pintado

**Director:**

Esteban Alonso Pacheco Tobar

ORCID:  0000-0001-9292-7193

**Cuenca, Ecuador**

2024-09-18

## Resumen

El proyecto de riego de las comunidades de Cachi-Rumipamba, gestionado por el Gobierno Provincial del Azuay, se encuentra en la zona montañosa al suroeste del cantón Girón. Su contexto implica desafíos significativos en cuanto a infraestructura y desempeño de sistemas de riego, ya que la implementación de proyectos en ecosistemas de alta montaña afronta retos como: clima, topografía, disponibilidad del agua, y transferencia tecnológica. Por ello, en la mayoría de los casos, no es viable utilizar métodos y sistemas de riego convencional. En este contexto, se presenta un estudio para la tecnificación de la distribución y aplicación del agua. El estudio contempla: i) Evaluación y caracterización biofísica de la zona mediante el análisis de información disponible para la identificación del modelo de distribución; ii) Diseño del esquema hidrotécnico mediante simulación en modelo numérico Epanet, aplicación de agua en el sistema mediante riego presurizado; y iii) Valoración económica de la infraestructura básica para la red de distribución y tecnología de aplicación. Según la caracterización realizada, se propone un sistema de distribución: 1) Caudal continuo de diseño de 51 (L/s) para un área total regable de 88.5 ha ; 2) Sectores con rotación de 7 días y 12 horas de riego para 7.4 ha promedio; 3) Red de distribución presurizada con presiones de trabajo en el rango de 20 a 40 m.c.a. y, 4) Sistemas de aplicación para riego por aspersión mediante 2 laterales móviles con 2 aspersores por lateral con caudales de 1.32 (L/s) para 2.7 horas por lateral.

*Palabras clave del autor:* riego en alta montaña, métodos de riego, epanet



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

**Repositorio Institucional:** <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

### Abstract

The irrigation project for the communities of Cachi-Rumipamba, managed by the Provincial Government of Azuay, is located in the mountainous area southwest of the Girón canton. This context presents significant challenges regarding infrastructure and the performance of irrigation systems, as implementing projects in high-altitude ecosystems faces issues such as climate, topography, water availability, and technological transfer. Therefore, in most cases, it is not feasible to use conventional irrigation methods and systems. In this context, a study is proposed for the modernization of water distribution and application. The study includes: i) Evaluation and biophysical characterization of the area through the analysis of available information to identify the distribution model; ii) Design of the hydrotechnical scheme using numerical simulation in the Epanet model, applying water in the system through pressurized irrigation; and iii) Economic valuation of the basic infrastructure necessary for the distribution network and application technology. According to the characterization carried out, a distribution system is proposed: 1) Continuous design flow of 51 L/s for a total irrigable area of 88.5 ha; 2) Sectors with a rotation of 7 days and 12 hours of irrigation for an average of 7.4 ha; 3) Pressurized distribution network with operating pressures in the range of 20 to 40 m.c.a.; and 4) Application systems for sprinkler irrigation using 2 mobile laterals, each with 2 sprinklers and flows of 1.32 L/s for 2.7 hours per lateral.

*Author Keywords:* high mountain irrigation, irrigation methods, epanet



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

**Institutional Repository:** <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

## Índice de contenido

1. Introducción .....	9
1.1. Antecedentes y justificación.....	9
1.2. Objetivos.....	9
2. Materiales y Métodos: Métodos de riego en ecosistemas de montaña .....	10
2.1. Zona de estudio.....	10
2.2. Diagnóstico del sistema de riego actual .....	15
2.3. Demanda hídrica en la zona de riego.....	15
2.4. El suelo como reservorio natural .....	18
2.5. Otros aspectos técnicos de sistemas de riego en ecosistemas de montaña .....	20
3. Resultados y discusión.....	25
3.1. Catastro de usuarios y determinación del área regable.....	25
3.2. Sectorización de la zona de riego para distribución .....	26
3.3. Definición de las propiedades hidrofísicas del suelo.....	27
3.4. Determinación de la necesidad hídrica .....	27
3.5. Propuestas para la distribución del sistema de riego.....	30
3.6. Diseño hidrotécnico - Análisis hidráulico del sistema de riego .....	32
3.7. Diseño de la parcela tipo.....	34
3.8. Presupuesto .....	36
4. Conclusiones y recomendaciones .....	39
5. Referencias.....	41
6. Anexos .....	43

## Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de la zona. ....	10
Figura 2. Mapa de pendientes. ....	11
Figura 3. Mapa del tipo de suelos de la zona de estudio. ....	13
Figura 4. Sectorización de la zona de riego. ....	26
Figura 5. Longitud del periodo de crecimiento. ....	28
Figura 6. Trazado de red secundaria y redes terciarias del sector 1. ....	32
Figura 7. Trazado de redes secundarias y terciarias para el sector 1. ....	33
Figura 8. Esquema de la cámara anuladora de presión. ....	34

## Índice de tablas

Tabla 1. Temperaturas promedio mensual de la zona de estudio. ....	12
Tabla 2. Precipitación promedio mensual entre los años 1990 y 2013.....	12
Tabla 3. Precipitación de garantía de ocurrencia. ....	12
Tabla 4. Tipo de suelos de la zona de estudio.....	14
Tabla 5. Área y cultivos en la zona de estudio.....	14
Tabla 6. Métodos de riego en las comunidades Cachi – Rumipamba. ....	15
Tabla 7. Valores del coeficiente único del cultivo. Fuente: (Allen, et al., 2006).....	17
Tabla 8. Humedades características para diferentes tipos de suelo.....	19
Tabla 9. Profundidad máxima efectiva de las raíces. ....	19
Tabla 10. Factores de reducción “p” de acuerdo al tipo de cultivo. ....	20
Tabla 11. Tipos de riego, eficiencia y aplicación. (Pacheco & Carrillo , 2022) .....	22
Tabla 12. Guía para la determinación de velocidad de infiltración del suelo. ....	23
Tabla 13. Espaciamiento entre aspersores ( $S_L$ ) y matriz de dotación ( $S_M$ ).....	24
Tabla 14. Tipo de cobertura vegetal y aplicación de riego. ....	25
Tabla 15. Áreas consideradas para el diseño del sistema de riego. ....	26
Tabla 16. Agua total disponible (ADT) y agua fácilmente aprovechable (AFA). ....	27
Tabla 17. Precipitación efectiva.....	27
Tabla 18. Evapotranspiración en la zona de estudio.....	28
Tabla 19. Tipos de cultivos y eficiencias de los métodos de riego.....	29
Tabla 20. Determinación de $K_C$ , $ETC$ , NR neta y bruta.....	29
Tabla 21. Dosis bruta acumulada.....	30
Tabla 22. Necesidad hídrica acumulada .....	30
Tabla 23. Propuestas para la distribución del sistema de riego .....	31
Tabla 24. Diseño de la cámara anuladora de presión .....	33
Tabla 25. Dimensiones de la cámara anuladora de presión .....	34
Tabla 26. Necesidades hídricas para el diseño de la parcela tipo. ....	34
Tabla 27. Características del aspersor.....	35
Tabla 28. Sistema de configuración de la parcela tipo .....	35
Tabla 29. Diámetro de la tubería de conexión entre aspersores y pérdida de carga. ....	35
Tabla 30. Determinación del área regada por turno. ....	36
Tabla 31. Presupuesto para la parcela tipo .....	36
Tabla 32. Presupuesto para la cámara anuladora de presión.....	37

### **Agradecimiento**

A nuestro tutor, Ing. Esteban Pacheco, por sus conocimientos impartidos y su acompañamiento en el proceso de este trabajo de titulación.

A los usuarios del canal de la comunidad de Cachi y Rumipamba por su acogida.

A Don Julio Sanmartín y Don Ignacio Brito líderes de las comunidades de Cachi y Rumipamba, por brindarnos su ayuda en la zona de estudio, demostrando su compromiso por el porvenir de sus comunidades.

Al Gobierno Provincial del Azuay, que con su equipo de riego mediante apoyo técnico fueron claves para el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Bryan Sanmartín, por su compromiso con la academia y la prefectura.

Al amigo y futuro ingeniero Juan Aguirre.

A los próximos ingenieros Danny Guamán y Juan Guanuchi, las anécdotas y los amigos son para siempre.

A los futuros ingenieros e ingenieras Wendy Carchi, Paola Baculima, Josué López, Vanessa Zhingri, Marco Torres, Maite Quinde, Erick Molina, Doménica Reyes, Diana Zhiña, Danny Aucapiña, Daniel Monge y Carlos Allaico, quienes realizaron sus prácticas preprofesionales entorno a este trabajo de titulación.

Agradecidos infinitamente con familiares, amigos y compañeros.

**Juan y Kathya**

**Dedicatoria**

A mi papá Francisco por su sacrificio, a mi mamá Patricia por su amor y paciencia y a mi hermana Ma. Caridad por su cariño.

A mi familia por su apoyo incondicional y ser la razón de mi felicidad.

Gracias, por tanto.

A todos mis amigos y amigas, mi profunda gratitud por hacer de esta experiencia una vivencia tan única y enriquecedora.

**Juan Sebastián**

A mis padres, por sus enseñanzas, amor y apoyo incondicional.

A mi hermana, por acompañarme en cada paso del camino.

A mis amigas y amigos que han hecho de esta etapa una experiencia inolvidable.

A mi familia, por sus palabras de aliento.

**Kathya Paulina**



## 1. Introducción

### 1.1. Antecedentes y justificación

El desarrollo agroproductivo en sectores rurales de ecosistemas de montaña afronta una serie de dificultades que desembocan en bajas capacidades para afrontar retos de producción y para garantizar seguridad alimentaria (Naranjo, 2016). A esta problemática debe sumarse la dificultad de acceso a zonas productivas, así como, la insuficiente infraestructura, inversión y capacitación para el emprendimiento y manejo de agricultura sostenible (Calvache, 2009).

De manera particular en varias zonas del austro ecuatoriano se adolece de infraestructura técnica básica para sistemas que garanticen el manejo planificado del recurso y el uso eficiente de tecnologías para sistemas de riego, presentándose desafíos en aspectos que tienen que ver con: clima, topografía, disponibilidad del agua, y transferencia tecnológica. Es así que, en el contexto de la gestión que viene llevando a cabo el Gobierno Provincial del Azuay, se ha planteado adecuado realizar un estudio del sistema de distribución para el proyecto de riego de las comunidades de Cachi-Rumipamba, de forma que se disponga de una propuesta técnica que permita, por un lado, incorporar procedimientos de caracterización y definición de parámetros técnicos de riego, y por otro lado, disponer de un modelo de manejo de agua de riego en correspondencia con el desempeño y eficiencias esperadas para tecnología de aspersión.

En este contexto, para dar un aporte al desarrollo de infraestructura de riego en la región, se presenta un estudio para la tecnificación de la distribución y aplicación del agua. El estudio contempla: i) Evaluación y caracterización biofísica de la zona mediante el análisis de información disponible para la identificación del modelo de distribución; ii) Diseño del esquema hidrotécnico mediante simulación en modelo numérico Epanet para la red de distribución secundaria y terciaria, así como la implementación del agua en el sistema mediante riego presurizado; y iii) Valoración económica de la infraestructura básica para la red de distribución y tecnología de implementación.

### 1.2. Objetivos

#### Objetivo general

Aportar al desarrollo de la infraestructura del sistema de riego en el austro ecuatoriano mediante la tecnificación, distribución y aplicación del agua de riego en las comunidades de Cachi y Rumipamba del cantón Girón, provincia del Azuay.

## Objetivos específicos

- Realizar la caracterización biofísica de la zona y su infraestructura existente.
- Realizar el diseño del esquema hidrotécnico para la distribución y aplicación de agua en el sistema de riego.
- Realizar la valoración económica de la distribución secundaria, terciaria y métodos de aplicación en el sistema de riego.

## 2. Materiales y Métodos: Métodos de riego en ecosistemas de montaña

### 2.1. Zona de estudio

#### Ubicación y descripción general

La zona de estudio se ubica al suroeste del cantón Girón a 13 km de la cabecera cantonal (Figura 1), entre las cotas 1730 msnm y 2525 msnm, el cual abarca las comunidades de Cachi y Rumipamba.

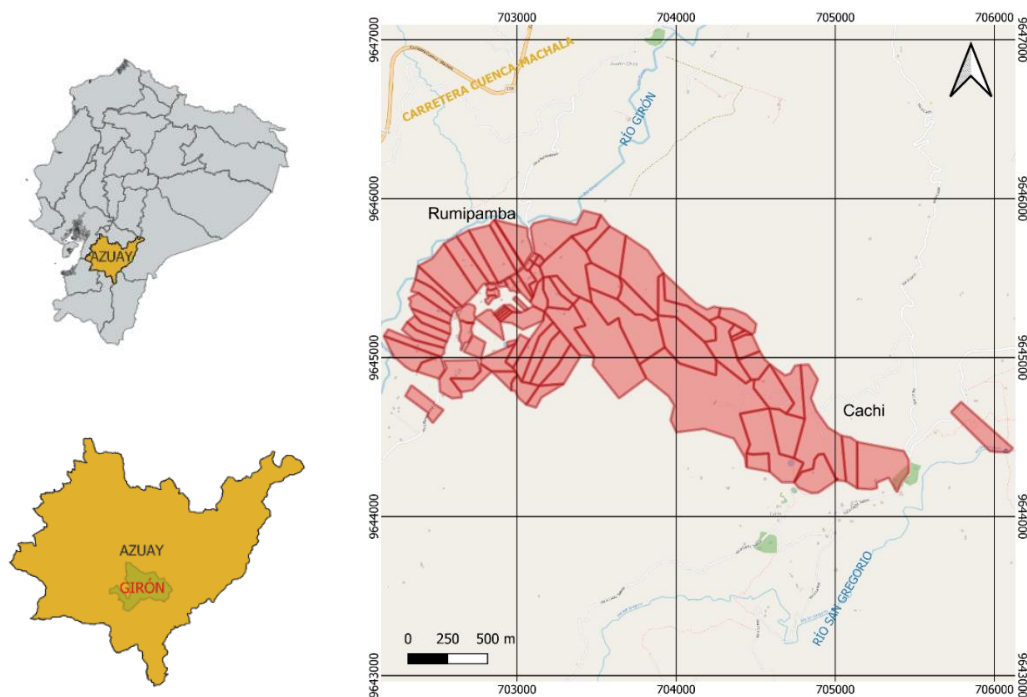


Figura 1. Ubicación de la zona.

*El PDOT del cantón Girón 2014-2023 denota que no existe una delimitación geográfica de los asentamientos periféricos, por lo que la sectorización se la realiza en base a información brindada por líderes y organizaciones existentes en territorio (Ramírez, et al., 2023). La zona de estudio corresponde a un ecosistema montañoso del austro ecuatoriano. En Cachi nótese la heterogeneidad de las parcelas en cuanto a tamaño, son visiblemente más grandes que las de Rumipamba. Elaborado por Condo & Valdez.*

La zona de estudio abarca un área bruta de 234 ha, se caracteriza por una topografía accidentada. Las pendientes son más pronunciadas en la zona alta, mientras que, en la zona baja estas se suavizan (Figura 2).

De acuerdo al rango de pendientes presentes en el ecosistema de montaña se atribuyen ciertas limitaciones y recomendaciones para su uso según el PDOT<sup>1</sup> del cantón Girón. Se puede observar en la Figura 2 las pendientes fuertes dentro del intervalo 25 - 40%, este rango presenta riesgo de deslizamientos, erosión hídrica y eólica. Para pendientes muy fuertes, de 40 - 70%, los inconvenientes de erosión y deslizamientos son más comunes, se pierde cobertura vegetal y cambia el uso de suelo, siendo además no recomendable la mecanización para producción agrícola. En pendientes abruptas de 70 – 100% la actividad agropecuaria es nula, pues los peligros mencionados anteriormente se presentan con recurrencia (Ramírez, et al., 2023).

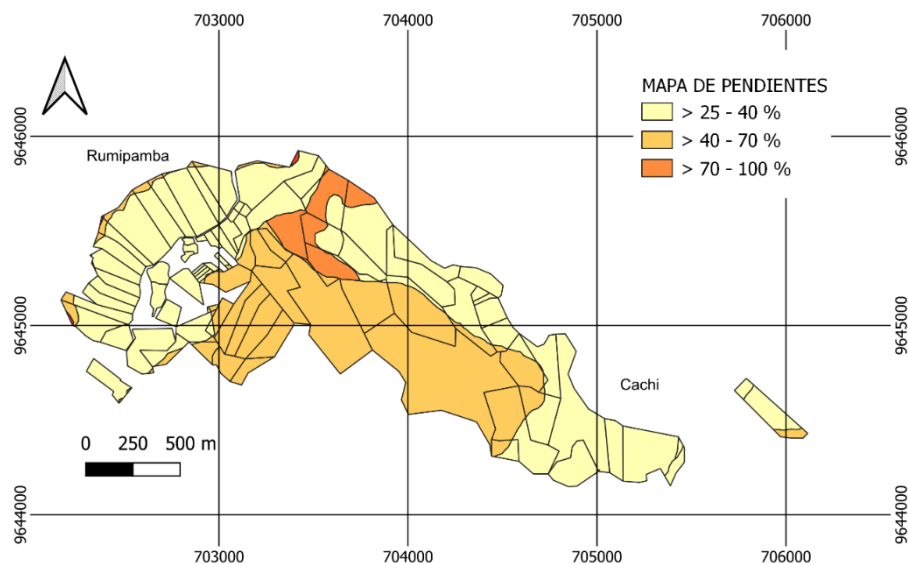


Figura 2. Mapa de pendientes.

*En la zona de estudio predominan las pendientes fuertes (25-40%), las pendientes muy fuertes (40-70%) se encuentran en la zona baja de Cachi y en la zona alta de Rumipamba, en contraste, las áreas con pendientes abruptas (70-100%) ocupan una proporción menor del territorio total.*

*Elaborado por Condo & Valdez. Fuente: SIGTIERRAS.*

<sup>1</sup> Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Girón 2014-2023.

### - Temperatura promedio mensual

La temperatura media <sup>2</sup> define la zona climática y es básica para proyectar la evapotranspiración de referencia. De acuerdo a la zonificación agroecológica del austro ecuatoriano (Cisneros, et al., 1999), la zona de estudio se clasifica como trópico fresco.

Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. prom. máx. (°C)	16.39	14.82	15.4	16.32	18.60	21.12	22.8	24.20	22.73	23.98	23.56	16.34
T. prom. mín. (°C)	7.23	4.79	5.37	6.29	8.57	10.86	12.77	14.17	12.70	13.95	13.59	6.31
T. med. (°C)	11.81	9.81	10.39	11.31	13.59	15.99	17.79	19.19	17.72	18.97	18.58	11.33

*Tabla 1. Temperaturas promedio mensual de la zona de estudio.*

*Para los meses de diciembre a mayo la máxima de 17°C y mínima de 7 °C, para los meses de junio a octubre la máxima de 24°C y mínima de 14. °C.*

### - Precipitación media mensual

Los valores de precipitación media mensual se obtuvieron de la estación Girón M0419 para un periodo de 24 años (1990 al 2013) (Anexo A).

Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
P. (mm/mes)	114.82	131.39	189.24	122.63	44.01	30.35	10.90	6.76	17.74	44.45	62.21	93.64
P. (mm/día)	3.70	4.69	6.10	4.09	1.42	1.01	0.35	0.22	0.59	1.43	2.07	3.02

*Tabla 2. Precipitación promedio mensual entre los años 1990 y 2013.*

*Tomado de los anuarios del INAMHI.*

La precipitación de garantía se determinó mediante el método de Weibull con una probabilidad de ocurrencia del 75%, el cual realiza una estimación precisa sobre la cantidad y frecuencia de lluvia en la zona de estudio.

Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
P. (mm/mes)	57.9	94.2	134.5	74.9	18.5	2.9	4.1	2.0	6.9	22.7	20.4	61.8

*Tabla 3. Precipitación de garantía de ocurrencia.*

*La precipitación mínima ocurre en el mes de agosto (2 mm/día) y la máxima en el mes de marzo (134.5 mm/día).*

<sup>2</sup> Los datos de temperatura y de radiación solar fueron proporcionados por el equipo de riego de la prefectura del Azuay.

### - Tipo de suelo

El suelo se caracteriza por la capacidad de retención hídrica y nutrientes necesarios para los cultivos. La granulometría y estratigrafía del suelo depende de los componentes granulométricos: limo, arcilla y arena, esta combinación influye en varias características como porosidad, compactación, retención de humedad, permeabilidad y productividad. (Santayana, et al., 2004).

La caracterización del tipo de suelo de la zona se realizó a partir de sistemas de información geográfica, en la Figura 3 se identificó los diferentes tipos de suelo en la zona.

En la comunidad de Cachi el tipo de suelo que impera en el sector es el arcilloso (Tabla 4), este tipo de suelo de acuerdo al Sistema Taxonómico Norteamericano se clasifica como vertisol que son suelos arcillosos expansivos que tienden a agrietarse significativamente cuando se secan (Jaramillo, 2002). Además, debido a sus características permite la retención de una gran cantidad de agua (NucleoJardin, 2024).

En la comunidad de Rumipamba se presenta un gran porcentaje de suelo franco, de acuerdo a su clasificación pertenece al grupo de los entisoles, se caracteriza por: poseer propiedades heterogéneas, la presencia de materia orgánica y actividad biológica en su capa superficial (Jaramillo, 2002). Este tipo de suelo es de poca profundidad por lo que en topografía de altas pendientes existe mayor erosión (Ramírez, et al., 2023).

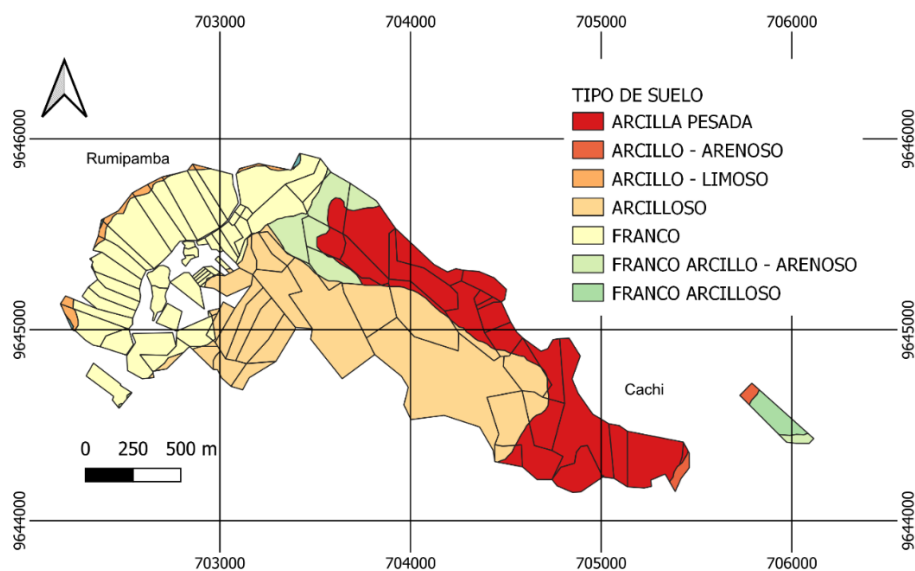


Figura 3. Mapa del tipo de suelos de la zona de estudio.

*Se observa que en la comunidad de Cachi predomina el suelo arcilloso, en la comunidad de Rumipamba predomina el suelo franco. Elaborado por Condo & Valdez. Fuente: SIGTIERRAS.*

Tipo de suelo	Porcentaje (%)
Arcilla Pesada	22.50
Arcillo-Arenoso	2.14
Arcillo-Limoso	1.43
Arcilloso	32.86
Franco	24.64
Franco Arcillo-Arenoso	5.71
Franco Arcilloso	10.71
<b>Total</b>	<b>100</b>

*Tabla 4. Tipo de suelos de la zona de estudio.*

*Nótese el alto porcentaje en suelos arcillosos y francos.*

#### - **Uso del suelo para agricultura irrigada**

Dentro de las encuestas realizadas en el apartado de datos productivos (Anexo C), se realizó el levantamiento de información con respecto a los cultivos de la zona, el uso principal del suelo radica en pastos de rotación y frutales cítricos (Tabla 5).

Pasto de rotación	Maíz	Frutales cítricos	Banano	Café	Raíces y tubérculos	Leguminosas	Hortalizas pequeñas
22%	17%	23%	5%	12%	15%	4%	3%

*Tabla 5. Área y cultivos en la zona de estudio.*

*Los cultivos predominantes de la zona son los frutales cítricos, pasto de rotación y maíz.*

#### - **Estudio topográfico y catastro de riego**

El catastro <sup>3</sup> del sistema de riego se realizó mediante georreferenciación, en el cual se utilizó equipos<sup>4</sup> de sistema de posicionamiento global.

El perfil <sup>5</sup>del canal de riego existente se realizó mediante procedimientos de levantamiento, nivelación y replanteo directo.

<sup>3</sup> El estudio topográfico se realizó con técnicos del equipo de riego de la Prefectura del Azuay y estudiantes de la carrera de ingeniería civil.

<sup>4</sup> Se utilizó el equipo GPS Garmin para la elaboración del catastro.

<sup>5</sup> El levantamiento del canal de riego se realizó con una precisión horizontal de  $\pm 8$  mm y una vertical de  $\pm 15$  mm. Se utilizó el equipo GNSS CHCNAV 190 mediante el método RTK, enlazado a la base IGM Santa Isabel.

## - Caracterización sociodemográfica

Se realizó encuestas<sup>6</sup> a los socios del canal de riego, levantando datos técnicos, sociales, y productivos que se pueden observar en el Anexo C.

### 2.2. Diagnóstico del sistema de riego actual

El derecho del aprovechamiento y uso del agua del río Rosas establece para el canal de riego del sistema un caudal de 51.33 L/s, determinado para 130 hectáreas de terreno para las comunidades de Cachi y Rumipamba, se dividen en 60 y 70 ha respectivamente, con un total de 52 usuarios (Secretaría Nacional del Agua, 2018).

La captación del sistema está ubicada en el río Rosas a 1.7 km de la comunidad de Cachi, el agua es distribuida a las parcelas de los usuarios a través de un canal sin revestimiento y cauces naturales (quebradas). La derivación

El agua de riego se deriva desde el canal principal mediante compuertas, a través de canales secundarios sin revestimiento hacia los predios. El método de riego que utilizan de acuerdo a las encuestas realizadas a los usuarios (Anexo C) se indica en la Tabla 6. En Cachi, predomina el riego superficial, mientras que en Rumipamba se utiliza principalmente riego por aspersión y goteo.

Métodos de riego	Porcentaje (%)
Superficial	59
Aspersión	35
Goteo	3
No riega	3

*Tabla 6. Métodos de riego en las comunidades Cachi – Rumipamba.*

*El tipo de riego superficial es el más común dentro de los usuarios del sistema de riego.*

Los principales problemas que denota el sistema de riego actual radican en la falta de presión para el método de riego por aspersión, conexiones ilícitas e infiltración, debido a todos estos factores se estima que el sistema tiene una eficiencia del 50%.

### 2.3. Demanda hídrica en la zona de riego

El agua para riego complementa la acción de la lluvia en época de sequía, la cual debe estar disponible para el eficiente desarrollo de los cultivos (Santayana, et al., 2004). Por lo que, en el suelo la cantidad del recurso hídrico absorbido debe ser igual al utilizado, la misma se

<sup>6</sup> Las encuestas se realizaron en colaboración con estudiantes que cumplieran sus prácticas preprofesionales y líderes de la zona mediante reuniones presenciales con los socios del canal.

determina según intervalos de tiempo para simplificar el diseño, planificación, gestión de sistemas y técnicas de distribución (Pacheco & Carrillo , 2022).

### Evapotranspiración

La evaporación (agua líquida a vapor) y la transpiración (vaporización del agua líquida presente en los cultivos) son procesos que se dan a la par. El cultivo en su etapa inicial pierde el agua por evaporación directa y a medida que este avanza la transpiración llega a ser el proceso principal (Allen, et al., 2006).

### Evapotranspiración del cultivo de referencia “ET<sub>0</sub>”

Es la tasa de evapotranspiración de una zona que no posee limitaciones de agua, un uso del suelo de referencia es un cultivo hipotético de pasto de rotación uniforme en constante crecimiento y regado adecuadamente, tiene las siguientes características: altura de 0.12 m, resistencia a la superficie de 70 s m<sup>-1</sup> y su albedo<sup>7</sup> de 0.23 m (Allen, et al., 2006).

La evapotranspiración de referencia se determinó por el método de Hargreaves (1985), este método es utilizado para regiones en donde no se disponen de información como: radiación solar, humedad relativa o velocidad de viento, o no es adecuado importarlos de una estación cercana por la diferencia de condiciones climáticas (Allen, et al., 2006).

$$ET_0 = 0.0023 (T_{media} + 17.8)(T_{max} - T_{min})^{0.5} R_a \quad (1)$$

donde:

ET<sub>0</sub> evapotranspiración de referencia (mm día<sup>-1</sup>),

T<sub>media</sub> temperatura media diaria (°C),

T<sub>max</sub> temperatura diaria máxima (°C),

T<sub>min</sub> temperatura diaria mínima (°C),

R<sub>a</sub> radiación solar extraterrestre (mm día<sup>-1</sup>).

### Coeficiente de cultivo “K<sub>c</sub>”

Determinado a partir de las características del cultivo y el efecto de la evaporación de la zona (Allen, et al., 2006). El coeficiente de cultivo K<sub>c</sub> es variable ya que depende de su fase de desarrollo, del clima y del consumo de agua (Pacheco & Carrillo , 2022).

---

<sup>7</sup> Albedo-porcentaje de radiación que cualquier superficie refleja respecto a la radiación que incide sobre ella.



Un cultivo tiene cuatro etapas en su periodo vegetativo: la etapa inicial comprende el periodo desde la siembra hasta que el cultivo se encuentra establecido; la segunda etapa es la de desarrollo; la tercera etapa comprende la de mediados del período o temporada, abarca hasta el envejecimiento del follaje que es la iniciación de maduración del cultivo; por último, la cuarta etapa es la de maduración y cosecha, resalta por su bajo consumo de agua. (Fuentes & García, 1999).

En la Tabla 7 se encuentran los valores típicos  $K_{c\text{ ini}}$  (primera etapa),  $K_{c\text{ med}}$  (mediados del periodo, segunda y tercera etapa),  $K_{c\text{ fin}}$  (etapa final) de los distintos cultivos de la zona.

Cultivo	$K_{c\text{ ini}}$	$K_{c\text{ med}}$	$K_{c\text{ fin}}$
Pasto de rotación	0.40	0.85 – 1.05	0.85
Maíz	0.30	1.15	0.40
Frutales cítricos	0.85	0.85	0.85
Banano	1	1.20	1.10
Café	0.90	0.95	0.95
Raíces y tubérculos	0.5	1.10	0.95
Leguminosas	0.4	1.15	0.55
Hortalizas pequeñas	0.7	1.05	0.95

Tabla 7. Valores del coeficiente único del cultivo. Fuente: (Allen, et al., 2006).

### Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar “ $ET_c$ ”

La evapotranspiración del cultivo  $ET_c$  depende de las condiciones del tiempo atmosférico proporcionados por la  $ET_0$  y de las características del cultivo por el coeficiente  $K_c$ .

$$ET_c = K_c \cdot ET_0 \quad (2)$$

donde:

$ET_c$  evapotranspiración de cultivo ( $\text{mm día}^{-1}$ ),

$K_c$  coeficiente de cultivo (adimensional),

$ET_0$  evapotranspiración de referencia ( $\text{mm día}^{-1}$ ).

### Precipitación efectiva “ $P_{ef}$ ”

La precipitación efectiva hace referencia al agua lluvia que llegará a la zona radicular de las plantas y estará disponible para los cultivos, la importancia de la precipitación dentro del proyecto está definida por la garantía de ocurrencia a utilizar, esta a su vez depende de la frecuencia y de la caracterización de la zona, además se debe tomar en cuenta las pérdidas

por factores como la intercepción, evaporación, infiltración profunda y escorrentía superficial (Pacheco & Carrillo, 2022). La precipitación efectiva resulta de una fracción de la precipitación total, como se indica:

$$P_{ef} = a \cdot P_{tot} \quad (3)$$

donde:

$P_{ef}$  precipitación efectiva (mm día<sup>-1</sup>),

$a$  fracción (0.7 para zonas secas en donde no se requiere contar con un aporte significativo de la precipitación hasta 0.9 zonas húmedas en las cuales se requiere contar con un aporte sustancial),

$P_{tot}$  precipitación total con garantía de ocurrencia (mm día<sup>-1</sup>).

### **Balance de necesidades hídricas del proyecto “NR”**

Se determinaron las demandas hídricas del proyecto a partir de la evapotranspiración de cultivos y el aporte efectivo de la precipitación.

$$NR = ET_c - P_{ef} \quad (4)$$

donde:

$NR$  necesidad hídrica neta (mm día<sup>-1</sup>),

$ET_c$  evapotranspiración de cultivo (mm día<sup>-1</sup>),

$P_{ef}$  precipitación efectiva (mm día<sup>-1</sup>).

## **2.4. El suelo como reservorio natural**

Posterior al proceso de riego o de una precipitación el suelo drena el agua hasta llegar a la humedad de capacidad de campo “ $\theta_{FC}$ ”, esta es la cantidad de agua sobrante luego de que disminuye el drenaje por gravedad. Por otro lado, cuando no existe una fuente de agua, el cultivo consume el agua y la humedad en su zona radicular disminuye, la extracción por las plantas se dificulta hasta no poder extraer más agua remanente y llega finalmente a la humedad de punto de marchitez “ $\theta_{WP}$ ” (Allen, et al., 2006).

Las humedades características se tomaron en función del tipo de suelo de acuerdo al sistema de clasificación por textura (USDA, 1999), como se indica en la Tabla 8.

Tipo de suelo	Características de la humedad del suelo	
	$\theta_{FC} [m^3/m^3]$	$\theta_{WP} [m^3/m^3]$
Arcilla pesada	0.36	0.22
Arcillo – arenoso	0.32	0.17
Arcillo – limoso	0.36	0.23
Arcilloso	0.36	0.22
Franco	0.25	0.12
Franco arcillo – arenoso	0.25	0.11
Franco arcilloso	0.30	0.17

Tabla 8. Humedades características para diferentes tipos de suelo. Fuente: (Allen, et al., 2006).

El agua total disponible en la zona radicular del suelo “ADT” para un cultivo se calcula de acuerdo a la profundidad de su raíz y la diferencia entre las humedades características:

$$ADT = 1000 \cdot (\theta_{FC} - \theta_{WP}) \cdot Z_r \quad (5)$$

donde:

$ADT$  agua total disponible en la zona radicular del suelo (mm),

$\theta_{FC}$  humedad de capacidad de campo ( $m^3/m^3$ ),

$\theta_{WP}$  humedad de punto de marchitez ( $m^3/m^3$ ),

$Z_r$  profundidad de las raíces (m).

De acuerdo al tipo de cultivos presentes en la zona de riego, se tomó los valores de referencia (Tabla 9) para la profundidad máxima efectiva de las raíces de acuerdo a los rangos establecidos por la FAO (Food Agriculture Organization).

Cultivo	$Z_r$
	(m)
Pasto de rotación	1
Maíz	1
Frutales cítricos	1.3
Banano	0.7
Café	1.2
Raíces y tubérculos	0.6
Leguminosas	0.7
Hortalizas pequeñas	0.4

Tabla 9. Profundidad máxima efectiva de las raíces. Fuente: (Allen, et al., 2006).

Se determinó el agua fácilmente aprovechable “AFA” a partir de la siguiente ecuación:

$$AFA = p \cdot ADT \quad (6)$$

donde:

*AFA* agua fácilmente aprovechable de la zona radicular del suelo (mm),

*p* factor de reducción (adimensional),

*ADT* agua total disponible en la zona radicular del suelo (mm).

El factor de reducción “p” depende de la distribución de raíces y el manejo seguro del cultivo (Allen, et al., 2006). Los factores utilizados se indican en la Tabla 10.

Cultivo	p
Pasto de rotación	0.60
Maíz	0.50
Frutales cítricos	0.50
Banano	0.35
Café	0.40
Raíces y tubérculos	0.50
Leguminosas	0.45
Hortalizas pequeñas	0.45

Tabla 10. Factores de reducción “p” de acuerdo al tipo de cultivo. Fuente (Allen, et al., 2006).

## 2.5. Otros aspectos técnicos de sistemas de riego en ecosistemas de montaña

### Frecuencia de riego

La frecuencia de riego “F” se debe elegir de tal manera que se tenga un adecuado control y gestión del sistema (por lo general 7 días) (López, 1992), con la elección de la frecuencia, la lámina de riego no debe superar la capacidad de absorción del suelo, evitando que el agua de escorrentía represente un valor sustancial, la frecuencia se determinó mediante la razón entre la cantidad de agua presente en el suelo y la necesidad hídrica neta (Castañon, 2000).

$$F = \frac{AFA}{NR} \quad (7)$$

donde:

*F* frecuencia máxima de aplicación de riego (días),

*AFA* agua fácilmente aprovechable de la zona radicular del suelo (mm),

*NR* necesidad hídrica neta (mm día<sup>-1</sup>).

### Dosis de riego

La dosis neta “ $I_n$ ” es la cantidad de agua que penetrará en el suelo.

$$I_n = (ET_c - P_{ef}) \cdot F \quad (8)$$

donde:

$I_n$  dosis neta (mm),

$ET_c$  evapotranspiración de cultivo ( $\text{mm día}^{-1}$ ),

$P_{ef}$  precipitación efectiva ( $\text{mm día}^{-1}$ ).

$F$  frecuencia de riego (días).

La dosis bruta “ $I_g$ ” es la cantidad de agua proporcionada por el sistema de irrigación suficiente para compensar las pérdidas por intercepción, evaporación directa, escorrentía superficial y percolación profunda (Pacheco & Carrillo , 2022).

$$I_g = \frac{I_n}{E_a} \quad (9)$$

donde:

$I_g$  dosis bruta (mm),

$E_a$  eficiencia del método de riego (adimensional).

### Caudales

El caudal ficticio continuo se determina en base al requisito hídrico de los cultivos y a las fluctuaciones en el ciclo vegetativo para cada mes y en base a ello se obtiene el caudal mínimo a ser captado de la fuente de agua (Pacheco & Carrillo , 2022).

El caudal característico es el caudal ficticio continuo máximo aplicado en una superficie neta de riego, se expresa en l/s/ha.

### Dimensionamiento de las tuberías

Para obtener los diámetros<sup>8</sup> de las redes secundarias y terciarias de entrega a usuarios se utilizó la ecuación de Darcy-Weisbach la cual considera las pérdidas por fricción y pérdidas locales.

$$h_f = f \cdot \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2g} \quad (10)$$

donde:

- $h_f$  pérdida de carga (m),
- $f$  factor de fricción de Darcy (adimensional),
- $L$  longitud de la tubería (m),
- $V$  velocidad (m/s).
- $D$  diámetro interno de la tubería (m),
- $g$  aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>).

### Criterios de diseño de la unidad parcelaria

Las formas de irrigación hídrica al suelo se clasifican en términos generales en tres métodos (Pacheco & Carrillo , 2022).

- Riego superficial o riego por gravedad
- Riego por aspersión y microaspersión
- Riego por goteo

Cada método presenta características de eficiencia y aplicación específicas, mismas que permiten aplicar el método más conveniente en la zona de estudio.

Tipo de riego	Eficiencia	Implementación
Riego superficial o riego por gravedad	40-60 %	Baja infiltración y poca uniformidad.
Riego por aspersión y microaspersión	70-80 %	Método presurizado, facilidad de implementación en terrenos accidentados.
Riego por goteo	80-90 %	Se aplica de forma directa por filtración mediante emisores para el caso goteros, recomendable para cultivos en hilera.

*Tabla 11. Tipos de riego, eficiencia y aplicación. (Pacheco & Carrillo , 2022)*

<sup>8</sup> Los diámetros comerciales de las tuberías se obtuvieron del catálogo de tuberías y accesorios PVC y PE BD para uso agrícola de PLASTIGAMA.

*Para la elección del tipo de riego en zona montañosa es necesario determinar características como: suelo, cultivo, disponibilidad del recurso, de esta manera nos aseguramos que el sistema no presente problemas como escasez de agua o riego no apropiado.*

Para el diseño de la parcela tipo se determinó el área regable neta, considerando el suelo potencialmente cultivable, se identificó el pasto como cultivo predominante, por lo que la necesidad hídrica neta “NR” y la dosis bruta “I<sub>g</sub>” se calcularon para el mismo.

Los factores considerados para el diseño son:

- Pluviosidad del aspersor

Establece la lámina hídrica que proporciona un aspersor en un periodo de tiempo determinado (Pacheco & Carrillo , 2022).

$$P_v = 100 \cdot \frac{Q}{A} \quad (11)$$

donde:

P<sub>v</sub> pluviosidad del aspersor (mm/h),

Q caudal de aplicación del aspersor (m<sup>3</sup>/h),

A área de la superficie de riego asignado al aspersor (m<sup>2</sup>).

- Velocidad de infiltración del suelo

La necesidad de conocer la velocidad de infiltración radica en establecer que tan óptimo es el sistema establecido para un determinado tipo de suelo, esto con la finalidad de evitar desperdicio del agua riego por percolación y escorrentía superficial teniendo como consecuencia posibles erosiones del terreno (Pacheco & Carrillo , 2022).

Para la velocidad de infiltración del suelo se tomó como referencia la pluviosidad del aspersor en el rango de 10-30 (mm/h) definiéndola como moderada (Tabla 12).

Pluviosidad (mm/h)	Infiltración
< 5	baja
10 - 30	moderada
> 50	alta

*Tabla 12. Guía para la determinación de velocidad de infiltración del suelo.*

- Diámetro de mojado y espaciamiento

La eficiencia del aspersor se ve afectada por valores como el viento, el cual determina mediante relaciones los espaciamientos recomendables. (Pacheco & Carrillo , 2022).

La velocidad del viento<sup>9</sup> se asumió dentro del rango de 0 a 8 km/h.

Velocidad de viento (km/h)	$\frac{S_L}{D_w}$	$\frac{S_M}{D_w}$
0 a 8	0.60	0.65
8 a 16	0.50	0.50
16 o más	0.35	0.50

*Tabla 13. Espaciamiento entre aspersores ( $S_L$ ) y matriz de dotación ( $S_M$ )*

*El diámetro de mojado del aspersor ( $D_w$ ) está definido por el fabricante, los factores utilizados fueron 0.60 y 0.65.*

- Presión y caudal

La presión de trabajo del sistema está determinada por la presión disponible en la boquilla del aspersor, se determinó un caudal de referencia a partir de la presión del aspersor a implementar, esto permite definir de manera óptima parámetros como tiempo de riego acorde al tipo y uso de suelo (Pacheco & Carrillo , 2022).

$$Q = 0.011 \cdot C \cdot p^{0.5} D^2 \quad (12)$$

donde:

Q caudal en (l/s),

p presión en atmósferas,

D diámetro de la boquilla (mm),

C coeficiente (0.85 asp. pequeños, 0.9 asp. medianos, 0.95 asp. grandes).

- Tiempo de riego

Definido entre la dosis bruta " $I_g$ " y la pluviosidad " $P_v$ " total del sistema (Pacheco & Carrillo , 2022).

<sup>9</sup> La velocidad del viento se asumió como el promedio de los datos mensuales de los años 2009 a 2011 de la estación meteorológica de San Gerardo debido a su proximidad a la zona de estudio ya que la estación meteorológica de Girón no proporciona dicha información.



$$Tr = \frac{I_g}{P_v} \quad (13)$$

donde:

$T_R$  tiempo de riego (horas).

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Catastro de usuarios y determinación del área regable

Se llevó a cabo el levantamiento topográfico de los predios de los 56 usuarios (Anexo D)<sup>10</sup> que integran el sistema de riego Cachi-Rumipamba. El plano del catastro realizado se detalla en el Anexo L. Con base al catastro realizado, según el esquema de cultivos tradicional y de acuerdo a consideraciones por tipo de vegetación pendientes, se estableció el área regable. Mediante los sistemas de información geográfica<sup>11</sup> se clasificó en dos grupos: área apta para el cultivo y área no apta para el cultivo, este análisis se realizó para los 84 terrenos que conforman el sistema de riego Cachi-Rumipamba, y se obtuvo el área potencialmente regable. En el área de estudio se identificó cinco tipos de cobertura vegetal como se indica en la Tabla 14.

Tipo de cobertura vegetal	Aplicación de riego	Área (%)
Vegetación herbácea	Aplica con restricciones	11.6
Vegetación arbustiva	Aplica con restricciones	16.4
Pastizal	Aplica sin restricciones	64.2
Plantación forestal	No aplica riego	7.7
Cuerpo agua	No aplica riego	0.1
<b>Total</b>		<b>100</b>

*Tabla 14. Tipo de cobertura vegetal y aplicación de riego.*

*Nótese que el pastizal es la vegetación principal en la zona, el cual denota la factibilidad de implementación de un sistema de riego tecnificado. Por otro lado, las restricciones para riego de la vegetación herbácea y arbustiva dependen de la configuración de la parcela de cada propietario.*

A partir del análisis topográfico se identificó que cinco predios se sitúan dentro del rango de pendientes abruptas (70 al 100%), esa fracción de superficie no se consideró como regable independientemente del tipo de vegetación que presente.

<sup>10</sup> En el Anexo D se detalla información complementaria (código de usuario y áreas).

<sup>11</sup> El tipo de vegetación, cobertura y uso de la tierra se obtuvo del Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura (SIGTIERRAS). Se utilizó el sistema de información geográfica "QGIS" para la interpretación de datos.

Debido a la heterogeneidad de la superficie de los predios, se determinó un promedio entre terrenos de dimensiones similares dando como resultado 3 hectáreas, se estableció este valor como el área máxima potencialmente regable por usuario.

Áreas consideradas para el sistema de riego		
Área	ha	%
Bruta	234.32	100
Potencialmente regable	107.61	46

Tabla 15. Áreas consideradas para el diseño del sistema de riego.

*El área potencialmente regable equivale al 46% del área bruta.*

### 3.2. Sectorización de la zona de riego para distribución

Se determinó la división de la zona de riego en 12 sectores (Anexo L), de los cuales, 6 sectores serán abastecidos por la matriz de distribución de Cachi y los otros 6 por la de Rumipamba, para ello se consideró los siguientes aspectos: topografía, área potencialmente regable y la ubicación de la matriz de distribución.

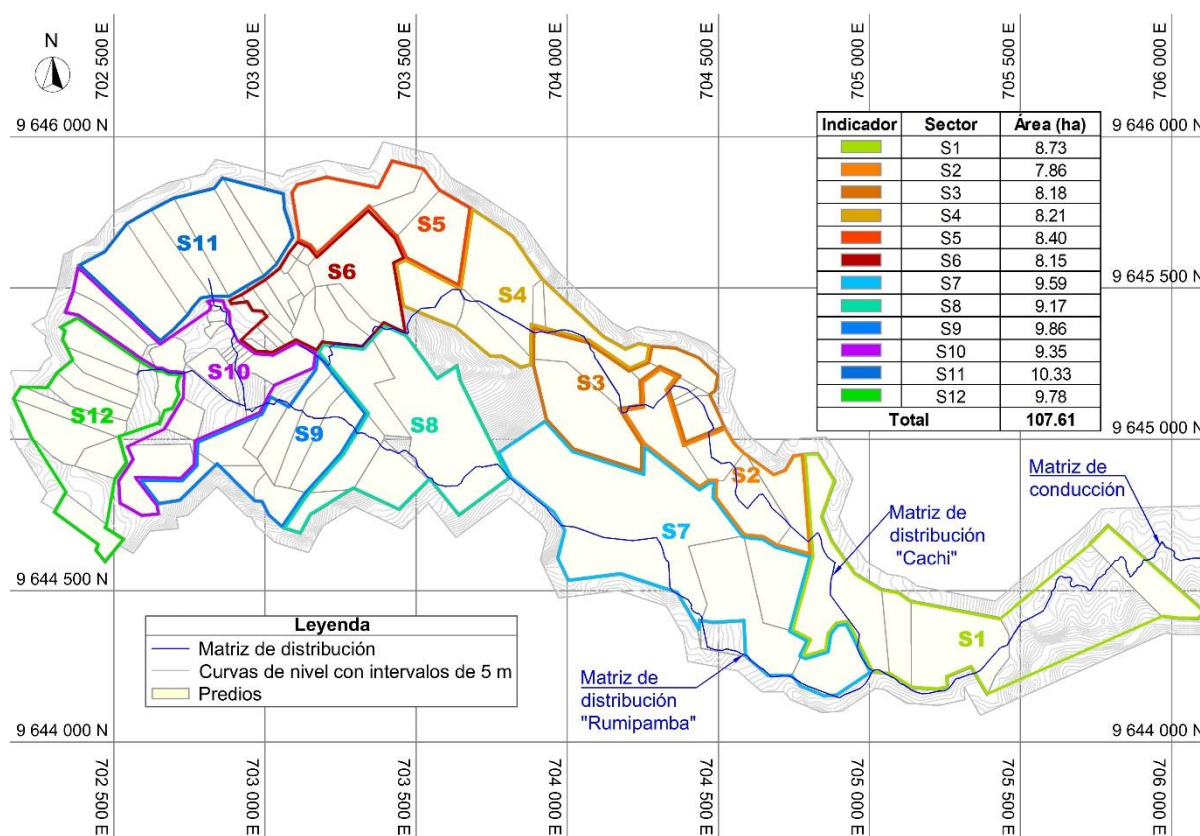


Figura 4. Sectorización de la zona de riego.

*Nótese que los sectores están distribuidos de manera similar en relación al área potencialmente regable.*

*Elaborado por Condo & Valdez.*

### 3.3. Definición de las propiedades hidrofísicas del suelo

#### Capacidad de retención del suelo

De acuerdo a las humedades características del suelo (Tabla 8), se determinó la cantidad total de agua disponible “ADT” y el agua fácilmente aprovechable “AFA” para los diferentes suelos presentes en la zona de riego (Anexo E), se presentan los resultados obtenidos para los suelos arcilloso y franco (Tabla 16).

Tipo de suelo	$\theta_{FC}$		$\theta_{WP}$	
Arcilloso	0.36		0.22	
Cultivo	$Z_r$	ADT	p	AFA
	(m)	(mm)		(mm)
Pasto de rotación	1	140	0.6	84
Maíz	1	140	0.5	70
Frutales cítricos	1.3	182	0.5	91
Banano	0.7	98	0.35	34
Café	1.2	168	0.4	67
Raíces y tubérculos	0.6	84	0.5	42
Leguminosas	0.7	98	0.45	44
Hortalizas pequeñas	0.4	56	0.45	25

Tipo de suelo	$\theta_{FC}$		$\theta_{WP}$	
Franco	0.25		0.12	
Cultivo	$Z_r$	ADT	p	AFA
	(m)	(mm)		(mm)
Pasto de rotación	1	130	0.6	78
Maíz	1	130	0.5	65
Frutales cítricos	1.3	169	0.5	85
Banano	0.7	91	0.35	32
Café	1.2	156	0.4	62
Raíces y tubérculos	0.6	78	0.5	39
Leguminosas	0.7	91	0.45	41
Hortalizas pequeñas	0.4	52	0.45	23

Tabla 16. Agua total disponible (ADT) y agua fácilmente aprovechable (AFA).

La capacidad de retención en el suelo franco es menor, así como la cantidad de agua aprovechable en relación con los resultados del suelo arcilloso.

### 3.4. Determinación de la necesidad hídrica

La precipitación efectiva se encuentra en el rango de 0.06 a 4.34 mm/día, determinados con un factor de 0.8.

Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Precipitación efectiva (mm/día)	1.87	3.36	4.34	2.50	0.60	0.10	0.13	0.06	0.23	0.73	0.68	1.99

Tabla 17. Precipitación efectiva.

Se observa que la precipitación efectiva mínima ocurre en el mes de agosto, que corresponde a la época de verano.

La evapotranspiración de referencia “ $ET_0$ ” diaria se encuentra en el rango de 1.58 a 3.41 mm/día.

Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
$ET_0$ (mm/mes)	48.92	64.26	80.47	77.81	89.61	81.18	101.60	105.60	85.49	101.57	96.96	83.15
$ET_0$ (mm/día)	1.58	2.30	2.60	2.59	2.89	2.71	3.28	3.41	2.85	3.28	3.23	2.68

Tabla 18. Evapotranspiración en la zona de estudio.

Nótese que la evapotranspiración de referencia es mayor en el mes de agosto.



Figura 5. Longitud del periodo de crecimiento.

Elaborado por Condo & Valdez.

Cisneros et al., (1999) determina la duración del periodo de crecimiento en la zona de Girón entre 6 y 8 meses, esto ocurre cuando la precipitación media es mayor a la  $ET_0/2$ , para la zona de estudio se determinó que esto sucede entre los meses de diciembre a mayo (Figura 5) dando como resultado 6 meses, lo cual guarda relación con lo mencionado.

## Balance hídrico

Se realizó el balance hídrico con el caudal<sup>12</sup> de 51.33 L/s, se determinó que para el caudal continuo de 24 horas se riega 103 hectáreas de acuerdo a los tipos de cultivo y eficiencia del método de riego implementado como se indica en la Tabla 19.

<sup>12</sup> El caudal de 51.33 L/s corresponde a la concesión del agua para el sistema (ver apartado 2.2 Diagnóstico del sistema de riego actual).

Cultivo	Área		Método de riego	Eficiencia
	(ha)	%		
Pasto de rotación	22.66	22	Aspersión	0.85
Maíz	17.51	17	Superficial	0.65
Frutales cítricos	23.69	23	Aspersión	0.85
Banana	5.15	5	Aspersión	0.85
Raíces y tubérculos	14.42	14	Aspersión	0.85
Café	12.36	12	Goteo	0.9
Hortalizas pequeñas	3.09	3	Aspersión	0.85
Leguminosas	4.12	4	Aspersión	0.85
<b>Total</b>	<b>103</b>	<b>100</b>		

Tabla 19. Tipos de cultivos y eficiencias de los métodos de riego.

Los cultivos predominantes en la zona de riego son los frutales cítricos, el pasto de rotación y el maíz. Con un caudal continuo de 51 L/s se puede regar un área máxima de 103 hectáreas.

Los parámetros de la evapotranspiración de cultivo " $K_c$ ", necesidad hídrica neta " $NR_{neta}$ " y bruta " $NR_{bruta}$ " se determinaron de acuerdo al área máxima regable de 103 hectáreas. El cálculo del balance hídrico a detalle se encuentra en el Anexo F.

Parámetro	Pasto	Maíz	Frutales cítricos	Frutales banana	Raíces y tubérculos	Café	Hortalizas pequeñas	Leguminosas
$K_c$	1.00	0.50	1.25	1.20	1.10	0.90	0.95	1.15
$ET_c$	3.41	1.45	4.10	3.93	3.61	3.07	3.24	3.11
$NR$ (mm/día)	3.34	0.85	3.96	3.80	3.47	3.00	3.17	302
$NR_{neta}$ (m <sup>3</sup> /día)	757.31	148.57	939.24	195.74	500.82	370.97	98.01	124.23
$NR_{bruta}$ (m <sup>3</sup> /día)	890.95	228.58	1104.99	230.29	589.20	412.19	115.30	146.16
Mes crítico	Ago	May	Jul	Jul	Jul	Ago	Ago	Jun

Tabla 20. Determinación de  $K_c$ ,  $ET_c$ ,  $NR$  neta y bruta.

Se presenta un resumen de la necesidad hídrica para los diferentes tipos de cultivos de la zona.

La frecuencia máxima de riego se determinó considerando el valor mínimo de agua fácilmente aprovechable (23 mm) que corresponde al cultivo de hortalizas pequeñas sobre suelo franco

(Tabla 16) y la necesidad hídrica para el mes crítico de agosto (3.17 mm/día) (Tabla 20), dando como resultado una frecuencia máxima de 7 días, determinando así, la frecuencia de riego para el sistema propuesto.

Para cada tipo de cultivo se determinó la dosis neta y la dosis bruta, se detalla en el Anexo G. En la Tabla 21 se muestra la dosis bruta acumulada de los diferentes cultivos.

Mes	ene	feb	mar	abr	May	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Ig (mm)	-	-	-	4.5	142.8	161.6	173.3	164.6	121.3	103.2	76.3	11.6

Tabla 21. Dosis bruta acumulada

*Para los meses de enero a marzo la precipitación satisface la dosis requerida por los cultivos, por otro lado, el mes de julio es el que requiere mayor capacidad de riego.*

La necesidad hídrica acumulada en la zona de riego se presenta en la Tabla 22.

Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	Jul	ago	sep	oct	nov	dic
NR <sub>bruta</sub> (m <sup>3</sup> /día)	-	-	-	92.2	2451.1	2861.9	3307.5	2975.9	2276.5	1925.5	1751.9	294.3

Tabla 22. Necesidad hídrica acumulada

*Se determinó que el mes crítico para todos los tipos de cultivo corresponde al mes de julio, el cual se utiliza como base para el diseño hidráulico. En los meses de enero a marzo no se tiene necesidad de riego.*

El mes de julio presenta la necesidad hídrica bruta acumulada más crítica, con este valor se calculó el caudal continuo equivalente de 51 L/s para 24 horas con una eficiencia en la conducción del 75%, además, se determinó el caudal característico de 0.5 L/s/ha para las 103 hectáreas (área máxima regable).

### 3.5. Propuestas para la distribución del sistema de riego

Se identificaron cuatro opciones para la distribución del sistema de riego, las cuales difieren en el número de horas de riego, el área regada y el turno asignado a cada sector.

Las propuestas comparten el caudal continuo equivalente y el caudal característico<sup>13</sup>. El sistema está configurado para regar dos sectores al día, durante 6 días a la semana.

Los aspectos considerados para cada propuesta se indican en la Tabla 23, en el Anexo H se describen a detalle.

<sup>13</sup> El caudal continuo y el caudal característico se determinaron en el apartado de balance hídrico.

Propuesta	1	2	3	4
Horas de riego	16	18	20	12
Distribución de turnos	Turno fijo	Turno fijo	Turno fijo	Turno rotativo
Horario por turno	05h00 a 21h00	05h00 a 23h00	04h00 a 24h00	00h00 a 12h00 12h00 a 24h00
Frecuencia (días)	7	7	7	7
Volumen en 7 días (m <sup>3</sup> /ha)	299.71	299.71	299.71	299.71
Caudal de riego ficticio (L/s/ha)	5.20	4.63	4.16	6.94
Área potencialmente regable (ha)	107.61	107.61	107.61	107.61
Área regada total (ha)	58.40	65.90	73.70	88.50
Sectores regados al día	2	2	2	2

*Tabla 23. Propuestas para la distribución del sistema de riego*

Propuesta 1: El área regada representa el 54% del área potencialmente regable, por lo que no es una opción viable debido a que abarca la menor superficie de riego de las cuatro propuestas.

Propuesta 2: El área regada representa el 61% del área potencialmente regable, aumentó 7.5 hectáreas comparada con la propuesta 1.

Propuesta 3: El área regada representa el 68% del área potencialmente regable, sin embargo, el horario de riego aumenta de forma significativa por lo que no es una opción factible.

El diseño del sistema de riego se realizó en base a la propuesta 4, los aspectos considerados para esta elección son:

- El área regada representa el 82% del área potencialmente regable, lo cual denota una mayor superficie de riego en comparación con las otras propuestas.
- El número de horas de riego es menor, esto implica un mayor caudal en la matriz de distribución.
- Turno de 12 horas/día por sector.

### 3.6. Diseño hidrotécnico - Análisis hidráulico del sistema de riego

#### Trazado de tuberías

Se realizó el esquema del trazado de las redes secundarias y terciarias de entrega a usuarios a partir de la ubicación de la matriz de distribución y de la sectorización. Se determinó la distribución de redes para el sector 1 (Figura 6), la distribución de los sectores 2 a 12 se presentan en el Anexo I.

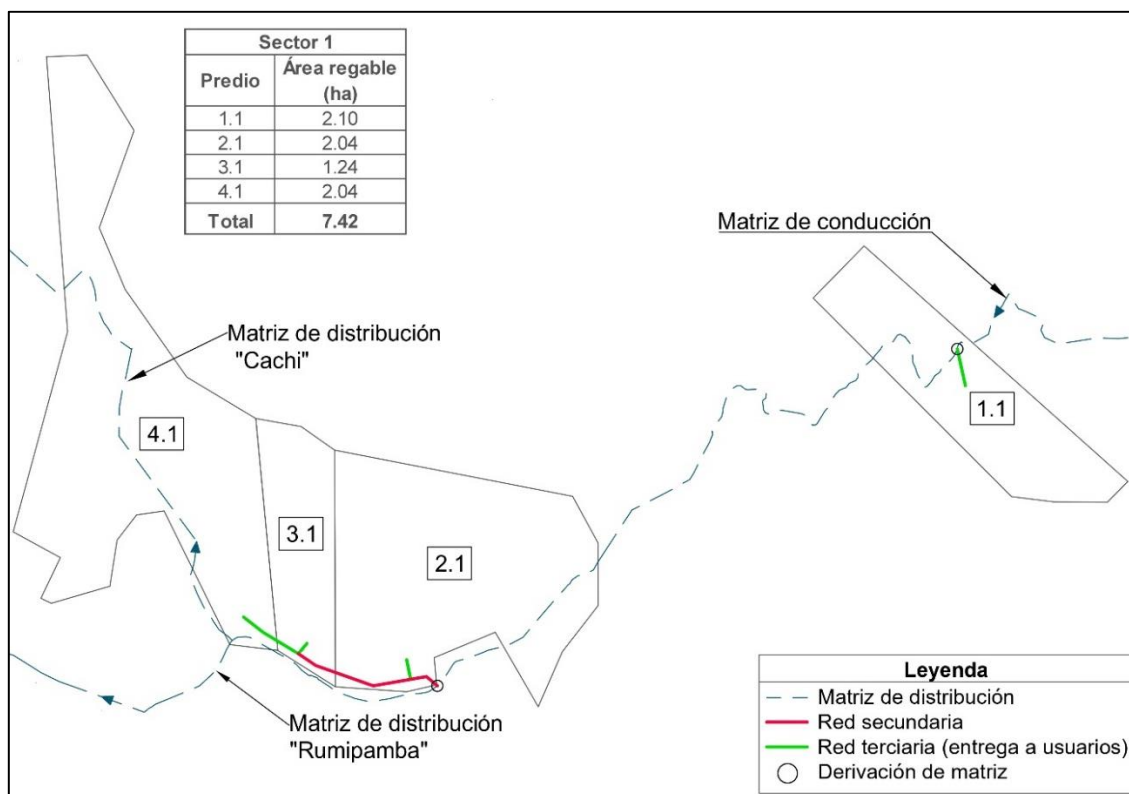


Figura 6. Trazado de red secundaria y redes terciarias del sector 1.

*La red secundaria está dispuesta de manera que facilita al usuario la manipulación de las válvulas de control de flujo. Elaborado por Condo & Valdez.*

Los diámetros de las tuberías se determinaron a partir de: la longitud de la tubería, la cota inicial - cota final de la tubería, y el caudal de riego ficticio<sup>14</sup> de 6.94 L/s/ha. Los resultados de los diámetros calculados pueden observarse en el Anexo J. En Epanet se realizó el modelamiento numérico de la matriz de distribución, redes secundarias y redes terciarias de entrega a usuario; se determinó la pérdida de carga en las tuberías mediante la ecuación de Darcy-Weisbach.

<sup>14</sup> El caudal de riego ficticio determinado para la propuesta 4 de la distribución del sistema de riego.



La presión óptima para el funcionamiento de los aspersores estándar se encuentra en el rango de 20 a 45 m.c.a (Peralta & Simpfendorfer, 2001). Con esta consideración se realizó el modelamiento para las redes secundarias y terciarias, se validó dentro del rango de presión de 20 a 40 m.c.a. Los resultados del modelado de presión y velocidad en la red de tuberías para el sector 1 se observan en la Figura 7, para los sectores 2 al 12 se visualizan en el Anexo K.

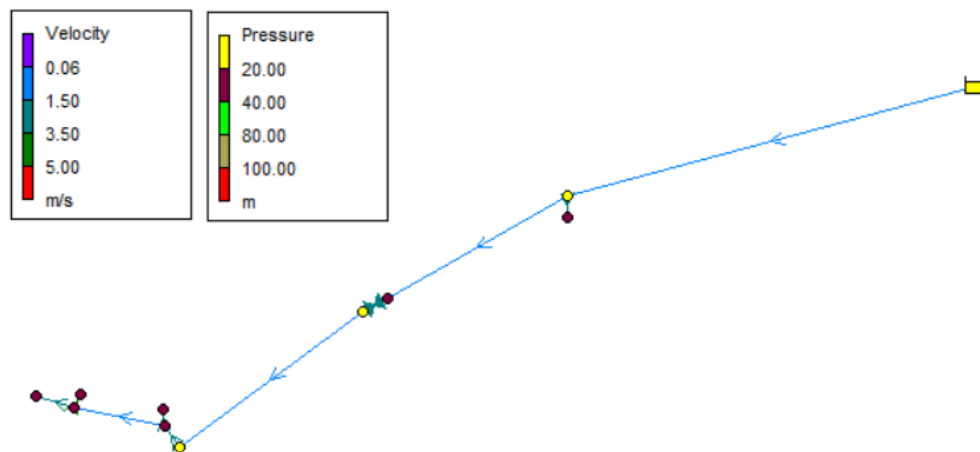


Figura 7. Trazado de redes secundarias y terciarias para el sector 1.

*Nótese que las presiones se encuentran dentro del rango establecido de 20 a 40 m.c.a. y con velocidades menores a 1.5 m/s.*

*Elaborado por Condo & Valdez.*

## Cámara anuladora de presión

Las dimensiones de la cámara anuladora de presión tipo se calcularon en base a la metodología de diseño según Agüero (1997), adaptada a los requerimientos de las redes secundaria y terciaria.

Cámara rompe presión	
V <sub>T</sub> Volumen de agua (m <sup>3</sup> )	0.45
A altura para sedimentación (m)	0.10
H carga de agua (m)	0.30
BL borde libre (m)	0.40
Ø diámetro de tubería de salida(m)	0.15
H <sub>T</sub> altura total (m)	0.95

Tabla 24. Diseño de la cámara anuladora de presión

*Del dimensionamiento de la cámara anuladora de presiones obtenemos valores los cuales se reconsideran de manera objetiva para su construcción.*

En la Figura 8 se presenta el esquema de la cámara anuladora de presión.

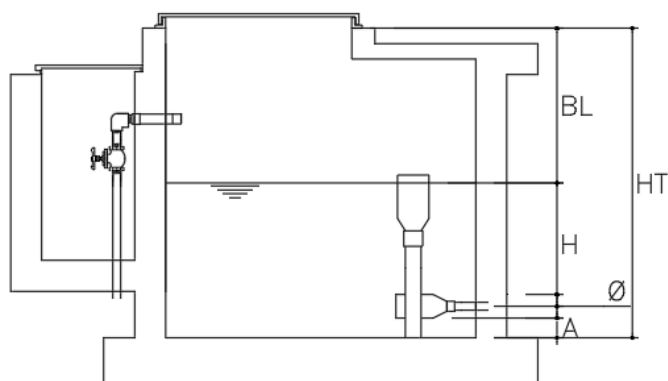


Figura 8. Esquema de la cámara anuladora de presión.

La cámara rompe presión se esquematizo a partir del modelo estándar V (Agüero, 1997).

Elaborado por Condo & Valdez.

Considerando la facilidad del proceso constructivo, instalación de piezas y conexiones, se asumió las dimensiones de la Tabla 25. El plano a detalle se lo observa en el Anexo L.

Dimensiones del tanque anulador de presiones	
Ancho (m)	1.00
Largo (m)	0.64
Altura (m)	1.00

Tabla 25. Dimensiones de la cámara anuladora de presión

### 3.7. Diseño de la parcela tipo

A partir del área regable del sistema, se determinó las necesidades hídricas de la zona (Tabla 26).

Área regable (ha)	88.5
Mes crítico	Julio
NR <sub>bruta</sub> (m <sup>3</sup> /día)	3307.50
I <sub>g media</sub> (mm/día)	3.73
Frecuencia establecida para rotación (días)	7
Caudal promedio de diseño en la red terciaria (L/s)	7.3
Dosis bruta promedio para la zona (mm)	26.13

Tabla 26. Necesidades hídricas para el diseño de la parcela tipo.

Los datos se determinaron a partir de la demanda hídrica para el mes crítico. Se consideró el pasto rotativo como cultivo referente de diseño.

Para el diseño de la parcela tipo se consideró un aspersor disponible en el mercado de fácil instalación, se presentan las características del aspersor en la Tabla 27.

<b>Aspersor 3023 doble boquilla Plastigama 3/4"</b>	
Presión en la boquilla (psi)	30
Diámetro a 0.50 m (m)	23
Caudal (L/s)	1.32

*Tabla 27. Características del aspersor.*

*La presión y el diámetro de mojado son factores que determinaran el tiempo de riego, así como la configuración del sistema; de esta manera se garantiza el funcionamiento óptimo.*

La configuración del sistema de la parcela tipo se realizó a partir de las necesidades presentadas en la Tabla 26 y las características del aspersor de la Tabla 27.

<b>Sistema de la parcela tipo</b>	
Dimensión longitudinal de la parcela tipo (m)	32
Dimensión lateral de la parcela tipo (m)	32
Área de la parcela tipo ( $m^2$ )	1024
Caudal (L/s)	1.32
Pluviosidad (mm/h)	9.70
Coefficiente de velocidad del viento para "S <sub>M</sub> "	0.6
Espaciamiento de la matriz "S <sub>M</sub> " calculado (m)	15
Coefficiente de velocidad del viento para "S <sub>L</sub> "	0.65
Espaciamiento entre aspersores "S <sub>L</sub> " calculado (m)	16.25
Espaciamiento del primer aspersor "S <sub>M</sub> " adoptado (m)	8
Espaciamiento entre aspersores "S <sub>L</sub> " adoptado (m)	16
Número de aspersores por set lateral	2
Número de sets laterales móviles	2
Espaciamiento entre sets (m)	16
Pérdida de carga máxima (psi)	4.92
Caudal total de los aspersores (L/s)	5.30

*Tabla 28. Sistema de configuración de la parcela tipo*

Se determinó la pérdida de carga mediante Darcy Weisbach, esto en base al diámetro asumido de la tubería que conecta los aspersores.

<b>Diámetro de tubería (mm)</b>	63
<b>Pérdida de carga (psi)</b>	2.56

*Tabla 29. Diámetro de la tubería de conexión entre aspersores y pérdida de carga.*

*La pérdida de carga en la tubería de conexión es menor a la pérdida de carga máxima de la Tabla 28 de esta manera nos aseguramos el correcto funcionamiento del sistema.*

El caudal de diseño para la red terciaria es de 7.30 L/s, el caudal utilizado por los aspersores es de 5.30 L/s por lo que el caudal libre es 2 L/s. De esta manera validamos que el caudal de diseño abastece el sistema de aspersión propuesto para la parcela tipo.

El sistema de riego móvil propuesto permite adaptarse a la geometría del terreno del usuario, el plano a detalle del sistema se observa en el Anexo L.

<b>Tiempo de riego de la parcela tipo (1024 m<sup>2</sup>)</b>	2.70 horas
<b>Área regada por turno (12 horas)</b>	4551 m <sup>2</sup>

Tabla 30. Determinación del área regada por turno.

## 3.8. Presupuesto

En el presupuesto para el sistema de riego se evaluó opciones de tuberías, aspersores y accesorios. Los costos se detallaron por componente y cantidad, asegurando la disponibilidad de los productos en el mercado.

### Presupuesto para la parcela tipo

Tabla de cantidades y precios			
Descripción	Cantidad	P. Unitario	Valor
Tubería de Polietileno Para Uso Agrícola AQU-FLEX PE BD 58 PSI 2"	1.00	153	153
Aspersor 3023 doble boquilla Plastigama 3/4"	4.00	6.30	25.20
Collar Para Derivación Reforzado de 2.5"-1"	4.00	1.75	7.00
Adaptador Macho PVC-P 1"	4.00	0.51	2.04
Tubo PVC Riego 1" 6 m	1.00	2.25	2.25
Adaptador Flex Macho 1"-3/4"	1.00	0.68	0.68
Tee PVC 2.5"	8.00	1.95	15.60
Tapón PVC 2.5"	1.00	0.62	0.62
Pega Tubo alta resistencia 1 l	1.00	12.86	12.86
Válvula Esférica PVC Compacta 2.5"	9.00	3.85	34.65
Materiales Varios	1.00	4.75	4.75
<b>SUBTOTAL</b>			258.65
<b>IVA 15%</b>			38.80
<b>TOTAL</b>			297.4

Tabla 31. Presupuesto para la parcela tipo

## Presupuesto para la cámara anuladora de presión

Tabla de cantidades y precios				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
Hormigón f'c= 210 kg/cm	m3	1.40	103.10	144.34
Acero de refuerzo FY=4200 Kg/cm2	kg	45.98	1.85	85.06
Válvula Variable PVC 160mm	u	1.00	64.60	64.60
Codo PVC 90 Ø 160 mm	u	4.00	28.24	112.96
Canastilla de PVC Ø 160 mm	u	1.00	63.75	63.75
Cono de rebose PVC Ø 50 mm	u	1.00	6.80	6.80
Codo PVC 90 Ø 50 mm	u	2.00	0.72	1.44
Unión universal PVC Ø 160 mm	u	1.00	12.80	12.80
Tapón PVC perforado Ø 50 mm	u	2.00	1.37	2.74
SUBTOTAL				494.49
IVA 15%				74.17
TOTAL				568.7

Tabla 32. Presupuesto para la cámara anuladora de presión

## Presupuesto para el sistema de riego

Tabla de cantidades y precios			
Descripción	Cantidad	P.Unitario	P.Total
Tubería PVC INEN 1373 de 25 mm U/Z 1 MPa E/C	1	3.39	3.39
Tubería PVC INEN 1373 de 32 mm U/Z 0.8 MPa E/C	43	7.42	319.06
Tubería PVC INEN 1373 de 40 mm U/Z 0.63 MPa E/C	12	6.82	81.84
Tubería PVC INEN 1373 de 50 mm U/Z 0.63 MPa E/C	77	8.31	639.87
Tubería PVC INEN 1373 de 63 mm U/Z 0.63 MPa E/C	64	12.19	780.16
Tubería PVC INEN 1373 de 90 mm U/Z 0.5 MPa E/C	767	19.32	14818.44
Tubería PVC INEN 1373 de 110 mm U/Z 0.5 MPa E/C	219	27.88	6105.72
Tubería PVC INEN 1373 de 160 mm U/Z 0.63 MPa E/C	335	63.39	21235.65
Tubería PVC INEN 1373 de 160 mm U/Z 0.8 MPa E/C	98	79.56	7796.88
TEE reductora PVC E/C 63 X 50 mm	2	2.05	4.1
TEE reductora PVC E/C 90 x 63 mm	2	4.88	9.76
TEE reductora PVC E/C 110 X 63 mm	3	12.09	36.27
TEE reductora PVC E/C 110 X 90 mm	9	12.70	114.3
TEE reductora PVC E/C 160 X 63 mm	5	13.31	66.55
TEE reductora PVC E/C 160 X 90 mm	21	14.59	306.39
TEE reductora PVC E/C 160 X 110 mm	6	36.23	217.38
TEE PVC E/C 63 mm	23	1.82	41.86

TEE PVC E/C 90 mm	8	4.80	38.4
TEE PVC E/C 110 mm	2	6.63	13.26
TEE PVC E/C 160 mm	3	20.47	61.41
Reductor PVC 90 x 63 mm	4	1.75	7
Reductor PVC 110 x 90 mm	11	3.33	36.63
Reductor PVC 160 x 110 mm	6	7.59	45.54
Codo PVC E/C 63 mm 45°	12	1.77	21.24
Codo PVC E/C 90 mm 45°	42	4.49	188.58
Codo PVC E/C 110 mm 45°	8	7.58	60.64
Codo PVC R/L 160 mm 45°	52	24.29	1263.08
Codo PVC E/C 63 mm 90°	1	1.65	1.65
Codo PVC E/C 90 mm 90°	2	4.14	8.28
Codo PVC E/C 110 mm 90°	3	6.70	20.1
Codo PVC E/C 160 mm 90°	6	33.23	199.38
Codo PVC R/L 63 mm 11.25°	4	8.17	32.68
Codo PVC R/L 90 mm 11.25°	21	9.69	203.49
Codo PVC R/L 110 mm 11.25°	20	10.81	216.2
Codo PVC R/L 160 mm 11.25°	9	13.62	122.58
Codo PVC R/L 63 mm 22.5°	3	5.25	15.75
Codo PVC R/L 90 mm 22.5°	31	6.77	209.87
Codo PVC R/L 110 mm 22.5°	17	7.90	134.3
Codo PVC R/L 160 mm 22.5°	15	10.72	160.8
Válvula de control 110 mm	11	24.63	270.93
Válvula de control 200 mm	17	38.00	646
Válvula de aire 50 mm	2	86.41	172.82
Válvula de bola PVC E/C 25 mm	1	5.25	5.25
Válvula de bola PVC E/C 32 mm	8	6.25	50
Válvula de bola PVC E/C 40 mm	5	6.77	33.85
Válvula de bola PVC E/C 50 mm	9	10.51	94.59
Válvula de bola PVC E/C 63 mm	10	12.87	128.7
Válvula de bola PVC E/C 90 mm	41	18.91	775.31
Válvula de bola PVC E/C 110 mm	10	26.26	262.6
		<b>SUBTOTAL</b>	58078.53
		<b>IVA 15 %</b>	8711.78
		<b>TOTAL</b>	66790.31

Tabla 33. Presupuesto para el sistema de riego

### Presupuesto total

En las redes secundarias y terciarias se determinó la implementación de 15 cámaras anuladoras de presión.

Descripción	Cantidad	P.Unitario	P.Total
Cámara anuladora de presión	15	494.49	7417.35
Sistema de riego (tuberías, válvulas y accesorios)	1	58078.53	58078.53
<b>SUBTOTAL</b>			65495.88
<b>IVA 15 %</b>			9824.38
<b>TOTAL</b>			75320.26

*Tabla 34. Presupuesto total*

## 4. Conclusiones y recomendaciones

Se ha realizado un estudio hidrotécnico para la distribución en el sistema de las comunidades de Cachi y Rumipamba del cantón Girón, sistema que es gestionado por el Gobierno Provincial del Azuay. El estudio se constituye en un aportar al desarrollo de la infraestructura del sector agroproductivo y contempla básicamente: i) Caracterización biofísica de la zona, ii) Diseño del esquema hidrotécnico para la distribución y aplicación de agua en el sistema de riego, iii) Valoración económica de la distribución secundaria, terciaria y métodos de aplicación en parcela tipo.

La zona de estudio presenta topografía accidentada, con pendientes que se encuentran dentro del rango de 25 al 100%. En la zona de Cachi, predominan suelos arcillosos mientras que Rumipamba se caracteriza por el tipo de suelo franco.

La temperatura en la zona se caracteriza por dos temporadas definidas: la primera de diciembre a mayo en donde la temperatura máxima es de 18.60°C y la mínima de 4.79°C; la segunda temporada se define entre los meses de junio a noviembre con una temperatura máxima de 24.20°C y una mínima de 10.86°C, según la zona agroecológica del austro considera la región de estudio como trópicos frescos.

La precipitación efectiva promedio para la temporada de invierno (de diciembre a mayo) se encuentra dentro del rango de 0.60 a 4.34 (mm/día); para la época de verano (de junio a noviembre) el rango es de 0.06 a 0.73 (mm/día).

La evapotranspiración para los meses de diciembre a mayo se determinó en el rango de 2.89 (mm/día) como máxima y 1.58 (mm/día) como mínima, para los meses de junio a noviembre

se obtuvo una máxima de 3.41(mm/día) y una mínima de 2.71 (mm/día), lo cual responde a ecosistemas de alta montaña junto con los valores de temperatura y precipitación. El periodo de crecimiento para la zona se estableció en 6 meses, que corresponde a periodo de diciembre a mayo.

El diagnóstico del sistema actual evidencia la deficiencia de los métodos de sistema de riego en la zona, ya que el 59% de los usuarios lo realizan mediante riego superficial el cual es un método no recomendado para terrenos con pendientes pronunciadas, el 35% por aspersión, lo cual denota la necesidad de tecnificación para óptimo aprovechamiento del agua de riego.

La instalación de sistemas de riego por aspersión fue proyectada para una eficiencia del 85%. Se recomienda su implementación en terrenos accidentados debido a que su diseño requiere menor mano de obra y supervisión, lo cual implica menores costos operativos y una gestión mejorada del agua, por lo que determinadas las características de Cachi y Rumipamba es el más óptimo.

La sectorización de la zona de estudio se realizó de manera que exista similitud del área regable, el promedio por sector es de 7.40 hectáreas.

El mes de julio presenta la necesidad hídrica bruta más crítica con un valor de 3307.5 (m<sup>3</sup>/día), con este valor se determinó el caudal continuo de 51 (L/s), así como el caudal característico de 0.5 (L/s/ha), con una eficiencia de la conducción del 75%.

La operatividad del sistema se validó con el modelo numérico Epanet, en cual se verificó que la presión para las redes secundarias y terciarias se encuentre dentro del rango de 20 a 40 m.c.a., asegurando así el funcionamiento adecuado de los aspersores que se van a instalar.

Se considera óptima la propuesta número 4 de turnos rotativos, la cual contempla turnos de 12 horas para los usuarios con una frecuencia de 7 días entre turno. Esta propuesta cubre un área total regable de 88.5 hectáreas.

El valor del sistema de riego tecnificado considerando únicamente materiales es de \$75320.26 dólares americanos. Para llevar a cabo la implementación del sistema propuesto, es necesario que la contra parte referente a la mano de obra sea por parte de los usuarios que integran el sistema de riego. Esto permite reducir los costos de manera significativa.

El valor de implementación del sistema móvil de aspersores propuesto es de \$568.70 dólares americanos. Este sistema está configurado para satisfacer las necesidades de riego existentes, garantizando un uso eficiente y óptimo del recurso hídrico.



## 5. Referencias

- Agüero, R., 1997. *Agua Potable Para Poblaciones Rurales*. Primera ed. Lima: Asociación Servicios Educativo Rurales.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Smith, M. & Raes, D., 2006. *Evapotranspiración del cultivo - Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, Libro 56*. s.l.:s.n.
- Calvache, M., 2009. Manejo del Agua de Riego en Zonas de Ladera. *ÉLDOS*, 1(2), pp. 32-39.
- Castañon, G., 2000. *Ingeniería del riego: Utilización racional del agua*. s.l.:Paraninfo.
- Cisneros, F. y otros, 1999. Agua, suelo, tecnologías. *Universidad de Cuenca Anales*, Volumen 1, p. 35.
- Fuentes, Y. & García, L., 1999. *Técnicas de riego: sistemas de riego en la agricultura*. México, D.F.: Mundi-Prensa.
- Idrovo, D. y otros, 1999. *Diseño, construcción, operación, mantenimiento y evaluación de sistemas de agua potable*. 1 ed. Quito: CARAMEN.
- Jaramillo, D., 2002. *Introducción a la Ciencia del Suelo*. Medellín: s.n.
- Krochin, S., 1986. *Diseño Hidráulico*. Tercera ed. Quito: Escuela Politécnica Nacional .
- López, R., 1992. *Riego Localizado*. España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Naranjo, M., 2016. *La política agropecuaria ecuatoriana: hacia el desarrollo territorial rural sostenible: 2015-2025*, Quito: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- NucleoJardin, 2024. *NucleoJardin*. [En línea] Available at: <https://nucleojardin.com/el-suelo-arcilloso-es-ideal-para-la-agricultura/>
- Pacheco, E. & Carrillo , V., 2022. *Notas del Curso: Principios de Riego & Drenaje*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Peralta, J. & Simpfendorfer, C., 2001. *Comisión Nacional de Riego - Cooperacion de Fomento de la Producción: Riego por aspersión*, Chile: s.n.
- Ramírez, P. y otros, 2023. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2014-2023*. , Girón: Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Girón.
- Santayana, S. y otros, 2004. *"Manejo y Conservación del Suelo" Fundamentos y Prácticas*. Lima: s.n.
- Secretaría Nacional del Agua, 2018. *Canal de Riego Rosas-Cachi-Rumipamba*, s.l.: SENAGUA-SDHJ15-2018-0021-R.

- Tixe, S., 2004. *Guía de Diseño para Líneas de Conducción e Impusión de Sistemas de Abastecimiento de Agua Rural*, Lima: s.n.
- USDA, 1999. *Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*, United States Department of Agriculture. s.l.:Natural Resources Conservation Service.
- Vega, R. C. & Chuquillanqui, K. I., 2016. *DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE PALLANCHACRA- PASCO*, Cerro de Pasco: UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN.

## 6. Anexos

**Anexo A.** Tabla de precipitaciones analizadas por el método de Weibull.

Precipitación Efectiva (mm) con garantía de un 75 %									
r	Enero			Febrero			Marzo		
	Años	Precipitación	Frecuencia	Años	Precipitación	Frecuencia	Años	Precipitación	Frecuencia
1	2012	364.9	0.04	2012	372.8	0.04	2000	332	0.04
2	2011	313.6	0.08	1993	226.5	0.08	2010	313.9	0.08
3	2009	195.1	0.12	2004	184	0.12	2008	281.9	0.12
4	1996	179.2	0.16	2006	184	0.16	1999	273.1	0.16
5	2013	146.8	0.20	2009	178.3	0.20	1993	266.4	0.20
6	2008	142.7	0.24	1996	172	0.24	2005	258.4	0.24
7	2010	138.3	0.28	1999	151.3	0.28	2001	224.7	0.28
8	1999	134.8	0.32	1994	147.4	0.32	1996	203.1	0.32
9	1997	100.6	0.36	2008	145.9	0.36	1998	193.4	0.36
10	2004	97.9	0.40	2005	144.1	0.40	1991	192.4	0.40
11	2006	97.9	0.44	2013	127.6	0.44	1994	192.4	0.44
12	2001	97.88	0.48	1990	123.9	0.48	2012	189.9	0.48
13	1995	95.8	0.52	2000	123.4	0.52	2009	187.8	0.52
14	2007	86.2	0.56	2011	120.5	0.56	2004	185.2	0.56
15	1994	85.7	0.60	1997	114.7	0.60	2006	185.2	0.60
16	1993	80.2	0.64	2003	114.2	0.64	2003	169.44	0.64
17	1998	67.6	0.68	2010	109.8	0.68	2007	144.4	0.68
18	1991	62.5	0.72	2001	108.2	0.72	1997	135	0.72
19	1992	57.9	0.76	1992	94.2	0.76	1992	134.5	0.76
20	2002	51	0.80	1998	49.8	0.80	2002	131.5	0.80
21	2003	48.2	0.84	2002	48.5	0.84	2011	117.7	0.84
22	1990	47.7	0.88	1991	41.4	0.88	1995	84.3	0.88
23	2000	37.9	0.92	1995	38.7	0.92	2013	80.8	0.92
24	2005	25.3	0.96	2007	32.3	0.96	1990	64.5	0.96

Precipitación Efectiva (mm) con garantía de un 75 %									
r	Abril			Mayo			Junio		
	Años	Precipitación	Frecuencia	Años	Precipitación	Frecuencia	Años	Precipitación	Frecuencia
1	2012	222.3	0.04	1999	87.4	0.04	1999	106.8	0.04
2	1993	214	0.08	2001	84.8	0.08	2003	102.7	0.08
3	2004	211.6	0.12	2007	74.1	0.12	2010	88.6	0.12
4	2006	211.6	0.16	1995	69.2	0.16	2011	78.5	0.16
5	2011	210.8	0.20	1993	64.6	0.20	2013	61.3	0.20
6	1998	166.9	0.24	1994	57.1	0.24	1997	48.2	0.24
7	2009	161.8	0.28	2010	52.6	0.28	2008	38.8	0.28
8	1999	147.6	0.32	1992	49.3	0.32	2012	26.5	0.32
9	2003	128.1	0.36	2009	49	0.36	1991	24.9	0.36
10	2002	125.6	0.40	1996	46.3	0.40	2009	21.4	0.40
11	2000	121.4	0.44	1990	45.9	0.44	2007	21.2	0.44
12	1994	118.1	0.48	2008	44.5	0.48	2004	20.5	0.48
13	2007	113.19	0.52	2000	44.4	0.52	2006	20.5	0.52
14	1990	109	0.56	2003	39.2	0.56	1990	16.1	0.56
15	1996	101.1	0.60	1991	36	0.60	1996	14.5	0.60
16	2001	98.7	0.64	2002	33.3	0.64	2002	11.6	0.64
17	1992	96.1	0.68	2012	32.9	0.68	1994	8.9	0.68
18	1997	88.7	0.72	2005	32.6	0.72	2005	8.7	0.72
19	1991	74.9	0.76	1998	18.5	0.76	1992	2.9	0.76
20	2008	63.9	0.80	1997	18.3	0.80	2000	1.8	0.80
21	2010	56.9	0.84	2004	14.9	0.84	1995	1.4	0.84
22	1995	48.4	0.88	2006	14.9	0.88	1998	1	0.88
23	2005	40.6	0.92	2011	2.5	0.92	1993	0.8	0.92
24	2013	11.9	0.96	2013	0	0.96	2001	0.8	0.96

Precipitación Efectiva (mm) con garantía de un 75 %									
r	Julio			Agosto			Septiembre		
	Años	Precipitación	Frecuencia	Años	Precipitación	Frecuencia	Años	Precipitación	Frecuencia
1	2010	86.6	0.04	2011	44.4	0.04	2000	88	0.04
2	2011	30	0.08	2008	14.6	0.08	1992	49.5	0.08
3	2013	26	0.12	1998	10.4	0.12	1997	36	0.12
4	2008	10.3	0.16	2012	9.1	0.16	1999	25.7	0.16
5	1995	10.1	0.20	2004	8.2	0.20	1993	23	0.20
6	1993	8.5	0.24	2006	8.2	0.24	1991	17.3	0.24
7	2007	8.5	0.28	1994	6.7	0.28	2008	17.2	0.28
8	2012	7.2	0.32	1993	6.2	0.32	2005	15.6	0.32
9	1999	7	0.36	2010	5.4	0.36	1990	15.19	0.36
10	1994	6.4	0.40	1991	5.2	0.40	2002	15.19	0.40
11	1990	6.19	0.44	1997	4.56	0.44	2009	15.19	0.44
12	1992	6.19	0.48	2001	4.56	0.48	2010	15.19	0.48
13	2000	6.19	0.52	2002	4.56	0.52	1995	11.9	0.52
14	2002	6.19	0.56	2003	4.56	0.56	2004	9.7	0.56
15	2005	6.19	0.60	2005	4.56	0.60	2006	9.7	0.60
16	2009	6.19	0.64	2009	3.8	0.64	2003	9.3	0.64
17	2003	5.4	0.68	2007	3.3	0.68	2012	9.3	0.68
18	1991	4.8	0.72	1992	2.3	0.72	2001	9.1	0.72
19	1997	4.1	0.76	1999	2	0.76	1996	6.9	0.76
20	2004	3	0.80	2000	1.7	0.80	1994	5.2	0.80
21	2006	3	0.84	1996	0.8	0.84	2007	3.3	0.84
22	1998	1.7	0.88	1990	0.5	0.88	1998	0.6	0.88
23	2001	1.3	0.92	1995	0	0.92	2011	0	0.92
24	1996	0.6	0.96	2013	0	0.96	2013	0	0.96

Precipitación Efectiva (mm) con garantía de un 75 %									
r	Octubre			Noviembre			Diciembre		
	Años	Precipitación	Frecuencia	Años	Precipitación	Frecuencia	Años	Precipitación	Frecuencia
1	1990	134.5	0.04	2010	176	0.04	2010	193.7	0.04
2	2012	108.3	0.08	1997	173.7	0.08	1999	176.5	0.08
3	1996	89.2	0.12	2008	168.5	0.12	1993	141.3	0.12
4	1997	61.8	0.16	2012	93.7	0.16	1997	140.3	0.16
5	2013	60.9	0.20	2001	89.1	0.20	1994	133.9	0.20
6	2007	51.5	0.24	2007	83.3	0.24	2011	117.8	0.24
7	1998	51.4	0.28	1995	83.1	0.28	2004	110.1	0.28
8	2008	48.8	0.32	2011	73.8	0.32	2006	110.1	0.32
9	2001	45.4	0.36	2004	60.9	0.36	2008	108.1	0.36
10	2002	45.4	0.40	2006	60.9	0.40	2007	100.8	0.40
11	2003	45.4	0.44	2002	60.8	0.44	2009	100	0.44
12	2009	45.4	0.48	2003	60.3	0.48	1995	95.8	0.48
13	2010	45.4	0.52	2009	60.3	0.52	2002	90.6	0.52
14	2011	39.4	0.56	1990	54	0.56	2012	84.7	0.56
15	2005	31.6	0.60	1994	46	0.60	2003	79.9	0.60
16	2004	31.5	0.64	1992	32.6	0.64	1991	76.4	0.64
17	2006	31.5	0.68	1996	29.3	0.68	2013	76	0.68
18	1993	28.5	0.72	1993	25.6	0.72	2005	70.5	0.72
19	1995	22.7	0.76	1991	20.4	0.76	2000	61.8	0.76
20	1991	20.1	0.80	1998	20.4	0.80	1992	58.8	0.80
21	1992	18.8	0.84	2005	12.5	0.84	2001	50	0.84
22	1994	6.5	0.88	2013	4.7	0.88	1990	41.7	0.88
23	1999	2	0.92	2000	2.3	0.92	1998	28.5	0.92
24	2000	0.8	0.96	1999	0.9	0.96	1996	0.1	0.96

## Anexo B. Radiación solar en la zona de estudio.

Datos de la radiación solar para la zona de estudio, proporcionados por la prefectura del Azuay

Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
R. solar (mm/día)	8.16	11.42	12.65	12.24	12.65	12.24	12.65	12.65	11.02	12.24	12.24	12.65

### Anexo C. Encuestas realizadas a los usuarios del sistema de riego Rosas-Cachi-Rumipamba.

CODIGO (*)	NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS	TECNICO						
		A. Total (ha)	A. Regable (ha)	A. Regada (ha)	Período Riego (días)	Tiempo Riego (horas)	Fuente (**)	Riego Parcelario (***)
2	Ángel María Zhiñín	3.5	3.5	3	8	5.6	CT	I
2	Ángel María Zhiñín	1.5	1.5	1	8	5.6	CT	AS
3	Manuel Vicente Zhiñín	1.5	2	0.5	8	2.25	CT	I
3	Manuel Vicente Zhiñín	2	2	0.5	15	5.5	CT	I
5	Leticia del Socorro Montenegro	3.91	-	-	9	12	CT	I y AS
6	José Vicente Pacheco Pacheco	1.5	1.4	0.5	19	13	CT	I
7	Torrin Mac Brauch	6	2	1.5	8	4	CT	I y As
9	Sra. Dolores Pacheco	2	2	0.5	8	3	CT	I
9	Sra. Dolores Pacheco	1	1	0.25	8	1	CT	I
9	Sra. Dolores Pacheco	0.5	0.5	0.25	8	1	CT	I
10	María Dolores Mendiá Remache	3	1.5	2	15	12	CT	I Y AS
10	María Dolores Mendiá Remache	2	1	1	12	3	CT	I Y AS
10	María Emilia Mendiá Remache	10	10	10	3	16	TU	As
11	Blanca María Lazo Arevalo	0.08	0.04	0.04	8	4.5	CT	I Y AS
12	José Humberto Pintado Querido	8	8	4	9	25	CT	Go, As
13	María Florinda Carchi Coronel	2	1.5	1.5	18	10	CT	I
14	Luis German Zhizhpón Arevalo	2.6	-	-	19	2	TU	AS
16	Ivan Genaro Abad Montenegro	1.2	1	0.5	8	4	CT	I
17	Miguel Ángel Pacheco Portieico	2	7	0.75	19	20	CT	I
17	Miguel Ángel Pacheco Portieico	-	-	-	8	1.3	CT	I
18	José Roberto Inga Lazo	3.5	2.5	2	9	6	CT	I y As
19	Blanca Guzmán Pacheco	-	-	-	16	2	-	AS
19	José Luis Zhizhpón Lalvay	2	2	1	1	2	CT	I
21	Carmen de Jesús Chapa	1	1	1	7	2	CT	I
23	Cesar Amable Zhizhpón Arévalo	2	2	2	1	1.1	CT	I
24	Ángel Benigno Campoverde Matute	0.5	0.5	0.5	7	24	TU	AS
24	Ángel Benigno Campoverde	0.5	0.5	0.5	7	9	CT	As
25	Sr. Pompilio Guzmán	0.75	-	0.75	8	0.5	CT	I
26	Blanca Rocío Zhiñín Arévalo	4	4	1	8	5	CT	As
27	María Flor Pacheco Pacheco	2	-	1	10	15	CT	Go, As
28	María Evangelina Panamá Asfadio	7	5	3	9	6	CT	AS
29	Luisa Carmelina Pacheco Chica	1.5	1.2	0.7	8	3	CT	I
30	Ángel Modesto Carchi Pañi	0.25	0.25	0.25	1	1	TU	As
36	Eloy de Jesús Delgado Coronel	4	4	4	15	6	CT	I
37	Mesías Morocho	3	3	3	8	5	CT	I
38	Miguel Oswaldo Coronel Delgado	4	3.5	3.5	8	8	CT	I
39	José Gerardo Zhizhpón Lalvay	2	2	1	1	1.1	CT	I
40	Luis Alejandro Narváez	2	0.5	0.5	15	3.5	CT	I
41	Herederos de Rosa Coronel	3	1	1	15	1	CT	I
41	Herederos de Rosa Coronel	0.5	0.5	0.5	15	1	CT	I
43	Manuel Vicente Erraez Rivas	5	3	2	8	5	CT	I
44	Griselda María Morocho Castro	8	4	2	15	14	CT	NO
44	Griselda María Morocho Castro	4	2	2	15	6	CT	NO
50	José Roberto Ramon Sanmartín	6	5	2	8	12	CT	AS
50	José Roberto Ramon Sanmartín	1	1	1	8	4	CT	AS
54	José Rafael Zhizhpón	5	2	1	7	6	CT	I
54	José Rafael Zhizhpón Sanmartín	2	2	2	1	3.1	CT	I

COD. (*)	NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS	SOCIAL															
		Etnia	No. Miembros	No. Hombres	No. Mujeres	(0 a 5) años	(5 a 15) años	(15 a 25) años	(25 a 60) años	(más de 60) años	N. Edu.Superior	N. Edu.Secundario	N. Edu.Primario	Analfabeto	No. Migrantes	Mujeres embarazo	Miembros con Discapacidad
2	Ángel María Zhiñín	Mestizo	6	4	2	-	-	-	6	-	-	-	6	-	2	-	-
2	Ángel María Zhiñín	Mestizo	6	4	2	-	-	-	6	-	-	-	6	-	2	-	-
3	Manuel Vicente Zhiñín	Mestizo	5	3	2	2	-	1	-	2	-	-	2	-	-	-	-
3	Manuel Vicente Zhiñín	Mestizo	5	3	2	2	-	1	-	2	-	-	2	-	-	-	-
5	Leticia del Socorro Montenegro	Mestizo	3	1	2	-	-	-	2	1	-	1	2	-	4	-	-
6	José Vicente Pacheco Pacheco	Mestizo	4	2	2	-	2	-	1	1	-	-	3	1	-	-	1
7	Torrin Mac Brauch	Blanco	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
9	Sra. Dolores Pacheco	Mestizo	6	2	4	-	-	-	5	1	-	-	6	-	-	-	-
9	Sra. Dolores Pacheco	Mestizo	6	2	4	-	-	-	5	1	-	-	6	-	-	-	-
9	Sra. Dolores Pacheco	Mestizo	6	2	4	-	-	-	5	1	-	-	6	-	-	-	-
10	María Dolores Mendía Remache	Mestizo	6	4	2	-	3	1	2	-	-	1	4	1	-	-	-
10	María Dolores Mendía Remache	Mestizo	6	4	2	-	3	1	2	-	-	1	4	1	-	-	-
10	María Emilia Mendia Remache	Mestizo	5	4	1	-	3	-	2	-	-	-	3	-	1	-	-
11	Blanca María Lazo Arevalo	Mestizo	6	4	2	-	3	1	2	-	-	1	4	1	-	-	-
12	José Humberto Pintado Querido	Mestizo	1	1	-	-	-	-	1	1	-	1	1	5	-	-	-
13	María Florinda Carchi Coronel	Mestizo	3	1	2	-	-	-	2	1	-	-	2	1	-	-	-
14	Luis German Zhizhpón Arevalo	Mestizo	4	2	2	-	1	1	2	-	-	3	1	-	4	-	-
16	Ivan Genaro Abad Montenegro	Mestizo	2	1	1	-	-	-	-	2	-	1	1	-	-	-	-
17	Miguel Ángel Pacheco Portieico	Mestizo	3	1	2	-	-	-	1	2	1	-	2	-	-	-	-
17	Miguel Ángel Pacheco Portieico	Mestizo	3	1	2	-	-	-	1	2	1	-	2	-	-	-	-
18	José Roberto Inga Lazo	Mestizo	5	2	3	-	1	-	4	-	-	1	4	-	2	-	-
19	Blanca Guzmán Pacheco	Mestizo	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	José Luis Zhizhpón Lalvay	Mestizo	9	6	3	-	-	2	7	-	-	3	6	-	7	-	-
21	Carmen de Jesús Chapa	Mestizo	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	Cesar Amable Zhizhpón Arévalo	Mestizo	9	6	3	-	-	2	7	-	-	3	6	-	7	-	-
24	Ángel Benigno Campoverde Matute	Mestizo	2	1	1	-	-	-	-	2	-	-	2	-	2	-	1
24	Ángel Benigno Campoverde	Mestizo	2	1	1	-	-	-	-	2	-	-	1	-	2	-	1
25	Sr. Pompilio Guzmán	Mestizo	2	1	1	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-
26	Blanca Rocio Zhiñín Arévalo	Mestizo	2	1	1	-	-	-	-	2	-	-	1	1	6	-	-
27	María Flor Pacheco Pacheco (Representante)	Mestizo	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-
28	María Evangelina Panamá Asfadito	Mestizo	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-
29	Luisa Carmelina Pacheco Chica	Mestizo	4	3	1	-	-	1	3	-	-	2	2	-	-	-	-
30	Ángel Modesto Carchi Pañi	Mestizo	5	4	1	-	3	-	2	-	-	-	3	-	1	-	-
36	Eloy de Jesús Delgado Coronel	Mestizo	2	1	1	-	-	-	2	-	-	-	2	-	1	-	-
37	Mesías Morocho	Mestizo	2	1	1	-	-	-	2	-	-	-	2	-	1	-	-
38	Miguel Oswaldo coronel Delgado	Mestizo	6	1	5	-	-	1	3	2	-	4	0	-	3	-	-
39	José Gerardo Zhizhpón Lalvay	Mestizo	9	6	3	-	-	3	4	2	-	3	4	-	1	-	-
40	Luis Alejandro Narváez	Mestizo	7	5	2	-	3	1	3	-	-	2	5	-	2	-	-
41	Herederos de Rosa Coronel	Mestizo	5	4	1	-	2	1	2	-	-	1	4	-	-	-	-
41	Herederos de Rosa Coronel	Mestizo	5	4	1	-	2	1	2	-	-	1	4	-	-	-	-
43	Manuel Vicente Erraez Rivas	Mestizo	5	2	3	-	1	3	1	-	-	-	5	-	1	-	1
44	Griselda María Morocho Castro	Mestizo	6	2	4	-	1	-	4	1	-	-	1	-	2	-	1
44	Griselda María Morocho Castro	Mestizo	6	2	4	-	1	-	4	1	-	-	1	-	2	-	1
50	José Roberto Ramon Sanmartín	Mestizo	10	4	6	-	4	-	6	-	1	6	3	-	2	-	-
50	José Roberto Ramon Sanmartín	Mestizo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	José Rafael Zhizpón	Mestizo	2	2	-	-	-	-	1	1	-	2	0	-	-	-	1
54	José Rafael Zhizhpón Sanmartín	Mestizo	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-

COD (*)	NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS	PRODUCTIVO											
		Cultivo 1	Área	Rendim.	Cultivo 2	Área	Rendim.	Cultivo 3	Área	Rendim.	Cultivo 4	Área	Rendim.
2	Ángel María Zhiñín	yuca	0.06	-	caña	0.06	-	papa	0.5	-	-	-	-
2	Ángel María Zhiñín	yuca	0.06	-	caña	0.06	-	papa	0.5	-	-	-	-
3	Manuel Vicente Zhiñín	papa	1.3	-	maíz	1.3	-	cebolla	1.33	-	-	-	-
3	Manuel Vicente Zhiñín	papa	0.1	-	maíz	0.1	-	cebolla	0.1	-	-	-	-
5	Leticia del Socorro Montenegro	frutal	0.1	-	limón	-	-	café	0.1	-	banana	0.1	-
6	José Vicente Pacheco Pacheco		0.3	-	café	0.2	-	pasto	-	-	-	-	-
7	Torrin Mac Brauch	pasto	1	-	frutal	0.5	-	-	-	-	-	-	-
9	Sra. Dolores Pacheco	café	0.06	-	cítricos	0.06	-	yuca	0.01	-	-	-	-
9	Sra. Dolores Pacheco	café	0.06	-	cítricos	0.06	-	yuca	0.01	-	-	-	-
9	Sra. Dolores Pacheco	café	0.1	-	cítricos	0.06	-	yuca	0.01	-	-	-	-
10	María Dolores Mendía Remache	café	0.25	0.25	naranja	0.25	-	-	-	-	-	-	-
10	María Dolores Mendía Remache	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	María Emilia Mendía Remache	maíz	0.1	-	pasto	9	-	trigo	0.5	-	-	-	-
11	Blanca María Lazo Arevalo	café	0.01	-	naranja	0.01	-	-	-	-	-	-	-
12	José Humberto Pintado Querido	frutal	0.25	-	limón	0.25	-	naranjilla	0.25	-	-	-	-
13	María Florinda Carchi Coronel	café	0.04	-	maíz	0.1	-	porotos	0.1	-	-	-	-
14	Luis German Zhizhpón Arevalo	guineo	0.1	-	café	-	0.1	naranja	0.1	-	-	-	-
16	Iván Genaro Abad Montenegro	frutal	0.4	-	maíz	0.1	-	pasto	-	-	-	-	-
17	Miguel Ángel Pacheco Portieico	maíz	0.2	-	papa	0.1	-	yuca	0.2	-	-	-	-
17	Miguel Ángel Pacheco Portieico	maíz	0.1	-	yuca	0.1	-	-	-	-	-	-	-
18	José Roberto Inga Lazo	frutal	0.9	-	maíz yuca	0.46	-	pasto	2	-	-	-	-
19	Blanca Guzmán Pacheco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	José Luis Zhizhpón Lalvay	yuca	0.33	0.33	café	0.33	-	banana	0.33	-	-	-	-
21	Carmen de Jesús Chapa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	Cesar Amable Zhizhpón Arévalo	maíz	0.33	-	yuca	0.5	0.5	banana	0.33	-	-	-	-
24	Ángel Benigno Campoverde Matute	frutal	0.1	-	limón	-	-	-	-	-	-	-	-
24	Ángel Benigno Campoverde	frutal	0.13	-	limón	0.12	-	caña	0.25	-	-	-	-
25	Sr. Pompilio Guzmán	café	0.75	0.1	frutal	0.75	0.1	-	-	-	-	-	-
26	Blanca Rocío Zhiñín Arévalo	huerta	12.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	María Flor Pacheco	maíz	0.3	-	yuca	0.3	-	frutas	0.3	-	-	-	-
28	María Evangelina Panamá Asfadio	papa	0.17	-	fréjol	0.2	-	maíz	0.2	-	-	-	-
29	Luisa Carmelina Pacheco Chica	plátano	0.2	-	maíz/fréjol/achira	0.4	-	papas/yuca/camote	0.1	-	-	-	-
30	Ángel Modesto Carchi Pañi	frutal	0.25	0.25	naranja	0.05	-	-	-	-	-	-	-
36	Eloy de Jesús Delgado Coronel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

37	Mesías Morocho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	Miguel Oswaldo Coronel Delgado	pasto	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	José Gerardo Zhizhpón Lalvay	pasto	0.25	-	yuca	0.25	-	banana/c afé	0.25	-	-	-	-
40	Luis Alejandro Narvaéz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	Herederos de Rosa Coronel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	Herederos de Rosa Coronel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	Manuel Vicente Erraez Rivas	maíz	1	-	papa	1	-	frejol	1	-	-	-	-
44	Griselda María Morocho Castro	maíz	1.5	-	papa	0.5	-	limón y manzana	0.2	-	-	-	-
44	Griselda María Morocho Castro	maíz	1.5	-	papa	0.5	-	limón manzana	0.2	-	-	-	-
50	José Roberto Ramon Sanmartín	frutal	1	-	papa, maíz	0.5	-	-	-	-	-	-	-
50	José Roberto Ramon Sanmartín	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	José Rafael Zhizhpón	maíz	0.4	-	apa	0.4	-	trigo	0.4	-	-	-	-
54	José Rafael Zhizhpón Sanmartín	frutal	0.25	-	café	0.25	-	yuca caña	0.5	-	-	-	-

C (*)	NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS	PRODUCTIVO										
		No. Ganado Vacuno	Rendim. lit/vacalida	Costo venta leche	Quesillo (Kg)	Costo venta quesillo	No. Ganado Porcino	No. Cuyes	No. Aves Corral	Costo insumos agrícolas	Ingresos Agrícolas	Ingresos Pecuarios
2	Ángel María Zhiñín	3	-	-	-	-	-	-	-	95	-	-
2	Ángel María Zhiñín	2	-	-	-	-	-	5	5	95	-	-
3	Manuel Vicente Zhiñín	10	-	-	-	-	-	20	10	100	-	-
3	Manuel Vicente Zhiñín	10	-	-	-	-	-	20	10	100	-	-
5	Leticia del Socorro Montenegro	-	-	-	-	-	-	50	10	Cons. Propio	Cons. propio	350
6	José Vicente Pacheco Pacheco	2	-	-	-	-	-	15	15	-	-	-
7	Torrin Mac Brauch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Sra. Dolores Pacheco	4	-	-	-	-	-	80	20	500	200	200
9	Sra. Dolores Pacheco	-	-	-	-	-	-	-	-	200	-	-
9	Sra. Dolores Pacheco	-	-	-	-	-	-	-	-	200	-	-
10	María Dolores Mendía Remache	-	-	-	-	-	3	20	20	50	-	-
10	María Dolores Mendía Remache	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	María Emilia Mendía Remache	12	4	0.5	1	3.5	1	20	30	30	50	30
11	Blanca María Lazo Arevalo	3	-	-	-	-	5	20	20	50	-	-
12	José Humberto Pintado Querido	2	-	-	-	-	-	60	-	-	-	-
13	María Florinda Carchi coronel	-	-	-	-	-	2	10	15	720	-	-
14	Luis German Zhizhpón Arevalo	6	4	-	0.5	Cons propio	-	60	15	100	-	-
16	Iván Genaro Abad Montenegro	1	-	-	-	-	-	7	4	-	-	-
17	Miguel Ángel Pacheco Portieico	5	-	-	-	-	-	25	25	-	-	-
17	Miguel Ángel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



	Pacheco Portieico											
18	José Roberto Inga Lazo	-	-	-	-	-	-	-	-	200	-	-
19	Blanca Guzmán Pacheco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	José Luis Zhizhpón Lalvay	12	8	-	1	4.5	2	60	10	30	100	200
21	Carmen de Jesús Chapa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	Cesar Amable Zhizhpón Arévalo	12	8	-	1	4.5	2	60	10	30	100	200
24	Ángel Benigno Campoverde Matute	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-
24	Ángel Benigno Campoverde	-	-	-	-	-	-	-	10	960	-	-
25	Pompilio Guzmán	-	-	-	-	-	-	20	20	10	-	-
26	Blanca Rocío Zhiñin Arévalo	7	-	-	-	-	-	4	20	600	-	-
27	María Flor Pacheco Pacheco	-	-	-	-	-	-	-	-	360	-	-
28	María Evangelina Panamá Asfadio	1	2	-	-	-	1	40	20	1200	-	-
29	Luisa Carmelina Pacheco Chica	-	-	-	-	-	-	50	-	20	-	-
30	Ángel Modesto Carchi Pañi	-	-	-	-	-	1	20	30	-	350	-
36	Eloy de Jesús Delgado Coronel	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	350
37	Mesías Morocho	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	Miguel Oswaldo Coronel Delgado	18	4	0.5	1	-	-	20	-	-	1000	400
39	José Gerardo Zhizhpón Lalvay	3	6	-	10	3	2	50	50	20	20	20
40	Luis Alejandro Narvaéz	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-
41	Herederos de Rosa Coronel	2	3	-	4.5	1.3	-	-	-	-	-	350
41	Herederos de Rosa Coronel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	Manuel Vicente Erraez Rivas	-	-	-	-	-	-	4	5	480	-	-
44	Griselda María Morocho Castro	6	4	-	0.5	-	-	15	15	-	50	150
44	Griselda María Morocho Castro	6	4	-	0.5	-	-	15	15	-	50	150
50	José Roberto Ramon Sanmartín	12	15	-	-	-	-	50	-	-	-	-
50	José Roberto Ramon Sanmartín	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	José Rafael Zhizpón	-	-	-	-	-	-	-	-	95	-	-
54	José Rafael Zhizhpón Sanmartín	-	-	-	-	-	-	-	15	25	100	-

## Anexo D. Listado de usuarios con derecho al sistema de riego.

Listado de usuarios beneficiarios del sistema de riego Cachi - Rumipamba							
Código usuario	Nombres y Apellidos	Código de predio	Área (ha)	Código usuario	Nombres y Apellidos	Código de predio	Área (ha)
1	Gerardo Zhizhpón Lalvay	1.1	4.2	28	Vicente Erráez	28.1	4.3
		1.2	4.7	29	José Sanmatín Coronel	29.1	13.3
		1.3	0.6	30	Ángel María Zhiñín	30.1	3.1
2	José Manuel Sanmartín	2.1	7.6			30.2	3.5
3	Otilia Ramón Sanmartín	2.2	7.9			30.3	2.5
		3.1	2.5			30.4	1.2
4	Segundo Coronel Delgado	4.1	10.2			30.5	1.7
		4.2	2.1	31	Antonio Pañi Cabrera	31.1	4.1
		4.3	0.3	32	María Dolores Mendía	32.1	1.2
		4.4	24.7			32.2	0.2
5	Herederos de Rosa Coronel	5.1	3.2			32.3	2.1
6	Rafael Zhizhpón	6.1	4.0			32.4	1.6
		6.2	7.3	33	Blanca Quinde	33.1	1.6
		6.3	0.9	34	Manuel Vicente Zhiñín	34.1	2.7
7	Alejandro Narváez	7.1	1.8			34.2	1.3
		7.2	0.4	35	Rosario Carchi	35.1	0.9
8	Miguel Oswaldo Coronel	8.1	2.0	36	Porfirio Mendía	36.1	2.1
		8.2	4.8			36.2	3.1
9	Gustavo Coronel	9.1	7.4	37	Dolores Pacheco	37.1	1.7
10	Eloy Delgado	10.1	3.0	38	Miguel Ángel Pacheco	38.1	2.2
11	Mesías Morocho	11.1	2.6			38.2	1.5
12	Manuel Ricardo Coronel	12.1	3.2	39	Humberto Pintado	39.1	1.1
13	Humberto Carchi	13.1	4.9			39.2	6.2
		13.2	2.0	40	Leticia del Socorro Montenegro	40.1	3.7
14	José Ramón Sanmartín	14.1	6.2	41	Luisa Carmelina Pacheco	41.1	2.1
		14.2	1.2	42	Carmen de Jesús Maita	42.1	0.2
15	Cornelio Cruz	15.1	7.2	43	Lilian Quezada Brito	43.1	0.2
16	Rosa Ramón Sanmartín	16.1	2.0			43.2	0.2
17	Mercedes Ramón Sanmartín	17.1	1.3	44	Juan Quezada Brito	44.1	0.2
18	Pompilio Guzmán	18.1	0.3			44.2	0.4
		18.2	0.2	45	Inés Quezada Brito	45.1	0.2
19	José Luis Zhizhpón Lalvay	19.1	0.5	46	Blanca Ibelia Pacheco	46.1	0.2
20	Ángel Benigno Campoverde	20.1	0.5	47	María Angelina Panamá Castillo	47.1	4.8
21	Ángel Modesto Carchi	21.1	0.2	48	Blanca Rocío Zhiñín Arévalo	48.1	2.5
22	Luis Germán Zhizhpón	22.1	1.0	49	María Flor Pacheco Pacheco	49.1	3.4
		22.2	2.6	50	Blanca Lazo	50.1	1.0
		22.3	2.2	51	María Florinda Carchi Coronel	51.1	1.4
23	Cesar Amable Zhizhpón Arévalo	23.1	0.3	52	José Chimbo	52.1	1.5
24	Rosalina Currillo	24.1	0.3	53	Iván Genaro Abad Montenegro	53.1	1.9
25	Ignacio Brito	25.1	0.2	54	José Roberto Inga Lazo	54.1	3.2
26	Hered Cesar Zhiñín	26.1	0.3	55	José Vicente Pacheco Pacheco	55.1	1.5
27	Carlos Ramón Sanmartín	27.1	3.6	56	Torrin Mac Bauch	56.1	2.0

## Anexo E. Capacidad de retención de agua en el suelo

Tipo de suelo	$\theta_{FC}$		$\theta_{WP}$	
Arcilla pesada	0.36		0.22	
Cultivo	$Z_r$	ADT	p	AFA
	(m)	(mm)		(mm)
Pasto de rotación	1	140	0.6	84
Maíz	1	140	0.5	70
Frutales cítricos	1.3	182	0.5	91
Banano	0.7	98	0.35	34
Café	1.2	168	0.4	67
Raíces y tubérculos	0.6	84	0.5	42
Leguminosas	0.7	98	0.45	44
Hortalizas pequeñas	0.4	56	0.45	25

Tipo de suelo	$\theta_{FC}$		$\theta_{WP}$	
Franco arcilloso	0.3		0.17	
Cultivo	$Z_r$	ADT	p	AFA
	(m)	(mm)		(mm)
Pasto de rotación	1	130	0.6	78
Maíz	1	130	0.5	65
Frutales cítricos	1.3	169	0.5	85
Banano	0.7	91	0.35	32
Café	1.2	156	0.4	62
Raíces y tubérculos	0.6	78	0.5	39
Leguminosas	0.7	91	0.45	41
Hortalizas pequeñas	0.4	52	0.45	23

Tipo de suelo	$\theta_{FC}$		$\theta_{WP}$	
Franco arcillo - arenoso	0.25		0.11	
Cultivo	$Z_r$	ADT	p	AFA
	(m)	(mm)		(mm)
Pasto de rotación	1	140	0.6	84
Maíz	1	140	0.5	70
Frutales cítricos	1.3	182	0.5	91
Banano	0.7	98	0.35	34
Café	1.2	168	0.4	67
Raíces y tubérculos	0.6	84	0.5	42
Leguminosas	0.7	98	0.45	44
Hortalizas pequeñas	0.4	56	0.45	25

Tipo de suelo	$\theta_{FC}$		$\theta_{WP}$	
Arcillo - arenoso	0.32		0.17	
Cultivo	$Z_r$	ADT	p	AFA
	(m)	(mm)		(mm)
Pasto de rotación	1	150	0.6	90
Maíz	1	150	0.5	75
Frutales cítricos	1.3	195	0.5	98
Banano	0.7	105	0.35	37
Café	1.2	180	0.4	72
Raíces y tubérculos	0.6	90	0.5	45
Leguminosas	0.7	105	0.45	47
Hortalizas pequeñas	0.4	60	0.45	27

Tipo de suelo	$\theta_{FC}$		$\theta_{WP}$	
Arcillo - limoso	0.36		0.23	
Cultivo	$Z_r$	ADT	p	AFA
	(m)	(mm)		(mm)
Pasto de rotación	1	130	0.6	78
Maíz	1	130	0.5	65
Frutales cítricos	1.3	169	0.5	85
Banano	0.7	91	0.35	32
Café	1.2	156	0.4	62
Raíces y tubérculos	0.6	78	0.5	39
Leguminosas	0.7	91	0.45	41
Hortalizas pequeñas	0.4	52	0.45	23

Anexo F. Tabla de determinación de  $K_C$ ,  $ET_C$ , NR neta y bruta.

Pasto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
kc	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ETc	1.58	2.3	2.6	2.59	2.89	2.71	3.28	3.41	2.85	3.28	3.23	2.68
NRneta (m3/día)	0	0	0	21.97	519.77	591.3	712.73	757.31	593.61	576.54	578.3	156.08
NRbruta (m3/día)	0	0	0	25.84	611.5	695.65	838.5	890.95	698.36	678.28	680.35	183.62
Maíz	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
kc	0.75	1.15	1.15	0.5	0.5	0	0	0	0	0.4	0.4	0.75
ETc	1.18	2.64	2.99	1.3	1.45	0	0	0	0	1.31	1.29	2.01
NRneta (m3/día)	0	0	0	0	148.57	0	0	0	0	101.27	107.31	3.19
NRbruta (m3/día)	0	0	0	0	228.58	0	0	0	0	155.8	165.09	4.9
Frutales Cítricos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
kc	0.8	0.8	0.8	0.85	0.85	1.25	1.25	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ETc	1.26	1.84	2.08	2.2	2.46	3.38	4.1	2.73	2.28	2.62	2.59	2.15
NRneta (m3/día)	0	0	0	0	440.68	778.45	939.24	630.33	485.57	447.5	451.45	36.08
NRbruta (m3/día)	0	0	0	0	518.45	915.83	1104.99	741.57	571.26	526.47	531.12	42.45
Frutales banana	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
kc	0	1	1	1	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	0	0
ETc	0	2.3	2.6	2.59	3.47	3.25	3.93	3.75	3.13	3.6	0	0
NRneta (m3/día)	0	0	0	4.99	147.9	162.26	195.74	189.66	149.59	147.91	0	0
NRbruta (m3/día)	0	0	0	5.87	174	190.89	230.29	223.13	175.98	174.01	0	0
Raíces y tubérculos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
kc	0	0.5	0.5	1.1	1.1	1.1	1.1	0.95	0.95	0	0	0
ETc	0	1.15	1.3	2.85	3.18	2.98	3.61	3.24	2.71	0	0	0
NRneta (m3/día)	0	0	0	51.38	372.45	415.31	500.82	457.36	357.2	0	0	0
NRbruta (m3/día)	0	0	0	60.44	438.17	488.6	589.2	538.08	420.24	0	0	0
Café	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
kc	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.95	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ETc	1.42	2.07	2.34	2.33	2.6	2.57	2.95	3.07	2.56	2.95	2.91	2.41
NRneta (m3/día)	0	0	0	0	247.79	305.81	348.25	370.97	288.56	273.98	275.49	51.98
NRbruta (m3/día)	0	0	0	0	275.32	339.78	386.94	412.19	320.63	304.42	306.1	57.75
Hortalizas pequeñas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
kc	0	0	0.5	0.85	0.9	0.9	0.95	0.95	0.95	0.95	0.8	0.8
ETc	0	0	1.3	2.2	2.6	2.44	3.11	3.24	2.71	3.11	2.59	2.15
NRneta (m3/día)	0	0	0	0	61.95	72.27	92.13	98.01	76.54	73.56	58.88	4.71
NRbruta (m3/día)	0	0	0	0	72.88	85.02	108.38	115.3	90.05	86.54	69.28	5.54
Leguminosas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
kc	0	0	0.4	0.4	1.15	1.15	0.35	0.35	0	0	0	0
ETc	0	0	1.04	1.04	3.32	3.11	1.15	1.19	0	0	0	0
NRneta (m3/día)	0	0	0	0	112.37	124.23	41.81	46.46	0	0	0	0
NRbruta (m3/día)	0	0	0	0	132.2	146.16	49.19	54.66	0	0	0	0

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
NRbruta (m3/día)	0	0	0	92.16	2451.1	2861.94	3307.5	2975.88	2276.53	1925.51	1751.93	294.26

**Anexo G. Dosis neta y dosis bruta de riego**

Dosis neta In (mm)		Mes											
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Cultivo	Pasto de rotación	-	-	-	0.7	16.1	18.3	22.0	23.4	18.3	17.8	17.9	4.8
	Maíz	-	-	-	-	5.9	-	-	-	-	4.0	4.3	0.1
	Frutales cítricos	-	-	-	-	13.0	23.0	27.8	18.6	14.3	13.2	13.3	1.1
	Banana	-	-	-	0.7	20.1	22.1	26.6	25.8	20.3	20.1	-	-
	Raíces y tubérculos	-	-	-	2.5	18.1	20.2	24.3	22.2	17.3	-	-	-
	Café	-	-	-	-	14.0	17.3	19.7	21.0	16.3	15.5	15.6	2.9
	Hortalizas pequeñas	-	-	-	-	14.0	16.4	20.9	22.2	17.3	16.7	13.3	1.1
	Leguminosas	-	-	-	-	19.1	21.1	7.1	7.9	-	-	-	-
Dosis bruta lg (mm)		Mes											
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Cultivo	Pasto de rotación	-	-	-	0.8	18.9	21.5	25.9	27.5	21.6	21.0	21.0	5.7
	Maíz	-	-	-	-	9.1	-	-	-	-	6.2	6.6	0.2
	Frutales cítricos	-	-	-	-	15.3	27.1	32.7	21.9	16.9	15.6	15.7	1.3
	Banana	-	-	-	0.8	23.7	25.9	31.3	30.3	23.9	23.7	-	-
	Raíces y tubérculos	-	-	-	2.9	21.3	23.7	28.6	26.1	20.4	-	-	-
	Café	-	-	-	-	15.6	19.2	21.9	23.3	18.2	17.2	17.3	3.3
	Hortalizas pequeñas	-	-	-	-	16.5	19.3	24.6	26.1	20.4	19.6	15.7	1.3
	Leguminosas	-	-	-	-	22.5	24.8	8.4	9.3	-	-	-	-

**Anexo H. Propuestas de turnos para distribución del sistema de riego**

**Propuesta 1**

Riego semanal	Sector	Área potencialmente regable	Factor de reducción	Área regable	Caudal continuo	Caudal total
día	-	ha	-	ha	l/s	l/s
Lunes	1	8.73	0.5	4.4	22.7	50.2
	7	9.59	0.55	5.3	27.4	
Martes	2	7.86	0.6	4.7	24.5	50.8
	8	9.17	0.55	5.0	26.2	
Miércoles	3	8.18	0.58	4.7	24.7	50.3
	9	9.86	0.5	4.9	25.7	
Jueves	4	8.21	0.5	4.1	21.4	50.6
	10	9.35	0.6	5.6	29.2	
Viernes	5	8.40	0.55	4.6	24.0	50.9
	11	10.33	0.5	5.2	26.9	
Sábado	6	8.15	0.54	4.4	22.9	50.9
	12	9.78	0.55	5.4	28.0	

## Propuesta 2

Riego semanal	Sector	Área potencialmente regable	Factor de reducción	Área regable	Caudal continuo	Caudal total
día	-	ha	%	ha	l/s	l/s
Lunes	1	8.73	0.6	5.2	24.2	50.8
	7	9.59	0.6	5.8	26.6	
Martes	2	7.86	0.65	5.1	23.6	50.8
	8	9.17	0.64	5.9	27.1	
Miércoles	3	8.18	0.61	5.0	23.1	50.9
	9	9.86	0.61	6.0	27.8	
Jueves	4	8.21	0.63	5.2	23.9	50.7
	10	9.35	0.62	5.8	26.8	
Viernes	5	8.40	0.57	4.8	22.1	50.8
	11	10.33	0.6	6.2	28.7	
Sábado	6	8.15	0.6	4.9	22.6	50.7
	12	9.78	0.62	6.1	28.0	

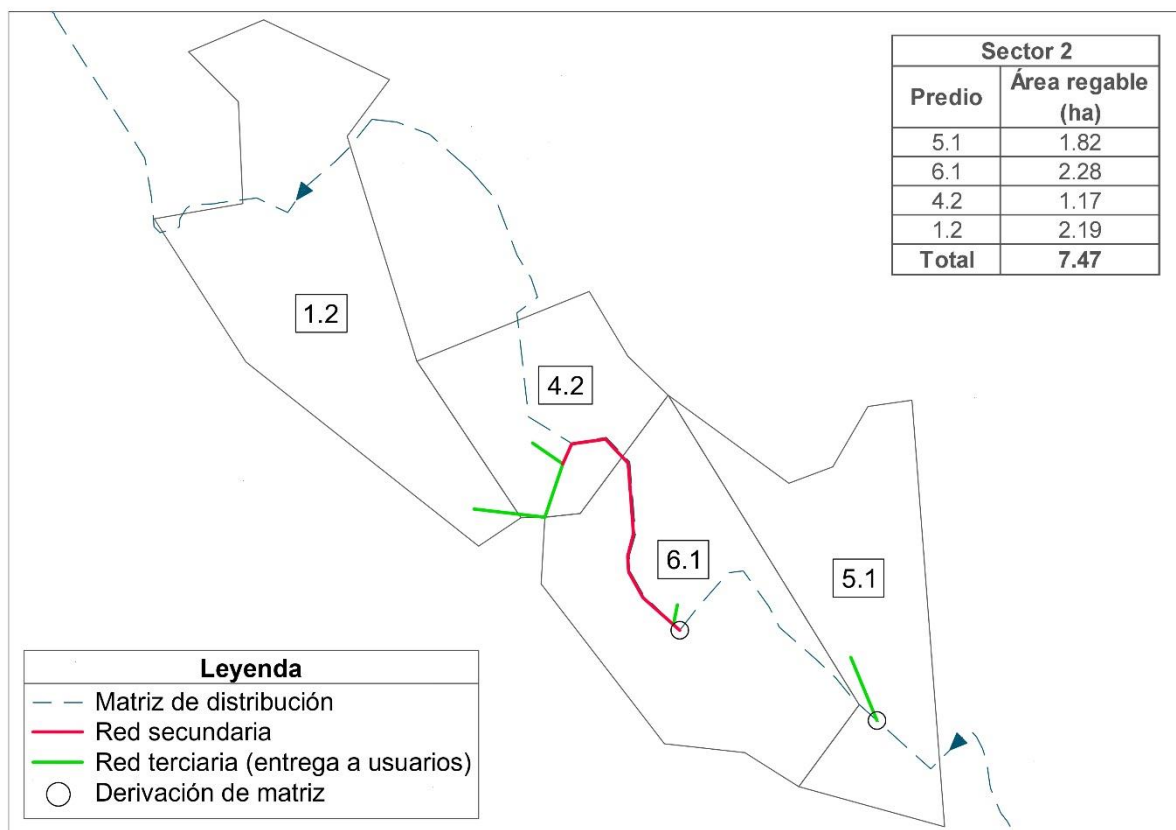
## Propuesta 3

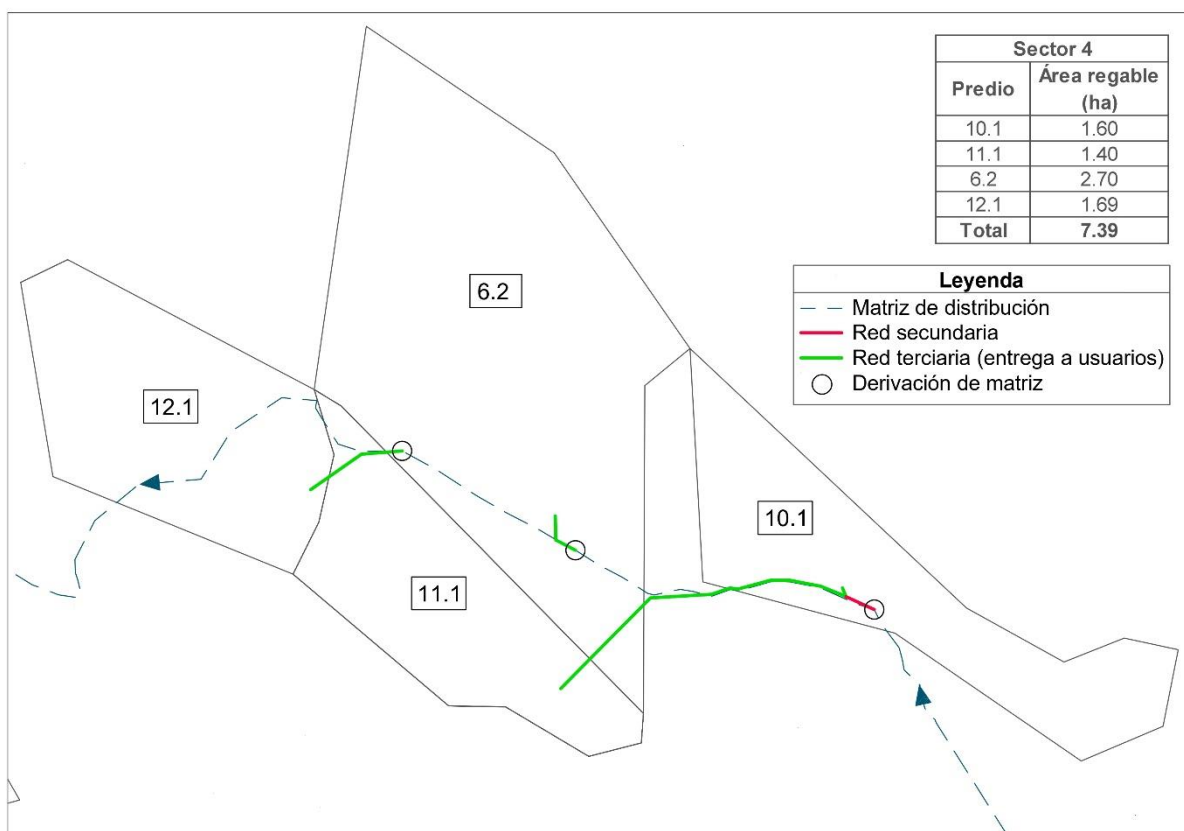
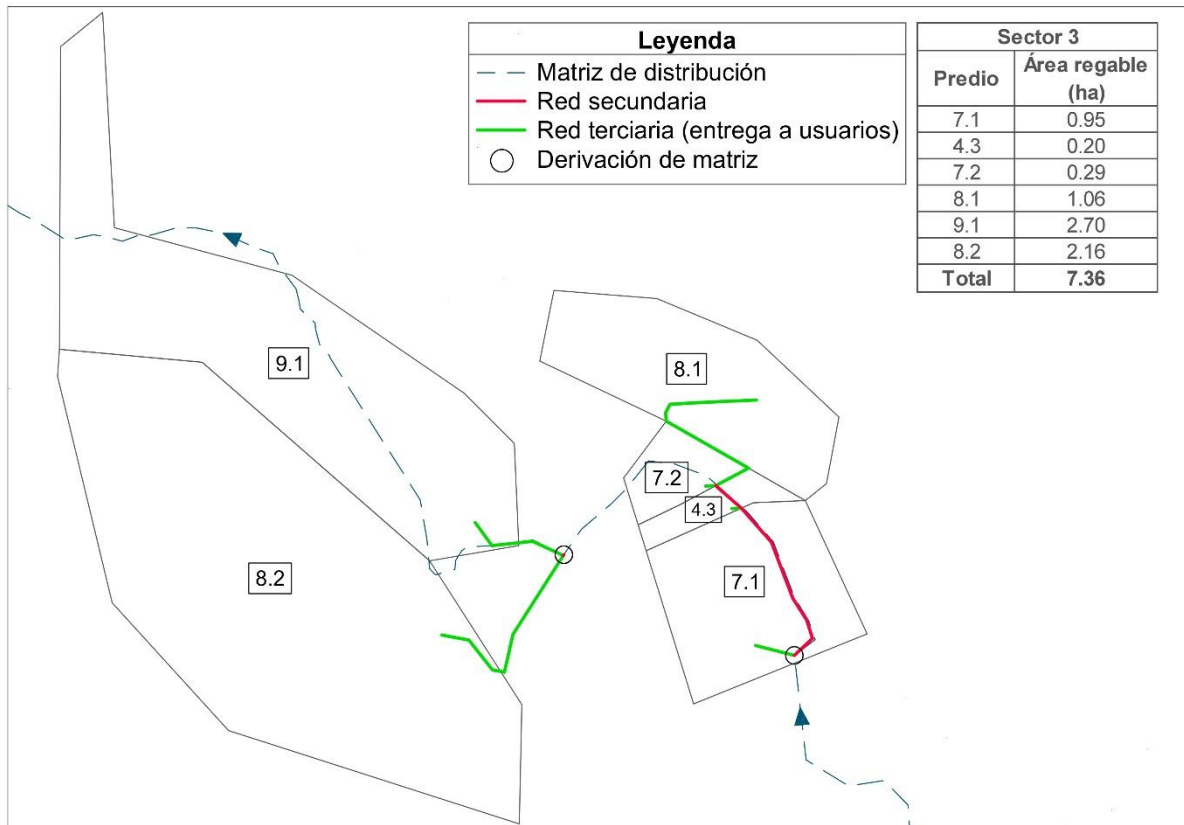
Riego semanal	Sector	Área potencialmente regable	Factor de reducción	Área regable real	Caudal total	Caudal total
día	-	ha	%	ha	l/s	l/s
Lunes	1	8.73	0.67	5.8	24.3	51.1
	7	9.59	0.67	6.4	26.7	
Martes	2	7.86	0.72	5.7	23.6	51.0
	8	9.17	0.72	6.6	27.5	
Miércoles	3	8.18	0.66	5.4	22.5	51.2
	9	9.86	0.7	6.9	28.7	
Jueves	4	8.21	0.7	5.7	23.9	51.2
	10	9.35	0.7	6.5	27.3	
Viernes	5	8.40	0.66	5.5	23.1	51.0
	11	10.33	0.65	6.7	27.9	
Sábado	6	8.15	0.67	5.5	22.7	51.2
	12	9.78	0.7	6.8	28.5	

## Propuesta 4

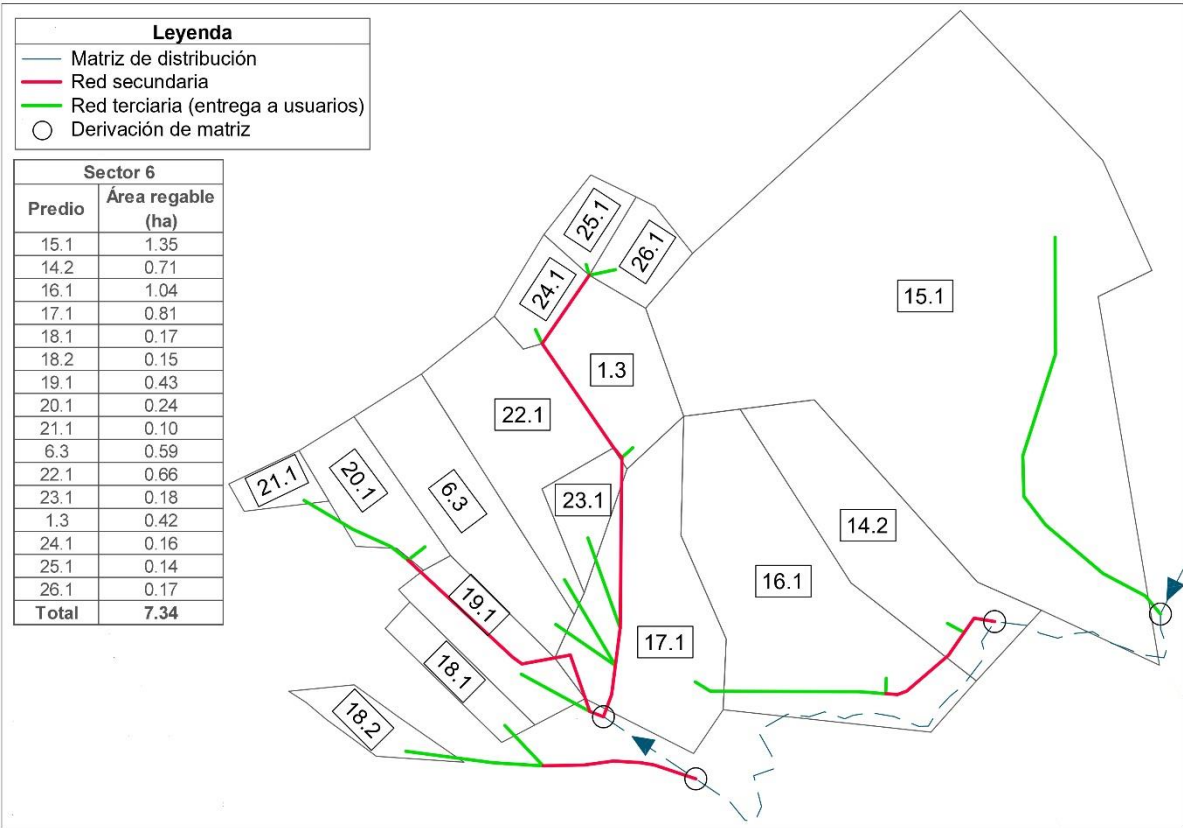
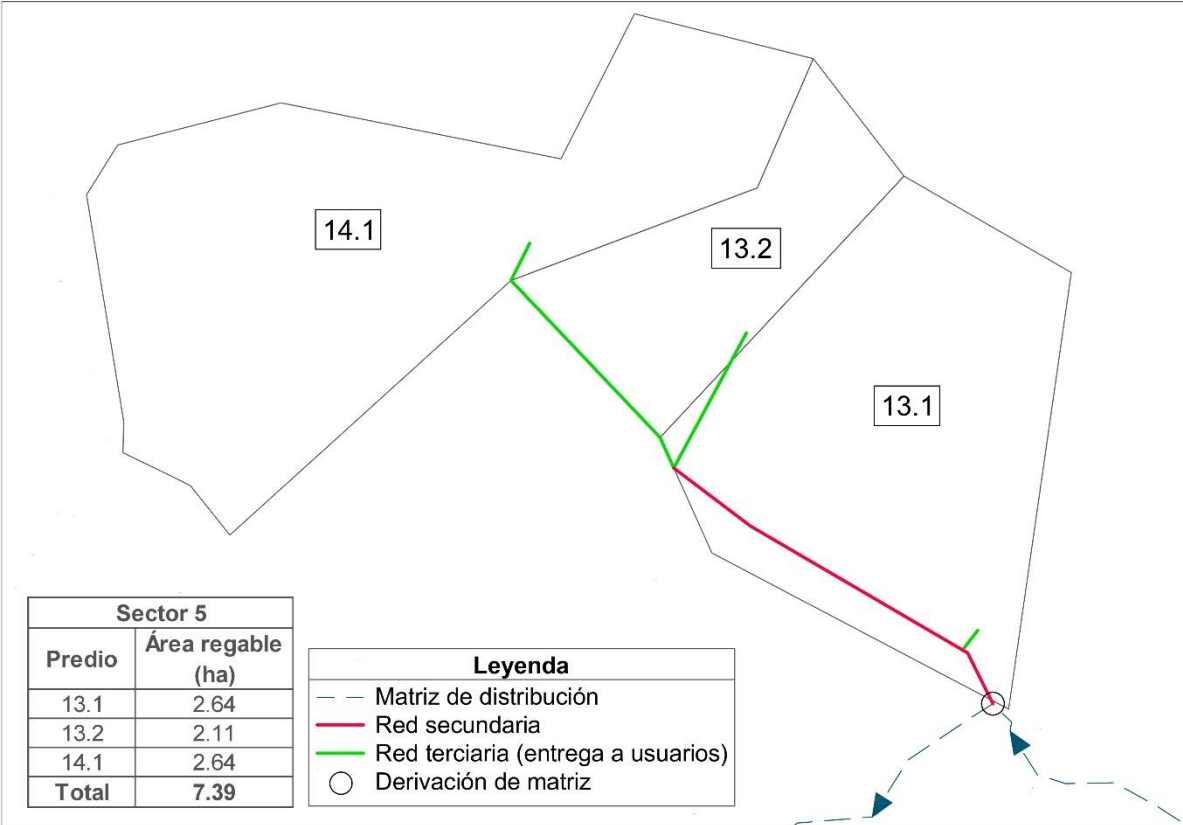
Riego semanal	Sector	Área potencialmente regable	Factor de reducción	Área regable real	Caudal total	Caudal total
día	-	Ha	%	ha	l/s	l/s
Lunes	1	8.73	0.84	7.3	50.9	102.1
	7	9.59	0.77	7.4	51.2	
Martes	2	7.86	0.94	7.4	51.3	102.2
	8	9.17	0.8	7.3	50.9	
Miércoles	3	8.18	0.9	7.4	51.1	102.4
	9	9.86	0.75	7.4	51.3	
Jueves	4	8.21	0.9	7.4	51.3	102.6
	10	9.35	0.79	7.4	51.3	
Viernes	5	8.40	0.88	7.4	51.3	102.2
	11	10.33	0.71	7.3	50.9	
Sábado	6	8.15	0.9	7.3	50.9	102.5
	12	9.78	0.76	7.4	51.6	

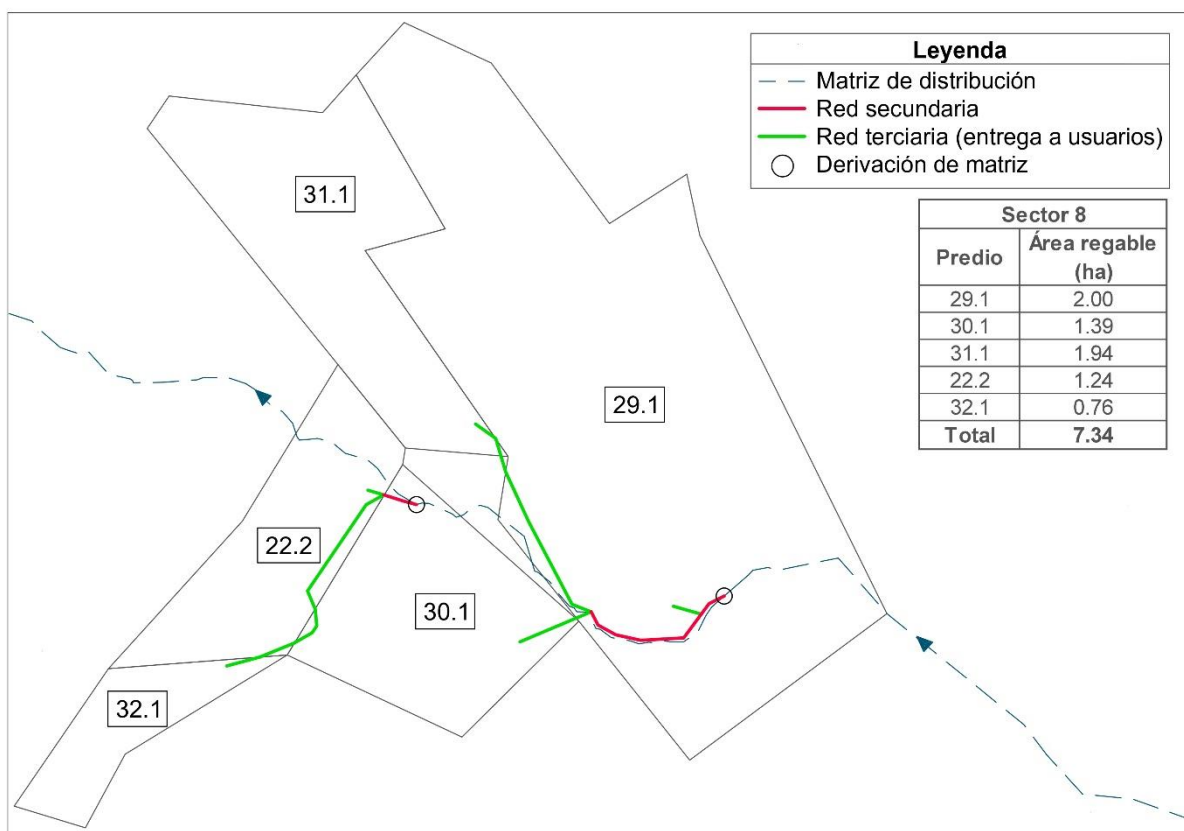
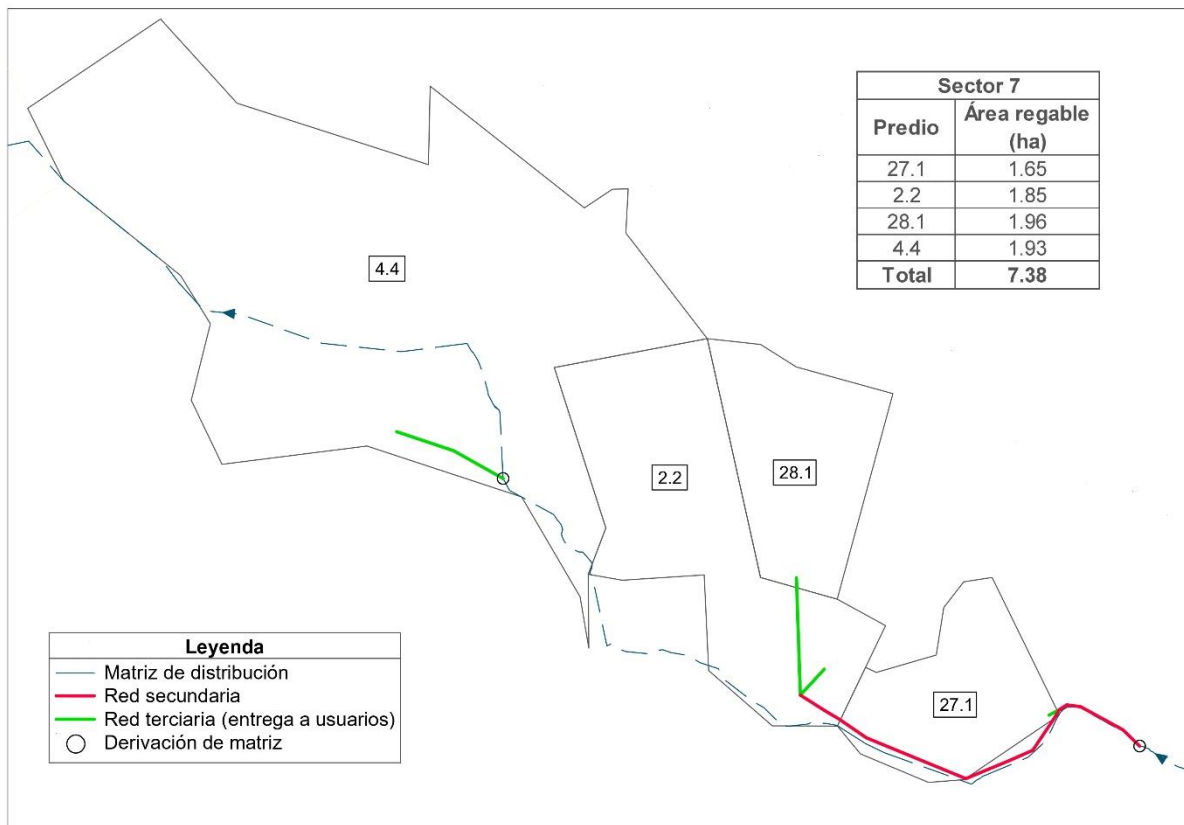
### Anexo I. Trazado de redes secundarias y terciarias para cada sector.

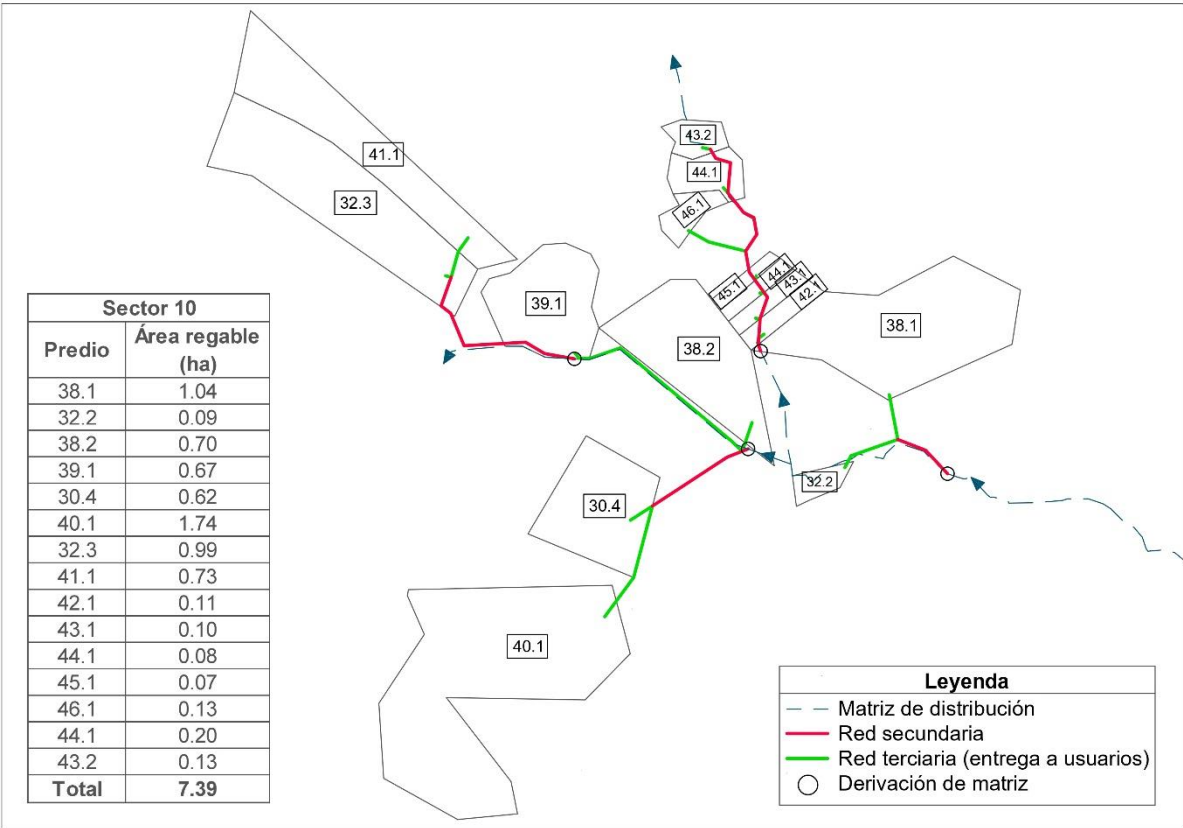
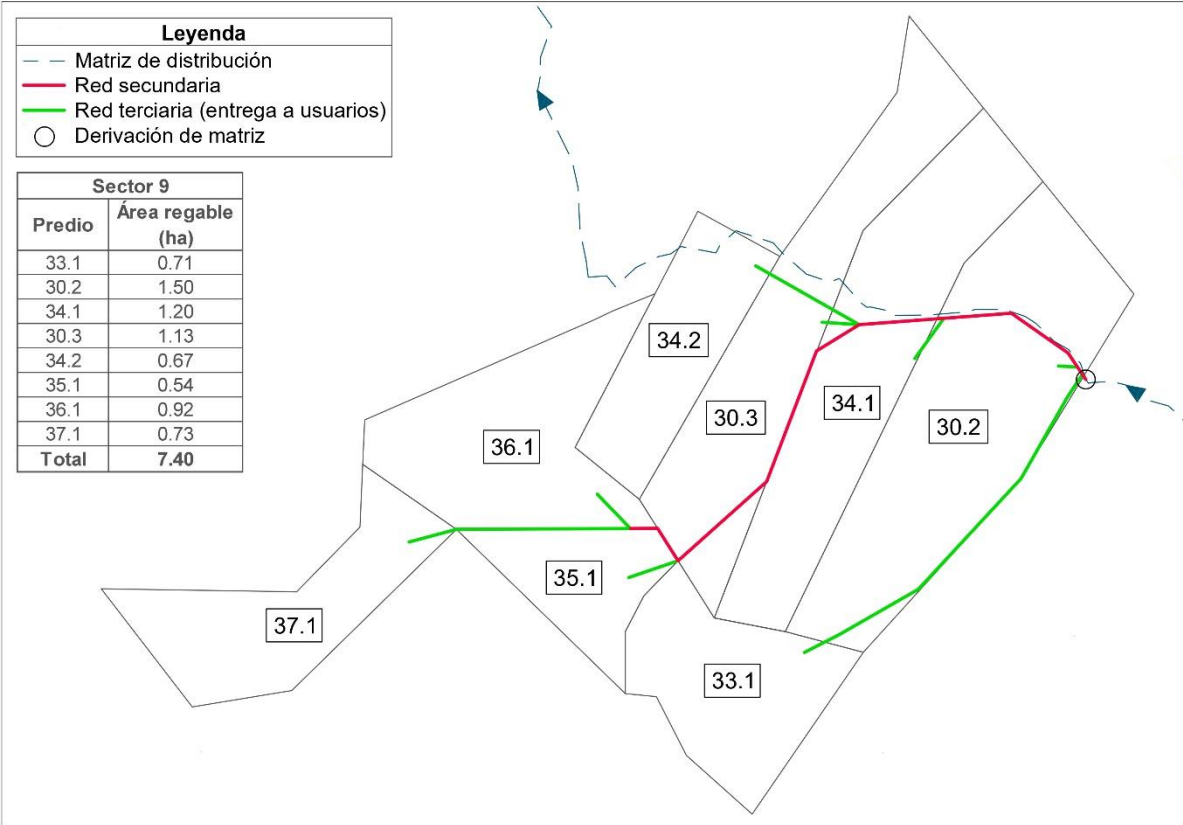


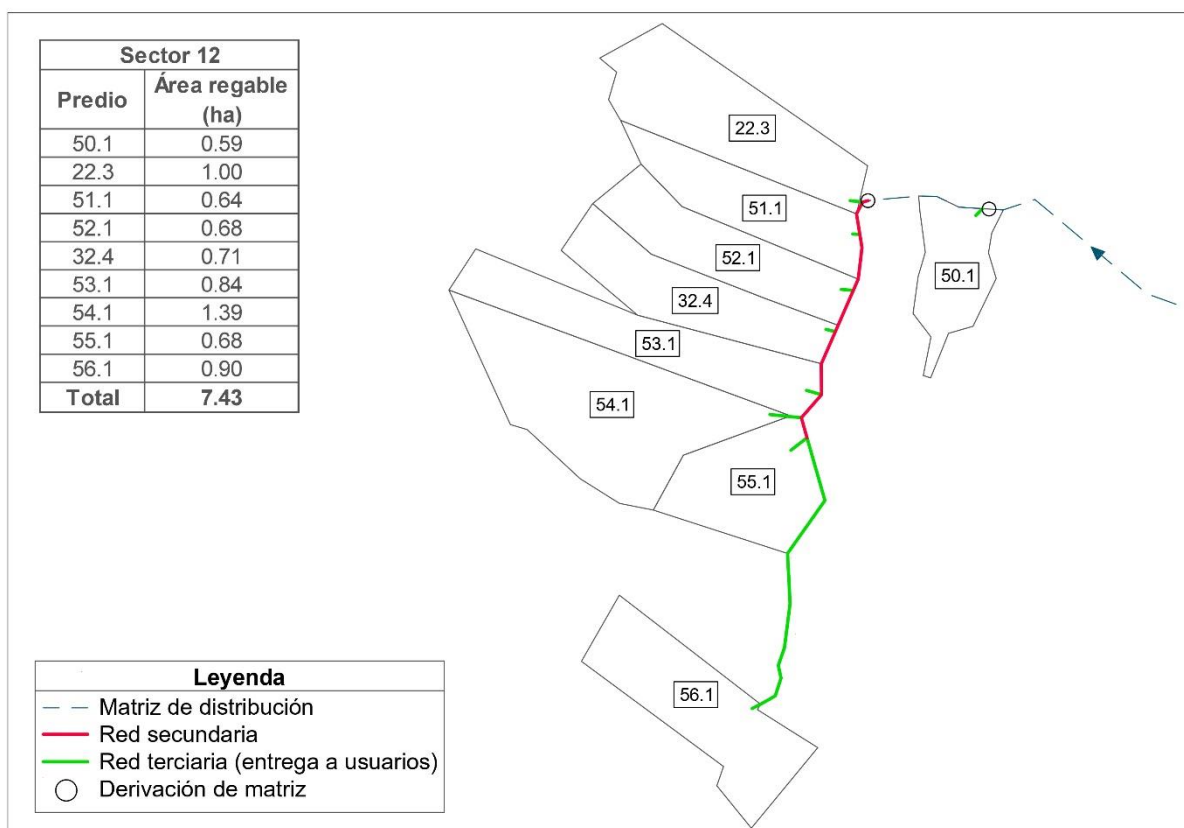
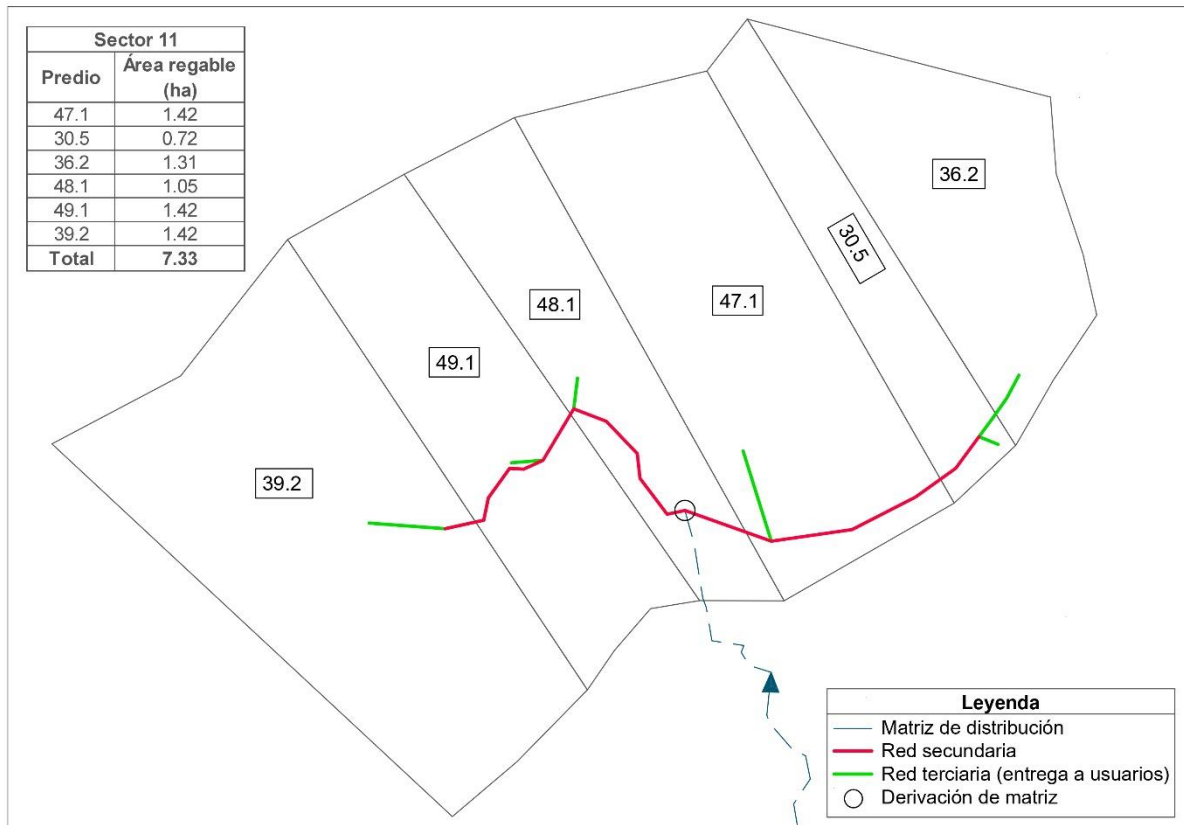












## Anexo J. Sectorización y datos hidráulicos de las tuberías de las redes

Redes secundarias														
Caudal de riego ficticio (l/s/ha)			6.94		Cotas			Datos hidráulicos						
Sector	Derivación desde la matriz	Código del predio	Área regable	Área rec. sec.	Caudal "Q"	Cota inicio	Cota final	Desnivel "Hf"	Longitud "L"	D. calculado	D. nominal	D. interno "D"	Velocidad "v"	
			ha	ha	l/s	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m	mm	mm	mm	m/s	
S1	1	1.1	2.10	2.10	14.57	2534.07	2519.79	14.28	46.46	61.84	90.00	86.40	2.49	
	2	2.1	2.04	5.32	36.93	2485.56	2471.44	14.12	185.28	117.27	160.00	153.60	1.99	
		3.1	1.24											
		4.1	2.04											
	3	5.1	1.82	1.82	12.66	2315.14	2299.16	15.98	54.20	59.11	90.00	86.40	2.16	
		4	6.1	2.28	5.64	39.16	2290.70	2270.31	20.39	220.47	115.24	160.00	153.60	2.11
			4.2	1.17										
		1.2	2.19											
	5	7.1	0.95	2.50	17.36	2248.39	2212.37	36.02	165.78	70.98	90.00	86.40	2.96	
		4.3	0.20											
		7.2	0.29											
		8.1	1.06											
	6	9.1	2.70	4.86	33.73	2193.63	2193.47	0.16	0.87	94.67	110.00	105.60	3.85	
		8.2	2.16											
	7	10.1	1.60	3.00	20.80	2092.08	2087.98	4.10	22.60	78.87	110.00	105.60	2.37	
		11.1	1.40											
		8	6.2											2.70
	9	12.1	1.69	1.69	11.74	2024.93	2002.77	22.16	75.35	57.48	90.00	86.40	2.00	
		13.1	2.64	7.39	51.30	1983.46	1869.96	113.50	245.80	91.79	160.00	153.60	2.77	
		13.2	2.11											
	14.1	2.64												
S6	11	15.1	1.35	1.35	9.37	1906.66	1865.52	41.14	284.83	61.04	90.00	86.40	1.60	
		14.2	0.71	2.57	17.80	1893.09	1881.51	11.58	90.85	79.95	110.00	105.60	2.03	
	16.1	1.04												
	17.1	0.81												
	12	18.1	0.17	0.32	2.25	1865.00	1858.36	6.64	99.23	41.55	63.00	59.80	0.80	
		18.2	0.15											
	13	19.1	0.43	0.77	5.37	1844.92	1817.58	27.34	177.08	48.73	90.00	86.40	0.92	
		20.1	0.24											
		21.1	0.10											
		21.2	0.10											
	14	6.3	0.59	2.32	16.11	1844.92	1794.56	50.36	308.14	73.14	90.00	86.40	2.75	
		22.1	0.66											
		23.1	0.18											
		1.3	0.42											
		24.1	0.16											
25.1		0.14												
26.1		0.17												
27.1		1.65												
15	2.2	1.85	1.65	11.44	2476.65	2441.91	34.74	481.66	75.94	90.00	86.40	1.95		
	28.1	1.96												
	4.4	1.93												
S7	16	29.1	2.00	1.93	13.36	2322.03	2320.00	2.03	140.00	112.03	160.00	153.60	0.72	
		30.1	1.39											
		31.1	1.94											
S8	17	22.2	1.24	5.34	37.03	2135.00	2090.68	44.32	141.14	87.77	160.00	153.60	2.00	
		32.1	0.76											
		33.1	0.71											
S9	18	30.2	1.50	2.00	13.88	2040.64	2039.02	1.62	29.62	86.52	110.00	105.60	1.58	
		34.1	1.20											
		30.3	1.13											
		34.2	0.67											
		35.1	0.54											
		36.1	0.92											
		37.1	0.73											
		38.1	1.04											
S10	19	32.2	0.09	1.13	7.84	1943.68	1929.28	14.40	63.75	52.04	110.00	105.60	0.90	
		38.2	0.70											
		39.1	0.67											
	20	30.4	0.62	3.73	25.92	1862.44	1843.14	19.30	115.17	87.18	110.00	105.60	2.96	
		40.1	1.74											
		32.3	0.99											
	21	41.1	0.73	1.71	11.90	1829.57	1800.19	29.38	213.10	67.49	110.00	105.60	1.36	
		42.1	0.11											
		43.1	0.10											
		44.1	0.08											
		45.1	0.07											
		46.1	0.13											
44.1		0.20												
43.2		0.13												
S11	22	47.1	1.42	0.81	5.63	1856.06	1824.67	31.39	197.42	49.29	90.00	86.40	0.96	
		30.5	0.72											
		36.2	1.31											
	23	48.1	1.05	3.44	23.90	1813.01	1811.40	1.61	228.98	162.11	160.00	153.60	1.29	
		49.1	1.42											
39.2		1.42												
S12	24	49.1	1.42	3.89	27.00	1813.01	1808.99	4.02	156.93	130.22	160.00	153.60	1.46	
		50.1	0.59											
		22.3	1.00											
		51.1	0.64											
		52.1	0.68											
		32.4	0.71											
		53.1	0.84											
		54.1	1.39											
		55.1	0.68											
	56.1	0.90												
27	50.1	0.59	0.59	4.11	1828.33	1827.23	1.10	9.68	46.89	50.00	47.40	2.33		
28	50.1	0.59	6.84	47.47	1803.54	1774.04	29.50	263.57	119.22	160.00	153.60	2.56		
	22.3	1.00												
	51.1	0.64												
	52.1	0.68												
	32.4	0.71												
	53.1	0.84												
	54.1	1.39												
	55.1	0.68												
56.1	0.90													

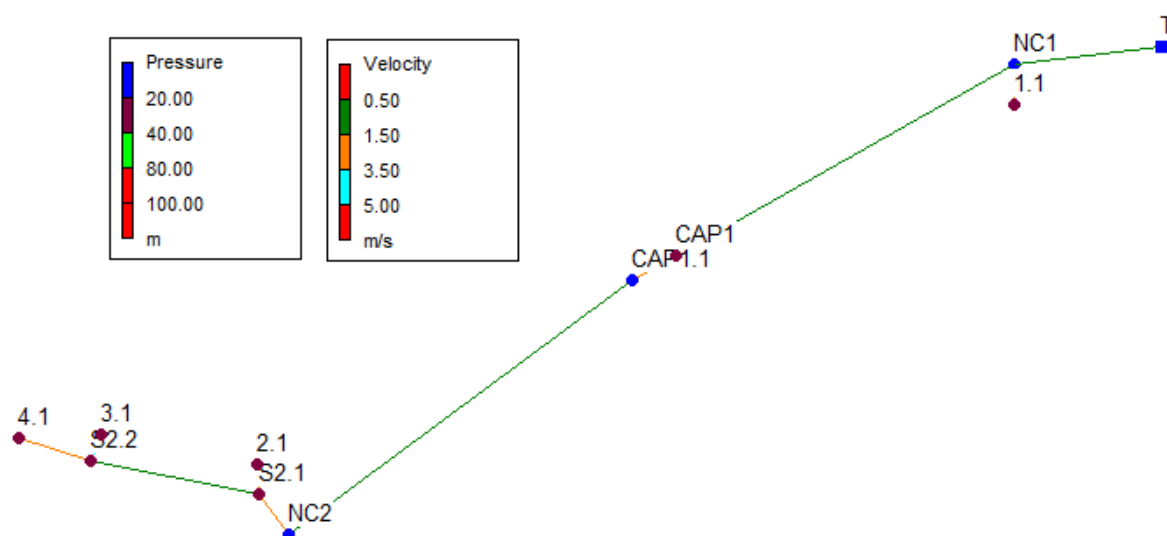
Redes terciarias de entrega a usuarios												
Caudal de riego ficticio (l/s/ha)			6.94		Cotas		Datos hidráulicos					
Sector	Derivación de la red secundaria	Código del predio	Área regable	Caudal "Q"	Cota inicio	Cota final	Desnivel "H"	Longitud "L"	D. calculado	D. nominal	D. interno "D"	Velocidad "v"
			ha	l/s	m.s.n.m	m.s.n.m	m	m	mm	mm	mm	m/s
S1	1	1.1	2.10	14.6	2534.07	2519.79	14.28	46.46	62	90	86.4	2.5
		2.1	2.04	14.2	2478.10	2470.00	8.10	24.63	60	90	86.4	2.4
	2	3.1	1.24	8.6	2471.44	2465.00	6.44	16.43	48	63	59.8	3.1
		4.1	2.04	14.2	2471.44	2465.00	6.44	81.37	81	110	105.6	1.6
S2	3	5.1	1.82	12.7	2315.14	2299.16	15.98	54.20	59	110	105.6	1.4
		6.1	2.28	15.8	2289.08	2286.08	3.00	15.82	70	110	105.6	1.8
	4	4.2	1.17	8.1	2270.31	2267.28	3.03	32.00	63	110	105.6	0.9
		1.2	2.19	15.2	2270.31	2250.00	20.31	101.38	69	90	86.4	2.6
S3	5	7.1	0.95	6.6	2248.39	2247.31	1.08	31.64	72	90	86.4	1.1
		4.3	0.20	1.4	2218.51	2217.65	0.86	7.24	31	32	29.8	2.0
		7.2	0.29	2.0	2212.37	2211.73	0.64	8	39	40	37.8	1.8
		8.1	1.06	7.4	2212.37	2188.79	23.58	187.27	57	90	86.4	1.3
S4	6	9.1	2.70	18.7	2193.47	2176.52	16.95	166.00	85	110	105.6	2.1
		8.2	2.16	15.0	2193.47	2165	28.47	81.7	61	90	86.4	2.6
		10.1	1.60	11.1	2087.98	2085.00	2.98	6.90	52	90	86.4	1.9
		11.1	1.40	9.7	2087.98	2052.10	35.88	239.98	61	90	86.4	1.7
S5	7	6.2	2.70	18.7	2056.84	2055.00	1.84	17.51	85	110	105.6	2.1
		12.1	1.69	11.7	2056.84	2002.77	54.07	204.22	59	110	105.6	1.3
		13.1	2.64	18.3	1970.24	1970.12	0.12	15.09	143	160	153.6	1.0
		13.2	2.11	14.7	1869.96	1855.00	14.96	93.31	71	90	86.4	2.5
S6	10	14.1	2.64	18.3	1869.96	1810.00	59.96	177.35	66	90	86.4	3.1
		15.1	1.35	9.4	1906.66	1865.52	41.14	284.83	61	90	86.4	1.6
		14.2	0.71	4.9	1887.40	1879.99	7.41	12.1	36	63	59.8	1.8
		16.1	1.04	7.2	1881.51	1875.02	6.49	9.82	40	63	59.8	2.6
S7	11	17.1	0.81	5.6	1881.51	1865.00	16.51	123.31	51	90	86.4	1.0
		18.1	0.17	1.2	1858.36	1845.00	13.36	35.44	23	50	47.4	0.7
		18.2	0.15	1.1	1858.36	1845.23	13.13	88.17	27	50	47.4	0.6
		19.1	0.43	3.0	1842.59	1834.50	8.09	49.74	39	63	59.8	1.1
S8	12	20.1	0.24	1.7	1817.58	1816.71	0.87	13.85	39	40	37.8	1.5
		21.1	0.10	0.7	1817.58	1815.00	2.58	76.71	32	32	29.8	1.0
		6.3	0.59	4.1	1843.65	1830.01	13.64	46.21	39	90	86.4	0.7
		22.1	0.66	4.6	1843.65	1825.00	18.65	63.64	40	90	86.4	0.8
S9	13	23.1	0.18	1.2	1842.96	1820.00	22.96	60.99	24	63	59.8	0.4
		1.3	0.42	2.9	1808.72	1807.52	1.20	9.41	41	40	37.8	2.6
		24.1	0.16	1.1	1800.52	1800.00	0.52	9.9	35	50	47.4	0.6
		25.1	0.14	0.9	1794.56	1793.74	0.82	7.16	27	40	37.8	0.8
S10	14	26.1	0.17	1.2	1794.56	1794.00	0.56	17.25	39	40	37.8	1.1
		27.1	1.65	11.4	2473.00	2469.98	3.02	40.87	76	90	86.4	2.0
		2.2	1.85	12.8	2441.91	2440.75	1.16	42.48	97	110	105.6	1.5
		28.1	1.96	13.6	24491.00	2440.00	141.02	141.04	47	90	86.4	2.3
S11	15	4.4	1.93	13.4	2322.03	2320.00	2.03	140.23	112	160	153.6	0.7
		29.1	2.00	13.9	2122.44	2115.00	7.44	25.04	61	160	153.6	0.7
		30.1	1.39	9.7	2090.68	2080.04	10.64	66.72	61	110	105.6	1.1
		31.1	1.94	13.5	2090.68	2055.00	35.68	197.11	67	90	86.4	2.3
S12	16	22.2	1.24	8.6	2039.02	2035.00	4.02	14.06	51	90	86.4	1.5
		32.1	0.76	5.3	2039.02	2016.88	22.14	225.63	53	90	86.4	0.9
		33.1	0.71	4.9	2013.30	1970.00	43.30	294.76	48	90	86.4	0.8
		30.2	1.50	10.4	2010.05	2004.34	5.71	14	51	90	86.4	1.8
S13	17	34.1	1.20	8.3	1970.00	1968.63	1.37	36.36	77	110	105.6	1.0
		30.3	1.13	7.8	1960.42	1953.61	6.81	27.14	51	63	59.8	2.8
		34.2	0.67	4.6	1960.42	1935.00	25.42	87.17	41	90	86.4	0.8
		35.1	0.54	3.7	1912.07	1907.17	4.90	38.13	45	90	86.4	0.6
S14	18	36.1	0.92	6.4	1885.16	1875.00	10.16	34.93	46	63	59.8	2.3
		37.1	0.73	5.0	1885.16	1820.00	65.16	163.3	39	90	86.4	0.9
		38.1	1.04	7.2	1929.28	1912.99	16.29	46.86	46	90	86.4	1.2
		32.2	0.09	0.6	1929.28	1902.16	27.12	64.68	18	32	29.8	0.9
S15	19	38.2	0.70	4.9	1861.62	1857.43	4.19	31.01	49	50	47.4	2.8
		39.1	0.67	4.7	1861.62	1829.55	32.07	215.52	47	50	47.4	2.6
		30.4	0.62	4.3	1843.14	1832.64	10.50	27.01	37	50	47.4	2.5
		40.1	1.74	12.1	1843.14	1828.32	14.82	126.24	70	90	86.4	2.1
S16	20	32.3	0.99	6.9	1800.19	1795.00	5.19	5.8	37	63	59.8	2.4
		41.1	0.73	5.0	1800.19	1797.62	2.57	44.95	58	90	86.4	0.9
		42.1	0.11	0.8	1853.50	1853.00	0.50	6.83	28	90	86.4	0.1
		43.1	0.10	0.7	1848.49	1847.60	0.89	4.73	22	32	29.8	1.0
S17	21	44.1	0.08	0.5	1842.66	1842.36	0.30	5.19	26	32	29.8	0.8
		45.1	0.07	0.5	1839.30	1838.52	0.78	4.82	20	25	22.8	1.2
		46.1	0.13	0.9	1835.95	1829.82	6.13	63.15	28	32	29.8	1.3
		44.1	0.20	1.4	1829.89	1829.00	0.89	7	31	32	29.8	2.0
S18	22	43.2	0.13	0.9	1824.67	1824.19	0.48	8.2	31	32	29.8	1.3
		47.1	1.42	9.9	1812.73	1808.02	4.71	64.86	72	90	86.4	1.7
		30.5	0.72	5.0	1811.40	1799.39	12.01	14.19	33	90	86.4	0.8
		36.2	1.31	9.1	1811.40	1805.00	6.40	50.48	62	90	86.4	1.5
S19	23	48.1	1.05	7.3	1817.86	1810.00	7.86	21.3	46	90	86.4	1.2
		49.1	1.42	9.9	1808.99	1807.48	1.51	21.73	72	90	86.4	1.7
		39.2	1.42	9.9	1808.99	1800.10	8.89	143.74	74	90	86.4	1.7
		50.1	0.59	4.1	1828.33	1827.23	1.10	9.68	47	50	47.4	2.3
S20	24	22.3	1.00	7.0	1805.59	1801.77	3.82	12.79	47	90	86.4	1.2
		51.1	0.64	4.4	1802.42	1800.00	2.42	7.19	39	50	47.4	2.5
		52.1	0.68	4.7	1796.38	1793.22	3.16	12.15	42	50	47.4	2.7
		32.4	0.71	4.9	1789.39	1787.16	2.23	9.97	44	90	86.4	0.8
S21	25	53.1	0.84	5.9	1777.32	1773.77	3.55	15.93	47	63	59.8	2.1
		54.1	1.39	9.7	1772.97	1767.47	5.50	32.05	60	90	86.4	1.6
		55.1	0.68	4.7	1774.04	1770.32	3.72	20.71	45	63	59.8	1.7
		56.1	0.90	6.2	1774.04	1730.00	44.04	306.4	52	90	86.4	1.1

## Anexo K. Simulación en el modelo numérico Epanet de la propuesta elegida 4

### Cachi

#### Cachi sector 1

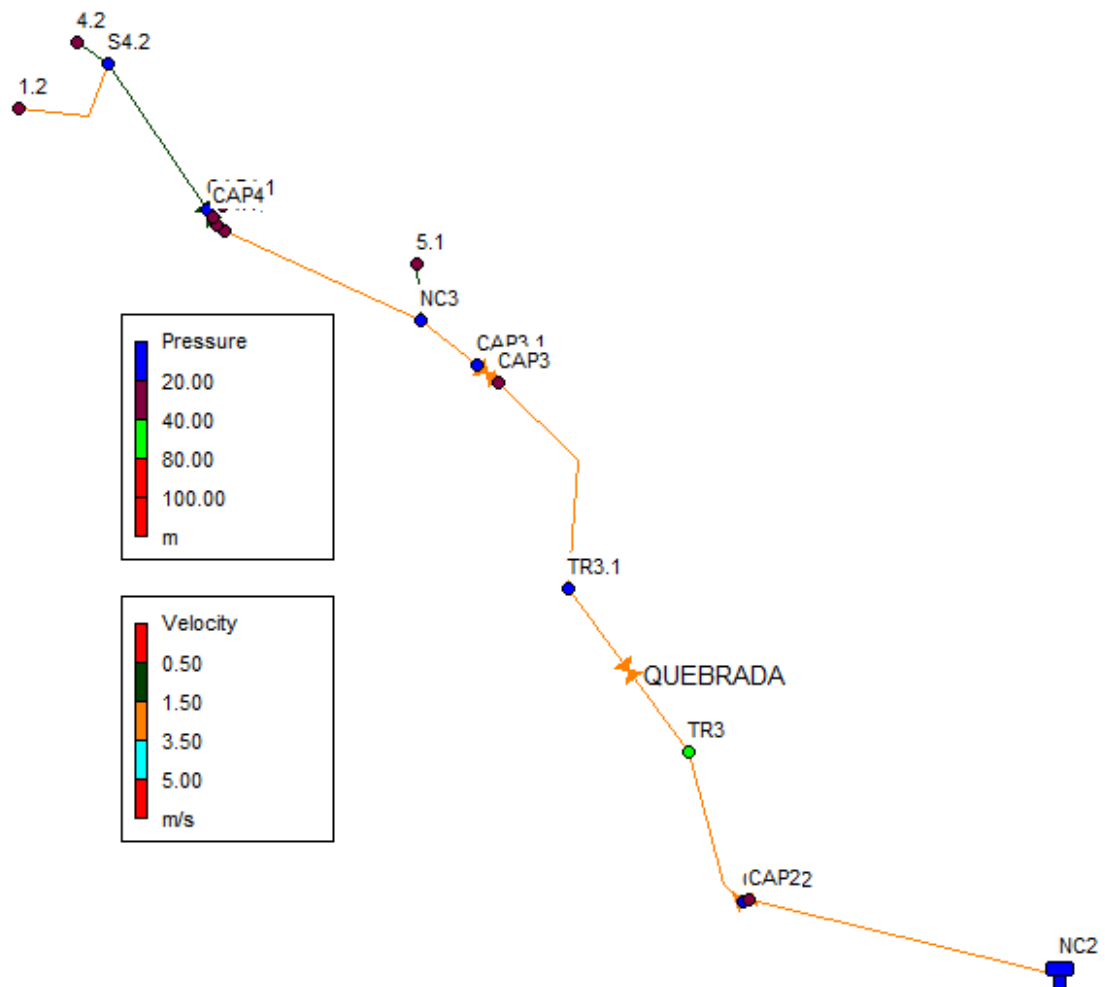
Sector 1				
Network Table - Nodes				
Node ID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc NC1	2531.96	0	2541.61	9.65
Junc NC2	2485.55	0	2502.23	16.67
Junc CAP1.1	2505	0	2505	0
Junc CAP1	2505.80	0	2539.82	34.02
Junc 1.1	2518	14.60	2538.60	20.60
Junc S2.1	2478.10	0	2501.45	23.35
Junc S2.2	2471.44	0	2500.21	28.77
Junc 3.1	2465	8.6	2494.32	29.32
Junc 2.1	2470	14.20	2500.01	30.01
Junc 4.1	2465	14.20	2498.43	33.43



## Cachi sector 2

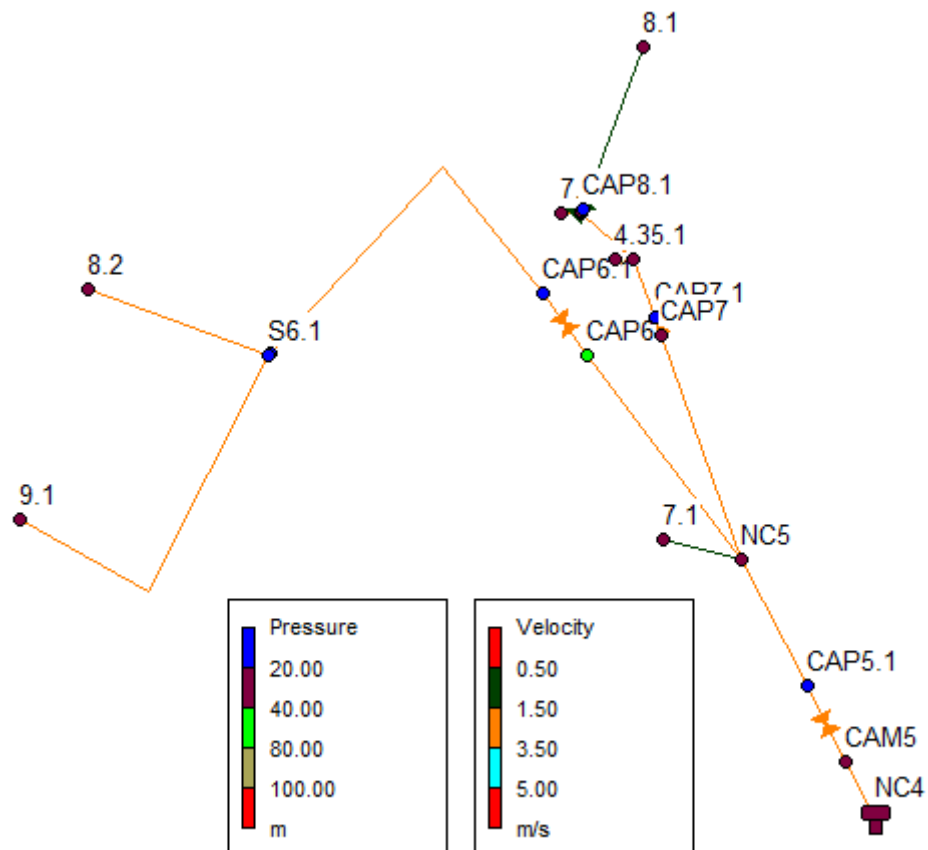
Sector 2				
Network Table - Nodes				
Node ID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc CAP2.2	2471.751	0	2471.75	0
Junc NC3	2315.14	0	2324.16	9.02
Junc NC4	2290.7	0	2317.79	27.09
Junc CAP2	2471.571	0	2494.51	22.94
Junc TR3	2423.492	0	2465.43	41.94
Junc TR3.1	2367.822	0	2367.82	0
Junc CAP3.1	2325	0	2325	0
Junc CAP3	2325.8	0	2356.25	30.45
Junc 5.1	2299.16	12.7	2323.2	24.04
Junc S4.1	2289.08	0	2317.6	28.52
Junc S4.2	2270.31	0	2286.97	16.66
Junc 4.2	2266	8.1	2286.72	20.72
Junc 1.2	2250	15.2	2280.28	30.28
Junc 6.1	2286.08	15.8	2317.18	31.1
Junc CAP4.1	2289.07	0	2289.07	0
Junc CAP4	2289.07	0	2317.46	28.39
Tank NC2	2485.558	-51.8	2498.78	13.22





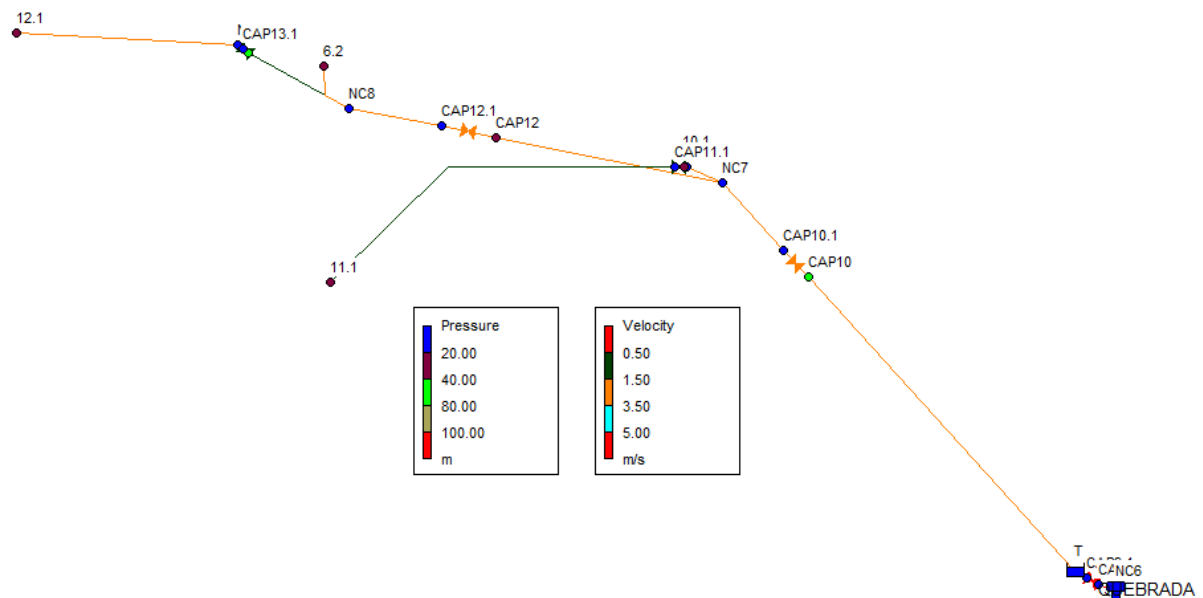
## Cachi sector 3

Sector 3				
Network Table - Nodes				
Node ID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc NC5	2248.39	0	2269.31	20.92
Junc NC6	2193.53	0	2202.42	8.89
Junc CAP6.1	2205	0	2205	0
Junc CAP6	2205	0	2264.58	59.58
Junc 7.1	2247.31	6.6	2268.86	21.55
Junc S5.1	2218.55	0	2241.92	23.37
Junc 4.3	2217.65	1.4	2239.43	21.78
Junc S5.2	2212.37	0	2241.16	28.79
Junc 7.2	2211.73	2.2	2239.03	27.30
Junc 8.1	2188.79	7.4	2209.09	20.30
Junc S6.1	2193.47	0	2202.31	8.84
Junc 8.2	2165	18.7	2194.37	29.37
Junc 9.1	2176.52	15	2198.27	21.75
Junc CAP5.1	2275	0	2275	0
Junc CAM5	2275.80	0	2309.8	34
Junc CAP7.1	2243.70	0	2243.7	0
Junc CAP7	2243.70	0	2266.04	22.34
Junc CAP8	2212.36	0	2241.14	28.78
Junc CAP8.1	2212.36	0	2212.36	0



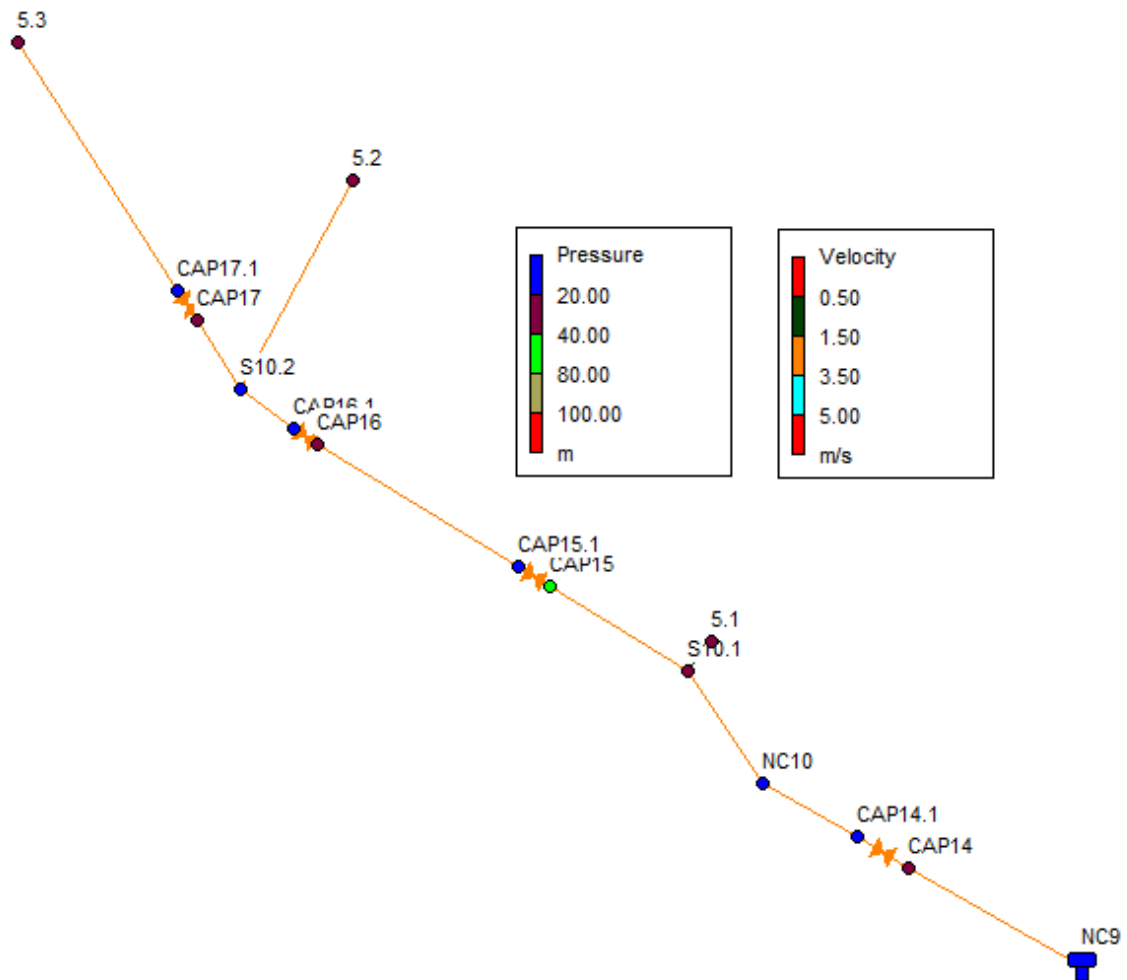
## Cachi sector 4

Sector 4				
Network Table - Nodes				
Node ID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc NC7	2092.33	0	2108.69	16.36
Junc NC8	2057.01	0	2076.82	19.80
Junc CAP12.1	2080	0	2080	0
Junc CAP12	2080.80	0	2107.55	26.75
Junc S7.1	2087.98	0	2107.74	19.76
Junc 10.1	2085	11.1	2107.48	22.48
Junc 11.1	2052.10	9.1	2082.71	30.61
Junc 6.2	2055	18.7	2075.59	20.59
Junc 12.1	2002.77	11.7	2022.91	20.14
Junc CAP11	2085	0	2107.73	22.73
Junc CAP11.1	2085	0	2085	0
Junc NC9	2021.91	0	2025.99	4.07
Junc CAP13	2026.80	0	2076.44	49.64
Junc CAP13.1	2026	0	2026	0
Junc CAP9.1	2182	0	2182	0
Junc CAP9	2182.80	0	2198.98	16.18
Junc CAP10.1	2112	0	2112	0
Junc CAP10	2112.80	0	2162.02	49.22



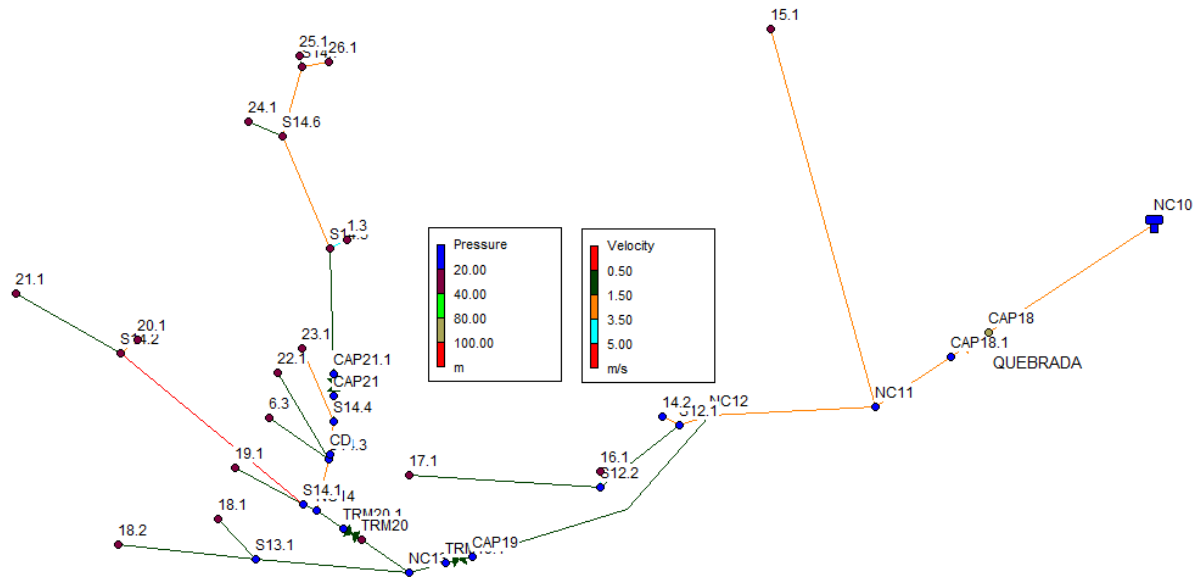
## Cachi sector 5

Sector 5				
Network Table - Nodes				
Node ID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc NC10	1991.23	0	1999.40	8.17
Junc S10.1	1970	0	1997.38	27.38
Junc 5.1	1970	18.3	1997.3	27.30
Junc S10.2	1869.96	0	1883.13	13.17
Junc 5.2	1855	14.7	1877.32	22.32
Junc 5.3	1810	18.3	1838.80	28.80
Junc CAP16.1	1884	0	1884	0
Junc CAP16	1884	0	1923.72	39.72
Junc CAP15	1925	0	1996.1	71.1
Junc CAP15.1	1925	0	1925	0
Junc CAP17	1850	0	1877.77	27.77
Junc CAP17.1	1850	0	1850	0
Junc CAP14.1	2001	0	2001	0
Junc CAP14	2001.80	0	2024.25	22.45



## Cachi sector 6

Sector 6				
Network Table - Nodes				
Node ID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc NC12	1893	0	1901.33	8.33
Junc NC13	1865	0	1879.03	14.03
Junc NC14	1844.92	0	1855.6	10.68
Junc S14.5	1808.72	0	1836.9	28.18
Junc TRM20.1	1856	0	1856	0
Junc TRM20	1856.8	0	1878.7	21.9
Junc 15.1	1865.52	9.4	1898.31	32.79
Junc S12.1	1887.4	0	1900.52	13.12
Junc S12.2	1881.51	0	1899.32	17.81
Junc 17.1	1865	5.6	1898.04	33.04
Junc 16.1	1875.02	7.2	1896.78	21.76
Junc 14.2	1880	4.9	1899.56	19.56
Junc S13.1	1858.36	0	1877.86	19.5
Junc 18.1	1845	1.2	1876.83	31.83
Junc 18.2	1845.23	1.1	1875.68	30.45
Junc S14.3	1843.65	0	1852.63	8.98
Junc S14.4	1842.96	0	1852.09	9.13
Junc 6.3	1830.01	4.1	1852.36	22.35
Junc 22.1	1825	4.6	1852.17	27.17
Junc 1.3	1807.52	2.9	1832.73	25.21
Junc S14.2	1817.58	0	1855.12	37.54
Junc 20.1	1816.71	1.7	1852.83	36.12
Junc 21.1	1815	0.7	1847.86	32.86
Junc S14.6	1800.52	0	1821.55	21.03
Junc S14.7	1794.56	0	1817.21	22.65
Junc 24.1	1800	1.1	1821.3	21.3
Junc 25.1	1793.74	0.9	1816.85	23.11
Junc 26.1	1794.75	1.2	1815.72	20.97
Junc NC11	1906	0	1906.05	0.05
Junc 19.1	1834.5	3	1854.55	20.05
Junc S14.1	1842.59	0	1855.51	12.92
Junc 23.1	1820	2.9	1849.18	29.18
Junc CAP18.1	1907	0	1907	0
Junc CAP18	1907.8	0	1989.95	82.15
Junc CD	1843.64	0	1852.59	8.95
Junc CAP21	1838	0	1851.86	13.86
Junc CAP21.1	1838	0	1838	0
Junc TRM19.1	1880	0	1880	0
Junc CAP19	1880.8	0	1898.39	17.59

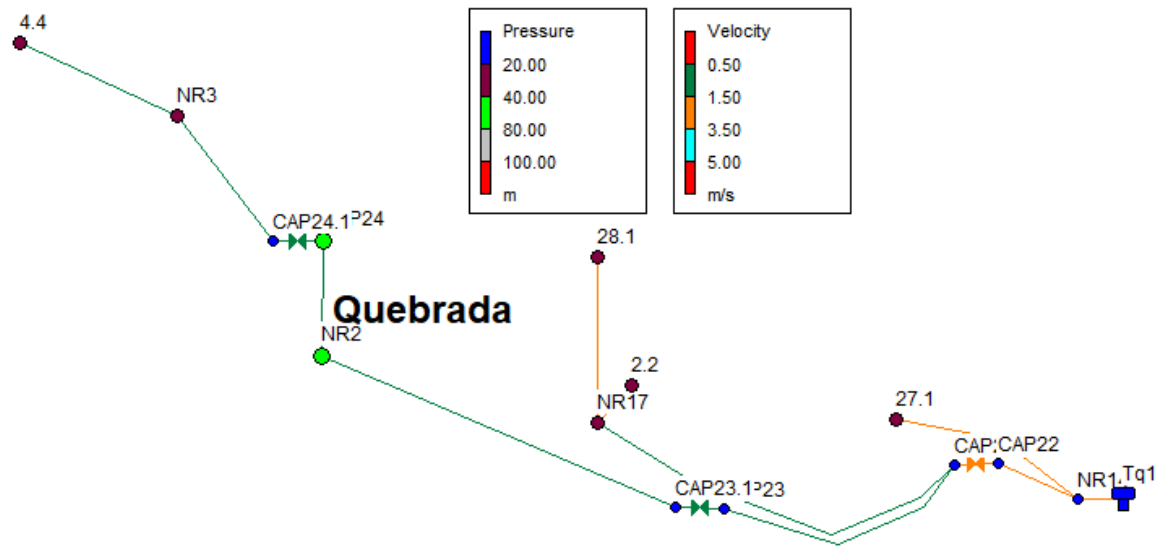


## Rumipamba

## Rumipamba sector 7

Sector 7				
Network Table - Nodes				
Node ID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc CAP23	2451.8	0	2471.11	19.31
Junc CAP23.1	2451.8	0	2451.8	0
Junc NR2	2400.23	0	2451.2	50.97
Junc CAP24	2400	0	2451.19	51.19
Junc CAP24.1	2360.28	0	2360.28	0
Junc NR3	2322.02	0	2359.79	37.76
Junc CAP22.1	2472	0	2472	0
Junc CAP22	2472	0	2489.82	17.82
Junc 4.4	2320	13.4	2359.35	39.35
Junc NR14	2473	0	2492.66	19.66
Junc NR17	2441.91	0	2467.92	26.01
Junc 28.1	2440	13.6	2460.33	20.33
Junc 2.2	2442.5	12.8	2462.86	20.36
Junc 27.1	2469.98	11.4	2491.07	21.09



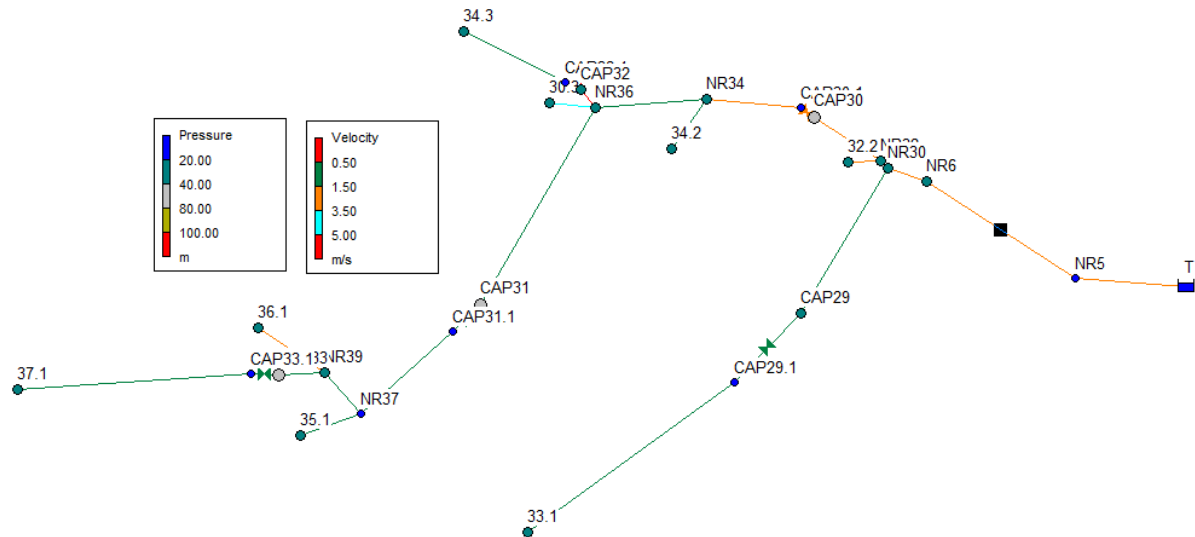


Rumipamba sector 8

Sector 8				
Network Table - Nodes				
Node ID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc NR4	2129	0	2136.16	7.16
Junc NR5	2036.51	0	2055.64	19.12
Junc CAP25.1	2136.7	0	2136.7	0
Junc CAP24	2136.7	0	2200.18	63.48
Junc CAP27.1	2056	0	2056	0
Junc CAP27	2056	0	2135.37	79.37
Junc NR23	2090.68	0	2106.74	16.06
Junc 31.1	2065.12	13.5	2096.11	30.99
Junc NR26	2036.02	0	2055.01	18.99
Junc TR8	2036.26	0	2054.13	17.87
Junc NR28	2017.91	0	2053.66	35.75
Junc 29.1	2115	13.9	2135	20
Junc 30.1	2085.04	9.7	2106.02	20.98
Junc CAP26.1	2107	0	2107	0
Junc CAP26	2107	0	2134.69	27.69
Junc 32.1	2016.88	5.3	2053.19	36.31
Junc NR21	2129.9	0	2135.12	5.22
Junc 22.2	2030	8.6	2054.9	24.9

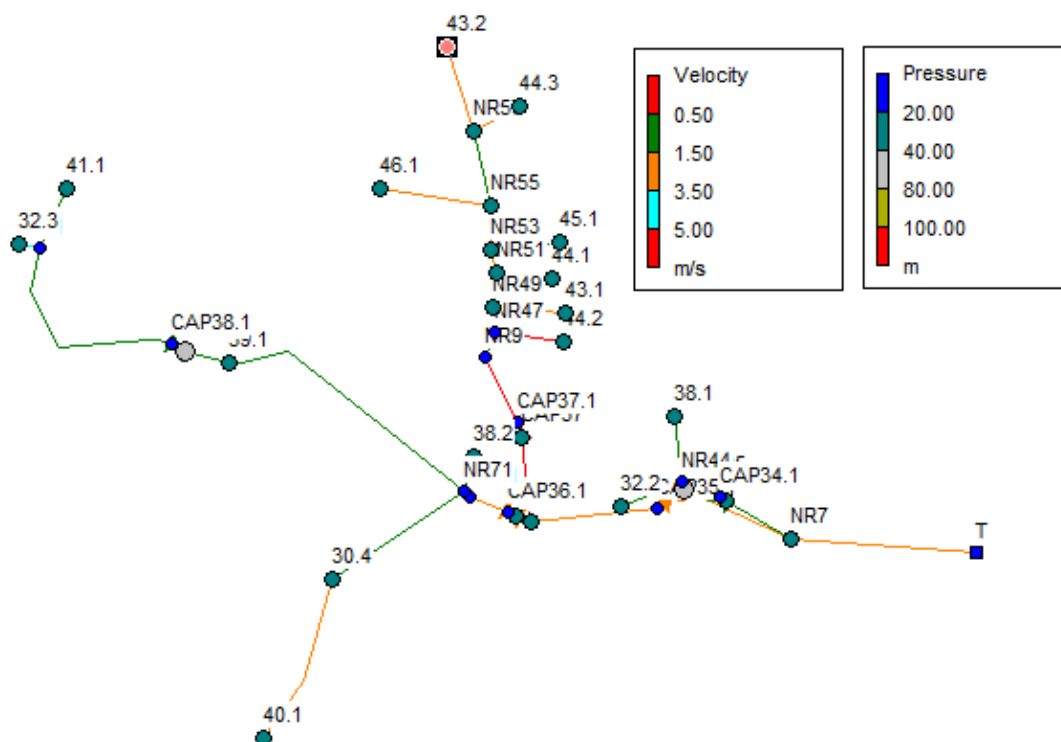


Kathya Paulina Condo Guartán – Juan Sebastián Valdez Pintado



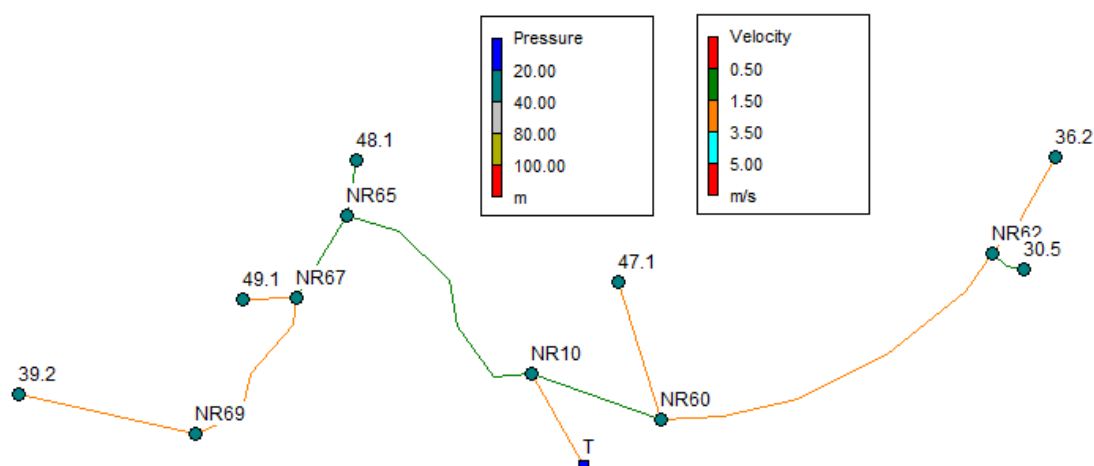
## Rumipamba sector 10

Sector 10				
Network Table - Nodes				
Node ID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc NR7	1943.68	0	1970.36	26.68
Junc NR9	1856.06	0	1869.94	13.88
Junc NR8	1874.21	0	1902.19	27.99
Junc CAP35.1	1903.72	0	1903.72	0
Junc CAP35	1903.72	0	1968.18	64.46
Junc CAP36	1870	0	1901.93	31.93
Junc CAP36.1	1870	0	1870	0
Junc NR11	1862.40	0	1869.67	7.27
Junc NR44	1929.28	0	1934.96	5.68
Junc 32.2	1907.59	0.60	1934.44	26.85
Junc CAP34	1935	0	1969.93	34.93
Junc CAP34.1	1935	0	1935	0
Junc NR47	1853	0	1869.80	16.8
Junc NR49	1848.50	0	1869.71	21.21
Junc NR51	1842.66	0	1867.85	25.19
Junc NR53	1839.30	0	1866.60	27.3
Junc NR55	1835.95	0	1864.74	28.79
Junc NR57	1835	0	1862.39	27.39
Junc CAP37	1870	0	1902.18	32.18
Junc CAP37.1	1870	0	1870	0
Junc 38.1	1912	7.20	1934.19	22.19
Junc 30.4	1843.14	0	1867.74	24.60
Junc 40.1	1838	12.10	1861.83	23.83
Junc 38.2	1849	4.90	1869.53	20.53
Junc 44.2	1849.50	0.80	1869.79	20.29
Junc 43.1	1847.60	0.70	1868.69	21.09
Junc 44.1	1842.36	0.50	1867.60	25.24
Junc 45.1	1838.52	0.50	1866.05	27.53
Junc 46.1	1830	0.90	1855.23	25.23
Junc 43.2	1830	0.90	1853.71	23.71
Junc 44.3	1834.50	1.40	1859.60	25.10
Junc 39.1	1830.97	0	1866.25	35.28
Junc NR71	1862	0	1869.61	7.61
Junc N1	1803	0	1821.85	18.85
Junc 32.3	1800	6.90	1820.23	20.23
Junc 41.1	1800	5	1821.48	21.48
Junc CAP38	1825	0	1865.94	40.94
Junc CAP38.1	1825	0	1825	0



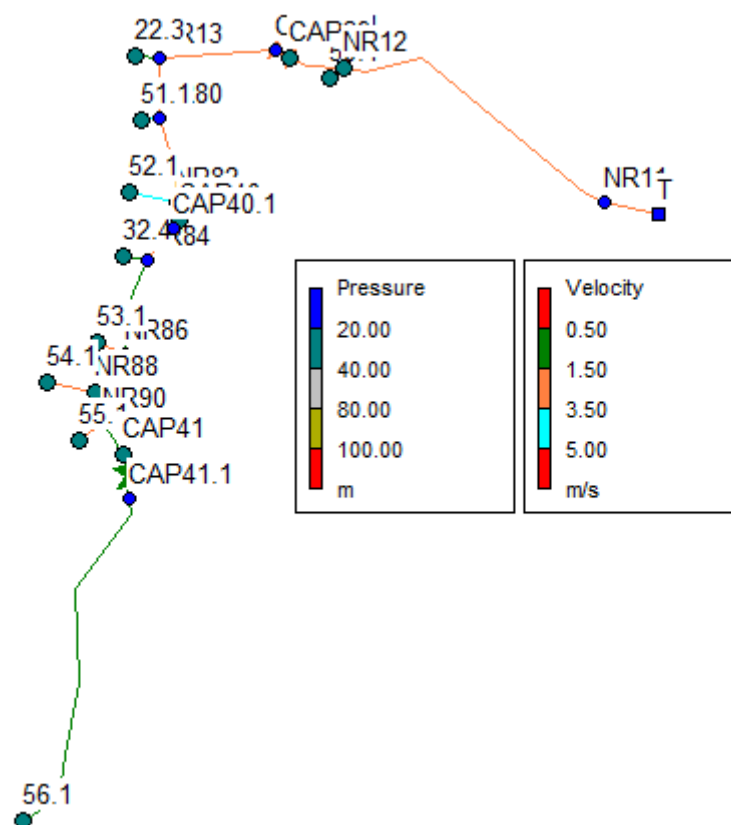
Rumipamba sector 11

Sector 11				
Network Table - Nodes				
Node ID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc NR10	1809.53	0	1834.53	25
Junc NR65	1807.86	0	1833.20	25.34
Junc NR67	1808.99	0	1832.93	23.94
Junc NR69	1800.21	0	1830.18	29.97
Junc 49.1	1807.48	9.90	1832.28	24.80
Junc 39.2	1800.10	9.90	1828.61	28.51
Junc 48.1	1810	7.30	1832.84	22.84
Junc NR60	1808	0	1833.95	25.95
Junc NR62	1807	0	1829.03	22.03
Junc 36.2	1805	9.10	1827.74	22.74
Junc 30.5	1807	5	1828.91	21.91
Junc 47.1	1800	9.90	1832.04	32.04



## Rumipamba sector 12

Sector 12				
Network Table - Nodes				
Node ID	Elevation	Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc NR11	1862.40	0	1869.04	6.64
Junc NR13	1803	0	1820.10	17.1
Junc 50.1	1830.27	4.10	1859.22	28.95
Junc 22.3	1799	7	1819.99	20.99
Junc NR80	1802.42	0	1819.11	16.69
Junc NR82	1796.38	0	1815.81	19.43
Junc NR84	1789.39	0	1794.39	5
Junc NR86	1777.32	0	1793.64	16.32
Junc NR88	1772.97	0	1793.43	20.46
Junc NR90	1774.04	0	1793.38	19.34
Junc 56.1	1730	6.20	1765.65	35.65
Junc 51.1	1796.56	4.4	1817.50	20.94
Junc CAP39.1	1822	0	1822	0
Junc CAP39	1822	0	1858.01	36.01
Junc 52.1	1793.22	4.70	1813.26	20.04
Junc 32.4	1773.16	4.90	1794.23	21.07
Junc 53.1	1772	5.90	1792.22	20.22
Junc 54.1	1767.47	9.70	1793.2	25.73
Junc 55.1	1770.32	4.70	1792.45	22.13
Junc CAP40	1795	0	1815.72	20.72
Junc CAP40.1	1795	0	1795	0
Junc NR12	1830	0	1860.63	30.63
Junc CAP41	1770	0	1793	23
Junc CAP41.1	1769	0	1769	0



**Anexo L.** Planos del sistema de riego