



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

“Revisión técnica y actualización del estudio: Mejoramiento y tecnificación a nivel parcelario en el sistema de riego El Estero, ramales 1 y 2, parroquia y cantón Cañar.”

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Paulina Anabel Ochoa Suárez

Ana Belén Vélez Urdialez

Director:

Ing. María Belén Arévalo Durazno

CUENCA – ECUADOR

2024

DEDICATORIA

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo de graduación. A mis padres, Janeth y Efraín, por su amor y apoyo incondicional; a mis hermanos, Daniela, Santiago y Pepe, por su constante inspiración y comprensión; y a un ser especial en el cielo, cuyo amor incondicional me acompañara y guiara siempre. A todos ustedes, les debo este logro.

Muchas gracias de corazón.

Paulina Anabel Ochoa Suárez

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación lo quiero dedicar a mi familia y a las personas que me han apoyado en todo el transcurso de mi vida, los que han estado en los momentos buenos y también en los malos.

Especialmente a mis padres Karina y José, que son los que siempre han sabido guiarme de la mejor manera para que logre alcanzar mis metas. Toda la paciencia, apoyo y cariño que he recibido de ellos ha sido una motivación muy grande para mí.

A mis hermanos José y Alejandra, que han estado en todo momento para darme ánimos y sacarme una sonrisa en los instantes en los que me he sentido agobiada. Su compañía durante estos años para mí ha sido muy importante.

Por último, a mis abuelos Napo y Anita, que son las personas que siempre han sabido cuidarme como mis segundos padres. Los que han estado presentes en cada momento importante, su amor y cariño en todos estos años de vida es una de las cosas que más valoro.

Ana Belén Vélez Urdialez

AGRADICIMIENTO

Gracias de corazón a nuestra tutora Ing. Belén Arévalo, por su paciencia dedicación, motivación, criterio y aliento en el transcurso de la realización de este trabajo de titulación. Ha sido un privilegio poder contar con su guía y ayuda.

Gracias a todas las personas de la Universidad de Azuay, por su atención y amabilidad en todo lo referente a nuestra vida estudiantil. Agradecemos a todos nuestros profesores por el conocimiento que nos han brindado durante estos cinco años de universidad.

Gracias a los técnicos de la Prefectura de Cañar, que estuvieron dispuestos a brindarnos toda la información que requerida para hacer posible nuestro trabajo de titulación.

Para finalizar también agradecemos a nuestro a padres que nos han apoyado en cada de decisión, proyecto y por darnos la oportunidad e inspirarnos en seguir adelante con los estudios.

Paulina Ochoa, Ana Belén Vélez

RESUMEN

“Revisión técnica y actualización del estudio: Mejoramiento y tecnificación a nivel parcelario en el sistema de riego El Estero, ramales 1 y 2, parroquia y cantón Cañar.”

La comunidad de El Estero enfrenta insuficiencia de agua de riego debido a pérdidas en la conducción desde el desarenador en Huingos hasta Tiopamba Bajo. La mayoría de los agricultores utilizan métodos tradicionales de riego, que requieren grandes cantidades de agua y resultan en pérdidas significativas. Este estudio propone un nuevo sistema de riego para mejorar la distribución y eficiencia del agua. El sistema beneficiará a 497 habitantes de la comunidad El Estero, específicamente el área de Nar y La Playa de 120.60 ha. En actualización del sistema se optimizó de los diámetros de las tuberías, lo que reduce significativamente los costos en \$71,233.39. Además, se cambiaron los tanques rompe presiones, las válvulas de aire, las válvulas de control y las válvulas de purga para mejorar la eficiencia general. El sistema asegura una distribución equitativa del agua según un cronograma propuesto, cumpliendo con la demanda requerida. El diseño minimiza el consumo y los costos, sin afectar la funcionalidad del sistema, garantizando que siga satisfaciendo eficazmente las necesidades de los habitantes.

Palabras clave: Actualización, análisis, sistema, riego, hidráulico, distribución.

ABSTRACT

“Technical review and update of the study: Improvement and modernization at the parcel level in the El Estero irrigation system, branches 1 and 2, parish and canton of Cañar.”

The community of El Estero faces irrigation water shortages due to losses in the conveyance from the grit chamber in Huingos to Tiopamba Bajo. Most farmers use traditional irrigation methods, which require large amounts of water and result in significant losses. This study proposes a new irrigation system to improve water distribution and efficiency. The system will benefit 497 inhabitants of the El Estero community, specifically the Nar and La Playa area of 120.60 hectares. In the system update, the pipe diameters were optimized, significantly reducing costs by \$71,233.39. Additionally, the pressure break tanks, air valves, control valves, and purge valves were replaced to improve overall efficiency. The system ensures equitable water distribution according to a proposed schedule, meeting the required demand. The design minimizes consumption and costs without affecting the functionality of the system, ensuring it continues to effectively meet the needs of the inhabitants.

Keywords: *Update, analysis, system, irrigation, hydraulic, distribution.*

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	i
AGRADICIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE ANEXOS	xii
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	2
OBJETIVOS	3
1. CAPÍTULO 1: INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	4
1.1. Caracterización e identificación de la problemática	4
1.1.1. Descripción de la zona e identificación del proyecto	4
1.2. Vías de acceso	8
1.2.1. Uso actual del suelo en el área del proyecto	8
1.3. Descripción de la infraestructura actual	9
1.3.1. Obra de toma	9
1.3.2. Red de distribución	9
1.3.3. Repartidores de agua	12
1.3.4. Riego parcelario	14
1.4. Generalidades de la infraestructura	14
1.5. Toma de agua	15
1.6. Medición de agua de riego	16
1.6.1. Etapa I (2019)	16

1.6.2.	Etapa II (2020)	17
1.6.3.	Etapa III (2021)	17
2.	CAPÍTULO 2: CRITERIOS DE DISEÑO	18
2.1.	Diseño agronómico	18
2.1.1.	Taxonomía de los suelos	18
2.1.2.	Clases de capacidad agrológica	22
2.1.3.	Fertilidad de los suelos del área de estudio	23
2.1.4.	Precipitaciones	24
2.1.5.	Evapotranspiración	26
2.1.6.	Coeficiente de cultivo	28
2.1.7.	Necesidad de riego del sistema	30
2.2.	Diseño hidráulico	37
2.2.1.	Definiciones generales	37
2.2.2.	Hidrostática	37
2.2.3.	Hidrodinámica	37
2.2.4.	Parámetros de diseño	38
2.2.5.	Estructuras complementarias	42
3.	CAPÍTULO 3: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO	47
3.1.	Diseño agronómico	47
3.1.1.	Taxonomía de suelos	47
3.1.2.	Clases de capacidad agrológica	47
3.1.3.	Pendientes	50
3.1.4.	Vegetación natural y uso actual del suelo	51
3.1.5.	Fertilidad de los suelos en el área de estudios	55
3.1.6.	Precipitación	56
3.1.7.	Evapotranspiración	56
3.1.8.	Coeficiente de cultivo	59

3.1.9.	Necesidades de riego del sistema	59
3.1.10.	Demanda y oferta de agua as sistema de riego	61
3.1.11.	Caudal de diseño	64
3.2.	Diseño hidráulico	65
3.2.1.	Red de conducción	66
3.2.2.	Red de distribución	73
3.3.	Análisis comparativo	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		77
LISTA DE REFERENCIAS		79
ANEXOS		82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Ubicación administrativa del área de proyecto	5
Tabla 1.2. Población beneficiaria	7
Tabla 1.3. Tiempos estimados de viaje	8
Tabla 1.4. Uso actual del suelo en el área del proyecto	8
Tabla 1.5. Canales de riego en los sectores de Nar y La Playa	10
Tabla 1.6. Horas asignadas al sistema de riego.	16
Tabla 2.1. Características principales de los órdenes de suelo y su orden.	19
Tabla 2.2. Prefijos para el suborden del suelo	20
Tabla 2.3. Prefijos para el gran grupo.	21
Tabla 2.4. Coeficiente de Hazen-Williams para diferentes materiales.	39
Tabla 2.5. Coeficiente de rugosidad de Manning con sus velocidades máximas permisibles dependiendo de su material.	40
Tabla 2.6. Factor adimensional (K).	41
Tabla 2.7. Espesor nominal de las tuberías de PVC.	44
Tabla 2.8. Espesor nominal de las tuberías de PEAD.	45
Tabla 3.1. Clasificación de los suelos	47
Tabla 3.2. Clases agrológicas.	47
Tabla 3.3. Rango de pendientes.	50
Tabla 3.4. Uso actual del suelo en el área del sistema de riego.	51
Tabla 3.5. Principales cultivos en el área del estudio.	54
Tabla 3.6. Precipitación probable.	56
Tabla 3.7. Cálculo de la evapotranspiración potencial por el método del Tanque evaporímetro Clase A.	58
Tabla 3.8. Cultivos propuestos, periodos de desarrollo y coeficientes de cultivo (Kc).	59
Tabla 3.9. Demanda de agua del sistema de riego El Estero, sectores Nar y La Playa.	61
Tabla 3.10. Caudal producido en las cuencas de aporte (lt/s).	62
Tabla 3.11. Oferta y demanda del agua para el sistema de riego madre El Estero	63
Tabla 3.12. Determinación de la oferta del caudal para el sistema de riego Nar y La Playa. ...	63
Tabla 3.13. Caudales asignados a los sistemas de riego.	64
Tabla 3.14. Módulos de riego.	65
Tabla 3.15. Ubicación de los tanques rompe presión en la red de conducción	66

Tabla 3.16. Ubicación y diámetro de las válvulas de aire en la red de conducción	69
Tabla 3.17. Ubicación y diámetro de las válvulas de purga en la red de conducción	71
Tabla 3.18. Pasos elevados en la red de conducción	72
Tabla 3.19. Pasos bajo puentes en la red de conducción	72
Tabla 3.20. Tuberías en la red de conducción	72
Tabla 3.21. Redes primarias	73
Tabla 3.22. Válvulas de control en la red de distribución	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación del proyecto en el país y la provincia del Cañar	4
Figura 1.2. Ubicación geográfica del proyecto	6
Figura 1.3. División en módulos del área de riego	7
Figura 1.4. Obra de toma Tiopamba Bajo	9
Figura 1.5. Canales de riego revestidos de hormigón simple	10
Figura 1.6. Ingreso del agua de la quebrada de Pucuhuayco al canal	11
Figura 1.7. Aliviadero	11
Figura 1.8. Derivación con compuertas	12
Figura 1.9. Partidero 1	12
Figura 1.10. Partidero 2	13
Figura 1.11. Partidero 4	13
Figura 1.12. Reservorio parcelario	14
Figura 1.13. Reparto de agua en el sistema de riego "El Estero"	15
Figura 2.1. Kc_{ini} en función de la ETo por etapa, las láminas y en el intervalo entre riego o lluvias.	28
Figura 2.2. Kc_{ini} en función de la ETo por etapa, las láminas y en el intervalo entre riego o lluvias.	29
Figura 3.1. Clases agrológicas	48
Figura 3.2. Rango de pendientes	51
Figura 3.3. Uso actual del suelo en el sistema de riego	52
Figura 3.4. Explotación agropecuaria en el área del proyecto.	53
Figura 3.5. Explotación actual	53
Figura 3.6. Principales cultivos	55
Figura 3.7. Cálculo de la evapotranspiración potencial por el método de Penman-Monteith.	58
Figura 3.8. Caudal requerido del sistema	61
Figura 3.9. Tanque rompe presión (Red de conducción 200mm-200mm)	68
Figura 3.10. Válvula de aire 200mm a 2"	70
Figura 3.11. Válvula de purga 200mm	71

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.....	55
Anexo 2.....	57
Anexo 3.....	59
Anexo 4.....	61
Anexo 5 y Anexo 6.....	72
Anexo 7 y Anexo 8.....	74

INTRODUCCIÓN

La gestión del agua en la agricultura del Ecuador se presenta como un desafío importante por la desigualdad entre el potencial de riego y su utilización efectiva de los terrenos. Con apenas un tercio de las tierras aptas para el riego que son aprovechadas, se hace evidente la necesidad de una distribución más equitativa y eficiente del recurso. Los planes de riego y drenaje que son establecidos por los gobiernos autónomos provinciales son elementos clave para el futuro de la producción agrícola, resaltando la importancia de una gestión adecuada y sostenible (Márquez et al., 2017).

La responsabilidad de los sistemas de riego a las juntas de regantes en Ecuador desde el año 2000 ha buscado mejorar la operatividad y la recaudación de tarifas, aspectos fundamentales para una gestión más efectiva del recurso hídrico. La necesidad de una agricultura sostenible resalta la importancia de optimizar el uso del agua, minimizando las pérdidas y asegurando una distribución equitativa. La ineficiencia en el uso del agua no solo atrae consecuencias agrícolas, sino también sociales, como la inequidad en el acceso al recurso (Ortiz et al., 2021).

En este contexto, el sistema de riego por aspersión surge como una solución prometedora para optimizar el uso del agua en la agricultura. Su capacidad para distribuir uniformemente el agua, junto con su flexibilidad y facilidad de manejo, lo convierten en una opción viable. Además, la elección cuidadosa de los emisores y la disposición adecuada de los mismos son elementos cruciales para asegurar un suministro óptimo de agua y maximizar la producción agrícola, resaltando la importancia de una planificación precisa y adaptada a las condiciones locales (Villacís, 2012; Salazar, 2019).

JUSTIFICACIÓN

La comunidad El Estero cuenta con un sistema de riego parcelario, donde la mayor parte del sistema está en las comunidades de Nar y La Playa, y una pequeña parte en la comunidad de Atuhuayco de la parroquia Honorato Vázquez. El sistema parcelario se caracteriza por llevar el agua de diferentes ríos o fuentes principales hacia los cultivos existentes alrededor de una zona por medio de canales. El objetivo de estos sistemas es repartir el agua de manera uniforme, evitando la aglomeración en diferentes zonas de la comunidad (Flores et al., 2014). Sin embargo, este sistema carece de un método para monitorear las demandas de los cultivos lo cual la vuelve ineficiente para los requerimientos de la comunidad.

El agua de riego para el sistema parcelario proviene del desarenador en el sector de Huingos hasta Tiopamba Bajo por la quebrada de Pucuhuaycu, sin embargo, estas aguas no llegan al destino requerido por pérdidas en sectores aledaños, ocasionando que sean insuficientes para satisfacer la demanda necesaria para la comunidad. La mayoría de regantes ocupan un método tradicional (por inundación) lo que requiere una mayor cantidad de agua, generando las pérdidas por evaporación e inundación.

En la comunidad El Estero los usuarios de las tierras solicitan renovar el sistema de riego. Este sistema consiste en trasladar el agua por medio de las tuberías las cuales son repartidas por todos los terrenos dejando húmedas las zonas de tierra donde se necesita el agua (Paredes et al., 2019) . Este proceso se realiza para poder abastecer de una manera equitativa e igualitaria el agua de las zonas, al mismo tiempo este sistema nos permite incorporar los nutrientes necesarios para los diferentes cultivos existentes, mejorando la calidad de los mismos.

OBJETIVOS

Objetivo general

-Revisar y actualizar el sistema de riego a nivel parcelario en El Estero, ramales 1 y 2, parroquia y cantón Cañar.

Objetivos específicos

-Revisar la parte de la infraestructura planteada en el estudio inicial entregado por el Gobierno Provincial de Cañar (GPC).

-Evaluar técnicamente los diferentes elementos planteados en el estudio inicial, para identificar la necesidad de su actualización.

-Actualizar los elementos necesarios para dotar de un sistema de riego eficiente a la comunidad.

1. CAPÍTULO 1: INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1. Caracterización e identificación de la problemática

1.1.1. Descripción de la zona e identificación del proyecto

a) Ubicación administrativa

La comunidad El Estero se encuentra localizada al norte de la provincia del Cañar a una altitud de 3160 m.s.n.m., con un clima frío. Según el Gobierno Provincial de Cañar, El Estero cuenta con un sistema de riego parcelario, donde la mayor parte del sistema está en las comunidades de Nar y La Playa, y una pequeña parte en la comunidad de Atuhuayco de la parroquia Honorato Vázquez, como se observa en la Figura 1.1. En la

Tabla 1.1 se indica la ubicación política, administrativa, e hidrográfica del área de intervención del proyecto. Donde podemos observar que la cuenca se toma a partir del río Cañar, que también involucra la quebrada de Shansham.



Figura 1.1. Ubicación del proyecto en el país y la provincia del Cañar

Fuente: Prefectura de Cañar

Tabla 1.1. Ubicación administrativa del área de proyecto

PROVINCIA	Cañar	COMUNIDAD(ES)	Nar y La Playa
CANTON(ES)	Cañar	CUENCA	Río Cañar
PARROQUIA(S)	Cañar, Chorocopte, Honorato Vásquez	SUBCUENCA	Quebrada de Shansham

Fuente: Prefectura de Cañar

b) Ubicación geográfica

Como se observa en la Figura 1.2, el desarenador de Huingos es donde inicia la red de conducción del sistema de riego, se encuentra localizado en las coordenadas 728081.44 (Este) y 9713317.36 (Oeste), con una altitud de 3431.54 msnm. La conducción que tendrá tubería PVC y también tubería PEAD tiene una longitud de 6078.28 metros, esta empezará en las coordenadas 728081.40 (Este), 9713317.36 (Norte) y con una altitud de 3431.54 msnm y con un final de la conducción en las siguientes coordenadas 729866.25 (Este), 9718224.47 (Norte) y con una altitud de 3005.30 msnm.

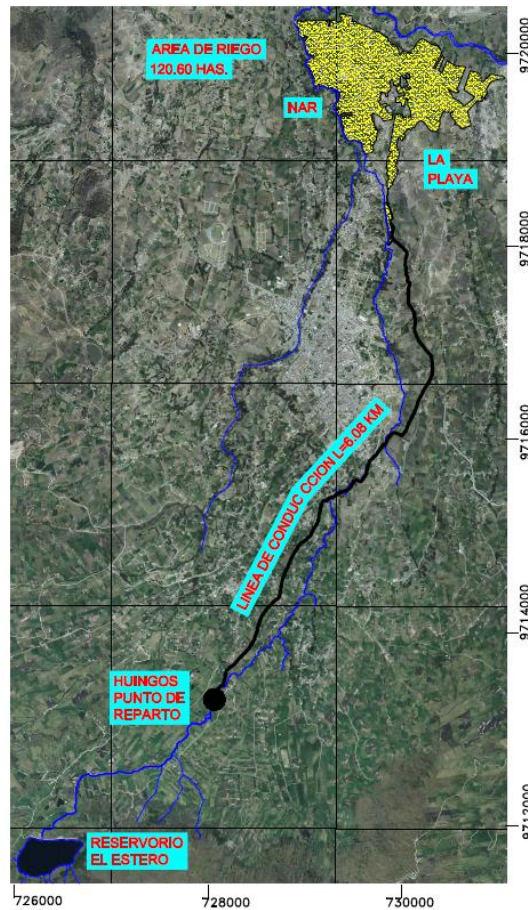


Figura 1.2. Ubicación geográfica del proyecto

Fuente: Prefectura de Cañar

La red de distribución está conformada a partir de 5 módulos (Figura 1.3), los cuales tiene las siguientes áreas: modulo 1 con un área de 22.63 ha, el módulo 2 con un área de 27.52 ha, el módulo 3 con un área de 23.79, el módulo 4 con un área de 23.13 ha, el módulo 5 con un área de 23.62, dando un total de 120.60 ha. Estas áreas conforman un polígono el cual está establecido con las siguientes coordenadas: en el punto extremo superior izquierdo con 729810.88 (Este), 9718016.97 (Norte), y una altitud de 3051.25 msnm, en punto extremo inferior derecho con 731066.52 (Este), 9720415.13 (Norte) y con una altitud de 2835.24 msnm.

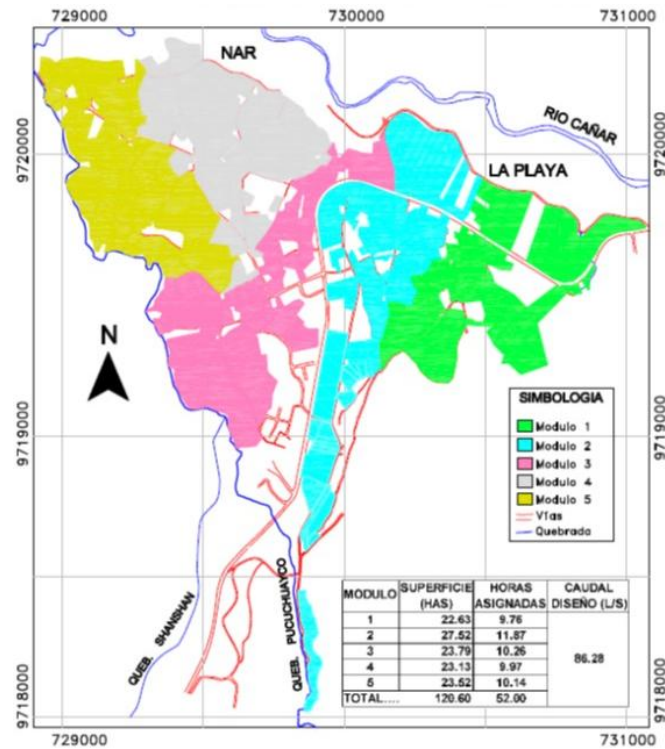


Figura 1.3. División en módulos del área de riego

Fuente: Prefectura de Cañar

c) Líneas base del proyecto

La población objetivo del proyecto hace referencia a los actores directos, los cuales son los beneficiarios de las ventajas que aporta del sistema de riego a sus terrenos. El número total de la población rural a nivel provincial es de 130,659 habitantes, donde dentro de estas en el cantón Cañar se encuentra 45,916 habitantes, sin embargo, el los habitantes beneficiados del sistema son 947 el cual viene siendo la población objetivo, como nos indica la Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Población beneficiaria

Población	Número
Población objetivo	947
Población rural cantonal	45.916
Población rural provincial	130.659

Fuente: Prefectura de Cañar

1.2. Vías de acceso

La principal vía de ingreso para llegar al área del proyecto es la vía estatal E40, más conocida como la Durán – Tambo, en el kilómetro 70 se encuentran emplazadas las comunidades de Nar y La Playa. Las vías que están al interior de la comunidad son lastradas, lo que dificulta el tránsito vehicular, afectando a la población en verano por la cantidad de polvo que levantan con el tráfico de los vehículos. El área del proyecto cuenta con algunos caminos de verano para el acceso vehicular. El tiempo estimado de viaje desde la ciudad de Azogues, capital de la Provincia de Cañar, a la comunidad de Nar y la Playa es de 35 minutos de acuerdo al siguiente detalle que se observa en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3. Tiempos estimados de viaje

Azogues – Cañar	30 minutos
Cañar – Nar	5 minutos
Cañar - La Playa	10 minutos

Fuente: Prefectura de Cañar

1.2.1. Uso actual del suelo en el área del proyecto

El uso actual del suelo en el área del proyecto según información proporcionada por la Prefectura de Cañar se puede decir que el 53.95% está destinado al cultivo de ciclo corto con parte de área erosionada; el 4.64% a cultivos de ciclo corto con bosques plantados, el 1.02 % a cultivos de ciclo corto con vegetación arbustiva, el 0.08% a bosque natural y el 18.37% corresponde a cultivos de ciclo corto como se puede analizar en la Tabla 1.4. El área correspondiente a áreas urbanas representa el 20.68 %.

Tabla 1.4. Uso actual del suelo en el área del proyecto

Uso actual	Código	Area (Ha)	%
70% Bosque plantado con 30% Áreas erosionadas	Cc/Ap	0.83	0.63
70% Cultivos ciclo corto con 30% Áreas erosionadas	Cc/Ap	70.73	53.95
70% Cultivos ciclo corto con 30% Bosque plantado	Pr/Cc	6.09	4.64
70% Cultivos ciclo corto con 30% Vegetación arbustiva	Cc/Va	1.34	1.02

Uso actual	Código	Area (Ha)	%
Areas urbanas	U	27.11	20.68
Bosque natural	Bn	0.11	0.08
Cultivos ciclo corto	Cc	24.09	18.37
Vegetación arbustiva	Va	0.81	0.62
TOTAL		131.11	100.00

Fuente: Prefectura de Cañar

1.3. Descripción de la infraestructura actual

1.3.1. Obra de toma

La toma de hormigón ciclópeo es bastante rústica (Figura 1.4), y presenta un avanzado desgaste, no tiene estructuras de control y limpieza. Solamente un muro de defensa al margen derecho.



Figura 1.4. Obra de toma Tiopamba Bajo

Fuente: Propia

1.3.2. Red de distribución

Como se puede observar en la Tabla 1.5, y la Figura 1.5, la red de distribución suministra de agua al área de riego con 16.50 km. de canales, siendo los excavados en tierra (sin revestimiento) los de mayor presencia (76.40%); seguido por los revestidos de hormigón en un porcentaje de 23.60%, siendo las secciones más comunes 40*40 cm., 40*30 cm., 30*30 cm. y 30*20 cm.; también hay tramos de red con tubería de PVC, con tubería de hormigón

simple, embaulados y hasta un sifón utilizado para cruzar vías y pasar bajo alcantarilla que en total constituyen el 2.30%.

Tabla 1.5. Canales de riego en los sectores de Nar y La Playa

Tramo	Long. (Km)	Porcentaje (%)
Canal sin revestimiento (zanjas)	12.90	76.40
Canal con revestimiento de hormigón simple (Sifón, embaulado, pasos con tubería PVC y hormigón)	3.98	23.60
	0.39	2.30
TOTAL	16.88	100.00

Fuente: Prefectura de Cañar



Figura 1.5. Canales de riego revestidos de hormigón simple

Fuente: Propia

La red distribución inicia en la abscisa 0+000, el agua ingresa al canal principal por un orificio en el muro lateral derecho de la obra de toma (Figura 1.6). En la abscisa 0+035, se encuentra un aliviadero que cumple también con la función de desarenador sin conseguir los resultados esperados (Figura 1.7); por la falta de estructuras de desarenación en la toma, el canal en las crecidas de la quebrada se azolva.



*Figura 1.6. Ingreso del agua de la quebrada de Pucuhuayco
al canal*

Fuente: Propia



Figura 1.7. Aliviadero

Fuente: Propia

El área de riego comienza a partir de la abscisa 0+057. Los canales principales que vendrían a ser la red primaria tienen una longitud total de 2.39 km. y el resto (14.49 km) se considerarían redes secundarias de las que se deriva a las parcelas, sin embargo, en canal principal también se observan obras de derivación directa a lotes (por ejemplo, compuertas). Como se puede observar las Figura 1.8, se deriva el agua a las parcelas con tubería flexible (mangueras), tuberías PVC (en algunos casos con bombas de succión), canales con compuertas y con aberturas (taconamientos).



Figura 1.8. Derivación con compuertas

Fuente: Propia

1.3.3. Repartidores de agua

Como se puede observar en la Figura 1.9, para el reparto del agua a los diferentes sectores, en los canales principales se han establecido 4 puntos de división de caudales que son:

Partidero 1 (D1). Abscisa 0+644 en el canal principal revestido, cuenta con compuertas metálicas para su funcionamiento.



Figura 1.9. Partidero 1

Fuente: Propia

Partidero 2 (Figura 1.10). Abscisa 1+314 del canal principal revestido de hormigón, para el desvío de agua se tapona uno de los canales con piedras, hojas y tierra. No cuentan con estructuras de control para la división de agua.



Figura 1.10. Partidero 2

Fuente: Propia

Partidero 3. Abscisa 1+604 del canal sin revestir, es el más rustico de todos, sin obras de división. Partidero 4 (Figura 1.11). Abscisa 1+434 del canal principal revestido de hormigón, para el desvío de agua se tapona uno de los canales con piedras, hojas y tierra. No cuentan con estructuras de control para la división de agua.



Figura 1.11. Partidero 4

Fuente: Propia

Durante más de 30 años, el reparto del agua de riego a través de los divisores de canales, se maneja por consenso de los dirigentes comunitarios de Nar y La Playa, y los regantes, considerando la diversa necesidad de agua de los cultivos y ganado durante las diferentes épocas de año. En época de lluvias, los usuarios del Reservorio "El Estero" en los sectores de Nar y La Playa, utilizan también el agua recolectada por la cuenca de la quebrada de Pucuhuayco a partir del sector de Huingos (repartidor de caudales) que no es utilizada por los agricultores y ganaderos aguas arriba de la obra de toma de Tiopamba Bajo.

1.3.4. Riego parcelario

Para el riego parcelario, la mayoría de regantes (91.22%) utiliza el tradicional método de riego por inundación, que se basa en el desplazamiento del agua por la gravedad con la construcción de surcos a favor de la pendiente, cubriendo toda la parcela. Los sistemas de riego por gravedad se centran en un exceso de uso de agua en relación al requerimiento del cultivo y al arrastre o erosión hídrica del suelo en sitios de pendientes pronunciadas.

El 6.38% de regantes utilizan el método de riego por aspersión, y el restante 2.39% combinan los dos métodos. Las 21 parcelas (5.59%) cuentan con pequeños reservorios con los que guardan el turno de agua durante la noche.



Figura 1.12. Reservorio parcelario

Fuente: Propia

1.4. Generalidades de la infraestructura

El sistema de riego el Estero abarca a las comunidades de La Capilla, Tretón, Manzanapata, Pucuhuayco, Santa Rosa y Tiopamba. El uso de agua de las comunidades se agrupo de la siguiente manera:

- Ramal 1 o sistema de riego Huingos Manzanapata, abarca las comunidaes de La Capilla, Tretón y Manzanapata, donde el agua es derivada de la primera toma en el sector de Huingos.
- Ramal 2 o sistema de riego Pucuhuayco, abarca las comunidades de Pucuchuaco, Santa Rosa y Tiopamba, donde el agua es derivada de la segunda toma en el sector de Pucuhuayco.
- Ramal 3 o sistema Nar – La Playa, abarca comunidades de Nar y La Plata, donde el agua es derivada del sector de Tiopamba Bajo.

En la Figura 1.13 podemos observar detalladamente lo antes descrito.

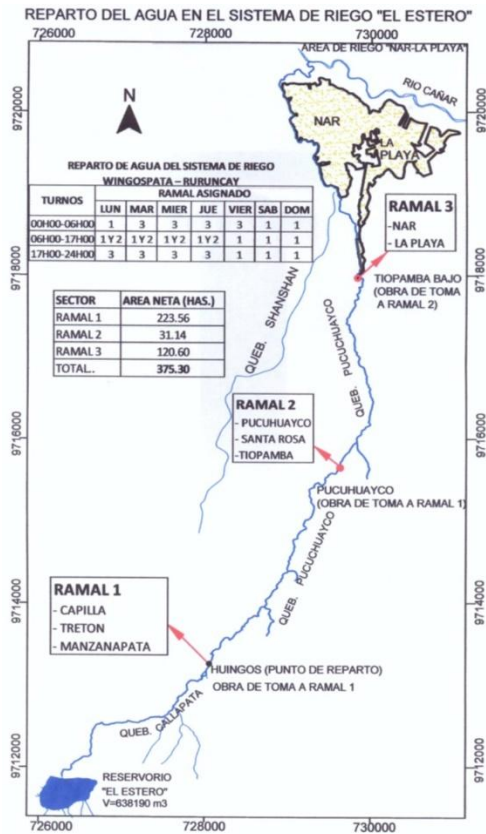


Figura 1.13. Reparto de agua en el sistema de riego "El Estero"

Fuente: Prefectura de Cañar

El GAD del cantón Cañar, mediante oficio N° 104 DP GADICC con fecha 30 de junio del 2017, resolvió no implementar el sistema de riego en las zonas de Santa Rosa, Tiopamba y Pucuhuayco, por encontrarse dentro del área urbana de la ciudad de Cañar y con oficio de fecha 4 de septiembre del 2017 autoriza el riego en el área urbana del sector de Nar, pero condicionado a la implementación de un riego tecnificado y localizado.

El alcance de este proyecto, corresponde al último ramal que comprende los sectores de Nar y La Playa que alcanza una extensión de 131.11 ha, ubicada en las Comunidades de Nar y La Playa, dividida en 376 lotes, pertenecientes a 243 usuarios.

1.5. Toma de agua

Se planteó el incremento de cámaras de control para el manejo de los turnos de riego. El agua de riego se tomará desde el desarenador del sistema de riego de "Huingos Manzanapata", de acuerdo al estudio anteriormente hecho se calculó un caudal de 86,26 lt/s. Esto se obtuvo tomando el mayor caudal durante un año, aplicando un coeficiente de mayoración por posibles fugas en el sistema. El reparto de cada módulo se realizó mediante la entrega de todo

el caudal anteriormente dicho, el máximo caudal que se tomó en cuenta es del mes de septiembre de 21,36 lt/s. Para el reparto de las horas asignadas se tomó en cuenta 52 horas, que son repartidas de la manera que se muestra en la Tabla 1.6.

Tabla 1.6. Horas asignadas al sistema de riego.

Inicia		Termina		Número de horas en la semana
Dia	Hora	Dia	Hora	
Lunes	17H00	Martes	6H00	13
Martes	17H00	Miércoles	6H00	13
Miércoles	17H00	Jueves	6H00	13
Jueves	17H00	Viernes	6H00	13
TOTAL DE HORAS EN LA SEMANA				52

Fuente: Prefectura de Cañar

1.6. Medición de agua de riego

En la medición del agua de riego es importante cumplir las siguientes condiciones

- Colocación de un vertedero triangular con una regleta limnimétrica, la cual los costos van a ser asumidos por parte de los usuarios.
- No se utilizará medidores a nivel de red ni de predios, por los altos costos que generan estos y las molestias de los usuarios por su ocupación.

Este proyecto se ha venido realizando desde el año 2019 en diferentes etapas, en cada una se ha planificado:

1.6.1. Etapa I (2019)

Para esta etapa se propuso una construcción principal de 6.078 kilómetros, la cual planteo utilizar una tubería de PVC de 250 mm y 315 mm de diámetro, además de la incorporación de tramos de tubería de hierro dúctil de 300mm de diámetro. Entre las obras complementarias están: 7 tanque rompe presión, 8 válvulas de aire, 4 válvulas de purga, 3 pasos elevados y pasos bajo puente. Se dividió en 5 módulos de riego debido a su topografía, división de lotes, área de proyecto (12.60 hectáreas), como se observa en la Figura 1.3. Estos módulos son independientes ya que el agua será entregada en turnos diferentes y por esto se implementó

las redes primarias que transportan el agua de riego a los módulos y secundarias que transportan el agua de riego a las parcelas.

El trazado de la red actual es similar al trazado que se realizó en la etapa I, ya que las estructuras existentes seguirán funcionando de la misma forma, aprovechando el agua de la quebrada de Pucuhuayco a través de la toma de Tiopamba.

1.6.2. Etapa II (2020)

En esta etapa se planteó la construcción de la troncal 1 y 2, la troncal 1 inicia donde termina la primera etapa y está constituida por tubería PVC de 250 mm y 115,17 m de longitud, conduciendo el agua para los módulos 1 y 2. La troncal 2 inicia en la abscisa 0+506,54 de la troncal 1 y está constituida igualmente de tubería PVC de 250mm y 897,22 m de longitud, este conduce el agua a los módulos 3, 4 y 5. Se provee la construcción de redes de distribución secundarias del módulo 1 y la construcción de 63 cajas con válvulas de control de acuerdo al área.

1.6.3. Etapa III (2021)

Para la etapa III se planteó la construcción de la división secundaria de los módulos 2 y 3 y las cajas de cabecera de parcela con tubería que varía entre 200, 160, 90, 63, 50 y 40 mm. Además de la instalación de 21 válvulas reductoras de presión en el módulo 2 y 12 válvulas en el módulo 3. Con la anteriormente dicho se alcanzará 156 cajas de entrega entre los dos módulos.

2. CAPÍTULO 2: CRITERIOS DE DISEÑO

2.1. Diseño agronómico

A partir de este diseño se determina el caudal de agua que se brindará a las comunidades que necesitan de un sistema de riego. Tomando en cuenta que este tipo de diseño se centra en el manejo del agua, evaluando respectivamente diferentes criterios muy importantes como: el clima, el suelo, los diferentes tipos de producción y la necesidad de agua de los cultivos. Siempre aprovechando del rendimiento máximo y el uso óptimo de estas aguas, proponiendo estrategias para el manejo de riego, y al mismo tiempo reduciendo costos y aumentando la cantidad y calidad de los productos que se cultivan (Villafañe, 1998).

2.1.1. Taxonomía de los suelos

La taxonomía de los suelos hace referencia a la característica o tipo de suelo que existe en el lugar. Se determinará mediante el sistema de la Soil taxonomy, que es reconocido por tener un amplio desarrollo y rigurosidad al momento de clasificar los suelos, utilizado en varias regiones del mundo, aunque fue creado principalmente para clasificar los suelos de los Estados Unidos. Este sistema es usado desde hace varios años, sin embargo, esta en renovación constantemente por medio de las claves para la taxonomía del suelo.

La Soil taxonomy se basa principalmente en la determinación de las clases de suelos por medio del uso de claves. Los criterios de estas claves se basan principalmente en el tipo de material del suelo, el horizonte de diagnóstico y las propiedades específicas que diferencian un suelo del otro. El sistema propone diferentes categorías taxonómicas las cuales son: orden, suborden, gran grupo, subgrupo, familia y serie. Para poder determinar los suelos es necesario seguir el orden de las categorías anteriormente mencionadas (Moreno & Ibáñez, 2020).

a) Orden

Esta categoría es la más alta, la cual demuestra los procesos que el suelo ha pasado en la formación de horizontes, la nomenclatura de la categoría se puede observar en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Características principales de los órdenes de suelo y su orden.

Orden	Característica principal	Nomenclatura
Gelisol	Suelos con permafrost o materiales gélicos	-el
Histosol	Suelos sin propiedades ándicas y materiales orgánicos	-ist
Spodosol	Suelos con un horizonte espódico o materiales espódicos	-od
Andinosol	Suelos con propiedades ándicas	-and
Oxisol	Suelos con un horizonte óxico	-ox
Vertisol	Suelos con alto contenido de arcillas expandibles y grietas cuando están secos	-ert
Aridisol	Régimen de humedad árido o horizonte sálico	-id
Ultisol	Suelos con un horizonte argílico y bajo porcentaje de saturación de bases	-ult
Mollisol	Suelos con un epipedión móllico y alto porcentaje de saturación de bases	-oll
Alfisol	Suelos sin epipedión plaggen y con horizonte argílico, kándico o nátrico	-alf
Inceptisol	Suelos con escaso desarrollo de horizontes puede tener cámbicos y úmbricos	-ept
Entisol	Otros suelos	-ent

Fuente: Moreno & Ibáñez (2020)

b) Subórdenes

Esta categoría se basa en la humedad y la temperatura del suelo, indicando también la posición geográfica, la presencia de horizontes de diagnóstico, entre otros. En la Tabla 2.2 se muestra el prefijo que se debe añadir al orden seleccionado anteriormente.

Tabla 2.2. Prefijos para el suborden del suelo

Prefijo	Característica	Alfisol	Andisol	Aridisol	Entisol	Gelisol	Histosol	Inceptisol	Mollisol	Oxisol	Spodosol	Ultisol	Vertisol
Alb	Presencia de un horizonte álbico	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Aqu	Condiciones Ácuicas	x	x	-	x	-	-	x	x	x	x	x	x
Arg	Presencia de un horizonte argílico	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calc	Presencia de un horizonte cálcico	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Camb	Presencia de un horizonte cámbico	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cry	Frio - condiciones críicas	x	x	x	-	-	-	x	x	-	x	-	x
Dur	Presencia de duripan	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fibr	Baja descomposición de materia orgánica	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
Fluv	Zona de inundación plana	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Fol	Hojarasca	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
Gel	Régimen de temperatura Gélico	-	x	-	-	-	-	x	x	-	x	-	-
Gyps	Presencia de un horizonte gypsico	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hem	Descomposición intermedia de materia orgánica	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
Hist	Presencia de materiales orgánicos	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
Hum	Presencia de materia orgánica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-
Orth	Común	-	-	-	x	x	-	-	-	-	x	-	-
Per	Régimen de humedad perúdico	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
Psamm	Textura arenosa	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Rend	Alto contenido en Carbonatos	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Sal	Presencia de un horizonte sálico	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sapr	Alta descomposición de materia orgánica	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-

Prefijo	Característica	Alfisol	Andisol	Aridisol	Entisol	Gelisol	Histosol	Inceptisol	Mollisol	Oxisol	Spodosol	Ultisol	Vertisol
Torr	Régimen de humedad tórrico	-	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x
Turb	Presencia de Crioturbación	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
Ud	Régimen de humedad údico	x	x	-	-	-	-	x	x	x	-	x	x
Ust	Régimen de humedad ústico	x	x	-	-	-	-	x	x	x	-	x	x
Vitr	Presencia de vidrios volcánicos	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Xer	Régimen de humedad xérico	x	x	-	-	-	-	x	x	-	-	x	x
Wass	Potencial de agua positivo más de 21 horas al día	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-

Fuente: Moreno & Ibáñez (2020)

c) Gran grupo

Esta categoría se basa en completar la información con las características que presenten los suelos. En la Tabla 2.3 se selecciona el prefijo que va antes del suborden para formar el gran grupo.

Tabla 2.3. Prefijos para el gran grupo.

Prefijo	Característica	Prefijo	Característica
Acr	Meteorización extrema	Hist	Presencia epipedión hístico
Al	Alto contenido en Aluminio y bajo en hierro	Hum	Presencia de materia orgánica
Alb	Presencia horizonte álbico	Hydr	Presencia de agua
Anhy	Muy seco	Kand, kan	Minerales de arcilla tipo 1:1
Aqu	Condiciones ácuicas	Kanhapl	Características de Kand y Hapl”
Argi	Presencia horizonte argílico	Luv	lluvial
Calci, calc	Presencia horizonte Cálcico	Melan	Color negro, presencia de carbono orgánico
Cry	Frio - condiciones crías	Moll	Presencia epipedión móllico
Dur	Un duripan	Natr	Presencia horizonte nátrico
Dystr,	Saturación de bases baja	Pale	Desarrollo excesivo

Prefijo	Característica	Prefijo	Característica
dys			
Endo	Presencia de capa freática	Petr	Horizonte cementado
Epi	Presencia de capa freática colgada	Plac	Presencia horizonte plácico
Eutr	Alta saturación de bases	Plinth	Presencia de plintita
Ferr	Presencia de hierro	Psamm	Textura arenosa
Fibr	Baja descomposición de materia orgánica	Quartz	Alto contenido en cuarzo
Fluv	Zona de inundación plana	Rhod	Color rojo oscuro
Fol	Hojarasca	Sal	Presencia horizonte sálico
Frag	Presencia de fragipán	Sapr	Alta descomposición de materia orgánica
Fragloss	Características de "Frag y Gloss"	Somb	Presencia horizonte sómbrico
Fras	CE 1:5 inferior a 0,2 dsS/m	Sphagn	Presencia de sphagnum
Fulv	Color marrón oscuro, presencia de carbono orgánico	Sulf	Presencia de materiales sulfídicos (Sulfi-) o un horizonte sulfúrico (Sulfo-)
Gel	Régimen de temperatura gélico	Torr	Régimen de humedad tórrico
Glac	Cristales de hielo o cuñas	Ud	Régimen de humedad údico
Gloss	Presencia horizonte glósico	Umbr	Presencia epipedión úmbrico
Gyps	Presencia horizonte gypsico	Ust	Régimen de humedad ústico
Hal	Condiciones salinas	Verm	Presencia de gusanos o mezclado por animales
Hapl	Mínimo desarrollo de horizontes	Vitr	Presencia de vidrios volcánicos
Hem	Descomposición intermedia de materia orgánica	Xer	Régimen de Humedad xérico

Fuente: Moreno & Ibáñez (2020)

2.1.2. Clases de capacidad agrológica

Es un método diseñado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) el cual está centrado en la conservación de los suelos, aplicado igualmente en diferentes lugares del mundo. Analiza la capacidad de la tierra para un uso agrícola, las clases están definidas según la limitación de la explotación agrícola para establecer su productividad. Los suelos que estén bajo una misma clase pueden producir cultivos similares, con un parecido manejo,

conservación y prácticas. Siendo un sistema fácil de aplicar y versátil, ya que se puede demostrar la diferencia entre las tierras que no pueden ser cultivadas y las que si pueden (Antón et al., 2010).

Existen ocho clases establecidas, donde las primeras 4 clases son aptas para el cultivo, y las siguientes 4 son inadecuadas para el cultivo, estas se explican a continuación:

Clase I: Suelos con ligeras limitaciones, sin riegos de erosión, fértiles, casi sin relieve. Aptas para un laboreo continuado.

Clase II: Suelos con limitaciones moderadas, que restringen la elección de las plantas, inundación temporal, fertilidad media, relieve suave. Aptas para un laboreo continuado.

Clase III: Suelos con limitaciones importantes, requieren prácticas de conservación, fertilidad media/baja, pendientes moderadas, restricción en la elección de cultivos.

Clase IV: Suelos con limitaciones muy importantes, con un manejo cuidadoso, fertilidad baja, pendientes fuertes. Permite laboreo ocasional.

Clase V: Suelos con limitaciones permanentes imposibles de eliminar, limitando si uso a explotación forestal y a pastos, con relieve plano.

Clase VI: Suelos con limitaciones permanentes moderadas, impropios para el cultivo, con pendientes fuertes.

Clase VII: Suelos con limitaciones permanentes importantes, con limitaciones que no pueden ser corregidas, y pendientes fuertes.

Clase VIII: Suelos no aprovechables agrícolamente.

2.1.3. Fertilidad de los suelos del área de estudio

La fertilidad de suelos es la capacidad de suministrar nutrientes apropiados, en cantidades adecuadas y proporciones balanceadas que favorezcan en el crecimiento normal de las plantas, con la ayuda de factores como la luz, temperatura y condiciones físicas y biológicas. Se puede identificar tres tipos de fertilidades:

- **Fertilidad física:** Definida por la textura, estructura, porosidad, entre otros.

- **Fertilidad química:** Definida por los medios físico-químico y la importancia de la reserva de elementos asimilables.

- **Fertilidad biológica:** Definida por la reserva orgánica.

Un suelo es fértil cuando tiene una alta capacidad de intercambio catiónico, lo que le permite retener una apreciable cantidad de cationes, sin que sean lixiviados por el agua de percolación. Además, tiene que ocurrir que el porcentaje de saturación de bases sea alto; ya que la mayor parte de los cationes básicos son los realmente importantes, mientras que los cationes ácidos tienen efectos negativos. Es decir, la fertilidad potencial depende de la capacidad de intercambio catiónico, el nivel de nutrientes, el PH y el porcentaje de saturación de bases (Guevara & Ramírez, 2017).

2.1.4. Precipitaciones

Las precipitaciones hacen referencia a todo tipo de agua meteorológica que llega a la superficie de la tierra, dentro de esta podemos encontrar productos como las lluvias, la nieve, el granizo. El en caso de la lluvia, esta se genera por gran saturación que presentan las nubes lo que ocasiona que las gotas de lluvia incrementen su tamaño y que por acción de la gravedad caigan hacia la superficie.

Para poder reunir la información necesaria sobre las estaciones meteorológicas que están sobre la superficie del Ecuador se utilizará los recursos que brinda El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, en el caso de este estudio se basará en la estación meteorológica CAÑAR codificado M031, que es la más cercana al área de estudio.

a) Precipitación probable

Los cultivos generalmente son satisfechos por las precipitaciones, sin embargo, muchas veces estas aguas no son suficientes. Es por esto se utilizan los sistemas de riego, ayudando a que las plantas obtengan el agua necesaria. Para el cálculo de las necesidades de riego se utiliza la precipitación probable que es la más recomendada para climas de alta variabilidad interanual, en vez lugar de la precipitación promedio.

Se trabaja con diferentes probabilidades de precipitación. Por lo tanto, para los cultivos que sean de bajo valor económico se utiliza una precipitación del 60%, para los cultivos que sean de auto consumo y renta para el mercado se utiliza una precipitación del 75%, y para cultivos que sean alto valor económico se utiliza una precipitación del 90% (Carrazón, 2007) . Para calcular la precipitación probable, se recomienda utilizar la (ecuación 2.1.)

$$P_{pm} = \frac{\sum P_{anual}}{12} \times I_p \quad (\text{ecuación 2.1.})$$

Donde:

P_{pm} : Precipitación probable mensual (mm)

P_{anual} : Precipitación anual en cada año analizado (mm)

I_p : Índice de precipitación. Tiene tres diferentes casos que son detalladas a continuación:

El primer caso se calcula en base a la (ecuación 2.2.), la cual se utiliza si tenemos los datos completos de la serie mensual de varios años, ordenando los datos de la precipitación anual en orden ascendente.

$$I_p = \frac{P_{anual}}{\frac{\sum P_{anual}}{12}} \quad (\text{ecuación 2.2.})$$

También se determina el valor de ocurrencia del valor de la precipitación anual con la (ecuación 2.3.), para obtener el índice es necesario realizar una interpolación entre las probabilidades.

$$P_r = \frac{2m-1}{2N} \quad (\text{ecuación 2.3.})$$

Donde:

P_r : Probabilidad de ocurrencia (mm)

m : Número de orden de cada valor de la precipitación anual

N : Cantidad de la serie de datos en años

El segundo caso se realiza una consulta a la estación meteorológica y se utilizan esos datos.

Y por último el tercer caso, al no existir cerca una estación se utilizan valores teóricos.

b) Precipitación efectiva

Se conoce a la precipitación efectiva como la parte de la lluvia que cae en un determinado lugar, la misma que puede ser utilizada en los cultivos existentes de dicha área, de manera indirecta o directa. Tomando en cuenta que parte de esta lluvia se pierde por evaporación y por escorrentía, no podrá ser aprovechada por completo. Esta precipitación depende de

la humedad y las propiedades del suelo, las características que posean los cultivos y el comportamiento de la lluvia (Villazón et al., 2021).

Carrazón (2007) , para calcular la precipitación efectiva se basa en las ecuaciones que utiliza el Servicio de Conservación de los Suelos de los Estado Unidos (USSCS), las cuales se basan en la precipitación de mensual, teniendo dos condicionantes:

-Para una precipitación mensual menor a 250 mm utiliza la (ecuación 2.4.).

$$P_e = (125 - 0.2 * P_{pm}) * \frac{P_{pm}}{125} \quad \text{(ecuación 2.4.)}$$

-Para una precipitación mayor o igual a 250 mm utiliza la (ecuación 2.5.).

$$P_e = 0.1 * P_{pm} + 125 \quad \text{(ecuación 2.5.)}$$

Donde:

P_e : Precipitación efectiva (m)

P_{pm} : Precipitación mensual (mm)

2.1.5. Evapotranspiración

La evapotranspiración se conoce como al proceso por el cual el agua que cae en la superficie es devuelta en forma de vapor a la atmósfera. Este proceso es muy importante tomar en cuenta para los sistemas de riego, ya que los dos tercios de la precipitación se pierde por medio de este proceso, dependiendo también del tipo de zona. Calcular bien este componente nos puede ayudar a no tener un sobredimensionamiento del sistema (Tarin et al., 2014).

Evapotranspiración potencial

La evapotranspiración potencial (ETP) hace referencia a la cantidad máxima de agua que el suelo es capaz de perder, por medio de una capa de vegetación existente, tomando en cuenta que el agua administrada puede ser ilimitada (Segura-Castruita & Ortiz-Solorio, 2017).

Según Guevara (2006), el término de evapotranspiración potencial (ETP) es reemplazado por el término de evapotranspiración de referencia (ETo).

-Método Penman-Monteith

Allen et al. (2006) , recomienda usar el método de FAO Penman-Monteith como el método estándar más completo para determinar la evapotranspiración de referencia, la cual se calcula basándose en métodos meteorológicos como el valor de la temperatura del

aire, la velocidad del viento, la humedad atmosférica y la radiación. Mediante la (Ecuación 2.6.) de Penman-Monteith FAO 1948 se calcula la evapotranspiración de una superficie abierta de agua por medio de distintos datos climáticos.

$$ET_o = \frac{0.408 * \Delta * (R_n - G) + \gamma * \frac{900}{T + 273} * u_2 * (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma * (1 + 0.34 * u_2)} \quad (\text{Ecuación 2.6.})$$

Donde:

ET_o : Evapotranspiración de referencia (mm/día)

R_n : Radicación neta en la superficie del cultivo (MJ m⁻² día⁻¹)

G : Flujo del calor de suelo (MJ m⁻² día⁻¹)

T : Temperatura media del aire a 2m de altura (°C)

u_2 : Velocidad del viento a 2m de altura (m/s)

e_s : Presión de vapor de saturación (kPa)

$e_s - e_a$: Déficit de presión de vapor (kPa)

Δ : Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa/°C)

γ : Constante psicométrica (kPa/°C)

-Método tanque evaporímetro Clase A

Este método de basa en la tasa evaporativa que llega tener un tanque de evaporación lleno de agua, que corresponde a la cantidad de agua que se evapora en un determinado periodo de tiempo. Aportando una medida integrada del viento, la radiación, la humedad y temperatura, la utilización de este método para obtener la evapotranspiración de referencia llega ser confiable si se usa correctamente (Allen et al., 2006) . Una de las ventajas del tanque evaporímetro es la simplicidad de obtención de los datos para su cálculo (Villazón Gómez et al., 2021), a partir de la (Ecuación 2.7).

$$ET_o = K_p * E_{pan} \quad (\text{Ecuación 2.7})$$

$$K_p = 0.108 - 0.0286 * u_2 + 0.0422 \ln(F) + 0.1434 \ln(HR_m) - 0.000631 [\ln(F)]^2 * \ln(HR_m) \quad (\text{Ecuación 2.8.})$$

$$u_2 = u_z * \frac{4.87}{\ln(67.8 * z - 5.42)} \quad (\text{Ecuación 2.9.})$$

Donde:

ET_o : Evapotranspiración de referencia (mm/día)

K_p : Coeficiente del tanque evaporímetro, (Ecuación 2.8.)

E_{pan} : Evaporación del tanque evaporímetro (mm/día)

u_2 : Velocidad del viento a 2m de altura, (Ecuación 2.9.) (m/s²)

F : Borde o distancia al borde de la superficie identificada

HR_m : Humedad relativa media (%)

z : Altura de medición sobre la superficie (m)

u_z : Velocidad del viento medida a z m sobre la superficie (m/s²)

2.1.6. Coeficiente de cultivo

El coeficiente de cultivo establece una relación entre la evapotranspiración de cultivo y la evapotranspiración referencial. La metodología propuesta por Allen et al. (2006), se basa en la determinación del coeficiente de cultivo a lo largo del crecimiento determinada por la curva de cultivo, para la cual se necesitan tres valores diferentes de K_c , determinados por las siguientes etapas:

-Etapa inicial de temporada ($K_{c\ ini}$)

Se determina la etapa inicial de crecimiento con la (Ecuación 2.10.), la cual se basa en la Figura 2.1 y la Figura 2.2, que muestran una aproximación del valor de $K_{c\ ini}$.

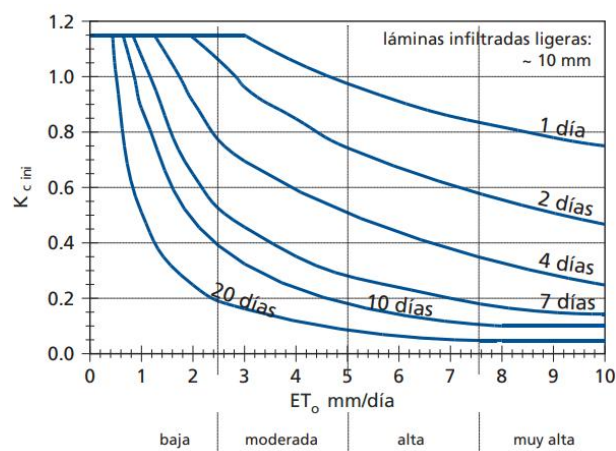


Figura 2.1. $K_{c\ ini}$ en función de la ET_o por etapa, las láminas y en el intervalo entre riego o lluvias.

Fuente: Allen et al. (2006)

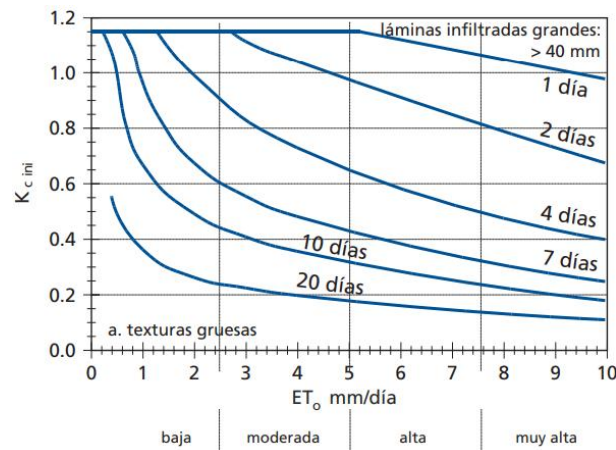


Figura 2.2. $K_{c\ ini}$ en función de la ET_o por etapa, las láminas y en el intervalo entre riego o lluvias.

Fuente: Allen et al. (2006)

$$K_{c\ ini} = K_{c\ ini(\text{Figura 2.1})} + \frac{(I - 10)}{(40 - 10)} * [K_{c\ ini(\text{Figura 2.2})} + K_{c\ ini(\text{Figura 2.1})}] \quad (\text{Ecuación 2.10.})$$

Donde:

$K_{c\ ini(\text{Figura 2.1})}$: Valor $K_{c\ ini}$ correspondiente a la Figura 2.1

$K_{c\ ini(\text{Figura 2.2})}$: Valor $K_{c\ ini}$ correspondiente a la Figura 2.2

I : Lámina infiltrada promedio

-Etapa de mediados de temporada ($K_{c\ med}$)

Se determina la etapa media de crecimiento con la (Ecuación 2.11.)

$$K_{c\ med} = K_{c\ med(\text{FAO-56})} + [0.04 * (u_2 - 2) - 0.004 * (HR_{min} - 45)] * \left(\frac{h}{3}\right)^{0.3} \quad (\text{Ecuación 2.11.})$$

Donde:

$K_{c\ med(\text{FAO-56})}$: Valor $K_{c\ med}$ del cultivo en condiciones de humedad relativa mínima de 45%

u_2 : Velocidad del viento a 2m de altura (m/s²), (Ecuación 2.9.)

HR_{min} : Valor medio diario de la humedad relativa mínima (%)

h : Altura media de las plantas en la etapa media de temporada (m)

- Etapa final de temporada ($K_{c\ fin}$)

Se determina la etapa final de crecimiento con la (Ecuación 2.12.)

$$K_{c\ fin} = K_{c\ fin(FAO-56)} + [0.04 * (u_2 - 2) - 0.004 * (HR_{min} - 45)] * \left(\frac{h}{3}\right)^{0.3} \quad (\text{Ecuación 2.12.})$$

$K_{c\ fin(FAO-56)}$: Valor $K_{c\ fin}$ del cultivo en condiciones de humedad relativa mínima de 45%

u_2 : Velocidad del viento a 2m de altura (m/s²), (Ecuación 2.9.)

HR_{min} : Valor medio diario de la humedad relativa mínima (%)

h : Altura media de las plantas en la etapa media de temporada (m)

2.1.7. Necesidad de riego del sistema

Es importante tener en cuenta los tipos de cultivos que están presentes en el área de estudio, en base al uso actual del suelo y a su uso potencial. Todos estos cultivos tienen diferentes fechas de siembra, para lo cual se utilizarán el siguiente procedimiento para realizar el diseño agronómico:

-Lámina de agua disponible a la profundidad radicular efectiva del cultivo (LD_{zr}) (mm/zr) (Ecuación 2.13.)

$$LD_{zr} = (HC_c - HP_m) - \left(\frac{P_{ea}}{P_{ew}}\right) * zr * 10 \quad (\text{Ecuación 2.13.})$$

Donde:

HC_c : Contenido de humedad a capacidad de campo (%)

HP_m : Contenido de humedad en el punto de marchitez permanente (%)

P_{ea} : Peso específico de suelo (g/cm³)

P_{ew} : Peso específico del agua (g/cm³)

zr : Profundidad radicular del cultivo (m)

-Volumen de agua disponible a la profundidad radicular efectiva (VD_{zr})(m³/Ha/zr) (Ecuación 2.14.)

$$VD_{zr} = LD_{zr} * 10 \quad \text{(Ecuación 2.14.)}$$

Donde:

LD_{zr} : Lámina de agua disponible (mm/zr) (Ecuación 2.13.)

-Lámina de agua aprovechable a la profundidad de agua efectiva (LA_{zr})(mm/zr) (Ecuación 2.15.)

$$LA_{zr} = \frac{LD_{zr} * P_{ar}}{100} \quad \text{(Ecuación 2.15.)}$$

Donde:

LD_{zr} : Lámina de agua disponible (mm/zr) (Ecuación 2.13.)

P_{ar} : Máximo porcentaje de agua aprovechable (%)

-Porcentaje de área bajo riego (P_{ar}) (%)

Para el riego por aspersión, $P_{ar} = 100\%$

-Precipitación horaria del sistema de riego (P_{hr})(mm/hr) (Ecuación 2.16.)

$$P_{hr} = \frac{q_e * 100}{d_e * d_l * P_{ar}} \quad \text{(Ecuación 2.16.)}$$

Donde:

q_e : Caudal del emisor (lt/hr), (Ecuación 2.35.)

d_e : Distancia entre emisores (m)

d_l : Distancia entre laterales (m)

P_{ar} : Máximo porcentaje de agua aprovechable (%)

La precipitación horaria (P_{hr}) debe ser menor o igual a la velocidad de infiltración (I) del suelo para evitar pérdidas.

$$P_{hr} \leq I$$

-Uso consuntivo (ET_c) (mm/día) (Ecuación 2.17.)

$$ET_c = ET_o * K_c \quad (\text{Ecuación 2.17.})$$

Donde:

ET_o : Evapotranspiración de referencia (mm/día)

K_c : Coeficiente de cultivo

-Intervalo de riego (I_r)(días) (Ecuación 2.18.)

$$I_r = \frac{LA_{zr} * P_{ar}}{ET_c * 100} \quad (\text{Ecuación 2.18.})$$

Donde:

LA_{zr} : Lámina de agua aprovechable (mm/zr), (Ecuación 2.15.)

P_{ar} : Máximo porcentaje de agua aprovechable (%)

-Intervalo de riego ajustado (I_{raj})(días) (Ecuación 2.19.)

$$I_{raj} = INTEGRO (I_r) \quad (\text{Ecuación 2.19.})$$

Donde:

I_r : Intervalo de riego (días), (Ecuación 2.18.)

-Ciclo de riego (CR)(días) (Ecuación 2.20.)

$$CR = I_{raj} - d_p \quad (\text{Ecuación 2.20.})$$

Donde:

I_{raj} : Intervalo de riego ajustado (días), (Ecuación 2.19.)

d_p : Días de paro (días)

-Lámina de riego ajustado (L_{raj}) (mm) (Ecuación 2.21.)

$$L_{raj} = \frac{I_{raj} * ET_c * 100}{P_{ar}} \quad (\text{Ecuación 2.21.})$$

Donde:

I_{raj} : Intervalo de riego ajustado (días), (Ecuación 2.19.)

P_{ar} : Máximo porcentaje de agua aprovechable (%)

La lámina de riego ajustada (L_{raj}) debe ser menor o igual a la máxima lámina de agua aprovechable (LA_{zr}).

$$L_{raj} \leq LA_{zr}$$

-Porcentaje de agua aprovechable ajustada (P_{aj})(%) (Ecuación 2.22.)

$$P_{aj} = \frac{L_{raj} * 100}{LD_{zr}} \quad \text{(Ecuación 2.22.)}$$

Donde:

L_{raj} : Lámina de riego ajustada (mm)

LD_{zr} : Lámina de agua disponible (mm/zr), (Ecuación 2.13.)

El porcentaje de agua ajustado (P_{aj}) debe ser menor o igual a porcentaje de agua calculado anteriormente (P_{ar})

$$P_{aj} \leq P_{ar}$$

-Lámina bruta (LB)(mm) (Ecuación 2.23.)

$$LB = \frac{L_{raj} * 100}{E_f} \quad \text{(Ecuación 2.23.)}$$

Donde:

L_{raj} : Lámina de riego ajustada (mm)

E_f : Eficiencia del sistema de riego (%)

-Dosis de riego bruta por área (DB)(m³/Ha bruta) (Ecuación 2.24.)

$$DB = \frac{LB * P_{ar}}{10} \quad \text{(Ecuación 2.24.)}$$

Donde:

LB : Lámina bruta (mm), (Ecuación 2.23.)

P_{ar} : Máximo porcentaje de agua aprovechable (%)

-Horas de riego por turno (H_t)(h/Turno) (Ecuación 2.25.)

$$H_t = \frac{LB}{P_{hr}} \quad (\text{Ecuación 2.25.})$$

Donde:

LB : Lámina bruta (mm), (Ecuación 2.23.)

P_{hr} : Precipitación horaria (mm/h), (Ecuación 2.16.)

-Máximo número de turnos de riego diarias (T_d)(turnos/día) (Ecuación 2.26.)

$$T_d = \text{INTEGRO} \left(\frac{H_m}{H_t} \right) \quad (\text{Ecuación 2.26.})$$

Donde:

H_m : Horas de riego máximas por día (horas/día)

H_t : Horas de riego por turno (h/turno), (Ecuación 2.25.)

-Horas de riego por día (H_d)(h/día) (Ecuación 2.27.)

$$H_d = T_d * H_t \quad (\text{Ecuación 2.27.})$$

Donde:

T_d : Turnos por día (turnos/día), (Ecuación 2.26.)

H_t : Horas de riego por turno (h/turno), (Ecuación 2.25.)

-Horas de riego por ciclo (H_c)(h/ciclo) (Ecuación 2.28.)

$$H_c = CR * H_d \quad (\text{Ecuación 2.28.})$$

Donde:

CR : Ciclos de riego (días/ciclo), (Ecuación 2.20.)

H_d : Horas de riego diarias (h/día), (Ecuación 2.27.)

-Número de turnos por ciclo (T_c)(turnos/ciclo) (Ecuación 2.29.)

$$T_c = CR * T_d \quad (\text{Ecuación 2.29.})$$

Donde:

CR : Ciclos de riego (días/ciclo), (Ecuación 2.20.)

T_d : Turnos por día (turnos/día), (Ecuación 2.26.)

-Superficie bajo riego por turno (S_t)(Ha/turno) (Ecuación 2.30.)

$$S_t = \frac{S_r}{T_c} \quad (\text{Ecuación 2.30.})$$

Donde:

S_r : Superficie total bajo riego (Ha/ciclo)

T_c : Turnos de riego por ciclo (turnos/ciclo), (Ecuación 2.29.)

-Dosis de riego bruta por turno (DB_t)(m³/turno) (Ecuación 2.31.)

$$DB_t = S_t * DB \quad (\text{Ecuación 2.31.})$$

Donde:

S_t : Superficie de turno de riego (Ha/turno), (Ecuación 2.30.)

DB : Dosis bruta (m³/Ha), (Ecuación 2.24.)

-Caudal requerido (Q_r)(m³/h) (Ecuación 2.32.)

$$Q_r = \frac{DB_t}{H_t} \quad (\text{Ecuación 2.32.})$$

Donde:

DB_t : Dosis de riego bruta por turno (m³/turno), **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

H_t : Horas de riego por turno (h/turno), (Ecuación 2.25.)

Si el caudal requerido (Q_r) es mayor o igual a la descarga disponible del sistema de riego (Q), deberá corregir los datos hasta que sea posible abastecer el agua de riego requerido en el tiempo que sea disponible.

$$Q_r \leq Q$$

-Número de emisores por turno (E_{mt}) (e/turno) (Ecuación 2.33.)

$$E_{mt} = \frac{Q_r * 1000}{qe} \quad (\text{Ecuación 2.33.})$$

Donde:

Q_r : Caudal requerido (m³/h), (Ecuación 2.32.)

q_e : Caudal del emisor (lt/h)

-Volumen bruto por ciclo de riego (VB_c)(m³/turno) (Ecuación 2.34.)

$$VB_c = DB_t * T_c \quad (\text{Ecuación 2.34.})$$

Donde:

DB_t : Dosis de riego bruta por turno (m³/turno), **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

T_c : Turnos de riego por ciclo (turnos/ciclo), (Ecuación 2.29.)

-Caudal específico (Q_e)(m³/Ha/h) (Ecuación 2.35.)

$$Q_e = \frac{Q_r}{A} \quad (\text{Ecuación 2.35.})$$

Donde:

Q_r : Caudal requerido (m³/h), (Ecuación 2.32.)

A : Área total (Ha)

Para obtener el cálculo de las necesidades de sistema del riego neto ($NRSn$) se utiliza la siguiente formula (Ecuación 2.36.):

$$NRSn = NR * Area \quad (\text{Ecuación 2.36.})$$

Donde:

NR : Mayor demanda

$Area$: Área de distribución

Para obtener el cálculo de las necesidades de riego del sistema bruto ($NRSb$) se utiliza la siguiente formula (Ecuación 2.37.):

$$NRSb = NRSn * \frac{100}{e} \quad (\text{Ecuación 2.37.})$$

Donde:

e : Eficiencia del sistema de riego

$NRSn$: Necesidades de sistema del riego neto

2.2. Diseño hidráulico

Se entiende como diseño hidráulico al dimensionamiento estructural de la red de tuberías. Para este proceso es necesario calcular las pérdidas de carga, los diámetros y las longitudes de cada tubería, siempre teniendo en cuenta que se cumpla con las presiones requeridas.

2.2.1. Definiciones generales

Captación: Es el punto de inicio de las aguas superficiales para un abastecimiento, estos pueden ser; lagos, arroyos, ríos, agua de lluvia, entre otros.

Líneas de tubería: Es la tubería que transporta el área superficial desde el punto de captación a un reservorio, estos sistemas dependen de la gravedad y de la topografía que exista en el área.

Tubería primaria: Transporta el caudal máximo desde la fuente principal hasta el sistema de riego.

Tubería secundaria: Transporta una parte de la tubería principal a los diferentes módulos.

Tubería terciaria: La tubería que llega directamente a los laterales de riego.

Laterales de riego: Son las tuberías que se colocan por debajo de la tierra y ayuda a que el agua llegue a los cultivos. Su diámetro varía entre 16 a 20 mm dependiendo el caudal y la longitud (Liotta, 2015).

Emisor de riego: Son dispositivos que se colocan en los laterales de riego, por lo cuales controlan el caudal de salida (Liotta, 2015).

2.2.2. Hidrostática

Esta parte analiza a los fluidos cuando no están en movimiento, es decir, cuando permanecen en reposo. Se estudia el comportamiento, la fuerza externas o superficiales que genera a las tuberías, a estas fuerzas se las conocen como presión estática. La presión estática se define como la fuerza de un líquido que se encuentra dentro de un objeto, esta va a depender mucho de la altura en la que este de la superficie libre (Carrazón, 2007).

2.2.3. Hidrodinámica

La hidrodinámica es la parte de la hidráulica que estudia el movimiento de los fluidos. Tomando en cuenta parámetros como; el flujo, gasto velocidad, presión que serían unos de los más importantes. En diseño del sistema de riego podemos observar la hidrodinámica cuando abrimos las válvulas, ya que con esto estamos permitiendo el paso del agua de riego.

Teniendo también presente a la presión dinámica, esta presenta a la altura de las columnas existentes de agua en movimiento (Carrazón, 2007), cuando el flujo de agua se haya detenido vamos a obtener valores negativos.

2.2.4. Parámetros de diseño

a) Periodo de diseño

El período de diseño es el tiempo para el cual se estima que el sistema de riego va a funcionar satisfactoriamente, considerando que durante ese periodo se proporcionará un servicio de calidad y eficiente, sin incurrir en costos innecesarios y optimizando la economía del proyecto.

b) Caudal de diseño

Es la cantidad de agua que pasa a través de una sección transversal, en este caso las tuberías, en periodos de tiempo determinados. Esto se determina en el diseño agronómico anteriormente mencionado, utilizando la cantidad de agua que se necesite para los cultivos. Las tuberías de las redes de conducción y distribución, se diseñará para los mayores caudales aprovechables durante el año, afectados por un coeficiente de mayoración considerando posibles fugas en el sistema.

c) Pérdidas de carga

Es la pérdida de presión que se genera en el agua por diversos factores indeseables. Dentro de estas se puede identificar que existen pérdidas de carga que son producidas por la fricción de las tuberías o las mangueras, a estas se las conocen como pérdidas de cargas continuas. También existen las pérdidas de carga accidentales, las cuales, son ocasionadas por el paso de agua en determinados puntos de la tubería, por lo general estas pérdidas suelen ser mucho menores a las pérdidas de cargas continuas. Las pérdidas de carga también se producen por pérdidas por entrada y salida, pérdidas en accesorios como: válvulas, codos, tees, yees; o debido a reducciones o ensanchamientos de las tuberías.

-Ecuación de Hazen-Williams

Esta fórmula también nos ayuda a determinar las pérdidas de carga, sin embargo, su cálculo es más sencillo ya que el coeficiente de rugosidad no está determinado en base de la velocidad de la tubería (Ecuación 2.38.). Este método es recomendable usar cuando la temperatura del agua varía entre 5 – 25 °C, si las temperaturas varían mucho de las

recomendadas los resultados de las pérdidas de carga podrían ser erróneas (Alegret & Martínez, 2019).

$$h_f = \frac{10.67 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D_i^{4.87}} \quad (\text{Ecuación 2.38.})$$

Donde:

h_f : Pérdidas de carga por fricción (m/m)

L : Longitud de la tubería (m)

Q : Caudal (m³/s)

D_i : Diámetro interno de la tubería (m)

C : Coeficiente de Hazen-Williams, estos coeficientes están en la

Tabla 2.4

Tabla 2.4. Coeficiente de Hazen-Williams para diferentes materiales.

Material	C
Tubería de asbesto cemento	130-140
Tubería PVC y PE	140-150
Tubería de aceros nuevos	110-120
Tubería de aceros de 5 años	80-90
Tubería de acero con recubierta interna de concreto	110-120
Tubería de concreto	90-100

Fuente: Ramírez & Lara (2014)

d) Velocidad

Para determinar la velocidad se utilizará la ecuación de Manning (Ecuación 2.39.)

$$v = \frac{R_h^{2/3} * S_o^{1/2}}{n} \quad (\text{Ecuación 2.39.})$$

$$R_h = \frac{D}{4} \quad (\text{Ecuación 2.40.})$$

$$S_o = \frac{h_f}{L} \quad \text{(Ecuación 2.41.)}$$

Donde:

v : Velocidad del fluido (m/s)

R_h : Radio hidráulico (Ecuación 2.40.)

S_o : Pendiente de la tubería (m/m), (Ecuación 2.41.)

n : Coeficiente de rugosidad de Manning, Tabla 2.5

h_f : Pérdida de carga de un punto a otro (m)

L : Longitud de la tubería (m)

D : Diámetro de la tubería (m)

Tabla 2.5. Coeficiente de rugosidad de Manning con sus velocidades máximas permisibles dependiendo de su material.

Tubería	Veloc. Max. Permisible
Hormigón simple o armado	4.5-5
Hierro fundido-Hierro dúctil	4-5
Asbesto cemento	4.5-5
Acero galvanizado	5
Acero sin revestimiento	5
Acero con revestimiento	5
Polietileno de alta densidad	5
PVC (policloruro de vinilo)	5

Fuente: Mott & Untener (2015)

e) Golpe de ariete

El golpe de ariete es un fenómeno que se ocasiona al momento de abrir o cerrar la llave de una tubería bruscamente, también puede ser provocada por falla de válvulas o bombas. Produciendo una onda resultante que convierte la energía cinética en energía elástica, esto puede generar una rotura en la red de conducción por los cambios de presión o la sobrepresión del agua. La velocidad del agua, longitud de la tubería, el material de la

tubería y el tiempo de maniobra son los factores principales del golpe de ariete (Carrazón, 2007).

Para calcular la magnitud del golpe de ariete en sistemas por gravedad, se realiza el siguiente procedimiento:

-Con la fórmula de Allievi (Ecuación 2.42.) se calcula la velocidad con la que se desplaza la onda en la tubería, a esta se la conoce como la celeridad.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K * \frac{D_i}{e}}} \quad \text{(Ecuación 2.42.)}$$

Donde:

a : Celeridad de la onda (m/s)

D_i : Diámetro interno de la tubería (mm)

e : espesor (mm)

K : Factor adimensional, en la Tabla 2.6 se pueden ver los valores para cada material

Tabla 2.6. Factor adimensional (K).

Material	K
PVC	33.3
PE o poliducto	500
HG	0.5

Fuente: Carrazón (2007)

-Cuando se tiene diferentes diámetros de tuberías se utiliza la (Ecuación 2.43.)

$$a = \frac{L}{\frac{L_1}{a_1} + \frac{L_2}{a_2} + \dots + \frac{L_n}{a_n}} \quad \text{(Ecuación 2.43.)}$$

Donde:

L : Longitud total de cada tramo

L_1 y a_1 : Longitud y celeridad de cada tramo

-Con la expresión de Allievi (Ecuación 2.44.) se calcula el valor máximo de la sobrepresión para cierres rápidos.

$$\Delta H_{max} = \frac{a * U}{g} \quad (\text{Ecuación 2.44.})$$

Donde:

ΔH_{max} : Valor máximo de la sobrepresión por el golpe de ariete (m.c.a)

a : Celeridad de la onda, (Ecuación 2.42.)

U : Velocidad media del agua (m/s)

g : Gravedad (9.81 m/s²)

2.2.5. Estructuras complementarias

a) Red de conducción

A la red de conducción se conoce como al tramo que está situado entre la captación y el primer tramo de repartición del agua de riego, la cual es necesaria transportarla por medio de tuberías que nos aseguren una buena conducción del agua.

b) Red de distribución

La red de distribución es un sistema compuesto por tuberías las cuales se encarga de hacer llegar el agua de riego a los diferentes sectores o módulos de distribución. Otras estructuras también aportan a esta red que ayudan a controlar las pérdidas y las presiones, las dimensiones de las tuberías pueden cambiar conforme el agua se distribuya en los diferentes módulos.

c) Cámaras rompe presión

Las cámaras rompen presión cumplen la función de disipar la energía, al mismo tiempo reduciendo la presión a cero, teniendo como objetivo evitar el daño en las tuberías y en la estructura existente. Generalmente estos elementos son colocados en lugares donde existe mucha pendiente ya que esto provoca que el agua de riego alcance a presión que la tubería no puede soportar (Patricio & Araujo, 2019) . Es importante para el dimensionamiento de estas estructuras tomar en cuenta la carga requerida para que el gasto de salida pueda seguir sin problemas, basándonos en la (Ecuación 2.45.).

$$H = \frac{1.65 * V^2}{2g} \quad (\text{Ecuación 2.45.})$$

$$V = \frac{1.9735 * Q}{D} \quad (\text{Ecuación 2.46.})$$

$$HT = H + A + B * L \quad (\text{Ecuación 2.47.})$$

Donde:

H: Carga de agua (m)

V: Velocidad de flujo (m/s), (Ecuación 2.46.)

Q: Caudal (m³/s)

D: Diámetro de la tubería (m)

HT: Altura total de la cámara rompe presión, (Ecuación 2.47.)

H: Carga de agua

A: Altura mínima de salida (mínimo 10 cm)

*B * L*: Resguardo a borde libre (mínimo 40 cm)

d) Tuberías

Las tuberías son un elemento esencial en el sistema de riego, ya que este medio cumple la función de transportar el agua a los diferentes puntos de repartición. Este elemento es en forma de un conducto cerrado formado por secciones circulares, teniendo algunos beneficios como al ser un material que puede ser enterrado no impide el paso de maquinaria que frecuente la zona, produce una menor cantidad de pérdidas, con un costo menor.

-Tuberías de policloruro de vinilo PVC

Una de las tuberías más ocupadas en los sistemas de riego es la tubería PVC, esta tiene características que facilitan mucho en las condiciones que la tubería debe resistir. Los compuestos y aditivos de esta tubería son capaces de resistir a los suelos agresivos que están expuestas, los ataques que agua y a los fertilizantes que son añadidos al agua. La elasticidad de la tubería aporta una gran resistencia a las presiones que son causadas por el golpe de ariete y las fuerzas producidas al exterior de la tubería

(Ferroplast, 2018) . Estas tuberías tienen varios diámetros y presiones, como se observa en la Tabla 2.7

Tabla 2.7. Espesor nominal de las tuberías de PVC.

Diámetro exterior (mm)	Presión nominal			
	6	10	16	20
20	-	-	-	1.9
25	-	-	1.9	2.3
32	-	-	2.4	2.9
40	-	1.9	3.0	3.7
50	-	2.4	3.7	4.6
63	2.0	3.0	4.7	5.8
75	2.3	3.6	5.6	6.8
90	2.8	4.3	6.7	8.2
110	2.7	4.2	6.6	8.1
125	3.1	4.8	7.4	9.2
140	3.5	5.4	8.3	10.3
160	4.0	6.2	9.5	11.8
180	4.4	6.9	10.7	13.3
200	4.9	7.7	11.9	14.7
250	6.2	9.6	14.8	18.4
315	7.7	12.1	18.7	23.2

Fuente: Ferroplast (2018)

-Tuberías de polietileno de alta densidad PEAD

Las tuberías PEAD también siendo una tubería son muy solicitadas para los sistemas de riego, estas tienen algunos beneficios como la durabilidad, resistencia, flexibilidad, estabilidad térmica, resistencia a diferentes químicos, entre otras más. Estos tipos de tubería tiene una vida útil de más de 50 años, sus diámetros con su espesor nominal podemos ver en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8. Espesor nominal de las tuberías de PEAD.

Diámetro exterior (mm)	Presión nominal			
	6	10	17	22
21.3	-	-	2.4	2.9
26.7	-	-	3.0	3.7
33.4	-	-	3.7	4.6
42.2	-	2.7	4.7	5.8
48.3	-	3.1	5.4	6.6
60.3	-	3.9	6.7	8.3
73.0	2.8	4.7	8.1	10.0
88.9	3.4	5.7	9.9	12.2
114.3	4.4	7.4	12.7	15.7
168.3	6.5	10.8	18.7	23.1
219.1	8.4	14.1	24.3	30.0
273.1	10.5	17.6	30.3	37.4
323.8	12.5	20.9	36.0	44.4
355.6	13.7	22.9	39.5	48.7
406.4	15.6	26.2	45.2	55.8
457.2	17.6	29.5	50.8	62.6

Fuente: Silver Tubos (2020)

e) Válvulas

Las válvulas en el sistema de riego ayudan a controlar el flujo del agua de riego en el sistema. Estas válvulas se pueden abrir o cerrar de forma manual o automática, de esta manera permite el que agua se dirigida hacia los diferentes módulos existentes. A continuación, se explicarán los tipos de válvulas que se utilizarán en este sistema de riego:

-Válvulas de aire: Las válvulas de aire ayudan a eliminar el aire atrapado dentro de las tuberías, previene la cavitación que ocurre cuando el agua fluye una gran velocidad y esto provoca que se creen burbujas de aire. Estas válvulas permiten un flujo estable y uniforme, evitando que el aire dañe a las tuberías.

-Válvulas de purga: Estas válvulas al igual que las válvulas de aire ayudan a eliminar el aire y el agua que se acumula en la tubería, limpiando también las hendiduras de las tuberías, sin embargo, estas válvulas actúan en los puntos altos del sistema de riego. Estas válvulas facilitan el mantenimiento y reparación de sistema.

-Válvulas de control: Las válvulas de control permiten regular el flujo de agua, para poder ajustar la cantidad de agua que se requiera para ciertos cultivos. Asignando la presión necesaria para cada módulo. Nos permiten tener un riego más efectivo y eficiente por medio de la gestión y la optimización del agua.

-Válvulas reductoras: Las válvulas reductoras se encargan de reducir la presión del agua a un nivel adecuado para optimizar el sistema de riego. Ayuda a evitar los daños que son causados en las tuberías por una excesiva presión, evitando fugas que se puedan generar.

3. CAPÍTULO 3: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO

3.1. Diseño agronómico

3.1.1. Taxonomía de suelos

De acuerdo a la clasificación Soil taxonomy las diferentes clases de suelos se describen como:

Conjunto de suelos V: Suelos con más del 35% de arcilla de tipo montmorillonita, con presencia de grietas en la época seca, alta capacidad de intercambio catiónico.

V2 (Vertisol)(CHROMUSTERTS): Ubicado en el área del proyecto; con relieve de pendientes suaves. Suelos pardo oscuros arcillosos, con agrietamiento y consistencia muy dura en la época seca, poco profundos, drenaje lento, pero en áreas secas y pH neutro.

Son suelos utilizados para la agricultura intensiva y extensiva, para la conservación de suelos y el manejo adecuado de agua.

Tabla 3.1. Clasificación de los suelos

Código	Orden	Suborden	Grangrupo	Área (Ha)	%
V2	VERTISOL	USTERT	CROMUSTERT	131.11	100.00
TOTAL				131.11	100.00

Fuente: Prefectura de Cañar

3.1.2. Clases de capacidad agrológica

Las clases de capacidad agrológica es un sistema utilizado en el departamento de agricultura de los Estado Unidos. En este caso se identificaron cuatro clases agrícolas en el área del proyecto, las que se describen en la Tabla 3.2. Estas se consideraron analizando las necesidades de campo y la capacidad de uso del terreno.

Tabla 3.2. Clases agrológicas.

Clase	Capacidad	Área (Ha)	%
III	Suelos con limitaciones importantes, requieren prácticas de conservación, fertilidad media/baja, pendientes moderadas, restricción en la elección de cultivos.	40.70	31.04
IV	Suelos con limitaciones muy importantes, con un manejo cuidadoso, fertilidad baja, pendientes fuertes. Permite laboreo ocasional.	68.64	52.35
VI	Suelos con limitaciones permanentes moderadas,	21.7	16.22

Clase	Capacidad	Área (Ha)	%
	impropios para el cultivo, con pendientes fuertes.		
VII	Suelos con limitaciones permanentes importantes, con limitaciones que no pueden ser corregidas, y pendientes fuertes.	0.50	0.38
TOTAL		131.11	100.00

Fuente: Prefectura de Cañar

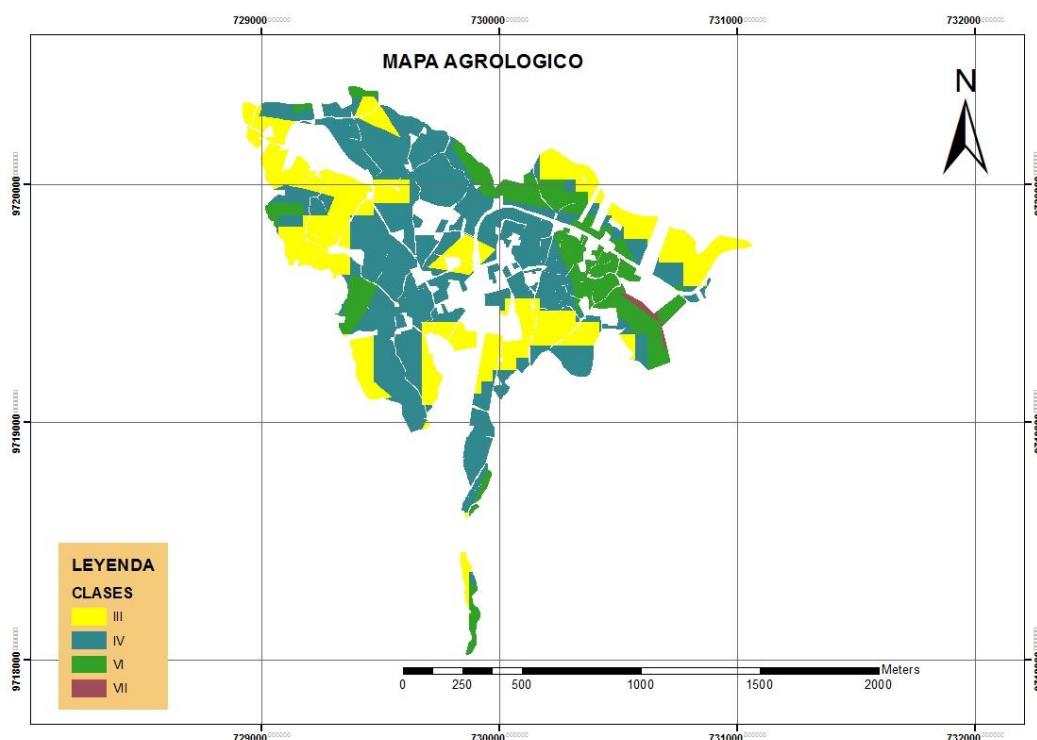


Figura 3.1. Clases agrológicas

Fuente: Prefectura de Cañar

a) Suelos de clase III

Este suelo ocupa el 31.04% del área total del proyecto, es decir, un área de 40.70 hectáreas. En esta área, se observan limitantes como la susceptibilidad a la erosión hídrica y la poca profundidad efectiva del suelo, que varía entre 40 a 80 cm.

Las prácticas esenciales de conservación agroecológica para estos suelos incluyen la gestión de la fertilidad mediante la adición de materia orgánica y abonos verdes, así como la rotación de cultivos, destacando el uso de leguminosas. Además, se promueve la agroforestación con especies nativas como yagual, retama, pencas, quishuar, capulí y aliso, junto con la instalación de cortinas rompevientos de ciprés en diversas áreas como

bordes de lomas, parcelas y caminos. Se emplean también zanjas de desviación y terrazas de formación gradual, con una atención meticulosa en la planificación de los surcos para el riego, procurando pendientes mínimas, y se fomenta el uso de riego por aspersión.

b) Suelos de clase IV

Este suelo ocupa 52.35% de la extensión total, equivalente a 68.64 hectáreas, presenta pendientes que oscilan entre el 15% y el 30%. Las principales dificultades observadas incluyen una alta susceptibilidad a la erosión debido a la fuerte pendiente, especialmente notable con el riego por gravedad en cultivos como cebada, trigo y arveja. Además, se destaca la relativa profundidad efectiva del suelo entre 25 a 60 cm y su textura más franca, factores que contribuyen a disminuir los rendimientos de los cultivos en esta categoría de suelos.

Estos terrenos son predominantemente utilizados para el cultivo de cebada, trigo, maíz en asociación con fréjol, así como para pastizales, con rotaciones ocasionales de papa y arveja, y en menor medida para hortalizas como ajos y zanahorias.

Para conservar estos suelos de clase IV, se requieren prácticas de manejo intensivas y rigurosas, como mantener la cobertura vegetal en la mayor parte del suelo. Se recomienda asociar estas prácticas con la agroforestación, la implementación de cortinas rompevientos, zanjas de desviación e infiltración, terrazas de formación gradual, gestión de la fertilidad del suelo y el uso de riego presurizado.

c) Suelos de clase VI

Este suelo abarca aproximadamente el 16.22% de la superficie total, equivalente a 21.27 hectáreas, caracterizándose por pendientes pronunciadas que oscilan entre el 25% y el 30-35%, con suelos poco profundos altamente susceptibles a la erosión hídrica. Estos suelos pertenecen al segundo grupo de terrenos apropiados para el establecimiento de vegetación permanente, pastizales y bosques, representando una transición entre áreas aptas para cultivos convencionales con estrictas medidas de conservación y aquellas destinadas a vegetación permanente.

Los principales cultivos presentes en estos suelos incluyen pastos y cereales, así como cultivos de escarda como papa y melloco, lo cual en algunos casos agrava la erosión hídrica durante el riego.

Para conservar estos suelos, se recomiendan y practican diversas medidas, como la intensificación de pasturas, la implementación de cortinas rompevientos, la promoción de la agroforestación y la rotación de cultivos, alternando períodos de cultivo de papa con 4 a 6 años de pastizales.

d) Suelos de clase VII

Este suelo ocupa aproximadamente el 0,38% del total del área, equivalente a 0,50 hectáreas, caracterizándose por tener pendientes abruptas que van desde el 50% al 70% en el caso de ser uniformes, o del 25% al 50% si son onduladas. La profundidad efectiva del suelo oscila entre 0,12 y 0,25 metros, siendo superficial, con un horizonte superficial que también puede variar entre 0,12 y 0,25 metros, clasificándose como muy superficial. Estos suelos son notablemente pedregosos o ripiosos y presentan un alto riesgo de erosión extremadamente severo.

Debido a estas limitaciones severas que los hacen inadecuados para cultivos de ciclo corto o anual, su uso se restringe principalmente a pastos cultivados, bosques o hábitats para la vida silvestre.

3.1.3. Pendientes

En la Tabla 3.3 se puede ver las pendientes donde el 98.97% del área de influencia del sistema tiene pendientes en un rango de hasta el 50% lo que permite un uso adecuado para el riego.

Tabla 3.3. Rango de pendientes.

Rango pendiente	Denominación	Área (Ha)	%
<5%	Casi plano	10.50	8.01
5 – 12%	Ondulado	26.76	20.41
12 – 25%	Inclinado	63.39	52.91
25 – 50%	Escarpado	22.86	17.44
50 – 70%	Muy escarpado	1.57	1.20
>70%	Abrupta	0.03	0.03
TOTAL		131.11	100.00

Fuente: Prefectura de Cañar

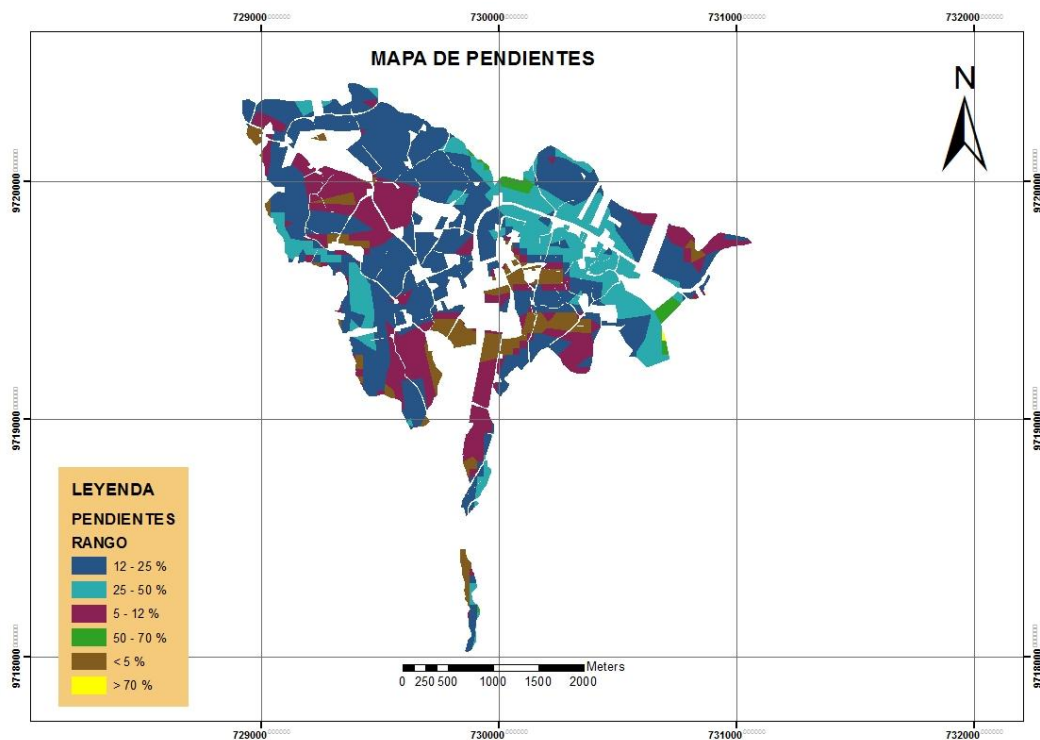


Figura 3.2. Rango de pendientes

Fuente: Prefectura de Cañar

3.1.4. Vegetación natural y uso actual del suelo

a) Uso actual del suelo

Según la información proporcionada por el Gobierno intercultural de Cañar se puede decir que el 53.95% está destinado al cultivo de ciclo corto con parte de área erosionada; el 4.64% a cultivos de ciclo corto con bosques plantados, el 1.02 % a cultivos de ciclo corto con vegetación arbustiva, el 0.08% a bosque natural y el 18.37% corresponde a cultivos de ciclo corto como se puede analizar en la Tabla 3.4 y Figura 3.3. El área correspondiente a áreas urbanas representa el 20.68 %.

Tabla 3.4. Uso actual del suelo en el área del sistema de riego.

Uso actual	Área (Ha)	%
70% bosque plantado con 30% áreas erosionadas	0.83	0.63
70% cultivos ciclo corto con 30% áreas erosionadas	70.73	53.95
70% cultivos ciclo corto con 30% bosque plantado	6.09	4.64

Uso actual	Área (Ha)	%
70% cultivos ciclo Corto con 30% vegetación arbustiva	1.34	1.02
Areas urbanas	27.11	20.68
Bosque natural	0.11	0.08
Cultivos ciclo corto	24.09	18.37
Vegetación arbustiva	0.81	0.62
TOTAL	131.11	100.00

Fuente: Prefectura de Cañar

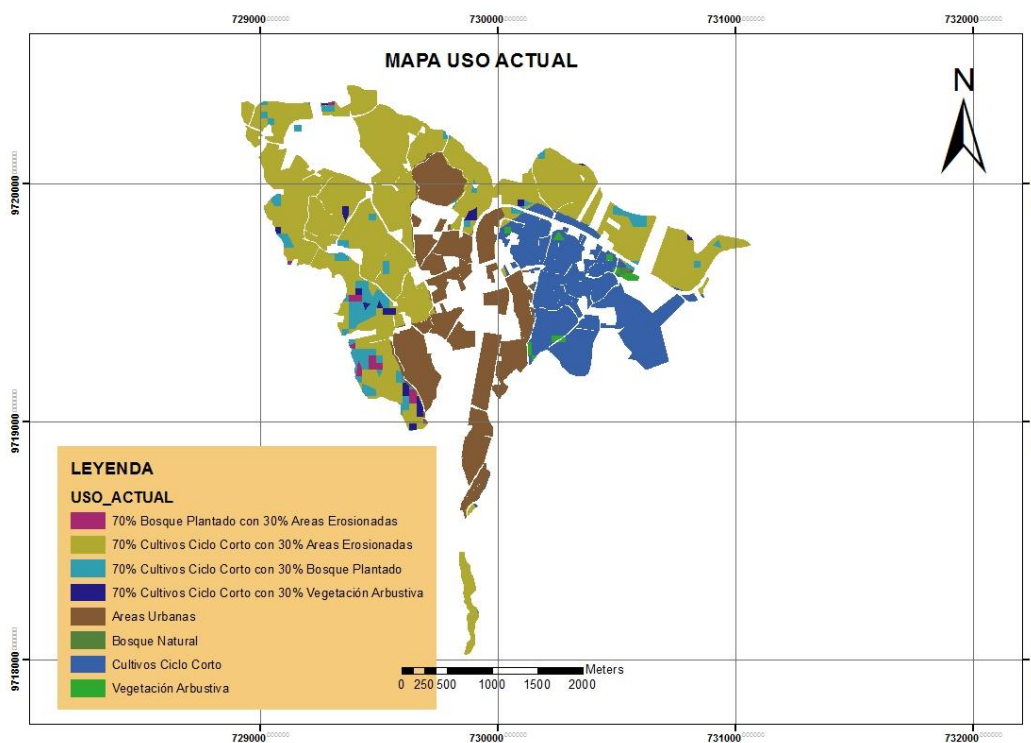


Figura 3.3. Uso actual del suelo en el sistema de riego

Fuente: Prefectura de Cañar

b) Producción agrícola actual

Como se ve en la Tabla 3.4 y Figura 3.5, el 44.75 % del territorio está dedicado a actividades pecuarias, el 29.78 % a actividades agrícolas y el 25.47 a actividades agropecuarias.

Figura 3.4. Explotación agropecuaria en el área del proyecto.

Tipo de explotación	Sectores				Total	%
	La playa	Nar	Nar alto	Nar bajo		
Agrícola	13.54	12.98	2.00	10.51	39.04	29.78
Agropecuaria	5.78	14.83	3.87	8.92	33.40	25.47
Pecuaria	17.37	27.57	1.39	12.35	58.67	44.75
TOTAL	36.70	55.38	7.25	31.78	131.11	100.00

Fuente: Prefectura de Cañar

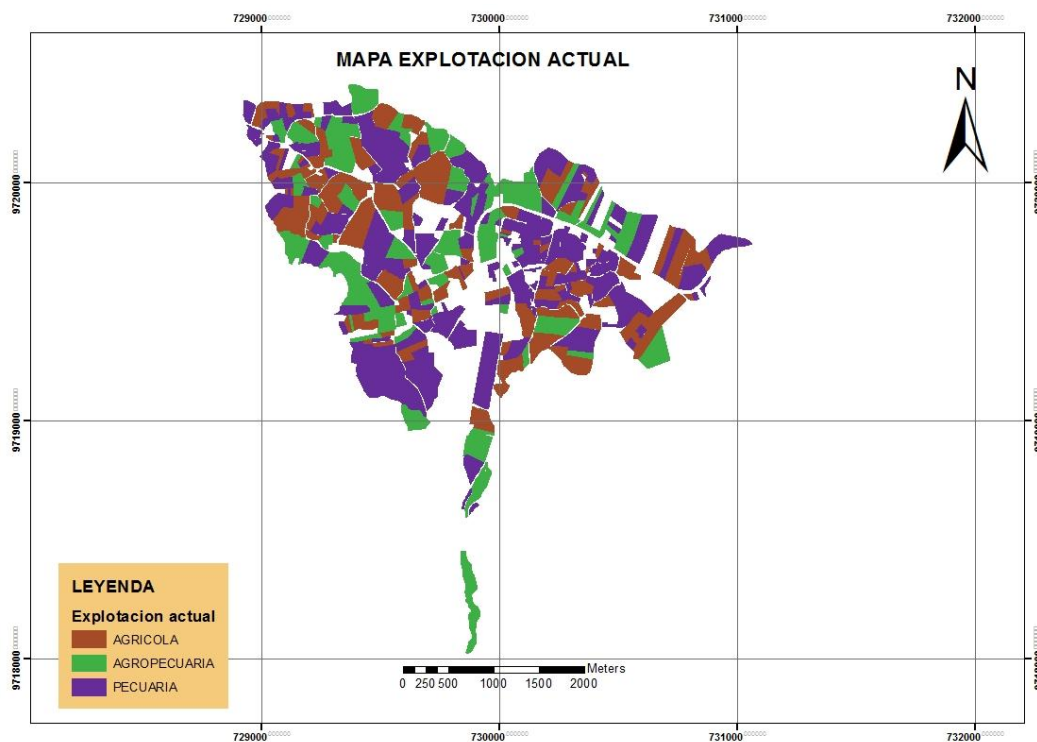


Figura 3.5. Explotación actual

Fuente: Prefectura de Cañar

Los principales cultivos presentes en el área de estudio son los pastos que corresponden al 36.99%, alfalfa el 13.53% y los cultivos de maíz con el 9.36%, papa con el 5.99% y la arveja con el 5.50% entre los principales y en menor proporción los cultivos de hortalizas, ajo, cebada, haba y otros.

Tabla 3.5. Principales cultivos en el área del estudio.

Uso	Área	%	Área	%	Área	%
Áreas que requieren agua de riego					120.61	91.99
Permanentes			66.74	50.90		
Pasto natural	28.39	21.65				
Pasto cultivado	20.12	15.34				
Alfalfa	17.74	13.53				
Frutales	0.49	0.37				
Transitorios			36.61	27.92		
Maíz	12.27	9.36				
Papa	7.85	5.99				
Hortaliza	2.16	1.65				
Ajo	0.44	0.34				
Cebada	4.03	3.07				
Arveja	7.21	5.50				
Haba	2.39	1.82				
Trigo	0.06	0.05				
Otros usos	0.21	0.16				
Tierra apta para cultivo sin usos			17.26	13.16		
	17.26	13.16				
Áreas que no requieren agua de riego					10.50	8.01
Formaciones naturales			4.28	3.26		
Bosques	0.45	0.34				
Ladera con vegetación	2.70	2.06				
Peña	0.98	0.74				
Quebradas	0.02	0.02				
Falla	0.13	0.10				
Infraestructura			6.23	4.75		
Vivienda	5.39	4.11				
Vías	0.31	0.23				

Uso	Área	%	Área	%	Área	%
Otros	0.53	0.40				
TOTAL	131.11	100.00	131.11	100.00	131.11	100.00

Fuente: Prefectura de Cañar

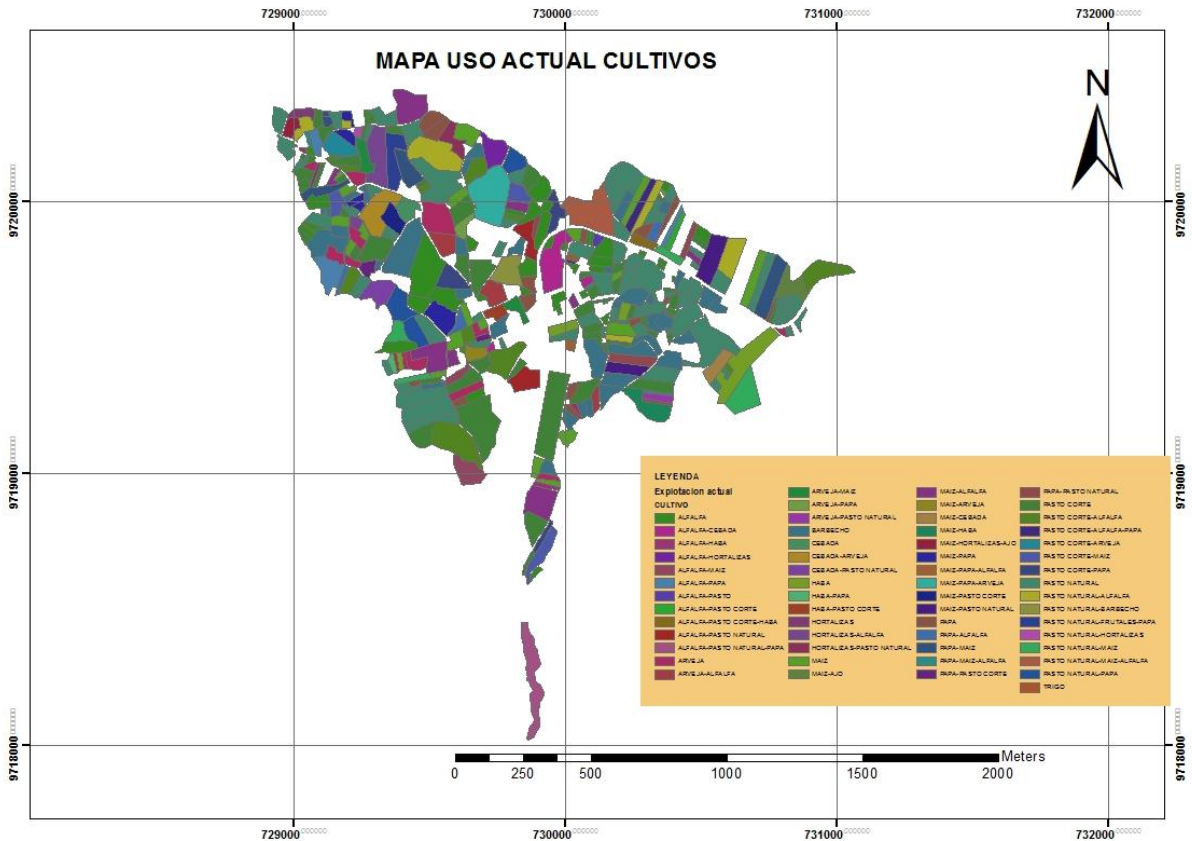


Figura 3.6. Principales cultivos

Fuente: Prefectura de Cañar

3.1.5. Fertilidad de los suelos en el área de estudios

Se pueden identificar tres tipos de fertilidad en el suelo: la física, que se refiere a características como la textura, estructura y porosidad; la química, que comprende las interacciones físico-químicas y la disponibilidad de elementos asimilables; y la biológica, que se relaciona con la cantidad y actividad de la materia orgánica en el suelo.

Para evaluar la fertilidad en la zona de estudio, la Prefectura de Cañar tomó muestras de suelo en cinco lugares representativos para su análisis en los laboratorios de AGROCALIDAD en la ciudad de Quito. Además, se llevaron a cabo actividades de campo para determinar otros parámetros, como la densidad aparente, como se describe en el Anexo 1.

3.1.6. Precipitación

Los datos climáticos utilizados en esta investigación provienen de la estación CAÑAR, identificada como M031, que está ubicada en la cerca del área de estudio. Estos datos fueron procesados a través del Informe Climático e Hidrológico. Se calculó la lluvia probable al 80% para un período de 50 años, revelando un rango de valores entre 6.6 mm/mes y 41.90 mm/mes. Estos valores representan los extremos del período, siendo agosto el mes con la mayor cantidad de lluvia y abril el mes con la menor.

Tabla 3.6. Precipitación probable.

Precipitación probable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Registro (años)	53	52	53	52	53	53	54	53	53	53	53	50	
Promedio (mm/mes)	40.5	56.4	68.7	66.5	44.5	27.5	21.5	16.8	25.7	41.7	43.6	35.5	488.9
SD	27.1	34.6	34.6	29.3	24.5	15.0	14.5	12.2	19.0	23.6	24.4	22.7	
P (70%)	26.1	38.0	50.4	51.0	31.5	19.5	13.8	10.3	15.7	29.2	30.7	23.5	339.7
P (80%)	17.7	27.3	39.7	41.9	23.9	14.9	9.3	6.6	9.8	21.9	23.1	16.5	252.4
P (90%)	6.3	12.7	25.1	29.6	13.6	8.6	3.2	1.4	1.8	12.0	12.9	6.9	134.1
P (95%)	0.0	0.0	12.0	18.4	4.2	2.9	0.0	0.0	0.0	3.0	3.6	0.0	44.1

Fuente: INAMHI

3.1.7. Evapotranspiración

Con datos climatológicos disponibles, se realizó el cálculo de la evapotranspiración utilizando dos métodos diferentes: Penman-Monteith a través del software CROPWAT (Figura 3.7) y el método del Tanque evaporímetro Clase A (Tabla 3.7).

Según el método del tanque evaporímetro, se observa que los valores máximos de evapotranspiración ocurren en los meses de junio y julio, alcanzando 2.86 mm/día, mientras que el valor mínimo se registra en abril, con 2.54 mm/día. El promedio anual de evaporación es de 999.15 mm.

En cuanto al método de Penman-Monteith, los valores máximos de evapotranspiración potencial se presentan en septiembre y octubre, con 2.95 mm/día y 2.87 mm/día respectivamente, mientras que los valores mínimos se registran en abril y mayo, con 2.58 mm/día. El promedio anual de evaporación calculado por este método es de 999.72 mm.

Producción de agua en el área de la cuenca de aporte al reservorio El Estero

Para determinar el caudal del ingreso al reservorio se utilizó el modelo precipitación-escorrimento descrito en el Anexo 2, en el cual se describen los siguientes parámetros:

-Precipitaciones en el área de la cuenca (P) (mm/mes), mostradas en la segunda columna y la evapotranspiración de referencia utilizando el método de Penman-Monteith mostrada en la primera columna.

-Otro parámetro que se utiliza es la humedad máxima en el suelo donde se multiplica 0.9161 por un factor AD, el CPO igual a 0.30, la infiltración máxima igual a 386 mm, el coeficiente de descarga del acuífero igual a 2.325 mes⁻¹, el área del reservorio de 18.82 ha, área de la cuenca de aporte al reservorio de 99.40 ha. Con los datos anteriormente mencionados se procede a calcular el volumen de almacenamiento del acuífero, el almacenamiento del área del suelo, la evapotranspiración real, la aportación superficial y total del mes I, infiltración del acuífero directo y máxima, con esto se obtiene los caudales necesarios.

Tabla 3.7. Cálculo de la evapotranspiración potencial por el método del Tanque evaporímetro Clase A.

Evapotranspiración	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Evap (mm/mes)	132.62	114.13	128.04	120.99	129.92	132.01	136.33	127.87	129.74	130.43	126.96	128.11	1537.15
Kp	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	
Eto (mm/mes)	86.20	74.19	83.23	78.65	84.45	85.81	88.61	83.12	84.33	84.78	82.53	83.27	999.15
Eto (mm/mes)	2.78	2.65	2.77	2.54	2.72	2.86	2.86	2.86	2.81	2.73	2.75	2.69	

Fuente: INAMHI

The screenshot shows a software interface for calculating monthly potential evapotranspiration (ETo) using the Penman-Monteith method. The window title is 'ETo Penman-Monteith Mensual - D:\CROPWAT\CLIMA\Cañar.PEM'. The input parameters are: País: ECUADOR, Estación: CAÑAR-M031, Altitud: 3083 m., Latitud: 2.55 °S, and Longitud: 78.90 °W. Below the inputs is a table with columns: Mes, Prom Temp (°C), Humedad (%), Viento (km/día), Insolación (horas), Rad (MJ/m²/día), and ETo (mm/día). The table lists data for each month from January to December, with a final row for the average (Promedio).

Mes	Prom Temp °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
Enero	11.4	82	109	5.3	17.4	2.80
Febrero	11.3	84	100	4.2	16.1	2.65
Marzo	11.5	83	99	4.4	16.4	2.71
Abril	11.6	82	104	4.3	15.6	2.58
Mayo	11.7	80	121	5.2	15.9	2.58
Junio	11.3	77	152	6.1	16.5	2.62
Julio	10.8	76	180	6.4	17.2	2.69
Agosto	10.9	75	181	6.1	17.7	2.83
Septiembre	11.4	75	158	5.6	17.9	2.95
Octubre	11.4	78	108	5.1	17.4	2.87
Noviembre	11.3	79	95	5.3	17.4	2.84
Diciembre	11.3	81	95	5.1	16.9	2.74
Promedio	11.3	79	125	5.3	16.9	2.74

Figura 3.7. Cálculo de la evapotranspiración potencial por el método de Penman-Monteith

Fuente: INAMHI

3.1.8. Coeficiente de cultivo

De acuerdo con la utilización actual y el potencial del suelo, se ha establecido un modelo de cultivos. Este modelo se basa en estudios previos y documentos técnicos que han permitido recopilar información sobre la duración del ciclo de cultivo y el coeficiente de cultivo (Kc) correspondiente a cada uno de los cultivos en el área del proyecto, descritos en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8. Cultivos propuestos, periodos de desarrollo y coeficientes de cultivo (Kc).

Cultivo	Ciclo (Días)	Duración fases de desarrollo				Valores Kc de los cultivos			
		Inicial	Crec.	Interm.	Final	Inicial	Crec.	Interm.	Final
Ajo	150	15	30	65	40	0.45	0.60	1.00	0.50
Arveja	150	20	35	45	20	0.30	0.70	1.10	0.30
Cebada	150	15	30	65	40	0.35	0.75	1.15	0.45
Cebolla blanca	120	15	30	55	20	0.50	0.70	1.00	1.00
Haba	210	30	40	110	30	0.50	0.70	0.90	0.60
Maíz choclo	180	30	50	65	35	0.58	0.82	1.15	0.60
Maíz duro	270	45	70	95	60	0.40	0.80	1.15	0.50
Papa	180	30	50	65	35	0.60	0.75	1.15	0.75
Trigo	150	15	30	65	40	.035	0.75	1.15	0.45
Hortalizas	120	25	35	70	20	0.45	0.70	1.00	0.90
Quinua	300	40	75	120	65	0.35	0.75	1.15	0.45
Pasto	360	90	90	90	90	0.95	0.95	0.95	0.95

Fuente: Prefectura de Cañar

3.1.9. Necesidades de riego del sistema

Según la adjudicación del Anexo 3, del 18 de diciembre del 2015 en la ciudad de Cañar, se solicitó la renovación del derecho de uso y aprovechamiento de las aguas provenientes de las fuentes: Estero Rumipugro, Estero Mutijalo, Monte de Estero, Moras mache y, la vertiente Quililig. En la primera renovación del 18 de noviembre del 2005 se concede 11 lt/s del Estero Rumipugro, 4 lt/s del Estero Mutijalo, 3.2 lt/s de Monte de Estero, 1.4 lt/s de Moras Macha y 2.24 lt/s de la vertiente Quililig, con un total de 21.84 lt/s de caudal. Las vertientes se encuentran localizadas en la comunidad de Romerillo Alto de la parroquia de Chorocopte, del cantón y provincia del Cañar, pertenece al SH-15 Río Cañar, CH-55 Río Cañar, SC-01 Río Cañar Alto, MC-05 Qda. Puca Huayco y dren (hasta la Qda. Jerincay).

-Quebrada Rumipugro: Aporta directamente al reservorio, el uso del suelo es pajonal, se localiza una cota de 3509 msnm, coordenadas UTM 09711437N y 726122E.

-Quebrada Mutijalo: Se localiza en la cota 3606 msnm, las coordenadas UTM 9711442 (Norte) y 7262256 (Este).

-Monte de Estero: Se localiza en la cota 3601 msnm, las coordenadas UTM 9711499 (Norte) y 726360 (Este).

-Quebradas Mora Mache: Se localiza en la cota 3589 msnm, las coordenadas UTM 9712114 (Norte) y 727186 (Este).

-Acuífero libre Quililig: Se localiza en la cota 3604 msnm, las coordenadas 9712121 (Norte) y 727429 (Este).

Se renueva el derecho de uso y aprovechamiento de las aguas en el año 2015, el cual se concede 1.35 lt/s del Estero Rumipugro, 2.1510 lt/s del Estero Mutijalo, 3.069 lt/s de Monte de Estero, 1.5 lt/s de Moras Macha, con un total de 8.07 lt/s de caudal. El acuífero libre Quililig se continuará utilizando para consumo humano de la comunidad de la Capilla.

La necesidad de riego del sistema se ha calculado según el patrón de cultivos propuestos, en la Figura 3.8 los meses con mayor demanda de agua son en agosto y septiembre 0.24 lt/s*ha y 0.26 lt/s*ha respectivamente.

Aprovisionamiento del sistema											
ETo estación	CAÑAR-M031										Patrón de cultivo
Est. de lluvia	Cañar-FAO										
	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Déficit de Precipitación											
1. Papa 1	0.0	0.0	0.0	39.2	55.7	79.4	87.2	86.1	50.6	0.0	0.0
2. Papa 2	58.2	62.6	56.2	47.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.2
3. Maíz	56.4	56.0	24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.0	54.9
4. Arveja1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.2	68.1	82.2	48.9	0.0	0.0
5. Arveja2	0.0	0.0	0.0	18.2	58.8	78.2	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6. Haba	29.7	35.7	32.3	45.5	51.6	41.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7. Cebada	54.5	60.4	52.3	30.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8. Pastos Mejorado	58.2	58.9	51.6	61.7	63.9	68.0	71.4	71.4	64.9	60.2	54.0
9. Pastos Resiembra	52.2	52.2	45.5	55.7	58.4	62.2	65.4	65.4	58.8	54.4	49.1
10. Alfalfa	47.0	46.4	38.8	49.4	51.7	54.9	57.7	57.7	50.9	46.9	42.7
11. Hort-1	0.0	0.0	17.1	58.5	63.3	67.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12. Hort-2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.9	74.4	73.0	60.0	0.0
13. Hort-3	54.6	49.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.6
Req. Netos sistema											
en mm/día	1.6	1.4	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.3	1.2	1.2
en mm/mes	44.3	44.9	36.0	40.8	41.8	47.0	48.5	46.7	39.7	37.5	37.7
en l/s/h	0.18	0.17	0.14	0.15	0.16	0.18	0.18	0.18	0.15	0.14	0.14
Area Irigada	84.0	84.0	84.0	81.0	72.0	77.0	74.0	69.0	69.0	72.0	76.0
(% del area total)											
Req. de riego area real	0.22	0.20	0.17	0.19	0.22	0.23	0.24	0.26	0.21	0.20	0.19
(l/s/h)											

a) Necesidades de riego del sistema neto

Tomando el mes de septiembre que es el de mayor demanda se utilizando la (Ecuación 2.36.), con un área de 120.61 Ha.

$$NRSn = 0.26 * 120.61 = 31.36 \text{ lt/s}$$

Determinando que el caudal que requiere el sistema es de 31.36 lt/s.

b) Necesidad de riego del sistema bruto

Para calcular las necesidades de riego brutas se utiliza la (Ecuación 2.37.), la eficiencia utilizada es de 80% y calculado en base al método de riego por aspersión.

$$NRSb = 31.36 * \frac{100}{80} = 39.20 \text{ lt/s}$$

Se observa que el sistema requiere un caudal de 39.20 lt/s en el mes de mayor demanda.

De acuerdo a las ecuaciones descritas en el capítulo 2.1.7, se calculó el caudal para cada módulo considerando los resultados obtenidos, en el Anexo 3.

3.1.10. Demanda y oferta de agua as sistema de riego

a) Demanda

Tomando como referencia la Tabla 3.9, en donde se explica los requerimientos hídricos para el área del proyecto se determinaron los siguientes caudales para los diferentes meses del año.

Tabla 3.9. Demanda de agua del sistema de riego El Estero, sectores Nar y La Playa.

Mes	Requerimiento de riego (lt/s*Ha)	Área neta de riego (Ha)	Coefficiente de eficiencia	Caudal de riego (lt/s)
Enero	0.21			31.66
Febrero	0.22			33.17
Marzo	0.20			30.15
Abril	0.17	120.61	0.80	25.63
Mayo	0.19			28.63
Junio	0.22			33.17
Julio	0.23			34.68

Mes	Requerimiento de riego (lt/s*Ha)	Área neta de riego (Ha)	Coefficiente de eficiencia	Caudal de riego (lt/s)
Agosto	0.24			36.18
Septiembre	0.26			39.2
Octubre	0.21			31.66
Noviembre	0.20			30.15
Diciembre	0.19			28.64

Fuente: Prefectura de Cañar

-Caudal ecológico

Para este proyecto se usa un 10% del caudal producido por las cuencas de aporte en épocas de estiaje el cual representa el mes de agosto de la Tabla 3.10

Tabla 3.10. Caudal producido en las cuencas de aporte (lt/s).

Mes	Caudal producido (lt/s)		
	Cuenca de aporte al reservorio	Cuenca de aporte por la quebrada de Callapata en el punto de Huingos	Total
Enero	14.59	29.55	44.14
Febrero	26.69	44.65	71.34
Marzo	38.75	53.65	92.40
Abril	42.44	52.93	95.37
Mayo	29.42	36.16	65.58
Junio	14.74	20.82	35.56
Julio	8.78	17.34	26.12
Agosto	5.34	14.36	19.70
Septiembre	8.37	21.70	30.08
Octubre	16.56	32.99	49.55
Noviembre	19.79	34.93	54.72
Diciembre	15.21	28.14	43.35

Fuente: Prefectura de Cañar

$$\text{Caudal ecológico} = 0.10 * 19.70 = 1.97 \text{ lt/s}$$

b) Oferta

La oferta del recurso hídrico para sistema de riego madre se ve en la Tabla 3.10

c) Análisis de la oferta y demanda

En Tabla 3.11 se observa que el caudal y volumen ofertados es menor a los demandados, con excepción de los meses de marzo y abril que son los meses con mayor precipitación.

Tabla 3.11. Oferta y demanda del agua para el sistema de riego madre El Estero

Mes	Oferta		Demanda	
	(lt/s)	m3	(lt/s)	m3
Enero	44.14	118,221.91	92.31	247,254.54
Febrero	71.34	172,586.82	96.61	233,750.77
Marzo	92.40	247,485.39	88.01	235,713.57
Abril	95.37	247,202.63	75.11	194,677.85
Mayo	65.58	175,654.06	83.70	224,172.61
Junio	35.56	92,181.36	96.62	250,447.26
Julio	26.12	69,972.40	100.93	270,336.46
Agosto	19.70	52,764.25	105.21	281,801.00
Septiembre	30.08	77,960.49	113.93	295,047.99
Octubre	49.55	132,706.35	922.31	247,254.54
Noviembre	54.72	141,825.58	88.01	228,109.91
Diciembre	43.35	116,105.07	82.70	224,172.61
TOTAL		1,644,666.31		2,932,739.11

Fuente: Prefectura de Cañar

Tomando en cuenta que la capacidad de almacenamiento del reservorio es de 638190 m3, además considerando también el caudal ecológico y estimando que la vida útil del proyecto será de 25 años se calcula en las Tabla 3.12 el valor del caudal que las cuencas pueden proveer a los sistemas.

Tabla 3.12. Determinación de la oferta del caudal para el sistema de riego Nar y La Playa.

Mes	Q. demandados	Coef. K	Q. ecológico	Caudales			Volumen		Q. ofertado
	Nar-La Playa			Cuenca a reservorio	Cuenca captación	Demandado a reservorio	Producida cuenca del reservorio	Demandada a reservorio	Nar-La Playa
Enero	31.66	0.545	1.97	14.59	29.55	21.65	39,068.75	56,068.75	17.25
Febrero	33.17			26.69	44.65	8.91	64,579.12	23,092.09	18.08
Marzo	30.15			38.75	53.65	0.00	103,799.26	0.00	16.43
Abril	25.63			42.44	52.93	0.00	110,015.53	0.00	13.97
Mayo	28.64			29.42	36.16	10.35	78,808.57	26,832.73	15.61
Junio	33.17			14.74	20.82	32.73	38,203.95	84,837.21	18.08

Mes	Q. demandados	Coef. K	Q. ecológico	Caudales			Volumen		Q. ofertado
	Nar-La Playa			Cuenca reservorio	Cuenca captación	Demandado a reservorio	Producida cuenca del reservorio	Demandada a reservorio	Nar-La Playa
Julio	34.68			8.78	17.34	38.56	23,521.80	99,949.24	18.90
Agosto	36.18			5.34	14.36	43.88	14,307.41	113,731.65	19.72
Septiembre	39.20			8.37	21.70	41.23	21,705.57	106,866.65	21.36
Octubre	31.66			16.56	32.99	18.22	44,343.28	47,215.15	17.25
Noviembre	30.15			19.79	34.93	13.93	51,289.26	36,104.67	16.43
Diciembre	38.64			15.21	28.14	19.37	40,731.86	47,612.36	15.61
							630,374.36	642,369.72	

Fuente: Prefectura de Cañar

En resumen, de todo lo anterior se tienen los siguientes caudales explicados en la Tabla 3.13

Tabla 3.13. Caudales asignados a los sistemas de riego.

Mes	Caudal asignado (lt/s)		
	Nar-La Playa	Caudal ecológico	Total
Enero	17.25		51.20
Febrero	18.08		51.59
Marzo	16.43		46.89
Abril	13.97		39.86
Mayo	15.61		44.54
Junio	18.08	1.97	51.59
Julio	18.90		53.93
Agosto	19.72		56.27
Septiembre	21.36		60.96
Octubre	17.25		49.23
Noviembre	16.43		46.89
Diciembre	15.61		44.54

Fuente: Prefectura de Cañar

3.1.11. Caudal de diseño

Las tuberías se diseñarán para los mayores caudales considerando además un coeficiente de mayoración por posibles fugas. Se toma el mes de septiembre ya que es el máximo caudal

que accede al sistema de riego con un valor de 21.36 lt/s, con un total de 52 horas de riego como se muestra en la Tabla 1.6.

El caudal a derivar para las horas designadas se obtiene multiplicando las 24 horas de día por los 7 días de la semana y el caudal máximo (21.36 lt/s), dividiendo para las 52 horas, obteniendo 69.02 lt/s. A este caudal se multiplica por un coeficiente de mayoración (1.25), dando un caudal de diseño de 86.26 lt/s.

Se consensó con los usuarios la división de cinco módulos repartiendo el agua de la siguiente manera, mostrada en la Tabla 3.14:

Tabla 3.14. Módulos de riego.

Módulos	Superficie neta (Ha)	Número de parcelas	Horas asignadas en una semana	Caudal asignado (lt/s)
1	22.63	71	9.76	86.28
2	2A	16.99	90	61.62
	2B	7.87	22	24.66
3	3A	14.28	36	51.78
	3B	9.51	24	34.50
4	23.13	48	9.97	86.28
5	23.52	85	10.14	86.28
TOTAL	120.60	376	52	

Fuente: Prefectura de Cañar

En el estudio inicial el caudal de diseño es de 86.26 lt/s, por lo tanto, para este estudio de debe utilizar el mismo caudal ya que este es el que está aprobado por la Prefectura de Cañar para este diseño.

3.2. Diseño hidráulico

El cálculo del diseño hidráulico se realizó mediante la herramienta de Autodesk AutoCAD Civil, donde se modeló la red de conducción y la red de distribución. Para esto fue necesario el levantamiento topográfico previamente entregado por la Prefectura del Cañar.

El trazado se hizo de acuerdo a lo planteado en los tres estudios anteriores, optimizando la red al ser diseñada con los diámetros de tuberías más pequeños, modificando la ubicación de los rompe presiones. Además de añadir válvulas de aire en lugares que se consideraron necesarios para tener un mejor mantenimiento y funcionamiento de la red.

Datos de ingreso en el programa AutoCAD CivilCAD

Obteniendo los puntos topográficos se importaron al programa AutoCAD CivilCAD, para tener la triangulación y las curvas de nivel.

3.2.1. Red de conducción

a) Procedimiento de cálculo

-En la triangulación realizada principalmente, se trazó la línea de conducción y por medio del programa mencionado de cálculo las presiones para poder ubicar el primer rompe presión.

-Obtenida la ubicación del primer rompe presión se inició el cálculo del siguiente rompe presión con la presión desde cero en ese punto.

-De esta forma se fueron calculado los tres primeros rompe presiones de la red de conducción.

-Para el cuarto tramo se considera que existe un sifón y que las presiones subirán y bajarán por la forma del terreno en el sector.

-Se sigue el mismo procedimiento utilizado en los tres primeros tramos para llegar hasta el séptimo rompe presión que cual sería el ultimo. La entrada y salida de los rompe presiones varía de acuerdo a los diámetros de las tuberías, descritas en la Tabla 3.15, las dimensiones se pueden ver la Figura 3.9.

Tabla 3.15. Ubicación de los tanques rompe presión en la red de conducción

Número	Abcisas	Diámetro de la tubería (mm)
1	0+904.65	200
2	1+659.08	200
3	2+200.51	200
4	4+542.03	315
5	1+790.77	225

Número	Abscisas	Diámetro de la tubería (mm)
6	4+439.55	200
7	5+797.43	160

Fuente: Propia

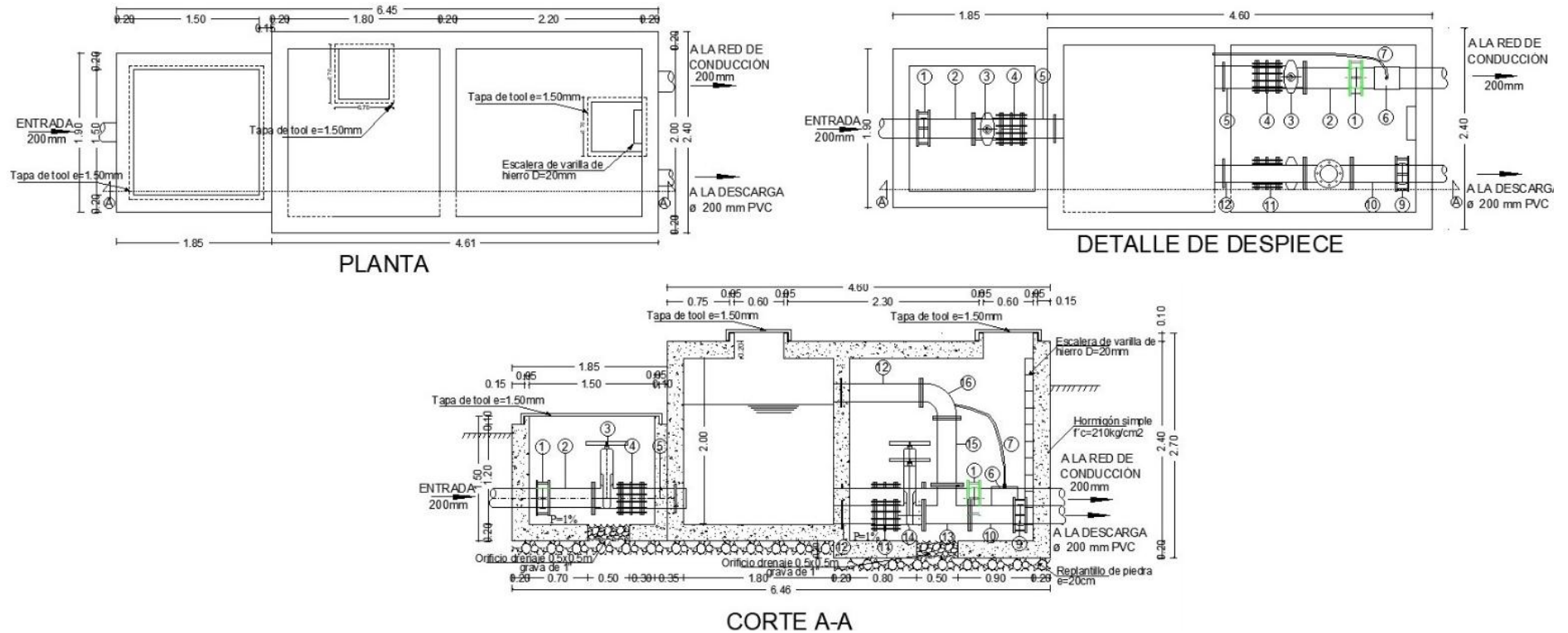


Figura 3.9. Tanque rompe presión (Red de conducción 200mm-200mm)

Fuente: Propia

-Se identifica los puntos más altos de acuerdo al perfil de la red y en estos puntos se ubican las válvulas de aire Tabla 3.16, mientras que, en los puntos bajos se ubican las válvulas de purga Tabla 3.17.

Tabla 3.16. Ubicación y diámetro de las válvulas de aire en la red de conducción

Número	Abscisas	Diámetro de la tubería (mm)
1	0+029.12	200
2	0.182.18	200
3	0+449.82	200
4	0+802.07	200
5	0+918.88	200
6	1+245.32	200
7	1+670.41	200
8	1+981.12	200
9	2+210.31	315
10	2+347.76	315
11	2+688.44	315
12	3+630.80	315
13	4+110.39	315
14	4+551.01	225
15	4+796.23	200
16	4+978.62	200
17	5+274.60	200
18	5+443.61	200
19	5+721.32	200
20	5+800.00	200
21	5+802.57	160

Fuente: Propia

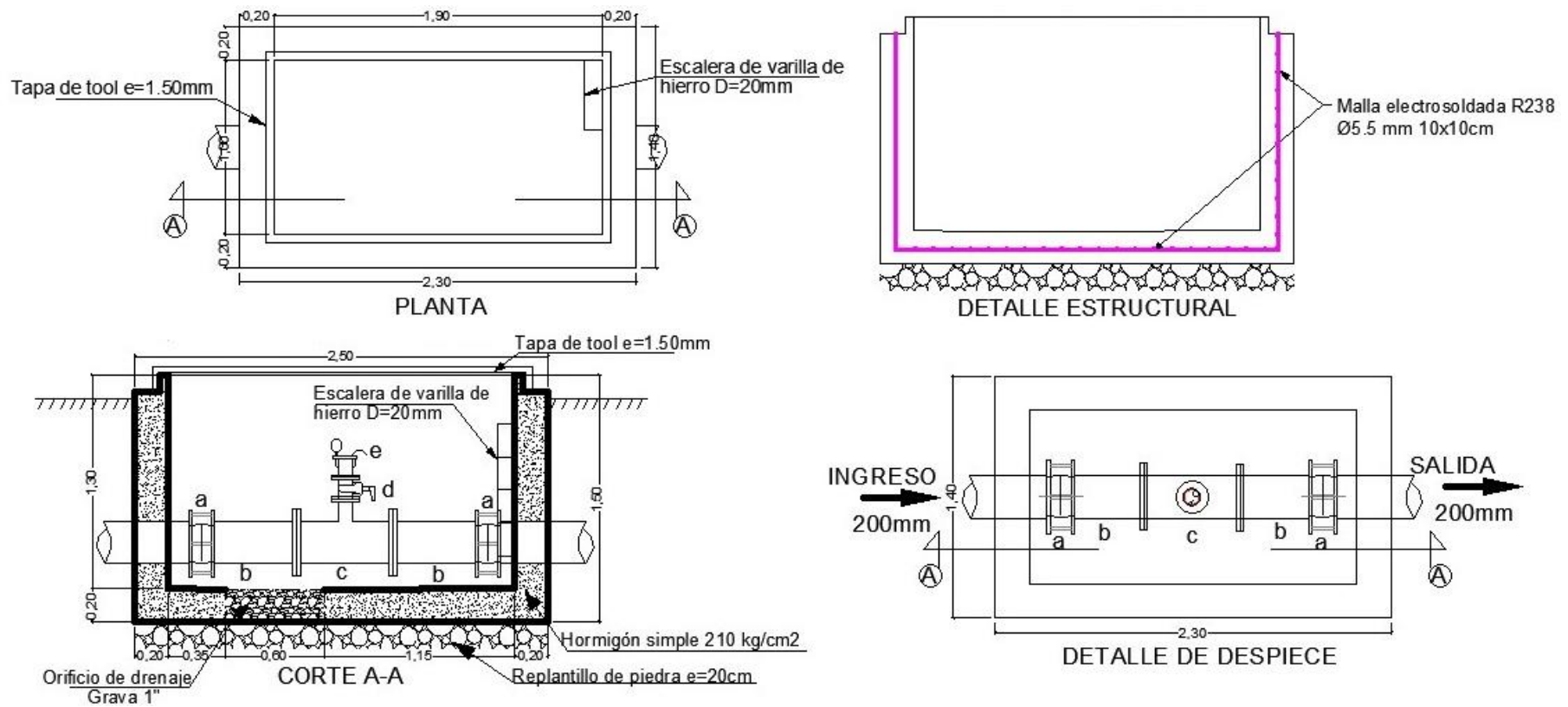


Figura 3.10. Válvula de aire 200mm a 2"

Fuente: Propia

El dimensionamiento y las diferentes vistas de las válvulas de aire se muestran en la Figura 3.10, además el dimensionamiento de la entrada y salida variará su diámetro de acuerdo al tramo en el que se encuentre, estos valores se indican en la Tabla 3.16. De igual manera las vistas de las válvulas de purga se muestran en la Figura 3.11 y la variación de sus diámetros se encuentra en la Tabla 3.17.

Tabla 3.17. Ubicación y diámetro de las válvulas de purga en la red de conducción

Número	Abscisas	Diámetro de la tubería (mm)
1	2+638.40	315
2	3+498.33	315
3	4+310.4	315
4	5+646.60	160

Fuente: Propia

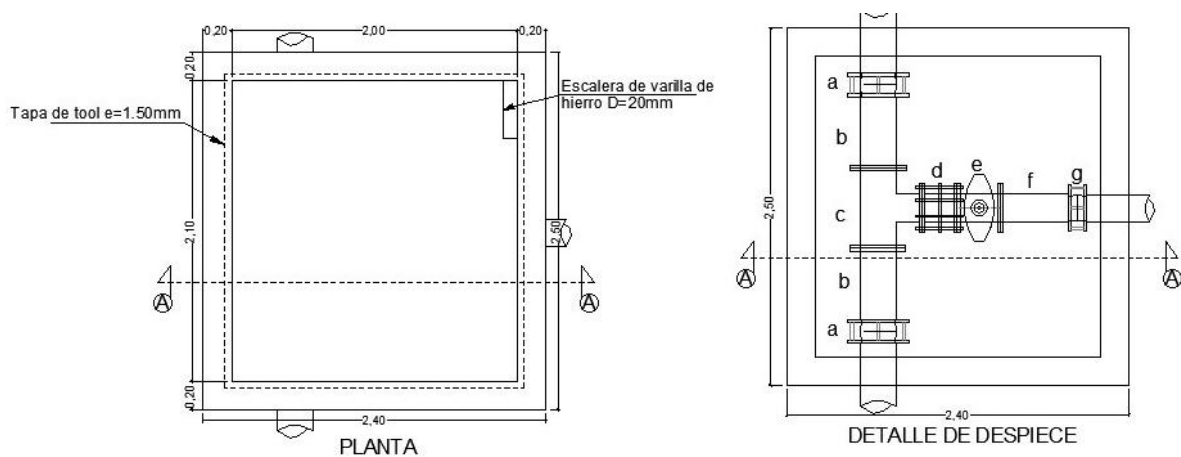


Figura 3.11. Válvula de purga 200mm

Fuente: Propia

De acuerdo a la topografía del terreno se han implementado pasos elevados y pasos bajo puente localizados en las abscisas que se muestran en la Tabla 3.18 y Tabla 3.19 respectivamente.

Tabla 3.18. Pasos elevados en la red de conducción

Número	Abscisas	Luz
1	2+579.63	14.2
2	2+644.8	23.5
3	2+724.81	38.2

Fuente: Propia

Tabla 3.19. Pasos bajo puentes en la red de conducción

Número	Abscisas	Luz	Observación
1	3+141.38	29.34	Panamericana
2	3+218.58	18.85	Carrerca Cuenca

Fuente: Propia

b) Resultados de la red de conducción

Se han designado 8 diferentes tramos los cuales son separados por los rompe presiones, los resultados de estos diferentes tramos se muestra en el Anexo 5 y sus respectivos planos en el Anexo 6. Un resumen de los tramos con sus longitudes, diámetros y presiones se muestran en la Tabla 3.20

Tabla 3.20. Tuberías en la red de conducción.

Tramo	Longitud (m)	Diámetro de la tubería (mm)	Presión (Mpa)
Tramo 1	904.65	200 mm	0.63
Tramo 2	755.34	200 mm	0.63
Tramo 3	538.23	200 mm	0.63
Tramo 4	2341.52	315 mm	1.25
Tramo 5	248.70	225 mm	0.63
Tramo 6	648.79	200mm	0.63
Tramo 7	357.89	200 mm	0.63
Tramo 8	282.13	160mm	0.63

Tramo	Longitud (m)	Diámetro de la tubería (mm)	Presión (Mpa)
--------------	-------------------------	--	--------------------------

Fuente: Propia

3.2.2. Red de distribución

a) Procedimiento de cálculo

Con la topografía ya obtenida se procede al cálculo de la distribución, siguiendo el mismo proceso que la red de conducción. Calculados primero las redes primarias desde el final de la conducción. Se plantearon dos matrices que se muestran en la Tabla 3.21, para la distribución a cada red secundaria se implementan unas válvulas de control descritas en la Tabla 3.22.

Tabla 3.21. Redes primarias.

Troncal	Longitud (m)	Diámetro de la tubería (mm)
Matriz 1 (Módulo 1 y 2)	1115.47	250 mm
Matriz 2 (Módulo 2 y 3)	897.22	250 mm

Fuente: Propia

Tabla 3.22. Válvulas de control en la red de distribución.

Número	Ubicación	Control
VC1-2 ^a	Cámara de control 1	Ingreso a módulos 1 y 2A
VC3-4-5	Cámara de control 1	Ingreso a módulos 3, 4 y 5
VC1	Cámara de control 2	Ingreso a módulos 1
VC2A	Cámara de control 2	Ingreso a módulos 2A
VC2B	Cámara de control 3	Ingreso a módulos 2B
VC3A	Cámara de control 4	Ingreso a módulos 3A
VC3B	Cámara de control 4	Ingreso a módulos 3B
VC4-5	Cámara de control 4	Ingreso a módulos 4 y 5
VC4	Cámara de contra 5	Ingreso a módulos 4
VC5	Cámara de control 5	Ingreso a módulos 5

Fuente: Propia

b) Resultados de la red de distribución

Se han designado 2 matrices principales, los resultados de estas matrices se muestra en el Anexo 8 y sus respectivos planos en el Anexo 4.

3.3. Análisis comparativo

En esta parte se realiza un análisis entre las diferencias existentes del diseño inicial en relación al diseño actualizado.

Una gran diferencia se puede notar en la cantidad de válvulas de aire mostradas en la Tabla 3.23, ya que en la actualización se incrementó el número de estas válvulas por motivo que su costo no es muy significativo en el estudio y su aumento ayuda a un mejor funcionamiento del diseño.

Tabla 3.23. Comparación de las válvulas del aire existentes en el estudio final con las del estudio actualizado

Número	Estudio inicial		Estudio actualizado	
	Abscisas	Diámetro de la tubería (mm)	Abscisas	Diámetro de la tubería (mm)
1	0+450.78	250	0+029.12	200
2	1+267.89	250	0.182.18	200
3	1+981.15	250	0+449.82	200
4	2+619.01	315	0+802.07	200
5	3+640.60	315	0+918.88	200
6	4+069.96	315	1+245.32	200
7	4+979.67	250	1+670.41	200
8	5+720.01	250	1+981.12	200
9	-	-	2+210.31	315
10	-	-	2+347.76	315
11	-	-	2+688.44	315
12	-	-	3+630.80	315
13	-	-	4+110.39	315
14	-	-	4+551.01	225
15	-	-	4+796.23	200
16	-	-	4+978.62	200
17	-	-	5+274.60	200

Número	Estudio inicial		Estudio actualizado	
	Abscisas	Diámetro de la tubería (mm)	Abscisas	Diámetro de la tubería (mm)
18	-	-	5+443.61	200
19	-	-	5+721.32	200
20	-	-	5+800.00	200
21	-	-	5+802.57	160

Fuente: Propia

En las válvulas de purga no existe mucha diferencia con relación al diseño inicial, ya que en esa solo cambian los diámetros de tubería, sin embargo, se mantiene la misma cantidad y ubicación de válvulas, mostradas en la Tabla 3.24.

Tabla 3.24. Comparación de las válvulas de purga existentes en el estudio final con las del estudio actualizado.

Número	Estudio inicial		Estudio actualizado	
	Abscisas	Diámetro de la tubería (mm)	Abscisas	Diámetro de la tubería (mm)
1	2+638.40	315	2+638.40	315
2	3+498.33	315	3+498.33	315
3	4+310.4	315	4+310.4	315
4	5+646.60	250	5+646.60	160

Fuente: Propia

Tomando en cuenta el estudio anteriormente realizado se ha hecho una tabla comparativa, en donde se muestran el cambio de diámetro y precios de los diferentes diseños. En la Tabla 3.25 se puede ver que reduciendo los diámetros de la tubería se puede abaratar el costo del estudio significativamente. Al final de la tabla se indica la diferencia de costos que existe en cada diseño.

Tabla 3.25. Análisis de los precios de las tuberías utilizadas en el diseño inicial y en el diseño actualizado

Tipo de tubería	Longitud (m)	P. Unitario (USD/m)	P. Total (USD/M)
-----------------	--------------	---------------------	------------------

Costo tubería matriz estudio inicial			
315 mm x 1.60 Mpa	802.61	103.1	82,749.09
315 mm x 1.25 Mpa	116.29	91.14	10,598.67
315 mm x 1 Mpa	979.77	65.94	63,822.22
250 mm x 1.25 Mpa	921.68	59.08	54,452.85
250 mm x 1 Mpa	32569	40.2	130,927.38
	6077.25		\$342,550.21
Costo tubería matriz actualizado 2024			
315mm x 1.25 Mpa	2341.52	91.14	213406,13
250mm x 0.63 Mpa	248.7	32.00	7,958.40
200mm x 0.63 Mpa	3204.9	14.72	47,176.13
160mm x 0.63 Mpa	282.13	9.84	2,776.82
	6077.25		\$271,316.32
Diferencia costo:			\$71,233.39

*** CONCLUSIÓN: Se podría afinar más a profundidad el cálculo hidráulico de la tubería matriz y como consecuencia se abarataría el costo del proyecto

Fuente: Base de datos de ETAPA, precios de febrero 2024.

Los precios tienen el 18% de indirectos y están sin IVA.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha revisado y actualizado el sistema de riego El Estero, ramales 2 y 3, parroquia y cantón Cañar. En el nuevo diseño propuesto, se ha optimizado el diámetro del sistema, lo que ha resultado en un costo menor en comparación con el diseño previo. El costo del diseño del sistema actualizado se basa en la base de datos de ETAPA de febrero del 2024, este refleja una disminución en \$71,233.39 con respecto al estudio anterior. Este reajuste demuestra claramente los beneficios económicos de la actualización, sin comprometer la funcionalidad del sistema de riego, el cual sigue abasteciendo de manera efectiva a los diversos usuarios.

Durante la revisión de la infraestructura planteada se identificó el punto de inicio del sistema desde el desarenador, donde empieza la conducción que abarca una longitud de 6.08 km. Se identificaron las ubicaciones de los tanques rompe presiones, las válvulas de aire, las válvulas de purga y las demás estructuras relevantes a lo largo del recorrido. Además, se analizó la distribución, la cual cuenta con cinco módulos distribuidos en las comunidades de Nar y La Playa, que cubren un total de 120.60 ha, beneficiando a 947 habitantes.

Con la revisión anterior se evaluó la repartición de agua existente en el sistema, donde el agua para los diferentes usuarios de cada módulo será repartida de acuerdo al cronograma propuesto. La superficie que se evalúa es recibirá un número de horas en función a las 52 horas totales que se acordaron a la semana. Es posible optimizar el diseño utilizando el caudal de 21.36 lt/s, ya que el caudal de cada módulo es menor a este, lo que ayudaría a reducir las tuberías y por ende tener un mejor costo, además de disminuir el consumo de agua.

De acuerdo al caudal adjudicado del año 2015, las vertientes cuentan con un caudal de 8.07 lt/s. Sin embargo, para los estudios se tomó el de la primera adjudicación sin renovar que es de 21.84 lt/s, lo que significa que se tomara más agua de la correspondiente, lo que quiere decir que se tendría que utilizar más agua de la reserva (reservorio) y su volumen almacenado duraría menos tiempo. Lo que provoca que el periodo de diseño de 25 años disminuya.

Al evaluar los elementos planteados en el estudio inicial se llegó la conclusión de que se puede tener una mejora en el sistema. En la red de conducción se ha optado por cambiar los diámetros de las tuberías e incrementar las válvulas de aire, para obtener una mejor eficiencia, manteniendo los siete rompe presiones existentes en el estudio inicial, pero variando su ubicación en el sistema. Esto se realizó ya que las presiones, las velocidades, las pérdidas y otros parámetros del sistema están dentro de lo establecido. Por lo tanto, la disminución de

los diámetros no afecta de ninguna manera. En la red de distribución se obtuvieron diferentes presiones en el sistema, sin embargo, se ha establecido los mismos diámetros de las tuberías del diseño inicial, ya que los cálculos están correctos para todos los parámetros y confirmaron que las tuberías son las adecuadas.

LISTA DE REFERENCIAS

- Alegret, E., & Martínez, Y. (2019). Coeficiente de Hazen-Williams en función del número de Reynolds y la rugosidad relativa. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, *XL*(3), 41–55.
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos* (Riego y drenaje FAO). 56. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4526143>
- Antón, R., Virto, I., & Bescansa, P. (2010). *Metodología de evaluación de la capacidad de uso del suelo de la Provincia de Cabo Delgado (Mozambique) según Clases de Capacidad Agrológica*. <https://hdl.handle.net/2454/2286>
- Carrazón, J. (2007). *Manual práctico para el diseño de sistemas de miniriego*. www.pesacentroamerica.org
- Ferroplast. (2018). *Sistema de presión PVC*. https://www.diceltro.com/wp-content/uploads/2017/10/Sistema_PRESION_PVC_Ferroplast.pdf
- Flores, H., Sifuentes, E., Flores, H., Ojeda, W., & Ramos, C. (2014). Técnicas de conservación del agua en riego por gravedad a nivel parcelario. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *5*(2), 241–252.
- Guevara Díaz, J. M. (2006). La fórmula de Penman-Monteith FAO 1998 para determinar la evapotranspiración de referencia, ETo. *Terra*, *XXII*(31), 31–72. <https://www.redalyc.org/pdf/721/72103103.pdf>
- Guevara, J., & Ramírez, R. (2017). *Fundamentos para el estudio, identificación y determinación metodológica de la capacidad de intercambio catiónico una propuesta para suelos asociados al cultivo de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en el departamento del Valle del Cauca*. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/18030>
- Liotta, M. (2015). *Manual de capacitación: Sistema de riego por goteo* (1st ed.). UCAR.
- Márquez, A., Pinto, A., & Toro, D. (2017). La gobernanza del agua para riego en el Ecuador contemporáneo. *Revista Científica Multidisciplinaria*, *3*(1), 9–24.
- Moreno, H., & Ibáñez, S. (2020). *Soil Taxonomy: Principios de clasificación de los suelos*. <http://hdl.handle.net/10251/146033>

- Mott, R. L., & Untener, J. A. (2015). *Mecánica de fluidos* (S. Fonseca, Ed.; 7th ed.). Pearson educación.
- Ortiz, R., Pazmiño, J., & Chile, M. (2021). Eficiencias en el sistema de riego Tumbaco, Ecuador. *Ciencia y Tecnología UTEQ*, 14(1), 1–10. <https://doi.org/10.18779/cyt.v14i1.443>
- Paredes, D., Carillo, G., Paredes, A., & Trujillo, D. (2019). Sistema de riego inteligente por aspersión utilizando energía fotovoltaica en la Universidad Técnica de Cotopaxi. *Revista Multidisciplinaria DATEH*, 1(2), 9.
- Patricio, J., & Araujo, N. (2019). *Determinación de la sobre presión de la línea de conducción por gravedad de agua potable en la localidad rural de Quitarcza (Distrito de Yuracmarca) - Ancash*.
http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2452/T033_43368310_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ramírez, R., & Lara, R. (2014). *Diseño e implementación de un reservorio de agua y red de distribución de riego en la finca La Neblina - San Vicente - Alóag - Pichincha*.
<https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2552>
- Salazar, R. (2019). *Diseño de un sistema de riego por aspersión aplicado al modelo productivo de agrícola industrial Sukia S.A.* [Tecnológico de Costa Rica].
https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/11285/disen%C3%B3_sistema_riego_aspersi%C3%B3n_aplicado.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Segura-Castruita, M. A., & Ortiz-Solorio, C. A. (2017). Modelación de la evapotranspiración potencial mensual a partir de temperaturas máximas-mínimas y altitud. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, VIII(3), 93–110.
- Silver Tubos. (2020). *TUBO PEAD (polietileno alta densidad)*. <https://silvertubos.com/wp-content/uploads/2019/11/SPEC-ST-TUBO-PEAD-LISO-R1.pdf>
- Tarin, T., Yépez, E., Garatuza-Payan, J., Watts, C., Rodríguez, Julio, Vivoni, E., & Méndez-Barroso, L. (2014). Partición de la evapotranspiración usando isótopos estables en estudios ecohidrológicos. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, V(3), 97–114.
- Villacís, M. (2012). *Diseño de un sistema de riego por aspersión* [Universidad de San Francisco].
<http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1991>
- Villafañe, R. (1998). *Diseño agronómico del riego*. Fundación Polar.

Villazón Gómez, J. A., Noris Noris, P., Montenegro, R. J. V., Martín Gutiérrez, G., & Cobo Vidal, Y. (2021). Coeficiente K_p del tanque evaporímetro clase “A” para la estimación de la evapotranspiración de referencia. *IDESIA*, 39(3), 111–115. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292021000300111>

Villazón, J. A., Noris, P., & Martín, G. (2021). Determinación de la precipitación efectiva en áreas agropecuarias de la provincia de Holguín. *IDESIA*, 39(2), 85–90. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292021000200085>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelos del área de estudio.

Anexo 2. Caudal de ingreso al reservorio.

Anexo 3. Adjudicación del agua.

Anexo 4. Resultados de las necesidades de riego.

Anexo 5. Resultados de la red de conducción.

Anexo 6. Planos de la red de conducción.

Anexo 7. Resultados de la red de distribución.

Anexo 8. Planos de la red de distribución.

ANEXO 1

Análisis de suelos del área de estudio

VALORES DE LOS PARAMETROS

No	LOCALIZACION			PH	INTERPRETACION	%	mg/kg	cmol/kg		
	LONGITUD	LATITUD	COTA	VALOR		N	P	K	Ca	Mg
1	729634	9715732	3170	7.62	Ligeramente Alcalino (LAL)	0.06 B	23.30 A	0.28 M	17.90 A	5.96 A
2	729583	9719110	2961	8.23	Alcalino (AL)	0.03 B	3.50 B	1.20 A	17.94 A	7.83 A
3	729281	9719815	2897	7.91	Ligeramente Alcalino (LAL)	0.06 B	23.40 A	0.48 A	20.27 A	4.35 A
4	730618	9719818	2848	7.96	Ligeramente Alcalino (LAL)	0.07 B	10.30 M	1.05 A	17.36 A	6.00 A
5	730669	9719412	2953	8.42	Alcalino (AL)	0.01 B	3.50 B	1.02 A	14.92 A	5.76 A

No	mg/kg						%	CLASE TEXTURAL	ESTRUCTURA DEL SUELO %		
	Zn	Cu	Fe	Mn	Boro	Azufre	M.O	Designación	Arena	Limo	Arcilla
1	1.60 B	3.79 M	29.90 B	7.18 M	0.50 B	5.76 B	1.26 B	Franco arcilloso	46	20	34
2	1.60 B	2.87 M	26.90 B	2.97 B	0.50 B	1.60 B	0.56 B	Franco	52	24	24
3	1.60 B	3.04 M	23.60 B	4.44 B	0.50 B	1.60 B	1.11 B	Franco arcilloso	38	26	36
4	1.60 B	4.51 A	26.40 B	5.08 B	0.50 B	1.60 B	1.42 B	Franco arcilloso	44	22	34
5	1.60 B	2.70 M	28.00 B	2.15 B	0.50 B	1.60 B	0.16 B	Franco arcilloso	56	24	20

No	%				g/cm ³			mg/kg	ds/dm	cmol/kg
	HE	CC	PMP	AA	δr	δa	η	Cloruros	CE	CIC
1	34.56	32.51	17.67	14.84	2.34	1.40	0.40	443.14	0.133 (NS)	19.52
2	36.96	34.59	18.8	15.79	2.06	1.23	0.40	269.39	0.225 (NS)	13.13
3	37.32	34.90	18.97	15.93	2.42	1.45	0.40	297.77	0.118 (NS)	20.22
4	40.13	37.33	20.29	17.04	2.29	1.34	0.41	276.53	0.200 (NS)	19.84
5	32.46	30.70	16.68	14.01	2.40	1.31	0.45	368.64	0.137 (NS)	10.32

INTERPRETACION DE RESULTADOS

SIMBOLO: PARAMETRO	UNIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
MO: MATERIA ORGANICA	%	< 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
N: NITROGENO	%	0-0.15	0.16-0.30	>0.31
P: FOSFORO	mg/kg	0-10.0	11.0-20.0	>21.0
K: POTASIO	cmol/kg	<0.2	0.2-0.38	>0.4
Ca: CALCIO	cmol/kg	<1.0	1.0-3.0	>3.0
Mg: MAGNESIO	cmol/kg	<0.33	0.34-0.66	>0.66
H: HIERRO	mg/kg	0-20.0	21.0-40.0	>41.0
Mn: MANGANESO	mg/kg	0-5.0	6.0-15.0	>16.0
Cu: COBRE	mg/kg	0-1.0	1.1-4.0	>4.1
Zn: ZINC	mg/kg	0-3.0	3.1-6.0	>6.1
B: BORO	mg/kg	<1.0	1.0-2.0	>2.0
AZUFRE	mg/kg	<12.0	12.0-24.0	>24.0

SIMBOLO: PARAMETRO	UNIDAD	ACIDO	PRACTICAMENTE	LIGERAMENTE	ALCALINO
PH: POTENCIAL HIDROGENO		5.5	5.5-6.4	6.5-8.0	8.1

SIMBOLO: PARAMETRO	UNIDAD	NO SALINO (NS)	LIGERAMENTE SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE: CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	dS/m	<2.0	2.0-3.0	3.0-4.0	4.0-8.0

SIMBOLO DE PARAMETROS:

CIC: CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

CC: CAPACIDAD DE CAMPO

δr : DENSIDAD REAL

PMP: PUNTO DE MARCHITEZ

δa : DENSIDAD REAL

AA: AGUA APROVECHABLE

HE: HUMEDAD EQUIVALENTE

ANEXO 2
Caudal de ingreso al reservorio

CALCULO DEL CAUDAL DE INGRESO AL RESERVORIO (modelo de Temez)

AR 18.82 has AD 72.87 mm
 AC 99.40 has E 28.29 mm

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ETo(mm/mes)	63.70	61.20	68.40	59.30	52.60	43.90	44.70	45.80	51.00	63.10	64.90	65.40
P (mm/mes)	86.92	131.31	157.78	155.66	106.34	61.25	51.01	42.23	63.83	97.03	102.73	82.77

i		ETPi	Pi	di	Poi	Ti	Hi	ETRi	li	Asupi	V	Asubi	AT	IP	QIP	QES	QIR
AÑO	MES	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	l/s	l/s	l/s
1	ene	63.70	86.92	130.46	20.03	25.23	0.00	61.68	23.68	1.55	7.41	16.28	17.83	67.11	4.87	6.84	
	feb	61.20	131.31	127.96	20.03	56.49	13.62	61.20	49.28	7.21	16.13	40.55	47.76	111.50	8.10	18.32	
	mar	68.40	157.78	121.54	15.94	81.31	21.69	68.40	67.16	14.15	22.58	60.71	74.86	137.97	10.02	28.71	
	abril	59.30	155.66	104.37	13.52	86.72	31.33	59.30	70.81	15.91	24.35	69.04	84.95	135.86	9.86	32.58	
	mayo	52.60	106.34	88.02	10.63	52.92	32.15	52.60	46.54	6.38	16.94	53.96	60.34	86.54	6.28	23.14	
	junio	43.90	61.25	78.50	10.38	21.75	27.76	43.90	20.59	1.16	8.09	29.43	30.59	41.44	3.01	11.73	
	julio	44.70	51.01	83.70	11.70	13.88	20.18	44.70	13.40	0.48	4.98	16.51	16.99	31.20	2.27	6.52	
	agosto	45.80	42.23	92.37	13.97	7.49	9.12	45.80	7.34	0.14	2.78	9.54	9.68	22.42	1.63	3.71	
	sept	51.00	63.83	108.63	17.29	15.71	6.25	51.00	15.10	0.61	4.99	12.89	13.50	44.03	3.20	5.18	
	oct	63.10	97.03	123.61	18.15	33.75	6.42	63.10	31.04	2.71	10.19	25.84	28.55	77.23	5.61	10.95	
	nov	64.90	102.73	125.23	18.10	37.35	6.90	64.90	34.05	3.30	11.65	32.60	35.90	82.93	6.02	13.77	
	dic	65.40	82.77	125.25	17.96	24.41	0.00	65.26	22.95	1.45	8.32	26.28	27.73	62.96	4.57	10.64	
2	ene	63.70	86.92	130.46	20.03	25.23	0.00	61.68	23.68	1.55	8.22	23.78	25.33	67.11	4.87	9.71	14.59
	feb	61.20	131.31	127.96	20.03	56.49	13.62	61.20	49.28	7.21	16.21	41.29	48.50	111.50	8.10	18.60	26.69
	mar	68.40	157.78	121.54	15.94	81.31	21.69	68.40	67.16	14.15	22.59	60.79	74.93	137.97	10.02	28.74	38.75
	abril	59.30	155.66	104.37	13.52	86.72	31.33	59.30	70.81	15.91	24.35	69.05	84.95	135.86	9.86	32.58	42.44
	mayo	52.60	106.34	88.02	10.63	52.92	32.15	52.60	46.54	6.38	16.94	53.96	60.34	86.54	6.28	23.14	29.42
	junio	43.90	61.25	78.50	10.38	21.75	27.76	43.90	20.59	1.16	8.09	29.43	30.59	41.44	3.01	11.73	14.74
	julio	44.70	51.01	83.70	11.70	13.88	20.18	44.70	13.40	0.48	4.98	16.51	16.99	31.20	2.27	6.52	8.78
	agosto	45.80	42.23	92.37	13.97	7.49	9.12	45.80	7.34	0.14	2.78	9.54	9.68	22.42	1.63	3.71	5.34
	sept	51.00	63.83	108.63	17.29	15.71	6.25	51.00	15.10	0.61	4.99	12.89	13.50	44.03	3.20	5.18	8.37
	oct	63.10	97.03	123.61	18.15	33.75	6.42	63.10	31.04	2.71	10.19	25.84	28.55	77.23	5.61	10.95	16.56
	nov	64.90	102.73	125.23	18.10	37.35	6.90	64.90	34.05	3.30	11.65	32.60	35.90	82.93	6.02	13.77	19.79
	dic	65.40	82.77	125.25	17.96	24.41	0.00	65.26	22.95	1.45	8.32	26.28	27.73	62.96	4.57	10.64	15.21
													457	901.2			

ANEXO 3
Adjudicación del agua



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPUBLICA DEL ECUADOR

**SECRETARIA DEL AGUA
DEMARCAACION HIDROGRAFICA DEL GUAYAS
CENTRO DE ATENCION AL CIUDADANO CAÑAR**



Secretaría del
Agua

1115-5077-6296-14-R

SECRETARÍA DEL AGUA.- SUBSECRETARIA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUAYAS.- CENTRO DE ATENCIÓN AL CIUDADANO CAÑAR.- Cañar, 18 de diciembre del 2015.- las 10h30.- VISTOS: En lo principal: Agréguese al proceso el escrito presentado por el señor Roberto Quizhpilema Guaraca y otros, el acta de acuerdos y compromisos de la reunión de trabajo realizada en el CAC Cañar el día cuatro de noviembre del 2015, la copia debidamente notariada del Acta N° 19 de la Comuna La Capilla. A fojas once (11), dentro del **TRÁMITE ADMINISTRATIVO N° 1115-5077-6296-14-R** comparece el señor **JOSÉ MIGUEL ANDRADE ROMERO** con cédula de ciudadanía N° 030050318-2, en calidad de **PROCURADOR COMÚN** debidamente designado por los sectores La Playa, Nar, Santa Rosa, Pucuhuayco, La Capilla, Tretón, Manzanapata, Chorocopte y Tiopamba, con domicilio en la Jurisdicción de la Parroquia, Cantón y Provincia del Cañar, para solicitar la **RENOVACIÓN**, del derecho de uso y aprovechamiento de las aguas provenientes de las fuentes: **ESTERO RUMIPUGRO, ESTERO MUTIJALO, MONTE DE ESTERO, MORAS MACHE Y QUILILIG**, ya que mediante resolución dictada en fecha 27 de junio de 1994 y de su primera renovación de fecha 18 de noviembre del 2005 dentro del expediente acumulado N° 1115-5077-6296-A, se concede el derecho de uso y aprovechamiento de las aguas con los caudales de: Estero Rumipugro 11 l/s., Estero Mutijalo 4 l/s., Monte de Estero 3.20 l/s., Moras Mache 1.4 l/s. y Vertiente Quililig 2.24 l/s., con fines de uso múltiple. A fojas dieciocho (18) comparece el señor Pablo Loja Guasco en calidad de Presidente del Sistema de Riego el Estero para solicitar la **RENOVACIÓN** de las mismas aguas y mismo proceso. Acompañando como documentos habilitantes: Fotocopia de carnet de abogado, fotocopias de cédula de ciudadanía y certificados de votación, comprobante de pago por tarifas de agua, acta de designación de procurador común, fotocopias de la resolución inicial y de la primera renovación. En fojas diecinueve (19) de autos consta la providencia de acumulación de trámites. Aceptada la solicitud a trámite, se ha dispuesto el estudio técnico respectivo. Concluida la tramitación y encontrándose la causa en estado de resolver se considera: **PRIMERO.-** En la tramitación de la presente causa se han observado todos los requisitos de Ley y sin que se haya omitido solemnidad sustancial alguna que vicie su procedimiento, por cuya razón se declara la validez de todo lo actuado. **SEGUNDO.-** Del informe técnico presentado por el Ingeniero Jaime Lazo Carpio, funcionario del Centro de Atención al Ciudadano Cañar, de la Demarcación Hidrográfica del Guayas, Secretaria del Agua, constante en el memorándum N° DHG-CACC-JLC-232-2015, de fecha 25 de agosto del 2015, y del informe de ampliación según memorándum N°

las aguas solicitadas en renovación provienen de: QUEBRADA RUMIPUGRO, QUEBRADA MUTIJALO, QUEBRADA MONTE DE ESTERO, QUEBRADA MORAS MACHE Y ACUÍFERO LIBRE QUILILIG localizados en la Comunidad de Romerillo Alto de la Parroquia de Chorocopte, del Cantón y Provincia del Cañar, pertenece al SH-15 Río Cañar, CH-55 Río Cañar, SC-01 Río Cañar Alto, MC-05 Qda. Puca Huayco y dren (hasta la Qda Jirincay), en la Carta Topográfica de Cañar ÑV-C3. Código Pfafstetter 13969. QUEBRADA RUMIPUGRO: En campo se evidenció que se trata de una quebrada que aporta directamente al reservorio, esta fuente cursa por predio comunal de la Capilla, el uso del suelo es pajonal, se localiza en la cota 3509 m.s.n.m., según las coordenadas UTM, 9711473 N (latitud) y 726122 E (longitud) datum WGS84. El caudal aforado utilizando el método volumétrico, a la cota indicada fue de 1.50 l/s. (litros por segundo), siendo el mismo caudal de persistencia. QUEBRADA MUTIJALO: En campo se evidenció que se trata de una quebrada que aporta directamente al reservorio, esta fuente cursa por predio comunal de la Capilla, se localiza en la cota 3606 m.s.n.m., según las coordenadas UTM, 9711442 N (latitud) y 726256 E (longitud) datum WGS84. El caudal aforado utilizando el método volumétrico, a la cota indicada fue de 2.39 l/s. (litros por segundo), siendo el mismo caudal de persistencia. QUEBRADA MONTE DE ESTERO: En campo se evidenció que se trata de una quebrada que aporta directamente al reservorio, esta fuente cursa por predio comunal de la Capilla, se localiza en la cota 3601 m.s.n.m., según las coordenadas UTM, 9711499 N (latitud) y 726360 E (longitud) datum WGS84. El caudal aforado utilizando el método volumétrico, a la cota indicada fue de 3.41 l/s. (litros por segundo), siendo el mismo caudal de persistencia. QUEBRADA MORAS MACHE: En campo se evidenció que se trata de una quebrada que NO APORTA al reservorio, esta fuente cursa por predio comunal de la Capilla, se localiza en la cota 3589 m.s.n.m., según las coordenadas UTM, 9712114 N (latitud) y 727186 E (longitud) datum WGS84. El caudal aforado utilizando el método volumétrico, a la cota indicada fue de 1.67 l/s. (litros por segundo), siendo el mismo caudal de persistencia. ACUÍFERO LIBRE QUILILIG: En campo se evidenció que en esta fuente hídrica se encuentra emplazado un tanque de captación, para consumo humano de La Capilla, por lo tanto NO APORTA al reservorio, se localiza en la cota 3604 m.s.n.m., según las coordenadas UTM, 9712121 N (latitud) y 727429 E (longitud) datum WGS84. NO SE AFORO ESTA FUENTE. SITUACIÓN ACTUAL: La quebrada al cual aportan todas las aguas es conocida como Huingos y cuya captación se emplaza a margen izquierdo, esta fuente cursa a margen derecho por predio de José Marcial Morocho Paguay y a margen izquierdo de Herederos de Manuel Pichisaca Duy, en este punto de captación se divide las aguas, por el canal emplazado para los sectores Huingos, Chorocopte, Capilla, Tretón, Manzanapata, las aguas que continúan por la quebrada son destinadas para el uso de los sectores Pucuhuayco, Santa Rosa, Tiopamba, Nar y La Playa. A petición formal de los moradores del Sector Romerillo, quienes solicitan, que se les reconozca el derecho como usuarios del Sistema de Riego dentro del sector La Capilla y en la práctica tener el respectivo turno de riego, se realizó una reunión de trabajo el día cuatro de noviembre del 2015, al final se lograron acuerdos y compromisos plasmados en una acta, misma que ha sido agregada al presente trámite, así mismo como consecuencia de ello se ha presentado una acta de la comunidad o sector **La Capilla en donde ya se definen los turnos respectivos para**

parte de la Capilla, no se afecta o se altera los turnos de riego establecidos para los restantes 8 sectores. **CONCLUSIONES:** Los procesos de renovación se deben efectuar partiendo de la autorización inicial, situación que no ha sido efectuada en la primera renovación, además se menciona que todas las fuentes hídricas autorizadas aportan al reservorio. Existen fuentes hídricas que drenan al reservorio que por no tener su respectiva autorización están en uso informal, por lo que se recomienda que se formalicen de acuerdo a la ley. Estudios que han sido revisados por esta Autoridad, mismo que se los acoge en lo pertinente y pasa a formar parte integrante de la presente resolución. **TERCERO.-** Considerando que los recursos hidrológicos en cualquier estado que se encuentren son bienes nacionales y de uso público y su uso y aprovechamiento solo puede hacerse legítimamente mediante la autorización para el uso o el aprovechamiento económico del agua, de conformidad a lo dispuesto en el Artículo 318, párrafo cuarto de la Constitución de la República, Art. 123, Art. 127 párrafo segundo de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua vigente, de conformidad a la Reforma y Nueva Codificación al Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional le corresponde a los Responsables Técnicos de los Centros de Atención al Ciudadano otorgar las Autorizaciones y Permisos para el Uso y Aprovechamiento del Agua; por las consideraciones expuestas y habiéndose evacuado todas las diligencias de ley y hallándose la causa en estado de resolver, esta **AUTORIDAD RESUELVE:** Dentro del **TRÁMITE ADMINISTRATIVO N° 1115-5077-6296-14-R**, aceptar la solicitud de **RENOVACIÓN** del derecho de uso y aprovechamiento y consecuentemente se dispone: **1.-** En mérito al informe técnico, se procede a **RENOVAR** las aguas provenientes de la **QUEBRADA RUMIPUGRO, QUEBRADA MUTIJALO, QUEBRADA MONTE DE ESTERO, QUEBRADA MORAS MACHE Y ACUÍFERO LIBRE QUILILIG**, ubicadas en la Comunidad de Romerillo Alto de la Parroquia de Chorocopte, del Cantón y Provincia del Cañar, cuya captación se ubica en las cotas 3509, 3606, 3601, 3589 y 3604 m.s.n.m., a favor de los beneficiario iniciales organizados en los nueve sectores: La Playa, Nar, Santa Rosa, Pucuhuayco, La Capilla, Tretón, Manzanapata, Chorocopte y Tiopamba representados por su **PROCURADOR COMUN** el señor **JOSÉ MIGUEL ANDRADE ROMERO**, precisando que dentro del sector La Capilla se ha reconocido como usuarios al sector Romerillo según actas de acuerdos firmadas. **2.-** Se **RENUEVA** el derecho de uso y aprovechamiento de las aguas de la **QUEBRADA RUMIPUGRO** el caudal de 1,35 l/s. (litros por segundo), **QUEBRADA MUTIJALO** el caudal de 2.1510 l/s. (litros por segundo), **QUEBRADA MONTE DE ESTERO** el caudal de 3.069 l/s. (litros por segundo), **QUEBRADA MORAS MACHE** el caudal de 1.50 l/s. (litros por segundo), para que continúen utilizando para riego el caudal total de 8.07 l/s. (litros por segundo) Y **ACUÍFERO LIBRE QUILILIG** para que continúen utilizando para consumo humano de la Comunidad de La Capilla en su caudal total. **3.-** La presente autorización de Renovación de **USO Y APROVECHAMIENTO** del agua riego y consumo humano, se la hace por el plazo determinado de 10 y 20 años respectivamente renovables, por así disponerlo la Ley, de conformidad a lo dispuesto en los literales a) y b) del Art. 87 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua vigente. **4.-** Que la Secretaria del Agua, Centro de Atención al

Usos y Aprovechamiento del Agua vigente, se RESERVE de la QUEBRADA RUMIPUGRO el caudal de 0,15 l/s. (litros por segundo), QUEBRADA MUTIJALO el caudal de 0.239 l/s. (litros por segundo), QUEBRADA MONTE DE ESTERO el caudal de 0.341 l/s. (litros por segundo), QUEBRADA MORAS MACHE el caudal de 0.167 l/s. (litros por segundo), como caudal ecológico para la conservación y protección de la flora y fauna del sector. **5.-** Como tarifa por los derechos de uso de agua para riego por el caudal de 8.07 l/s (litros por segundo), el señor JOSÉ MIGUEL ANDRADE ROMERO en calidad de PROCURADOR COMÚN, cancele anualmente a la SECRETARIA DEL AGUA, Centro de Atención al Ciudadano Cañar, autorizado para recaudar a nombre de la Empresa Pública del Agua (EPA-EP) la cantidad de USD. \$ 14.96 (CATORCE CON 96/100 DÓLARES AMERICANOS) a partir del último pago efectuado en este Centro de Atención al Ciudadano Cañar, dejando aclarado que en caso de no cancelar estos valores hasta el 31 de diciembre de cada año, se procederá al cobro vía coactiva y se dispondrá la iniciación del juicio de declaratoria de caducidad y cancelación de la autorización en el primer trimestre del año siguiente, de conformidad con las normas del Art. 128 literal b) de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua vigente. **6.-Ubicación.-** Que las aguas RENOVADAS, provienen de la QUEBRADA RUMIPUGRO, QUEBRADA MUTIJALO, QUEBRADA MONTE DE ESTERO, QUEBRADA MORAS MACHE Y ACUÍFERO LIBRE QUILILIG localizados en la Comunidad de Romerillo Alto de la Parroquia de Chorocopte, del Cantón y Provincia del Cañar, pertenece al SH-15 Río Cañar, CH-55 Río Cañar, SC-01 Río Cañar Alto, MC-05 Qda. Puca Huayco y dren (hasta la Qda Jirincay), en la Carta Topográfica de Cañar ÑV-C3. Código Pfafstetter 13969. **QUEBRADA RUMIPUGRO:** En campo se evidenció que se trata de una quebrada que aporta directamente al reservorio, esta fuente cursa por predio comunal de la Capilla, el uso del suelo es pajonal, se localiza en la cota 3509 m.s.n.m., según las coordenadas UTM, 9711473 N (latitud) y 726122 E (longitud) datum WGS84. **QUEBRADA MUTIJALO:** En campo se evidenció que se trata de una quebrada que aporta directamente al reservorio, esta fuente cursa por predio comunal de la Capilla, se localiza en la cota 3606 m.s.n.m., según las coordenadas UTM, 9711442 N (latitud) y 726256 E (longitud) datum WGS84. **QUEBRADA MONTE DE ESTERO:** En campo se evidenció que se trata de una quebrada que aporta directamente al reservorio, esta fuente cursa por predio comunal de la Capilla, se localiza en la cota 3601 m.s.n.m., según las coordenadas UTM, 9711499 N (latitud) y 726360 E (longitud) datum WGS84. **QUEBRADA MORAS MACHE:** En campo se evidenció que se trata de una quebrada que NO APORTA al reservorio, esta fuente cursa por predio comunal de la Capilla, se localiza en la cota 3589 m.s.n.m., según las coordenadas UTM, 9712114 N (latitud) y 727186 E (longitud) datum WGS84. **ACUÍFERO LIBRE QUILILIG:** En campo se evidenció que en esta fuente hídrica se encuentra emplazado un tanque de captación, para consumo humano de La Capilla, por lo tanto NO APORTA al reservorio, se localiza en la cota 3604 m.s.n.m., según las coordenadas UTM, 9712121 N (latitud) y 727429 E (longitud) datum WGS84. **7.-** Los beneficiarios de los 9 sectores, en un plazo de 60 días a partir de la ejecutoria de la presente resolución, presenten al Centro de Atención al Ciudadano Cañar de la Secretaría del Agua, la documentación pertinente para la

estatutos, los turnos de riego de cada uno de los nueve sectores, para su revisión y aprobación. Para una mejor utilización de los caudales autorizados, por tratarse de uso para riego, los beneficiarios deberán contar con su respectivo Plan o Proyecto de Riego alineado con los objetivos del Plan Nacional de Riego y Drenaje debidamente abalizado y auspiciado según su competencia en este caso por el GAD Provincial del Cañar, donde se considere de manera integral aspectos técnicos, productivos, turnos de riego, conflictividad social, etc. **8.-** Los beneficiarios de la presente resolución, deberá emprender un proceso de gestión ambiental en el área de influencia de las fuentes, siendo estas acciones de protección y conservación a fin de evitar la contaminación y mantener la calidad y cantidad del recurso. Se respetaran Concesiones y Autorizaciones dadas con anterioridad a la presente y usos de terceros para servicio domestico mediante recipientes y abrevadero de ganado. Copia Certificada de la presente resolución agregar al proceso 1115-5077-6296-A. **9.-** Ejecutoriada que sea la presente autorización confiérase copia certificada para su inscripción en el Registro Público de Aguas de este Centro de Atención al Ciudadano. Las partes procesales, de ser el caso, pueden acogerse a los recursos que franquea el Art. 156 numeral 3 y Art. 172 y ss del Estatuto del Régimen Jurídico y Administrativo de la Función Ejecutiva (ERJAFE).- Actué en la presente causa la Ing. Tania Córdova, en calidad de Secretaria Ad – Hoc.- NOTIFÍQUESE.-



ING. VARELI DEFAS TOLEDO

RESPONSABLE TÉCNICO DEL CENTRO DE ATENCIÓN AL CIUDADANO CAÑAR

En la ciudad de Cañar, a los 18 días del mes de diciembre del 2015, a las 17h00, notifiqué con la copia de la Resolución Administrativa que antecede a: JOSÉ MIGUEL ANDRADE ROMERO "PC", por boleta que le dejé en el casillero judicial N° 12, lugar señalado para el efecto.-CERTIFICO.-



SECRETARIA AD-HOC

VD.

ANEXO 4

Resultados de las necesidades de riego

Resultados de las necesidades de riego

Módulo 1

Cubre un área de riego de 24.91 has; para 71 lotes y 46 usuarios

Fecha:	30/01/2018 4:27	Módulo:	1
Cultivo:	Pasto	Área:	249100 m ²
Sector:	Nar La Playa	Código	
Clase		Modulo:	M1
Agrológica:		Propietario:	

I. DATOS del CLIMA

Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Mes de Cálculo:			Septiembre
b. Evapotranspiración	Eto	mm/día	2.85
c. Precipitación Probable 80%	Pp	mm/mes	0.00

II. DATOS de la FUENTE DE AGUA

Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Caudal	Qs	m ³ /hr	26.56
b. Tipo de Fuente			Red
c. Presión de agua en la salida de la fuente.	P	Atmosfera	0.00
h. Disponibilidad del agua. (Horas disponibles).			24.00

III. DATOS DEL SUELO

Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Textura			Franco Arcilloso
b. Capacidad de Campo	HCC	(%W)	32.51
c. Punto de Marchitez Permanente	HPM	(%W)	18.80
d. Peso específico Aparente	Pea	gr/cm ³	1.35
e. Velocidad de Infiltración Básica	I	mm/hr	3.00
f. Profundidad efectiva	Pe	m	0.60

IV. DATOS DE LA PARCELA

Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Área Bruta	A (Stb)	Ha	24.91
b. Área neta bajo riego	Sr (Stn)	Ha	24.91
c. Superficie y Ubicación de caminos y construcciones.	Sc	m ²	

V. DATOS del CULTIVO

Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Nombre:			Pasto

b. Fase:			Media
c. Coeficiente de Cultivo	Kc		0.87
d. % del área bajo riego	Par	%	100.00
e. Profundidad Radicular efectiva	Zr	m	0.40
f. Máximo % de agua aprovechable	Pa	%	60.00
g. Mes de Siembra			
h. Mes de Cosecha			
s. Duración del Cultivo		Meses	

VI. DATOS DEL SISTEMA DE RIEGO			
Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Método			Aspersión
b. Eficiencia	Ef	%	75
c. Modelo del emisor			Senninger 3023 -2-3/4 Boquilla # 12*6
d. Presión nominal de Operación	Po	PSI	30-65
e. Caudal del emisor	qe	lt/hr	768
f. Diámetro efectivo	d	m	26
g. Angulo de cobertura	α	° (Grados)	360
h. Espaciamiento entre emisores	de	m	18
i. Espaciamiento entre laterales	dl	m	18
j. Máximas horas de operación por día	Hm	hr	12
k. Días de Paro por ciclo	dp	días	0
l. Porcentaje de Espaciamiento	Pe	%	50

RESULTADOS DEL DISEÑO AGRONÓMICO PARA RIEGO POR APERSIÓN MÓDULO 1:

No	DESIGNACION	Símbolo	Valor	Unidades
1.	Lámina de agua disponible a la profundidad radicular efectiva del cultivo (LDzr).	LDzr	74.0	mm/zr
2.	Volumen de agua Disponible a la profundidad radicular efectiva (VDzr).	VDzr	740.3	m ³ /Ha/zr.
3.	Lámina de Agua Aprovechable a la profundidad radicular efectiva (LAzr)	LAzr	44.4	mm/zr
4.	Porcentaje del área Bajo Riego (Par)	Par	100.0	%
5.	Velocidad de Infiltración del Suelo	I	3.0	mm/hr
6.	Precipitación Horaria del Sistema de riego (Phr).	Phr	2.4	mm/hr
7.	Comparación de la precipitación del sistema de riego con la velocidad de Infiltración del Suelo.	Phr < I	Aceptado	-----
8.	Uso Consuntivo (Etc).	Etc	2.5	mm/día
9.	Intervalo de riego (Ir)	Ir	5.5	

Módulo 2A

Cubre un área de riego de 20.46 has; para 90 lotes y 74 usuarios

DATOS PARA EL DISEÑO AGRONÓMICO PARA RIEGO POR APERSIÓN

Fecha:	30/01/2018 4:42	Modulo:	2
Cultivo:	Pasto	Área:	204600 m ²
Sector:	Nar La Playa	Código Modulo:	M2A
Clase Agrológica:		Propietario:	

I. DATOS del CLIMA

Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Mes de Cálculo:			Septiembre
b. Evapotranspiración	Eto	mm/día	2.85
c. Precipitación Probable 80%	Pp	mm/mes	0.00

II. DATOS de la FUENTE DE AGUA

Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Caudal	Qs	m ³ /hr	66.00
b. Tipo de Fuente			Red
c. Presión de agua en la salida de la fuente.	P	Atmosfera	0.00
h. Disponibilidad del agua. (Horas disponibles).			12.00

III. DATOS DEL SUELO

Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Textura			Franco Arcilloso
b. Capacidad de Campo	HCC	(%W)	32.51
c. Punto de Marchitez Permanente	HPM	(%W)	18.80
d. Peso específico Aparente	Pea	gr/cm ³	1.35
e. Velocidad de Infiltración Básica	I	mm/hr	3.00
f. Profundidad efectiva	Pe	m	0.60

IV. DATOS DE LA PARCELA

Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Área Bruta	A (Stb)	Ha	20.46
b. Área neta bajo riego	Sr (Stn)	Ha	20.46
c. Superficie y Ubicación de caminos y construcciones.	Sc	m ²	

V. DATOS del CULTIVO

Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Nombre:			Pasto
b. Fase:			Media

c. Coeficiente de Cultivo	Kc		0.87
d. % del área bajo riego	Par	%	100.00
e. Profundidad Radicular efectiva	Zr	m	0.40
f. Máximo % de agua aprovechable	Pa	%	60.00
g. Mes de Siembra			
h. Mes de Cosecha			
s. Duración del Cultivo		Meses	

Módulo 2B

Cubre un área de riego de 8.59 has; para 22 lotes y 20 usuarios

DATOS PARA EL DISEÑO AGRONÓMICO PARA RIEGO POR APERSIÓN

Fecha:	30/01/2018 4:47	Modulo:	2B
Cultivo:	Pasto	Área:	85900 m ²
Sector:	Nar La Playa	Código Módulo:	M2B
Clase Agrologica:		Propietario:	

I. DATOS del CLIMA			
Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Mes de Cálculo:			Septiembre
b. Evapotranspiración	Eto	mm/día	2.85
c. Precipitación Probable 80%	Pp	mm/mes	0.00

II. DATOS de la FUENTE DE AGUA			
Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Caudal	Qs	m ³ /hr	23.00
b. Tipo de Fuente			Red
c. Presión de agua en la salida de la fuente.	P	Atmosfera	0.00
h. Disponibilidad del agua. (Horas disponibles).			12.00

III. DATOS DEL SUELO			
Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Textura			Franco Arcilloso
b. Capacidad de Campo	HCC	(%W)	32.51
c. Punto de Marchitez Permanente	HPM	(%W)	18.80
d. Peso específico Aparente	Pea	gr/cm ³	1.35
e. Velocidad de Infiltración Básica	I	mm/hr	3.00
f. Profundidad efectiva	Pe	m	0.60

IV. DATOS DE LA PARCELA			
Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Área Bruta	A (Stb)	Ha	8.59

b. Área neta bajo riego	Sr (Stn)	Ha	8.59
c. Superficie y Ubicación de caminos y construcciones.	Sc	m2	

V. DATOS del CULTIVO			
Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Nombre:			Pasto
b. Fase:			Media
c. Coeficiente de Cultivo	Kc		0.87
d. % del área bajo riego	Par	%	100.00
e. Profundidad Radicular efectiva	Zr	m	0.40
f. Máximo % de agua aprovechable	Pa	%	60.00
g. Mes de Siembra			
h. Mes de Cosecha			
s. Duración del Cultivo		Meses	

VI. DATOS DEL SISTEMA DE RIEGO			
Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Método			Aspersión
b. Eficiencia	Ef	%	75
c. Modelo del emisor			Senninger 3023 -2-3/4 Boquilla # 12*6
d. Presión nominal de Operación	Po	PSI	30-65
e. Caudal del emisor	qe	lt/hr	768
f. Diámetro efectivo	d	m	26
g. Angulo de cobertura	α	° (Grados)	360
h. Espaciamento entre emisores	de	m	18
i. Espaciamento entre laterales	dl	m	18
j. Máximas horas de operación por día	Hm	hr	12.00
k. Días de Paro por ciclo	dp	días	0
l. Porcentaje de Espaciamento	Pe	%	50

Módulo 3A

DATOS PARA EL DISEÑO AGRONÓMICO PARA RIEGO POR APERSIÓN

Fecha: 30/01/2018 4:56 Modulo: 3
 Cultivo: Pasto Área: 155100 m2
 Sector: Nar La Playa Código
 Clase Módulo: M3A
 Agrologica: Propietario:

I. DATOS del CLIMA			
Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Mes de Cálculo:			Septiembre

b. Evapotranspiración	Eto	mm/día	2.85
c. Precipitación Probable 80%	Pp	mm/mes	0.00

II. DATOS de la FUENTE DE AGUA

Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Caudal	Qs	m3/hr	42.00
b. Tipo de Fuente			Red
c. Presión de agua en la salida de la fuente.	P	Atmosfera	0.00
h. Disponibilidad del agua. (Horas disponibles).			12.00

III. DATOS DEL SUELO

Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Textura			Franco
b. Capacidad de Campo	HCC	(%W)	34.59
c. Punto de Marchitez Permanente	HPM	(%W)	18.80
d. Peso específico Aparente	Pea	gr/cm3	1.40
e. Velocidad de Infiltración Básica	I	mm/hr	8.00
f. Profundidad efectiva	Pe	m	0.60

IV. DATOS DE LA PARCELA

Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Área Bruta	A (Stb)	Ha	15.67
b. Área neta bajo riego	Sr (Stn)	Ha	15.67
c. Superficie y Ubicación de caminos y construcciones.	Sc	m2	

V. DATOS del CULTIVO

Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Nombre:			Pasto
b. Fase:			Media
c. Coeficiente de Cultivo	Kc		0.87
d. % del área bajo riego	Par	%	100.00
e. Profundidad Radicular efectiva	Zr	m	0.40
f. Máximo % de agua aprovechable	Pa	%	60.00
g. Mes de Siembra			
h. Mes de Cosecha			
s. Duración del Cultivo		Meses	

RESULTADOS DEL DISEÑO AGRONÓMICO PARA RIEGO POR APERSIÓN MÓDULO:

3 A

No.	DESIGNACION	Símbolo	Valor	Unidades
-----	-------------	---------	-------	----------

1.	Lámina de agua disponible a la profundidad radicular efectiva del cultivo (LDzr).	LDzr	88.4	mm/zr
2.	Volumen de agua Disponible a la profundidad radicular efectiva (VDzr).	VDzr	884.2	m3/Ha/zr.
3.	Lámina de Agua Aprovechable a la profundidad radicular efectiva (LAzr)	LAzr	53.1	mm/zr
4.	Porcentaje del área Bajo Riego (Par)	Par	100.0	%
5.	Velocidad de Infiltración del Suelo	I	8.0	mm/hr
6.	Precipitación Horaria del Sistema de riego (Phr).	Phr	2.4	mm/hr
7.	Comparación de la precipitación del sistema de riego con la velocidad de Infiltración del Suelo.	$Phr < I$	Aceptado	-----
8.	Uso Consuntivo (Etc).	Etc	2.5	mm/día
9.	Intervalo de riego (Ir)	Ir	6.5	
10.	Intervalo de Riego Ajustado (Ir (aj)).	Ir (aj)	6.0	días
11.	Ciclo de Riego (CR).	CR	6.0	días
12.	Lámina de riego ajustado (Lr (aj)).	Lr (aj)	14.9	mm
13.	Comparación de la lámina ajustada con la máxima disponible.	$Lr (aj) < LAzr$	Aceptado	-----
14.	Porcentaje de agua aprovechado, ajustado (Pa (aj)).	Pa (aj)	16.8	%
15.	Máximo porcentaje de agua aprovechable	Pa	60.0	%
16.	Comparación del porcentaje de agua aprovechado con el máximo porcentaje de Agua Aprovechable	$Pa (aj) (\%) < Pa (\%)$	Aceptado	-----
17.	Lamina Bruta (LB).	LB	19.8	mm
18.	Dosis de Riego Bruta (DB)	DB	198.4	m3/Ha
19.	Horas de riego por turno (Ht).	Ht	8.4	h/turno
20.	Máximo número de turnos de riego diarios (Td)	Td	1.5	turno/día
21.	Horas de Riego por día (Hd)	Hd	12.6	h/día
22.	Horas de Riego por ciclo (Hc)	Hc	75.3	h/ciclo
23.	Número de turnos por ciclo (Tc)	Tc	9.0	turnos/ciclo
24.	Superficie bajo riego, por turno (St)	St	1.7	(Ha/turno)
25.	Dosis de riego bruta por turno (DBt)	DBt	345.4	m3/turno
26.	Caudal requerido (Qr)	Qr	41.3	m3/hr
27.	Descarga Disponible	Qs	42.0	m3/hr
28.	Comparación con la Descarga disponible en el sistema de riego (Qs)	$Qr < Qs$	Aceptado	-----
29.	Número de emisores por turno (Emt).	Emt	53.0	e/turno

30.	Volumen bruto por ciclo de riego VBc	VBc	3 108.3	m3/ciclo
31.	Caudal específico. (Qe)	Qe	2.6	m3/Ha/hr
			0.7	lt/seg/Ha

Módulo 5

Cubre un área de riego de 25.97 has; para 85 lotes y 59 usuarios.

DATOS PARA EL DISEÑO AGRONÓMICO PARA RIEGO POR APERSIÓN

Fecha: 30/01/2018 5:13 **Módulo:** 5
Cultivo: Pasto **Área:** 259700 m²
Sector: Nar La Playa **Código**
Clase **Modulo:** M5
Agrológica: **Propietario:**

I. DATOS del CLIMA			
Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Mes de Cálculo:			Septiembre
b. Evapotranspiración	Eto	mm/día	2.85
c. Precipitación Probable 80%	Pp	mm/mes	0.00

II. DATOS de la FUENTE DE AGUA			
Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Caudal	Qs	m3/hr	69.00
b. Tipo de Fuente			Red
c. Presión de agua en la salida de la fuente.	P	Atmosfera	0.00
h. Disponibilidad del agua. (Horas disponibles).			12.00

III. DATOS DEL SUELO			
Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Textura			Franco Arcilloso
b. Capacidad de Campo	HCC	(%W)	34.90
c. Punto de Marchitez Permanente	HPM	(%W)	18.97
d. Peso específico Aparente	Pea	gr/cm ³	1.35
e. Velocidad de Infiltración Básica	I	mm/hr	2.70
f. Profundidad efectiva	Pe	m	0.60

IV. DATOS DE LA PARCELA			
Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Área Bruta	A (Stb)	Ha	25.98
b. Área neta bajo riego	Sr (Stn)	Ha	25.98

c. Superficie y Ubicación de caminos y construcciones.	Sc	m2	
--	----	----	--

V. DATOS del CULTIVO			
Nombre	Código	Unidades	Valor
a. Nombre:			Pasto
b. Fase:			Media
c. Coeficiente de Cultivo	Kc		0.87
d. % del área bajo riego	Par	%	100.00
e. Profundidad Radicular efectiva	Zr	m	0.40
f. Máximo % de agua aprovechable	Pa	%	60.00
g. Mes de Siembra			
h. Mes de Cosecha			
s. Duración del Cultivo		Meses	

RESULTADOS DEL DISEÑO AGRONÓMICO PARA RIEGO POR APERSIÓN

MÓDULO:

5

No	DESIGNACION	Símbolo	Valor	Unidades
1.	Lámina de agua disponible a la profundidad radicular efectiva del cultivo (LDzr).	LDzr	86.0	mm/zr
2.	Volumen de agua Disponible a la profundidad radicular efectiva (VDzr).	VDzr	860.2	m3/Ha/zr.
3.	Lámina de Agua Aprovechable a la profundidad radicular efectiva (LAzr)	LAzr	51.6	mm/zr
4.	Porcentaje del área Bajo Riego (Par)	Par	100.0	%
5.	Velocidad de Infiltración del Suelo	I	2.7	mm/hr
6.	Precipitación Horaria del Sistema de riego (Phr).	Phr	2.4	mm/hr
7.	Comparación de la precipitación del sistema de riego con la velocidad de Infiltración del Suelo.	Phr < I	Aceptado	-----
8.	Uso Consuntivo (Etc).	Etc	2.5	mm/día
9.	Intervalo de riego (Ir)	Ir	6.4	
10.	Intervalo de Riego Ajustado (Ir (aj)).	Ir (aj)	6.0	días
11.	Ciclo de Riego (CR).	CR	6.0	días
12.	Lámina de riego ajustado (Lr (aj)).	Lr (aj)	14.9	mm
13.	Comparación de la lámina ajustada con la máxima disponible.	Lr (aj) < LAzr	Aceptado	-----
14.	Porcentaje de agua aprovechado, ajustado (Pa (aj)).	Pa (aj)	17.3	%
15.	Máximo porcentaje de agua aprovechable	Pa	60.0	%

16.	Comparación del porcentaje de agua aprovechado con el máximo porcentaje de Agua Aprovechable	$Pa (aj) (\%) < Pa (\%)$	Aceptado	-----
17.	Lamina Bruta (LB).	LB	19.8	mm
18.	Dosis de Riego Bruta (DB)	DB	198.4	m ³ /Ha
19.	Horas de riego por turno (Ht).	Ht	8.4	h/turno
20.	Máximo número de turnos de riego diarios (Td)	Td	1.5	turno/día
21.	Horas de Riego por día (Hd)	Hd	12.6	h/día
22.	Horas de Riego por ciclo (Hc)	Hc	75.3	h/ciclo
23.	Número de turnos por ciclo (Tc)	Tc	9.0	turnos/ciclo
24.	Superficie bajo riego, por turno (St)	St	2.9	(Ha/turno)
25.	Dosis de riego bruta por turno (DBt)	DBt	572.6	m ³ /turno
26.	Caudal requerido (Qr)	Qr	68.4	m ³ /hr
27.	Descarga Disponible	Qs	69.0	m ³ /hr
28.	Comparación con la Descarga disponible en el sistema de riego (Qs)	$Qr < Qs$	Aceptado	-----
29.	Número de emisores por turno (Emt).	Emt	89.0	e/turno
30.	Volumen bruto por ciclo de riego VBc	VBc	5 153.4	m ³ /ciclo
31.	Caudal específico. (Qe)	Qe	2.6	m ³ /Ha/hr
			0.7	lt/seg/Ha

ANEXO 5
Resultados de la red de conducción

TABLA DE CALCULO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE METODO HARDY-CROSS/MANNING																		
PROYECTO:		PROYECTISTA:										No. de tramos: 27		No. de nodos: 28				
DESCRIPCION	TRAMO		LONGITUD (m)	DIAMETRO		COEF. RUGOSIDAD	GASTO		VELOCIDAD (m/s)	PERDIDA DE CARGA(m)		COTA DE T.N.(m)		COTA PIEZOMETRICA(m)		CARGA DISPONIBLE(m)		OBSERVACIONES
	De	a		INTERIOR(mm)	EFFECTIVO(mm)		INICIAL(lps)	FINAL(lps)		TUBERIA	ADICIONAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
1	2	12,852	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,557	0,000	3377,699	3376,790	3377,699	3377,142	0,000	0,352		
2	3	35,249	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,528	0,000	3376,790	3375,240	3377,142	3375,614	0,352	0,375		
3	4	32,761	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,420	0,000	3375,240	3373,770	3375,614	3374,195	0,375	0,425		
4	5	43,676	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,893	0,000	3373,770	3370,360	3374,195	3372,302	0,425	1,942		
5	6	9,138	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,396	0,000	3370,360	3370,679	3372,302	3371,906	1,942	1,227		
6	7	7,401	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,321	0,000	3370,679	3368,960	3371,906	3371,585	1,227	2,625		
7	8	30,363	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,316	0,000	3368,960	3367,780	3371,585	3370,269	2,625	2,489		
8	9	24,383	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,057	0,000	3367,780	3365,050	3370,269	3369,213	2,489	4,163		
9	10	29,284	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,269	0,000	3365,050	3361,900	3369,213	3367,943	4,163	6,043		
10	11	32,974	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,429	0,000	3361,900	3361,200	3367,943	3366,515	6,043	5,315		
11	12	25,880	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,122	0,000	3361,200	3359,740	3366,515	3365,393	5,315	5,653		
12	13	39,484	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,711	0,000	3359,740	3358,360	3365,393	3363,682	5,653	5,322		
13	14	35,408	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,534	0,000	3358,360	3357,390	3363,682	3362,147	5,322	4,758		
14	15	11,055	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,479	0,000	3357,390	3355,830	3362,147	3361,668	4,758	5,838		
15	16	23,648	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,025	0,000	3355,830	3352,061	3361,668	3360,643	5,838	8,582		
16	17	13,856	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,600	0,000	3352,061	3351,560	3360,643	3360,043	8,582	8,483		
17	18	31,287	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,356	0,000	3351,560	3349,190	3360,043	3358,687	8,483	9,497		
18	19	39,487	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,711	0,000	3349,190	3347,610	3358,687	3356,976	9,497	9,366		
19	20	23,816	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,032	0,000	3347,610	3345,940	3356,976	3355,944	9,366	10,004		
20	21	31,353	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,359	0,000	3345,940	3342,800	3355,944	3354,585	10,004	11,785		
21	22	39,225	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,700	0,000	3342,800	3338,110	3354,585	3352,885	11,785	14,775		
22	23	17,827	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,773	0,000	3338,110	3337,360	3352,885	3352,113	14,775	14,752		
23	24	6,563	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,284	0,000	3337,360	3337,140	3352,113	3351,828	14,752	14,688		
24	25	37,064	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,606	0,000	3337,140	3333,210	3351,828	3350,222	14,688	17,012		
25	26	43,076	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,867	0,000	3333,210	3330,310	3350,222	3348,355	17,012	18,045		
26	27	29,915	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,296	0,000	3330,310	3328,800	3348,355	3347,059	18,045	18,259		
27	28	43,930	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,904	0,000	3328,800	3324,922	3347,059	3345,155	18,259	20,233		

TABLA DE CALCULO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE METODO HARDY-CROSS/MANNING																		
PROYECTO:		PROYECTISTA:				No. de tramos: 20				No. de nodos: 21								
DESCRIPCION	TRAMO		LONGITUD (m)	DIAMETRO INTERIOR(mm)	DIAMETRO EFECTIVO(mm)	COEF. RUGOSIDAD	GASTO INICIAL(ips)	GASTO FINAL(ips)	VELOCIDAD (m/s)	PERDIDA DE CARGA(m)		COTA DE T.N.(m)		COTA PIEZOMETRICA(m)		CARGA DISPONIBLE(m)		OBSERVACIONES
	De	a								TUBERIA	ADICIONAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
	1	2	16,638	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,721	0,000	3324,720	3323,250	3324,720	3323,999	0,000	0,748	
	2	3	44,799	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,941	0,000	3323,250	3321,390	3323,999	3322,057	0,748	0,667	
	3	4	36,063	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,563	0,000	3321,390	3318,261	3322,057	3320,494	0,667	2,234	
	4	5	3,568	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,155	0,000	3318,261	3318,100	3320,494	3320,340	2,234	2,239	
	5	6	47,144	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	2,043	0,000	3318,100	3314,820	3320,340	3318,297	2,239	3,476	
	6	7	20,068	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,870	0,000	3314,820	3312,880	3318,297	3317,427	3,476	4,547	
	7	8	30,807	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,335	0,000	3312,880	3310,490	3317,427	3316,092	4,547	5,602	
	8	9	3,775	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,164	0,000	3310,490	3309,930	3316,092	3315,928	5,602	5,998	
	9	10	21,788	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,944	0,000	3309,930	3309,080	3315,928	3314,984	5,998	5,904	
	10	11	30,518	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,323	0,000	3309,080	3306,189	3314,984	3313,661	5,904	7,472	
	11	12	31,638	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,371	0,000	3306,189	3303,440	3313,661	3312,290	7,472	8,850	
	12	13	32,051	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,389	0,000	3303,440	3301,640	3312,290	3310,901	8,850	9,262	
	13	14	32,560	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,411	0,000	3301,640	3300,310	3310,901	3309,490	9,262	9,180	
	14	15	34,771	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,507	0,000	3300,310	3298,110	3309,490	3307,983	9,180	9,873	
	15	16	27,164	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,177	0,000	3298,110	3296,040	3307,983	3306,806	9,873	10,766	
	16	17	21,474	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,931	0,000	3296,040	3290,200	3306,806	3305,876	10,766	15,676	
	17	18	16,064	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,696	0,000	3290,200	3286,412	3305,876	3305,179	15,676	18,768	
	18	19	29,860	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,294	0,000	3286,412	3281,939	3305,179	3303,885	18,768	21,946	
	19	20	37,849	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,640	0,000	3281,939	3274,291	3303,885	3302,245	21,946	27,954	
	20	21	19,631	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,851	0,000	3274,291	3272,002	3302,245	3301,394	27,954	29,393	

TABLA DE CALCULO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE METODO HARDY-CROSS/MANNING																		
PROYECTO:			PROYECTISTA:											No. de tramos: 11		No. de nodos: 12		
DESCRIPCION	TRAMO		LONGITUD (m)	DIAMETRO		COEF. RUGOSIDAD	GASTO		VELOCIDAD (m/s)	PERDIDA DE CARGA(m)		COTA DE T.N.(m)		COTA PIEZOMETRICA(m)		CARGA DISPONIBLE(m)		OBSERVACIONES
	De	a		INTERIOR(mm)	EFFECTIVO(mm)		INICIAL(lps)	FINAL(lps)		TUBERIA	ADICIONAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
1	2	24,647	225,0	214,0	0,00900	86,260	86,260	2,398	0,570	0,000	3246,643	3241,414	3246,643	3246,074	0,000	4,659		
2	3	22,732	225,0	214,0	0,00900	77,671	77,671	2,159	0,426	0,000	3241,414	3233,063	3246,074	3245,648	4,659	12,585		
3	4	24,289	225,0	214,0	0,00900	69,749	69,749	1,939	0,367	0,000	3233,063	3223,785	3245,648	3245,281	12,585	21,496		
4	5	19,553	225,0	214,0	0,00900	61,285	61,285	1,704	0,228	0,000	3223,785	3217,066	3245,281	3245,053	21,496	27,987		
5	6	23,366	225,0	214,0	0,00900	54,471	54,471	1,514	0,215	0,000	3217,066	3210,697	3245,053	3244,837	27,987	34,140		
6	7	26,302	225,0	214,0	0,00900	46,328	46,328	1,288	0,175	0,000	3210,697	3205,557	3244,837	3244,662	34,140	39,105		
7	8	29,074	225,0	214,0	0,00900	37,162	37,162	1,033	0,125	0,000	3205,557	3200,308	3244,662	3244,537	39,105	44,230		
8	9	33,796	225,0	214,0	0,00900	27,031	27,031	0,752	0,077	0,000	3200,308	3195,008	3244,537	3244,461	44,230	49,453		
9	10	12,361	225,0	214,0	0,00900	15,253	15,253	0,424	0,009	0,000	3195,008	3191,625	3244,461	3244,452	49,453	52,826		
10	11	1,596	225,0	214,0	0,00900	10,945	10,945	0,304	0,001	0,000	3191,625	3191,463	3244,452	3244,451	52,826	52,988		
11	12	29,812	225,0	214,0	0,00900	10,389	10,389	0,289	0,010	0,000	3191,463	3185,998	3244,451	3244,441	52,988	58,443		

Tabla de Cálculo

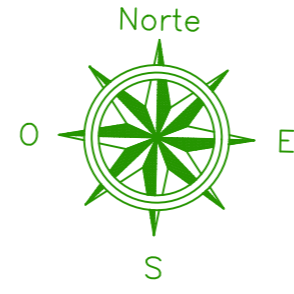
TABLA DE CALCULO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE METODO HARDY-CROSS/MANNING																		
PROYECTO:		PROYECTISTA:										No. de tramos: 37		No. de nodos: 38				
DESCRIPCION	TRAMO		LONGITUD (m)	DIAMETRO INTERIOR(mm)	DIAMETRO EFECTIVO(mm)	COEF. RUGOSIDAD	GASTO INICIAL(eps)	GASTO FINAL(eps)	VELOCIDAD (m/s)	PERDIDA DE CARGA(m)		COTA DE T.N.(m)		COTA PIEZOMETRICA(m)		CARGA DISPONIBLE(m)		OBSERVACIONES
	De	a								TUBERIA	ADICIONAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
	1	2	11,857	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,514	0,000	3185,630	3183,420	3185,630	3185,116	0,000	1,695	
	2	3	21,872	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,948	0,000	3183,420	3178,677	3185,116	3184,168	1,695	5,492	
	3	4	23,627	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,024	0,000	3178,677	3173,865	3184,168	3183,144	5,492	9,279	
	4	5	30,304	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,313	0,000	3173,865	3170,467	3183,144	3181,831	9,279	11,364	
	5	6	19,857	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,861	0,000	3170,467	3171,654	3181,831	3180,970	11,364	9,316	
	6	7	43,519	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,886	0,000	3171,654	3170,096	3180,970	3179,084	9,316	8,988	
	7	8	14,739	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,639	0,000	3170,096	3172,498	3179,084	3178,446	8,988	5,948	
	8	9	22,223	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,963	0,000	3172,498	3173,207	3178,446	3177,483	5,948	4,276	
	9	10	23,369	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,013	0,000	3173,207	3172,913	3177,483	3176,470	4,276	3,557	
	10	11	17,193	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,745	0,000	3172,913	3170,170	3176,470	3175,725	3,557	5,555	
	11	12	4,686	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,203	0,000	3170,170	3170,832	3175,725	3175,522	5,555	4,690	
	12	13	3,141	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,136	0,000	3170,832	3168,888	3175,522	3175,386	4,690	6,697	
	13	14	15,278	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,662	0,000	3168,888	3168,749	3175,386	3174,723	6,697	5,975	
	14	15	14,415	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,625	0,000	3168,749	3169,173	3174,723	3174,099	5,975	4,926	
	15	16	10,948	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,474	0,000	3169,173	3170,429	3174,099	3173,624	4,926	3,195	
	16	17	8,341	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,361	0,000	3170,429	3166,839	3173,624	3173,263	3,195	6,424	
	17	18	16,515	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,716	0,000	3166,839	3167,532	3173,263	3172,547	6,424	5,015	
	18	19	14,825	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,642	0,000	3167,532	3168,190	3172,547	3171,905	5,015	3,715	
	19	20	18,055	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,782	0,000	3168,190	3169,087	3171,905	3171,122	3,715	2,035	
	20	21	23,782	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,031	0,000	3169,087	3166,769	3171,122	3170,092	2,035	3,322	
	21	22	10,694	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,463	0,000	3166,769	3165,903	3170,092	3169,628	3,322	3,725	
	22	23	19,992	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,866	0,000	3165,903	3166,136	3169,628	3168,762	3,725	2,625	
	23	24	29,103	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,261	0,000	3166,136	3165,452	3168,762	3167,501	2,625	2,049	
	24	25	18,207	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,789	0,000	3165,452	3162,774	3167,501	3166,711	2,049	3,938	
	25	26	18,437	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,799	0,000	3162,774	3161,056	3166,711	3165,912	3,938	4,857	
	26	27	26,737	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,159	0,000	3161,056	3162,717	3165,912	3164,754	4,857	2,036	
	27	28	15,868	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,688	0,000	3162,717	3158,359	3164,754	3164,066	2,036	5,707	
	28	29	21,223	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,920	0,000	3158,359	3154,724	3164,066	3163,146	5,707	8,422	
	29	30	20,573	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,892	0,000	3154,724	3150,720	3163,146	3162,255	8,422	11,535	
	30	31	18,451	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,800	0,000	3150,720	3147,650	3162,255	3161,455	11,535	13,805	
	31	32	27,058	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,173	0,000	3147,650	3140,759	3161,455	3160,283	13,805	19,523	
	32	33	6,466	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,280	0,000	3140,759	3134,584	3160,283	3160,002	19,523	25,418	
	33	34	1,883	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,082	0,000	3134,584	3134,908	3160,002	3159,921	25,418	25,013	
	34	35	16,271	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,705	0,000	3134,908	3131,621	3159,921	3159,216	25,013	27,595	
	35	36	5,540	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,240	0,000	3131,621	3130,158	3159,216	3158,975	27,595	28,818	
	36	37	14,184	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,615	0,000	3130,158	3127,730	3158,975	3158,361	28,818	30,631	
	37	38	17,223	203,2	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,746	0,000	3127,730	3125,028	3158,361	3157,614	30,631	32,586	

TABLA DE CALCULO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE METODO HARDY-CROSS/MANNING																		
PROYECTO:		PROYECTISTA:										No. de tramos: 18		No. de nodos: 19				
DESCRIPCION	TRAMO		LONGITUD (m)	DIAMETRO INTERIOR(mm)	DIAMETRO EFECTIVO(mm)	COEF. RUGOSIDAD	GASTO INICIAL(ips)	GASTO FINAL(ips)	VELOCIDAD (m/s)	PERDIDA DE CARGA(m)		COTA DE T.N.(m)		COTA PIEZOMETRICA(m)		CARGA DISPONIBLE(m)		OBSERVACIONES
	De	a								TUBERIA	ADICIONAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
	1	2	11,662	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,505	0,000	3124,369	3118,655	3124,369	3123,863	0,000	5,208	
	2	3	39,801	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,725	0,000	3118,655	3109,145	3123,863	3122,138	5,208	12,993	
	3	4	14,284	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,619	0,000	3109,145	3108,645	3122,138	3121,519	12,993	12,875	
	4	5	22,349	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,969	0,000	3108,645	3097,130	3121,519	3120,551	12,875	23,420	
	5	6	13,348	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,578	0,000	3097,130	3091,944	3120,551	3119,972	23,420	28,029	
	6	7	22,218	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,963	0,000	3091,944	3088,876	3119,972	3119,009	28,029	30,133	
	7	8	24,038	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,042	0,000	3088,876	3084,350	3119,009	3117,968	30,133	33,617	
	8	9	21,272	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,922	0,000	3084,350	3082,847	3117,968	3117,046	33,617	34,199	
	9	10	16,481	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,714	0,000	3082,847	3082,297	3117,046	3116,332	34,199	34,035	
	10	11	15,514	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,672	0,000	3082,297	3082,485	3116,332	3115,659	34,035	33,174	
	11	12	4,912	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,213	0,000	3082,485	3081,060	3115,659	3115,446	33,174	34,387	
	12	13	29,178	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,264	0,000	3081,060	3082,881	3115,446	3114,182	34,387	31,301	
	13	14	23,976	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,039	0,000	3082,881	3084,851	3114,182	3113,143	31,301	28,292	
	14	15	21,566	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,935	0,000	3084,851	3086,398	3113,143	3112,208	28,292	25,810	
	15	16	14,399	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,624	0,000	3086,398	3084,973	3112,208	3111,584	25,810	26,611	
	16	17	20,131	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,872	0,000	3084,973	3078,866	3111,584	3110,712	26,611	31,846	
	17	18	31,250	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	1,354	0,000	3078,866	3088,652	3110,712	3109,358	31,846	40,706	
	18	19	10,345	200,0	190,2	0,00900	86,260	86,260	3,036	0,448	0,000	3068,652	3063,969	3109,358	3108,909	40,706	44,940	

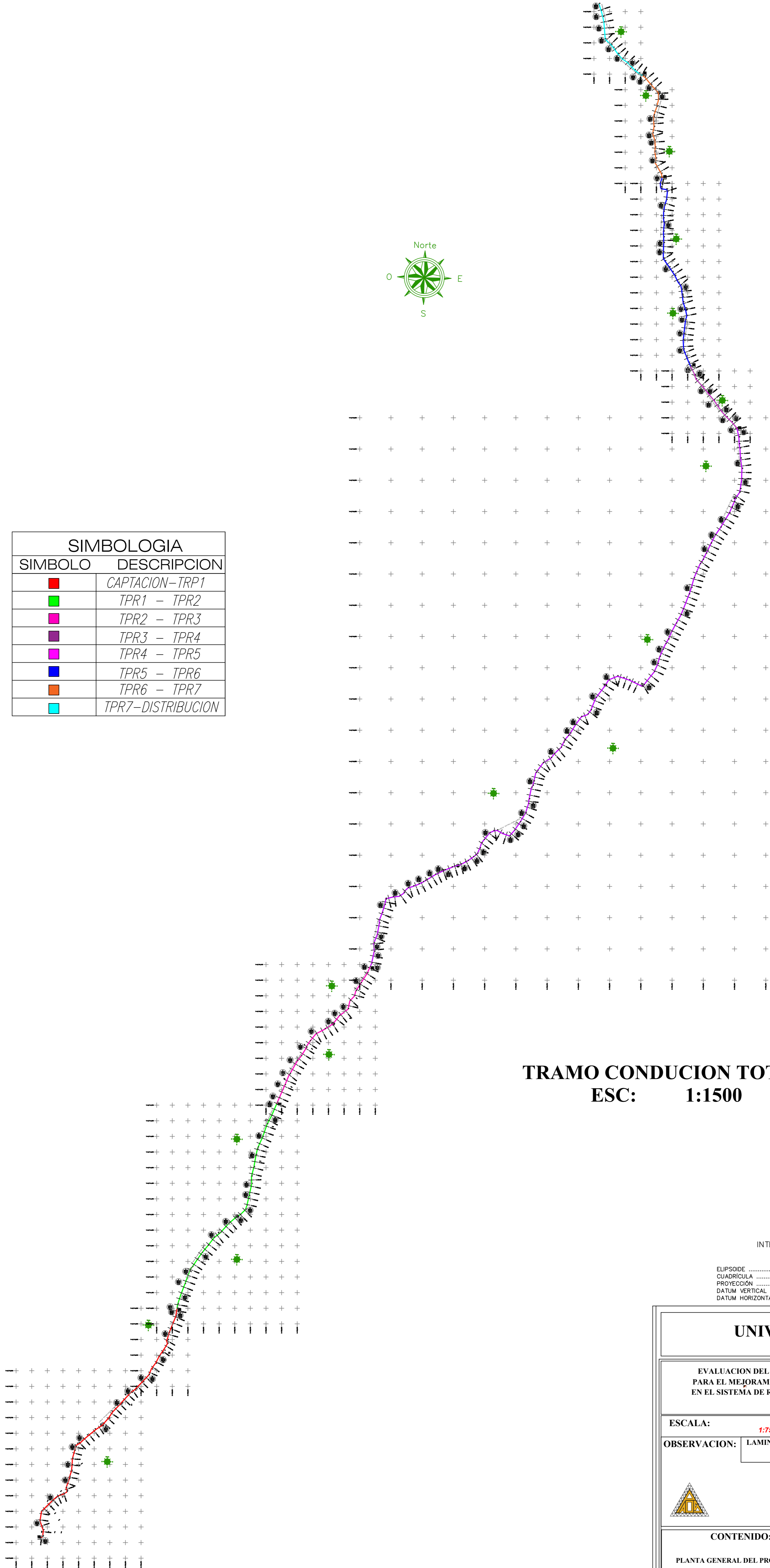
TABLA DE CALCULO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE METODO HARDY-CROSS/MANNING																		
PROYECTO:		PROYECTISTA:								No. de tramos: 13				No. de nodos: 14				
DESCRIPCION	TRAMO		LONGITUD (m)	DIAMETRO INTERIOR(mm)	DIAMETRO EFECTIVO(mm)	COEF. RUGOSIDAD	GASTO INICIAL(ips)	GASTO FINAL(ips)	VELOCIDAD (m/s)	PERDIDA DE CARGA(m)		COTA DE T.N.(m)		COTA PIEZOMETRICA(m)		CARGA DISPONIBLE(m)		OBSERVACIONES
	De	a								TUBERIA	ADICIONAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
	1	2	12,939	160,0	152,2	0,00900	86,260	86,260	4,741	1,841	0,000	3063,969	3058,114	3063,969	3062,128	0,000	4,014	
	2	3	16,770	160,0	152,2	0,00900	86,260	86,260	4,741	2,386	0,000	3058,114	3052,558	3062,128	3059,743	4,014	7,184	
	3	4	33,469	160,0	152,2	0,00900	86,260	86,260	4,741	4,762	0,000	3052,558	3047,165	3059,743	3054,981	7,184	7,816	
	4	5	20,837	160,0	152,2	0,00900	86,260	86,260	4,741	2,964	0,000	3047,165	3038,491	3054,981	3052,017	7,816	13,525	
	5	6	21,008	160,0	152,2	0,00900	86,260	86,260	4,741	2,989	0,000	3038,491	3029,283	3052,017	3049,028	13,525	19,745	
	6	7	16,374	160,0	152,2	0,00900	86,260	86,260	4,741	2,330	0,000	3029,283	3021,926	3049,028	3046,698	19,745	24,773	
	7	8	7,805	160,0	152,2	0,00900	86,260	86,260	4,741	1,110	0,000	3021,926	3019,081	3046,698	3045,588	24,773	26,507	
	8	9	10,238	160,0	152,2	0,00900	86,260	86,260	4,741	1,456	0,000	3019,081	3016,486	3045,588	3044,131	26,507	27,645	
	9	10	27,593	160,0	152,2	0,00900	86,260	86,260	4,741	3,925	0,000	3016,486	3010,138	3044,131	3040,206	27,645	30,068	
	10	11	53,846	160,0	152,2	0,00900	86,260	86,260	4,741	7,660	0,000	3010,138	3006,770	3040,206	3032,546	30,068	25,775	
	11	12	17,691	160,0	152,2	0,00900	86,260	86,260	4,741	2,517	0,000	3006,770	3006,359	3032,546	3030,029	25,775	23,669	
	12	13	20,320	160,0	152,2	0,00900	86,260	86,260	4,741	2,891	0,000	3006,359	3005,978	3030,029	3027,138	23,669	21,160	
	13	14	23,242	160,0	152,2	0,00900	86,260	86,260	4,741	3,307	0,000	3005,978	3004,831	3027,138	3023,831	21,160	19,001	

ANEXO 6
Planos de la red de conducción

SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMAL 2 Y 3



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
■	CAPTACION-TRP1
■	TPR1 - TPR2
■	TPR2 - TPR3
■	TPR3 - TPR4
■	TPR4 - TPR5
■	TPR5 - TPR6
■	TPR6 - TPR7
■	TPR7-DISTRIBUCION



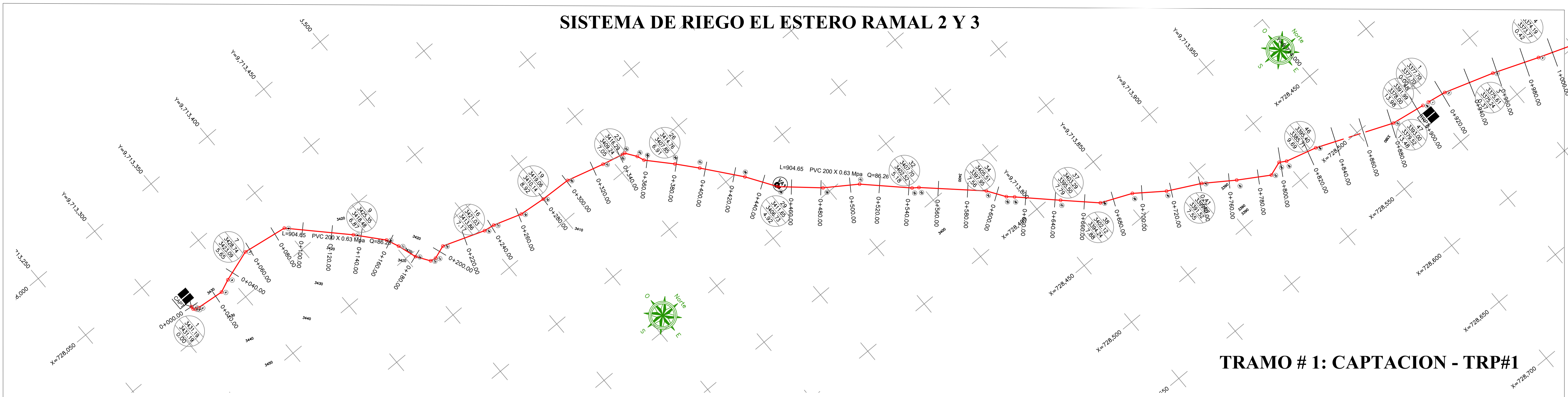
TRAMO CONDUCCION TOTAL
ESC: 1:1500

INTERVALO DE CURVAS DE NIVEL DE 1 METRO
 CURVAS SUPLEMENTARIAS DE 1 METRO

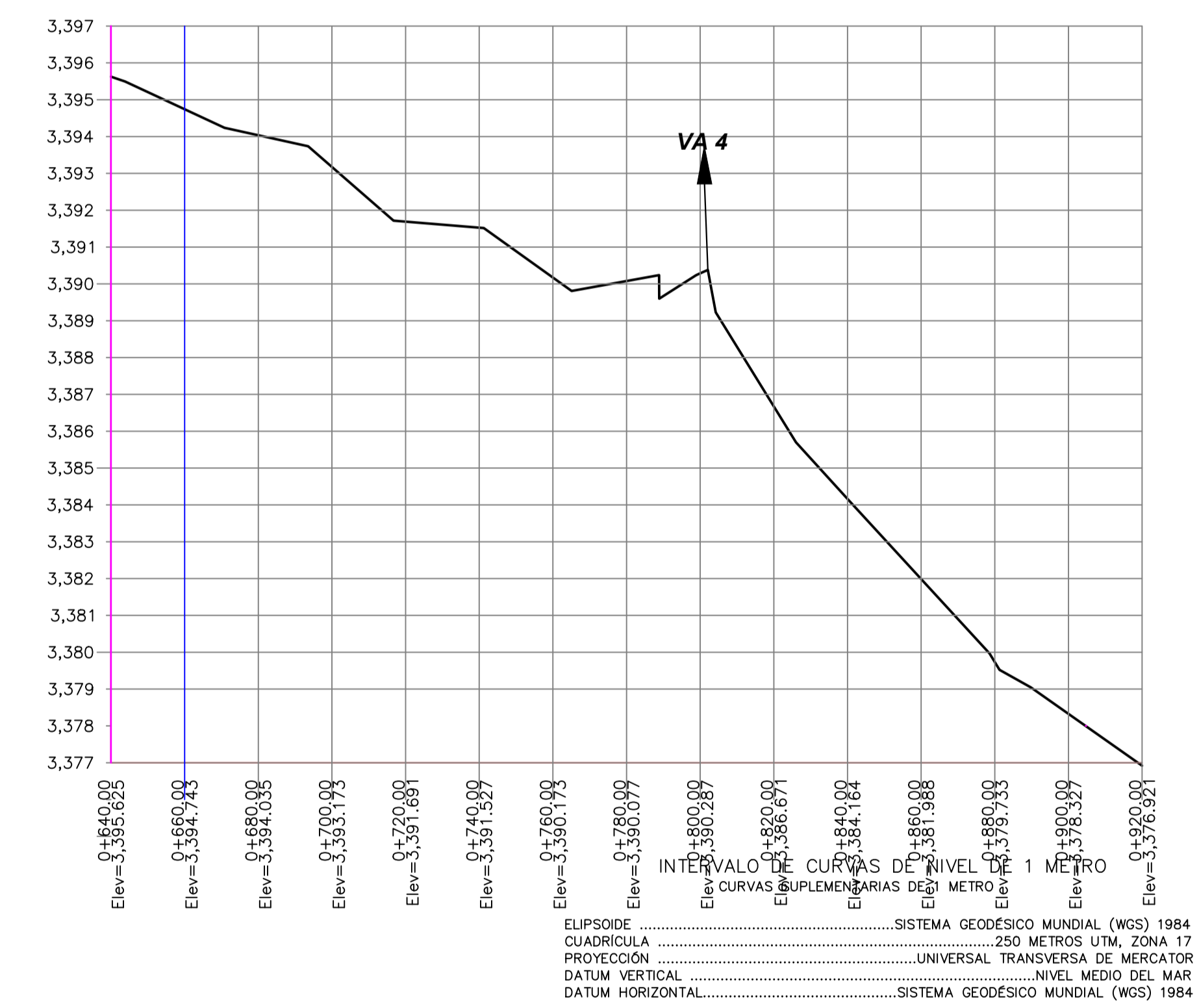
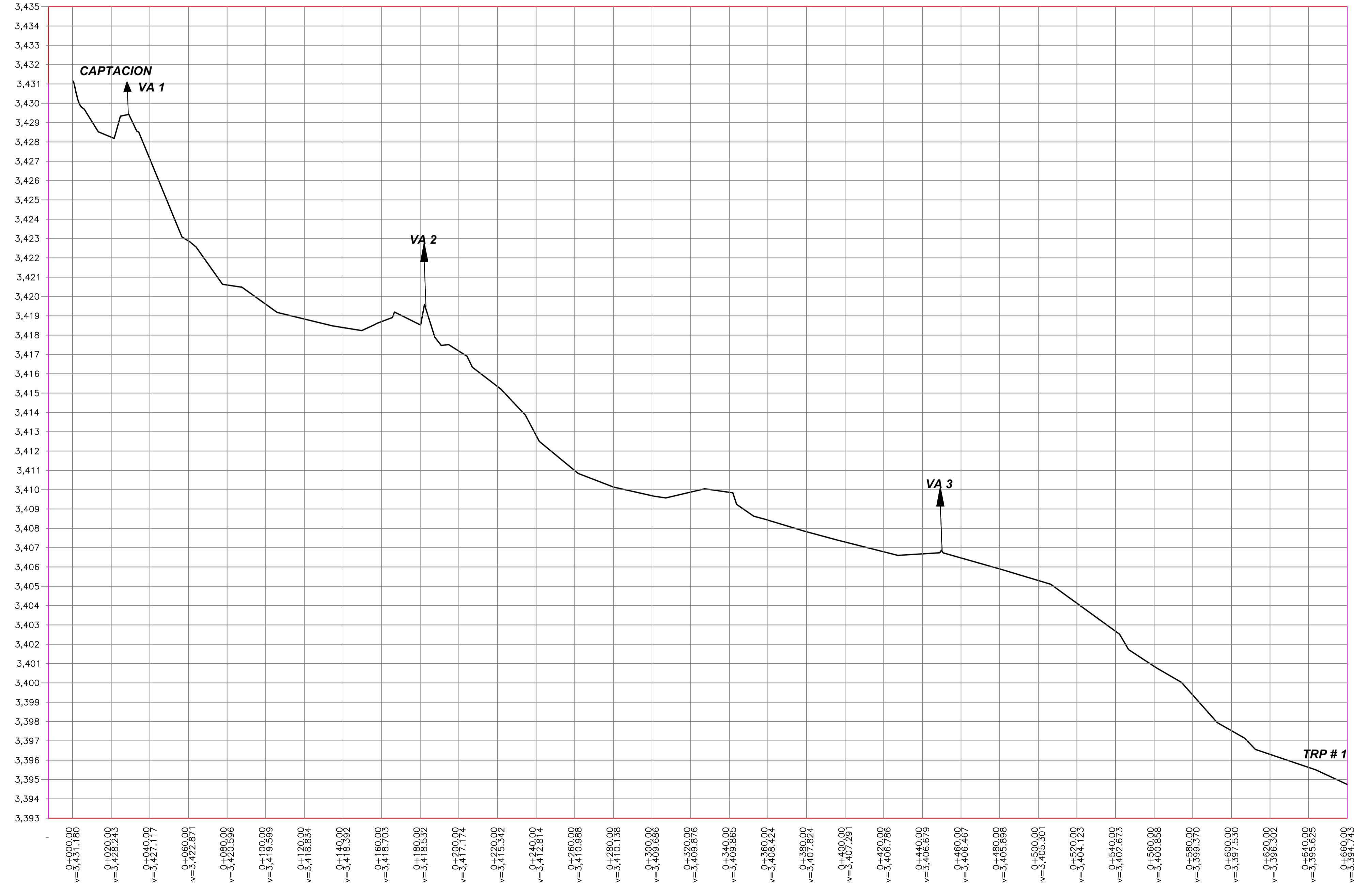
ELIPSOIDE SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL (WGS) 1984
 CUADRÍCULA 250 METROS UTM, ZONA 17
 PROYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM VERTICAL NIVEL MEDIO DEL MAR
 DATUM HORIZONTAL SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL (WGS) 1984

UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
EVALUACION DEL ESTUDIO: "ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL MEJORAMIENTO Y TECNIFICACION A NIVEL PARCELARIO EN EL SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMALES 2 Y 3, PARROQUIA Y CANTON CAÑAR"	
ESCALA: 1:750	DISEÑO Y DIBUJO: PAULINA OCHOA S. ANA BELEN VELEZ
OBSERVACION: 0/000	LAMINA GENERAL: 0/000
	APROBACION: _____ ING. BELEN AREVALO CONSULTOR ESTUDIO
	_____ ANA BELEN VELEZ PAULINA OCHOA S.
CONTENIDO: PLANTA GENERAL DEL PROYECTO	FECHA: ABRIL/2024 LAMINA: 1/9

SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMAL 2 Y 3



TRAMO # 1: CAPTACION - TRP#1



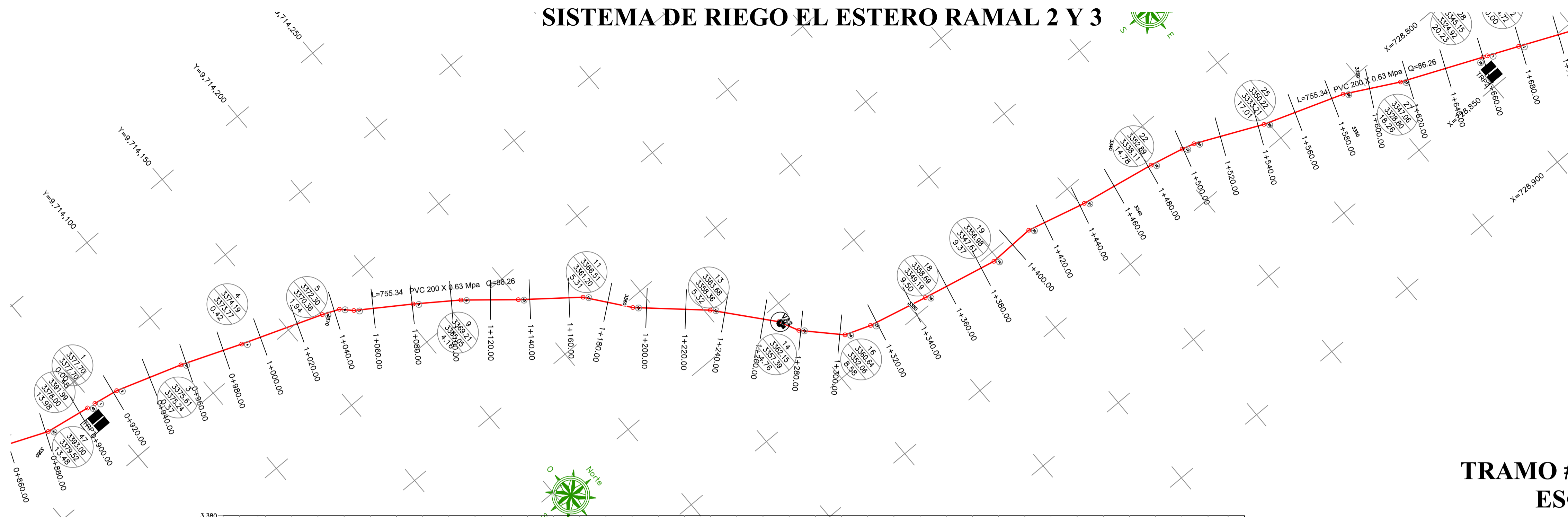
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
↑	Valvula de Aire
↓	Valvula de Purga
■	Tanque rompespresión
■	Captacion

UNIVERSIDAD DEL AZUAY

EVALUACION DEL ESTUDIO: "ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL MEJORAMIENTO Y TECNIFICACION A NIVEL PARCELARIO EN EL SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMALES 2 Y 3, PARROQUIA Y CANTON CAÑAR"

ESCALA: Indicada OBSERVACION: LAMINA GENERAL: 0/000	DISEÑO Y DIBUJO: PAULINA OCHOA S. ANA BELEN VELEZ. APROBACION: ING. BELEN AREVALO CONSULTOR ESTUDIO: ANA BELEN VELEZ. PAULINA OCHOA S.
CONTENIDO: PLANTA GENERAL DEL PROYECTO	FECHA: ABRIL/2024 LAMINA: 2/9

SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMAL 2 Y 3



TRAMO # 2: TRP#1 - TRP#2
ESC: 1:750



PERFIL # 2: TRP#1 - TRP#2
ESC: 1.500

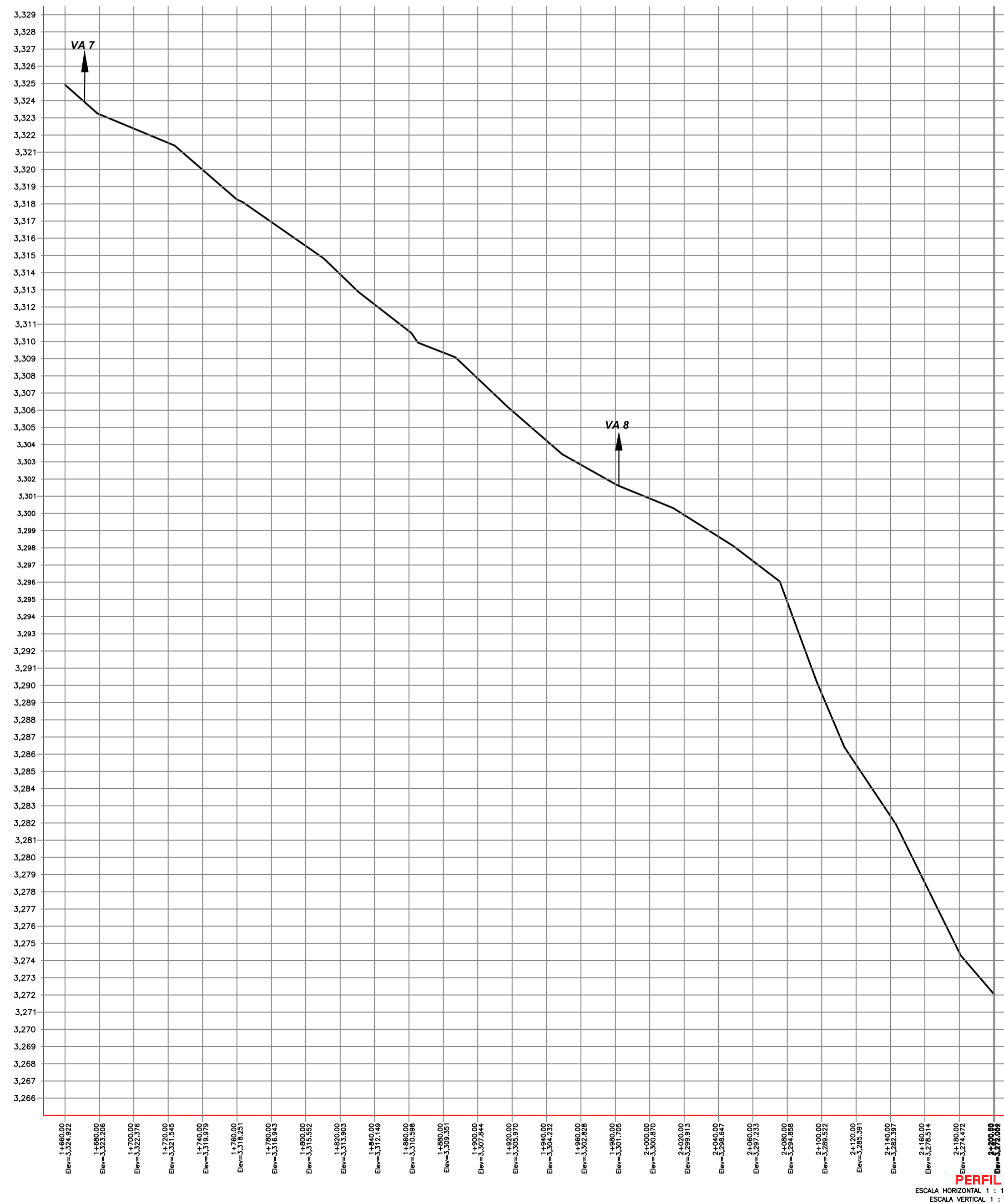
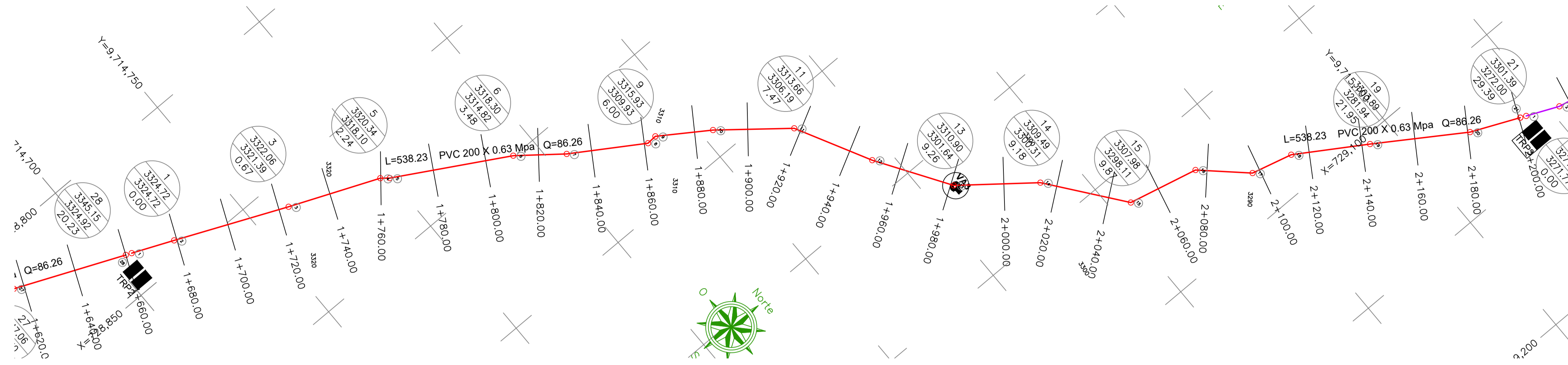
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
↑	Valvula de Aire
↓	Valvula de Purga
■	Tanque rompepresión
■	Captacion

INTERVALO DE CURVAS DE NIVEL DE 1 METRO
 CURVAS SUPLEMENTARIAS DE 1 METRO

ELIPSOIDESISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL (WGS) 1984
 CUADRICULA250 METROS UTM, ZONA 17
 PROYECCIÓNUNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM VERTICALNIVEL MEDIO DEL MAR
 DATUM HORIZONTAL.....SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL (WGS) 1984

UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
EVALUACION DEL ESTUDIO: "ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL MEJORAMIENTO Y TECNIFICACION A NIVEL PARCELARIO EN EL SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMALES 2 Y 3, PARROQUIA Y CANTON CAÑAR"	
ESCALA: Indicada OBSERVACION: LAMINA GENERAL: 0/000	DISEÑO Y DIBUJO: PAULINA OCHOA S. ANA BELEN VELEZ. APROBACION: _____ ING. BELEN AREVALO CONSULTOR ESTUDIO ANA BELEN VELEZ. PAULINA OCHOA S.
CONTENIDO: PLANTA GENERAL DEL PROYECTO	FECHA: ABRIL/2024 LAMINA: 3 / 9

SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMAL 2 Y 3



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
↑	Valvula de Aire
↓	Valvula de Purga
■	Tanque rompedresion
■→	Captacion

TRAMO # 3: TRP#2 - TRP#3
ESC: 1:1000

INTERVALO DE CURVAS DE NIVEL DE 1 METRO
CURVAS SUPLEMENTARIAS DE 1 METRO

ELIPSOIDESISTEMA GEODESICO MUNDIAL (WGS) 1984
CUADRICULA250 METROS UTM, ZONA 17
PROYECCIONUNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM VERTICALNIVEL MEDIO DEL MAR
DATUM HORIZONTAL.....SISTEMA GEODESICO MUNDIAL (WGS) 1984

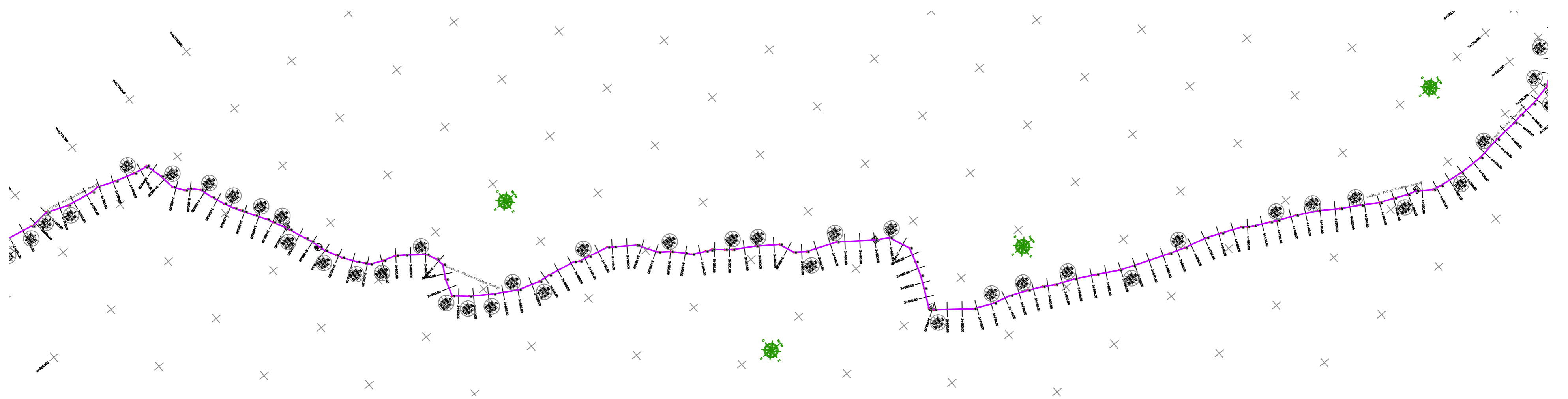
UNIVERSIDAD DEL AZUAY

EVALUACION DEL ESTUDIO: "ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS
PARA EL MEJORAMIENTO Y TECNIFICACION A NIVEL PARCELARIO
EN EL SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMALES 2 Y 3, PARROQUIA Y
CANTON CAÑAR"

ESCALA: Indicada	DISEÑO Y DIBUJO: PAULINA OCHOA S. ANA BELEN VELEZ.
OBSERVACION: LAMINA GENERAL: 0/000	APROBACION: ING. BELEN AREVALO CONSULTOR ESTUDIO ANA BELEN VELEZ. PAULINA OCHOA S.
CONTENIDO: PLANTA GENERAL DEL PROYECTO	FECHA: ABRIL/2024 LAMINA: 4/9

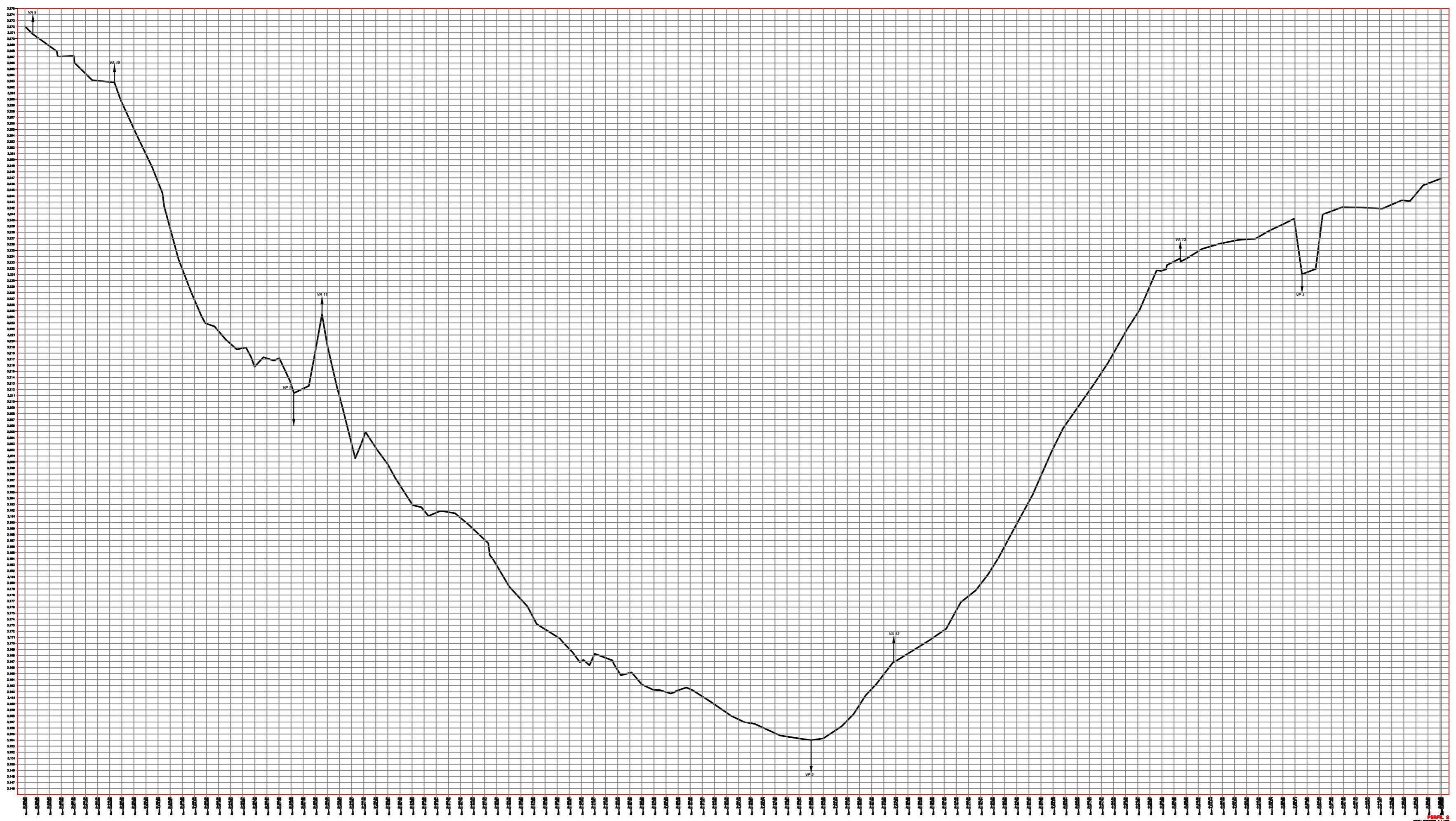
PERFIL # 3: TRP#2 - TRP#3
ESC: 1.2000

SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMAL 2 Y 3



TRAMO # 4: TRP#3 - TRP#4
ESC: 1:4000

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Valvula de Aire
	Valvula de Purga
	Tanque rompedresión
	Captacion



PERFIL # 4: TRP#3 - TRP#4
ESC: 1.4000

INTERVALO DE CURVAS DE NIVEL DE 1 METRO
CURVAS SUPLEMENTARIAS DE 1 METRO

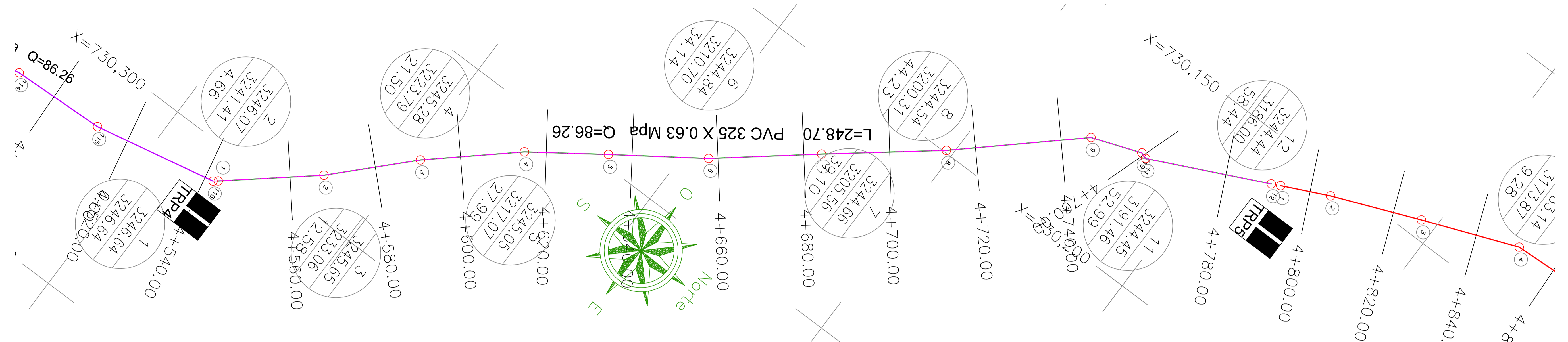
ELIPSOIDESISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL (WGS) 1984
CUADRICULA250 METROS UTM, ZONA 17
PROYECCIÓNUNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM VERTICALNIVEL MEDIO DEL MAR
DATUM HORIZONTAL.....SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL (WGS) 1984

UNIVERSIDAD DEL AZUAY

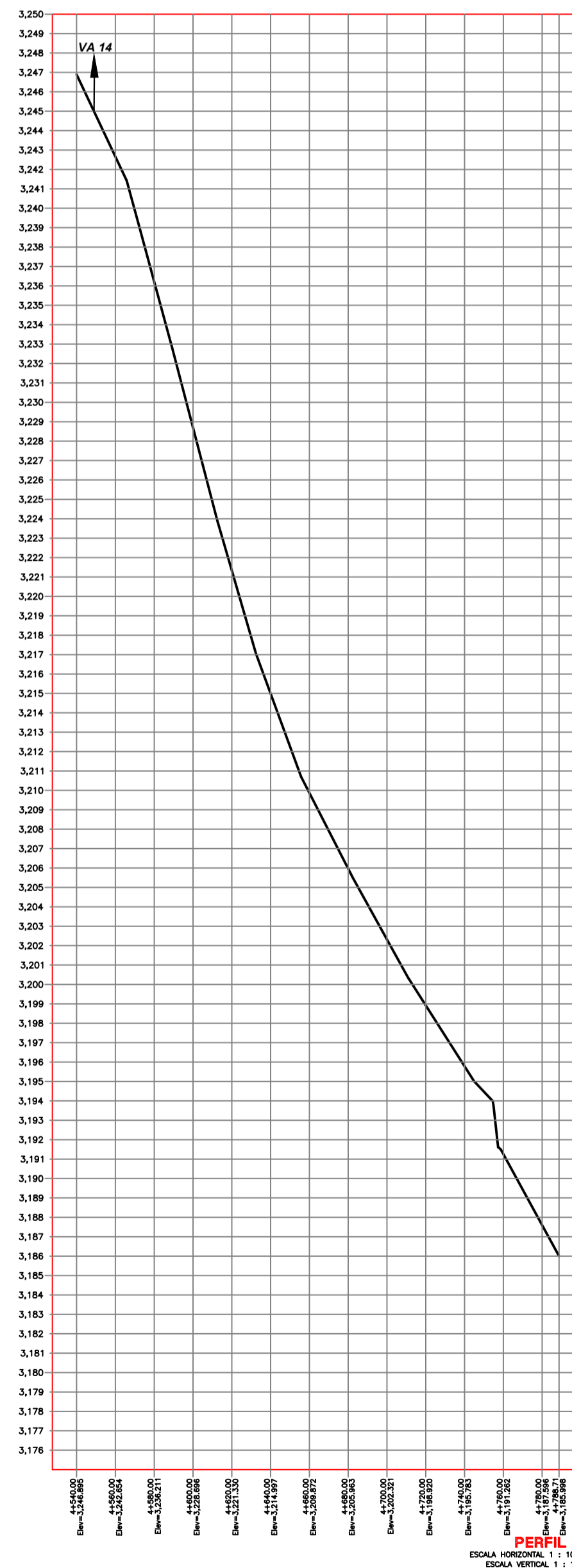
EVALUACION DEL ESTUDIO: "ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS
PARA EL MEJORAMIENTO Y TECNIFICACION A NIVEL PARCELARIO
EN EL SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMALES 2 Y 3, PARROQUIA Y
CANTON CAÑAR"

ESCALA:	<i>Indicada</i>	DISEÑO Y DIBUJO:	PAULINA OCHOA S. ANA BELEN VELEZ.
OBSERVACION:	LAMINA GENERAL: <i>0/000</i>	APROBACION:	_____ ING. BELEN AREVALO
		CONSULTOR ESTUDIO:	_____ ANA BELEN VELEZ. PAULINA OCHOA S.
CONTENIDO:		FECHA:	LAMINA:
PLANTA GENERAL DEL PROYECTO		ABRIL/2024	5 / 9

SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMAL 2 Y 3



TRAMO # 4: TRP#4 - TRP#5
ESC: 1:1000



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
↑	Valvula de Aire
↓	Valvula de Purga
■	Tanque rompedresión
■	Captacion

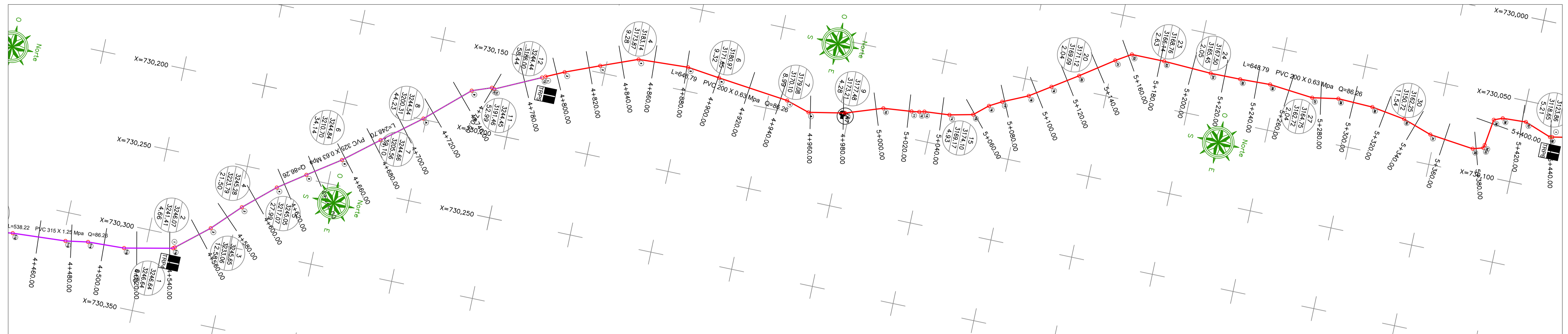
INTERVALO DE CURVAS DE NIVEL DE 1 METRO
CURVAS SUPLEMENTARIAS DE 1 METRO

ELIPSOIDE SISTEMA GEODESICO MUNDIAL (WGS) 1984
CUADRICULA 250 METROS UTM, ZONA 17
PROYECCION UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM VERTICAL NIVEL MEDIO DEL MAR
DATUM HORIZONTAL SISTEMA GEODESICO MUNDIAL (WGS) 1984

UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
EVALUACION DEL ESTUDIO: "ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL MEJORAMIENTO Y TECNIFICACION A NIVEL PARCELARIO EN EL SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMALES 2 Y 3, PARROQUIA Y CANTON CAÑAR"	
ESCALA: Indicada	DISEÑO Y DIBUJO: PAULINA OCHOA S. ANA BELEN VELEZ.
OBSERVACION: 0/000	LAMINA GENERAL: 0/000
	APROBACION: _____ ING. BELEN AREVALO
	CONSULTOR ESTUDIO _____ ANA BELEN VELEZ. PAULINA OCHOA S.
CONTENIDO: PLANTA GENERAL DEL PROYECTO	FECHA: ABRIL/2024 LAMINA: 6 / 9

PERFIL # 4: TRP#4 - TRP#5
ESC: 1.2000

SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMAL 2 Y 3



PERFIL # 4: TRP#5 - TRP#6
ESC: 1:2000

TRAMO # 4: TRP#5 - TRP#6
ESC: 1:1000

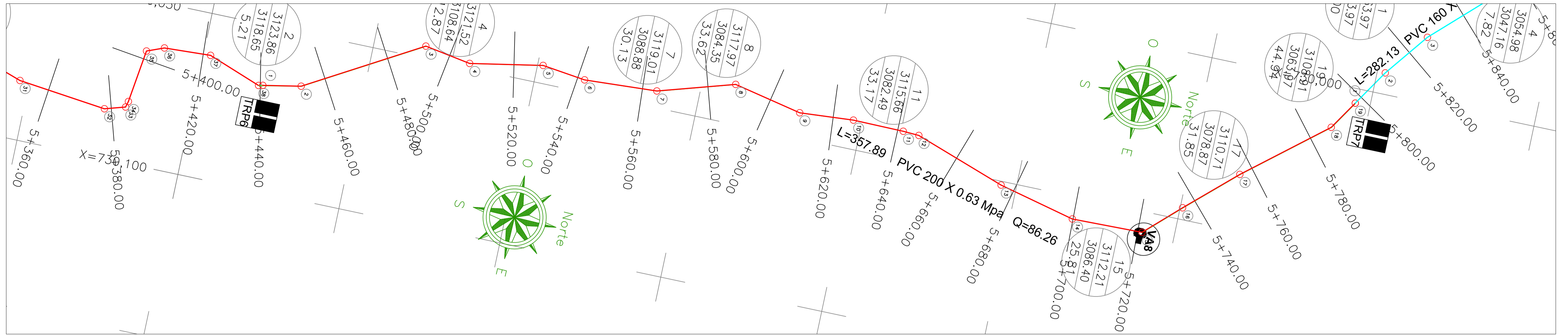
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
↑	Valvula de Aire
↓	Valvula de Purga
■	Tanque rompedpresión
■	Captacion

INTERVALO DE CURVAS DE NIVEL DE 1 METRO
CURVAS SUPLEMENTARIAS DE 1 METRO

ELIPSOIDE SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL (WGS) 1984
CUADRICULA 250 METROS UTM, ZONA 17
PROYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM VERTICAL NIVEL MEDIO DEL MAR
DATUM HORIZONTAL SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL (WGS) 1984

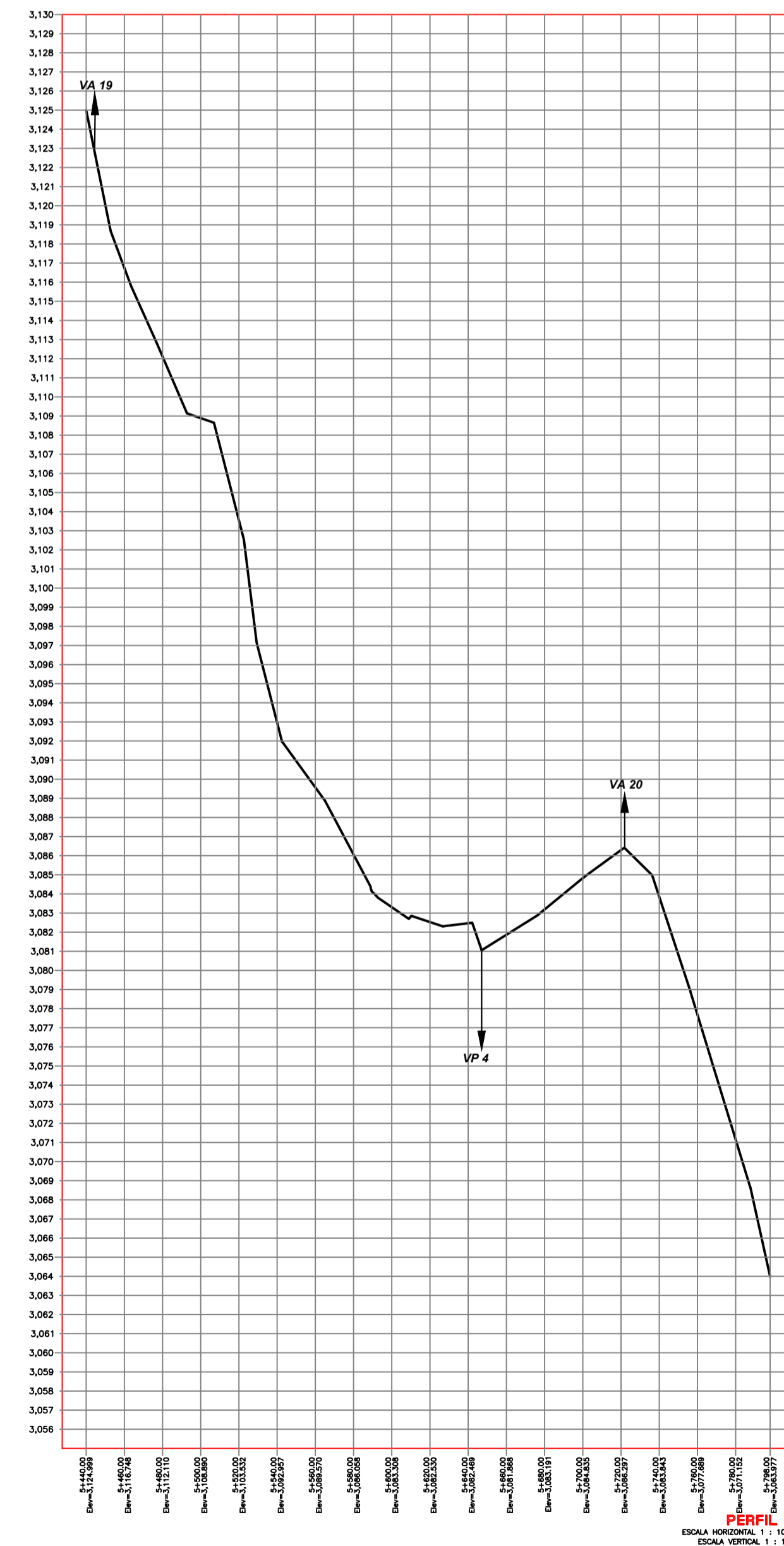
UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
EVALUACION DEL ESTUDIO: "ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL MEJORAMIENTO Y TECNIFICACION A NIVEL PARCELARIO EN EL SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMALES 2 Y 3, PARROQUIA Y CANTON CAÑAR"	
ESCALA: Indicada	DISEÑO Y DIBUJO: PAULINA OCHOA S. ANA BELEN VELEZ.
OBSERVACION: 0/000	LAMINA GENERAL: 0/000
	APROBACION: ING. BELEN AREVALO
	CONSULTOR ESTUDIO ANA BELEN VELEZ. PAULINA OCHOA S.
CONTENIDO: PLANTA GENERAL DEL PROYECTO	FECHA: ABRIL/2024 LAMINA: 7 / 9

SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMAL 2 Y 3



TRAMO # 7: TRP#6 - TRP#7
ESC: 1:1500

PERFIL # 7: TRP#6 - TRP#7
ESC: 1.4000



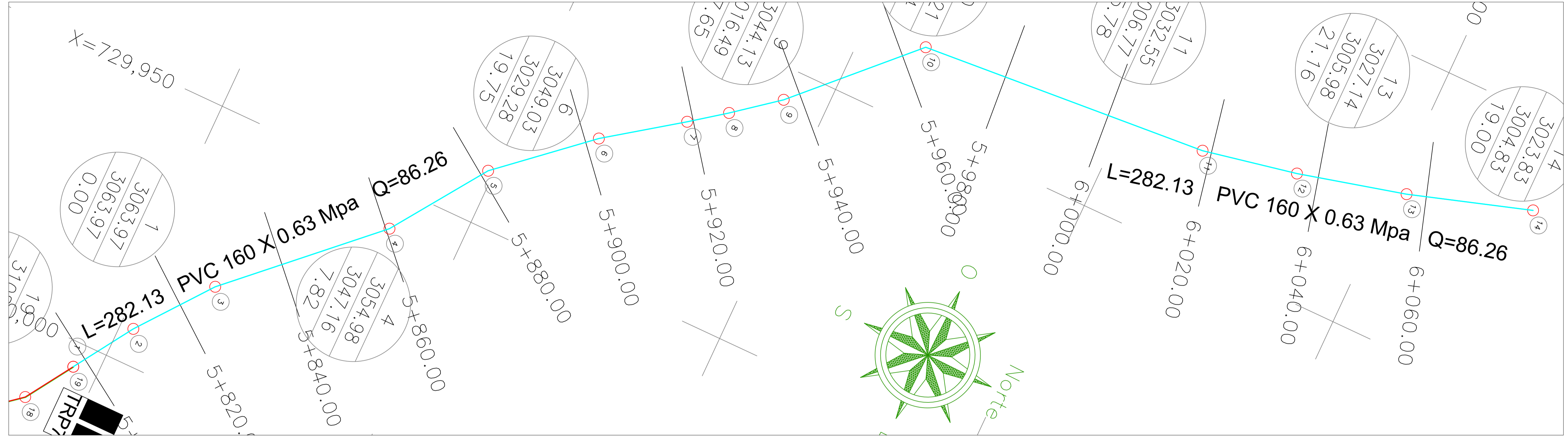
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
↑	Valvula de Aire
↓	Valvula de Purga
■	Tanque rompedresión
■	Captacion

INTERVALO DE CURVAS DE NIVEL DE 1 METRO
CURVAS SUPLEMENTARIAS DE 1 METRO

ELIPSOIDE SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL (WGS) 1984
CUADRICULA 250 METROS UTM, ZONA 17
PROYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM VERTICAL NIVEL MEDIO DEL MAR
DATUM HORIZONTAL SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL (WGS) 1984

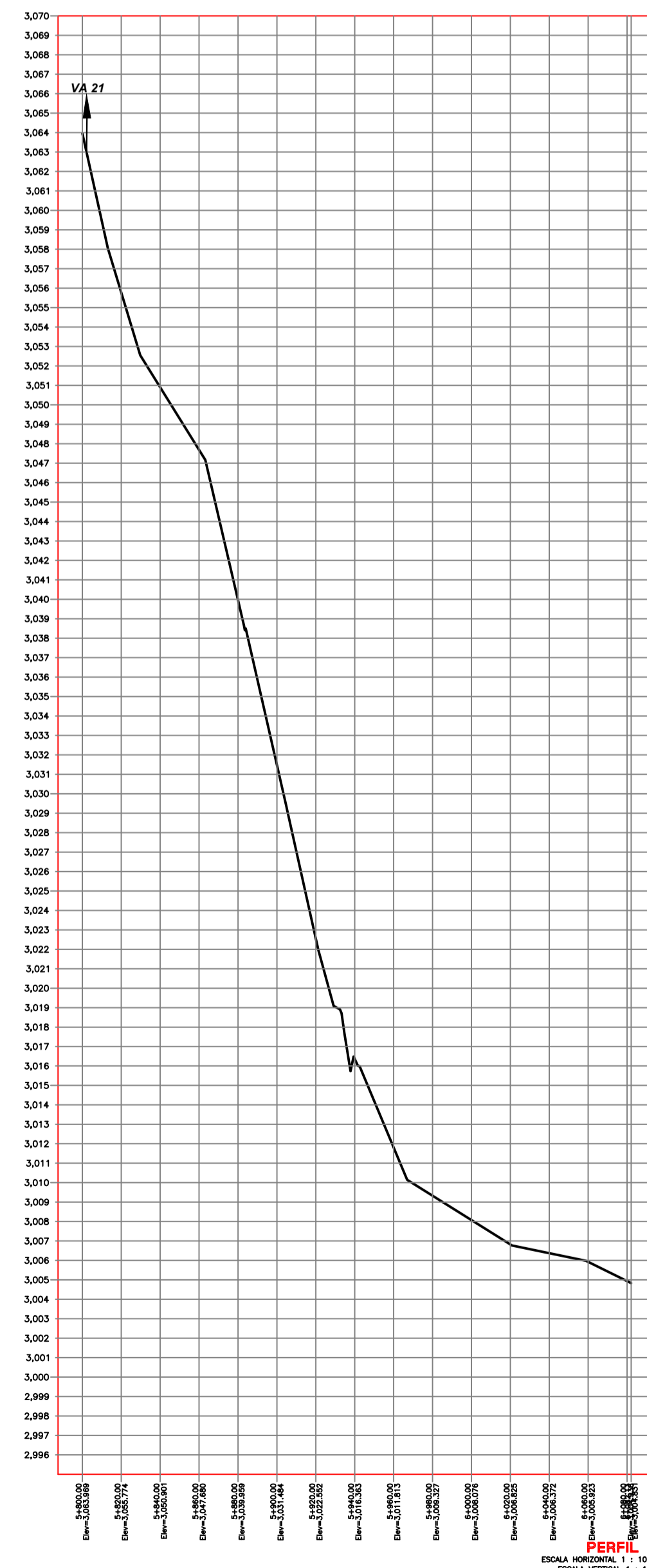
UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
EVALUACION DEL ESTUDIO: "ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL MEJORAMIENTO Y TECNIFICACION A NIVEL PARCELARIO EN EL SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMALES 2 Y 3, PARROQUIA Y CANTON CAÑAR"	
ESCALA: Indicada	DISEÑO Y DIBUJO: PAULINA OCHOA S. ANA BELEN VELEZ.
OBSERVACION: LAMINA GENERAL: 0/000	APROBACION: ING. BELEN AREVALO
	CONSULTOR ESTUDIO: ANA BELEN VELEZ. PAULINA OCHOA S.
	CONTENIDO: PLANTA GENERAL DEL PROYECTO
FECHA: ABRIL/2024	LAMINA: 8 / 9

SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMAL 2 Y 3



TRAMO # 8: TRP#7 - FIN DE COND
ESC: 1:2500

PERFIL: TRP#7 - FIN DE COND
ESC: 1:4000

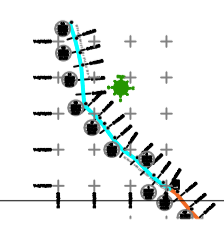


SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
↑	Valvula de Aire
↓	Valvula de Purga
■	Tanque rompedresión
■	Captacion

INTERVALO DE CURVAS DE NIVEL DE 1 METRO
 CURVAS SUPLEMENTARIAS DE 1 METRO

ELIPSOIDESISTEMA GEODESICO MUNDIAL (WGS) 1984
 CUADRICULA250 METROS UTM, ZONA 17
 PROYECCIONUNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM VERTICALNIVEL MEDIO DEL MAR
 DATUM HORIZONTAL.....SISTEMA GEODESICO MUNDIAL (WGS) 1984

UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
EVALUACION DEL ESTUDIO: "ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL MEJORAMIENTO Y TECNIFICACION A NIVEL PARCELARIO EN EL SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMALES 2 Y 3, PARROQUIA Y CANTON CAÑAR"	
ESCALA: <i>Indicada</i> OBSERVACION: LAMINA GENERAL: <i>0/000</i>	DISEÑO Y DIBUJO: PAULINA OCHOA S. ANA BELEN VELEZ. APROBACION: ING. BELEN AREVALO CONSULTOR ESTUDIO ANA BELEN VELEZ. PAULINA OCHOA S.
CONTENIDO: PLANTA GENERAL DEL PROYECTO	FECHA: ABRIL/2024 LAMINA: 9 / 9

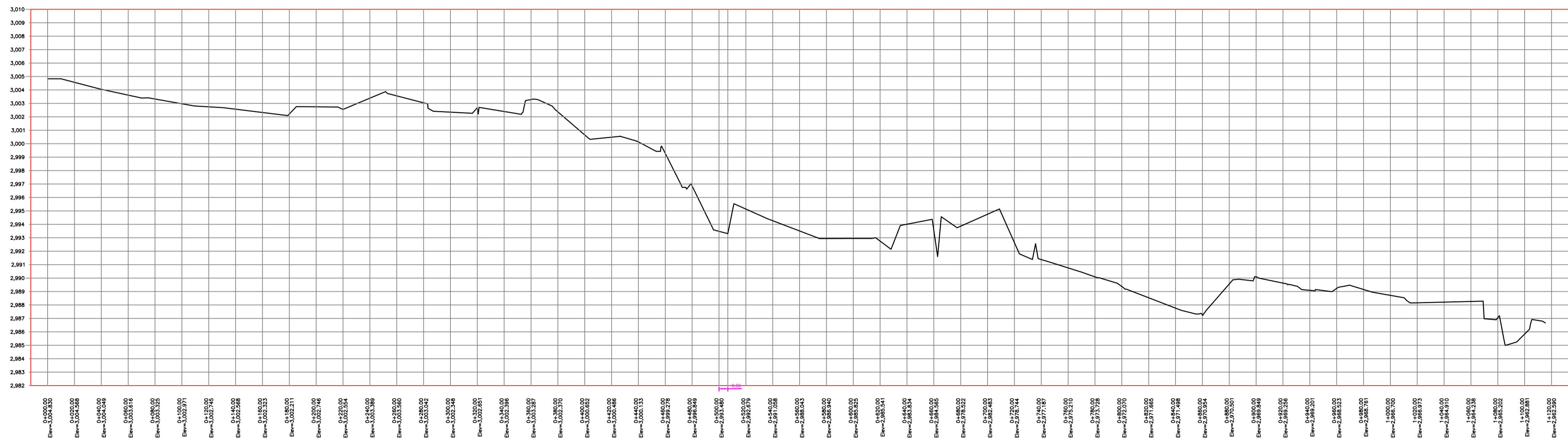
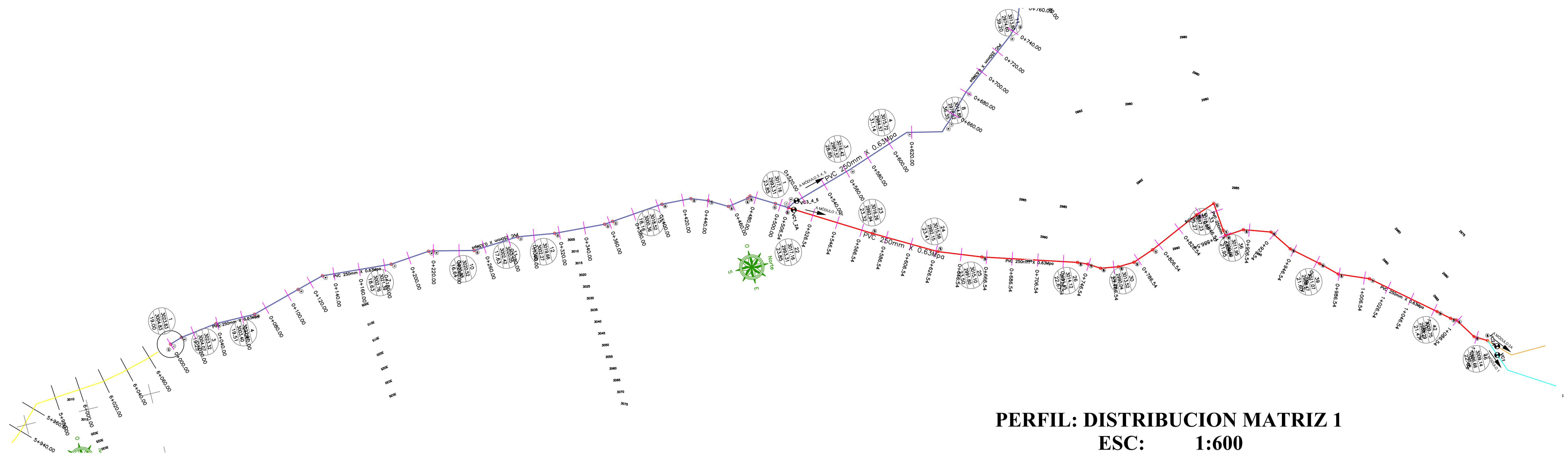


ANEXO 7

Resultados de la red de distribución

ANEXO 8
Planos de la red de distribución

SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMAL 2 Y 3



INTERVALO DE CURVAS DE NIVEL DE 1 METRO
CURVAS SUPLEMENTARIAS DE 1 METRO

ELIPSOIDE SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL (WGS) 1984
CUADRICULA 250 METROS UTM, ZONA 17
PROYECCION UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM VERTICAL NIVEL MEDIO DEL MAR
DATUM HORIZONTAL SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL (WGS) 1984

UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
EVALUACION DEL ESTUDIO: "ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL MEJORAMIENTO Y TECNIFICACION A NIVEL PARCELARIO EN EL SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMALES 2 Y 3, PARROQUIA Y CANTON CAÑAR"	
ESCALA: Indicada	DISEÑO Y DIBUJO: PAULINA OCHOA S. ANA BELEN VELEZ.
OBSERVACION: LAMINA GENERAL: 0/000	APROBACION: ING. BELEN AREVALO
	CONSULTOR ESTUDIO ANA BELEN VELEZ. PAULINA OCHOA S.
	CONTENIDO: MATRIZ 1 DISTRIBUCION PLANTA Y PERFIL
FECHA: ABRIL/2024	LAMINA: 1/2

SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMAL 2 Y 3



PERFIL: DISTRIBUCION MATRIZ 2
ESC: 1:500



PERFIL: DISTRIBUCION MATRIZ 2
ESC: 1:300

INTERVALO DE CURVAS DE NIVEL DE 1 METRO
 CURVAS SUPLEMENTARIAS DE 1 METRO
 ELIPSOIDE SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL (WGS) 1984
 CUADRICULA 250 METROS UTM, ZONA 17
 PROYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM VERTICAL NIVEL MEDIO DEL MAR
 DATUM HORIZONTAL SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL (WGS) 1984

UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
EVALUACION DEL ESTUDIO: "ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL MEJORAMIENTO Y TECNIFICACION A NIVEL PARCELARIO EN EL SISTEMA DE RIEGO EL ESTERO RAMALES 2 Y 3, PARROQUIA Y CANTON CAÑAR"	
ESCALA: <i>indicada</i>	DISEÑO Y DIBUJO: PAULINA OCHOA S. ANA BELEN VELEZ.
OBSERVACION: LAMINA GENERAL: <i>0/000</i>	APROBACION: ING. BELEN AREVALO
	CONSULTOR ESTUDIO ANA BELEN VELEZ. PAULINA OCHOA S.
	CONTENIDO: MATRIZ 1 DISTRIBUCION PLANTA Y PERFIL
FECHA: ABRIL/2024	LAMINA: 2/2