

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Diseño de un sistema de riego por goteo para parcelas
de uva en la Hacienda Agrindzap, ubicada en el cantón
Zapotillo, provincia de Loja.**

Proyecto técnico

Bernardo Josue Burneo Toro

Ingeniería Civil

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero Civil

Quito, 5 de julio de 2018

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO CIENCIAS E INGENIERIAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Diseño de un sistema de riego por goteo para parcelas de uva en la Hacienda Agrindzap, ubicada en el cantón Zapotillo, provincia de Loja.

Bernardo Josue Burneo Toro

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Sixto Duran-Ballen, Ingeniero Civil

Firma del profesor

Quito, 5 de julio de 2018

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Bernardo Josue Burneo Toro

Código: 00104561

Cédula de Identidad: 1104073836

Lugar y fecha: Quito, 5 de julio de 2018

RESUMEN

El presente trabajo de titulación propone el diseño de un sistema de riego por goteo para la hacienda Agrindzap, ubicada en el cantón de Zapotillo, provincia de Loja. El cual se destinó para el cultivo de 12,6 hectáreas de parcelas de uva. Se realiza un análisis topográfico de la zona del proyecto para realizar el dimensionamiento del sistema de riego. Se determina la tubería y elementos a implementar en el diseño. Se realiza un estudio hidrológico-hidráulico para la determinación del caudal necesario para el cultivo de uva. Se determina el costo referencial del proyecto y el análisis de costo-beneficio.

Palabras clave: SISTEMA DE RIEGO, RIEGO POR GOTEO, PARCELAS DE UVA, LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO, CAUDAL, RESERVORIO.

ABSTRACT

The present work proposes the design of a drip irrigation system for the Agrindzap farm, located in the canton of Zapotillo, province Loja. Which was destined for the cultivation of 12,6 hectares of grape plots. A topographic analysis of the project area is carried out of determine the size of the irrigation system, which helps also to determined elements to be implemented in the design of the pipeline. A hydrological-hydraulic study is carried out to determine the flow required for grape cultivation. The referential cost of the project and the cost-benefit analysis are determined.

Keywords: IRRIGATION SYSTEM, DRIP IRRIGATION, GRAPE PARCELS, TOPOGRAPHICAL SURVEY, FLOW, RESERVOIR.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo 1: Introducción	11
1 Antecedentes.	11
2 Problemática	12
3 Justificación	12
4 Marco teórico	13
4.1 Riego.	13
4.2 Riego Localizado.	14
4.3 Riego por Goteo.....	15
5 Objetivo General	16
6 Objetivos Específicos.	16
7 Metodología	16
8 Actividades.	17
 Capítulo 2: Desarrollo del tema	 19
1 Ubicación	19
2 Demografía.	20
3 Meteorología	20
3.1 Depósitos Aluviales.....	24
4 Estudios Geológicos	24
4.1 Geomorfología.....	24
4.2 Estratigrafía.	25
5 Información Técnica de la Uva.	25
5.1 Clima.	26
5.2 Precipitación.....	26
5.3 Radiación solar.	26
5.4 Suelo.....	27

5.5 Raíces.....	27
6 Topografía.....	27
6.1 Mediciones del Estudio Topográfico.	28
6.2 Determinación de la Pendiente Promedio.	29
7 Análisis del Hidrológico.....	31
7.1 Situación Hidrográfica.....	32
7.2 División Hidrográfica según Pfafstetter.....	32
7.3 Descripción de la Fuente de Abastecimiento.....	32
8 Riego por Goteo.....	37
8.1 El Bulbo Húmedo.....	38
8.2 Descarga del Gotero.....	39
8.3 Sistema Radicular.....	40
8.4 Componentes de la Instalación.....	41
9 Diseño del Riego por Goteo.....	46
9.1 Necesidades Netas de Riego.....	46
9.2 Necesidades Totales del Riego.....	51
9.3 Porcentaje del Área a Mojarse (A).....	53
9.4 Superficie Mojada de la Planta (P).....	54
9.5 Superficie Mojada del Gotero.....	54
9.6 Número de Goteros por Planta (n).....	55
9.7 Tiempo de Duración del Riego (t).....	55
9.8 Tiempo Total de Riego.....	55
9.9 Caudales de Riego.....	57
9.10 Lamina Total (Lt).....	58
9.11 Caudales de la Tubería.....	59
9.12 Dimensionamiento de la Tubería.....	60
9.13 Cálculo de la Capacidad de la Bomba.....	63

9.14 Cálculo de la Potencia de Bomba.....	67
Capítulo 3: Resultados y Conclusiones	70
1 Análisis y Resultados.	70
2 Evaluación.....	75
2.1 Presupuesto Referencial.....	75
2.2 Análisis Costo-Beneficio.	75
3 Conclusiones.	76
Capítulo 4: Bibliografía	79
Capítulo 5: Anexos	82

TABLAS

Tabla 1: Datos históricos del tiempo El Huasimo, cantón Zapotillo.	22
Tabla 2: Puntos de coordenadas de las parcelas.	29
Tabla 3: Pendientes.	29
Tabla 4: Situación hidrográfica y división hidrográfica según Pfafstteter.	32
Tabla 5: Descripción de la fuente de abastecimiento.....	32
Tabla 6: Coeficiente de escorrentía.....	35
Tabla 7: Tolerancia de los cultivos a la salinidad en relación de la disminución de rendimiento.....	51
Tabla 8: Coeficientes de uniformidad (CU).....	53
Tabla 9: Calculo de caudales por sección.	59
Tabla 10: Coeficientes de Hazen-Williams	61
Tabla 11: Especificaciones de presión de emisores.	63
Tabla 12: Perdidas de carga.	64
Tabla 13: Presión de descarga.....	67
Tabla 14: Tipo de motor.	69
Tabla 15: Caudales de los sectores.	71
Tabla 16: Parámetros de diseño.	71
Tabla 17: Tubería a utilizar.....	72
Tabla 18: Elementos para diseño de riego.	72
Tabla 19: Costo de materiales para el sistema de riego.	75

ILUSTRACIONES

Ilustración 1:Ubicación Zapotillo en el mapa del ecuador.	19
Ilustración 2:Ubicación Zapotillo provincia de Loja.	19
Ilustración 3: Ubicación Hacienda Agrindzap.	20
Ilustración 4: Ubicación Hacienda Agrindzap (satelital).	20
Ilustración 5: Climograma El Huasimo, cantón Zapotillo	21
Ilustración 6: Diagrama de temperatura El Huasimo, cantón Zapotillo.	22
Ilustración 7: Mapa de radiación solar del Ecuador.	23
Ilustración 8: Mapa de cubierta vegetal provincia de Loja.	24
Ilustración 9: Uva.	25
Ilustración 10: Parcelas.	28
Ilustración 11: Distancias para encontrar las pendientes.	30
Ilustración 12: Plano topográfico.	31
Ilustración 13: Curva de descarga y persistencia de caudales.	36
Ilustración 14: El bulbo húmedo según el tipo de suelo.	39
Ilustración 15:Sistema Radicular con Riego por Goteo.	40
Ilustración 16: Componentes de un sistema de riego por goteo.	41
Ilustración 17: Componentes del cabezal de control y de una instalación.	42
Ilustración 18: Filtro de arena.	43
Ilustración 19: Válvulas.	45
Ilustración 20: Variación del factor por advección.	50
Ilustración 21: Plano de diseño de riego (Tubería primaria).	73
Ilustración 22: Plano de diseño de riego (Tubería secundaria y terciaria).	74

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1 Antecedentes.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar un sistema de riego por goteo para 12,60 hectáreas para la producción de uva, el cual está ubicado en el cantón Zapotillo, provincia de Loja. Para este proyecto que está actualmente en realización es necesario implementar un sistema de riego que satisfaga las necesidades del fruto. Para esto, se propone utilizar como guía de estudio el folleto “Hablemos de riego” realizado por el “Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONGOPE)”.

La ubicación del proyecto se caracteriza por ser desértica y tener un clima muy seco. Por lo cual, en la hacienda Agrindzap existe actualmente un reservorio de aproximadamente 60,000 m³, del cual se propone abastecer del recurso hídrico para el proyecto de irrigación.

Por otra parte, en el área del proyecto no hay la necesidad de realizar movimiento de tierras. El terreno se caracteriza por ser regular teniendo pendientes casi irrelevantes.

Con anterioridad, se realizó un levantamiento planimétrico, con el cual se va a trabajar para la delimitación del proyecto, dividido en dos etapas de construcción de las parcelas. Esta investigación se enfoca específicamente en la primera etapa con un área total de 12,60 hectáreas. Para el diseño de la primera etapa, se dividió en cuatro parcelas, tres de ellas para la producción de uva de mesa con un área de aproximadamente 4 hectáreas cada una y una parcela para la producción de uva de vino con un área de 0,6 hectáreas.

Una de las principales ventajas de esta zona, es que el suelo se caracteriza por tener un pH neutro y no ha sido utilizado anteriormente para sembríos, con el cual se espera obtener un mejor resultado en la producción de la uva.

2 Problemática.

La hacienda se encuentra en una zona desértica con climas muy secos donde no existe un recurso hídrico permanente. Por lo cual, la necesidad indispensable de un diseño de riego por goteo, ya que dicho sistema suministrará la cantidad de agua necesaria para el fruto; optimizando el aprovechamiento del recurso hídrico. Se tiene que tomar en cuenta que la uva necesita gran cantidad de suministro agua para tener un buen desarrollo. Por lo cual, se requiere analizar cuanto tiempo de riego al día es necesario para que su desarrollo sea el adecuado.

Por otra parte, existe un plan de riego para esta zona llamado “Plan de Riego Zapotillo”, pero lamentablemente el plan es ineficaz para este proyecto, ya que la distribución del recurso hídrico no es continua y se dispone horarios para la captación de agua. Por lo cual, se construyó con anterioridad un reservorio que abastezca el consumo hídrico de la hacienda, siendo ahora indispensable y necesario para el abastecimiento del sistema de riego. Para el funcionamiento del proyecto es importante dimensionar la potencia necesaria de una bomba, la cual transporte el agua desde el reservorio hasta el cuarto de filtrado o cabezal, para que el agua sea distribuida a las parcelas con una presión y un caudal óptimo de acuerdo con su necesidad.

3 Justificación.

Según el Banco Central del Ecuador, “en el país el 80% de la uva que se consume es importada desde distintos países, principalmente desde Chile, Estados Unidos y Perú”. Es por esta razón que nace la idea de sembrar uvas de alta calidad para ofertar a la demanda nacional y equilibrar la balanza comercial.

Con el cambio de la matriz productiva en el Ecuador, la producción de uva se facilita notablemente. El gobierno ha implementado medidas restrictivas contra el ingreso de productos importados como por ejemplo la fruta fresca, en este caso las uvas. La resolución

N0: 011-2015 del Comité de Comercio Exterior emitida en marzo del 2015, considera que la partida arancelaria uvas con código HS 0806.1000.00 (Uvas frescas) se encuentran con un alza arancelaria de 45%, esto inhibe notablemente la importación de este fruto. Ante lo cual, el gobierno plantea una serie de beneficios como préstamos y otros incentivos económicos para el sector agrícola, ya que aporta directamente a la economía del país.

En el proyecto, nos motiva el uso del sistema de riego por goteo, por contar con una zona de suelos secos y escasos del recurso hídrico. La mantención de un suelo hídrico es ventajosa y se verá reflejado en la producción, de un fruto bueno y rentable.

En cuanto al costo económico se ve beneficiado, porque los requerimientos de mano obra será minimizado ante un riego localizado, al ser posible de aplicar fertilizantes disueltos en la misma agua utilizada en el sistema, siendo unas de muchas ventajas encontradas en el estudio.

4 Marco teórico.

4.1 Riego.

La reflexión sobre el riego en el Ecuador aparece recién a mediados de los años ochenta, a raíz de las lluvias e inundaciones y la grave sequía que se produjo en la sierra como efecto del fenómeno de El Niño de 1983. “Un sistema de riego, es un complejo sistema de control del agua porque en él se combinan los elementos físicos, normativos, organizativos, agro-productivos y las capacidades y conocimiento del arte de regar. Es la combinación de estos elementos lo que hace funcionar el sistema de riego en su conjunto. El objetivo de cualquier sistema es conducir el agua desde la fuente a la zona de riego y aplicarla en la parcela y los cultivos.”¹

¹ Rodríguez F. (1992). Riego por goteo. México: AGT Editor S.A.

El riego consiste en la dotación de agua hacia los cultivos con la finalidad de brindar un suministro eficiente para el desarrollo de los cultivos. Existen varios sistemas de riego y métodos de riego que varían según su eficiencia, mantenimiento, costo, entre otros.

A la actualidad, la hacienda Agrindzap, ubicada en el Cantón Zapotillo, Provincia de Loja no cuenta con ningún sistema de riego para sus cultivos. Este proyecto propone diseñar un sistema de riego por goteo respetando las normas ambientales y causando el menor impacto ambiental posible.

4.2 Riego Localizado.

La aparición de este sistema cambió el significado general de riego. “Riego es la aplicación artificial de agua a la zona radicular de los cultivos de forma que esta pueda ser utilizada a su mayor potencial “. ²

Las principales características del riego localizado son:

- No moja en su totalidad al suelo.
- Utiliza pequeños caudales a baja presión.
- El agua se aplica con mayor frecuencia.

El hecho de no mojar toda la superficie del suelo hace que cambien algunas características de la relación agua-planta-suelo, como disminución de la evaporación, la distribución del sistema es diferente, y el régimen de salinidad tiene otro comportamiento. La alta frecuencia de aplicación del agua trae consigo importantes resultados en el rendimiento de la plantación, ya que, al estar siempre el suelo a la capacidad de campo, las plantas absorben el agua más fácilmente. ³

Este método es apropiado para terrenos livianos o arenosos, que por su poca capacidad de retención y alta velocidad de infiltración necesitan contribuciones pequeñas

² Moya J. (2002). Riego localizado y Fertiirrigación. España: Star Book.

³ Barrera, R. (1989). Riegos y Drenajes. Colombia: Universidad Santo Tomás.

pero frecuentes. Igualmente se obtienen mejores resultados al utilizar aguas con la menor cantidad de sal, ya que la alta frecuencia permite un mayor contenido de agua útil para el cultivo en el suelo.⁴

El riego localizado se refiere a:

- El riego por goteo, en el que el agua se aplica mediante dispositivos que la liberan gota a gota o mediante flujo continuo, con un caudal inferior a 16 litros por hora por punto de emisión o por metro lineal de manguera de goteo.
- El riego por microaspersión en el que el agua se aplica mediante dispositivos que la dispersan en forma de lluvia fina, con caudales comprendidos entre 16 y 200 litros por hora por punto de emisión.

4.3 Riego por Goteo.

Es un riego localizado, también llamado riego gota a gota. Este tipo de aplicación del agua tiene un buen rendimiento en zonas áridas. El agua se filtra en el suelo por medio de tuberías y emisores que se construyen dependiendo de la necesidad del cultivo⁵. Se debe tomar en cuenta dos ventajas importantes del sistema de riego por goteo:

- Es una posibilidad donde se consume poco y se ahorra el recurso hídrico.
- Las instalaciones son fijas y automatizadas, permitiendo un riego frecuente y el uso de agua de mala calidad.⁶

En la actualidad se trata de mejorar el sistema para evitar complicaciones en el sistema. Este concepto explica que dependiendo del suelo y del gotero utilizado variará la forma del sistema radicular. Es por eso que existen diferentes tipos de emisores de agua. Los mas utilizados son:

⁴ Barrera, R. (1989). Riegos y Drenajes. Colombia: Universidad Santo Tomás.

⁵ Novedades Agrícolas. (2016). Riego por goteo. Mayo 30,2018, de Novedades Agrícolas S.A Sitio web: <http://www.novedades-agricolas.com/es/riego/sistemas-de-riego/riego-por-goteo>

⁶ Horcajo, D. (2014). Riego por Goteo. Mayo 30,2018, de Agrohuerto Sitio web: www.agrohuerto.com/riego-por-goteo-que-es/

- Goteros Auto compensantes: Ayudan para el caudal no tenga cambios y ayuda en lugares de cuesta.
- Goteros y filtros Auto limpiables: Se utiliza filtros para partículas sólidas que puedan obstruir el mecanismo.
- Goteros Regulables: Se regula el caudal por un mando mecánico⁷

5 Objetivo General.

Diseñar un sistema de riego automatizado por goteo para 12.60 hectáreas de cultivo de uva en la Hacienda “Agrindzap” ubicada en el cantón Zapotillo, provincia de Loja.

6 Objetivos Específicos.

- Realizar un estudio hidrológico para determinar la disponibilidad hídrica en la captación.
- Estudio topográfico del sector donde se va a realizar el sistema de riego.
- Verificar si el reservorio es apto para el abastecimiento del recurso hídrico para la plantación de uva.
- Analizar las necesidades y demanda hídrica del cultivo.
- Desarrollar el diseño del sistema de riego por goteo en base a las necesidades de la plantación.
- Efectuar un análisis de costo para el presupuesto final para la elaboración del proyecto.

7 Metodología.

La metodología que se utilizó para el desarrollo de esta investigación es realizar una recopilación de información de los sistemas de riego por goteo. Posteriormente, determinar si

⁷ Flor de Planta. (2014). Técnica de Riego por Goteo. Mayo 30,2018, de Flor de Planta Sitio web: <http://www.flordeplanta.com.ar/riego/tecnica-de-riego-por-goteo/>

el dimensionamiento del reservorio de 60000 m³ abastecerá para el sistema de riego. Por último, una estimación del presupuesto referencial considerando los precios unitarios para la implementación del proyecto en la hacienda Agrindzap. Se desarrolló la investigación detallando el dimensionamiento del sistema de riego por goteo, utilizando como guía de estudio el folleto “Hablemos de Riego”, los materiales a utilizar y además un análisis de los precios unitarios con su valor total de construcción.

Para el diseño y posterior construcción del sistema de riego se requiere una adecuada operación y mantenimiento del sistema de riego y una adecuada distribución y administración del agua.

8 Actividades.

Para el desarrollo de este trabajo se realizaron varias actividades para poder cumplir con los objetivos propuestos para el diseño del sistema de riego por goteo.

- Investigar los datos meteorológicos del cantón Zapotillo.
- Analizar la meteorología del sector a efectuarse el proyecto.
- Realizar el levantamiento topográfico de la zona en la que estarán ubicadas las parcelas de uva (12,6 hectáreas).
- Determinar si el reservorio realizado con anterioridad proveerá satisfactoriamente al riego de las parcelas.
- Evaluar si el caudal del recurso hídrico es el óptimo para el llenado del reservorio en su totalidad.
- Analizar las especificaciones técnicas (clima, precipitación, topografía, suelo) necesarias para la producción de uva.
- Dimensionar los elementos necesarios para el diseño del sistema riego (tubería, filtros, válvulas).
- Diseñar el sistema de riego por goteo.

- Desarrollar un plano del sistema de riego por goteo.
- Realizar un análisis de costo-beneficio del proyecto.

CAPÍTULO 2: DESARROLLO DEL TEMA

1 Ubicación.

La hacienda Agrindzap está ubicada en el Cantón Zapotillo en la Provincia de Loja.

Latitud: 4°26'37.6" S

Longitud: 80°20'33.4" W

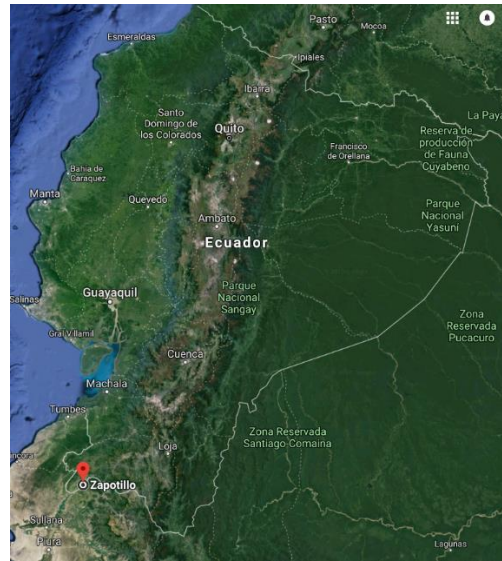


Ilustración 1: Ubicación Zapotillo en el mapa del Ecuador.

Elaborado por: googlemaps.com



Ilustración 2: Ubicación Zapotillo provincia de Loja.

Elaborado por: googlemaps.com



Ilustración 3: Ubicación Hacienda Agrindzap.

Elaborado por: googlemaps.com



Ilustración 4: Ubicación Hacienda Agrindzap (satelital).

Elaborado por: googlemaps.com

2 Demografía.

Según datos del último censo de población y vivienda realizado por el INEC, el cantón Zapotillo cuenta con 10,940 habitantes de los cuales 9.083 se encuentran en la zona rural, dando como resultado que la mayoría de población habita en esta zona y 2.421 personas laboran en el área agrónoma del cantón.

3 Meteorología.

El área del proyecto corresponde a un clima subtropical, caracterizado por temperatura cálida, vientos débiles y precipitación deficiente.

Según la información disponible en climate-data, el clima de El Huasimo, cantón Zapotillo es desértico. Este clima es considerado según la clasificación climática de Köppen-Geiger.

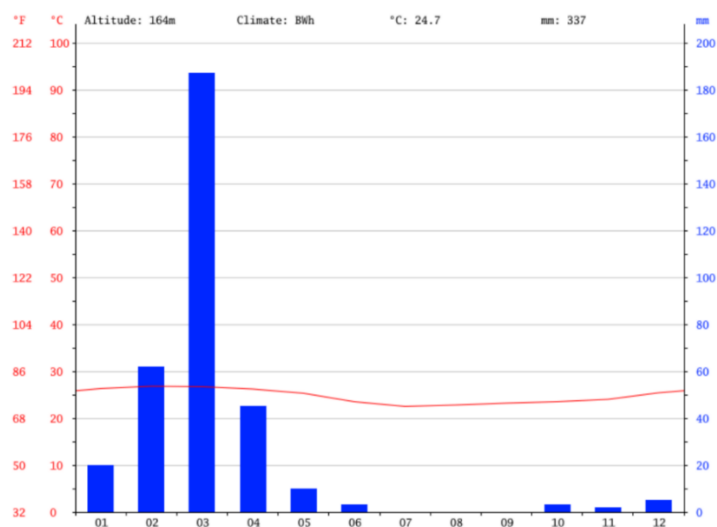


Ilustración 5: Climograma El Huasimo, cantón Zapotillo

Elaborado por: *climate-data.org*

En cuanto al régimen pluviométrico, si se toma en cuenta únicamente la precipitación total anual promedio que cae sobre la provincia de Loja, de aproximadamente 950 mm, se puede decir que la provincia de Loja es una zona semihúmeda. Pero en el cantón Zapotillo es diferente debido a la distribución espacial de la lluvia y se establece un valor total anual de 337 mm, siendo uno de los valores más bajos registrados en la provincia de Loja. Con esta precipitación total, podemos decir que las lluvias se presentan en un corto periodo de dos a tres meses como máximo, principalmente en los meses de febrero, marzo y abril. La precipitación más baja en julio, con un promedio de 0 mm. La mayor cantidad de precipitación ocurre en el mes de marzo, con un promedio de 187 mm. La precipitación en los meses de febrero y abril disminuye a 60-40 mm y el resto del año es casi nula. Por lo que es necesario el sistema de riego.

Por lo consiguiente, existe una notable falta de agua durante el resto del año que repercute de una manera negativa en el desarrollo agropecuario. La insolación es considerable, aun cuando hay cortos periodos en los que el cielo aparece cubierto de nubes las mismas que no llegan a condensarse y precipitarse en forma de lluvia, lo que permite que Zapotillo tenga un clima cálido-seco. Entre los meses más secos y más húmedos, la diferencia en las precipitaciones es 187 mm.

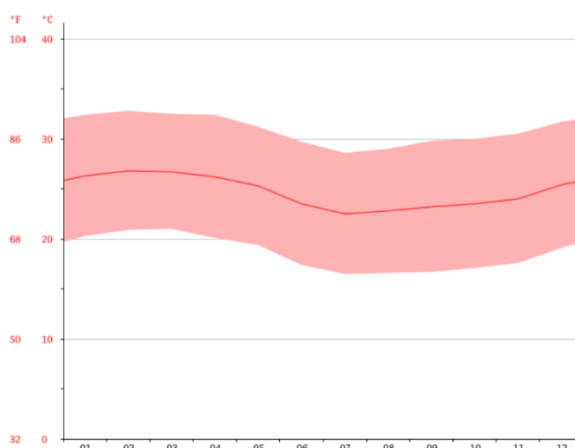


Ilustración 6: Diagrama de temperatura El Huasimo, cantón Zapotillo.

Elaborado por: *climate-data.org*

La temperatura promedio en Zapotillo es 24.7°C, siendo febrero el mes más caluroso del año con una temperatura media de 26.8°C. Las temperaturas medias más bajas del año se producen en julio, cuando está alrededor de 22.5°C. La variación en las temperaturas durante todo el año es 4.3 ° C.

Tabla 1: Datos históricos del tiempo El Huasimo, cantón Zapotillo.

Elaborado por: *climate-data.org*

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	26.3	26.8	26.7	26.2	25.3	23.5	22.5	22.8	23.2	23.5	24	25.4
Temperatura min. (°C)	20.3	20.9	21	20.1	19.4	17.4	16.5	16.6	16.7	17.1	17.6	19.1
Temperatura máx. (°C)	32.4	32.8	32.5	32.4	31.2	29.7	28.6	29	29.8	30	30.5	31.7
Temperatura media (°F)	79.3	80.2	80.1	79.2	77.5	74.3	72.5	73.0	73.8	74.3	75.2	77.7
Temperatura min. (°F)	68.5	69.6	69.8	68.2	66.9	63.3	61.7	61.9	62.1	62.8	63.7	66.4
Temperatura máx. (°F)	90.3	91.0	90.5	90.3	88.2	85.5	83.5	84.2	85.6	86.0	86.9	89.1
Precipitación (mm)	20	62	187	45	10	3	0	0	0	3	2	5

Según el mapa de radiación solar del Ecuador realizado por CONELEC, se puede identificar claramente, que el área en el que se encuentra el cantón Zapotillo es la zona con mayor radiación presentada en el país.

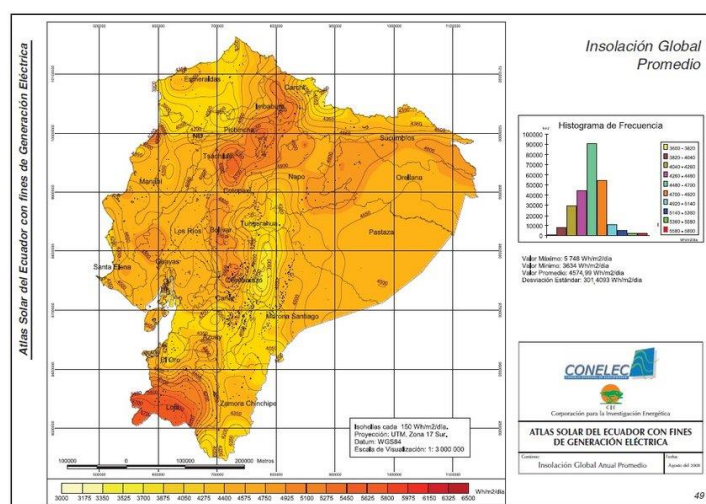


Ilustración 7: Mapa de radiación solar del Ecuador.

Realizado por: CONELEC

Según el mapa de cubierta vegetal de la Provincia de Loja realizado por PREDESUR, la vegetación existente es típica de zonas secas, observándose algunas variaciones de acuerdo a la altitud del suelo. Encontramos un tipo de bosque muy seco tropical y bosque espinoso tropical, representada su población forestal por especies de: Guayacán, Gualtaco, Palo santo, Ceibo, etc.

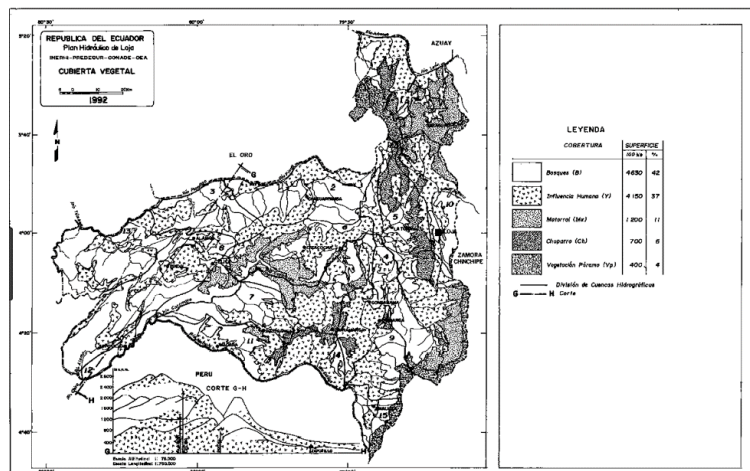


Ilustración 8: Mapa de cubierta vegetal provincia de Loja.

Realizado por: PREDESUR.

3.1 Depósitos Aluviales.

Se encuentran ubicados en el Valle del río Alamor y el río Chira, creando pequeñas terrazas utilizadas para la producción agrícola. Las rocas volcánicas son masivas, duras, de textura afanítica estructura ígnea laminar vetilladas rellenas con cuarzo y en menor proporción carbonatos.

4 Estudios Geológicos.

Según los estudios geológicos realizados por el INERHI, dan a conocer las condiciones geológicas y geotécnicas de la zona que cubre el plan de riego Zapotillo, que describe la geomorfología y estratigrafía del lugar.

4.1 Geomorfología.

En el área del proyecto se presentan características donde se diferencia dos zonas:

- a. La zona de relieve irregular, pendientes verticales, formado por valles encañonados de drenajes en ciclo joven, corresponde al lugar de toma de agua y conducción.

- b. La zona baja que presenta relieves regulares, pendientes moradas creando valles encajonados característico de drenajes en ciclo maduro, que corresponde al final de la conducción y zonas de riego.

4.2 Estratigrafía.

En el área del proyecto se encuentran dos tipos de diferentes:

- a. La formación Célica que posee de tipo volcánico litológicamente está representada por rocas andesíticas, pirogénicas y brechas.
- b. La formación Zapotillo que posee de tipo sedimentario, litológicamente está conformada por lutitas y areniscas.

La formación Zapotillo está ubicada en el extremo suroeste de la Provincia de Loja, donde dos partes atraviesan el territorio peruano que limitan por el río Chira y la quebrada Pilares en la zona sur y los ríos Puyango y Cazaderos al norte-oeste. Las rocas que pertenecen a esta formación cubren la mayor parte de la zona de riego.

5 Información Técnica de la Uva.



Ilustración 9: Uva.

Realizado por: peru.com

Nombre de la planta: **Vid.**

Nombre científico: **Vitis Vinífera.**

Nombre comercial: **Uvas frescas.**

Las uvas son parte de la familia de las Vitaceae y son del género de las Vitis, como todo tipo de uva. Estos arbustos de tallos vivaces leñosos y trepadores tienen zarcillos los cuales les permite sujetarse a las superficies para trepar. Sus hojas cubren los frutos del exceso de luz solar. Sus frutos crecen en vallas y sus semillas son compuestas y duras.⁸ El tipo de uva que se va a sembrar en la hacienda es “Red Globe” son uvas de color rosado-rojo, muy grandes, redondos y sin semillas. Tienen la piel crujiente, pulpa carnosa, y un sabor neutro. Los racimos son grandes, cónicos y bien lleno. Las vides tienen bajo vigor.

5.1 Clima.

El clima óptimo para el crecimiento de la vid varía mucho ya que esta es una planta que se adapta a muchas condiciones climáticas. Puede ser este tropical o subtropical con temperaturas que varían desde 23 a 33 Centígrados. Con lo cual, se considera que el clima en el cantón Zapotillo es óptimo para el cultivo de la uva,

5.2 Precipitación.

La necesidad de la Vid en cuanto a la precipitación varía dependiendo del clima y la duración del periodo de crecimiento de la uva, por lo general está entre 500 y 1200 mm/ año. Las Vid son regadas de acuerdo con sus necesidades y temperatura diariamente. La cantidad de riego varía por el tipo de suelo, viento, humedad. En el periodo de sequía las horas óptimas para el riego son entre las 8 y 9 am.

5.3 Radiación solar.

Se ha demostrado que la luz es indispensable para la formación de color en algunas uvas rojas.⁹ En el trópico hay alrededor de 12 horas de radiación solar, lo que permite dos

⁸ Ferraro R. 1983. Viticultura Moderna. Tomo I. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur, SLR. Montevideo, Uruguay.

⁹ Ferraro R. 1983. Viticultura Moderna. Tomo I. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur, SLR. Montevideo, Uruguay.

cosechas al año. De tal manera que el clima de Zapotillo se presta para realizar el doble cultivo.

5.4 Suelo.

La vid es una especie que se acomoda a gran diversidad de suelos, sin embargo, deben elegirse de preferencia terrenos sueltos, profundos; desarrollándose exitosamente en suelos franco-arcillosos (agroaldia.minag.gob.pe, 2010). El suelo que se tiene en la hacienda es un suelo franco con un leve contenido de arcilla dándole un color rojizo, muy útil para la siembra de uva.

5.5 Raíces.

Las raíces de la Vid se adaptan cualquier tipo de suelo y buscan nutrientes.

6 Topografía.

Para realizar el diseño del sistema de riego es necesario conocer la topografía de la zona específicamente las longitudes a ser cubiertas por el sistema, pendientes del terreno para conocer las pérdidas de carga del sistema de riego. Además, se requiere conocer de antemano si existen fallas topográficas como quebradas montañas, taludes, cañones, etc. Ya que se debe considerar todas estas características para el diseño del proyecto.

El sistema de riego va a ser implementado en un área de 12,6 hectáreas. Se realizó un estudio topográfico, mostrado a continuación, para obtener las curvas de nivel, conocer si existen accidentes topográficos y conocer a mayor profundidad las características topográficas del lugar.

Este levantamiento se realizó con un GPS y una Estación total, que será georreferenciado, para tener el nivel de exactitud adecuado para el proyecto se encontró las curvas de nivel cada 1 metro.

6.1 Mediciones del Estudio Topográfico.

La Hacienda Agrindzap se extienden en un área de 50,7 hectáreas, pero el área a implementarse en el sistema de riego es 12,6 hectáreas divididas en 3 parcelas. La parcela 2 con la parcela de vino se unen por motivos de precisión en la toma de puntos de coordenadas, y definiendo las siguientes áreas de:

Parcela 1: 4,00 ha.

Parcela 2: 4,61 ha.

Parcela 3: 4,03 ha.

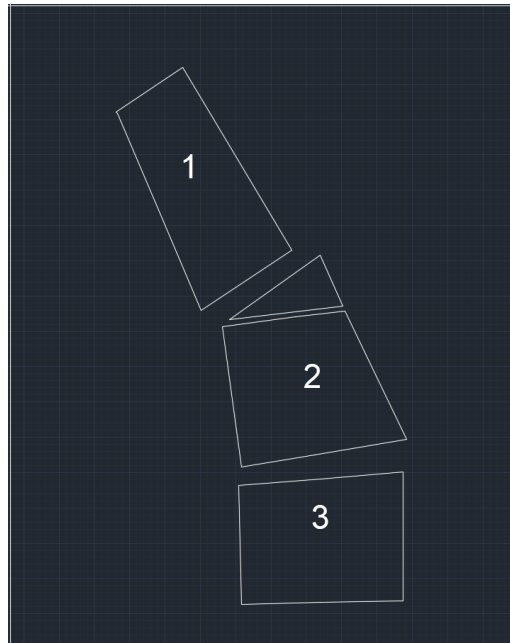


Ilustración 10: Parcelas.

Con sus respectivos puntos de coordenadas:

Tabla 2: Puntos de coordenadas de las parcelas.

PUNTO	NORTE	ESTE	UBICACION
1	9509101.000	572792.000	PARRON 1
2	9509139.000	572902.000	PARRON 1
3	9508874.000	572979.000	PARRON 1
4	9508840.000	572852.000	PARRON 1
5	9508773.000	572879.000	PARRON 2
6	9508803.000	573056.000	PARRON 2
7	9508619.000	573152.000	PARRON 2
8	9508577.000	572908.000	PARRON 2
9	9508575.000	572907.000	PARRON 3
10	9508617.000	573160.000	PARRON 3
11	9508405.000	573099.000	PARRON 3
12	9508380.000	572948.000	PARRON 3

6.2 Determinación de la Pendiente Promedio.

La cota máxima del terreno es 155 metros sobre el nivel del mar y la cota mínima es de 152 metros. Las pendientes promedio a lo largo de todo el terreno son uniformes alrededor de 3,64%. Se realizó la ecuación de porcentaje de pendiente por múltiples ocasiones para llegar a un valor promedio mostrado a continuación.

$$\%pendiente = \frac{\# \text{ de curvas de nivel}}{\text{distancia}} \times 100\%$$

Dando como resultado:

Tabla 3: Pendientes.

# de curvas	Distancia (m)	Pendiente (%)
1	25,4	3,94
4	94,86	4,21
4	116,86	3,42
4	158,48	2,52
2	51,49	3,81
5	126,87	3,94
	Promedio	3,64

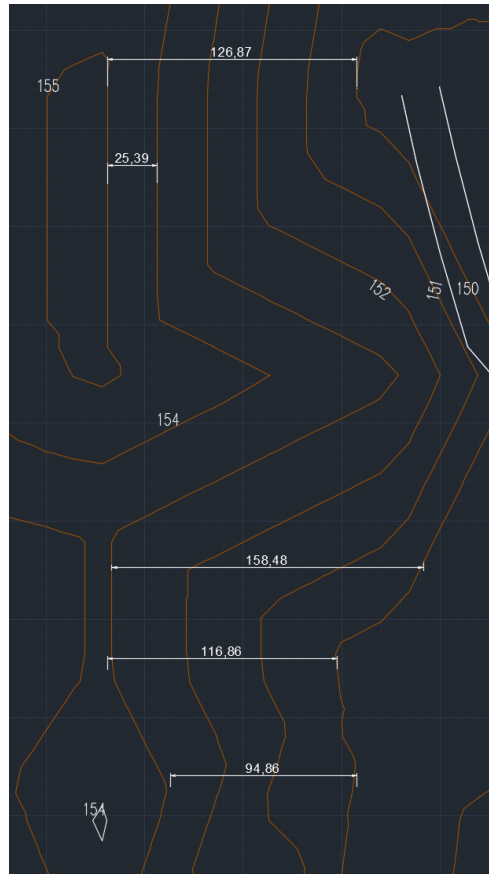


Ilustración 11: Distancias para encontrar las pendientes.

Estos datos nos indican que el terreno es bastante regular con pendientes bajas lo cual va a facilitar el diseño hidráulico ya que no hay mayores incidentes geográficos. Teniendo en cuenta las características presentadas en la zona se diseñó el plano topográfico con una escala de 1:2000 con un alto índice de precisión (adjunto plano topográfico en anexos).

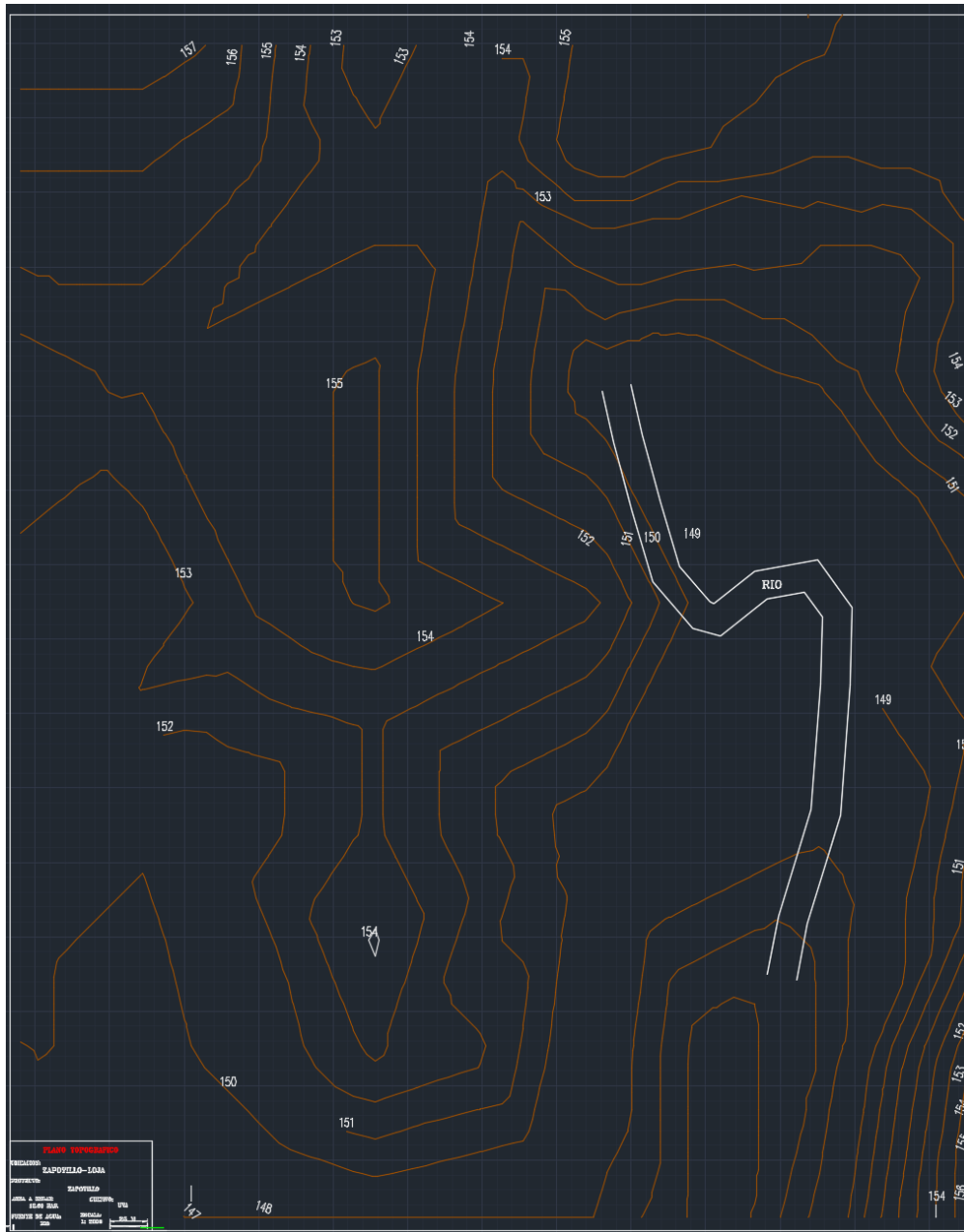


Ilustración 12: Plano topográfico.

7 Análisis del Hidrológico.

En esta sección se analiza si la cantidad del recurso hídrico captado de la quebrada “S/N” es apta para el abastecimiento del reservorio. Luego se analiza y dimensiona la distribución del agua a lo largo de todo el sistema de riego tomando en cuenta los caudales, pérdidas de carga, y presión necesaria, etc. Ante lo cual, se toma en cuenta los siguientes aspectos dados por la concesión de aguas de la hacienda realizados por la Subsecretaria de la Demarcación Hidrográfica de Puyango-Catamayo, de la Secretaria del Agua.

7.1 Situación Hidrográfica.

Vertiente Pacífico, sistema 22 Catamayo, Cuenca 70 Catamayo, Subcuenca 02 río Catamayo, microcuenca 93 quebrada Huasimo y dren al río Catamayo.

7.2 División Hidrográfica según Pfafstetter.

Región Hidrográfica 1, Unidad Hidrográfica 13, Unidad Hidrográfica Cuenca 138, Unidad Hídrica Intercuenca 1385, Unidad Hídrica Cuenca interna 13851.

Tabla 4: Situación hidrográfica y división hidrográfica según Pfafstetter.

Realizado por: Subsecretaría de la Demarcación Hidrográfica de Puyango-Catamayo.

CORRESPONDE A:				
FUENTE	UBICACIÓN SITIO	PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA
Quebrada "Sin Nombre"	Huásimo	50 Zapotillo	13 Zapotillo	11 Loja
SITUACIÓN HIDROGRÁFICA				
FUENTE	SISTEMA	CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA
P Pacífico	22 Catamayo	70 Río Catamayo	02 Río Catamayo	93 Qbda. Huásimo y dren al río Catamayo
DIVISIÓN HIDROGRÁFICA SEGÚN FASTTETER				
REGIÓN HIDROGRÁFICA NIVEL 1	UNIDAD HIDROGRÁFICA ECUADOR - NIVEL 2	UNIDAD HIDROGRÁFICA CUENCA - NIVEL 3	UNIDAD HIDRO- INTERCUENCA - NIVEL 4	UNIDAD HIDROGRÁFICA CUENCA INTERNA - NIVEL 5
1	13	138	1385	13851

7.3 Descripción de la Fuente de Abastecimiento.

Para el presente trabajo existe la disponibilidad del reservorio con lo que se tendrá el recurso hídrico suficiente para abastecer días de sequía en la zona.

Tabla 5: Descripción de la fuente de abastecimiento.

Realizado por: Subsecretaría de la Demarcación Hidrográfica de Puyango-Catamayo.

NOMBRE DE LA FUENTE	Qda. Sin nombre
UBICACIÓN DE LA CAPTACION	Terrenos Hacienda Agrindzap
COTA DE CAPTACION	151.m.s.n.m.
COORDENADAS DE LA CAPTACION	Coord. UTM 573036 m.Este y 9508880 m.Norte
CAUDAL AFORADO	10,28 lts/seg. (En la fuente)
CAUDAL PERSISTENTE	8,24 lts/seg. (80% probable)
COTA DEL AFORO	144 m.s.n.m
COORDENADAS DEL AFORO	Coord. UTM 573069 m.Este y 9508830 m.Norte
METODO DE AFORO	Volumetrico
USO SOLICITADO	Riego

Se toma el valor dado por la concesión de aguas de 4 lt/seg (se anexa concesión de aguas), con el cual se va a trabajar para encontrar el tiempo de llenado del reservorio y si es suficientemente útil para el sistema de riego a diseñar.

Se tiene la fórmula de caudal que es:

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

Donde:

Q: es el caudal (m³/s).

V: Volumen (m³).

T: Tiempo (s).

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

$$T = \frac{60000}{0,004}$$

$$T = 15000000 \text{ seg} = 4166,67 \text{ horas}$$

Y con esto se pudo encontrar que el reservorio de 60.000 m³ con el caudal concedido por la Secretaria del Agua de 4 lt/seg se llenaría en su totalidad en 4.166,67 horas (casi 6 meses). Siendo un tiempo de llenado muy largo, por lo cual, es necesario obtener una concesión de 8 lt/seg para tener mayor efectividad de riego. Realizando el cálculo con un caudal de 8 lt/seg da como resultado:

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

$$T = \frac{60000}{0,008}$$

$$T = 7500000 \text{ seg} = 2083,33 \text{ horas}$$

El llenado del reservorio se realizará en 2083,33 horas (casi 3 meses), lo que nos señala que el llenado se hará en la mitad de tiempo, que con la concesión actual. El volumen diario a llenar con el caudal de 8 lt/seg es de:

$$8 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} = 28800 \frac{\text{lt}}{\text{hora}}$$

$$28800 \frac{\text{lt}}{\text{hora}} \times 24 \text{ horas} = 691200 \text{ lt}$$

$$691200 \text{ lt} = 691,2 \text{ m}^3$$

En el día el volumen que aportará el caudal de 8 lt/seg será de 691,2 m³, con lo cual el llenado del reservorio tiene que ser previo a la instalación del sistema de riego. Considerando el agua lluvia recolectada el mes de marzo con la fórmula:

$$V = \text{Área superficial del reservorio} \times \text{Precipitación max}$$

$$\text{Área superficial del reservorio} = \pi(89\text{m})^2$$

$$\text{Área superficial del reservorio} = 24884,5\text{m}^2$$

Y con una precipitación máxima de 187 mm se tiene que:

$$V = 24884,5 \times 0,187$$

$$V = 4653,4\text{m}^3$$

El mes de marzo aportaría con 4653,4 m³ para el llenado del reservorio. Casi el 8% del volumen del reservorio. Por último, es necesario estimar el caudal en la captación utilizando la fórmula:

$$Q = CIA$$

Donde:

Q: Caudal en la captación (lt/s).

C: Coeficiente de escorrentía.

I: Precipitación promedio mensual (mm/mes).

A: Área de la cuenca (m²).

Para hallar el coeficiente de escorrentía se utiliza la tabla de Prevert, la cual recomienda valores dependiendo de la textura del suelo y la pendiente de la zona.

Tabla 6: Coeficiente de escorrentía.

Realizado por: Prevert, 1989.

Uso del suelo	Pendiente (%)	Textura del suelo		
		Arenoso – limoso Limoso - arenoso	Limoso Limoso - arenoso	Arcilloso
Bosque	0 – 5	0.10	0.30	0.40
	5 – 10	0.25	0.35	0.50
	10 – 30	0.30	0.40	0.60
	>30	0.32	0.42	0.63
Pastizal	0 – 5	0.15	0.35	0.45
	5 – 10	0.30	0.40	0.55
	10 – 30	0.35	0.45	0.65
	>30	0.37	0.47	0.68
Cultivo agrícola	0 – 5	0.30	0.50	0.60
	5 – 10	0.40	0.66	0.70
	10 – 30	0.50	0.70	0.80
	>30	0.53	0.74	0.84

Sabiendo que la pendiente del terreno es del 3,64% y que el tipo de suelo es franco arcilloso, se obtiene un coeficiente de escorrentía de 0,6.

Es necesario encontrar el área de la cuenca para el cálculo del caudal y por ello, se utiliza el Sistema de Información Geográfica de la zona. Se obtiene un área de 1127409,12 m². Con estos valores encontrados, se calcula el máximo caudal en la captación.

$$I = 187 \frac{mm}{mes} = 0,187 \frac{m}{mes}$$

$$Q = 1127409,12 \text{ m}^2 \times 0,6 \times 0,187 \frac{m}{mes}$$

$$Q = 126495,3 \frac{m^3}{mes}$$

$$Q = 0,0488 \frac{m^3}{s} = 48,8 \frac{lt}{s}$$

En el mes de marzo se tiene el caudal promedio mensual de 48,8 lt/s. También se calcula para febrero y abril, ya que estos meses al igual que marzo, son los meses que más aportan en el aumento de caudal en la cuenca.

$$I = 62 \frac{mm}{mes} = 0,062 \frac{m}{mes}$$

$$Q = 1127409,12 m^2 \times 0,6 \times 0,062 \frac{m}{mes}$$

$$Q = 41939,62 \frac{m^3}{mes}$$

$$Q = 0,0162 \frac{m^3}{s} = 16,18 \frac{lt}{s}$$

$$I = 45 \frac{mm}{mes} = 0,045 \frac{m}{mes}$$

$$Q = 1127409,12 m^2 \times 0,6 \times 0,045 \frac{m}{mes}$$

$$Q = 30440,05 \frac{m^3}{mes}$$

$$Q = 0,0117 \frac{m^3}{s} = 11,79 \frac{lt}{s}$$

Con los caudales encontrados se estima de la curva de descarga y persistencia de caudales.

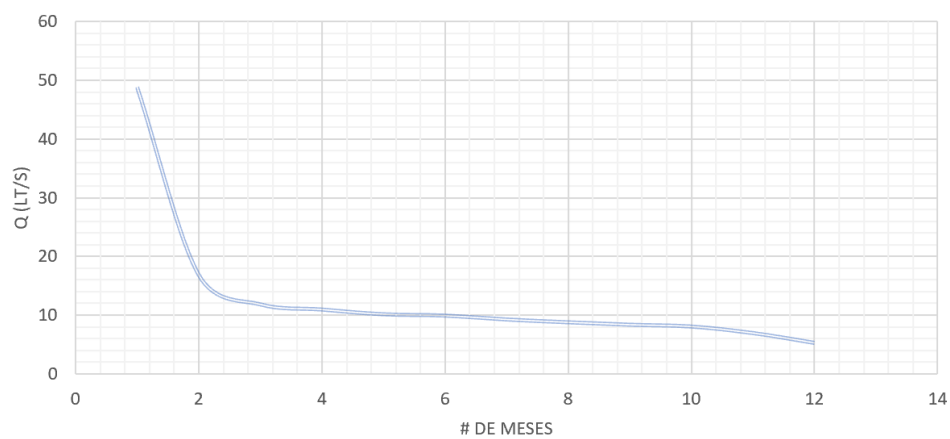


Ilustración 13: Curva de descarga y persistencia de caudales.

8 Riego por Goteo.

El sistema de goteo se aplica sin necesidad de humedecer todo el suelo y se lo hace de manera constante.

Esta aplicación se lo hace con una cercana proximidad a la planta en un volumen reducido tratando de llegar al órgano de absorción y soporte de las plantas, además el agua se suministra con mucha frecuencia y esto mantiene húmedo el suelo, con lo cual la planta absorbe sin estresarla.

En lugares muy secos el suministro será con la frecuencia necesaria para mantener el volumen necesario humedecido sin correr ninguna complicación.

Existen factores que deben ser considerados:

- **Evapotranspiración:** Es la pérdida de agua por la evaporación en el suelo y por la transpiración en la planta. En el riego por goteo se moja una parte reducida de la superficie del suelo; por lo tanto, las pérdidas por evaporación serán menores que en aquellos sistemas de riego en donde se moja todo el suelo.¹⁰
- **Régimen de Humedad:** Debe existir un grado mínimo de humedad que debe tener el suelo para que la planta se desarrollen, es decir no puede bajar de ese nivel para que las plantas no sufran esfuerzo en la absorción del agua, este grado de humedad va a depender de la cantidad de agua que contenga el suelo.

Ya en la práctica los riegos por gravedad y por aspersion se practican por el sistema de turnos, esto quiere decir que los suelos serán regados ciertos días dándole una dosis suficiente para cubrir las necesidades del cultivo, desde el momento que comienza el riego se da la evapotranspiración, lo que será dependiendo del tipo del suelo.

¹⁰ Fuentes, J. (1990). Característica Agronómicas del Riego por Goteo. Mayo 12, 2018, de Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Sitio web: http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1990_17.pd

Cuando el riego es por goteo será más dependiendo del cultivo y organización del agricultor ya que en este método se aleja del nivel mínimo de humedad el suelo.

8.1 El Bulbo Húmedo.

La unidad de riego es el gotero, alrededor de cada gotero se forma una zona de suelo húmedo, llamado “bulbo” por su forma característica. Dentro de este bulbo se pueden diferenciar tres zonas con distinto contenido de agua y de aire¹¹:

- La zona saturada, situada debajo y alrededor del gotero, zona en la que hay un exceso de agua y falta de aire.
- La zona de equilibrio, donde la relación agua – aire es la óptima.
- La zona seca, en la que existe un déficit de agua y un máximo de aire.

Se lo llama así al suelo húmedo por un tipo de riego localizador, el movimiento del agua en el suelo va a determinar la forma y el tamaño del bulbo; el agua ya en el suelo se va a ir por todas las direcciones, pero esta circulación dependerá de la porosidad del mismo, si son poros grandes circula de arriba hacia abajo si son los poros pequeños va en toda dirección¹².

En los suelos arenosos los poros que existen son grandes y el bulbo tiene forma alargada, en el suelo arcilloso es más achatada.

¹¹ Cadena, V. (2016). *Hablemos de riego*. Segunda edición. Quito, Ecuador

¹² Fuentes, J. (1990). Características Agronómicas del Riego por Goteo. Mayo 12, 2018, de Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Sitio web: http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1990_17.pdf

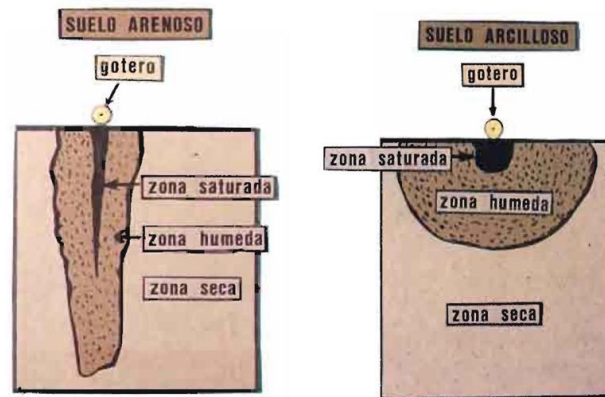


Ilustración 14: El bulbo húmedo según el tipo de suelo.

Realizado por: Fuentes, J. (1990).

Como el suelo de la zona a realizar el diseño de riego por goteo es un suelo franco arcilloso, este tendrá un comportamiento como suelo arcilloso para este caso, con una forma de bulbo húmedo redonda con porosidad un poco mayor al suelo arcilloso.

8.2 Descarga del Gotero.

Cuando el agua empieza a salir por el gotero se forma un pequeño charco, el suelo a su vez empieza a absorber y a distribuirse según las fuerzas existentes, el tamaño del charco depende del caudal que sale por el gotero y por tanto se tendrá un bulbo más horizontal con la utilización de un gotero que nos dé un mayor caudal, un gotero de 2 lt/h produce un bulbo más estrecho que uno de 8 lt/h¹³.

Si comparamos un suelo arenoso con un arcilloso, veremos que en el primero será necesario seleccionar un gotero con mayor descarga y colocado a menor espaciamiento que en el suelo arcilloso. En el caso del suelo de la zona del proyecto en la hacienda Agrindzap, es un suelo franco arcilloso y se utilizara un gotero de 2lt/h.

¹³ Cadena, V. (2016). *Hablemos de riego*. Segunda edición. Quito, Ecuador.

8.3 Sistema Radicular.

El desarrollo radicular es genético, varía según la especie utilizada, fundamentalmente depende de las características del injerto a utilizar; pero también va a depender de las propiedades del suelo.

“Existe en términos generales un equilibrio funcional entre el desarrollo y funcionamientos del sistema radicular y el comportamiento de la parte aérea y productivo de las plantas, a mayor desarrollo radicular mayor producción”.¹⁴

Como se dijo anteriormente en suelos francos la humedad del suelo tiende a ser más horizontal que vertical por lo que la tendencia a desarrollar sistemas radiculares superficiales se agrava con el riego por goteo; debiendo para contrarrestar este caso aumentar la densidad de siembra.

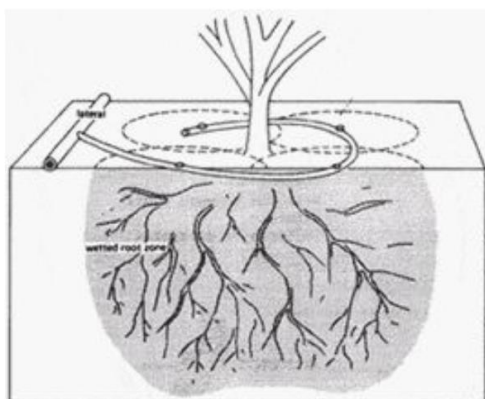


Ilustración 15: Sistema Radicular con Riego por Goteo.

Tomado de: Walker, W. (1989).

La uva de mesa en la brotación comienza el consumo de agua, y va aumentando a medida que el área foliar se vaya desarrollando¹⁵. Según Selles, se distingue cuatro periodos:

¹⁴ Selles, G. (2003). Criterios para Controlar el Riego en Uva de Mesa. Mayo 12, 2018, de Instituto de Investigaciones Agropecuaria Sitio web: <https://www.ina.gob.ar/legacy/pdf/CRA-IIIFERTI/CRA-RYD-C4-Selles2.pdf>

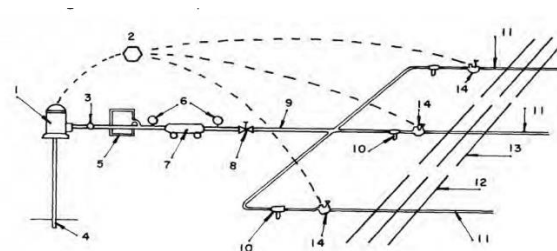
¹⁵ Selles, G. Ferreyra, R. (2003). Criterios para Controlar el Riego en Uva de Mesa. Mayo 12, 2018, de Instituto de Investigaciones Agropecuaria Sitio web: <https://www.ina.gob.ar/legacy/pdf/CRA-IIIFERTI/CRA-RYD-C4-Selles2.pdf>

- Brotación-Floración: Bajo consumo de agua y la humedad del suelo puede ser suficiente.
- Floración-La Pinta: Manejo de agua crítico por la intensa división y elongación celular alcanza un porcentaje del 80% de su tamaño final, por lo cual puede afectar a la fruta, en este periodo crecen los brotes los cuales son importantes para asegurar el potencial productivo de la siguiente temporada.
- La Pinta-Cosecha: En esta etapa se reduce moderadamente el riego sin afectar el tamaño, el riego abundante puede retrasar la madurez de la fruta y siendo vulnerables a enfermedades.
- Postcosecha: Se reduce el riego para mantener el follaje.

8.4 Componentes de la Instalación.

Las partes del sistema de riego:

- Fuente de agua.
- Unidad de bombeo.
- Cabezal de abastecimiento y regulación.
- Red de tuberías para la conducción, distribución y aplicación del agua con sus respectivos accesorios.



- | | |
|------------------------------|------------------------|
| 1. Bomba | 8. Llave de paso |
| 2. Control | 9. Tubería principal |
| 3. Válvula de seguridad | 10. Filtro secundario |
| 4. Fuente de agua | 11. Tubería secundaria |
| 5. Inyector de fertilizantes | 12. Tubería lateral |
| 6. Manómetro de presión | 13. Goteros |
| 7. Primer filtro | 14. Válvula selenoide |

Ilustración 16: Componentes de un sistema de riego por goteo.

Realizado por: Folleto "Hablemos de riego".

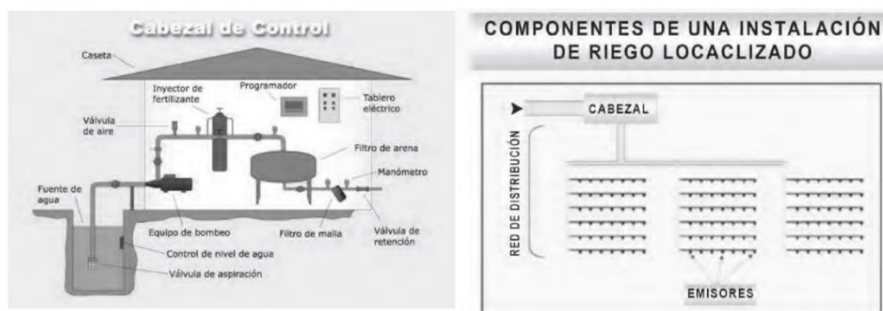


Ilustración 17: Componentes del cabezal de control y de una instalación.

Realizado por: Folleto "Hablemos de riego".

8.4.1 Unidad de Bombeo.

Está constituido por la bomba de agua, la tubería de aspiración desde el pozo o depósito y la tubería de impulsión a la salida de la bomba.

“Los depósitos de agua muy profundas, sería necesario de bombas sumergibles, para esto es necesario conocer el nivel más bajo del agua que experimente el bombeo, para evitar que éste pueda descender por debajo de la entrada a la bomba, se recomienda la instalación de la bomba de manera centrada lo más posible”.¹⁶

8.4.2 Cabezal.

Es el conjunto de aparatos destinados a tratar, medir y filtrar el agua, además de los dispositivos que inyectan los fertilizantes.¹⁷

En el sistema se puede utilizar tres tipos de filtros según la función del filtrado.

- Filtros de Hidrociclón: Separa las partículas más pesadas como arena
- Filtros de arena: Retiene materia orgánica que esté presente
- Filtros de malla: Utilizado cuando el agua llega desde un pozo.

¹⁶ Medina, J.A. (1991). Componentes del sistema. En Riego por Goteo (1). Venezuela: IICA Biblioteca Venezuela.

¹⁷ Medina, J.A. (1991). Componentes del sistema. En Riego por Goteo (1). Venezuela: IICA Biblioteca Venezuela.

El filtro utilizado en el diseño serán los filtros de arena ya que, son muy utilizados en los riegos que su fuente principal de toma de agua es un reservorio propio de la hacienda ya que sirve para retener partículas orgánicas como algas, bacterias, restos orgánicos, que se encuentran en el agua de riego; en menor escala retiene las partículas inorgánicas (arenas, limos, arcillas). Es el tipo de filtro más adecuado para filtrar aguas muy contaminadas.

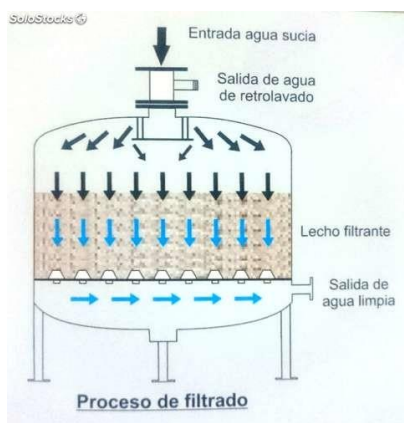


Ilustración 18: Filtro de arena.

Realizado por: ecuared.uc

Otro componente que se utiliza en el cabezal es el equipo de la ferti-irrigación, donde se aprovecha el riego de goteo para incluir los fertilizantes disueltos en la corriente, lo cual permite optimizar las aplicaciones para una mejor asimilación debido a la humedad del suelo y rapidez de la distribución.

El equipo de ferti-irrigación se lo puede también utilizar en la inyección de insecticidas, y otros medicamentos de fumigación.¹⁸

8.4.3 Red de Conducción.

Está constituida por tubería principales para la conducción y otras auxiliares para distribución, en las que se insertan emisores y goteros.

¹⁸ Fuentes, J. (1990). Instalación de Riego por Goteo. Mayo 13, 2018, de Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Sitio web: http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1991_04-05.pdf

Las tuberías que son utilizadas son de PVC, la cual debe ser enterrado para evitar efectos de la radiación solar y la temperatura.

“Las profundidades recomendadas son 45 cm, para diámetros entre 20 y 75 mm, 60 cm para diámetros comprendidos entre 75 y 110 mm y 75 cm, para diámetros mayores de 110 mm”.¹⁹

“La tubería se debe rodear de una capa de tierra exenta de piedras, sobre todo en los puntos singulares (codos, tes, cambios de dirección, etc.); estos puntos deben anclarse mediante bloques de hormigón cuando se producen empujes significativos”.²⁰

Existen piezas especiales, las cuales son utilizadas para derivaciones, cambio de dirección, apertura o cierre del paso de agua, las más utilizadas:

- Llave de paso (permite interrumpir el paso del agua).
- Válvula de retención (evita el cambio de dirección).
- Válvula de seguridad (permite automáticamente la cantidad del caudal evitando que sea excesivo).
- Válvula de drenaje (ayuda a desaguar las tuberías al término del riego).
- Válvula hidráulica (válvula de regulación).
- Válvula de aire (permite la salida del aire donde se pueda acumular).

¹⁹ Fuentes, J. (1990). Instalación de Riego por Goteo. Mayo 13, 2018, de Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Sitio web: http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1991_04-05.pdf

²⁰ Fuentes, J. (1990). Instalación de Riego por Goteo. Mayo 13, 2018, de Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Sitio web: http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1991_04-05.pdf

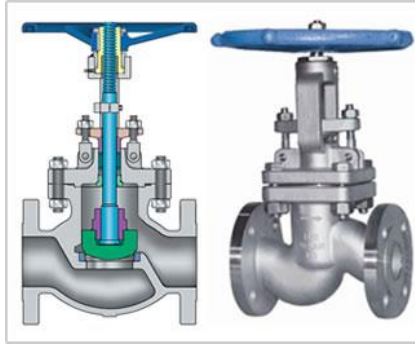


Ilustración 19: Válvulas.

Realizado por: Palomino, 2009.

En el diseño se instalarán diferentes tipos de válvulas:

- Válvulas hidráulicas: que permitan la distribución de caudales en la tubería secundaria y terciaria.
- Válvulas de aire: que ayudan a la expulsión de aire de la tubería, para que no exista pérdidas de caudal y presión.

Válvula Check: utilizada para no dejar que regrese el agua cuando acabe el ciclo de bombeo desde la bomba hasta el cabezal.

8.4.4 Emisores de Agua.

Los goteros son la parte más importantes de todo este sistema de riego. Su adecuada selección garantiza el buen funcionamiento, para lo cual se considera:

- Que el gotero seleccionado aporte pequeños caudales, pero uniformes y constantes.
- Las inevitables variaciones de presión les afecte lo menos posible.
- Su costo sea permisible y su fabricación garantizada.
- Que su diámetro sea el adecuado.
- Que sean poco sensibles a los cambios de temperatura.

“Los caudales del gotero varían entre 1 y 12 litros/hora para una presión de trabajo distinta, pero en general los caudales más empleados son los de 2, 4 y 8 l/h y aunque en teoría todos los goteros de una misma marca y modelo deberían dar el mismo caudal cuando

trabajan a la misma presión y temperatura, debemos tener presente que en la práctica no ocurre eso ya que el tipo de material, la temperatura, el desgaste de la maquinaria, etc. afectan a las dimensiones del gotero y por ende al caudal”²¹.

En el diseño se utilizarán emisores de agua auto compensados que son aquellos que intentan tener un caudal constante independiente de la presión, para lo cual tienen una membrana flexible que se deforma bajo la presión, disminuyendo la sección de paso, y son recomendados cuando existen cambios de pendiente en el terreno.

8.4.5 Disposición de las Laterales.

Hay formas de disponer los emisores según los cultivos, lo importante es garantizar que la superficie mojada nos dé un buen rendimiento.

Las disposiciones usadas son:

- Línea simple: Consiste en una línea lateral porta emisores por fila de plantas, con goteros espaciados uniformemente dentro de ella.

9 Diseño del Riego por Goteo.

Para realizar el dimensionamiento del sistema de riego se siguió el procedimiento establecido en la guía “Hablemos de Riego”, elaborada por el “Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONGOPE)”. Con lo cual se asegura que el diseño realizado abarca todos los cálculos necesarios para el requerimiento de riego en el Ecuador y la aprobación de este proyecto.

9.1 Necesidades Netas de Riego.

En este proyecto, para el sistema de riego por goteo la precipitación efectiva no se considera dada la alta frecuencia de riego y entonces sabemos que $D_n = ET$. Donde “ D_n ” es

²¹ Cadena, V. (2016). *Hablemos de riego*. Segunda edición. Quito, Ecuador.

la demanda neta que requiere la planta y “ET” es la evapotranspiración. Para hallar la evapotranspiración se utiliza la fórmula de Thornthwaite:

$$ET = 1,6\left(\frac{10T}{I}\right)^a$$

Donde:

ET: Evapotranspiración (mm).

T: Temperatura media mensual (°C)

I: Índice calórico anual, que se obtiene de la suma de los valores mensuales (i) que a su vez obedece a la fórmula:

$$i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1,514}$$

i: Índice calórico mensual.

a: Constante que depende del lugar y que es función del índice de eficiencia anual de temperatura. Se calcula con la fórmula:

$$a = 0,000000675I^3 - 0,0000771I^2 + 0,017925I + 0,49239$$

La temperatura media mensual en Zapotillo es de 24,7 °C.

$$i = \left(\frac{24,7}{5}\right)^{1,514}$$

$$i = 11,22$$

Para encontrar el índice calórico anual se multiplica la temperatura media mensual por los 12 meses del año.

$$I = 11,23 \times 12$$

$$I = 134,73$$

$$a = 0,000000675(134,73)^3 - 0,0000771(134,73)^2 + 0,017925(134,73) + 0,49239$$

$$a = 3,35$$

$$ET = 1,6 \left(\frac{10(24,7)}{134,73} \right)^{3,35}$$

$$ET = 12,19 \frac{mm}{día}$$

La evapotranspiración del suelo y la planta obtenida es de 12,19 mm por día. Todo esto nos lleva a la necesidad de corregir el valor de la demanda neta en base a tres coeficientes que están en relación con la localización, la variación climática y la advección, K_1 , K_2 y K_3 respectivamente. La fórmula para el cálculo de la demanda neta considerando las correcciones será:

$$Dn = ET \times K_1 \times K_2 \times K_3$$

9.1.1 Coeficiente Corrector por Localización (k_1).

El valor de K_1 se relaciona con la Fracción del Área Sombreada (FAS).

$$FAS = \frac{\pi r^2}{\text{marco de plantación}}$$

Sabiendo que r es el radio de la vid es 0,8 metros y el marco de plantación es 3,3 metros por 2 metros.

$$FAS = \frac{\pi 0,8^2}{2 \times 3,3}$$

$$FAS = 0,3$$

Para calcular el coeficiente corrector por localización (K_1) se utilizan las siguientes formulas:

Fórmula de Aljibury

$$K_1 = 1,34 \times FAS$$

$$K_1 = 1,34 \times 0,3$$

$$K_1 = 0,4$$

Fórmula de Decroix

$$K_1 = 0,1 + FAS$$

$$K_1 = 0,1 + 0,3$$

$$K_1 = 0,4$$

Fórmula de Hoare

$$K_1 = FAS + 0,5(1 - FAS)$$

$$K_1 = 0,3 + 0,5(1 - 0,3)$$

$$K_1 = 0,65$$

Fórmula de Keller

$$K_1 = FAS + 0,15 (1 - FAS)$$

$$K_1 = 0,3 + 0,15 (1 - 0,3)$$

$$K_1 = 0,41$$

De los resultados obtenidos de K_1 , se eliminan los dos valores extremos y el valor de K_1 es la media de los valores intermedios.

$$K_1 = 0,41$$

9.1.2 Coeficiente Corrector por Variación Climática (k_2).

Según la guía “Hablemos de Riego”, el riego por goteo permite mejorar el valor de la evapotranspiración calculada según la variación climática existente en un 15 a 20%. El coeficiente corrector por variación climática (K_2) será de 1.15 o 1.20 según nuestra decisión dependiendo de la necesidad de agua que tenga la planta²².

9.1.3 Coeficiente por Advección (k_3).

El coeficiente por advección (K_3) está en función de la naturaleza del cultivo y del área a ser regada. Este dato se lo puede obtener del gráfico ilustrado a continuación.

²² Cadena, V. (2016). *Hablemos de riego*. Segunda edición. Quito, Ecuador.

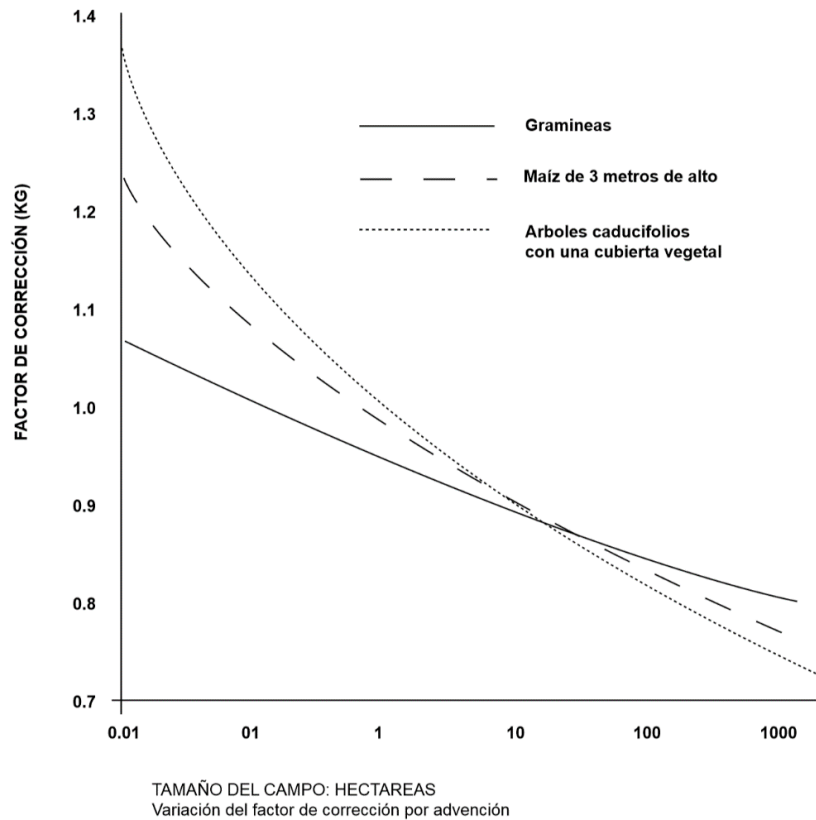


Ilustración 20: Variación del factor por advección.

Tomado de: Folleto "Hablemos de riego".

Para encontrar el valor del coeficiente de advección, se toma la curva de árboles caducifolios con una cubierta vegetal, y se ubica en 12,6 hectáreas en el eje de tamaño del campo. Llegando al valor de K_3 que en este caso es 0,9.

Una vez determinado los factores de corrección, se puede estimar la Demanda Neta:

$$K_1=0,41$$

$$K_2=1,2$$

$$K_3=0,9$$

$$Dn = 12,19 \times 0,41 \times 1,2 \times 0,9$$

$$Dn = 5,4 \frac{mm}{día}$$

9.2 Necesidades Totales del Riego.

En el riego por goteo la eficiencia de aplicación se refiere al aporte adicional de agua que se debe dar por las pérdidas causadas por percolación profunda o por salinidad y por la falta de uniformidad del riego, en consecuencia, la fórmula es:

$$Dt = \frac{Dn}{Rp \times Cu}$$

Donde:

Dt: Demanda total.

Dn: Demanda neta.

Cu: Coeficiente de uniformidad.

Rp: Relación de percolación dado por:

$$Rp = 1 - Rl$$

Rl: Requerimiento de lavado.

El valor de requerimiento de lavado (Rl) está dado por:

$$Rl = \frac{CEa}{2maxCEe}$$

CEa: Conductividad eléctrica del agua en dS/m.

CEe: Conductividad eléctrica del estrato de saturación en dS/m.

El coeficiente a temperaturas normales de conductividad eléctrica del agua es:

$$CEa = 4,8 \text{ dS/m}$$

El valor de la conductividad del estrato se refiere a la máxima disminución del rendimiento del cultivo, los valores que se señalan en la siguiente tabla:

Tabla 7: Tolerancia de los cultivos a la salinidad en relación de la disminución de rendimiento.

Tomado de: Folleto "Hablemos de riego".

Tolerancia de los cultivos a la salinidad en relación con la disminución de su rendimiento (FAO)					
Disminución del rendimiento	0%	10%	25%	50%	100%
Cultivos extensivos	Conductividad eléctrica del extracto de saturación (dS/m)				
Granado	2,7	3,8	5,5	8,4	14
Higuera	2,7	3,8	5,5	8,4	14
Limonero	1,7	2,3	3,3	4,8	8
Manzano	1,7	2,3	3,3	4,8	8
Melocotonero	1,7	2,2	2,9	4,1	6,5
Naranja	1,7	2,4	3,3	4,8	8
Nogal	1,7	2,3	3,3	4,8	8
Olivo	2,7	3,8	5,5	8,4	14
Palmera datilera	4	6,8	11	18	32
Peral	1,7	2,3	3,3	4,8	8
Pomelo	1,8	2,4	3,4	4,9	8
Vod	1,5	2,5	4,1	6,7	12
Zarzamora	1,5	2	2,6	3,8	6

Se utiliza la tabla para hallar el valor de conductividad eléctrica del estrato de saturación (CEe), escogiendo una disminución de rendimiento de máximo el 100%. Con el que resultó un valor de:

$$CEe = 12 \text{ dS/m}$$

Obteniendo el valor de requerimiento de lavado de:

$$Rl = \frac{4,8}{2 \times 12}$$

$$Rl = 0,2$$

Sabemos que:

$$Rp = 1 - Rl$$

$$Rp = 1 - 0,2$$

$$Rp = 0,8$$

Como se indicó anteriormente, los goteros no aportan el mismo caudal, debido a factores constructivos producidos en la fabricación de los mismos, o también debido al sometimiento de distintas presiones, por lo que para saber el coeficiente de uniformidad con el que se va a trabajar nos basamos en la siguiente tabla:

Tabla 8: Coeficientes de uniformidad (CU).

Realizado por: Folleto "Hablemos de riego"

Emisor	Emisores por planta	Pendiente (i)	CU
Goteros espaciados Más de 1 metro	Más de tres	Uniforme (i < 2%)	0.90 – 0.95
		Uniforme (i > 2%) u ondulada	0.85 – 0.90
Goteros espaciados Más de 1 metro	Menos de tres	Uniforme (i < 2%)	0.85 – 0.90
		Uniforme (i > 2%) u ondulada	0.80 – 0.90
Goteros espaciados menos de 1 m, mangueras y cintas de exudación		Uniforme (i < 2%)	0.80 – 0.90
		Uniforme (i > 2%) u ondulada	0.70 – 0.85
Difusores y Micro aspersores		Uniforme (i < 2%)	0.90 – 0.95
		Uniforme (i > 2%) u ondulada	0.85 – 0.90

Se escogió un coeficiente de uniformidad con respecto a goteros espaciados menos de 1 metro de 0,7. Con todos los datos obtenidos se calcula que la demanda total es:

$$Dt = \frac{5,4}{0,8 \times 0,7}$$

$$Dt = 8,44 \frac{mm}{día}$$

Este valor obtenido de 8,44 mm por día es la demanda total de agua que necesita cada planta de Vid, para que su producción sea óptima.

9.3 Porcentaje del Área a Mojarse (A).

Al no mojar toda la superficie, es necesario determinar un mínimo de superficie a mojarse para que las raíces del cultivo se desarrollen normalmente. La guía "Hablemos de Riego" recomienda los siguientes porcentajes:

Cultivos de marco amplio: 25 < A < 35

Cultivos de marco medio: 40 < A < 60

Cultivos hortícolas: 70 < A < 90

“Se debe tener presente que mientras mayor sea el porcentaje de superficie mojada esto se encarecerá por el requerimiento de un mayor número de goteros”²³. Para este diseño se utilizó el promedio de porcentaje de cultivos de marco medio, es decir, un 50%:

$$A = 0,5$$

9.4 Superficie Mojada de la Planta (P).

Para encontrar la superficie mojada de la planta se utiliza el marco de la planta de 3,3 metros por 2 metros y con el porcentaje del área a mojarse de 0,5. Dando un resultado de:

$$P = 3,3 \times 2 \times 0,5$$

$$P = 3,3m^2$$

9.5 Superficie Mojada del Gotero.

La guía “Hablemos de Riego” recomienda fórmulas que nos dan un valor aproximado a la superficie mojada por los goteros en base a la textura del suelo.²⁴ Las fórmulas son:

En suelos de textura arcillosa: $d = 1.2 + 0.1q$

En suelos de textura media: $d = 0.7 + 0.11q$

En suelos de textura arenosa: $d = 0.3 + 0.12q$

Donde:

d: Diámetro mojado por el gotero.

q: Caudal del gotero escogido.

El caudal escogido para el gotero es de 2 l/h y un suelo de textura media.

$$d = 0,7 + 0,11q$$

$$d = 0,7 + (0,11 \times 2)$$

$$d = 0,92m$$

Sabiendo que la superficie mojada del gotero se calcula con la fórmula:

²³ Cadena, V. (2016). *Hablemos de riego*. Segunda edición. Quito, Ecuador.

²⁴ Cadena, V. (2016). *Hablemos de riego*. Segunda edición. Quito, Ecuador.

$$\text{Superficie} = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\text{Superficie} = \frac{\pi(0,92)^2}{4}$$

$$\text{Superficie} = 0,66\text{m}^2$$

9.6 Número de Goteros por Planta (n).

Se calcula con la fórmula:

$$n = \frac{\text{superficie mojada de la planta}}{\text{superficie mojada del gotero}}$$

$$n = \frac{3,3}{0,66}$$

$$n=5$$

9.7 Tiempo de Duración del Riego (t).

Tenemos que:

$$t = \frac{DtxP}{qxn}$$

Sabiendo que:

Dt: Demanda total.

P: Superficie mojada por planta.

q: Caudal del gotero escogido.

n: Número de goteros por planta.

$$t = \frac{8,4 \times 3,3}{2 \times 5}$$

$$t = 2,7 \text{ horas}$$

9.8 Tiempo Total de Riego.

Para sacar el tiempo total de riego, se debe tomar en cuenta el caudal que se tiene desde la toma de agua, dado por la concesión de agua descrita anteriormente que es de 4

lt/seg, y también es necesario saber el marco de la planta que en este caso es de 3,3 metros por 2 metros, con el cual da un valor de:

$$4 \frac{lt}{seg} \times 3600 seg = 14400 \frac{lt}{hora}$$

El gotero a utilizar tiene un caudal de 2 lt/hora, entonces:

$$\frac{14400 \frac{lt}{hora}}{2 \frac{lt}{hora}} = 7200 \text{ goteros}$$

Se necesita 5 goteros por planta.

$$\frac{7200}{5} = 1440 \text{ plantas}$$

Utilizando el área del marco de la planta y el número de plantas se obtiene un área bruta regada de:

$$1440 \times 6,6 m^2 = 9509 m^2 = 0,95 \text{ has}$$

Haciendo relación del tiempo de riego obtenido anteriormente con el área del diseño, se obtiene un tiempo total de 2,7 horas para regar 0,95 hectáreas, entonces para regar 12,6 hectáreas se requiere:

$$t = 2,7 \text{ horas}$$

$$\frac{2,7 h \times 12,6 has}{0,95 has} = 35,81 \text{ horas}$$

Se puede observar que el tiempo total de riego es de 35,81 horas al día, lo que resulta imposible ya que, en un día no se puede regar toda la plantación. Por lo que, se utilizará un caudal mayor, se propone utilizar un caudal de 8 lt/seg.

$$8 \frac{lt}{seg} \times 3600 seg = 28800 \frac{lt}{hora}$$

$$\frac{28800 \frac{lt}{hora}}{2 \frac{lt}{hora}} = 14400 \text{ goteros}$$

$$\frac{14400}{5} = 2880 \text{ plantas}$$

$$2880 \times 6,6 \text{m}^2 = 19008 \text{m}^2 = 1,90 \text{ has}$$

$$\frac{2,7 \text{hx} 12,6 \text{has}}{1,9 \text{has}} = 17,9 \text{ horas}$$

$$t_{\text{total}} = 17,9 \text{ horas}$$

Se obtiene un valor de 17,9 horas al día para regar 12,6 hectáreas. Dividiendo para las tres parcelas de uva resulta un valor de:

Parcela 1

4,00 has

$$\frac{2,7 \text{hx} 4,00 \text{has}}{1,9 \text{has}} = 5,68 \text{ horas}$$

Parcela 2

4,61 has

$$\frac{2,7 \text{hx} 4,61 \text{has}}{1,9 \text{has}} = 6,55 \text{ horas}$$

Parcela 3

4,03 has

$$\frac{2,7 \text{hx} 4,03 \text{has}}{1,9 \text{has}} = 5,72 \text{ horas}$$

9.9 Caudales de Riego.

El caudal para el riego propuesto en la sección anterior es de 8 lt/s, multiplicándole por el tiempo requerido en cada parcela obtenemos un caudal diario de:

$$Q = 28800 \frac{\text{lt}}{\text{hora}} = 28,8 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}$$

Parcela 1

$$28,8 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}} \times 5,68 \text{ horas} = 163,58 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

Parcela 2

$$28,8 \frac{m^3}{hora} \times 6,55 \text{ horas} = 188,64 \frac{m^3}{día}$$

Parcela 3

$$28,8 \frac{m^3}{hora} \times 5,72 \text{ horas} = 164,74 \frac{m^3}{día}$$

Para encontrar el caudal total requerido en el día, se suma el caudal requerido diariamente de cada parcela.

$$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_{total} = 163,58 + 188,64 + 164,74$$

$$Q_{total} = 506,95 \frac{m^3}{día}$$

Sabiendo que el caudal diario a utilizar es de $506,95 \text{ m}^3/\text{día}$. Se analiza el tiempo de vaciado del reservorio, para saber si el reservorio abastecerá satisfactoriamente al riego en días de sequía.

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

$$T = \frac{60000m^3}{506,95 \frac{m^3}{día}}$$

$$T = 118,35 \text{ días} = 4,22 \text{ meses}$$

El reservorio abastecerá 4,22 meses, con lo cual satisface las necesidades del diseño de riego, ya que, la concesión de riego indica que el 80% del año se tendrán caudales de 8 lt/seg. Es decir, que aproximadamente 2,5 meses al año el riego necesita ser abastecido por el reservorio.

9.10 Lamina Total (Lt).

La lamina de aplicación de riego, es el espesor de la capa de agua con que la superficie del terreno quedaría cubierta por el volumen de agua y se calcula con la siguiente formula:

$$Lt = qnxt$$

q: Caudal del gotero escogido.

n: número de gotero por planta.

t: Tiempo de riego.

$$Lt = 2x5x2,7$$

$$Lt = 27 \frac{mm}{día}$$

9.11 Caudales de la Tubería.

Sabiendo que los caudales necesarios en los goteros son de 2lt/h y que estos tienen una separación de 0,3 m, se puede calcular los caudales necesarios en cada sección del diseño de riego. Para esto es necesario saber el número de goteros y el número de mangueras necesarias en cada sección y con esto poder encontrar el caudal en cada manguera y posteriormente encontrar el caudal total con la siguiente formula:

$$Q_{total} = Q_{manguera} \times n_{mangueras}$$

Y para hallar el caudal de la manguera se utiliza la fórmula:

$$Q_{manguera} = n_{goteros} \times Q_{gotero}$$

Teniendo unos resultados por sección de:

Tabla 9: Calculo de caudales por sección.

Parcela	Q gotero (m3/h)	# goteros	# mangueras	Q por manguera (m3/h)	Q total (m3/h)	Q total por parcela (m3/h)
PARCELA 1						90,3
1,1	0,002	658	34	1,315	44,7	
2,1	0,002	670	34	1,341	45,6	
PARCELA 2						104,1
3,1	0,002	662	35	1,323	46,3	
4,1	0,002	668	33	1,335	44,1	
7,1	0,002	685	10	1,371	13,7	
PARCELA 3						90,2
5,1	0,002	663	33	1,325	43,7	
6,1	0,002	667	35	1,329	46,5	

Se determina que los caudales necesarios para el dimensionamiento de la tubería a utilizar por parcela en el sistema de riego por goteo, según los goteros escogidos de 2lt/h, son los siguientes:

- Parcela 1: 90,3 m³/hora
- Parcela 2: 104,1 m³/hora
- Parcela 3: 90,2 m³/hora

9.12 Dimensionamiento de la Tubería.

Para el dimensionamiento de la tubería a utilizar se calcula con la fórmula de Hazen-Williams:

$$D = \left(\frac{3,59Q}{C_h s^{0,54}} \right)^{0,38}$$

Donde:

D: Diámetro (m).

Q: Caudal (m³/s).

C_h: Coeficiente de Hazen-Williams.

s: Perdida de carga sobre la longitud (m/m).

$$s = \frac{h_l}{L}$$

Tabla 10: Coeficientes de Hazen-Williams

Referencia: Mecánica de fluidos. Mott, R.

Tipo de tubo	C_h	
	Promedio para tuberías nuevas y limpias	Valor de diseño
Acero, hierro dúctil o fundido con aplicación centrífuga de cemento o revestimiento bituminoso	150	140
Plástico, cobre, latón, vidrio	140	130
Acero, hierro fundido, sin recubrimiento	130	100
Concreto	120	100
Acero corrugado	60	60

Con esto, se calcula la dimensión de la tubería considerando que se tiene que calcular para la tubería de la bomba al cabezal, tubería primaria, tubería secundaria y tubería terciaria.

- Para dimensionar la tubería entre la bomba y el cabezal se escoge el caudal máximo de descarga (caudal total para la parcela 2 de la tabla 8), ya que este es el más crítico, tomando en cuenta que el riego a cada parcela se lo hará por turnos. El dimensionamiento se lo muestra a continuación:

$$Q = 104,1 \frac{m^3}{h}$$

$$Q = 0,02892 \frac{m^3}{s}$$

$$C_h = 140$$

$$S = 0,02$$

$$D = \left(\frac{3,59 \times 0,02892}{140 \times 0,02^{0,54}} \right)^{0,38}$$

$$D = 0,144m = 144mm$$

$$D \approx 250mm$$

En este caso se sobredimensiona la tubería ya que como se dijo al principio este es el primer tramo de la plantación así que se debe tener en cuenta que esta tubería también va a servir para plantaciones próximas a realizar.

- En la tubería primaria también se toma el tramo más crítico dando un resultado de:

$$Q = 104,1 \frac{m^3}{h}$$

$$Q = 0,02892 \frac{m^3}{s}$$

$$C_h = 140$$

$$S = 0,04$$

$$D = \left(\frac{3,59 \times 0,02892}{140 \times 0,04^{0,54}} \right)^{0,38}$$

$$D = 0,126m = 126mm$$

$$D \approx 160mm$$

- Para la tubería secundaria se asume que el caudal se reparte equitativamente entre los ramales.

$$\#ramales = 2$$

$$Q = \frac{0,02892}{2}$$

$$Q = 0,01446 \frac{m^3}{s}$$

$$C_h = 140$$

$$S = 0,06$$

$$D = \left(\frac{3,59 \times 0,01446}{140 \times 0,06^{0,54}} \right)^{0,38}$$

$$D = 0,0885m = 85,5mm$$

$$D \approx 90mm$$

Esta tubería secundaria será utilizada únicamente en el sector 2 y 3.

- Para la tubería terciaria se tiene que:

$$\#ramales = 2$$

$$Q = \frac{0,01446}{2}$$

$$Q = 0,005764 \frac{m^3}{s}$$

$$C_h = 140$$

$$S = 0,06$$

$$D = \left(\frac{3,59 \times 0,005764}{140 \times 0,06^{0,54}} \right)^{0,38}$$

$$D = 0,06248m = 62,48mm$$

$$D \approx 63mm$$

Para estos cálculos se toma los tramos críticos ya que todo el dimensionamiento de la tubería para el riego tiene que ser igual por facilidades constructivas.

9.13 Cálculo de la Capacidad de la Bomba.

El cálculo de bombeo se lo realiza tomando en cuenta la presión de los goteros utilizados, para este caso se tomó goteros con un caudal de 2l/h y una presión de 2,5 bar o 25 m.c.a, este dato fue hallado en la tabla de especificaciones técnicas de manguera con goteros de la marca “John Deere”.

Tabla 11: Especificaciones de presión de emisores.

Realizado por: John Deere.

Color del Cuerpo del Emisor	Color de la Cubierta del Emisor	Tasa de Flujo (L/h)	Rango Rango (bar)
Gris	Verde	1	0,5-3,5
Gris	Rosa	1,5	0,5-3,5
Gris	Amarillo	2	0,5-3,5

También se debe tomar en cuenta que las pérdidas de carga adicionales serán las que se tienen de los accesorios que encontremos en el cabezal. Los cuales son:

Tabla 12: Pérdidas de carga.

Realizado por: Folleto "Hablemos de riego".

Pérdidas de carga en mca :	
Hidrociclón	2 – 6
Filtro de grava	2 – 4
Filtro de malla	1 – 3
Tanque de fertilización	1 – 4
Inyector hidráulico	4 – 5
Inyector Vénturi	5 – 20
Regulador de presión	4 – 6
Válvula	1 – 3

Para hallar las pérdidas de carga en la tubería a utilizar, de igual manera se escogen los caudales de la tubería más crítica, y se los calcula con la fórmula de Hazen-Williams:

$$h_L = L \left[\frac{Q}{0,85 \times A \times C_h \times R^{0,63}} \right]^{1,852}$$

Donde:

h_L : Pérdida de carga en la tubería (m.c.a).

Q: Caudal (m^3/s).

C_h : Coeficiente de Hazen-Williams.

A: Área del conducto de flujo (m^2).

R: Radio hidráulico del conducto de flujo (m).

$$R = \frac{D}{4}$$

Donde:

D: Diámetro de tubería (m).

Para realizar el cálculo de pérdida de carga de la tubería, se toma el mismo coeficiente de Hazen-Williams que para el dimensionamiento de tubería.

$$C_h = 140$$

Con este valor escogido se calcula las pérdidas de carga de acuerdo a cada tubería dimensionada anteriormente.

- Para la tubería de 250 mm.

$$250\text{mm} = 0,25\text{m}$$

$$\frac{0,25\text{m}}{2} = 0,125\text{m}$$

$$A = \pi 0,125^2$$

$$A = 0,049 \text{ m}^2$$

$$R = \frac{0,25\text{m}}{4} = 0,0625\text{m}$$

$$Q = 104,1 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q = 0,02892 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$L = 136 \text{ m}$$

$$h_L = 136 \left[\frac{0,02892}{0,85 \times 0,049 \times 140 \times 0,0625^{0,63}} \right]^{1,852}$$

$$h_L = 0,19 \text{ m. c. a}$$

- Para la tubería primaria de 160 mm.

$$160\text{mm} = 0,16\text{m}$$

$$\frac{0,16\text{m}}{2} = 0,08\text{m}$$

$$A = \pi 0,08^2$$

$$A = 0,02 \text{ m}^2$$

$$R = \frac{0,16\text{m}}{4} = 0,04\text{m}$$

$$Q = 0,02892 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$L = 193 \text{ m}$$

$$h_L = 193 \left[\frac{0,02892}{0,85 \times 0,02 \times 140 \times 0,04^{0,63}} \right]^{1,852}$$

$$h_L = 1,98 \text{ m. c. a}$$

- Para la tubería secundaria de 90 mm.

$$90\text{mm} = 0,09\text{m}$$

$$\frac{0,09\text{m}}{2} = 0,045\text{m}$$

$$A = \pi 0,045^2$$

$$A = 6,36 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$R = \frac{0,09\text{m}}{4} = 0,0225\text{m}$$

$$Q = 0,01446 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$L = 95 \text{ m}$$

$$h_L = 95 \left[\frac{0,0146}{0,85 \times (6,36 \times 10^{-3}) \times 140 \times 0,0225^{0,63}} \right]^{1,852}$$

$$h_L = 4,77 \text{ m. c. a}$$

- Para la tubería terciaria de 63 mm.

$$63\text{mm} = 0,063\text{m}$$

$$\frac{0,063\text{m}}{2} = 0,0315\text{m}$$

$$A = \pi 0,0315^2$$

$$A = 3,12 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$R = \frac{0,0315\text{m}}{4} = 7,88 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$Q = 0,005764 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$L = 186 \text{ m}$$

$$h_L = 186 \left[\frac{0,005764}{0,85 \times (3,12 \times 10^{-3}) \times 140 \times (7,88 \times 10^{-3})^{0,63}} \right]^{1,852}$$

$$h_L = 20,46 \text{ m. c. a}$$

Con los valores obtenidos de pérdida de carga en cada tubería, se realiza la suma total de pérdida de carga para todo el sistema.

$$h_{L_{total}} = h_{L_{250}} + h_{L_{160}} + h_{L_{160}} + h_{L_{90}} + h_{L_{63}}$$

$$h_{L_{total}} = 0,19 + 1,98 + 4,77 + 20,46$$

$$h_{L_{total}} = 27,4 \text{ m. c. a}$$

Con el valor total de pérdida de carga del sistema de 27,4 m.c.a, se calcula la presión de descarga por bombeo realizada en la siguiente tabla:

Tabla 13: Presión de descarga.

Descripción	Presión (m.c.a)
Perdida de carga por tubería	27,4
10% perdida por accesorios	2,74
Presión de servicio	25
10% desgaste de bomba	5,51
Filtro de grava	2
Válvulas	1
Tanque de fertilizacion	1
TOTAL	64,65

9.14 Cálculo de la Potencia de Bomba.

Para calcular la potencia de la bomba, se requiere la potencia neta requerida por la bomba, la potencia absorbida por la bomba y finalmente la potencia bruta de la bomba. Con lo que se utiliza las siguientes ecuaciones.²⁵

Potencia neta requerida por la bomba:

$$P_n = \frac{Qxp}{270}$$

P_n: Es la potencia neta (H.P).

Q: Es el caudal requerido (m³/h).

P: Es la presión (m.c.a).

²⁵ Cadena, V. (2016). *Hablemos de riego*. Segunda edición. Quito, Ecuador.

Sabiendo que se tiene una presión de descarga de bombeo de 64,65 m.c.a o 6,5 bar y un caudal de 104,1 m³/h se obtiene una potencia neta:

$$P_n = \frac{104,1 \times 64,65}{270}$$

$$P_n = 24,92 \text{ HP}$$

Potencia absorbida por la bomba:

$$P_a = \frac{Qxp}{270r}$$

Pa: Es la potencia absorbida (H.P).

r: Es el rendimiento.

Asumiendo un rendimiento del 60% la potencia absorbida por la bomba es:

$$P_a = \frac{104,1 \times 64,65}{270 \times 0,6}$$

$$P_a = 41,54 \text{ HP}$$

Potencia bruta de la bomba:

Es la potencia aumentada en un porcentaje de seguridad para compensar las pérdidas que se producen al acoplar el motor y la bomba²⁶. Los valores dados por la guía “Hablemos de Riego” son:

- 30% para potencias absorbida por la bomba de hasta 5 HP.
- 20% para potencias absorbida por la bomba de entre 5 y 25 HP.
- 10% para potencias absorbida por la bomba de mayores a 25 HP.

Escogiendo un valor del 10% de potencia aumentada se tiene que:

$$P = 41,54 + (41,54 \times 0,1)$$

$$P = 45,69 \text{ H.P}$$

²⁶ Baroja, G. (2016). *Hablemos de riego*. Segunda edición. Quito, Ecuador.

Se tiene que tomar en cuenta que tipo de motor se va a escoger con la tabla realizada por el folleto “Hablemos de Riego”.

Motor eléctrico tendremos una eficiencia del 87%
Motor térmico (acople directo) del 77%
Motor térmico con caja de cambios del 67%
Tractor con toma de fuerza una eficiencia del 50%

Tabla 14: Tipo de motor.

Realizado por: Folleto “Hablemos de riego”

Se escoge un motor térmico (acople directo), con un porcentaje de 77% respectivamente, entonces la potencia total del motor es:

$$P = \frac{45,69}{0,77}$$

$$P = 59,33 \text{ H.P}$$

Luego de calcular la presión de descarga necesaria y la presión necesaria para el motor de la bomba se escoge una bomba de 6 bar de presión o 60 m.c.a con un motor de 60 H.P.

CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y CONCLUSIONES

1 Análisis y Resultados.

Luego de realizar todos los cálculos necesarios para el diseño de riego por goteo en la hacienda Agrindzap, se puede apreciar que, para un área de riego por goteo de 12,6 hectáreas divididas en 4 parcelas, se va a tener un espaciamiento de 2 metros por planta y un espaciamiento entre líneas laterales de riego de 3,3 metros. El tipo de emisor que se utilizó es auto compensado, ya que en el terreno se tiene un grado de desnivel, lo que ayuda para que el caudal sea constante independientemente de la presión del agua. Las líneas laterales de riego utilizadas en el proyecto será una línea por hilera de plantación ya que el agua requerida no es de mayor proporción y se tendrá un caudal por emisor de 2 l/h con un espaciamiento de emisores de 0.3 metros, con una presión de 25 m.c.a o de aproximadamente de 2,5 bar.

Realizando los cálculos de tiempo de riego para la plantación se llegó al resultado que, para obtener un riego para las 12,6 hectáreas, es necesario 17,95 horas, las cuales fueron divididas en tres periodos asignado uno para cada parcela, teniendo en cuenta que la parcela de uva de vino al ser pequeña en área se une a la parcela 2 para el periodo de riego, y con esto cumplir con las horas calculadas a regar.

La lamina de aplicación de riego, es el espesor de la capa de agua con que la superficie del terreno quedaría cubierta por el volumen de agua, con el cual nos dio un resultado de 27 mm por día, sabiendo que las unidades mm es igual a:

$$1mm = 0,116 \frac{lt}{seg}$$

Por lo que, se necesita un caudal 3,13 lt/seg. Los caudales necesarios para el riego están divididos en tres sectores, al igual como se determinó en los tiempos de regado, para encontrar las necesidades de proporción de agua por parcela los cuales dieron un valor de:

Tabla 15: Caudales de los sectores.

Sector	Caudal (m ³ /h)	Caudal total (m ³ /h)
SECTOR 1		90,3
1.1	44,7	
2.1	45,6	
SECTOR 2		104,1
3.1	46,3	
4.1	44,1	
7.1	13,7	
SECTOR 3		90,2
5.1	43,7	
6.1	46,5	

Teniendo que la descarga máxima por operación va a ser de 104 m³/h y la descarga mínima por operación de 90,2 m³/h. Para esto se va a necesitar una presión de bombeo en descarga de 64,65 m.c.a.

Con estos resultados se realizó una tabla, mostrada a continuación, donde se compilan todos los datos obtenidos:

Tabla 16: Parámetros de diseño.

Parametros de diseño / Irrigacion	Unidades	Resultados
Cultivo		
AREA A IRRIGAR	Ha.	12,6
TIPO DE FUENTE DE AGUA		Reservorio
ESPACIAMIENTO DE CULTIVO	m	2
METODO DE RIEGO		Goteo
TIPO DE EMISOR		Autocompensado
FLUJO DEL EMISOR	l/h	2
ESPACIAMIENTO ENTRE EMISORES	m	0,3
ESPACIAMIENTO ENTRE LATERALES	m	3,3
NUMERO DE LATERALES POR HILERA		1
INTERVALO DE RIEGO	días	1
LAMINA DE APLICACIÓN POR RIEGO	mm	27
TURNOS DE RIEGO		3
TIEMPO DE RIEGO POR OPERACIÓN	h	5,73
DESCARGA MAXIMA DE OPERACIÓN	m ³ /h	104,1
DESCARGA MINIMA DE OPERACIÓN	m ³ /h	90,2
TIEMPO TOTAL DE RIEGO / DIA	h	17,95
PRESION NOMINAL DEL EMISOR	m.c.a	10
DESNIVEL CRITICO	m	8(Subida)
PRESION EN LA DESCARGA DEL BOMBEO	m.c.a	64,65
POTENCIA DEL MOTOR	H.P	60

El dimensionamiento de la tubería fue realizado a partir de los caudales necesarios para el diseño de riego propuesto, tomando en cuenta las pérdidas de carga hidráulica que se va a producir en el transcurso del suministro de agua tomando en cuenta factores de pérdida de carga por fricción que depende del material a utilizar en este caso de PVC para la tubería y manguera lisa para la manguera con goteros. Y también se toma en cuenta otro tipo de cargas por rozamiento llamadas cargas singulares que se producen por la tubería, codos, válvulas etc. Con lo que, los resultados del dimensionamiento de la tubería van a ser de:

Tabla 17: Tubería a utilizar.

Tubería	Unidades	Cantidad
Tubo PVC 250mm 1mpa	m	136
Tubo PVC 160mm 0,8mpa	m	413
Tubo PVC 90mm 0,8mpa	m	213
Tubo PVC 63mm 0,8mpa	m	1086
Manguera con goteros 16mm 2l/h	m	36000

El dimensionamiento de la tubería que va desde la bomba del reservorio al cabezal está sobredimensionado ya que, como se había explicado este es el primer tramo a construir del sembrío de uva, por lo que, se tomó en cuenta que dicha tubería también va a ser utilizada para los tramos próximos a construir.

Para la construcción del diseño de riego, también es necesarios otros elementos primordiales los cuales están descritos a continuación:

Tabla 18: Elementos para diseño de riego.

Elementos	Cantidad
BOMBA 600 ga/min 6 bar	1
VALVULA HIDRAULICA 3"	7
VALVULA DE AIRE 2"	1
VALVULA DE AIRE 1"	4
VALVULA CHECK 250mm	1
FILTRO DE ARENA	3
COLLARIN 90mmx1"	1
ESTANQUE DE FERTILIZANTE 1000lt	3

Con estos elementos y los resultados expuestos se procede a realizar el plano del sistema de riego, que está dividido en dos laminas (Adjuntadas en anexos).

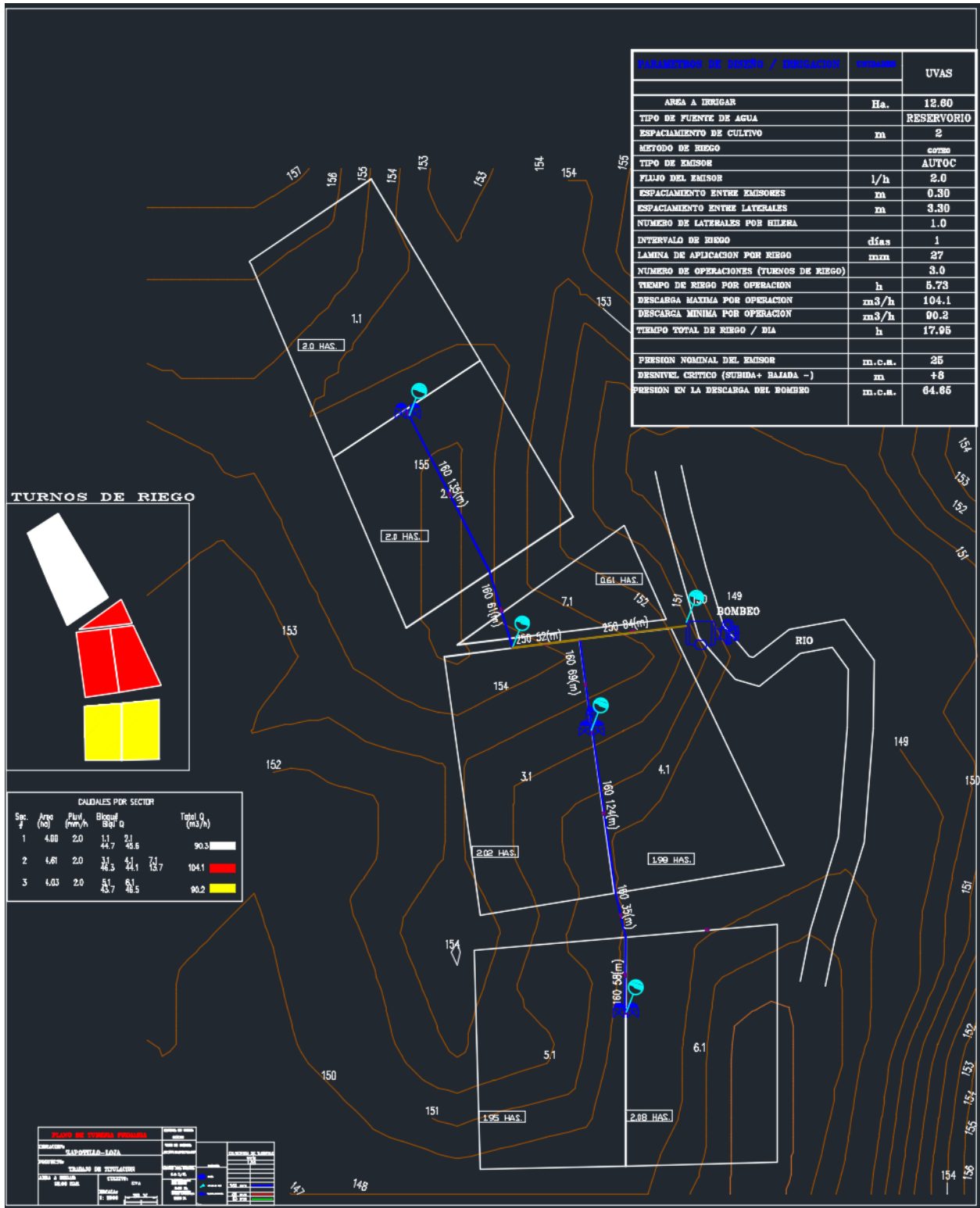


Ilustración 21: Plano de diseño de riego (Tubería primaria).

En la tubería primaria se puede observar que es un diseño en serie, ya que el caudal utilizado en cada sector de riego es igual.

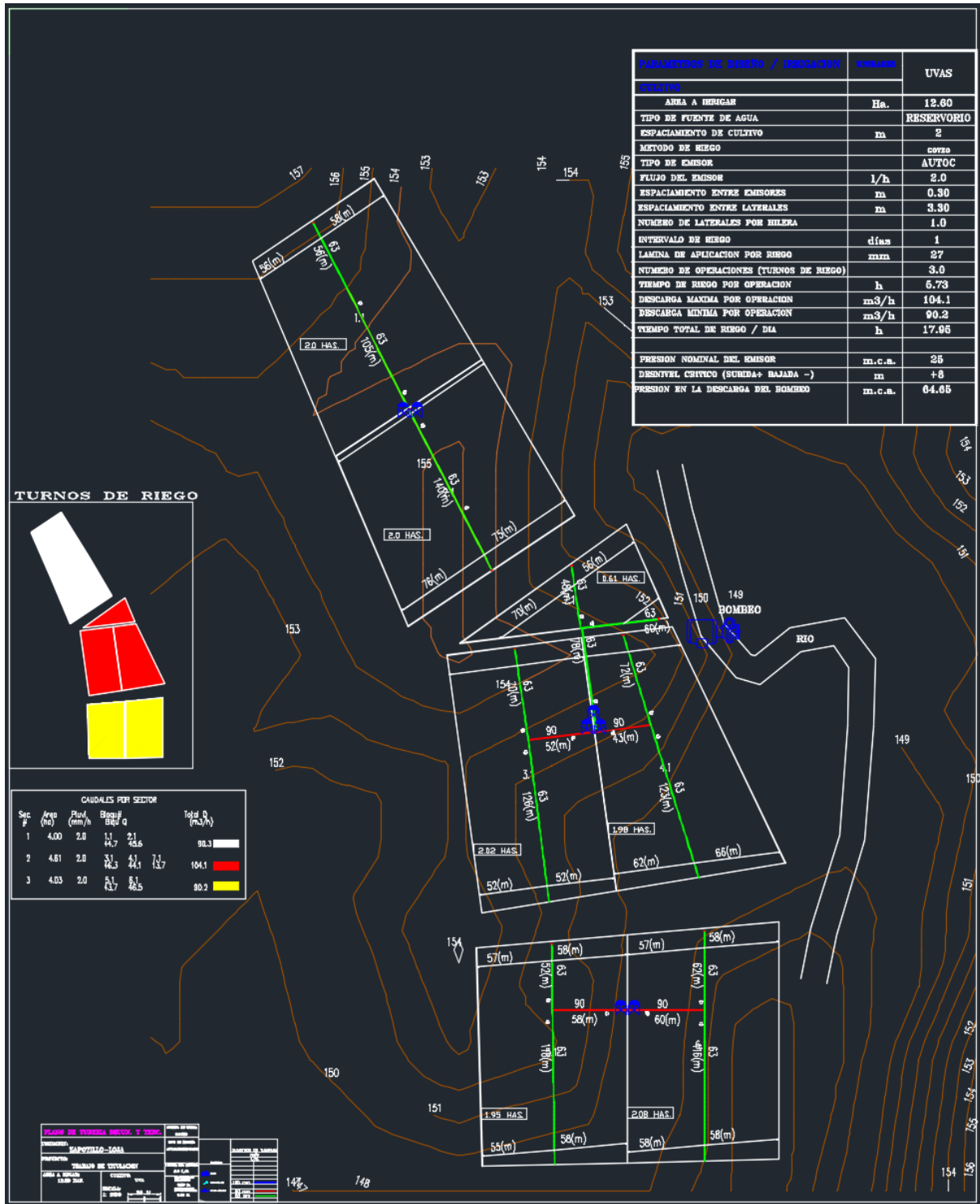


Ilustración 22: Plano de diseño de riego (Tubería secundaria y terciaria).

Respecto a la tubería secundaria y terciaria va a ser un diseño en paralelo ya que los caudales en cada sector son repartidos en tramos diferentes y con esto se tiene que, estos caudales van a cambiar según la necesidad de riego de cada tramo.

2 Evaluación.

2.1 Presupuesto Referencial.

Considerando todos los materiales, consultados en las empresas Austroriego CIA. LTDA. y Ecology Farm CIA. LTDA., y mano de obra necesaria para el diseño del sistema de riego por goteo, se estima un valor de \$64019,14 dólares americanos, desglosados en la siguiente tabla:

Tabla 19: Costo de materiales para el sistema de riego.

Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario (USD)	Total (USD)
TUBO PVC 250mm 1mpa	m	136	217	4991
TUBO PVC 160mm 0,8mpa	m	413	41,89	2890,41
TUBO PVC 90mm 0,8mpa	m	213	13,36	480,96
TUBO PVC 63mm 0,8mpa	m	1086	7,21	1305,01
MANGUERA CON GOTEROS 16mm 2l/h	m	36000	320	23040
BOMBA 600 ga/min 6 bar	u	1	20000	20000
VALVULA HIDRAULICA 3"	u	7	154,8	1083,6
VALVULA DE AIRE 2"	u	1	36,84	36,84
VALVULA DE AIRE 1"	u	4	26,78	107,12
VALVULA CHECK 250mm	u	1	570	570
FILTRO DE ARENA	u	3	2450	7350
COLLARIN 90mmx1"	u	1	4,8	4,8
ESTANQUE DE FERTILIZANTE 1000lt	u	3	120	360
MANO DE OBRA	día(5 personas)	20	90	1800
			Total	64019,74

2.2 Análisis Costo-Beneficio.

Teniendo en cuenta que la producción de la hacienda va a ser de 25000 Kg por hectárea se obtiene un total de 315000 Kg, con un costo de producción aproximado de \$0,40 USD por kilogramo, dando un total de \$126000,00 USD. Dado que el costo de la uva actual varia de entre \$0,80 USD hasta \$1,50 USD sin incluir el transporte, se obtiene un valor total de venta de \$252000,00 USD, tomando en cuenta que se escogió el precio más bajo de venta. Con la siguiente formula se ve si hay rentabilidad en el proyecto:

$$\text{Indice de rentabilidad} = \frac{\text{Ganacias}}{\text{Invertido}}$$

$$\text{Indice de rentabilidad} = \frac{252000,00}{126000,00}$$

Indice de rentabilidad = 2

Se puede observar que el valor es mayor a 1 y con esto se puede decir que el proyecto es rentable.

Descontando el precio de producción se obtiene una ganancia de \$126000,00 USD de lo cual se puede destinar un 10% al pago de diseño de riego el cual es \$12600,00 USD, bajo este valor se puede estimar que se cubrirá el valor total del diseño de riego en 4 cosechas, es decir en 3 años aproximadamente. Analizando que el tiempo de vida útil del sistema de riego es aproximadamente de 10 años se estima obtener una utilidad equivalente de \$138600,00 USD por el tiempo de vida útil restante. Dichos fondos serían destinados para la implementación o actualización del sistema de riego en cuestión.

3 Conclusiones.

- Los objetivos del presente proyecto fueron cumplidos, ya que el diseño del sistema de riego completo se realizó de manera económicamente autosustentable y generaría ganancias aun siendo un sistema costoso.
- De manera específica se realizó el estudio hidrológico para obtener la disponibilidad de recursos hídricos en la zona, y se determinó que el caudal en la captación en el mes de máxima precipitación es de 48,8 lt/s, y el aporte de dicha precipitación en el reservorio es de 4653,4 m³.
- Además, se realizó un plano topográfico. Aunque el terreno es regular y en su mayoría plana lo cual facilitaría su instalación del sistema de riego.
- Con el análisis de los recursos hídricos se determinó el tiempo de llenado del reservorio y se analizó las necesidades y demanda hídrica del tipo de cultivo. Se pudo determinar que la demanda diaria de 507 m³/día puede ser abastecida con un caudal de 8 lt/s en la captación, lo que representa una oferta diaria de 691 m³/día. Con lo que, la diferencia entre la oferta y la demanda del recurso hídrico va a ser de 184 m³/día, lo

cual va a servir para alimentar el reservorio. Por último, se determinó que el reservorio puede abastecer hasta 4,2 meses, cuando los caudales en la captación sean menores a 8 lt/s, lo cual representa el 20% del año, es decir 2,5 meses.

- La viabilidad del proyecto está económicamente sustentada gracias a ciertas consideraciones como que el sistema por goteo es el único sistema que garantiza una buena producción de la uva. La producción con el sistema de riego por goteo se incrementaría en comparación con el uso de otros sistemas de riego, ya que es un sistema donde se localiza el área de la planta a regar.
- Se debe tomar en cuenta que es necesario una nueva concesión de aguas, para tener un aforo hídrico de 8 lt/s, para que el sistema de riego por goteo funcione óptimamente y el reservorio puede abastecer las necesidades hídricas de la planta, y no exista escasez de agua a lo largo del año.
- El sistema de riego por goteo también beneficia al medio ambiente ya que regula la cantidad de agua necesaria en comparación con sistemas similares gracias a que el riego es localizado directo a la planta.
- El presente estudio representa un aporte de análisis técnico a los sistemas de riego implementados en las diferentes haciendas del Ecuador, se realizaron cálculos de dimensiones de tubería, equipamiento necesario además de un análisis de costos para la viabilidad del proyecto.
- Se debe considerar que, la presión de agua necesaria para el riego de las 12.6 hectáreas se satisface con la presión de la bomba ubicada en el reservorio para la distribución de agua necesaria.
- Se debe indicar que el tipo de suelo en el presente caso de estudio es franco arcilloso lo cual facilita la irrigación necesaria para la planta, por lo que los cálculos realizados

en el análisis económico consideran una producción exitosa en cada cosecha. Estos resultados pueden variar de acuerdo al lugar de instalación de este sistema de riego.

- Dado que la implementación de este estudio se da en casos específicos donde existe escases de recursos hídricos, la instalación está ligada a sectores con las características de suelo y caudales similares. Además, las condiciones climáticas son muy influyentes para la producción y por ende el análisis económico del presente proyecto.

CAPÍTULO 4: BIBLIOGRAFÍA

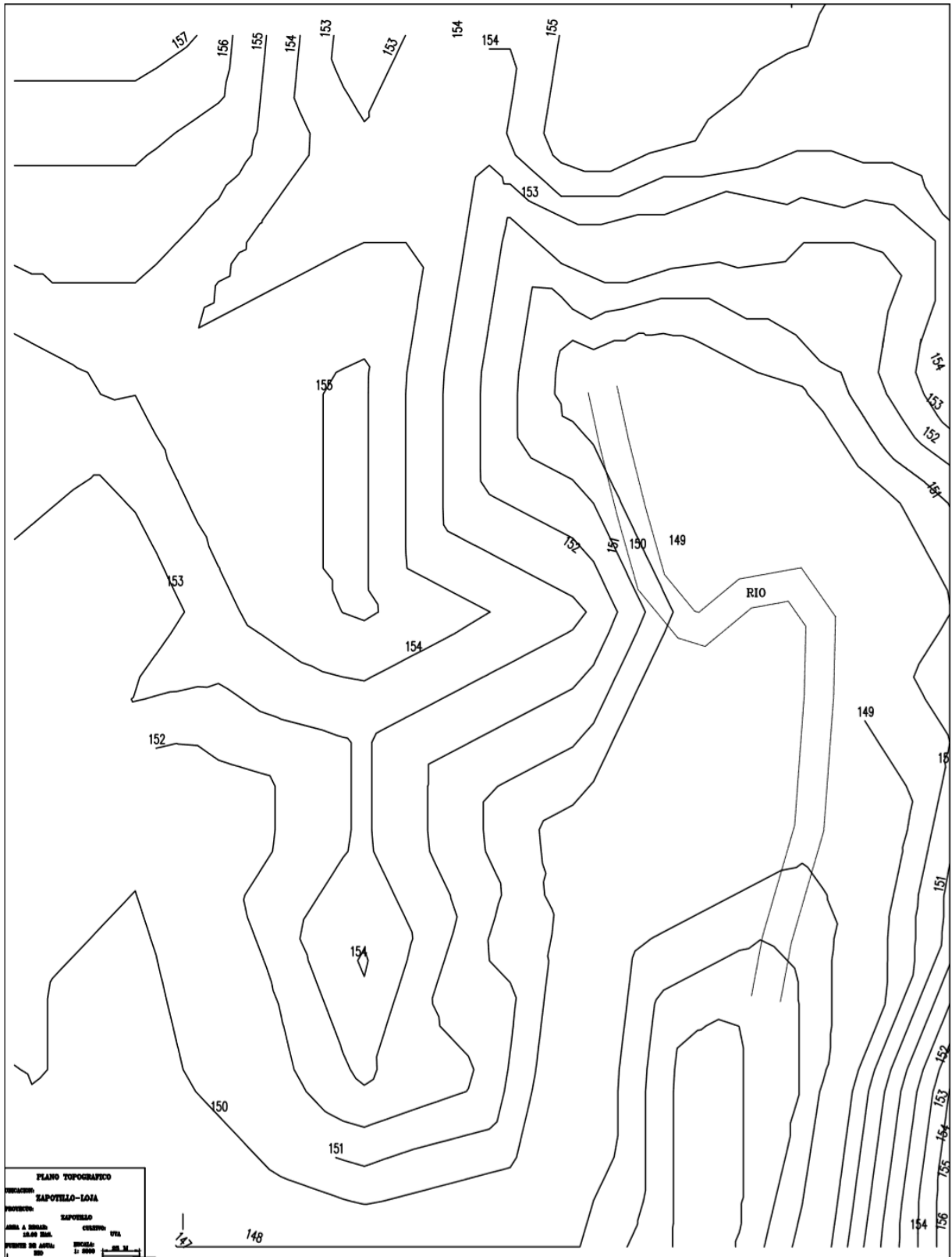
- Cadena, V. (2016). *Hablemos de riego*. Segunda edición. Quito, Ecuador.
- Fuentes J. (1996). *Técnicas de riego, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación*. España.
- INPROCONSULT Cía. Ltda. Subcomisión ecuatoriana PREDESUR. (1996). *Estudio edafológico para el área de riego del proyecto Zapotillo*. Ecuador.
- Ministerio Coordinador de Desarrollo Social. (2018). *Sistema Integrado De Indicadores Sociales Del Ecuador – SIISE*. www.siise.gob.ec.
- Subcomisión ecuatoriana PREDESUR. (2004). *Diseño de la red terciaria de la zona 1 del proyecto de riego Zapotillo*. Ecuador.
- Subcomisión ecuatoriana PREDESUR. (2006). *Diseño de la red terciaria de la zona 2 del proyecto de riego Zapotillo*. Ecuador.
- Subcomisión ecuatoriana PREDESUR. (2007). *Diseño de la red terciaria de la zona 3, ramal 3IC del proyecto de riego Zapotillo*. Ecuador.
- Subcomisión ecuatoriana PREDESUR. (2008). *Diseño de la red terciaria de la zona 3, ramal 3DC del proyecto de riego Zapotillo*. Ecuador.
- Fuentes, J. (1990) *Técnicas de Riego, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*, Ediciones Mundi Prensa, Madrid España.
- Barrera, R. (1989). *Riegos y Drenajes*. Colombia: Universidad Santo Tomás.
- Beccar, L., Rutgerd B y Hoogendam, P. (2001). *Derechos de agua y acción colectiva en el riego comunitario*. Lima: IEP.
- Climate-data.org. (11 de Marzo del 2018). Obtenido de Climate-data.org.: <https://es.climate-data.org/location/178602/>
- Medina J. (2000). *Riego por Goteo, teoría y práctica*. España: Mundi Prensa.

- Moya J. (2002). Riego localizado y Fertiirrigación. España: Star Book.
- Palomino, K. (2009). *Riego por bombeo y drenaje*. Edición Star Book. Madrid España.
- Rodríguez F. (1992). Riego por goteo. México: AGT Editor S.A
- Walker, W. (1987). *Surface irrigation. Theory and practice*. Prentice-Hall. New Jersey.
- Burt, Charles M. & Stuart W. Styles. (2007). *Drip and Micro Irrigation Design and Management for Trees, Vines, and Field Crops*, 3rd Edition. Irrigation Training and Research Center.
- Canales, A., Molina, J. (2010). *Automatización y telecontrol de sistemas de riego*. Barcelona.
- Martínez, V., Soto M. (2010). *Automatización y telecontrol de sistemas de riego*. Barcelona.
- Selles, G. (2003). Criterios para Controlar el Riego en Uva de Mesa. Mayo 12, 2018, de Instituto de Investigaciones Agropecuaria Sitio web:
<https://www.ina.gov.ar/legacy/pdf/CRA-IIIFERTI/CRA-RYD-C4-Selles2.pdf>.
- Ballesteros, N. (2002). *Topografía*. Limusa Noriega Editores. México.
- García, F. (2003). *Curso básico de topografía*. México.
- Mott, R. (2006). *Mecánica de fluidos*. Sexta edición. México.
- Novedades Agrícolas. (2016). Riego por goteo. Mayo 30,2018, de Novedades Agrícolas S.A Sitio web: <http://www.novedades-agricolas.com/es/riego/sistemas-de-riego/riego-por-goteo/>.
- Horcajo, D. (2014). Riego por Goteo. Mayo 30,2018, de Agrohuerto Sitio web: <http://www.agrohuerto.com/riego-por-goteo-que-es/>.

- Flor de Planta. (2014). Técnica de Riego por Goteo. Mayo 30,2018, de Flor de Planta
Sitio web: <http://www.flordeplanta.com.ar/riego/tecnica-de-riego-por-goteo/>.
- Ferraro R. 1983. Viticultura Moderna. Tomo I. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur, SLR. Montevideo, Uruguay.

CAPÍTULO 5: ANEXOS

- A-1: Plano topográfico del sector.
- A-2: Concesión de Aguas.
- A-3: Planos de diseño del sistema de riego.





			Lte/seg.	M. cub./año	Uds/año
Juan Eduardo Burneo Toro, Gerente y Representante Legal de AGRINDZAP GRICOLA INDUSTRIAL ZAPOTILLO CIA. LTDA.	4.0	1.00	4.00	126.144,0	7.40
TOTAL	4.0		4.00		7.40

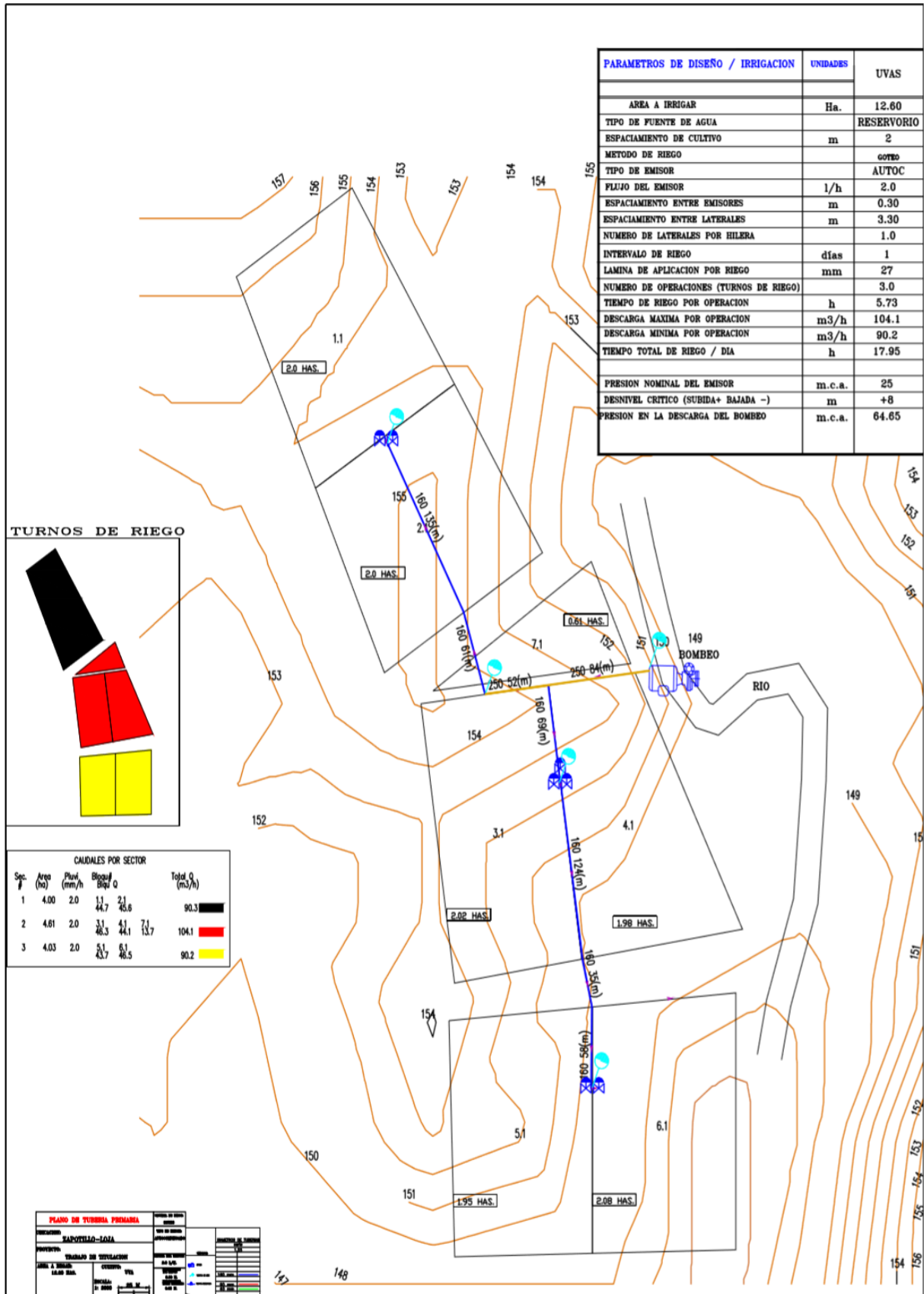
2.- El pago de la tarifa por concepto de riego lo realizará el beneficiario a favor de la SENAGUA, Centro de Atención al Ciudadano Alamor, hasta el 31 de diciembre de cada año, la falta de cumplimiento de esta obligación, ocasionará la pérdida de la autorización. Estas tarifas se revisarán y ajustarán conforme lo estipule la Ley y el Reglamento respectivo.

3.- Se recomienda al beneficiario el estricto uso del recurso hídrico, únicamente para los fines autorizados en este proceso, a través de las obras señaladas en el considerando TERCERO literal d) de esta resolución.

4.- El beneficiario del recurso hídrico autorizado en el presente proceso, contribuirá al mantenimiento de la cobertura vegetal existente alrededor de la fuente materia de este trámite, de ser el caso denunciará al Ministerio del Ambiente en caso de existir tala y quema de la vegetación circundante a la fuente. Además realizará reforestación con especies nativas de la zona en un área de cien metros cuadrados alrededor de la captación en el plazo de un año a partir de ejecutoriada la resolución y colaborará en el mantenimiento y cuidado de zona de la captación para evitar la posible contaminación del agua.

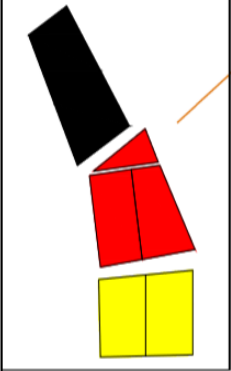
5.- Se respetará el caudal ecológico para mantenimiento de la flora y fauna existentes en el lugar. La Secretaría del Agua se reserva el derecho a la revisión de los caudales concedidos en el tiempo que lo estime conveniente.

6.- No se conceden servidumbres en razón de que todas las obras se encuentran en terrenos del peticionario.



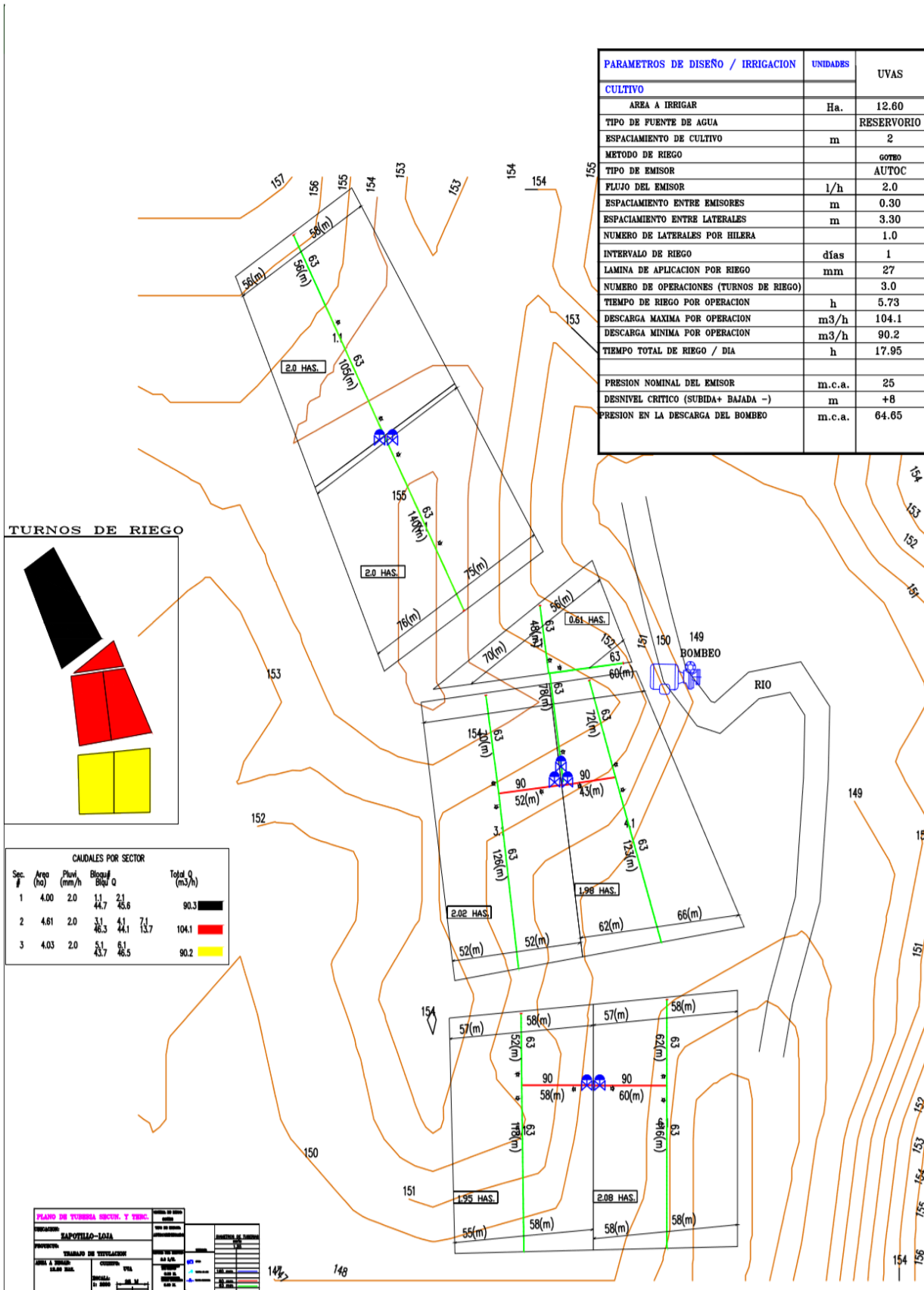
PARAMETROS DE DISEÑO / IRRIGACION	UNIDADES	UVAS
AREA A IRRIGAR	Ha.	12.60
TIPO DE FUENTE DE AGUA		RESERVORIO
ESPACIAMIENTO DE CULTIVO	m	2
METODO DE RIEGO		OTRO
TIPO DE EMISOR		AUTOC
FLUJO DEL EMISOR	l/h	2.0
ESPACIAMIENTO ENTRE EMISORES	m	0.30
ESPACIAMIENTO ENTRE LATERALES	m	3.30
NUMERO DE LATERALES POR HILERA		1.0
INTERVALO DE RIEGO	días	1
LAMINA DE APLICACION POR RIEGO	mm	27
NUMERO DE OPERACIONES (TURNOS DE RIEGO)		3.0
TIEMPO DE RIEGO POR OPERACION	h	5.73
DESCARGA MAXIMA POR OPERACION	m ³ /h	104.1
DESCARGA MINIMA POR OPERACION	m ³ /h	90.2
TIEMPO TOTAL DE RIEGO / DIA	h	17.95
PRESION NOMINAL DEL EMISOR	m.c.a.	25
DESNIVEL CRITICO (SUBIDA+ BAJADA -)	m	+8
PRESION EN LA DESCARGA DEL BOMBEO	m.c.a.	64.65

TURNO DE RIEGO



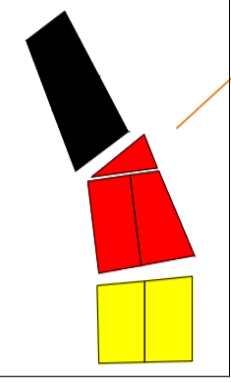
CAUDALES POR SECTOR					
Sec.	Area (ha)	Plant. (mm/h)	Bicajal Bicaj O	Total Q. (m ³ /h)	
1	4.00	2.0	44.7	24.6	90.3
2	4.61	2.0	46.3	44.1	104.1
3	4.03	2.0	43.7	46.5	90.2

PLANO DE TUBERIA PRINCIPAL		TIPO DE TUBERIA	
INDICACION	SARROSTIAO-CAJA	TIPO DE TUBERIA	INDICACION DE TUBERIA
PROYECTO	TRABAJO DE DISEÑO	TIPO DE TUBERIA	INDICACION DE TUBERIA
AREA A IRRIGAR	12.60 HAS.	TIPO DE TUBERIA	INDICACION DE TUBERIA
FECHA	15/08/2010	TIPO DE TUBERIA	INDICACION DE TUBERIA
PROYECTISTA	...	TIPO DE TUBERIA	INDICACION DE TUBERIA
REVISOR	...	TIPO DE TUBERIA	INDICACION DE TUBERIA
APROBADO	...	TIPO DE TUBERIA	INDICACION DE TUBERIA



PARAMETROS DE DISEÑO / IRRIGACION	UNIDADES	UVAS
CULTIVO		
AREA A IRRIGAR	Ha.	12.60
TIPO DE FUENTE DE AGUA		RESERVORIO
ESPACIAMIENTO DE CULTIVO	m	2
METODO DE RIEGO		GORRO
TIPO DE EMISOR		AUTOC
FLUJO DEL EMISOR	l/h	2.0
ESPACIAMIENTO ENTRE EMISORES	m	0.30
ESPACIAMIENTO ENTRE LATERALES	m	3.30
NUMERO DE LATERALES POR HILERA		1.0
INTERVALO DE RIEGO	días	1
LAMINA DE APLICACION POR RIEGO	mm	27
NUMERO DE OPERACIONES (TURNOS DE RIEGO)		3.0
TIEMPO DE RIEGO POR OPERACION	h	5.73
DESCARGA MAXIMA POR OPERACION	m ³ /h	104.1
DESCARGA MINIMA POR OPERACION	m ³ /h	90.2
TIEMPO TOTAL DE RIEGO / DIA	h	17.95
PRESION NOMINAL DEL EMISOR	m.c.a.	25
DESNIVEL CRITICO (SUBIDA+ BAJADA -)	m	+8
PRESION EN LA DESCARGA DEL BOMBEO	m.c.a.	64.65

TURNOS DE RIEGO



CAUDALES POR SECTOR					
Sec. #	Area (ha)	Flujo (mm/h)	Bicaja Bicaj Q	Total Q (m ³ /h)	
1	4.00	2.0	11.7 23.4	21 42.6	90.3
2	4.61	2.0	11.7 23.4	21 42.6	104.1
3	4.03	2.0	11.7 23.4	21 42.6	90.2

PLANO DE TUBERIA SECUN. Y TERC.		MATERIALES	
PROYECTO	SAPOTILLO-IZALA	TIPO DE TUBERIA	1.5" PVC
PROYECTISTA		TIPO DE TUBERIA	2" PVC
AREA A RIEGAR		TIPO DE TUBERIA	3" PVC
ESCALA	1:100	TIPO DE TUBERIA	4" PVC
		TIPO DE TUBERIA	5" PVC
		TIPO DE TUBERIA	6" PVC
		TIPO DE TUBERIA	8" PVC
		TIPO DE TUBERIA	10" PVC
		TIPO DE TUBERIA	12" PVC
		TIPO DE TUBERIA	15" PVC
		TIPO DE TUBERIA	20" PVC
		TIPO DE TUBERIA	24" PVC
		TIPO DE TUBERIA	30" PVC
		TIPO DE TUBERIA	36" PVC
		TIPO DE TUBERIA	42" PVC
		TIPO DE TUBERIA	48" PVC
		TIPO DE TUBERIA	54" PVC
		TIPO DE TUBERIA	60" PVC
		TIPO DE TUBERIA	66" PVC
		TIPO DE TUBERIA	72" PVC
		TIPO DE TUBERIA	78" PVC
		TIPO DE TUBERIA	84" PVC
		TIPO DE TUBERIA	90" PVC
		TIPO DE TUBERIA	96" PVC
		TIPO DE TUBERIA	102" PVC
		TIPO DE TUBERIA	108" PVC
		TIPO DE TUBERIA	114" PVC
		TIPO DE TUBERIA	120" PVC
		TIPO DE TUBERIA	126" PVC
		TIPO DE TUBERIA	132" PVC
		TIPO DE TUBERIA	138" PVC
		TIPO DE TUBERIA	144" PVC
		TIPO DE TUBERIA	150" PVC
		TIPO DE TUBERIA	156" PVC
		TIPO DE TUBERIA	162" PVC
		TIPO DE TUBERIA	168" PVC
		TIPO DE TUBERIA	174" PVC
		TIPO DE TUBERIA	180" PVC
		TIPO DE TUBERIA	186" PVC
		TIPO DE TUBERIA	192" PVC
		TIPO DE TUBERIA	198" PVC
		TIPO DE TUBERIA	204" PVC
		TIPO DE TUBERIA	210" PVC
		TIPO DE TUBERIA	216" PVC
		TIPO DE TUBERIA	222" PVC
		TIPO DE TUBERIA	228" PVC
		TIPO DE TUBERIA	234" PVC
		TIPO DE TUBERIA	240" PVC
		TIPO DE TUBERIA	246" PVC
		TIPO DE TUBERIA	252" PVC
		TIPO DE TUBERIA	258" PVC
		TIPO DE TUBERIA	264" PVC
		TIPO DE TUBERIA	270" PVC
		TIPO DE TUBERIA	276" PVC
		TIPO DE TUBERIA	282" PVC
		TIPO DE TUBERIA	288" PVC
		TIPO DE TUBERIA	294" PVC
		TIPO DE TUBERIA	300" PVC
		TIPO DE TUBERIA	306" PVC
		TIPO DE TUBERIA	312" PVC
		TIPO DE TUBERIA	318" PVC
		TIPO DE TUBERIA	324" PVC
		TIPO DE TUBERIA	330" PVC
		TIPO DE TUBERIA	336" PVC
		TIPO DE TUBERIA	342" PVC
		TIPO DE TUBERIA	348" PVC
		TIPO DE TUBERIA	354" PVC
		TIPO DE TUBERIA	360" PVC
		TIPO DE TUBERIA	366" PVC
		TIPO DE TUBERIA	372" PVC
		TIPO DE TUBERIA	378" PVC
		TIPO DE TUBERIA	384" PVC
		TIPO DE TUBERIA	390" PVC
		TIPO DE TUBERIA	396" PVC
		TIPO DE TUBERIA	402" PVC
		TIPO DE TUBERIA	408" PVC
		TIPO DE TUBERIA	414" PVC
		TIPO DE TUBERIA	420" PVC
		TIPO DE TUBERIA	426" PVC
		TIPO DE TUBERIA	432" PVC
		TIPO DE TUBERIA	438" PVC
		TIPO DE TUBERIA	444" PVC
		TIPO DE TUBERIA	450" PVC
		TIPO DE TUBERIA	456" PVC
		TIPO DE TUBERIA	462" PVC
		TIPO DE TUBERIA	468" PVC
		TIPO DE TUBERIA	474" PVC
		TIPO DE TUBERIA	480" PVC
		TIPO DE TUBERIA	486" PVC
		TIPO DE TUBERIA	492" PVC
		TIPO DE TUBERIA	498" PVC
		TIPO DE TUBERIA	504" PVC
		TIPO DE TUBERIA	510" PVC
		TIPO DE TUBERIA	516" PVC
		TIPO DE TUBERIA	522" PVC
		TIPO DE TUBERIA	528" PVC
		TIPO DE TUBERIA	534" PVC
		TIPO DE TUBERIA	540" PVC
		TIPO DE TUBERIA	546" PVC
		TIPO DE TUBERIA	552" PVC
		TIPO DE TUBERIA	558" PVC
		TIPO DE TUBERIA	564" PVC
		TIPO DE TUBERIA	570" PVC
		TIPO DE TUBERIA	576" PVC
		TIPO DE TUBERIA	582" PVC
		TIPO DE TUBERIA	588" PVC
		TIPO DE TUBERIA	594" PVC
		TIPO DE TUBERIA	600" PVC
		TIPO DE TUBERIA	606" PVC
		TIPO DE TUBERIA	612" PVC
		TIPO DE TUBERIA	618" PVC
		TIPO DE TUBERIA	624" PVC
		TIPO DE TUBERIA	630" PVC
		TIPO DE TUBERIA	636" PVC
		TIPO DE TUBERIA	642" PVC
		TIPO DE TUBERIA	648" PVC
		TIPO DE TUBERIA	654" PVC
		TIPO DE TUBERIA	660" PVC
		TIPO DE TUBERIA	666" PVC
		TIPO DE TUBERIA	672" PVC
		TIPO DE TUBERIA	678" PVC
		TIPO DE TUBERIA	684" PVC
		TIPO DE TUBERIA	690" PVC
		TIPO DE TUBERIA	696" PVC
		TIPO DE TUBERIA	702" PVC
		TIPO DE TUBERIA	708" PVC
		TIPO DE TUBERIA	714" PVC
		TIPO DE TUBERIA	720" PVC
		TIPO DE TUBERIA	726" PVC
		TIPO DE TUBERIA	732" PVC
		TIPO DE TUBERIA	738" PVC
		TIPO DE TUBERIA	744" PVC
		TIPO DE TUBERIA	750" PVC
		TIPO DE TUBERIA	756" PVC
		TIPO DE TUBERIA	762" PVC
		TIPO DE TUBERIA	768" PVC
		TIPO DE TUBERIA	774" PVC
		TIPO DE TUBERIA	780" PVC
		TIPO DE TUBERIA	786" PVC
		TIPO DE TUBERIA	792" PVC
		TIPO DE TUBERIA	798" PVC
		TIPO DE TUBERIA	804" PVC
		TIPO DE TUBERIA	810" PVC
		TIPO DE TUBERIA	816" PVC
		TIPO DE TUBERIA	822" PVC
		TIPO DE TUBERIA	828" PVC
		TIPO DE TUBERIA	834" PVC
		TIPO DE TUBERIA	840" PVC
		TIPO DE TUBERIA	846" PVC
		TIPO DE TUBERIA	852" PVC
		TIPO DE TUBERIA	858" PVC
		TIPO DE TUBERIA	864" PVC
		TIPO DE TUBERIA	870" PVC
		TIPO DE TUBERIA	876" PVC
		TIPO DE TUBERIA	882" PVC
		TIPO DE TUBERIA	888" PVC
		TIPO DE TUBERIA	894" PVC
		TIPO DE TUBERIA	900" PVC
		TIPO DE TUBERIA	906" PVC
		TIPO DE TUBERIA	912" PVC
		TIPO DE TUBERIA	918" PVC
		TIPO DE TUBERIA	924" PVC
		TIPO DE TUBERIA	930" PVC
		TIPO DE TUBERIA	936" PVC
		TIPO DE TUBERIA	942" PVC
		TIPO DE TUBERIA	948" PVC
		TIPO DE TUBERIA	954" PVC
		TIPO DE TUBERIA	960" PVC
		TIPO DE TUBERIA	966" PVC
		TIPO DE TUBERIA	972" PVC
		TIPO DE TUBERIA	978" PVC
		TIPO DE TUBERIA	984" PVC
		TIPO DE TUBERIA	990" PVC
		TIPO DE TUBERIA	996" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1002" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1008" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1014" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1020" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1026" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1032" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1038" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1044" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1050" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1056" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1062" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1068" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1074" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1080" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1086" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1092" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1098" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1104" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1110" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1116" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1122" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1128" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1134" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1140" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1146" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1152" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1158" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1164" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1170" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1176" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1182" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1188" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1194" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1200" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1206" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1212" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1218" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1224" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1230" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1236" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1242" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1248" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1254" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1260" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1266" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1272" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1278" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1284" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1290" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1296" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1302" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1308" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1314" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1320" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1326" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1332" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1338" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1344" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1350" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1356" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1362" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1368" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1374" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1380" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1386" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1392" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1398" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1404" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1410" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1416" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1422" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1428" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1434" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1440" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1446" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1452" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1458" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1464" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1470" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1476" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1482" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1488" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1494" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1500" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1506" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1512" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1518" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1524" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1530" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1536" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1542" PVC
		TIPO DE TUBERIA	1548" PVC
		TIPO DE TUBERIA	15

