



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
PROYECTO DE GRADO



“ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO A PRESIÓN EN BENEFICIO DEL PREDIO LA SABINA DISTRITO DE RIEGO EL ESPINAL MPIO TARQUI DPTO HUILA”



**EIVAR FABIAN ORTIZ VILLEGAS
HERNANDO ROJAS SCALANTE**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA HUILA
2009**



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
PROYECTO DE GRADO



“ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO A PRESIÓN EN BENEFICIO DEL PREDIO LA SABINA DISTRITO DE RIEGO EL ESPINAL MPIO TARQUI DPTO HUILA”

**EIVAR FABIAN ORTIZ VILLEGAS
HERNANDO ROJAS SCALANTE**

**Trabajo de grado presentado como requisito
para optar el título de Ingeniero Agrícola**

Director:

**ING. MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO
Especialista en Ingeniería de Irrigación**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA INGENIERIA AGRICOLA
NEIVA
2009**

NOTA DE ACEPTACIÓN

DIRECTOR PROYECTO DE GRADO

ING. MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO
Especialista en Ingeniería de Irrigación
Profesor Universidad Surcolombiana

JURADOS DEL PROYECTO:

ING. JAIME IZQUIERDO BAUTISTA
Magíster en Ingeniería Civil
Profesor Universidad Surcolombiana
Jurado

RODRIGO PACHON VEJARANO
Ingeniero Agrónomo
Profesor Universidad Surcolombiana
Jurado

NEIVA, NOVIEMBRE DE 2009

DEDICADO A

Este proyecto está dedicado a Dios y a la Virgen María por ofrecerme protección, amparo y felicidad. A mi madre Ana Rosa Villegas por darme la vida, su amor, comprensión y apoyarme en este logro. A mis hermanos María del Mar, Modvelia, Yover, Clara Sofía y Gamaliel por brindarme su apoyo total en todo momento y lugar. A mi abuela Zunilda por respaldarme y ofrecerme todo su afecto y cariño durante toda mi vida y a todas aquellas personas, amigos, compañeros que estuvieron siempre dispuestos para que lograra formarme como un INGENIERO AGRICOLA.

Eivar Fabián Ortiz Villegas

Éste trabajo lo dedico a Dios por darme la fortaleza para llegar a ésta etapa de la vida y Especialmente a mis padres Hernando Rojas y Luz Mila Scalante quienes han sido mi apoyo incondicional durante todo el tiempo, a mis hermanos Juan Gabriel, Jesús Alberto, María Alejandra y a mi tío Jesús Rojas quienes con su paciencia y buenos consejos me dan la inspiración para que todo lo que me proponga lo cumpla satisfactoriamente, y a todas aquellas personas que de una u otra forma compartieron momentos junto a mí para hacer de esto una realidad.

Hernando Rojas Scalante

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros agradecimientos a:

La **Universidad Surcolombiana**, Neiva, en especial al cuerpo de docentes del programa de Ingeniería Agrícola por su misión formadora y por brindarnos todos los conocimientos que hemos recopilado durante este proceso de formación profesional.

Miguel Germán Cifuentes Perdomo, Ingeniero Agrícola, Especialista En Ingeniería De Irrigación y director de este proyecto, por brindarnos su amplia experiencia, aportar sus conocimientos, apoyo y dedicación.

Jaime Izquierdo Bautista. Ingeniero Agrícola Especialista En Obras Civiles, profesor de la Universidad Surcolombiana

Gilberto Alvares Linares, ingeniero especialista en riegos, profesor de la Universidad Surcolombiana

Rodrigo Pachón Bejarano, Ingeniero Agrónomo profesor de la Universidad Surcolombiana

Gladis Quino, Secretaria del Programa Ingeniería Agrícola De La Universidad Surcolombiana. Por su carisma, paciencia y dedicación a los estudiantes.

A nuestros amigos más cercanos por su ayuda y colaboración en todos los aspectos que acarrea realizar un proyecto de grado. Nuevamente a nuestros padres, hermanos y familiares que nos prestaron toda la colaboración y apoyo para poder culminar nuestros estudios.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag
RESUMEN	11
INTRODUCCION	12
1. MARCO CONCEPTUAL	13
2. DESCRIPCION DEL PROYECTO	15
2.1. GENERALIDADES.....	15
2.1.1. GENERALIDADES DEL CACAO Y EL PLÁTANO.....	15
2.1.2. GENERALIDADES DE LA UVA.....	18
2.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	19
2.3. AREA DE INFLUENCIA.....	21
3. METODOLOGIA	22
3.1. RECONOCIMIENTO DEL PROYECTO.....	22
3.2. RECOPIACION DE INFORMACION.....	22
3.2.1. SUELO.....	22
3.2.2. AGUA.....	22
3.2.3. CLIMATOLOGIA.....	22
3.2.4. CULTIVO.....	23
3.3. TOPOGRAFIA.....	24
3.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO.....	24
4. RESULTADOS	25
4.1. DISTRIBUCION DE LOS SISTEMAS DE RIEGO.....	25
4.2. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO.....	26
4.2.1. Pruebas de laboratorio del suelo	26
4.2.1.1. Pruebas físicas de suelo	26
4.2.1.2. Pruebas químicas de suelo.....	27
4.2.2. Caudal disponible para el diseño.....	28
4.2.3. Calculo de Requerimientos Hídricos para el cultivo de cacao y uva, método "SECO" para riego localizado.....	28
4.2.3.1. Datos generales del lote.....	28
4.2.3.2. Calculo de Evapotranspiración (EVT) y uso consumo (UC) mm/día.	29
4.2.3.3. Calculo de la Lamina Neta (LN) o cantidad de agua a aplicar.....	29
4.2.3.4. Calculo de la Lamina Bruta (LB).....	30
4.2.3.5. Frecuencia de riego (FR).....	30
4.2.3.6. Tiempo de riego por unidad de riego (TRur).....	30
4.2.3.7. Posiciones de riego por turno de riego.....	31
4.2.3.8. Turnos de riego por día.....	31
4.2.3.9. Balance hídrico.....	32
4.2.4. Unidades de riego a utilizar en los diseños del sistema de riego.....	33
4.2.4.1. Características de las unidades de riego escogidas para el sistema de riego.....	33
4.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.....	35
4.4. TRAZADO DEL SISTEMA DE RIEGO Y CULTIVO.....	35
4.5. CALCULOS HIDRAULICOS.....	37

4.5.1. Cálculos Hidráulicos Modalidad Goteo Sector 1 (0.8838 Has).....	37
4.5.1.1. Calculo de Lateral Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo...	38
4.5.1.2. Calculo de un Múltiple en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo.....	39
4.5.1.3. Calculo de Tubería de Alimentación “Método Múltiples Salidas” en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo.....	40
4.5.1.4. Calculo de Tubería Principal “Método Múltiples Salidas” en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo.....	41
4.5.1.5. Calculo De Perdidas Unidad De Filtrado	42
4.5.1.6. Necesidad de Presión en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo.....	43
4.5.2. Cálculos Hidráulicos Modalidad Microaspersión Sector 2-3 (1.75Ha)....	44
4.5.2.1. Calculo Del Lateral En El Sistema De Riego Localizado Modalidad Microaspersión.....	45
4.5.2.2. Calculo Del Múltiple En El Sistema De Riego Localizado Modalidad Microaspersión.....	46
4.5.2.3. Calculo De La Tubería Alimentación “Método Múltiples Salidas ” En el Sistema de Riego Localizado Modalidad Microaspersión.....	47
4.5.2.4. Calculo de la Tubería Principal “Métodos Caudales Parciales ” En el Sistema de Riego Localizado Modalidad Microaspersión.....	48
4.5.2.5. Calculo De Perdidas Unidad De Filtrado.....	49
4.5.2.6. Necesidad de Presión en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Microaspersión.....	50
5. Materiales Necesarios Para La Implementación Del Sistema.....	51
6. Descripción Del Proyecto De Riego.....	51
6.1. Captación Y Línea De Abastecimiento Al Lote.....	52
6.2. Unidad de filtrado	52
6.3. Tubería De Distribución Principal.....	53
6.4. Tubería De Distribución Alimentación.....	54
6.5. Sectores De Riego	54
6.5.1. Montaje De Reparto.....	55
6.5.2. Múltiple.....	56
6.5.3. Mangueras Laterales Y Unidades De Riego.....	57
6.6. Tapones De Lavado.....	58
7. Operación Del Sistema De Riego	59
7.1. Programación De Riego.....	59
7.2. Al Momento De Poner En Funcionamiento El Sistema.....	60
7.3. Manejo De Válvulas Para La Operación Del Sistema.....	61
8. Mantenimiento De Obras, Equipos Y Materiales De Riego.....	63
9. Presupuesto.....	64
CONCLUSIONES.....	66
RECOMENDACIONES.....	67
BIBLIOGRAFIAS.....	68
ANEXOS.....	70

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Fig. N.1.	Localización del Proyecto.....	20
Fig. N.2.	Ubicación de la Vereda del Área de Influencia.....	21
Fig. N.3.	Predio La Sabina.....	22
Fig. N.4.	Balance hídrico para el cultivo de cacao.....	32
Fig. N.5.	Balance hídrico para el cultivo de uva.....	32
Fig. N.6.	Trazo de siembra y Ubicación de los Goteros.....	34
Fig. N.7.	Trazo de siembra y Ubicación de los Microaspersores.....	35
Fig. N.8.	Distribución del Sistema de riego por Goteo, Sector de Riego N.1 Predio La Sabina.....	37
Fig. N.9.	Distribución del Sistema de riego por Microaspersión, Sector de Riego N.2 Predio La Sabina.....	44
Fig. N.10.	Esquema general de la distribución y componentes del sistema.....	51
Fig. N.11.	Toma predial instalada en el lote, derivada del distrito de riego El Espinal.....	52
Fig. N.12.	Descripción de la unidad de filtrado que se instalara en el predio.....	53
Fig. N.13.	Descripción tubería principal en el predio La Sabina.....	53
Fig. N.14.	Descripción tubería alimentación en el predio La Sabina....	54
Fig. N.15.	Descripción sectores de riego en el predio La Sabina.....	54
Fig. N.16.	Descripción montaje de reparto para sectores de riego 1....	55
Fig. N.17.	Descripción montaje de reparto para sectores de riego 2....	55
Fig. N.18.	Descripción montaje de reparto para sectores de riego 3....	56
Fig. N.19.	Descripción tubería múltiple para sector de riego 1.....	56
Fig. N.20.	Descripción tubería múltiple para sectores de riego 2-3.....	57
Fig. N.21.	Descripción tubería lateral para sector de riego 1.....	57
Fig. N.22.	Descripción tubería lateral para sectores de riego 2-3.....	58
Fig. N.23.	Descripción Tapón de Lavado para tuberías principal y múltiple.....	58
Fig. N.24.	Descripción Tapón de Lavado en los laterales por medio de obturador.....	59
Fig. N.25.	Descripción proceso de retro lavado Filtro de Arena.....	60
Fig. N.26.	Descripción recorrido normal del agua por el filtro de arena...	61

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distribución en área para cada modalidad de riego diseñada.....	25
Tabla 2. Propiedades física e hidrodinámicas del suelo.....	29
Tabla 3. Forma de siembra, distancia entre plantas y distancia entre emisores para el sistema de riego en el proyecto.....	36
Tabla 4. Materiales necesarios para la implementación y funcionamiento del Sistema en el predio La Sabina.....	51
Tabla 5. Programación del sistema de riego.....	59
Tabla 6. Operación de válvulas según turno y sector de riego a regar...	62

LISTA DE ANEXOS

		Pág.
Anexo 1	Resultado análisis de suelo del predio La Sabina, realizado por el laboratorio de suelos de la Universidad Surcolombiana. (LABSUS).....	71
Anexo 2.	Concesión de agua para riego del distrito de riego El Espinal para el predio La Sabina.....	73
Anexo 3.	Información Climatológica IDEAM. Estación Altamira y El Viso (Elías).....	74
Anexo 4.	Coeficiente estacionales de uso consumo (Kc) para diferentes cultivos.....	76
Anexo 5.	Características del gotero.....	77
Anexo 6.	Características del microaspersor.....	79
Anexo 7.	Planos de instalación para el sistema de riego diseñado en el predio La Sabina.....	89
Anexo 8.	Valores de F para la determinación de perdidas por múltiples salidas, usa la formula de Hazen Williams.....	81
Anexo 9.	Perdidas de presión (j) en tuberías de polietileno PAVCO para riegos y conducciones agrícolas, según la combinación de las formulas de Hazen – Williams y Darcy Weisbachs; en m/100m.....	82
Anexo 10.	Perdidas de presión (j) en tuberías PVC RDE41 uso agrícola, según la fórmula de Hazen – Williams en m/100m.	83
Anexo 11.	Longitud equivalente de conexiones en tuberías en m.	84
Anexo 12.	Perdidas de presión (j) en tuberías PVC RDE32.5 uso agrícola, según la fórmula de Hazen – Williams en m/100m.	85
Anexo 13.	Perdidas de presión (j) en tuberías PVC RDE26 uso agrícola, según la fórmula de Hazen – Williams en m/100m.	86
Anexo 14.	Parámetros selección del tipo de filtrado.....	87
Anexo 15.	. Manual De Operación Y Mantenimiento Sistema De Riego Localizado Modalidad Microaspersión Y Goteo Para El Predio La Sabina.....	93

RESUMEN

Para el manejo del recurso hídrico en la finca La Sabina (Tarqui - Huila), se diseñó un sistema de riego localizado, modalidad microaspersión y goteo, en un área de 3.2 has, con el propósito de beneficiar los cultivos de uva y cacao con sombrío en plátano. El proyecto se diseñó motivado por la necesidad de implementar nuevas prácticas de riego y así suministrar efectiva respuesta a las demandas hídricas necesarias para el normal desarrollo en las diferentes etapas fisiológicas de las plantas. El sistema diseñado se compone de dos modalidades de riego en microaspersión para cacao con sombrío en plátano y uno en goteo para el cultivo de uva, en los cuales se implementara una red de tuberías para la conducción del fluido hasta las plantas. La selección del sistema para cada sembrado se determinó teniendo en cuenta las características del suelo, tipo de cultivo, condiciones climáticas y topográficas de la zona de estudio. Las eficiencias técnicas del sistema se consideran altas, 95% para microaspersión y 98% para goteo, lo cual brinda un uso óptimo al recurso hídrico.

Palabras claves: Cacao, uva, riego, goteo, microaspersión.

ABSTRACT

For the handling of the hydric resource in the property La Sabina (Tarqui - Huila), was designed a system of located irrigation, modality microaspersión and dripping, in an area of 3.2 hectares, in order to benefit plantations of grape and cocoa with plantain shady. The project was designs motivated by the necessities of implementing new practices of irrigation and also provide the requested hydric demand response for the normal development in different physiological stages of plants. The designed system is made up of two irrigation modalities, in microaspersión for cocoa with plantain shady and dripping for the grape plantation. In which a network of pipes will be implemented to provide the conduction of fluid to the plants. The selection of the irrigation system for each sown field was done based on ground characteristics, type of plantation, climatic and topographic conditions of the study zone. The technical efficiencies of the system are consider high, 95% for micro aspersion and 98% for dripping, offering by this way an optimal use to the hydric resource.

Keywords: Irrigation, grape, cocoa, dripping, microaspersión.

INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo los recursos hídricos son cada vez más escasos, por lo que se hace necesaria la implementación de nuevas técnicas para dar un mejor aprovechamiento, buscando la sostenibilidad a este recurso biológico. Es labor del Ingeniero Agrícola buscar soluciones inmediatas a esta problemática ya que cuenta con los conocimientos básicos y necesarios para brindar alternativas que conlleven a la solución de los problemas.

El predio La Sabina ubicado en la vereda La Sabina, Municipio de Tarqui, Departamento del Huila, cuenta con una extensión aproximada de 3,2 has en las cuales se encuentran plantaciones de cacao con sombrío en plátano, cítricos, maracuyá y aguacate. El cultivo de maracuyá será remplazado por una siembra de uva variedad Red Globe. El predio hace parte del distrito de riego El Espinal y cuenta con una alimentación de agua a la entrada del predio, la cual se distribuye por parte de su propietario de forma muy empírica. De ahí se crea la necesidad de implementar la modalidad de riego localizado (micro aspersión y goteo) de esta forma se hacen prácticos los conocimientos adquiridos en el área de adecuación de suelos y agua.

Se espera realizar un diseño económico y viable para la aplicación del riego, este se diseña con la asesoría del Ingeniero Miguel Germán Cifuentes Perdomo, y financiado por el propietario del predio, el señor Hernando Rojas Imbachí.

1. MARCO CONCEPTUAL

En pro de mejores condiciones para el sector agropecuario, el gobierno nacional por medio del Ministerio de Agricultura incentiva a los productores agrarios a la formulación y presentación de proyectos para el manejo del recurso hídrico buscando una mayor competitividad y sostenibilidad frente a futuros retos con la internacionalización de mercados.

“En concordancia con lo anterior, gracias a una iniciativa del Gobierno Nacional, el Congreso de la República expidió la Ley 1133 de 2007 que creó el Programa “Agro, Ingreso Seguro - AIS”, mediante el cual se pretende proteger el ingreso de los productores ante las distorsiones derivadas de los mercados externos, promover la productividad y la competitividad de todo el sector agropecuario nacional, prepararlo para enfrentar el reto de la internacionalización de la economía y reducir la desigualdad en el campo, a través de la implementación de diversos incentivos, apoyos y mecanismos, entre los cuales se encuentra la cofinanciación de obras de infraestructura de riego y drenaje”¹.

RIEGO POR GOTEO²

El riego por goteo, igualmente conocido bajo el nombre de « riego gota a gota», es un método de irrigación utilizado en las zonas áridas pues permite la utilización óptima de agua y abonos.

El agua aplicada por este método de riego se infiltra hacia las raíces de las plantas irrigando directamente la zona de influencia de las raíces a través de un sistema de tuberías y emisores (goteros).

Esta técnica es la innovación más importante en agricultura desde la invención de los aspersores en los años 1930.

El sistema de riego por goteo presenta las siguientes ventajas: No produce erosión; aplicación de agua y nutrientes necesarios; aumenta la producción y calidad de cosecha; disminuye pérdidas de agua por evaporación; disminuye el crecimiento de malezas; baja mano de obra para operación y mantenimiento; bajas presiones de trabajo; fácil instalación del sistema; aplicable a cualquier tipo de topografía. Las desventajas de este sistema son: Exigente en el diseño, operación, mantenimiento y filtrado; ayuda a la salinización de los suelos; altos costos de instalación; sensible a daños de hormigas, pájaros, roedores y otros.³

¹ Programa AIS. Información general. Marzo 10 de 2009. Disponible en World Wide Web: http://www.ais.gov.co/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=60&Itemid=141

²Riego localizado goteo. Información general. Marzo 10 de 2009. Disponible en World Wide Web: www.elriego.com/informa_te/riego_agricola/riego_localizado/principios_tipos/tipos_sistemas.htm

³ CIFUENTES, Perdomo Miguel Germán, Memorias de clase riego localizado. Neiva: Universidad Surcolombiana, 2007

RIEGO POR MICRO ASPERSION⁴

Así se denomina a una variante del riego por aspersión, del tipo riego localizado, pues la lluvia va dirigida a la zona de suelo cercana a la planta, ocupado por las raíces. Utiliza tubos y aspersores con el mismo diseño hidráulico que el riego por goteo.

El sistema se basa en el riego árbol por árbol, en forma de pequeña lluvia, formando un círculo mojado en la zona ocupada por las raíces.

En éste sistema de riego localizado los goteros han sido reemplazados por micro aspersores, que se colocan en la tubería terciaria, junto a la planta.

Los aspersores se van cambiando a medida que cambian los requerimientos de los cultivos. Se pueden obtener áreas regadas o láminas diferentes aplicadas con el mismo equipo de tubos, el cambio se logra cambiando las boquillas de los microaspersores.

Por lo anterior este método es muy dinámico y se puede cambiar la aplicación de agua en la medida de los requerimientos del cultivo sin modificar el caudal de diseño del equipo.

El sistema de riego por micro aspersión presenta las siguientes ventajas: Se aplica la cantidad de agua necesaria; ahorro en mano de obra operación y mantenimiento; adaptable a cualquier tipo de topografía; aumenta productividad y calidad en cosechas; permite la aplicación de abonos por medio de la fertirrigación; favorece al control de malezas, enfermedades y heladas; evita problemas de erosión, trabajando a bajas presiones con diámetros húmedos y descargas ideales. Las desventajas de este tipo de riego localizado son: Costos elevados en la instalación, operación y mantenimiento; diseños exigentes para prevenir deterioro de sus equipos; vulnerable a ataques de insectos, hormigas, roedores y otros; exigente en el filtrado para evitar taponamiento en unidades de riego.⁵

El cacao es uno de los cultivos en donde el riego se maneja de manera muy tradicional, condicionado a climas que deben poseer características particulares para el buen desarrollo fisiológico y productivo de la planta; partiendo del hecho, que el requerimiento hídrico en condiciones tradicionales para el cultivo de cacao, depende de la cantidad de lluvia que oscila entre (1500 – 2500) mm en las zonas bajas más cálidas, y entre (1200 – 1500) mm en zonas más frescas o valles altos. La distribución mensual de la lluvia es de suma importancia, por su falta como por su exceso. Un mínimo de 100 mm en los meses más secos es ideal para la plantación. Dicho hecho es significativo para el caso bajo riego.⁶

⁴ Riego localizado micro aspersión. Información General. Marzo 10 de 2009. Disponible en World Wide Web: www.oni.escuelas.edu.ar/2003/ENTRE_RIOS/26/sisriego/Microasp.htm - 23k

⁵ CIFUENTES, Perdomo Miguel Germán, Memorias de clase riego localizado. Neiva: Universidad Surcolombiana, 2007

⁶ www.inia.gob.p/cacao/PAQUETE%20TECNOLOGICO%20-%20CAAO.pdf

Actualmente se siembran uvas en el Huila en los municipios de Altamira, Tarqui, Tello y Rivera. Las pérdidas ocasionadas por las enfermedades son muy limitantes en el cultivo de la vid, porque disminuyen el rendimiento y la calidad e incrementan los costos de producción. Según los resultados de estudios, las pérdidas pueden llegar hasta el 70% (CENIUVA 1996). La precipitación es ideal a menos de 800 mm por año en épocas bien marcadas, para que se disminuya el riesgo de enfermedades, pero es necesario contar con el riego suficiente para el crecimiento y producción del cultivo.⁷

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 GENERALIDADES DEL CACAO Y EL PLÁTANO

Descripción del Cultivo de Cacao⁸



Fuente, Imágenes tomadas de: <http://www.fedecacao.com.co/pages/culc/beneficio.htm>

CLIMA Y ALTITUD

El clima propicio para el desarrollo del cacao en Colombia coincide con las características del piso térmico cálido, que comprende la franja de tierras ubicadas desde el nivel del mar hasta 1.200 m.s.n.m. Los principales elementos del clima a tener en cuenta son:

- Temperatura: Entre 22 °C y 30 °C en promedio.
- Precipitación: 2.500 milímetros anuales, preferiblemente bien distribuidos a través del año.
- Humedad relativa: Cercana del 80%
- Vientos: Zonas de vientos fuertes permanentes son inconvenientes, a no ser que se puedan instalar barreras vivas rompe vientos a base de franjas abundantes de árboles.

⁷ Manual Manejo de Post cosecha y Comercialización del cultivo de Uva. SENA

⁸ Generalidades del cultivo de Cacao. Información General. Abril 03, 2008. [ref. de 01 enero 2008]. Disponible en World Wide Web: <http://www.fedecacao.com.co/pages/culc/beneficio.htm>

Precipitación⁹

El cacao es una planta que necesita un adecuado suministro de agua para efectuar sus procesos metabólicos. En términos generales, la lluvia es el factor climático que más variaciones presenta durante el año. Su distribución varía notablemente de una a otra región y es el factor que determina las diferencias en el manejo del cultivo.

La precipitación óptima para el cacao es de 1,600 a 2,500 mm. Distribuidos durante todo el año.

Precipitaciones que excedan los 2,600 mm pueden afectar la producción del cultivo de cacao.

Regulación de sombra¹⁰

El árbol de cacao en estado natural vive en asociación biológica con otras especies donde crece y produce mazorcas bajo la cubierta del bosque tropical. Por lo anterior, los especialistas han caracterizado a esta planta como muy amiga de la sombra, lo que indica que prospera donde su follaje no está expuesto a la plenitud de la luz solar.

El efecto de la sombra al iniciar la plantación no sólo es reducir la luz; si no también el de proteger a las plantaciones de cacao del movimiento producto de fuertes corrientes de aire que la perjudican, igual o más que el efecto de temperatura y luz unidas.

Descripción del Cultivo de Plátano¹¹



Fuente http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006718101120_Cartilla%20sobrel%20el%20Cultivo%20de%20platanos.pdf

⁹ Generalidades del cultivo de Cacao. Información General. Mayo 10, 2008. [ref. de 10 Mayo 2008]. Disponible en World Wide Web: <http://www.devida.gob.pe/Documentacion/documentosdisponibles/Manual%20Cacao.pdf>

¹⁰ Generalidades del cultivo de Cacao. Información General. Mayo 10, 2008. [ref. de 10 Mayo 2008]. Disponible en World Wide Web: <http://www.devida.gob.pe/Documentacion/documentosdisponibles/Manual%20Cacao.pdf>

¹¹ Generalidades del cultivo de Plátano. Información General. Abril 03, 2008. [ref. de 01 enero 2008]. Disponible en World Wide Web: bedri.webcindario.com/.../P/PL/Platanera.htm

Características

Planta: herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3.5-7.5 m de altura, terminado en una corona de hojas.

Clima: Los plátanos son propios de regiones tropicales y subtropicales, y rara vez dan buenos resultados fuera de la banda comprendida entre los 30°N y 30°S. Algunos cultivos están adaptados a altitudes de hasta 2.300 msnm, pero la mayoría no prospera a más de 600 m de altitud.

Exige un clima cálido y una constante humedad en el aire. Necesita una temperatura media de 26-27 °C, con lluvias prolongadas y regularmente distribuidas. Estas condiciones se cumplen en la latitud 30 a 31 ° norte o sur y de los 1.00 a los 2.00 m de altitud. Son preferibles las llanuras húmedas próximas al mar, resguardadas de los vientos y regables. En la cuenca del Mediterráneo es posible su cultivo, aunque no para producir frutas selectas, en las localidades donde la temperatura media anual oscila entre los 14 y 20 °C y donde las temperaturas invernales no descienden por debajo de 2°C.

El crecimiento se detiene a temperaturas inferiores a 18°C. Se producen daños a temperaturas menores de 13°C y mayores de 45°C.

El plátano no es un árbol, sino una hierba perenne de gran tamaño. Como las demás especies de Musa, carece de verdadero tronco. En su lugar, posee vainas foliares que se desarrollan formando estructuras llamadas pseudotallos, similares a fustes verticales de hasta 30 cm de diámetro basal que no son leñosos, y alcanzan los 7 m de altura.

Suelo: Es poco exigente en cuanto a suelo, ya que prospera igualmente en terrenos arcillosos, calizos o silíceos con tal que sean fértiles, permeables, profundos, ricos y bien drenados, especialmente en materias nitrogenadas. Prefiere, sin embargo, los suelos ricos en potasio, arcillo-silíceos, calizos, o los obtenidos por la roturación de los bosques, susceptibles de riego en verano, pero que no retengan agua en invierno. La platanera tiene una gran tolerancia a la acidez del suelo, oscilando el PH entre 4.5-8.

IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA¹²

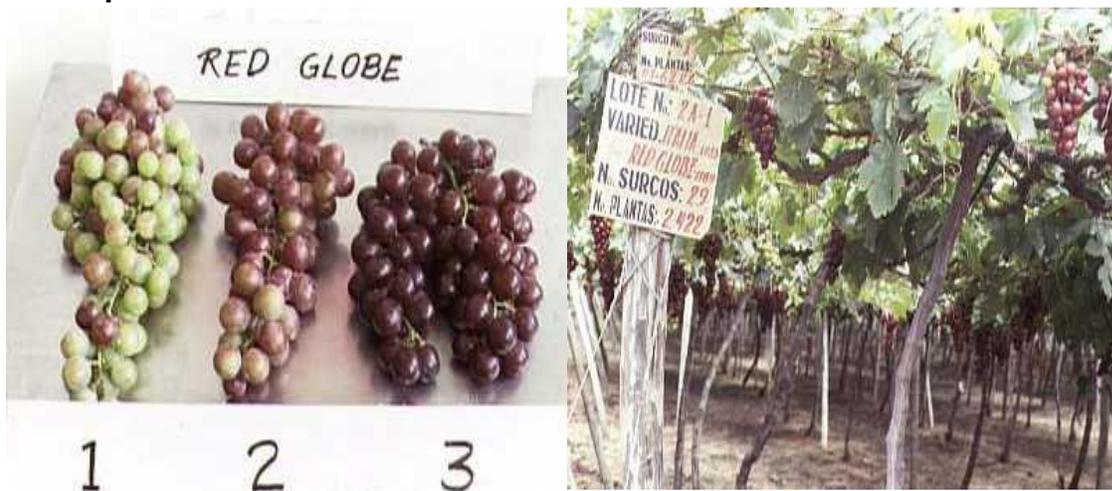
El plátano es el cuarto cultivo más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. Además de ser considerado un producto básico y de exportación, constituyendo una importante fuente de empleo e ingresos en numerosos países en desarrollo. Los países latinoamericanos y del Caribe producen el grueso de los

¹² Generalidades del cultivo de Plátano. Información General. Mayo 10, 2008. [ref. de 10 de Mayo 2008]. Disponible en World Wide Web: http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platano.htm

plátanos que entran en el comercio internacional, unos 10 millones de toneladas, del total mundial de 12 millones de toneladas.

2.1.2 GENERALIDADES DE LA UVA

Descripción del Cultivo de Uva¹³



Fuente, Imágenes tomadas del manual Manejo de Post cosecha del cultivo de Uva. SENA

La vid es un arbusto sarmentoso, trepador, posee zarcillos opuestos a las hojas y éstas son palminervias. Las flores hermafroditas en racimos; cáliz de 5 sépalos, corola de 5 pétalos verdosos, soldados por el ápice, al abrirse la flor se separa por la base y caen todos juntos formando una especie de estrella. Posee también 5 estambres y 2 carpelos. El fruto es una baya conocida con el nombre de uva. (Wilkler, 1981).

En el mundo existen aproximadamente 8.000 variedades de uvas, de las cuales una mínima parte es utilizada para fines comerciales. Las variedades pueden clasificarse según su color en: blancas, negras, rojas o rosadas y según su uso en: uvas de mesa, vinos y pasas.

Las uvas se clasifican por el color, por la variedad y por el uso. Por el color pueden ser: negras como Isabella, Ribier y Barlinka, rojas como Queen, Red Globe y verdes como Italia.

Por el uso las uvas pueden ser: Para mesa como la Italia, la Queen, la Ribier y la Red Globe, para jugos y pulpas como la Isabella, para vinos como la Pinot Noir, Gewstraminer, Riesling y para pasas como la Thompson Seedless.

Altitud: El cultivo de la vid crece, se desarrolla y produce bien, desde los 900 a los 1600 metros sobre el nivel del mar, aunque dependiendo de otras condiciones climáticas, puede adaptarse desde el nivel del mar hasta los 2100 m.s.n.m.

¹³ Manual Manejo de Post cosecha y Comercialización del cultivo de Uva. SENA

Precipitación: Se recomienda que este factor sea menos de 800 mm por año en épocas bien marcadas, para que se disminuya el riesgo de enfermedades, pero es necesario contar con el riego suficiente para el crecimiento y producción del cultivo.

Humedad relativa: La humedad relativa debe en general ser muy baja; pues humedades relativas altas constituyen la mayor de las limitaciones para el cultivo, por la susceptibilidad al ataque de enfermedades.

Vientos: Vientos fuertes pueden causar estrés por sequía, cuarteamiento del fruto y alta incidencia de Oídium y por consiguiente, disminución de la producción y deterioro de la calidad.

Suelo: Las características físicas del suelo determinan la aptitud de un terreno para la vid, las ideales son: textura media, francos, con buena estructura o sueltos, también deben ser profundos, es decir, que no deben existir limitaciones en la penetración de las raíces, tales como: capas arcillosas compactas o capas endurecidas, limitan el desarrollo de las raíces y pueden producir encharcamientos ocasionando pudrición de las mismas. El nivel freático debe permanecer como mínimo a 1.5 metros de la superficie durante todo el año y el suelo debe poseer una buena permeabilidad.

Desde el punto de vista químico, la fertilidad, es el segundo factor que determina la aptitud del suelo para el cultivo de la vid. El suelo debe estar bien provisto de materia orgánica con un contenido mayor del 2%, tener contenidos disponibles de elementos mayores y menores, pues su deficiencia por pequeña que sea, afecta la producción y la calidad por lo que se hace necesario la fertilización adecuada y oportuna.

2.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO¹⁴

El proyecto tiene lugar en el municipio de Tarqui departamento del Huila, corresponde a la parte sur occidental, entre la ramificación de la cordillera Central y la margen izquierda del río Magdalena entre la quebrada Oporapa y las de Lagunilla, Minas y Tinco al norte. El municipio de Tarqui se encuentra a 2° 25' 35" al norte de la línea ecuatorial y a 1° 27' 36" al occidente de Bogotá. Tarqui tiene una extensión de 3080 km², temperatura media de 25 °C y una distancia a Neiva de 150 km.

Esta población se caracteriza por tener un potencial alto en la producción agrícola y ganadera, privilegiado por su cercanía al río Magdalena. Los primeros productos cultivados en el municipio de Tarqui fueron: café, arveja, papa, frijol, plátano, yuca, propios de la zona alta del municipio; en la parte baja fueron los productos como trigo, arroz, cacao, caña, cebada y achira. Cuenta con gran diversidad climática haciendo de este un municipio con grandes proyecciones en el sector agropecuario.

¹⁴ ALCALDIA DE TARQUI, HUILA. Información General. Marzo 10 de 2009. Disponible en World Wide Web: <http://tarqui-huila.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m111--&m=T-19k>

2.3 AREA DE INFLUENCIA

El área de influencia del proyecto se da en la zona rural del corregimiento de Maito municipio de Tarqui, junto al margen izquierdo del rio Magdalena en la vereda La Sabina, beneficiando el predio La Sabina con una extensión aproximada de 3.2 Has, propiedad del señor Hernando Rojas Imbachí.

Fig. N.2. Ubicación de la Vereda del Área de Influencia



Fuente. <http://sir2.gobhuila.gov.co/mapas-mpios/TARQUI.jpg>

3.METODOLOGIA

3.1 RECONOCIMIENTO DEL PROYECTO

En vista de que el predio La Sabina cuenta con un derecho de agua, otorgado por el distrito de riego El Espinal, se crea la necesidad de implementar el sistema de riego localizado, modalidad microaspersión y goteo para cultivos de cacao con sombrío en plátano y uva.

Se hizo el reconocimiento del área del proyecto, haciendo el recorrido por el predio observando la topografía y dimensionando el área a beneficiar.



Fig. N.3. Predio La Sabina

3.2 RECOPIACION DE INFORMACION

3.2.1 SUELO

Se efectuó la visita a campo y se recolectaron las cantidades de suelo necesarios para el análisis físico y químico, realizados por el laboratorio de suelos LABSUS de la Universidad Surcolombiana. (Ver Anexo 1)

3.2.2 AGUA

El predio La Sabina propiedad del señor Hernando Rojas Imbachí cuenta con un derecho de agua aproximado de 5 l/s en la entrada del lote, derecho otorgado por el distrito de riego El Espinal. (Ver Anexo 2)

3.2.3 CLIMATOLOGIA

Se determinaron los parámetros climatológicos que intervienen en el proceso de Evapotranspiración, tales como la Evaporación mensual para establecer el uso consumo diario y con la Precipitación media mensual se identificó la tendencia de

las lluvias en la zona. Estos parámetros se obtuvieron en el instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM), correspondiente a la estación 2102502 Altamira y 2102004 El Viso –Elías, que son las estaciones más cercanas a la zona de estudio. (Ver Anexo 3)

3.2.4 CULTIVO

El clima propicio para el desarrollo del cacao en Colombia coincide con las características del piso térmico cálido, que comprende la franja de tierras ubicadas desde el nivel del mar hasta 1.200 m.s.n.m. Los principales elementos del clima a tener en cuenta son:

- Temperatura: Entre 22°C y 30°C en promedio.
- Precipitación: 2.500 milímetros anuales, preferiblemente bien distribuidos a través del año.
- Humedad relativa: Cercana del 80%
- Vientos: Zonas de vientos fuertes permanentes son inconvenientes, a no ser que se puedan instalar barreras vivas rompe vientos a base de franjas abundantes de árboles.¹⁵

Para hablar de viticultura tecnificada se debe contar con riego como un insumo fundamental. Es determinante en la producción y calidad de las Uvas. Se ha demostrado que los requerimientos hídricos de la vid aumentan considerablemente desde el inicio de la floración hasta el envero (pintoneo o cambio de color) período durante el cual alcanza el 88% de las necesidades. La carencia de agua así como su exceso tiene consecuencias graves.

Un déficit de agua causa dificultades para la absorción de nutrientes, también afecta la fotosíntesis porque se cierran los estomas, hay menor producción de carbohidratos y otras sustancias elaboradas, todo lo cual, termina por alterar el desarrollo vegetativo y afecta la producción.

Un exceso de agua hace que los tejidos sean más blandos afectando la durabilidad de la fruta, y si este exceso se da en el momento de la maduración, disminuye el contenido de azúcar y se aumenta la acidez de la fruta, se retrasa la maduración, y la coloración es incompleta y des-uniforme.

El riego se debe suspender dos a tres semanas antes de la cosecha para permitir una buena acumulación de azúcares en la fruta.¹⁶

De acuerdo al desarrollo fisiológico de los cultivos y las necesidades de agua; se efectuó el cálculo de los requerimientos hídricos para el cultivo de cacao y uva. Teniendo en cuenta las propiedades físicas del suelo, área y profundidad radicular, el coeficiente del cultivo (Kc), precipitaciones promedio mensuales y evaporación para determinar las necesidades de agua en el cultivo de cacao y uva.

¹⁵ Generalidades del cultivo de Cacao. Información General. Abril 03, 2008. [ref. de 01 enero 2008]. Disponible en World Wide Web: <http://www.fedecacao.com.co/pages/culc/beneficio.htm>

¹⁶ Manual Manejo de Post cosecha y Comercialización del cultivo de Uva. SENA

3.3 TOPOGRAFIA

El levantamiento topográfico (altimétrico y planimétrico), se realizó por medio de una estación total TOPCON, con el fin de obtener una buena precisión que permita los elementos necesarios para el diseño del sistema de riego. Se delimitó el predio La Sabina y se realizaron las curvas de nivel con intervalos de 0.5 m, representados en planos.

3.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO

Los sistemas de riego a implementar son goteo para el cultivo de uva y microaspersión para el cultivo de cacao, se toman como guía de cálculo para determinación de requerimientos hídricos, selección de unidad de riego y espaciamiento entre unidades de riego la metodología desarrollada por el Ingeniero Miguel Germán Cifuentes Perdomo.¹⁷ En el diseño de tuberías laterales, múltiples, alimentación y principal se sigue la metodología de talleres implementada por el Ingeniero Miguel Germán Cifuentes Perdomo.¹⁸

Los sistemas de riego diseñados fueron ajustados a tuberías en PVC y polietileno con el fin de garantizar una eficiente durabilidad de los sistemas y funcionamiento adecuado.

¹⁷ Instalación, Administración, Operación y Mantenimiento, Proyectos de Irrigación a Pequeña Escala. Miguel Germán Cifuentes Perdomo. Neiva 2006

¹⁸ CIFUENTES, Perdomo Miguel Germán, Memorias de clase riego localizado. Neiva: Universidad Surcolombiana, 2007

4.RESULTADOS

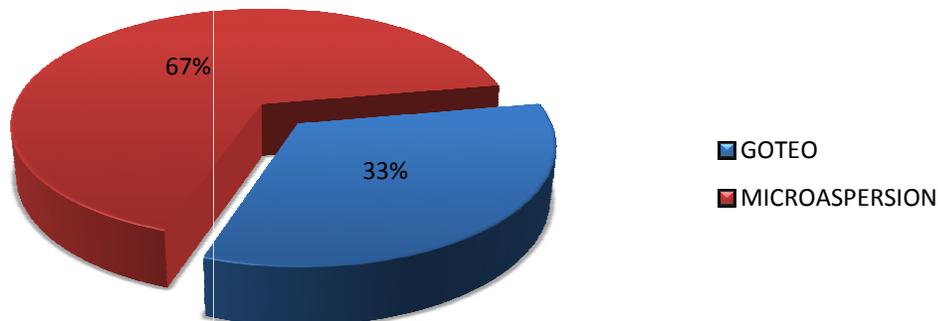
4.1 DISTRIBUCION DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

El sistema de riego se diseño de acuerdo al tipo de cultivo, características físicas del suelo y climáticas en la región de influencia del proyecto. Se tuvieron en cuenta las condiciones topográficas y la disponibilidad económica del propietario. En base a estos parámetros se diseño una parte del sistema de riego en goteo para el cultivo de uva, por ser el más recomendado para este tipo de sembradío. La otra parte del sistema de riego fue diseñado en microaspersión para el cultivo de cacao con sombrío en plátano. Las modalidades de riego se diseñaron teniendo en cuenta las necesidades hídricas de cada tipo de cultivo.

TABLA N.1 Distribución en área para cada modalidad de riego diseñada.

SISTEMA DE RIEGO	MODALIDAD DE RIEGO	Has
PRESION	GOTEO	0.8838
	MICROASPERSION	1.7550
TOTAL		2.64

Grafica N.1 Distribucion Porcentual Del Sistema de Riego Modalidad Microaspersion y Goteo (2.64 Has) En el predio La Sabina



4.2 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

4.2.1 Pruebas de laboratorio del suelo

4.2.1.1 Pruebas físicas de suelo



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
NIT. 891.180.084-2
LABORATORIO DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERIA

PRUEBAS FÍSICAS DE SUELOS

Solicitante: Hernando Rojas
Cultivo: Cacao - Platano
Fecha: Abril 30 de 2009

Vereda: La Sabina
Municipio: Tarqui
Departamento: Huila

Código No. Laboratorio	Horizonte Prof. (cm)	Fracción mineral (%)	Textura	Densidad Real (g/cm ³)	Densidad aparente (g/cm ³)	Porosidad Total (%)	Humedad (%)	
							CC _{0.03 MPa}	PMP _{1.5 MPa}
787	(0 - 30)	A: 80.53	Arenoso Franco	2.58	1.60	37.98	15.53	7.12
		L: 10.79						
		Ar: 8.68						

A arena, L limo, Ar arcilla.

Métodos de laboratorio utilizados:

Textura: Bouyoucos
Humedad del suelo: Secado en estufa a 105°C por 24 horas
Densidad real: Pichómetro
Densidad aparente: Terrón Parafinado
Porosidad Total: Relación de Densidades
Retención de Humedad: Platos de Richards.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO Ph.D.
Coordinador Laboratorio de Suelos - LABSUS
Universidad Surcolombiana

4.2.1.2 Pruebas químicas de suelo

 UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA NIT. 891.180.084-2 INSTITUTO DE ENSAYOS E INVESTIGACIONES IDEI LABORATORIO DE SUELOS - LABSUS FACULTAD DE INGENIERIA							
Solicitante: Hernando Rojas				Vereda: La Sabina			
Cultivo: Cacao - Plátano				Municipio: Tarqui			
Finca: La Sabina				Departamento: Huila			
Fecha: Abril 30 de 2009							
No. Laboratorio		02Q-0787			Recomendación fertilización		Método Analítico Empleado
Muestra		003					
PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CALIFICACION	RANGO MEDIO	Nutrimientos puros Cacao	Requerimientos kg/ha	
pH	-	6.05	Ligeramente ácido	6.6 - 7.3	-	-	Potenciómetro
Materia Orgánica (MO)	%	0.52	B	3 - 5	N	110	Walkley - Black
C.I.C.	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	15.96	M	10 - 20	-	-	NH ₄ OAc - pH 7
Fósforo (P)	ppm	55.58	A	15 - 40	P ₂ O ₅	20	Bray II
Calcio (Ca)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	14.78	A	3 - 6	-	-	NH ₄ OAc - AA
Magnesio (Mg)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.51	A	1.25 - 2.50	-	-	
Sodio (Na)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.11	N	0.1 - 0.5	-	-	
Potasio (K)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.17	B	0.2 - 0.4	K ₂ O	240	
Bases Totales (BT)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	17.57	-	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	110.08	saturado	35 - 50	-	-	Relación catiónica
Azufre (S)	ppm	11.77	M	8 - 16	S	10	Turbidimetría
Hierro (Fe)	ppm	143.31	A	50 - 100	-	-	Doble Ácido -AA
Cobre (Cu)	ppm	2.40	M	2.0 - 2.4	Cu	3	Doble Ácido -AA
Cinc (Zn)	ppm	7.42	A	3 - 6	-	-	Doble Ácido -AA
Manganeso (Mn)	ppm	28.48	M	20 - 40	Mn	7	Doble Ácido -AA
Boro (B)	ppm	0.33	M	0.3 - 0.6	B	2	H ₂ O Caliente
Aluminio (Al)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	1.0 - 1.5	-	-	Volumétrica
Relación Ca/Mg	-	5.88	D	2 - 4*	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	101.7	D	10*	-	-	Relación catiónica
Relación Mg/K	-	14.76	-	3*	-	-	Relación catiónica
TEXTURA	Clase	AF	ARENOSO FRANCO				Organoléptico

ANALISTA QUIMICO: Carlos A. Franco MDQ

NOTA: Los resultados son validos únicamente por la muestra analizada. *Contenido óptimo.

CALIFICACIÓN: D: DEFICIENTE, N: NORMAL, I: IDEAL
 MB: MUY BAJO, B: BAJO, M: MEDIO, A: ALTO, MA: MUY ALTO

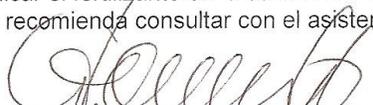
OBSERVACIONES:

Incorporar materia orgánica al suelo, en forma de gallinaza o vermicompost en dosis de 1 ton/ha para mejorar las características de retención de humedad y nutrientes.

Utilizar como fuentes de fertilización: Urea (5 bultos/ha), DAP (1 bulto/ha) y Cloruro de Potasio (8 bultos/ha). Para suplir las deficiencias en elementos menores aplicar estos en forma de Sulfatos y Bórax natural.

Aplicar el fertilizante en la corona del árbol.

Se recomienda consultar con el asistente técnico del cultivo.


ARMANDO TORRENTE TRUJILLO Ph. D.
 COORDINADOR LABORATORIO DE SUELOS

4.2.2 Caudal disponible para el diseño

De acuerdo a pruebas de aforo para determinar el caudal, realizadas en el predio La Sabina, se calculo el caudal disponible para el diseño del sistema de riego dando como resultado un total de **5 l/s**. Este caudal es entregado en la entrada y parte alta del lote, por parte del distrito de riego El Espinal.

4.2.3 Calculo de Requerimientos Hídricos para el cultivo de cacao y uva, método “SECO” para riego localizado.

Para el cálculo de los requerimientos hídricos se tuvo en cuenta los meses críticos de menor precipitación y máximos de evaporación, en la serie de 21 años para precipitación y de 13 años para evaporación. (Ver Anexo 3)

4.2.3.1 Datos generales del lote

Localización

Predio: La Sabina
Vereda: La Sabina
Municipio: Tarqui
Departamento: Huila

Cultivo

Variedad: Cacao Hibrido
Edad: Adulta
Área: 1.7550 Has
Profundidad radicular (PR): 1 m
Profundidad radicular efectiva (PRE): 0.75 m
Diámetro de follaje (sombra) (Φ_S): 0.8 m
Distancia entre plantas: 3 m
Distancia entre surcos: 3 m
Coeficiente del cultivo edad inicial (Kc): 0.8 adimensional. (Ver Anexo 4)

Variedad: Uva Red Globe
Edad: Inicial
Área: 0.8838 Has
Profundidad radicular (PR): 1.2 m
Profundidad radicular efectiva (PRE): 0.9 m
Distancia entre plantas: 3 m
Distancia entre surcos: 2.6 m
Coeficiente del cultivo edad inicial (Kc): 0.6 adimensional (Ver Anexo 4)

Climatología

Evaporación (EVP) = 203 mm/mes. Mes Octubre, (serie 13 años)

TABLA N.2 Propiedades física e hidrodinámicas del suelo

HORIZONTE PROF. (cm)	TEXTURA	AREA (has)	C.C. %	P.M.P. (%)	D.R. (gr/cm ³)	D.A. (gr/cm ³)
(0-30)	Arenoso franco	3.2	15.53	7.12	2.58	1.60

Fuente: Laboratorio de Suelos – LABSUS Universidad Surcolombiana

C.C = Capacidad de campo

P.M.P. = Punto de marchites permanente

D.R. = Densidad real

D.A. = Densidad aparente

4.2.3.2 Calculo de la Evapotranspiración (EVT) mm/día y uso consumo (UC) mm/día

$$EVT = (EVP * \text{mes critico}) / (\text{días del mes critico})$$

$$EVT = (203 \text{ mm/mes} * 1 \text{ mes}) / (30 \text{ días}) = 6.77 \text{ mm/día}$$

Uso consumo (Uc)

$$Uc = EVT * Kc$$

Kc: coeficiente del cultivo

$$Uc = (6.77 * 0.8) = 5.41 \text{ mm/día (cultivo de cacao)}$$

$$UC = (6.77 * 0.6) = 4.06 \text{ mm/día (cultivo de uva)}$$

4.2.3.3 Calculo de la Lamina Neta (LN) o cantidad de agua a aplicar.

$$LN = ((CC - PMP)/100) * Da * Pre * Na$$

LN: Lamina Neta

CC: Capacidad de campo (%)

PMP: Punto de marchitez permanente (%)

Da: Densidad aparente (gr/cm³)

Pre: Profundidad radicular efectiva del cultivo, se adopta el 75% de la profundidad total.

Na: Nivel de agotamiento, hasta donde el cultivador quiere estresar su cultivo; se recomienda que no sea superior al 50%, o sea 0.5.¹⁹

$$LN = ((15.53 - 7.12)/100) * 1.60 * 750 * 0.50$$

¹⁹http://www.elriego.com/informa_te/riego_agricola/fundamentos_riegos/programacion_riegos/calendario_riego.htm

$$LN = 50.46 \text{ mm} = 504.6 \text{ m}^3/\text{Ha} \quad (\text{para cultivo de cacao})$$

$$LN = ((15.53 - 7.12)/100) * 1.60 * 900 * 0.50$$
$$LN = 60.55 \text{ mm} = 605.5 \text{ m}^3/\text{Ha} \quad (\text{para cultivo de uva})$$

4.2.3.4 Cálculo de la Lámina Bruta (LB).

$$LB = LN / Ea$$

LB: Lámina bruta

LN: Lámina neta

Ea: Eficiencia de aplicación del sistema de riego

Ea para microaspersión = 95%

Ea para goteo = 98%

Reemplazando:

$$LB = 53.12 \text{ mm} = 531.2 \text{ m}^3/\text{Ha} \quad (\text{para cultivo de cacao})$$

$$LB = 61.79 \text{ mm} = 617.9 \text{ m}^3/\text{Ha} \quad (\text{para cultivo de uva})$$

4.2.3.5 Frecuencia de riego (FR).

$$FR = LN/Uc$$

FR: Frecuencia de riego (días)

Uc: Uso consumo (mm/día), este valor debe corresponder a la máxima evaporación y transpiración del cultivo en un día, teniendo en cuenta el mes crítico o con mayor presencia de sol.

LN: Lámina neta

Reemplazando:

$$FR = 50.46 / 5.41 = 9.33 \text{ días} \quad (\text{para cultivo de cacao})$$

$$FR = 60.55 / 4.06 = 14.91 \text{ días} \quad (\text{para cultivo de uva})$$

4.2.3.6 Tiempo de riego por unidad de riego (TRur).

$$TRur = LBur / Qur$$

TRur: tiempo en horas

LBur (m³): Lámina bruta para el área de humedecimiento de la unidad de riego.

$$LBur = (Ah * LB) / (\text{m}^2 \text{ de una hectárea})$$

LB (m³): Lámina bruta

Ah: Área de humedecimiento.

Qur: Caudal de descarga de la unidad de riego

(0.04 m³/hr para microaspersión)

(0.004 m³/hr para goteo)

Du: Diámetro húmedo de la unidad de riego

(5 m para microaspersor) (Ah = 19.63 m²)

(1 m para goteo) (Ah = 0.78 m²)

LBur = (19.63 m² * 531.2 m³) / (10000 m²) = 1.04 m³ (para cultivo de cacao)

LBur = (0.78 m² * 617.9 m³) / (10000 m²) = 0.05 m³ (para cultivo d uva)

TRur = (1.04 m³) / (0.04 m³/hora) = 26 horas (para cultivo de cacao)

TRur = (0.05 m³) / (0.004 m³/hora) = 12.5 horas = 12 hr 30 min (para cultivo de uva)

4.2.3.7 Posiciones de riego por turno de riego

$$PRtr = Qd / Qur$$

Qd: Caudal disponible

Qur: Caudal de la unidad de riego.

Qd = 5 LPS

Qur = 0.01111 LPS (para microaspersión)

Qur = 0.001111 LPS (para goteo)

PRtr = 5 / 0.01111 = 450 posiciones de riego para microaspersión.

PRtr = 5 / 0.001111 = 4500 posiciones de riego para goteo.

4.2.3.8 Turnos de riego por día.

$$TRd = JOD / TRur$$

TRd: Turnos de riego por día.

JOD: Jornada de operación por día.

TRur: Tiempo de riego de la unidad de riego.

TRd = 24 hr / 26 hr = 0.92 turnos/día (para microaspersión)

TRd = 24 hr / 12.5 hr = 1.92 turnos/día (para goteo)

El predio La Sabina contara con 3 sectores de riego, los cuales se distribuirán en 2 sectores por microaspersión y 1 por goteo. Según los cálculos se requiere de 26 horas para regar un sector de riego por microaspersión y de 12.5 horas para regar un sector por goteo. De esta forma el predio se regara en un lapso de tiempo aproximadamente de 64.5 horas.

TRP: Tiempo en regar toda la parcela.

$$\text{TRP} = 2.69 \text{ días} = 2 \text{ días } 16 \text{ horas } 30 \text{ minutos.}$$

Se debe cumplir que el tiempo en regar toda la parcela sea menor o igual a la frecuencia de riego necesaria.

$$2.69 \text{ días} \leq 9.33 \text{ días} \quad (\text{cumple para cultivo de cacao})$$

$$2.69 \text{ días} \leq 14.31 \text{ días} \quad (\text{cumple para cultivo de uva})$$

4.2.3.9 Balance hídrico

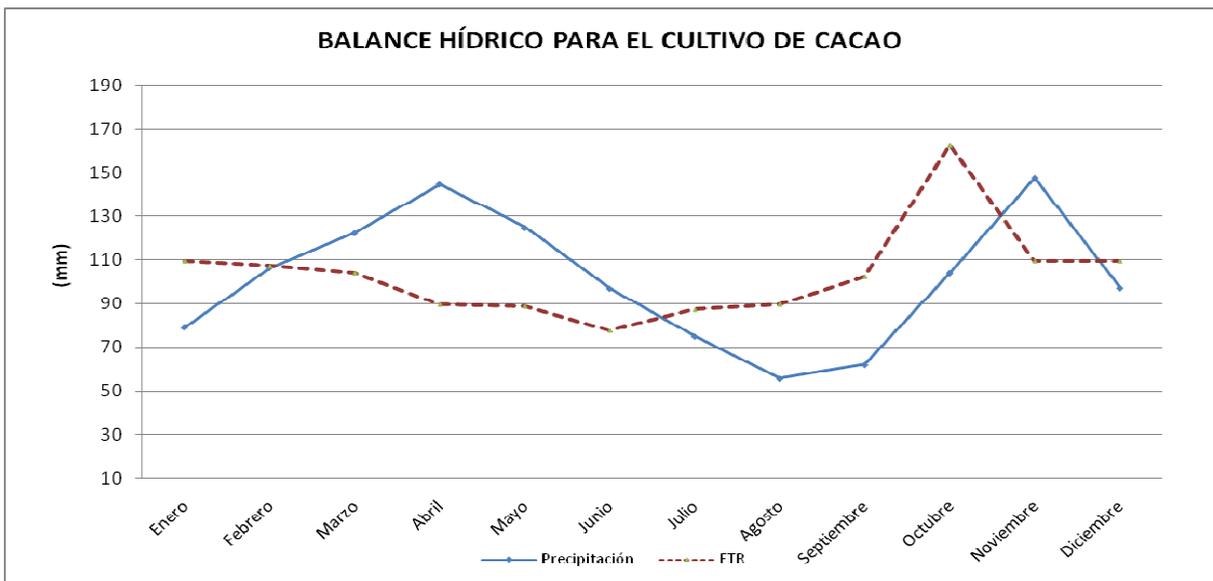


Fig. N.4. Balance hídrico para el cultivo de cacao

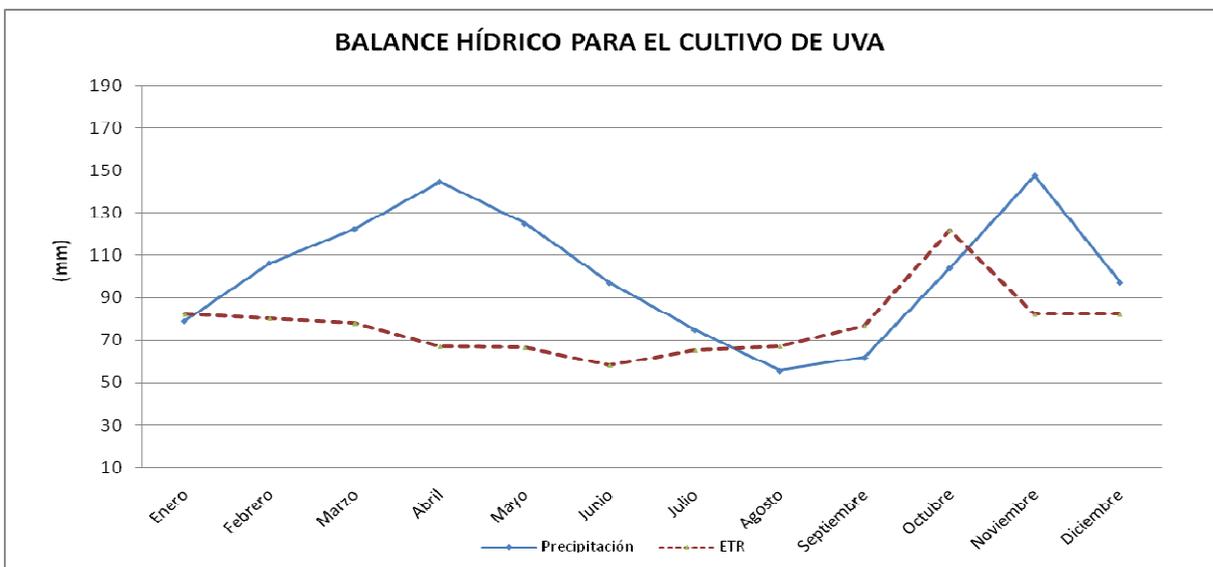


Fig. N.5. Balance hídrico para el cultivo de uva

El balance hídrico se determinó utilizando los datos proporcionados por el IDEAM, mediante los parámetros de evaporación y precipitación, se tomaron los promedios mensuales de precipitación de la serie de 21 años y la evaporación máxima mensual de la serie de 13 años. Los datos fueron solicitados a las estaciones más cercanas al área de estudio, : 2102502 ALTAMIRA Pitalito (Evaporación) y 2102004 EL VISO Elias (Precipitación). Según los datos históricos, se presentan dos periodos de baja pluviosidad y alta evaporación que van de el mes Julio – Octubre y Diciembre – Febrero. Se observan dos picos de precipitación los cuales se presentan en los meses de Abril y Noviembre.

4.2.4 Unidades de riego a utilizar en los diseños del sistema de riego.

De acuerdo con los resultados obtenidos en cuanto a los requerimientos hídricos de cada cultivo, la disponibilidad económica y comercial del producto se decidió utilizar un gotero PCT, PAVCO, de la “Línea de Soluciones Agrícolas en Sistemas de Riego Localizado”. (Ver Anexo 5), para el cultivo de uva (0.8838 Has). Referente a la otra parte del sistema de riego para la modalidad de microaspersión se utilizara un Microaspersor, PAVCO, de la “Línea de Soluciones Agrícolas en Sistemas de Riego Localizado”. (Ver Anexo 6), para el cultivo de cacao (1.7550 Has).

4.2.4.1 Características de las unidades de riego escogidas para el sistema de riego.

- El gotero a utilizar en el sistema de riego es El Gotero de referencia PCT, de flujo turbulento, auto compensado, presión de trabajo de 20 PSI y un caudal de descarga de 4 Lts/hr. Los goteros serán distribuidos por las líneas de riego en cantidad de un gotero en la base de cada planta, creando una franja húmeda, aproximadamente de 1 metro de ancho a lo largo del surco. La distancia de los goteros será de 3 metros en las líneas de riego y de 2.6 metros entre surcos. Ver fig. N.6.



Fuente. http://www.elriego.com/informa_te/materiales_riego/goteros.htm

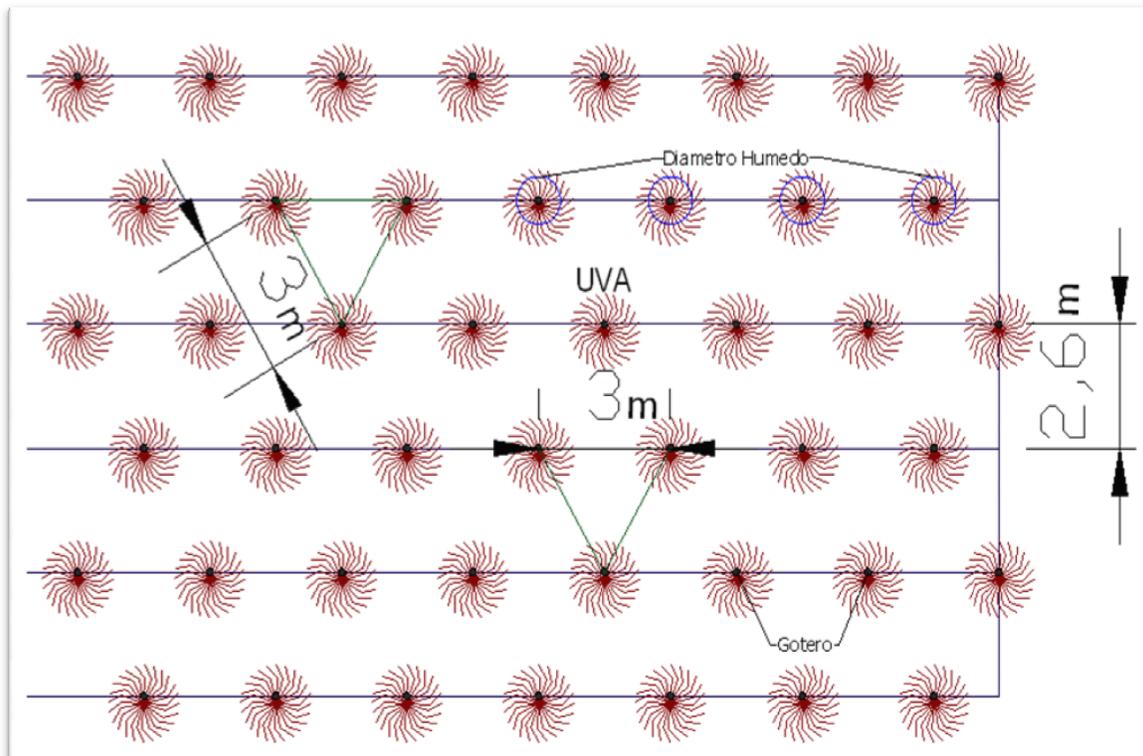


Fig. N.6. Trazo de siembra y Ubicación de los Goteros

- La unidad de riego seleccionada para la modalidad de microaspersión es El Microaspersor de referencia 25925 Antinsecto, auto compensado, con una presión de trabajo de 20 PSI, un caudal de descarga de 40 Lts/hr y un diámetro húmedo de 5 mts. El distanciamiento de las unidades de riego será de 4.5 metros a lo largo de las líneas de riego y de 6 metros entre surcos o entre líneas de riego. La plantación de cacao se encuentra sembrado en forma de cuadro a 3 metros, intermedio con plátano, el cual cumple la función de brindar sombrero a las plantas de cacao en periodo inicial. Un microaspersor beneficiara en ocasiones cuatro plantas de cacao y dos plantas de plátano, en otras ocasiones regara dos plantas de cacao y cuatro de plátano. Esto se debe a su forma de siembra. (Ver Figura N.7.)



Fuente. Ortiz. Practica de Riegos 2 al municipio La Plata Huila. Predio Guayabal. 2008.

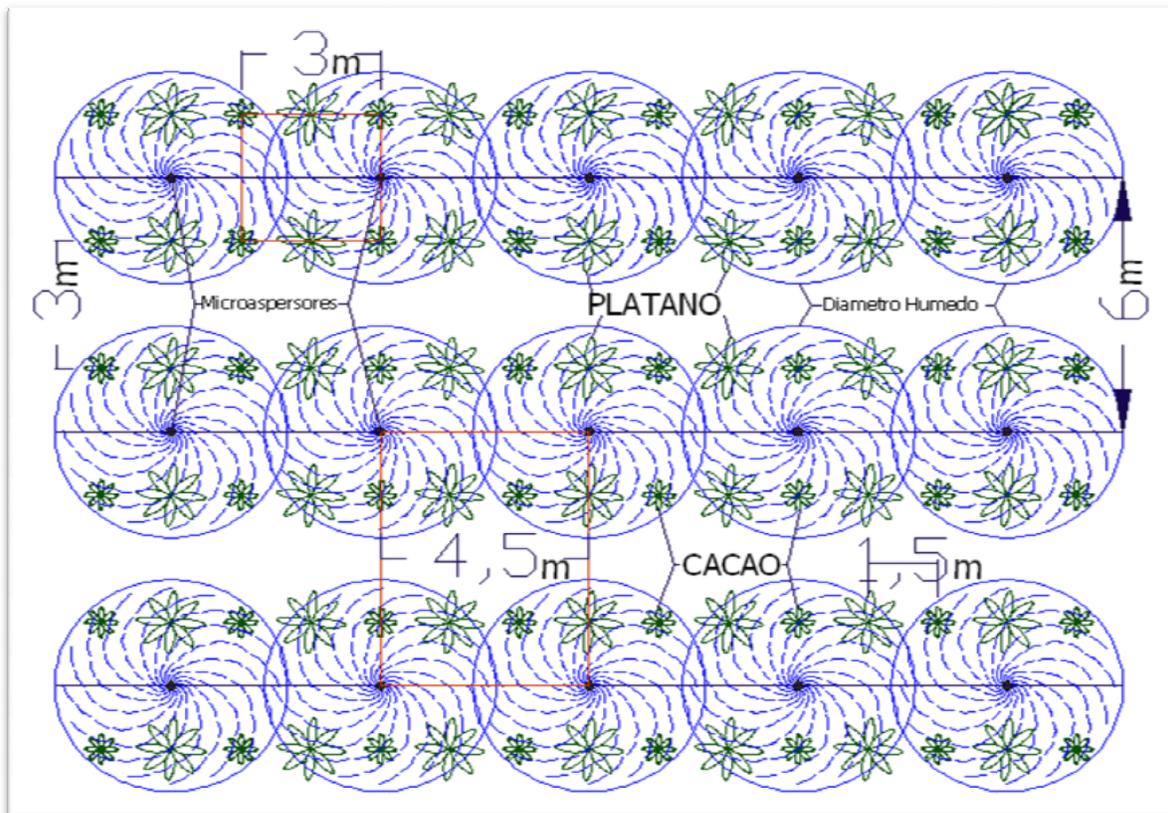


Fig. N.7. Trazo de siembra y Ubicación de los Microaspersores

4.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Se realizó la visita a campo correspondiente para el levantamiento topográfico, altimétrico y planimétrico, el cual se realizó con una Estación Total TOPCON. Este equipo se utilizó con el fin de obtener una descripción precisa de las características de relieve del lote, las cuales nos permitieron la obtención precisa del área de estudio del proyecto para el respectivo diseño del sistema de riego, representado en planos. (Ver Anexo 7)

4.4 TRAZADO DEL SISTEMA DE RIEGO Y CULTIVO

Debido a que en el predio La Sabina ya se encuentra sembrado el cultivo de cacao con sombrío en plátano, el sistema de riego para esta parte del lote se diseñó en microaspersión y tuvo que adecuarse a la forma de siembra, la cual se encuentra a una distancia de (3 x 3) metros, en forma de cuadro para el cacao con plantas de plátano intermedio, quedando a una distancia de 1,5 metros entre plantas de cacao y plátano a lo largo del surco y a una distancia de 3 metros entre surcos. Las unidades de riego en este caso quedarán en forma de rectángulo, beneficiando cada emisor a 6 plantas (4,5 metros a lo largo de las líneas de riego y a una distancia de 6 metros entre surcos). El sentido de los surcos se encuentra

de oriente a occidente, la topografía presente en el lote tiene una tendencia plana con una pendiente aproximadamente constante, de esta forma las curvas de nivel en el lote no inciden en forma negativa para el diseño.

El cultivo de maracuyá presente en el lote, será remplazado a corto plazo por un cultivo de Uva, variedad Red Globe. A sugerencia del propietario del predio, el señor Hernando Rojas Imbachí, el sistema de riego para esta parte del lote se diseño en goteo para el cultivo de uva, el cual será implementado con una forma de siembra en tresbolillos con una distancia (3 x 3) metros. De esta forma los surcos o líneas de riego quedaran orientadas en sentido de oriente a occidente y las unidades de riego quedaran distribuidas a una distancia de 3 metros entre líneas de riego y a una distancia de 2.6 metros entre surcos.

TABLA N.3 Forma de siembra, distancia entre plantas y distancia entre emisores para el sistema de riego en el proyecto.

Proyecto	Huerto	Forma de Siembra	Distancia de Siembra (m)	Distancia entre Unidades de Riego (m)	Distancia entre Líneas de Riego (m)	Unidades de Riego aprox. por lote	Área (Has)	Arboles por hectárea	Total arboles
LA SABINA	Cacao	Cuadro	3x3	4.5	6	669	1.7550	1111	1939 cacao 1939 plátano
	Uva	Tres bolillos	3x3	3	2.6	1149	0.8838	1273	1149

4.5 CALCULOS HIDRAULICOS

Para el diseño hidráulico se trabajó con una presión de trabajo de 30 PSI y un caudal de 5 Lts/seg. Estos parámetros se garantizarán por medio de un sistema regulador de presión y caudal el cual consta de una válvula reguladora de presión CASH ACME 2", con delimitador de caudal y filtro en Y ITAP 2". Se tomó esta decisión por la gran variación de presión en el sistema ya que el predio se encuentra en la parte baja del distrito de riego.

4.5.1 Cálculos Hidráulicos Modalidad Goteo Sector 1 (0.8838 Has)

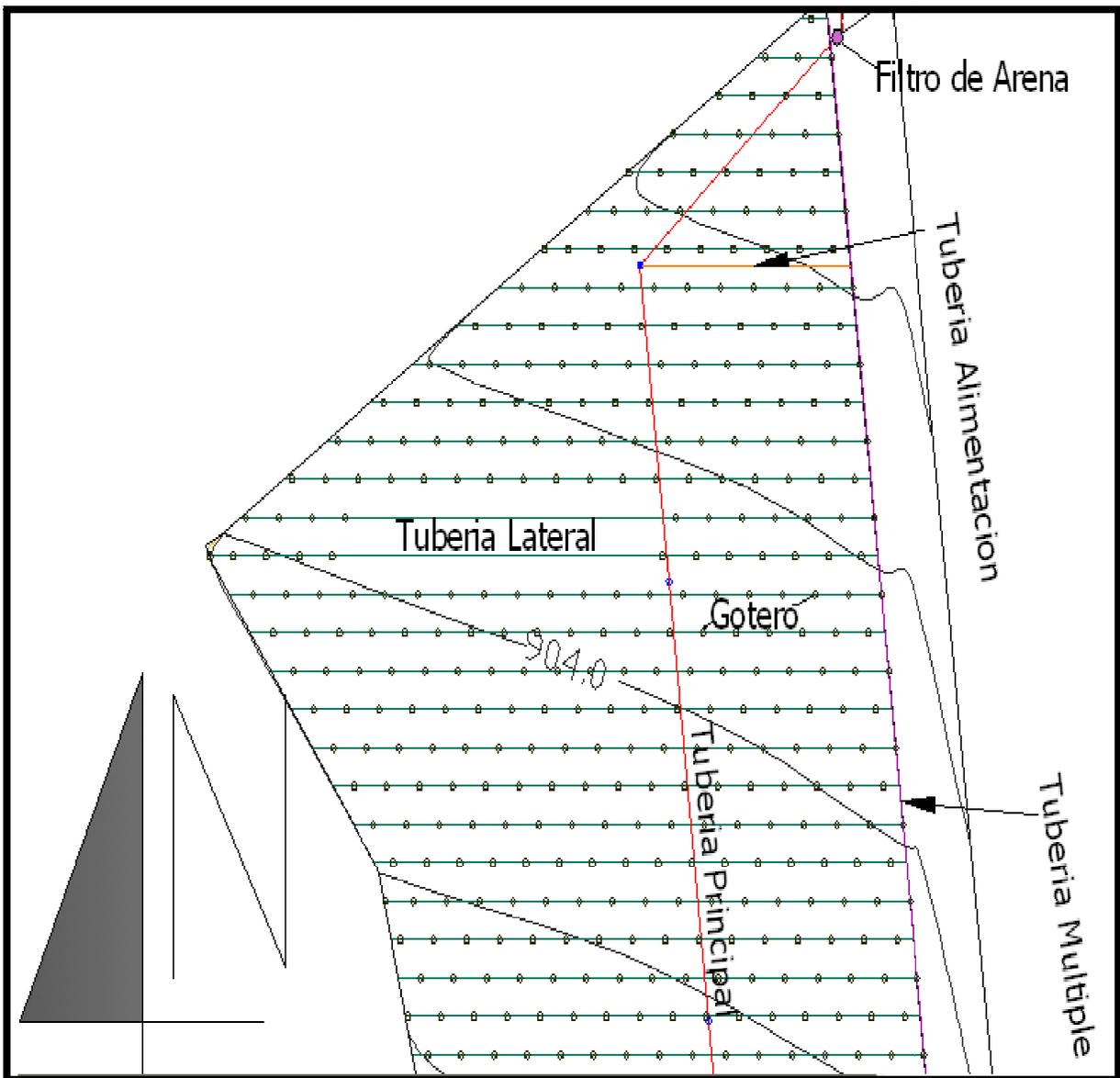


Fig. N. 8 Distribución del Sistema de riego por Goteo, Sector de Riego N.1 Predio La Sabina.

4.5.1.1 Calculo de un Lateral en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2.CULTIVO		3.ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD:	GOTEO	HUERTO:	LA SABINA	SECTOR RIEGO (S.R) N°:	1
Boquilla emisor(color):	Negro	Especie:	UVA	Fuente:	Q.Maituna
Presión trabajo (PSI):	20	Distancia siembra (m):	3	Caudal disponible (GPM):	79,25
Forma de Instalación	Sobrelinea	Forma siembra:	Tresbolillo	Caudal sector riego QSR (GPM):	79,25
Caudal (LPH)=QUR:	4	Árboles/ha Aprox:	1273	Caudal/árbol (LPH) máx :	4
Forma de trabajo	Auto compensado	Unidades Riego/árbol :	1	Distancia entre emisores (EL) (m) :	3

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
VARIABLES		VALORES
J= (F) (L) (j)		
NA = Número de árboles a beneficiar (asumirlo)		30
NUR= Número de unidades de riego por lateral ≈ N° De salidas		30
Φ = Diámetro y RDE de la tubería (en mm)	POLIETILENO	12
F= Factor corrección múltiples salidas (Anexo 8)		0,368
Q = Caudal total a conducir = (N° Unidades Riego) (Q unitario)= (30)(0,067) LPM		2
TI = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)		1,5
TF = Tramo final desde última unidad de riego hasta obturador (m)		1
NS =Número de espacios entre unidades de riego		29
EL= Espaciamento entre unidades de riego en el lateral (m)		3
LR = Longitud real (m) = (NS)(EL) + (TI) + (TF) = (29)(3) +(3) +(1)		89,5
Le = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral : 0,05 - 0,2 m		0,05
L = Longitud total (m) = (LR) + (Le) = (91) +(0.2)		89,55
j=Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); (Anexo 9)		0,0401
J = (F)(L)(j) (m) = () () ()		1,3214714
CHEQUEO: J≤Permisible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)		
J (m) :	1,3214714	J Permisible(m): 1,547116737
() ≤ () en m. Si el resultado es NO, recalcular		
SI	NO	
OBSERVACIÓN:		

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (PEL)		PRESIÓN A LA SALIDA (PSL)	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
PUR= Presión unidad riego (m):	14,06469761	PEL = Presión entrada lateral (m):	15,386169 m
J = Pérdidas totales (m):	1,3214714	J = Pérdidas totales (m):	1,3214714
ΔH = Diferencia topográfica terreno (m):	0	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m):	0
PEL= PUR + J ± ΔH (m)	15,386169 m	PSL= PEL - J ± ΔH (m)	14,06469761
	21,87913 PSI		20

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (TL)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (TGL)
TL = (N° espacios entre unidades de riego)(distancia siembra) + (tramo final) + (tramo inicial)	TL = (N° árboles espacios entre unidad riego)(distancia siembra) + (longitud de influencia)(2); longitud de influencia □(1/2)(EL)
TL = 89,55 m	TGL = 179,1 m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

4.5.1.2 Cálculo de un Múltiple en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD:	GOTEO	HUERTO:	La Sabina	SECTOR RIEGO (S.R) N°:	1
Boquilla emisor(color):	Negro	Especie:	Uva	Fuente:	Q.Maituna
Presión trabajo (PSI):	20	Distancia siembra (m):	3	Caudal disponible (GPM):	79,25
Forma de Instalación	Sobrelinea	Forma siembra:	Tresbolillo	Caudal sector riego QSR (GPM):	79,25
Caudal (LPH)=QUR:	4	Distancia entre surcos(m):	2,6	Caudal/árbol (LPH) máx :	4
Forma de trabajo	Auto compensad	Unidades Riego/árbol :	1	Distancia entre emisores (EL) (m) :	3

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		CONEXIÓN (%)
J= (F) (L) (j)		60
NUR= (Número unidades riego) X (Sector riego) = QSR/QUR (LPH)		4500
N° surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total UR del SR)/(Total UR del gran lateral)		40
F= Depende N° salidas y/o conexión surcos (Anexo 8)		0,364
NS =Número de espacios entre surcos (m)		39
TI = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco (m)		1,3
TF = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1
EM= Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		2,6
LR = Longitud real = (NS)(EM) + (TF) + (TI de conexión) = (m)		103,7
Le = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple : 0,25 m para silletas de 12 mm y 0,5 para silletas de 16 mm		0,25
L = Longitud total (m) = (LR) + (Le)		103,95
Φ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple(asumirlo)		2" RDE 41
Q = Caudal de diseño (GPM) y/o para cálculo		10
j=Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); (Anexo 10)		0,017
J = (F)(L)(j) (m)		0,6432
CHEQUEO: J ≤ J Permissible (45% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)		
J (m) :	0,6432	J PERMISIBLE (m): 1,265822785
NOTA: si el resultado es NO, entonces recalcular con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar.		
SI		NO
OBSERVACIÓN:		

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (PREM)		
PREM= Pérdidas totales múltiple (J) + Presión entrada lateral (PEL) ± ΔH terreno; ΔH = ()		
PREM = (0,6432)+(15,386169)+(0)	16,0294	EN m
	22,7938	EN PSI

6. TAMAÑO MÚLTIPLE			
PARA CÁLCULO DE DISEÑO TM			
TM = Longitud Real (LR) (m):	103,7 m		
	103,7	EN m	60 %
TM		EN m	%
PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (TGM)			
TGM= (N° Espacios entre surcos)(distancia entre surcos) +(longitud de influencia)(2); longitud de influencia □ (1/2)(EM)			
TGM= 207,4 m			

FUENTE: MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

4.5.1.3 Cálculo de Tubería de Alimentación “Método Múltiples Salidas” en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)				
MODALIDAD:	GOTEO	HUERTO:	LA SABINA	SECTOR DE RIEGO (SR) N°: 1
$J = (F)(L)(j)$				
F= Factor corrección por múltiples salidas (sectores de riego a beneficiar) Tabla N° 1				
L= Longitud total L real + L equivalente (m)				
j= Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m (Anexo 10)				0,017
F=Depende del número de salidas (sectores de riego a beneficiar); (Anexo 8)				1
Q=Caudal a conducir= \square Caudales sectores de riego a beneficiar (GPM)				79,25
LR= Longitud real = desde conexión sobre principal hasta conexión último sector riego a beneficiar (m)				19,32
Le= Longitud equivalente por accesorios (m) (Anexo 11)				16,20
L= LR +Le = (m)				35,52
Φ =Diámetro tubería y RDE (asumirlo) = (2") y (RDE41) j= m/m				2"
$J = (F)(L)(j) = m$				0,604

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (Le) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	Φ	Q (GPM)	Le (m)
Tee activa	1	2"	79,25	2,8
Llave de bola	1	2"	79,25	13,4
SUMATORIA Le (m):				16,2

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) m/sg				
VARIABLES			VALORES	
Clase y diámetro de tubería			PVC 2"	
RDE Tubo			RDE41	
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)			0,00152	
$\Phi E =$ Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)			0,06023	
$\Phi I =$ Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)			0,05719	
R= Radio interno (m)			0,02859	
A= Área tubo = $(\pi)(R^2) = (m^2)$			0,0026	
Q=Caudal (m³/sg)			0,0050	
V= Q/A			1,9464	
V permisible (m/sg) (según fabricante tubería)			2,5	
CHEQUEO: $V \leq V_p$			1,9464	\leq 2,5
			SI	NO
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería				

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN (PREA)		
PREA=J Tubería alimentación+Presión requerida entrada al múltiple del sector de riego crítico (PREM)± \square H terreno		
ΔH (m)=		
PREA:	16,633 m	23,652 PSI

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

4.5.1.4 Cálculo de Tubería Principal “Método Múltiples Salidas” en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo

1. CALCULO DE LAS PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)					
Huerto:	LA SABINA	Vereda	LA SABINA	Municipio	TARQUI
$J1 = (F)(L)(j)$					
VARIABLES				Tramo 1	Tramo 2
θ = diámetro y RDE tubería (asumirlo):				RDE32.5 2"	RDE41 2"
F = depende del número de salidas (sector de riego a beneficia y / o salida tubería de alimentación) (Anexo 8)				0,4020	0,639
Q = caudal total a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar (GPM):				79,25	79,25
Lr = longitud real : desde la descarga unidad de bombeo y / o filtrado hasta el último sector de riego a beneficiar (m)				194,85	128,51
Le = longitud equivalente por accesorios (m) (Anexo 11)				14,70	2,20
L = longitud total (m) (Lr)+(Le):				209,55	130,71
j = pérdidas unitarias por fricción en la tubería (m/m) (Anexo 12) (Anexo 10)				0,0650	0,0170
$J1 = (F)(L)(j)$ (m):				5,4755	1,4199
J Tubería principal				6,8954	

1.1. CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA LATERAL (Le)					
ITEMS	ACCESORIOS PVC	CANTIDAD	θ	Q(GPM)	Le (m)
TRAMO- 1	T Pasiva	7	2"	79,25	6,30
	T Activa	3	2"	79,25	8,40
SUMATORIA Le (m)				14,70	
TRAMO- 2	Codo 90	1	2"	79,25	1,30
	T Pasiva	1	2"	79,25	0,90
SUMATORIA Le (m)				2,20	

1.2. CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN LAS TUBERÍAS		
VARIABLES	Tramo 1	Tramo 2
Clase y diámetro de tubería:	PVC 2"	PVC 2"
RDE tubo:	RDE32.5	RDE41
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante):	0,00185	0,00152
θe = diámetro externo (m) (catalogo fabricante):	0,06032	0,06023
θi = Diámetro interno (m) (catalogo fabricante):	0,05660	0,05719
R = radio interno (m):	0,02830	0,02859
A = Área tubo = (π)(R²) (m²):	0,0025	0,0026
Q = caudal (m³/seg):	0,0050	0,0050
V = Q/A (m/seg):	1,99	1,9464
Vpermisible (m/seg) según fabricante:	2,50	2,5
CHEQUEO $V \leq V_{permisible}$:	VERDADERO	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DE LA TUBERÍA PRINCIPAL PREM (m)	
PREM = pérdidas totales tubería principal (J) + presión requerida entrada tubería de alimentación crítica (PREA) + - ΔH terreno (ΔH)	
PREP (PSI)	PREP (m)
25,64	18,03
PRESIÓN REQUERIDA ENTRADA TUBERÍA DE ALIMENTACION (m)	ΔH terreno (ΔH) (m)
16,63	5,50

FUENTE: MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

Continuación "Calculo De Unidad De Filtrado "

3. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J2)			
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J2 (m)	REFERENCIA
ARENA:	79,25	1,5	(Anexo 14)
J2= ΣJ2		1,5	"Adaptado filtros Mondragón -España"

4. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)			
J= J1 + J2			
J=	4,6533	+	1,5
J=	6,1533	m	m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

4.5.1.6 Necesidad de Presión en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo

1. DATOS BASICOS					
Q diseño	79,25 GPM	Temperatura interior caseta	°C	Dpto.	Huila
Localización geográfica	900 m.s.n.	Presión atmosférica tabla No. 6	m	Municipio	Tarqui
Presión trabajo unidad riego	20 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	m	Vereda	La Sabina
Fuente abastecimiento	Q. Maituna	Clase de sedimentos (Φ)	mm	Predio	La Sabina

2. CALCULO DE LA PRESION REQUERIDA PARA EL SISTEMA	
VARIABLES	
$P = H_s + H_{fs} + H_{fp} + H_{ra} + H_{rm} + H_{rl} + H_{rf} + H_{rf} + H_{UR}$	VALORES (m)
H _s = Altura de succión	====
H _{fs} = Perdidas por fricción tubería succión	====
H _{fp} = Perdidas por fricción tubería principal	1,39
H _{ra} = Perdidas por fricción tubería alimentación	0,60
H _{rm} = Perdidas por fricción tubería múltiple	0,64
H _{rl} = Perdidas por fricción tubería lateral	1,32
H _{rf} = Perdidas por fricción unidad de fertilización	====
H _{UR} = Presión de trabajo unidad de riego	14,06
SUMATORIA C.D.T	18,01

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

4.5.2 Cálculos Hidráulicos Modalidad Microaspersión Sectores 2-3 (1.755 Has)

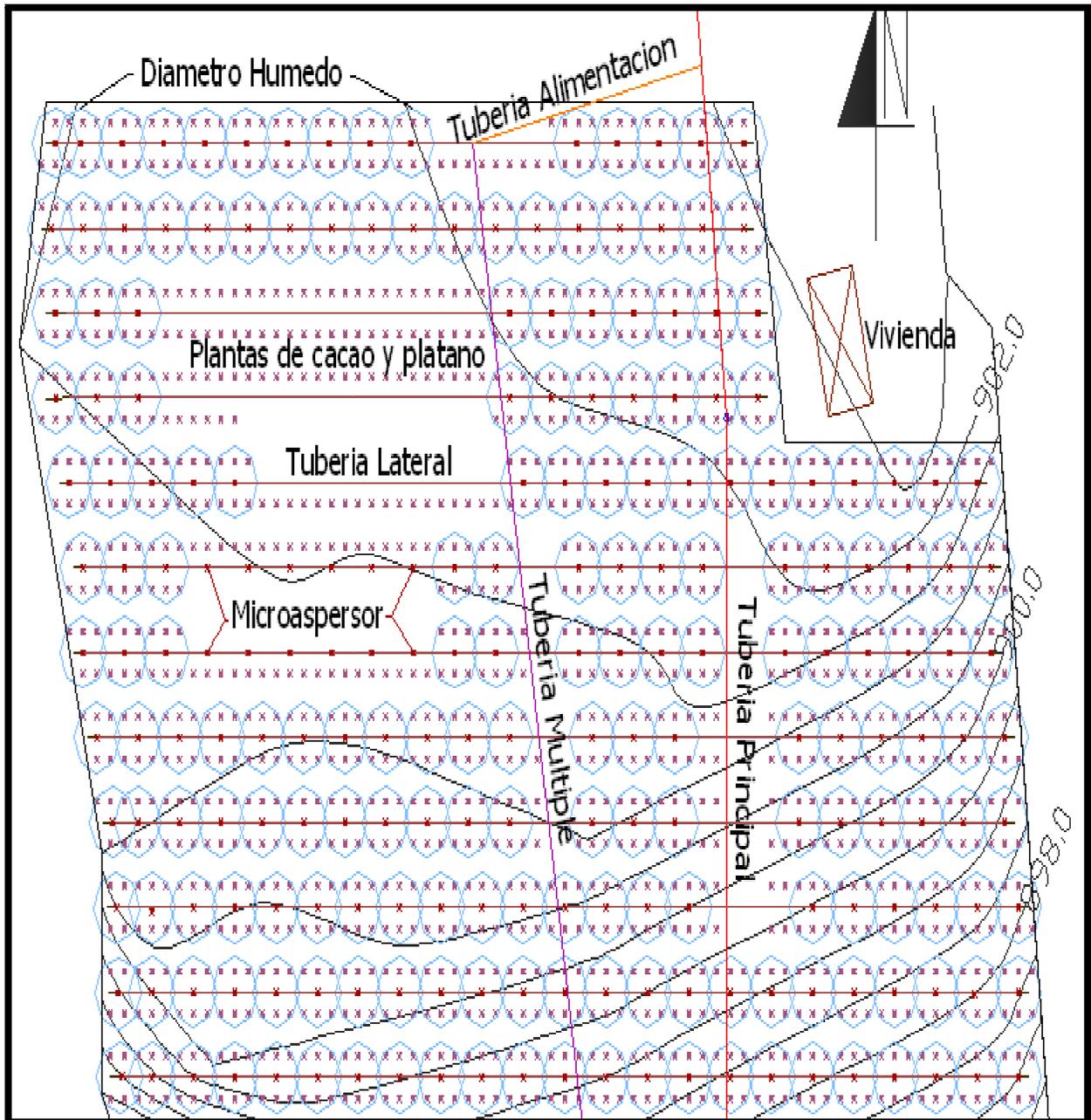


Fig. N. 9 Distribución del Sistema de riego por Microaspersión, Sector de Riego N.2 Predio La Sabina.

4.5.2.1 Calculo Del Lateral En El Sistema De Riego Localizado Modalidad Microaspersión

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2.CULTIVO		3.ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD:	Microaspersión	HUERTO:	La Sabina	SECTOR RIEGO (S.R) N°:	2
Boquilla emisor (color)	Beige	Especie:	cacao	Fuente:	Q. Maituna
Presión trabajo (PSI):	20	Distancia siembra (m):	1,5*3	Caudal disponible (GPM):	79,25
Diámetro Húmedo (m):	5	Forma siembra:	Rectángulo	Caudal sector riego QSR (GPM):	79,25
Caudal (LPH)=QUR:	40	Árboles/ha Aprox:	2222	Caudal/árbol (LPH) máx :	6,67
Forma de trabajo	Autocompensad	Unidades Riego/árbol	1 c /6	Distancia entre emisores(EL)(m)	4,5

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
J= (F) (L) (j)	
NA = Número de árboles a beneficiar	66
NUR= Número de unidades de riego por lateral ≈ N° De salidas	12
Φ = Diámetro y RDE de la tubería (en mm)	POLIETILENO 20
F= Factor corrección múltiples salidas (Anexo 8)	0,394
Q = Caudal total a conducir = (N° Unidades Riego) (Q unitario)= LPM	8
NS =Número de espacios entre unidades de riego	11
EL= Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	4,5
TI = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	2,25
TF = Tramo final desde última unidad de riego hasta obturador (m)	1
LR = Longitud real (m) = (NS)(EL) + (TI) + (TF) = (22)(4.5) + (1.5) + (1)	52,75
Le = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral : 0,05 - 0,2 m	0,2
L = Longitud total (m) = (LR) + (Le)	52,95
j=Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); (Anexo 9)	0,0332
J = (F)(L)(j)= (m)	0,6926
CHEQUEO: J≤ Permisible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)	
J (m) :	0,6926 J PERMISIBLE (m): 1,547116737
() ≤ () en m. Si el resultado es NO, re calcular	
SI	NO
OBSERVACIÓN:	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (PEL)		PRESIÓN A LA SALIDA (PSL)	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
PUR= Presión unidad riego (m):	14,0646	PEL = Presión entrada lateral (m):	14,7573
J = Pérdidas totales (m):	0,6926	J = Pérdidas totales (m):	0,6926
ΔH = Diferencia topográfica terreno (m):	0	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m):	0
PEL= PUR + J ± ΔH (m)	14,7573 20.9849	PSL= PEL - J ± ΔH (m)	14,06469761 20

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (TL)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (TGL)
TL = (N° espacios entre unidades de riego)(distancia siembra) +(tramo final) +(tramo inicial)	TL = (N° árboles espacios entre unidad riego)(distancia siembra) +(longitud de influencia)(2); longitud de influencia □(1/2)(EL)
TL = 52,75 m	TGL = 105,5 m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

4.5.2.2 Calculo Del Múltiple En El Sistema De Riego Localizado Modalidad Microaspersión

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2.CULTIVO		3.ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD:	Microaspersión	HUERTO:	La Sabina	SECTOR RIEGO (S.R) N°:	2
Boquilla emisor (color)	Beige	Especie:	cacao	Fuente:	Q. Maituna
Presión trabajo (PSI):	20	Distancia siembra (m):	1,5*3	Caudal disponible (GPM):	79,25
Diámetro Húmedo (m):	5	Forma siembra:	Rectángulo	Caudal sector riego QSR (GPM):	79,25
Caudal (LPH)=QUR:	40	Árboles/ha Aprox:	2222	Caudal/árbol (LPH) máx :	6,67
Forma de trabajo	Autocompensad	Unidades Riego/árbol	1 c /6	Distancia entre emisores(E _L)(m)	4,5

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		CONEXIÓN (%)
J= (F) (L) (j)		60
NUR= (Número unidades riego) X (Sector riego) = QSR/QUR = (LPH)		125
Nº surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total UR del SR)/(Total UR del gran lateral)		10
F= Depende N° salidas y/o conexión surcos (Anexo 8)		0,402
NS =Número de espacios entre surcos (m)		9
TI = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco (m)		3
TF = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1
EM= Espaciamento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		6
LR = Longitud real = (NS)(EM) + (TF) + (TI de conexión) = (m)		58
Le = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple : 0,25 m para silletas de 12 mm y 0,5 para silletas de 16 mm		0,5
L = Longitud total (m) = (LR) + (Le)		58,5
Φ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple(asumirlo)		2" RDE41
Q = Caudal de diseño (GPM) y/o para cálculo		22,02
j=Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); (Anexo 10)		0,00581
J = (F)(L)(j) =(m)		0,13663
CHEQUEO: $J \leq J$ Permisible (45% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)		
J (m) :	0,13663	J PERMISIBLE (m): 1,265822785
NOTA: si el resultado en NO, entonces re calcular con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar.		
SI		NO
OBSERVACIÓN:		

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (PREM)		
PREM= Pérdidas totales múltiple (J) + Presión entrada lateral (PEL) ± ΔH terreno; ΔH = ()		
PREM = (0,13663)+(15,4323)+(0)		15,568935 m
		22,139026 PSI

6. TAMAÑO MÚLTIPLE				
PARA CÁLCULO DE DISEÑO TM				
TM = Longitud Real (LR) (m):	129,25			
TM	58	EN m	60	%
		EN m		%
PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (TGM)				
TGM= (Nº Espacios entre surcos)(distancia entre surcos) +(longitud de influencia)(2); longitud de influencia □ (1/2)(EM)				
TGM= 116 m				

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

4.5.2.3 Calculo De La Tubería De Alimentación “Método Múltiples Salida “ En el Sistema de Riego Localizado Modalidad Microaspersión

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)			
MODALIDAD:	Microaspersión	HUERTO:	LA SABINA
SECTOR DE RIEGO (SR) N°:			2
$J = (F)(L)(j)$			
F= Factor corrección por múltiples salidas (sectores de riego a beneficiar) Tabla N° 1			
L= Longitud total L real + L equivalente (m)			
j= Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m (Anexo 10)			0,017
F=Depende del número de salidas (sectores de riego a beneficiar); (Anexo 8)			1
Q=Caudal a conducir= Σ Caudales sectores de riego a beneficiar (GPM)			79,25
LR= Longitud real = desde conexión sobre principal hasta conexión último sector riego a beneficiar (m)			23
Le= Longitud equivalente por accesorios (m) (Anexo 11)			16,2
L= LR +Le = (m)			39,2
Φ =Diámetro tubería y RDE (asumirlo) j= m/m		RDE41	2"
$J = (F)(L)(j) = m$			0,6664

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (Le) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	Φ	Q (GPM)	Le (m)
Tee activa	1	2"	79,25	2,8
Llave de bola	1	2"	79,25	13,4
SUMATORIA Le (m):				16,2

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) m/sg			
VARIABLES		VALORES	
Clase y diámetro de tubería		PVC 2"	
RDE Tubo		RDE41	
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)		0,00152	
$\Phi E =$ Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)		0,06023	
$\Phi I =$ Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)		0,05719	
R= Radio interno (m)		0,02859	
A= Área tubo = $(\pi)(R^2) = (m^2)$		0,002568	
Q=Caudal (m^3/sg)		0,005	
V= Q/A		1,946	
V permisible (m/sg) (según fabricante tubería)		2,5	
CHEQUEO: $V \leq Vp$		1,946 \leq 2,5	SI NO
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería			

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN (PREA)	
PREA=J Tubería alimentación + Presión requerida entrada al múltiple del sector de riego crítico (PREM) $\pm\Delta H$ terreno	
ΔH (m)=	
PREA (m):	16,235 m 23,08 PSI

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

4.5.2.4 Calculo de la Tubería Principal “Métodos Caudales Parciales” En el Sistema de Riego Localizado Modalidad Microaspersión

1. CALCULO DE LAS PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)					
Huerto:	LA SABINA	Vereda	LA SABINA	Municipio	TARQUI
$J1 = (F)(L)(j)$					
VARIABLES				Tramo 1	Tramo 2
θ = diámetro y RDE tubería (asumirlo):				RDE32.5 2"	RDE41 2"
F = depende del número de salidas (sector de riego a beneficia y / o salida tubería de alimentación) (Anexo 8)				0,4020	0,639
Q = caudal total a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar (GPM):				79,25	79,25
Lr = longitud real : desde la descarga unidad de bombeo y / o filtrado hasta el último sector de riego a beneficiar (m)				194,85	128,51
Le = longitud equivalente por accesorios (m) (Anexo 11)				14,70	2,20
L = longitud total (m) (Lr)+(Le):				209,55	130,71
j = perdidas unitarias por fricción en la tubería (m/m) (Anexo 12) (Anexo 10)				0,0650	0,0170
$J1 = (F)(L)(j)$ (m):				5,4755	1,4199
J Tubería principal				6,8954	

1.1. CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA LATERAL(Le)					
ITEMS	ACCESORIOS PVC	CANTIDAD	θ	Q(GPM)	Le (m)
TRAMO- 1	T Pasiva	7	2"	79,25	6,3
	T Activa	3	2"	79,25	8,4
SUMATORIA Le (m)				14,7	
TRAMO- 2	Codo 90	1	2"	79,25	1,3
	T Pasiva	1	2"	79,25	0,9
SUMATORIA Le (m)				2,20	

1.2. CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN LAS TUBERÍAS		
VARIABLES	PVC 2"	PVC 2"
Clase y diámetro de tubería:	RDE32.5	RDE41
RDE tubo:	0,00185	0,00152
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante):	0,06032	0,06023
θe = diámetro externo (m) (catalogo fabricante):	0,05660	0,05719
θi = Diámetro interno (m) (catalogo fabricante):	0,02830	0,02859
R = radio interno (m):	0,0025	0,0026
A = Área tubo = (π)(R ²) (m ²):	0,0050	0,0050
Q = caudal (m ³ /seg):	1,99	1,9464
V = Q/A (m/seg):	2,50	2,5
V permisible (m/seg) según fabricante:	PVC 2"	PVC 2"
CHEQUEO $V \leq V$ permisible:	VERDADERO	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DE LA TUBERÍA PRINCIPAL PREM (m)	
PREM = pérdidas totales tubería principal (J) + presión requerida entrada tubería de alimentación crítica (PREA) + - ΔH terreno (ΔH)	
PREP (PSI)	PREP (m)
25,07	17,63
PRESIÓN REQUERIDA ENTRADA TUBERÍA DE ALIMENTACION (m)	ΔH terreno (ΔH) (m)
16,24	5,50

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

4.5.2.5 Calculo De Perdidas Unidad De Filtrado

1. DATOS BÁSICOS				
HUERTO:	LA SABINA	VEREDA	LA SABINA	MUNICIPIO TARQUI
CARACTERÍSTICAS		CONEXIONES		
Fuente:	QUEBRADA	Φ Entrada Y Salida Filtros (Pulg):	2"	
Caudal Diseño (Gpm):	79,25	Tubería Principal Y Secundaria:	2" PVC RDE 26	
Relación Filtrado:	1	Tubería Retrolavado:	2" PVC RDE 26	
Descripción Filtrado:	1 de arena	Válvulas Control Flujo:	4 de bola 2"	
Capacidad Total Filtrado (Gpm):	79,25	Válvulas Control Presión:	0	
Capacidad Individual Filtros (Gpm):	Arena:79,25	Válvulas Control Aire:	1 ventosa	
Modelo Filtros (Gráficas N° 2,3):	F640	Medición Presión:	Manómetros 0-150 PSI	

2.PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERIA CONDUCCION (J1)				
ITEMS	VARIABLES	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
TRAMOS	Q: Σ Caudales SR a beneficiar (GPM)	79,25		
	LR: Longitud real (m)	3,175		
	Le: Longitud equivalente por accesorios (m) (Anexo 11)	63,30		
	L: Longitud total (m)= LR + Le	66,475		
	Φ y RDE tubería (asumirlo)	RDE 26	2"	
	j: Pérdidas fricción fabricante (Anexo 13)		0,07	
	J1= (L)(j)		4,65325	
ΣJ1 (m)			4,65325	

2.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (Le) (Tabla N° 5; Gráfica N° 1)												
ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	Φ	Q (GPM)	Le (m)	ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	Φ	Q (GPM)	Le (m)	
TRAMO 1	Codo 90°	1	2"	79,25	1,3	TRAMO 2						
	Te bilateral	3	2"	79,25	8,4							
	Llave de bola	4	2"	79,25	53,6							
	Sumatoria Le:				63,3		Sumatoria Le:					

2.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)	
VARIABLES	TRAMO 1
Clase y diámetro de tubería	PVC 2"
RDE Tubo	26
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0,00231
Φ E= Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0,06032
Φ I= Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0,0557
R= Radio interno (m)	0,0278
A= Área tubo = (π)(R ²) = (m ²)	0,0024
Q=Caudal (m ³ /sg)	0,005
V= Q/A	2,05
V permisible (m/sg) (según fabricante tubería)	2,5
CHEQUEO: V ≤ Vp	SI
	NO
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

Continuación "Calculo De Unidad De Filtrado "

3. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J2)			
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J2 (m)	REFERENCIA
ARENA:	79,25	1,5	(Anexo 14)
J2= ΣJ2		1,5	"Adaptado filtros Mondragón -España"

4. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)			
J= J1 + J2			
J=	4,6533	+	1,5
J=	6,1533	m	m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

4.5.2.6 Necesidad de Presión en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Microaspersión

1. DATOS BASICOS					
Q diseño	79,25 GPM	Temperatura interior caseta	°C	Dpto.	Huila
Localización geográfica	900 m.s.n.	Presión atmosférica tabla No. 6	m	Municipio	Tarqui
Presión trabajo unidad riego	20 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	m	Vereda	La Sabina
Fuente abastecimiento	Q. Maituna	Clase de sedimentos (Φ)	mm	Predio	La Sabina

2. CALCULO DE LA PRESION REQUERIDA PARA EL SISTEMA	
VARIABLES	
$P = H_s + H_d + H_{fp} + H_{fA} + H_{fM} + H_{fL} + H_{ff} + H_{fF} + H_{UR}$	VALORES (m)
H _s = Altura de succión	====
H _d = Altura de descarga unidad de riego	0,3
H _{fp} = Perdidas por fricción tubería principal	1,39
H _{fA} = Perdidas por fricción tubería alimentación	0,67
H _{fM} = Perdidas por fricción tubería múltiple	0,14
H _{fL} = Perdidas por fricción tubería lateral	1,36
H _{ff} = Perdidas por fricción unidad de fertilización	====
H _{UR} = Presión de trabajo unidad de riego	14,06
SUMATORIA C.D.T	17,92

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

5. MATERIALES NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

TABLA N.4. Materiales necesarios para la implementación y funcionamiento del Sistema en el predio La Sabina

DESCRIPCION		CANTIDAD
Línea principal: PVC RDE32.5 2" existente en el lote.		195 mts
Línea principal: PVC RDE41 2"		144 mts
Línea Alimentación: PVC RDE41 2"		63 mts
Línea Múltiple: PVC RDE41 2"		420 mts
Manguera Laterales:	Polietileno 12 mm	3997 mts
	Polietileno 16 mm	963 mts
	Polietileno 20 mm	1908 mts
Unidades de Riego: Gotero Autocompensado de 4 Lit/hr.		1150 Unds
Unidades de Riego: Microaspersor Autocompensado 40 Lit/hr.		669 Unds
Distribución del Sistema:	T PVC 2"	7 Und
	Codo PVC 2": 90°	1 Unds
	Válvula reguladora Presión 30 PSI	1 Und
	Válvula PVC 2"	3 Unds
	Adaptador macho PVC 2"	13 Unds
	Tapón roscado PVC 2"	7 Unds
	Manómetro portátil 100 PSI	1 Und
	Collar de derivación 2" x 1/2"	3 Unds
	Silletas y conectores	133 Unds
Unidad de Filtrado: Montaje en tubería y accesorios PVC 2"	Válvulas PVC 2"	4 Unds
	Manómetro de 100 PSI	2 Unds
	Codo de 90° 2" PVC	1 Und
	Filtro de arena de 100 GPM	1 Und
	Collar de derivación 2" x 1/2"	2 Unds

6. DESCRIPCION DEL PROYECTO DE RIEGO

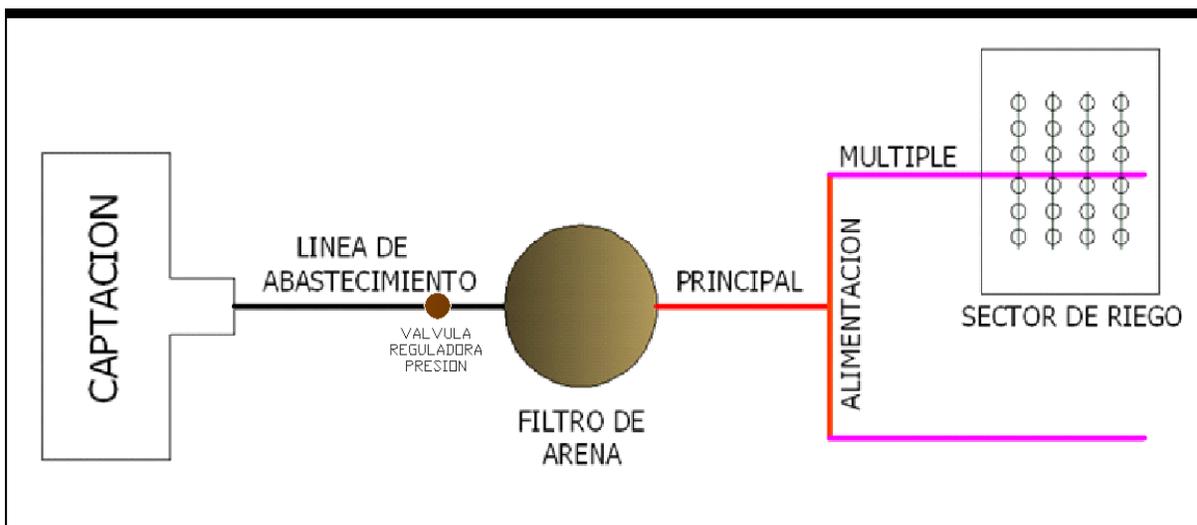


Fig. N.10 Esquema general de la distribución y componentes del sistema.

6.1 CAPTACION Y LINEA DE ABASTECIMIENTO AL LOTE

El predio La Sabina cuenta con una toma predial que le ofrece el distrito de riego El Espinal, cuya captación viene de la quebrada La Maituna y lleva la conducción en tubería PVC hasta el lote, donde entrega un caudal de 5 Lts/seg. Se utilizara una válvula para el control de presión puesto que la presión en la entrada es muy variable y con el fin de reducir costos en tubería, esta válvula resiste hasta 150 PSI y nos entrega una presión de trabajo de 30 PSI, presión con la cual se realizaron los diseños. Además se implementara una válvula achicadora de caudal para garantizar un caudal no mayor a 5 Lt/s.



Fig. N.11. Toma predial instalada en el lote, derivada del distrito de riego El Espinal.

6.2 UNIDAD DE FILTRADO

La unidad de filtrado que se instalara se conforma de un filtro de arena de 100 GPM, cuyo montaje será hecho con accesorios en aluminio, PVC, tubería PVC presión de 2'' RDE 26 y válvulas PVC presión de 2'', se hace la operación de filtrado de todas las partículas extrañas, (arena, limos y hojas), que lleguen a la unidad y mejorar así la calidad de agua captada reteniendo partículas con diámetros mayores de 0.7 mm según el manual técnico del fabricante (Ver Anexo 14) para evitar problemas de taponamiento en la unidad de riego y tuberías.

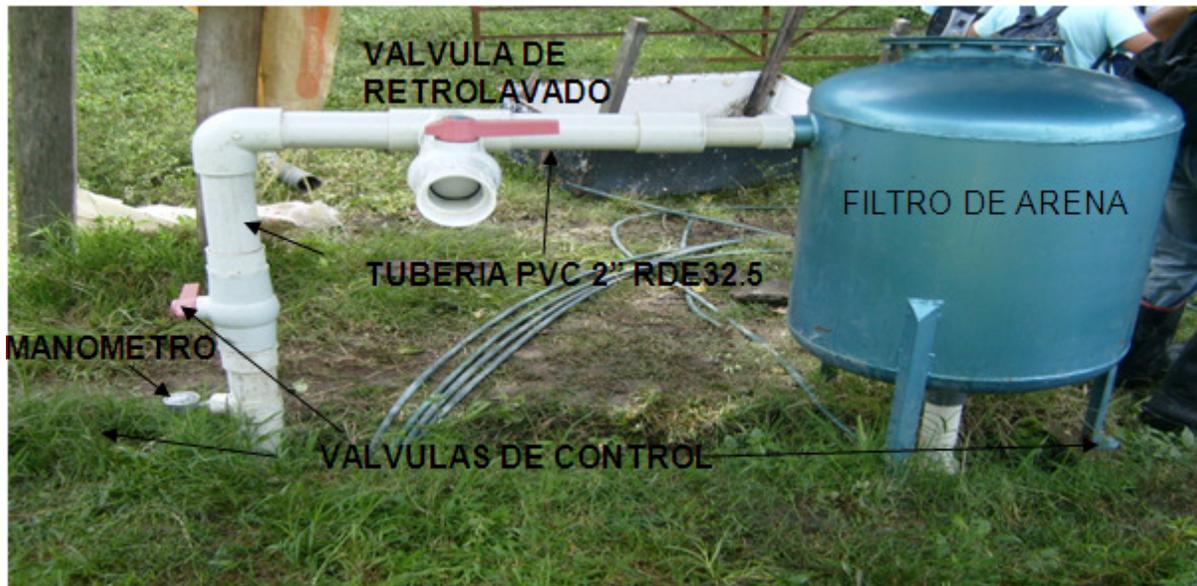


Fig.N.12 Descripción de la unidad de filtrado que se instalara en el predio.

6.3 TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL

La tubería de distribución principal que se encuentra instalada en el predio se compone de una línea de 195m a lo largo del lote con un diámetro de 2" y un RDE32.5. Esta línea será complementada con tubería PVC 2" RDE 41" con accesorios en PVC 2", la distribución de tubería principal cumplirá la función de conducir el agua que recibe de la unidad de filtrado hacia las diferentes líneas de tubería de alimentación puestas en todo el lote para cada uno de los sectores de riego.

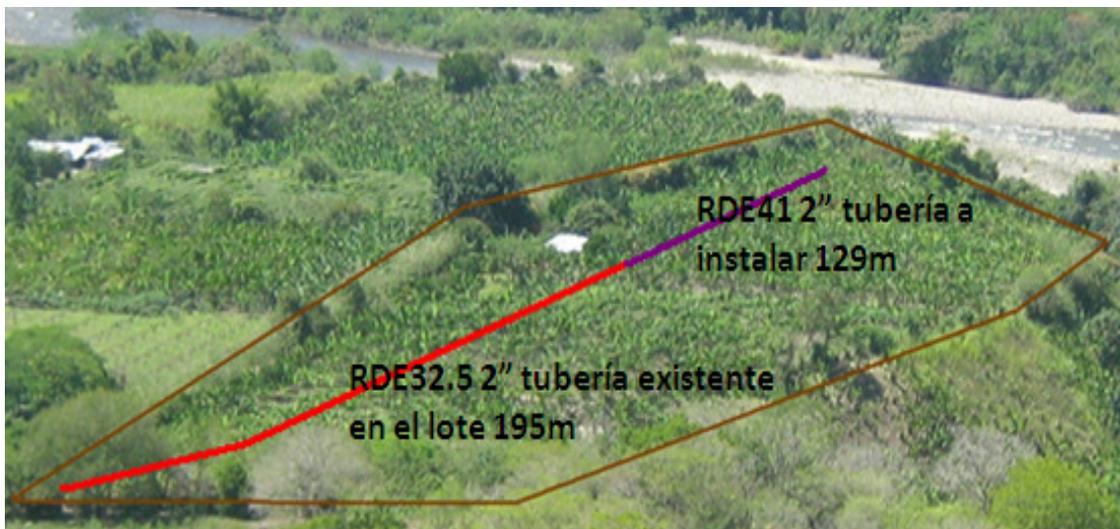


Fig.N.13 Descripción tubería principal en el predio La Sabina

6.4 TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN ALIMENTACIÓN

La tubería de alimentación será instalada en PVC 2" RDE41, para los tres sectores de riego que conforman el sistema. La línea de alimentación se encargará de tomar el agua de la tubería principal y conducirla a la línea de tubería múltiple.

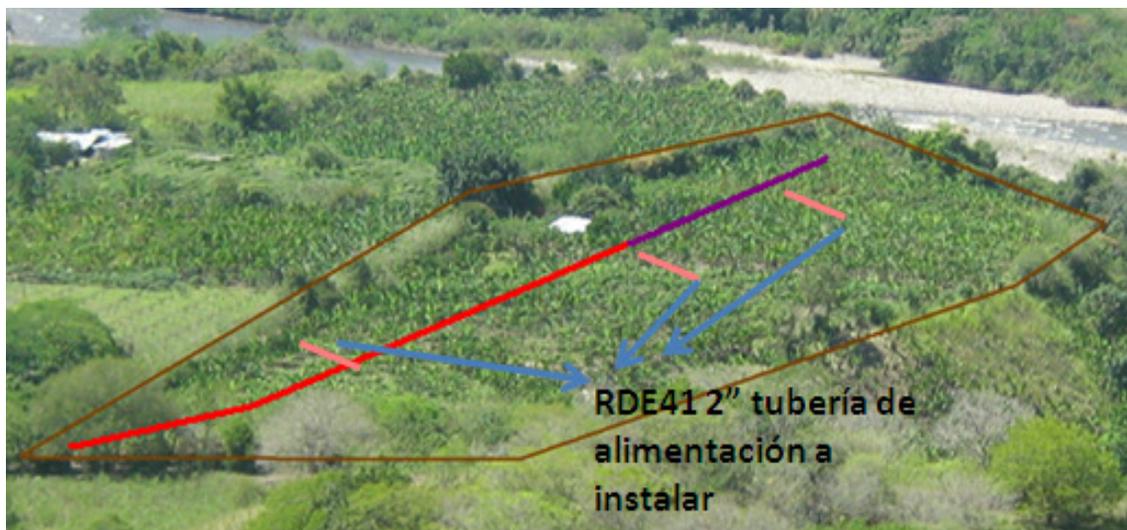


Fig.N.14. Descripción tubería alimentación en el predio La Sabina

6.5 SECTORES DE RIEGO

La tubería de alimentación se encarga de conducir el agua hasta los sectores de riego, los cuales se conectan a la distribución de alimentación por medio de la tubería múltiple, esta tubería se montará en tubería PVC RDE41 de 2". En el sector de riego número 1 que corresponde al cultivo de uva que se implementará, llevará una conexión sobre el múltiple cada 2.6 mts para los laterales, los cuales llevarán una unidad de riego cada 3m en la modalidad de goteo. En los sectores de riego número 2-3 que serán implementados en modalidad microaspersión, la línea de múltiple llevará conexiones para los laterales cada 6 mts y estos tendrán una unidad de riego cada 4.5 mts. Las tuberías de laterales y múltiples llevarán al final de cada una, un tapón de lavado.

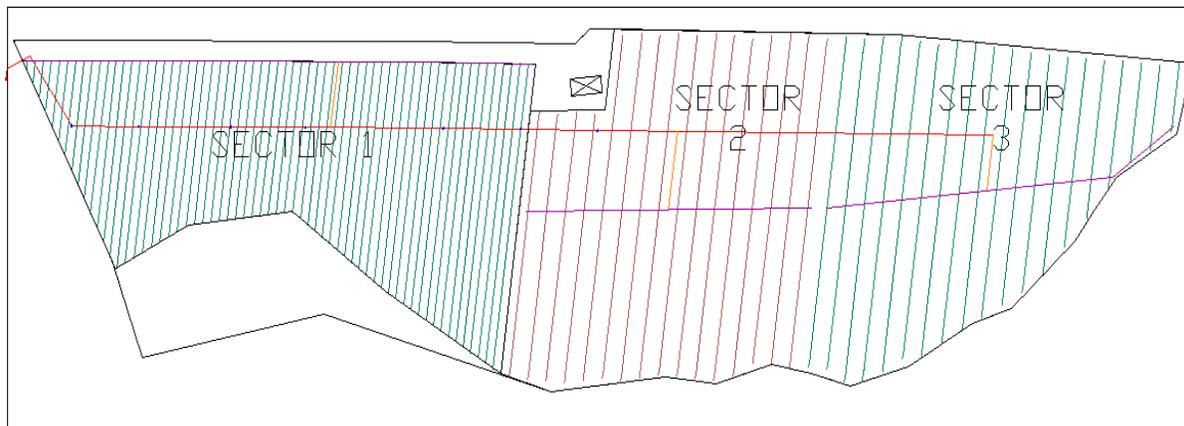


Fig.N.15. Descripción sectores de riego en el predio La Sabina

6.5.1 Montaje de reparto

El abastecimiento a los sectores de riego se instalara en tubería PVC RDE41 de 2", una válvula de 2", un galápago,(derivación), de 2" con salida para el chequeo de presión por medio de manómetros, con accesorios en PVC para descargar de la tubería de alimentación a la tubería múltiple.

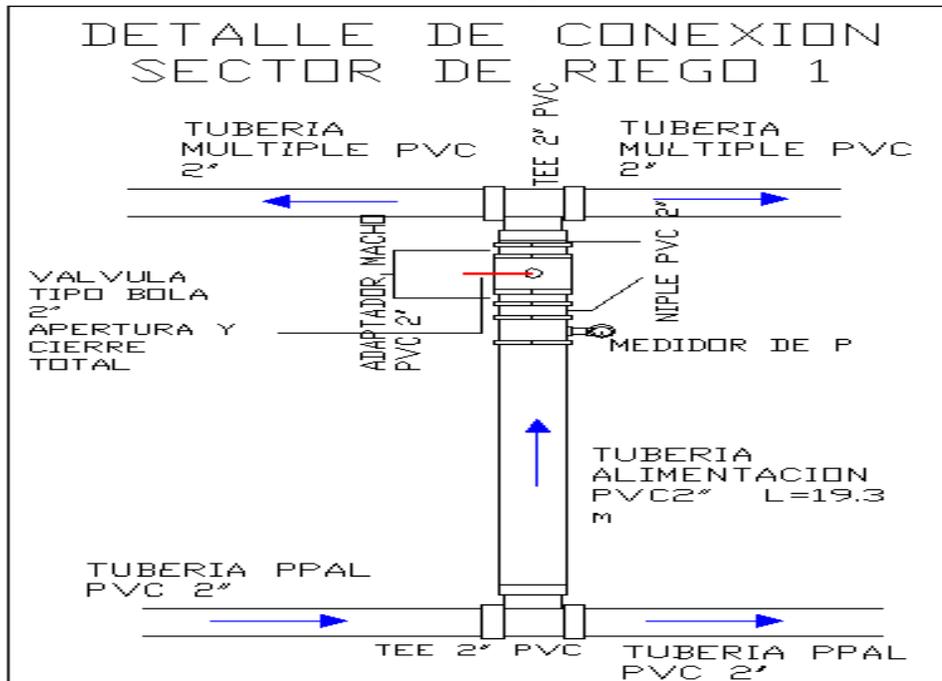


Fig.N.16. Descripción montaje de reparto para sectores de riego 1.

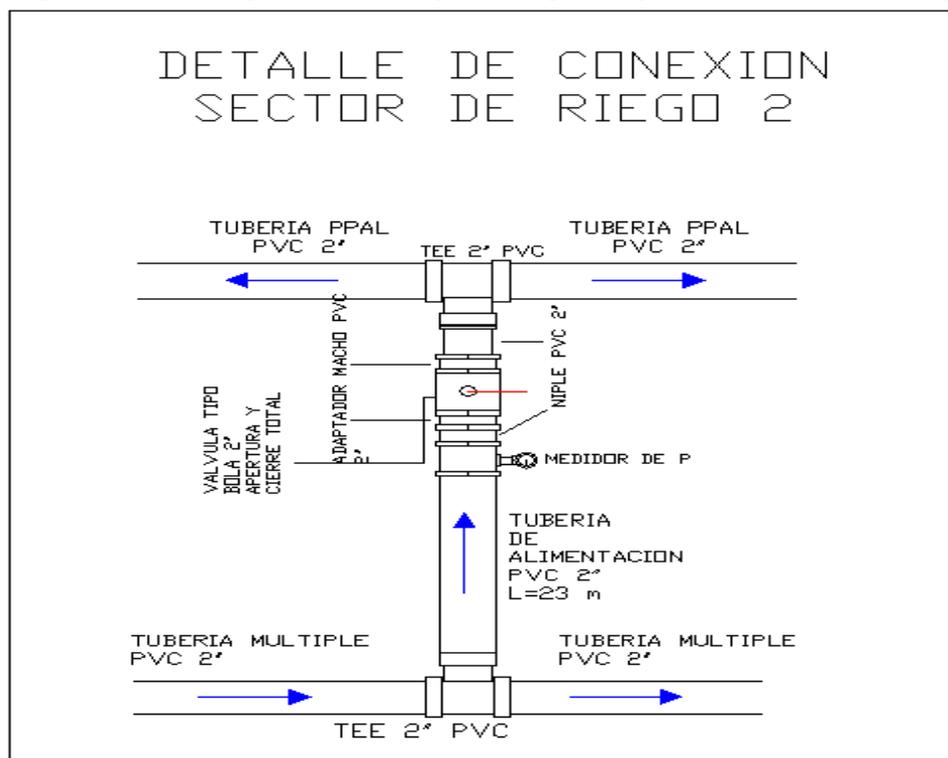


Fig.N.17. Descripción montaje de reparto para sectores de riego 2.

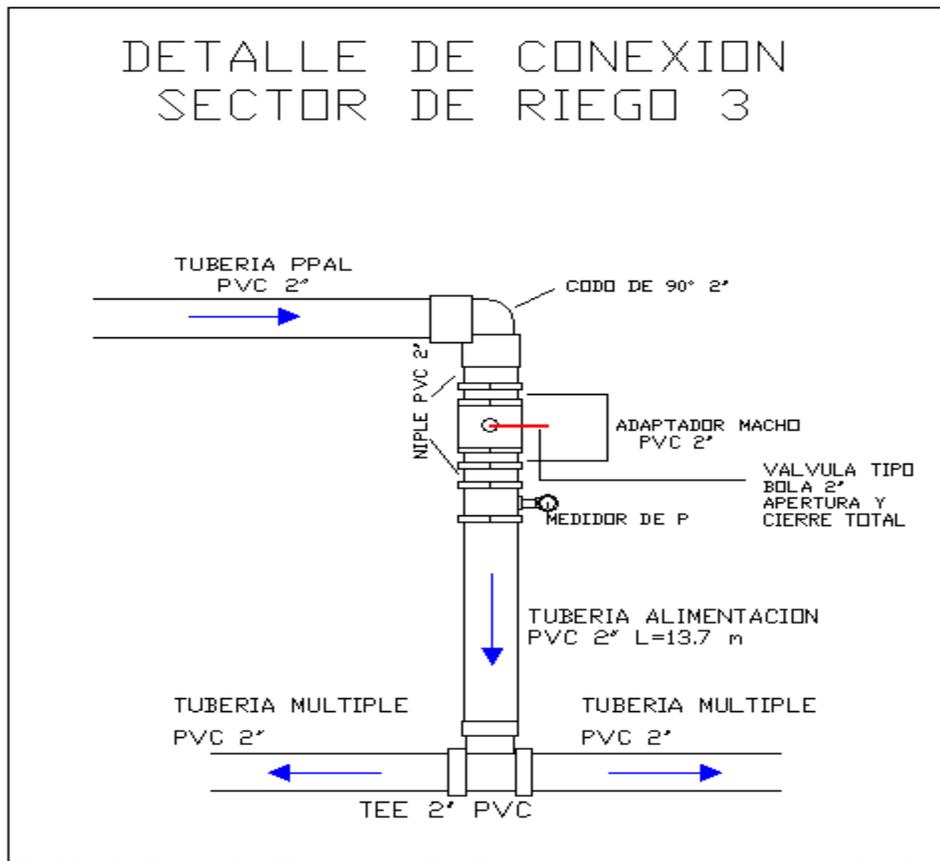


Fig.N.18. Descripción montaje de reparto para sectores de riego 3.

6.5.2 Múltiple.

La tubería múltiple será instalada en PVC RDE41 de 2", llevara salidas laterales en silletas y conectores de (12-16-20) mm a una distancia de 2.6 mts para el sector de riego numero uno y a una distancia de 6 mts para los sectores de riego numero 2 y3. A la línea múltiple entra el agua que viene de la tubería alimentación y se encarga de distribuirla a los laterales.

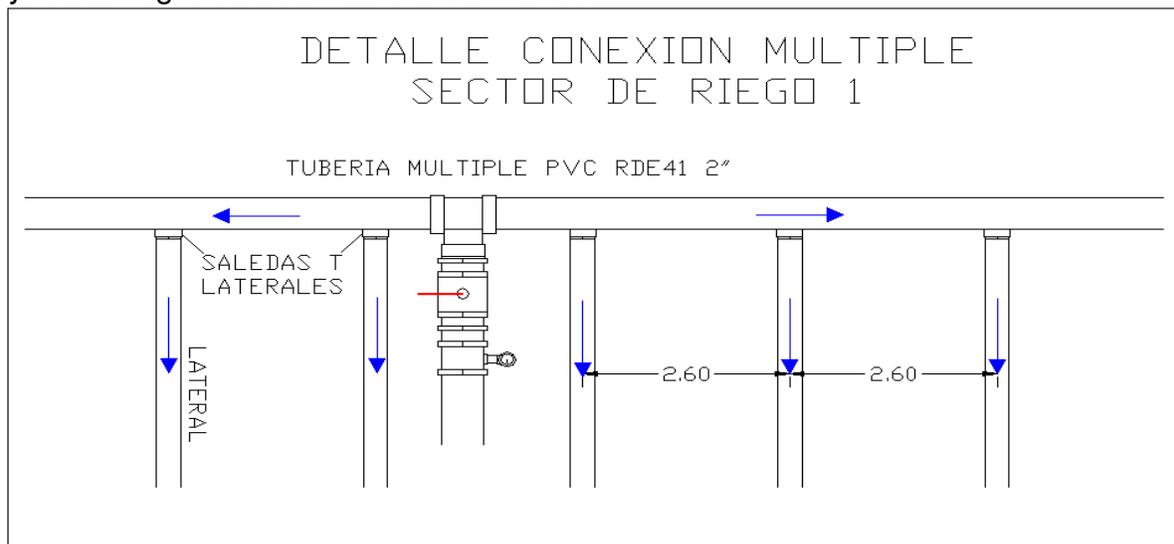


Fig.N.19. Descripción tubería múltiple para sector de riego 1.

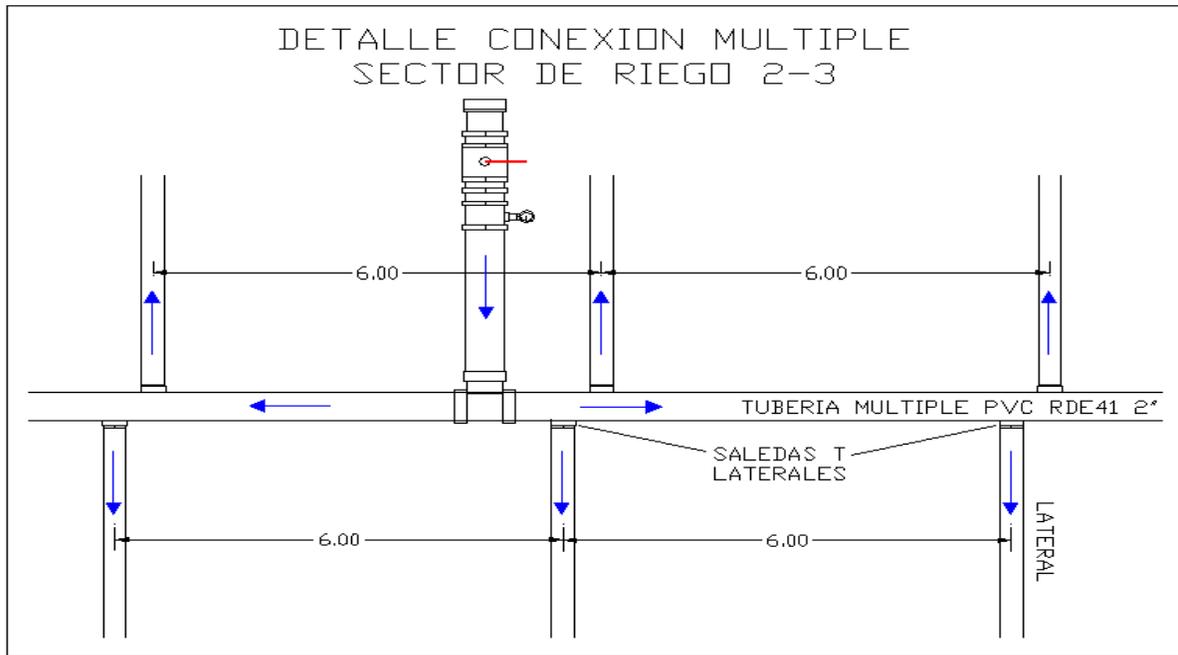


Fig.N.20. Descripción tubería múltiple para sectores de riego 2-3.

6.5.3 Mangueras Laterales y unidades de riego.

Para la instalación de los laterales, se implementara manguera de polietileno con un diámetro de (12-16-20)mm elaboración mixta. Los laterales se desprenden de la tubería múltiple y se encargan de distribuir el agua a las unidades de riego que son las que finalmente entregan el líquido a las plantas para su beneficio. En el sector de riego numero uno se instalara un cultivo de uva y las unidades de riego para este sector son goteros autocompensados de 4 Lts/hr distanciados en línea lateral de 3 mts. Los sectores 2 y 3, se encuentran sembrados en cacao con sombrío en plátano y las unidades de riego para estos sectores serán microaspersores autocompensados con un caudal de descarga de 40 Lts/hr a un distanciamiento en línea lateral de 4.5 m.

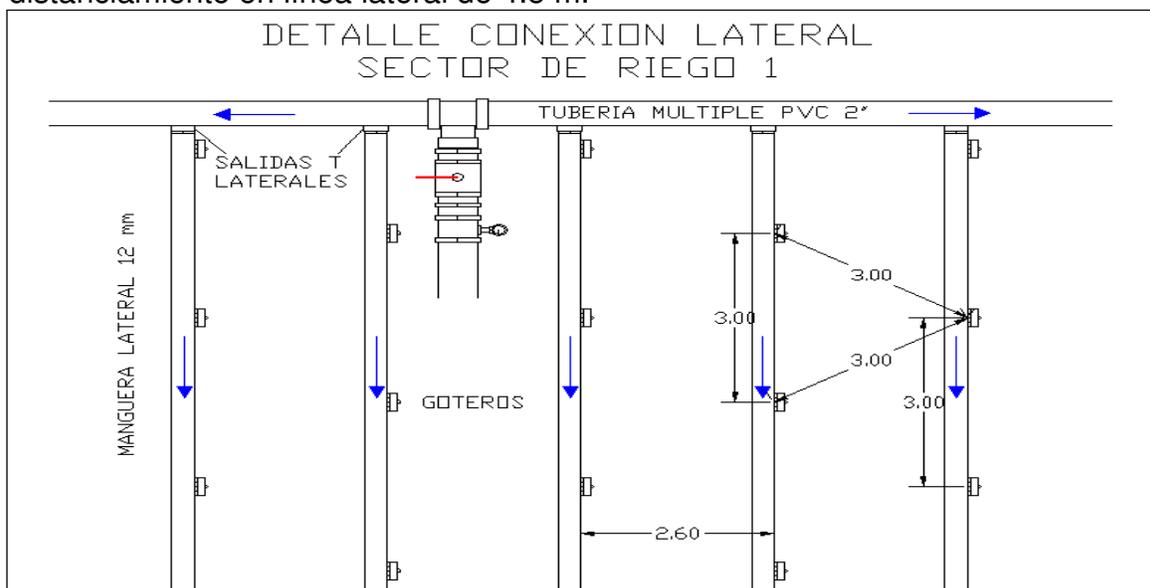


Fig.N.21. Descripción tubería lateral para sector de riego 1.

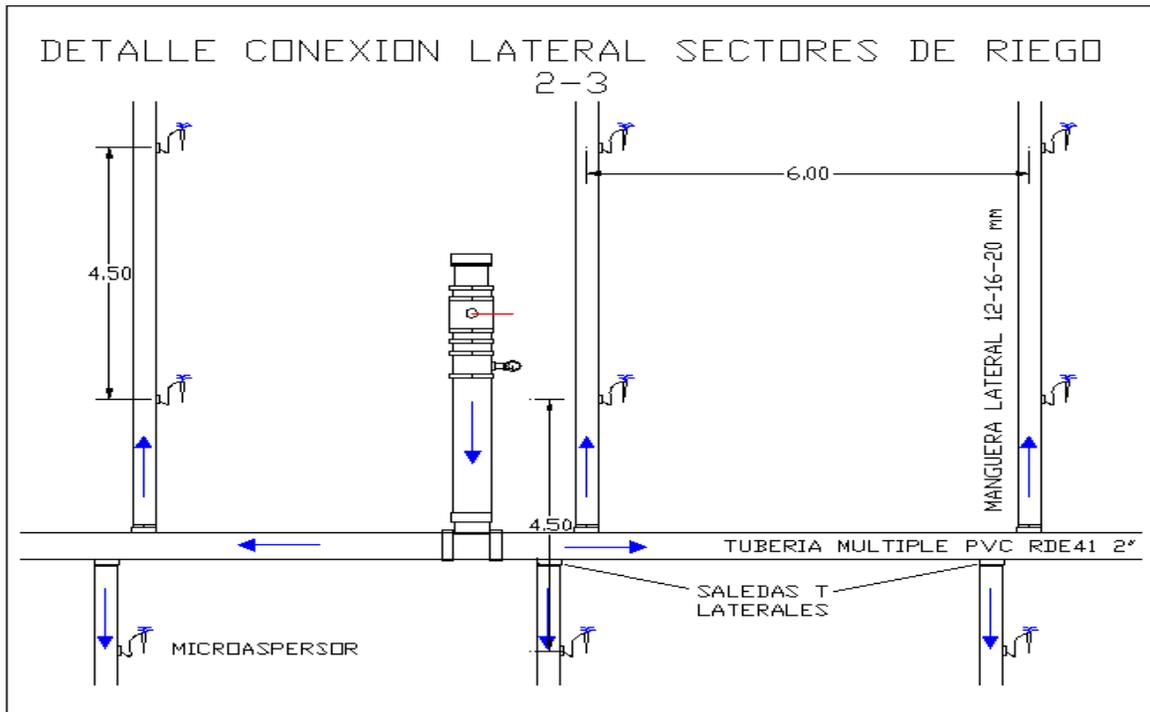


Fig.N.22. Descripción tubería lateral para sectores de riego 2-3.

6.6 TAPONES DE LAVADO.

En la terminación de cada una de las tuberías principal y múltiples se instalarán tapones roscados en PVC de 3" acoplados a adaptadores macho. Estos tapones se instalarán con el propósito de cumplir la función de lavado o vaciado de las tuberías cuando se requiera para evitar el taponamiento por sedimentación u otro propósito. En las mangueras laterales se implementará al final de cada una, un doble o partición de la manguera que será sostenida por un obturador PVC de 3/4", cumpliendo de esta forma la acción y función de tapado.

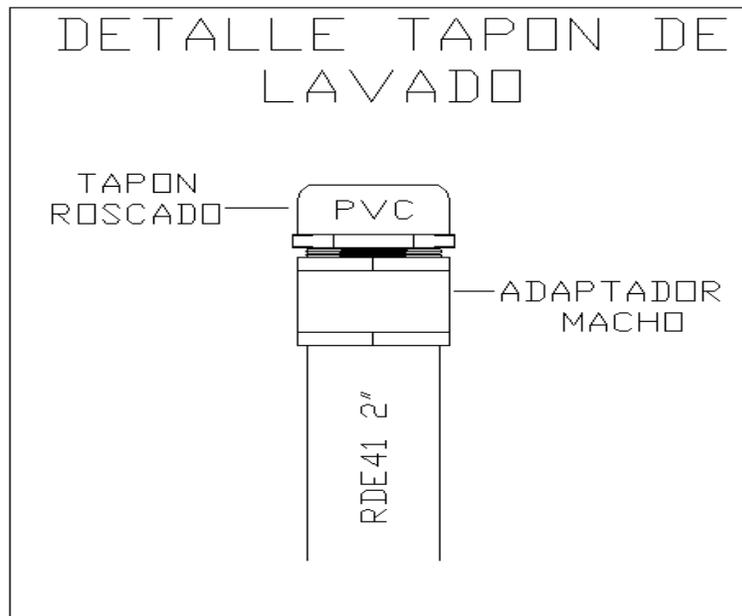


Fig.N.23. Descripción Tapón de Lavado para tuberías principal y múltiple.

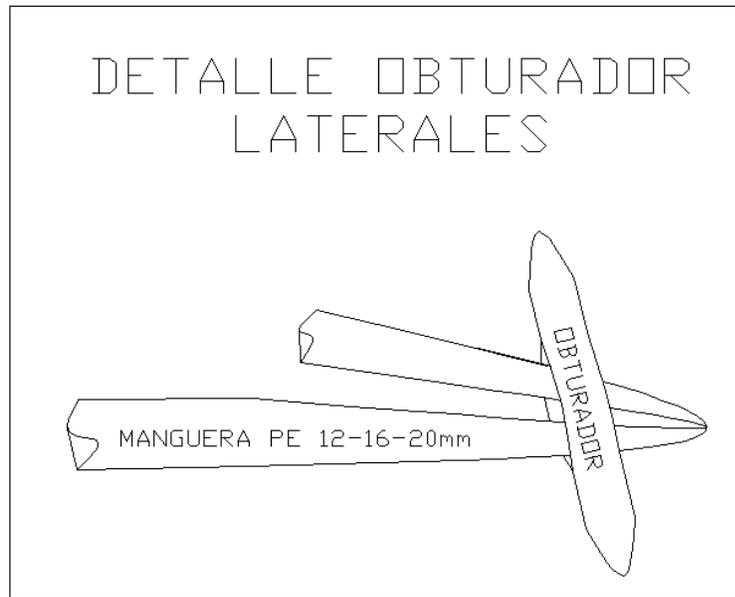


Fig.N.24. Descripción Tapón de Lavado en los laterales por medio de obturador.

7. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

7.1 Programación de riego.

TABLA N.5. Programación del sistema de riego

TURNO	SECTOR DE RIEGO	PRESION ENTRADA (PSI)	UNIDADES DE RIEGO POR SECTOR	CAUDAL TOTAL (LPS)	TIEMPO DE RIEGO (hrs)	FRECUENCIA DE RIEGO
1	S. 1	28	1150	5	12.5	14
2	S.2	29	346	5	26	9
3	S.3	29	324	5	26	9

La programación de riego se obtuvo de los parámetros señalados en los cálculos de los requerimientos hídricos para cada cultivo respectivamente, con una frecuencia de riego de 14 días para el cultivo de uva y de 9 días para el cultivo de cacao.

7.2 AL MOMENTO DE PONER EN FUNCIONAMIENTO EL SISTEMA.

El sistema de riego diseñado para el predio La Sabina con una extensión aproximada de 3.2 ha, se compone de tres sectores de riego. En el momento de poner en funcionamiento el sistema se debe revisar el perfecto estado de las tuberías, unidad de filtrado y válvulas. La válvula reguladora de presión es un componente de suma importancia para el sistema, se instalara a la entrada del lote y después de la unidad de filtrado. Esta válvula se encargara de estabilizar la presión y mantenerla constante dentro del sistema para evitar el rompimiento de tuberías y equipos por sobrecarga de presión. Se debe chequear esta válvula para iniciar el sistema, luego se debe realizar un retro lavado al filtro de arena y de acuerdo la frecuencia de riego se debe hacer el mismo procedimiento en lapsos de tiempo \pm de 2 a 3 horas, también el retro lavado depende de la calidad con que este ingresando el agua al sistema. La presión se debe observar en el manómetro que se ubicara en cada sector de riego de esta forma se observara si la presión dentro del sistema es la requerida para el funcionamiento del mismo.

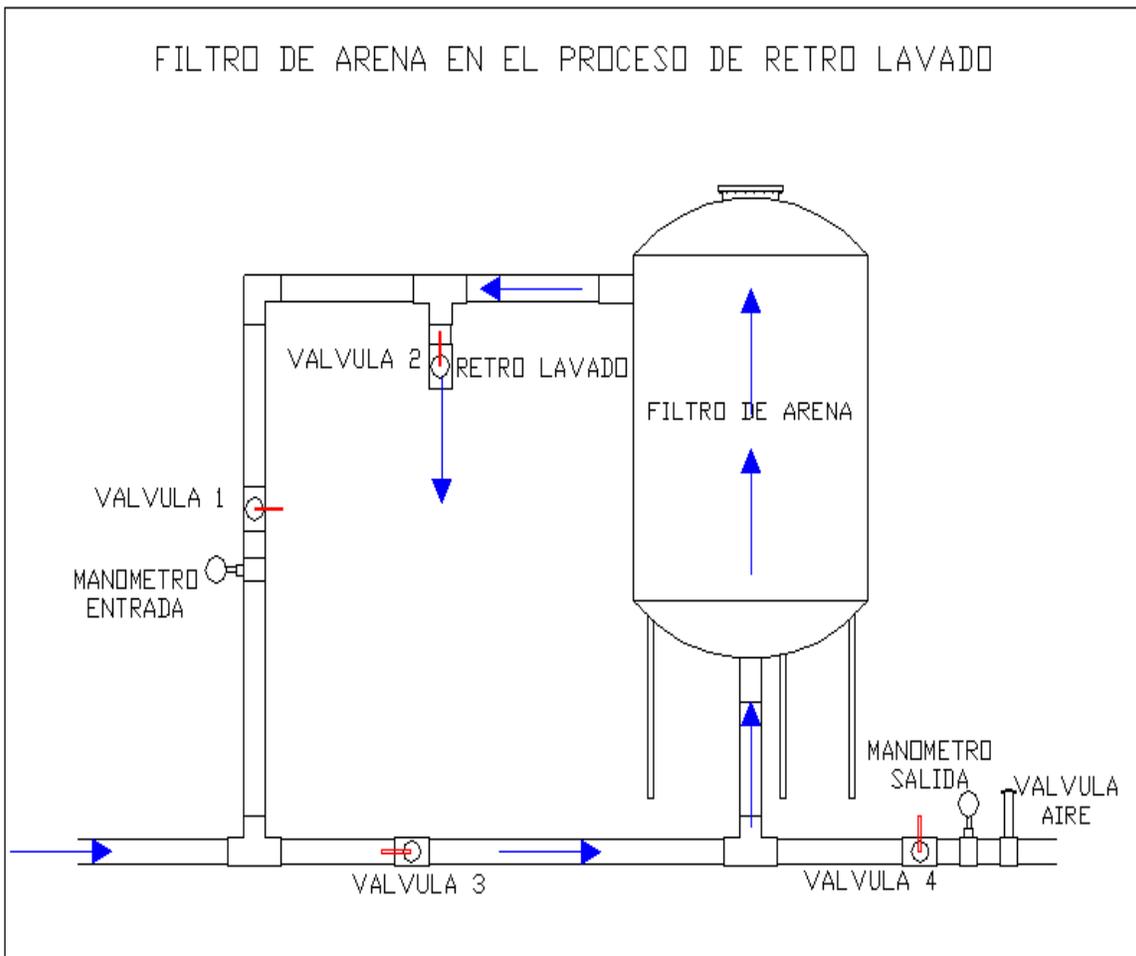


Fig.N.25. Descripción proceso de retro lavado Filtro de Arena.

Para el proceso de retro lavado se deben operar las válvulas como se indica en la grafica anterior para permitir el paso del agua por el interior del filtro en sentido de abajo hacia arriba. Este proceso se obtiene abriendo las válvulas 2-3 y cerrando las válvulas 1-4. De esta forma el agua en contra flujo remueve las partículas que ocasionan taponamiento y deterioro del filtro y unidades de riego.

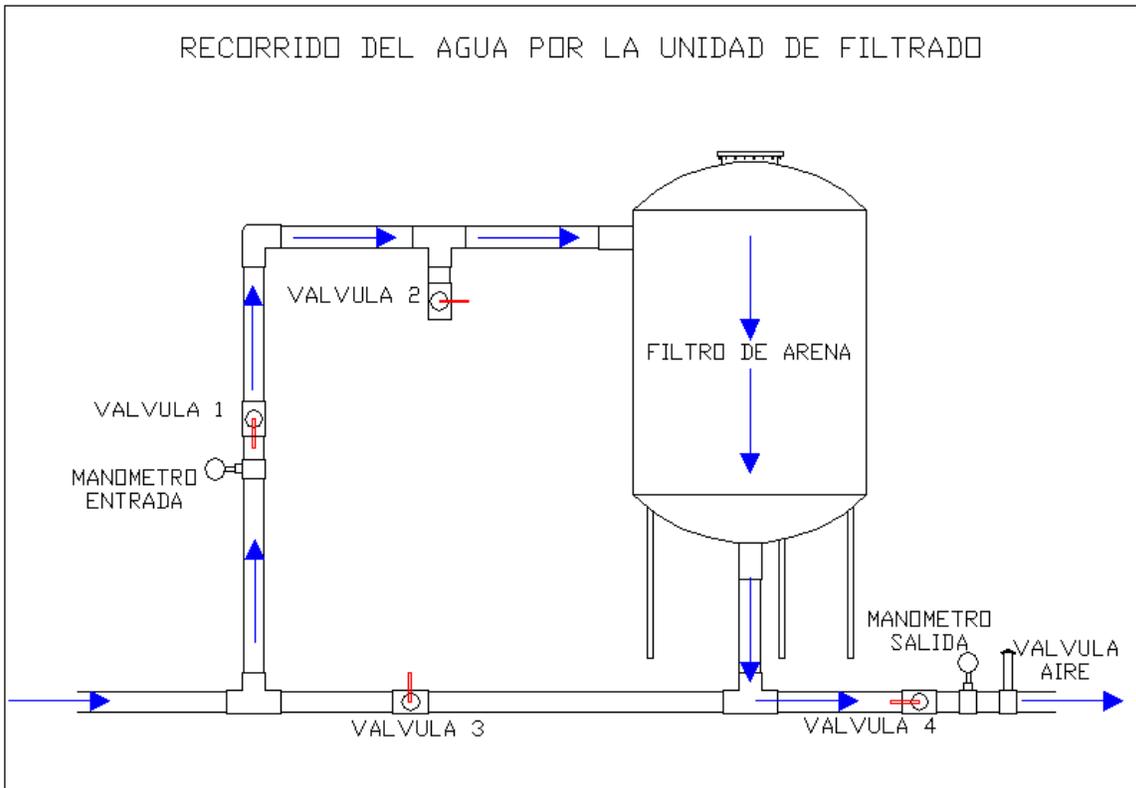


Fig.N.26. Descripción recorrido normal del agua por el filtro de arena.

El flujo normal del agua a través del filtro de arena se debe operar con el cierre total de las válvulas 2-3 y la apertura de las válvulas 1-4, de esta forma se permitirá que el agua haga su filtrado en dirección flujo descendente y salga disponible para ser aplicada a los cultivos por medio de la red de tuberías y unidades de riego. Las válvulas de lavado deben permanecer en perfectas condiciones para evitar descompensación en el sistema por falta de presión, el sistema de riego se diseñó para trabajar con una presión de 30 PSI. Las tuberías principal, alimentación, múltiples y laterales deben ser lavadas al inicio de la operación del sistema de riego para evitar taponamientos por agentes externos que hayan entrado al sistema.

7.3 MANEJO DE VALVULAS PARA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA

El funcionamiento del sistema depende de la operación adecuada de las válvulas, al inicio del sistema en la unidad de filtrado se deben operar las válvulas como se

describen en la **figura N.26**. Para disponer de agua uno de los tres sectores de riego se debe revisar que las válvulas de los otros dos sectores estén totalmente cerradas para asegurar el funcionamiento del sector de riego en las condiciones hidráulicas con que se diseñó. La presión a la entrada del sector de riego debe oscilar entre (25-30) PSI para garantizar los 20 PSI de trabajo en la unidad de riego y las pérdidas por conducción en las tuberías.

TABLA N.6. Operación de válvulas según turno y sector de riego a regar.

Turno de riego	Sector de riego a beneficiar	Unidad de filtrado	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
1	Sector 1	Abierta	V - a	Sectores: 2 V-b y 3 V-c
Cambio N.1				
2	Sector 2	Abierta	V - b	Sectores: 1 V-a y 3 V-c
Cambio N. 2				
3	Sector 3	Abierta	V - c	Sectores: 1 V-a y 2 V-b
Terminación de riego.				

- Al momento de realizar un cambio de sector a regar se debe abrir la válvula del siguiente sector a regar y lentamente cerrar la válvula del sector regado. Se sigue el mismo procedimiento hasta finalizar la jornada de riego.
- La tubería múltiple se lava en el momento de iniciar un sector de riego abriendo el tapón roscado y permitiendo el paso libre de agua para eliminar sedimentos decantados en la tubería, esto se hace hasta que el fluido presente una buena calidad. Para el lavado de las mangueras laterales se retira el obturador que se encuentra al final del lateral y se desdobra la punta de la manguera para permitir la salida de agua.
- La tubería principal se lava poniendo en funcionamiento la unidad de filtrado, cerrando las válvulas de los sectores de riego (V-a, V-b, V-c) y abriendo el tapón roscado que se encuentra al final de la tubería.
- Al finalizar la jornada de operación del riego se deben cerrar las válvulas de los tres sectores de riego y realizar un retro lavado al filtro de arena para garantizar que esté en buenas condiciones en el momento de iniciar otra

jornada de riego. Luego de hacer el retro lavado las válvulas de la unidad de filtrado también se deben dejar totalmente cerradas.

8. MANTENIMIENTO DE OBRAS, EQUIPOS Y MATERIALES DE RIEGO.

Todo proyecto de riego debe mantener sus componentes en buen estado, puesto que es la única garantía que permitirá un éxito en las labores y una alta eficiencia del sistema. El mantenimiento de todas las partes que conforman el sistema de riego son parámetros indispensables para garantizar el producto final del proyecto que es el de proporcionar al cultivo la cantidad de agua necesaria para su desarrollo fisiológico y productivo.

- El sistema no debe ser operado por personal sin experiencia en este tipo de proyectos, el personal que maneje el sistema debe ser capacitado e instruido en el funcionamiento de obras y equipos que componen el sistema de riego.
- La red de tuberías debe permanecer enterrada para prevenir daños por exposición a la intemperie y revisar que estén debidamente conectadas evitando así el escape o pérdida del agua.
- La unidad de filtrado y las válvulas de reparto para los sectores de riego y el sistema regulador de presión, deben permanecer libres de arvenses (malezas) las cuales pueden causar daños graves a los equipos y además deben ser protegidos de la intemperie para evitar inconvenientes.
- Las tuberías deben ser lavadas periódicamente para evacuar posibles sedimentos y prevenir taponamiento en las tuberías lo cual causaría una paralización del riego y podría ser contraproducente para el cultivo.
- La válvula reguladora de presión que se instalara al inicio del sistema debe ser protegida con seguridad para evitar la desincronización, lo cual podría echar a perder todo el sistema, puesto que fue diseñado para trabajar a baja presión y un daño o fallo de esta válvula produciría el estallamiento de todas las tuberías por sobrecarga de presión.
- Se hace necesario un lavado al material filtrante (arena y grava), del filtro de arena al menos una vez por año para evitar colmatación por presencia de partículas que llegan a este y que no son removidas en el retro lavado. El lavado del material se hace desplazando la tapa que se encuentra en la parte superior del filtro y retirando el material contenido dentro del filtro (arena y grava), separándolos con una zaranda y lavarlos con agua para

introducirlas nuevamente en el filtro en la misma disposición en que se encontraron. (la grava debe ir en la parte inferior del filtro y la arena en la parte superior)

- Al momento que hayan taponamientos en la red de tuberías y unidades de riego no se debe tratar de destapar con objetos extraños, porque estos ocasionarían la des calibración de la descarga y posteriormente el daño de el emisor. En caso que esto llegara a ocurrir la solución se encuentra en hacer pasar un químico especial, el cual posee la capacidad de solubilizar los objetos que ocasionan el taponamiento y de esta forma destaparlos. “Para la limpieza de incrustaciones de carbonatos se puede inyectar ácido nítrico, fosfórico, sulfúrico o clorhídrico. Alcanzando un pH de 2 al final de los laterales de riego. Para alcanzar este pH en el agua pueden utilizarse 6 lts de ácido por cada m³ de agua que entre a las tuberías mientras dura la limpieza.”²⁰

Si se presentan daños graves en el sistema, se debe detener de inmediato la operación de riego y comunicarse con personal capacitado en la restauración del funcionamiento para sistemas de riego.

9. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

DESCRIPCION GENERAL	UND	CANT.	V/U (\$)	COSTOS (\$)
TUBERIA PRINCIPAL, ALIMENTACION, MULTIPLE Y LATERALES Incluye: Suministro, Transporte y Capacitación.				
Línea Principal PVC RDE41 2"	MI	144	3306	476064
Línea Alimentación PVC RDE41 2"	MI	63	3306	208278
Línea Múltiple PVC RDE41 2"	MI	420	3306	1388520
Manguera Polietileno 12 mm rollo 100 m	MI	3997	924.52	3695306.44
Manguera Polietileno 16 mm rollo 100 m	MI	963	1337.48	1287993.24
Manguera Polietileno 20 mm rollo 100 m	MI	1908	2083.36	3975050.88
SUMA PARCIAL				11031212.56
UNIDAD DE FILTRADO Incluye: Suministro, Transporte y Capacitación.				
Filtro de arena 100 GPM 2"	Und	1	200000	200000
Tubo PVC RDE 26 2"	MI	6	5274	31644
Tee 2" PVC	Und	3	7698	23094
Codo 90 2" PVC	Und	1	6024	6024
Válvula de bola 2" PVC	Und	4	50000	200000
Manómetro de 100 PSI	Und	2	50000	100000
Adaptador macho 2" PVC	Und	5	3000	15000
Collar de derivación 2" x 1/2" PVC	Und	2	5720	11440
Bushing a 1/4"	Und	2	1500	3000
SUMA PARCIAL				2390202

²⁰ http://www.agrocabildo.com/publica/publicaciones/otro_104_T_limpieza.pdf

DESCRIPCION GENERAL	UND	CANT.	V/U (\$)	COSTOS (\$)
ACCESORIOS PVC Incluye: Suministro, Transporte y Capacitación.				
Tee 2" PVC	Und	6	7698	46188
Codo 45 2" PVC	Und	1	6365	6365
Codo 90 2" PVC	Und	1	6365	6365
Silleta y conector (12-16-20) mm	Und	133	1256.28	167085.24
Collar de derivación 2" x 1/2" PVC	Und	2	5720	11440
Válvula ventosa doble acción 1" PVC	Und	1	180000	180000
Válvula de bola 2" PVC	Und	3	50000	150000
Adaptador macho 2" PVC	Und	13	3000	39000
Tapón roscado 2" PVC	Und	7	4082	28574
Bushing a 1/4"	Und	3	1500	4500
Manómetro portátil de 100 PSI	Und	1	50000	50000
Soldadura Tubería PVC	1/4.	2	53881	107762
Limpiador Tubería PVC	1/4.	2	23960	47920
Lubricante x Tarro de 1.0 Kg	Und	1	16000	16000
Cinta de teflón	Und	25	1600	40000
SUMA PARCIAL			901199.24	
UNIDAD DE RIEGO				
Microaspersor 40 Lt/h, 20 PSI autocompensado, antinsecto	Und	669	4500	3010500
GOTERO 4 Lt/h, 20 PSI, Sobrelínea autocompensado	Und	1150	750	862500
SUMA PARCIAL			3873000	
UNIDAD REGULADORA DE PRESION				
Válvula reguladora de presión CASH ACME 2" con delimitador de caudal y filtro en Y ITAP 2" . Recibe 100 PSI y entrega 30 PSI	Und	1	1500000	1500000
SUMA PARCIAL			1500000	
MANO DE OBRA CALIFICADA				
Instalación Tubo 6m PVC 2" con accesorios ramales y accesorios sector riego	Und	105	6000	630000
Instalación unidad reguladora de presión	Und	1	500000	500000
Instalación manguera polietileno (12-16-20) mm rollo de 100 m	Und	69	5000	345000
Instalación de microaspersores	Und	669	300	200700
Instalación de goteros	Und	1150	100	115000
Instalación y puesta en funcionamiento unidad de filtrado	Und	1	500000	500000
Replanteo del diseño en terreno	Ha	3.2	150000	480000
SUMA PARCIAL			2770700	
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
Excavación y tapado de tubería 2" (0.4 x 0.4) m	ML	627	2500	1567500
Excavación y tapado de la manguera (12-16-20) mm (0.15 x 0.20) m	ML	6868	50	343400
SUMA PARCIAL			1910900	
OBRA CIVIL				
Construcción cajillas de protección de conexión de sector de riego, concreto y tapa	Und	4	500000	2000000
SUMA PARCIAL			2000000	
SUMATORIA DE SUMAS PARCIALES			26377213.8	
ADMINISTRACION E IMPREVISTOS (6%)			1582632.828	
UTILIDAD (3%)			791316.414	
IVA SOBRE UTILIDAD (16%)			126610.6262	
GRAN TOTAL			28877800	

CONCLUSIONES

La variación de presión en la entrada del lote a causa de ser la parte baja del distrito de riego El Espinal, determino la implementación de una válvula reguladora de presión a la entrada 100 PSI y entrega 30 PSI para el diseño del sistema, además se hace necesario la ubicación de una válvula reguladora de caudal con una capacidad de regular y garantizar 5 Lts/seg. Estos componentes se instalaran después de la unidad de filtrado para evitar la des calibración por sedimentos presentes en el agua.

Con la realización de este proyecto se estipula la viabilidad de la implementación de un riego presurizado por micro aspersion, para el cultivo de cacao con sombrío en plátano ya que brinda una eficiencia teórica del 95% y cada microaspersor surte a 6 plantas haciéndolo relativamente económico en comparación con el riego por goteo que también es utilizado para esta variedad de cultivo.

La escogencia del tipo de riego de cada sembradío se obtuvo de acuerdo a las características de cada cultivo. Diseñando el más indicado, para el cultivo de uva se implementara riego por goteo brindando una eficiencia del 98%, ya que no produce erosión ni encharcamiento que es un parámetro importante en este tipo de cultivo.

En el diseño de proyectos de riego es de vital importancia tener en cuenta los balances hídricos, pues estos nos dan la pauta para una programación de riego adecuada al cultivo y a la zona de estudio.

Este proyecto muestra una alternativa para la implementación de nuevas prácticas agrícolas, con el propósito de dar un uso racional y adecuado al recurso hídrico.

Los balances hídricos agrícolas muestran que de las estaciones seleccionas para el proyecto, existe déficit de agua durante dos periodos al año que van desde finales de Junio a principios de Noviembre y de finales de Diciembre a principios de Febrero. Los meses con menor requerimiento hídrico son Abril y finales de Noviembre.

Para la implementación del proyecto de riego se requiere una inversión total de \$ 28.877.800. Con un costo aproximado por hectárea de \$ 9.000.000.

El manejo y operación del sistema de riego debe estar en manos de personal capacitado, para garantizar un optimo rendimiento y adecuado funcionamiento del diseño de riego.

RECOMENDACIONES

La operación de riego se debe hacer por personal capacitado, que conozca los principios básicos de funcionamiento y componentes del sistema, para evitar errores en la programación de riego lo cual sería contraproducente para la producción de los cultivos.

Por medio del programa del gobierno nacional Agro Ingreso Seguro (AIS), se pueden gestionar los recursos económicos necesarios para la ejecución del proyecto.

Las labores de limpieza en los cultivos se deben hacer con mucha precaución para evitar daños en la red de tuberías, tapones de lavado, unidades de riego y demás componentes del sistema de riego.

Es importante implementar una clase de señalizaciones que indiquen el sitio y sentido de las tuberías dentro del lote, así como la ubicación de válvulas y demás componentes, también se debe brindar protección a todo el sistema. Esto hará más fácil y práctico el laboreo del lote.

BIBLIOGRAFIA

Bahamon J., Llanos A., Diseño, instalación y evaluación de los sistemas de riego con micro aspersión, goteo y surcos , goteo y surcos , aplicados a la producción de hortalizas en el corregimiento de la Hulloa municipio de Rivera departamento del Huila (trabajo de grado). Neiva Universidad Surcolombiana Facultad de Ingeniería. 2002.

Cardozo N., Lozada Y., Castañeda E. Estudio y diseño de riego en ladera bajo quebradon (trabajo de grado). Neiva: Universidad Surcolombiana Facultad de ingeniería, 1988.

Cifuentes P. Miguel Germán, Metodología Para El Diseño De Sistemas De Riego A Presión (Tesis Especialización En Ingeniería De Irrigación) Neiva: Universidad Surcolombiana Facultad De Ingeniería. 2001.

Cifuentes P. Miguel Germán. Talleres para el diseño de sistemas de riego a presión, de autoría del Ingeniero Agrícola, Especialista en Ingeniería de Irrigación, Universidad Surcolombiana.

Correa C. Diana Katherine. Estudio y diseño para la adecuación predial del sistema de riego del distrito ASOPIÑAL. Municipio de Gigante departamento Huila (Proyecto de grado) Neiva: Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. 2009.

Damián T.,Marlio Darío. Implementación Del Riego Localizado Como Alternativa Para La Optimización Del Uso Racional Del Agua En El Cultivo De Cacao Con Sombrío En Plátano. Municipio De La Plata Departamento Huila (Proyecto De Grado). Neiva: Universidad Surcolombiana Facultad De Ingeniería. 2008.

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Manual De Riego Y Drenaje Bogotá. El instituto, 1986.

Mosquera J., Diseño de riego para la granja Villa Luz de la institución educativa San Luis Beltrán En El Municipio De Neiva Departamento Del Huila (Proyecto De Grado). Neiva: Universidad Surcolombiana Facultad De Ingeniería. 2007.

PAVCO. Catálogos de tubería y accesorios presión PAVCO. Bogotá: s.e.2009.

Torrente A., Perea J., Ortiz A., Hidráulica del riego a presión. Neiva: Editorial Universidad Surcolombiana. 1998.

Vergel A., optimización del centro experimental piloto de riego a presión "CEPRAP" con fines de mejoramiento y tecnologías, granja Universidad Surcolombiana sector juncal municipio de Palermo (proyecto de grado). Neiva: Universidad Surcolombiana Facultad de Ingeniería. 2005.

Zambrano H. Introducción al estudio de las ciencias de la tierra (Geociencias): Evapotranspiración. Primera edición. Neiva: Editorial Universidad Surcolombiana 2003.

ANEXOS

Anexo 1. Resultado análisis de suelo del predio La Sabina, realizado por el laboratorio de suelos de la Universidad Surcolombiana. (LABSUS)



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
NIT. 891.180.084-2
LABORATORIO DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERIA

PRUEBAS FÍSICAS DE SUELOS

Solicitante: Hernando Rojas
Cultivo: Cacao - Platano
Fecha: Abril 30 de 2009

Vereda: La Sabina
Municipio: Tarqui
Departamento: Huila

Código No. Laboratorio	Horizonte Prof. (cm)	Fracción mineral (%)	Textura	Densidad Real (g/cm ³)	Densidad aparente (g/cm ³)	Porosidad Total (%)	Humedad (%)	
							CC _{0,03} MPa	PMP _{1,5} MPa
787	(0 – 30)	A: 80.53	Arenoso Franco	2.58	1.60	37.98	15.53	7.12
		L: 10.79						
		Ar: 8.68						

A arena, L limo, Ar arcilla.

Métodos de laboratorio utilizados:

Textura: Bouyoucos
Humedad del suelo: Secado en estufa a 105°C por 24 horas
Densidad real: Picnómetro
Densidad aparente: Terrón Parafinado
Porosidad Total: Relación de Densidades
Retención de Humedad: Platos de Richards.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO Ph.D.
Coordinador Laboratorio de Suelos - LABSUS
Universidad Surcolombiana

Continuación Anexo 1

 UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA NIT. 891.180.084-2 INSTITUTO DE ENSAYOS E INVESTIGACIONES IDEI LABORATORIO DE SUELOS - LABSUS FACULTAD DE INGENIERIA							
Solicitante: Hernando Rojas				Vereda: La Sabina			
Cultivo: Cacao - Plátano				Municipio: Tarqui			
Finca: La Sabina				Departamento: Huila			
Fecha: Abril 30 de 2009							
No. Laboratorio		02Q-0787			Recomendación fertilización		Método Analítico Empleado
Muestra		003			Nutrientes puros Cacao	Requerimientos kg/ha	
PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CALIFICACION	RANGO MEDIO			
pH	-	6.05	Ligeramente ácido	6.6 - 7.3	-	-	Potenciómetro
Materia Orgánica (MO)	%	0.52	B	3 - 5	N	110	Walkley - Black
C.I.C.	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	15.96	M	10 - 20	-	-	NH ₄ OAc - pH 7
Fósforo (P)	ppm	55.58	A	15 - 40	P ₂ O ₅	20	Bray II
Calcio (Ca)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	14.78	A	3 - 6	-	-	NH ₄ OAc - AA
Magnesio (Mg)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.51	A	1.25 - 2.50	-	-	
Sodio (Na)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.11	N	0.1 - 0.5	-	-	
Potasio (K)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.17	B	0.2 - 0.4	K ₂ O	240	
Bases Totales (BT)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	17.57	-	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	110.08	saturado	35 - 50	-	-	Relación catiónica
Azufre (S)	ppm	11.77	M	8 - 16	S	10	Turbidimetría
Hierro (Fe)	ppm	143.31	A	50 - 100	-	-	Doble Ácido -AA
Cobre (Cu)	ppm	2.40	M	2.0 - 2.4	Cu	3	Doble Ácido -AA
Cinc (Zn)	ppm	7.42	A	3 - 6	-	-	Doble Ácido -AA
Manganeso (Mn)	ppm	28.48	M	20 - 40	Mn	7	Doble Ácido -AA
Boro (B)	ppm	0.33	M	0.3 - 0.6	B	2	H ₂ O Caliente
Aluminio (Al)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	1.0 - 1.5	-	-	Volumétrica
Relación Ca/Mg	-	5.88	D	2 - 4*	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	101.7	D	10*	-	-	Relación catiónica
Relación Mg/K	-	14.76	-	3*	-	-	Relación catiónica
TEXTURA	Clase	AF	ARENOSO FRANCO				Organoléptico

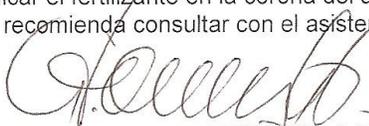
ANALISTA QUIMICO: Carlos A. Franco MDQ

NOTA: Los resultados son validos únicamente por la muestra analizada. *Contenido óptimo.

CALIFICACIÓN: D: DEFICIENTE, N: NORMAL, I: IDEAL
 MB: MUY BAJO, B: BAJO, M: MEDIO, A: ALTO, MA: MUY ALTO

OBSERVACIONES:

Incorporar materia orgánica al suelo, en forma de gallinaza o vermicompost en dosis de 1 ton/ha para mejorar las características de retención de humedad y nutrientes.
 Utilizar como fuentes de fertilización: Urea (5 bultos/ha), DAP (1 bulto/ha) y Cloruro de Potasio (8 bultos/ha). Para suplir las deficiencias en elementos menores aplicar estos en forma de Sulfatos y Bórxar natural.
 Aplicar el fertilizante en la corona del árbol.
 Se recomienda consultar con el asistente técnico del cultivo.

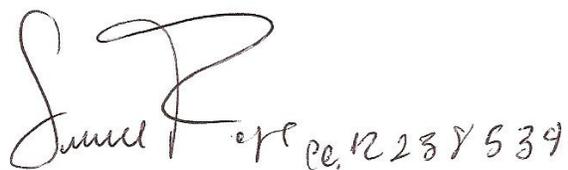

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO Ph. D.
 COORDINADOR LABORATORIO DE SUELOS

Anexo 2. Concesión de agua para riego del distrito de riego El Espinal para el predio La Sabina.

Tarqui – Huila Noviembre de 2009

Junta de acción comunal Distrito de Riego EL Espinal
Vereda El Espinal

La junta de acción comunal encargada de la administración del Distrito de Riego El Espinal, certifica mediante esta nota que el señor Hernando Rojas Imbachi con cc 4941279 de Maito, propietario del predio La Sabina, esta al día en la cancelación del pago mensual por concepto de concepción a toma predial de agua, suministrada por el distrito a la entrada del lote para uso de riego.



Sandro Rojas Imbachi cc. 12238534

SANDRO ROJAS IMBACHI
cc 12238534 de Pitalito
TESORERO

Continuación Anexo 3.

FECHA DE PROCESO		09/09/2008		09/09/2008		VALORES TOTALES DECIMALES DE EVAPORACION (mm)												SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL		ESTACION : 1102201		ALTA MIRA	
LATITUD	LONGITUD	ELEVACION	TIPO EST REGIONAL	CO REGIONAL	ENTIDAD REGIONAL	DEPTO CORRIENTE	MUNICIPIO	PIRANTO	HUILA	AGOST *	SEPT *	OCTUB *	NOVI *	DICE *	VI ANUAL *	ESTACION	FECHA-INSTALACION	FECHA-SUSPENSION	VI ANUAL *				
1820.000000	7607.000000	1820.000000	312.4	312.4	312.4	311	311	314	314	314	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311			
1995	1	34.6	312.4	312.4	312.4	311	311	314	314	314	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311		
1996	1	34.6	312.4	312.4	312.4	311	311	314	314	314	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311		
1997	1	34.6	312.4	312.4	312.4	311	311	314	314	314	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311		
1998	1	34.6	312.4	312.4	312.4	311	311	314	314	314	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311		
1999	1	34.6	312.4	312.4	312.4	311	311	314	314	314	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311		
2000	1	34.6	312.4	312.4	312.4	311	311	314	314	314	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311		
2001	1	34.6	312.4	312.4	312.4	311	311	314	314	314	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311		
2002	1	34.6	312.4	312.4	312.4	311	311	314	314	314	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311		
2003	1	34.6	312.4	312.4	312.4	311	311	314	314	314	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311		
2004	1	34.6	312.4	312.4	312.4	311	311	314	314	314	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311		
2005	1	34.6	312.4	312.4	312.4	311	311	314	314	314	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311		
2006	1	34.6	312.4	312.4	312.4	311	311	314	314	314	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311		
2007	1	34.6	312.4	312.4	312.4	311	311	314	314	314	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311		
MECOS																							
MAXIMOS																							
MINIMOS																							

Anexo 4. Coeficiente estacionales de uso consumo (Kc) para diferentes cultivos.

Cultivo	Duración de la estación normal de crecimiento	Coeficiente de uso-consumo (Kc)
Alfalfa	Entre heladas	0.80 a 0.90
Plátano	Todo el año	0.80 a 1.00
Porotos	3 meses	0.60 a 0.70
Cacao	Todo el año	0.70 a 0.80
Café	Todo el año	0.70 a 0.80
Maíz	4 meses	0.75 a 0.85
Algodón	7 meses	0.60 a 0.70
Dátiles	Todo el año	0.65 a 0.80
Colza	7 - 8 meses	0.70 a 0.80
Cereales	3 meses	0.75 a 0.85
Sorgo	4 - 5 meses	0.70 a 0.80
Girasol	4 - 5 meses	0.65 a 0.75
Huertos:		
Aguacates	Todo el año	0.50 a 0.55
Pomelos	Todo el año	0.55 a 0.65
Naranjos y limones	Todo el año	0.45 a 0.55
Nogales	Entre heladas	0.60 a 0.70
Hoja caduca	Entre heladas	0.60 a 0.70
Empastadas:		
Mixtas	Entre heladas	0.75 a 0.85
trébol ladino	Entre heladas	0.80 a 0.85
Papas	3 - 5 meses	0.65 a 0.75
Arroz	3 - 5 meses	1.00 a 1.10
Sisal	Todo el año	0.65 a 0.70
Remolacha azucarera	6 meses	0.65 a 0.75
Caña de azúcar	Todo el año	0.80 a 0.90
Tabaco	4 meses	0.70 a 0.80
Tomates	4 meses	0.65 a 0.70
Viñas	5 - 7 meses	0.50 a 0.60

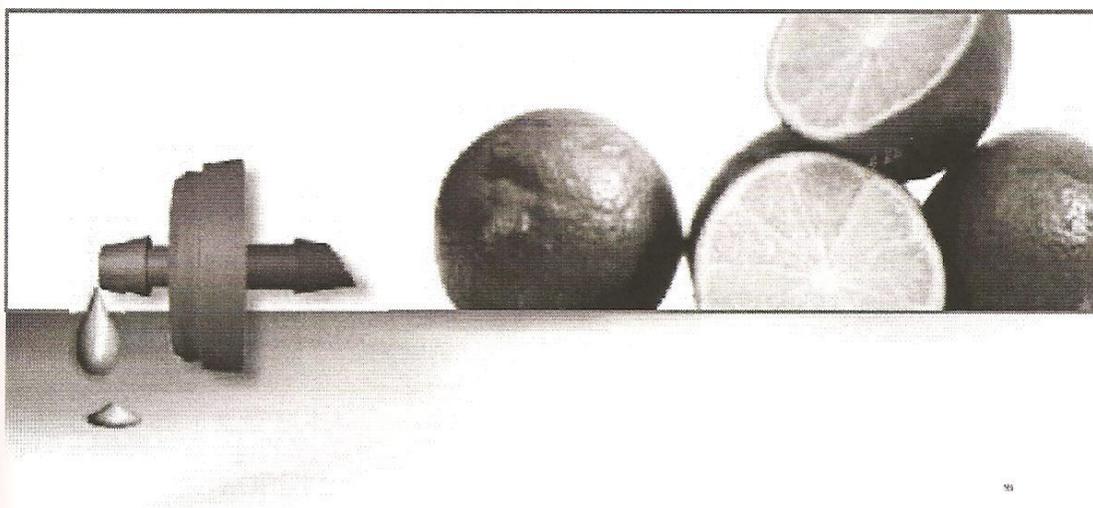
Fuente: Jensen³.

Anexo 5. Características del gotero.

Gotero
PCT

HOJA TÉCNICA

Emisor autocompensado de
flujo turbulento



Los emisores **PCT** son goteros de botón de tamaño compacto, autorregulados, de flujo turbulento (la mayoría de la energía es disipada a través de su régimen de flujo turbulento), especialmente diseñados para la eficiente aplicación de agua a cada planta.

Conforman el método de aplicación de agua más adecuado para materos individuales, viveros, semilleros, superficies densamente plantadas como cultivos bajo invernadero, zonas verdes y plantaciones de árboles frutales donde se requiere el aumento paulatino de goteros insertados a medida que avanza la edad de las plantas.

Tienen un amplio rango de operación: 10 a 50 PSI. Su caudal no es afectado por los cambios de presión ocurridos por pérdidas de fricción en tuberías o por grandes desniveles del terreno.

Continuación Anexo 5

PRESENTACIONES

El gotero PCT está disponible en caudales de 2, 4 y 8 LPH.

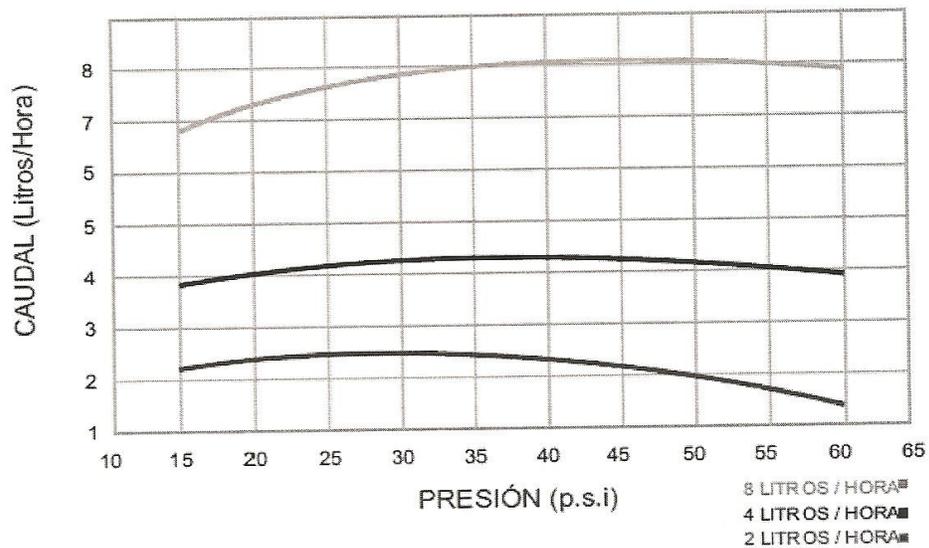
BAYONETA	CAUDAL (LPH)
 ROJO	2
 NEGRO	4
 VERDE	8
 CAPSULA ANTI - RAIZ	
 CAPSULA ANTI - HORMIGA	

Versión anti-raíz y Anti-hormiga

Cuenta con una ventaja adicional, y es la posibilidad de adaptarle la **CÁPSULA ANTI-HORMIGA**, que actuando como barrera física impide el acceso de estos insectos al gotero.

Otra alternativa es adaptarle una cápsula **ANTI-RAIZ** en el extremo de descarga, que sirve a la vez como barrera química contra las raíces, y como barrera física contra las hormigas.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



Anexo 6. Características del microaspersor.

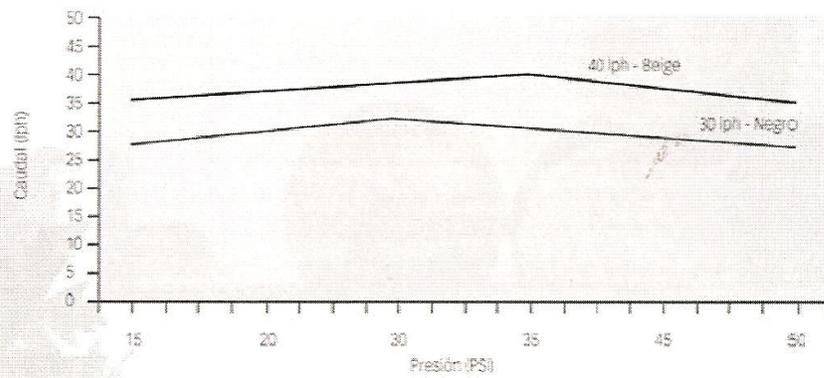


Continuación Anexo 6

Tabla de desempeño con Regulador

COLOR	DIÁMETRO BOQUILLA (mm)	CAUDAL (lph)*	DIÁMETRO DE MOJADO (m)		
			GRIS	BAILARINA AZUL	VERDE
Negro	0.90	30	5.20	5.20	6.00
Beige	1.10	40	7.00	5.60	6.10

*Regulación entre 1.5 y 50 PSI



DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
Microaspersor Estándar 35 lph	25877
Microaspersor Estándar 55 lph	25880
Microaspersor Estándar 63 lph	25881
Microaspersor Estándar 94 lph	25885
Microaspersor Antinsecto 63 lph	25892
Microaspersor Antinsecto 94 lph	25896
Microaspersor Deflector 60° 63 lph	25903
Microaspersor Deflector 60° 94 lph	25913
Microaspersor Antinsecto con Deflector 60° 63 lph	25914
Microaspersor Antinsecto con Deflector 60° 94 lph	25918
Microaspersor Estándar Autocompensado 30 lph	25920
Microaspersor Estándar Autocompensado 40 lph	25921
Microaspersor Antinsecto Autocompensado 30 lph	25922
Microaspersor Antinsecto Autocompensado 40 lph	25923
Microaspersor Deflector 60° Autocompensado 30 lph	25924
Microaspersor Deflector 60° Autocompensado 40 lph	25925
Microaspersor Antinsecto con Deflector 60° Autocompensado 30 lph	25926
Microaspersor Antinsecto con Deflector 60° Autocompensado 40 lph	25927
Deflector 60° para Microaspersor *	17928
Antinsecto para Microaspersor *	26396
Regulador de Caudal 30 lph Negro	13747
Regulador de Caudal 40 lph Beige *	13748
Estaca Estándar	25859
Estaca 3/8" rosca	25860
Conector Tubing 4 mm	25861
Tubing 4 mm	13749

Anexo 8. Valores de F para la determinación de pérdidas por múltiples salidas, usa la formula de Hazen Williams.

TABLA No. 1			
Valor de F para la determinación de pérdidas por múltiples salidas, cuando se usa la fórmula de Hazen –Williams.			salidas,
Número de salidas	m = 1,85	Número de salidas	m = 1.85
1	1.0	16	0.382
2	0.639	17	0.380
3	0.535	18	0.379
4	0.486	19	0.377
5	0.457	20	0.376
6	0.435	22	0.374
7	0.425	24	0.372
8	0.415	26	0.370
9	0.409	28	0.369
10	0.402	30	0.368
11	0.397	35	0.365
12	0.394	40	0.364
13	0.391	50	0.361
14	0.387	100	0.356
15	0.384	Más de 100	0.351

Fuente: AUGURA, Sistema de Riego a Presión

Anexo 9. Pérdidas de presión (j) en tuberías de polietileno PAVCO para riegos y conducciones agrícolas, según la combinación de las formulas de Hazen – Williams y Darcy Weisbachs; en m/100m.

TABLA No. 4				
Pérdidas de presión (j) en tuberías polietileno PR PAVCO para riegos y conducciones agrícolas, según la combinación de las fórmulas de Hazen – Williams y de Darcy – Weisbachs; en m/100m.				
TUBERÍA POLIETILENO ORIGINAL				
PR 35 y PR 55				
Lt./min	m³/h	12	16	20
0.05	0.00	0.01		
0.10	0.01	0.02		
0.20	0.01	0.07	0.02	0.01
0.40	0.02	0.24	0.05	0.02
0.80	0.05	0.81	0.17	0.06
1.00	0.06	1.19	0.25	0.09
1.50	0.09	2.43	0.51	0.18
2.00	0.12	4.01	0.85	0.29
2.50	0.15	5.93	1.25	0.43
3.00	0.18	8.16	1.72	0.60
3.50	0.21	10.69	2.25	0.78
4.00	0.24	13.50	2.85	0.99
4.50	0.27	16.59	3.50	1.21
5.00	0.30	19.95	4.21	1.46
5.50	0.33	23.57	4.97	1.72
6.00	0.36	27.44	5.79	2.01
6.50	0.39	31.57	6.66	2.31
7.00	0.42	35.94	7.58	2.63
7.50	0.45	40.55	8.55	2.96
8.00	0.48	45.40	9.57	3.32
8.50	0.51	50.49	10.65	3.69
9.00	0.54	55.80	11.77	4.08
9.50	0.57	61.33	12.93	4.48
10.00	0.60	67.09	14.15	4.90
11.00	0.66	79.27	16.72	5.79
12.00	0.72	92.31	19.47	6.74
13.00	0.78		22.39	7.76
14.00	0.84		25.49	8.83
15.00	0.90		28.76	9.97
16.00	0.96		32.20	11.16
17.00	1.02		35.81	12.41
18.00	1.08		39.58	13.71
19.00	1.14		43.50	15.07
20.00	1.20		47.59	16.49
21.00	1.26		51.83	17.96

Fuente: Manual Técnico PAVCO

Anexo 10. Pérdidas de presión (j) en tuberías PVC RDE41 uso agrícola, según la fórmula de Hazen – Williams en m/100m.

PÉRDIDAS DE PRESIÓN

Según la fórmula de Williams & Hazen

$$f = 0.2083 \left(\frac{100}{C} \right)^{1.85} \frac{Q^{1.85}}{D^{4.866}} \qquad f = 0.0985 \frac{Q^{1.85}}{D^{4.866}}$$

Siendo

f = Pérdida de presión en m/100 m

D = Diámetro interno en pulgadas

Q = Flujo en gal/min

C = Factor de fricción constante: 150 para PVC

TABLA No. 2		
Pérdidas de presión (j) en tuberías PVC uso agrícola, según la fórmula de Williams – Hazen; en m/100 m.		
TUBERIA RDE 41 m/100m		
Gal/min	2"	3"
8	009	0.01
10	013	0.02
16	032	0.05
20	0.48	0.07
26	0.78	0.12
30	1.02	0.15
36	1.43	0.21
40	1.73	0.26
46	2.24	0.34
50	2.62	0.39
60	3.67	0.55
70	4.88	0.73
80	6.25	0.94
90	7.77	1.17
100	9.44	1.42
150	19.99	3.00
200	34.04	5.11
250	51.43	7.72
300	72.06	10.81
350	95.84	14.38
400		18.41
450		22.89
500		27.82
550		33.18
600		38.98
650		45.20
700		51.84
750		58.90
800		66.36
850		74.24
900		82.52
950		91.20

Fuente: Manual Técnico PAVCO

Anexo 11. Longitud equivalente de conexiones en tuberías en m.

TABLA No. 5 Longitud equivalente por accesorios										
DIÁMETRO (D)		Codo 90° Radio corto	Codo 45°	Válvula de compuerta abierta	Válvula de tipo globo abierta y/o bola	Te pasiva	Te activa	Te bifurcada	Cheque y/o hidrante tipo liviano	Cheque y/o hidrante tipo pesado
mm	Pulg.									
13	½	0.5	0.2	0.1	4.9	0.3	1.0	1.0	1.1	1.6
19	¾	0.7	0.3	0.1	6.7	0.4	1.4	1.4	1.6	2.4
25	1¼	0.8	0.4	0.2	8.2	0.5	1.7	1.7	2.1	3.2
32	1½	1.1	0.5	0.2	11.3	0.7	2.3	2.3	2.7	4.0
38	2	1.3	0.6	0.3	13.4	0.9	2.8	2.8	3.2	4.8
50	2½	1.7	0.8	0.4	17.4	1.1	3.5	3.5	4.2	6.4
63	3	2.0	0.9	0.4	21.0	1.3	4.3	4.3	5.2	8.1
75	4	2.5	1.2	0.5	26.0	1.6	5.2	5.2	6.3	9.7
100	5	3.4	1.5	0.7	34.0	2.1	6.7	6.7	6.4	12.9
125	6	4.2	1.9	0.9	43.0	2.7	8.4	8.4	10.4	16.1
150	8	4.9	2.3	1.1	51.0	3.4	10.0	10.0	12.5	19.3

Fuente CECIL, Javier E. Vergara

Anexo 12. Perdidas de presión (j) en tuberías PVC RDE32.5 uso agrícola, según la fórmula de Hazen – Williams en m/100m.

Pérdidas de Presión

Según la fórmula Williams & Hazen:

$$f = 0.2083 \left(\frac{100}{C} \right)^{1.85} \frac{Q^{1.85}}{S^{4.866}}$$

$$f = 0.0985 \frac{Q^{1.85}}{S^{4.866}}$$

Tubería RDE 32.5 m./100 m.	
gal./min	2"
2	0.01
4	0.03
6	0.05
8	0.09
10	0.14
16	0.34
20	0.51
26	0.83
30	1.08
36	1.51
40	1.83
46	2.37
50	2.77
60	3.88
70	5.16
80	6.61
90	8.22
100	9.99
150	21.15
200	36.01
250	54.42
300	76.24

Fuente: Manual Técnico PAVCO

Anexo 13. Pérdidas de presión (j) en tuberías PVC RDE26 uso agrícola, según la fórmula de Hazen – Williams en m/100m.

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 26

ECUACION HAZEN WILLIAMS
C 150

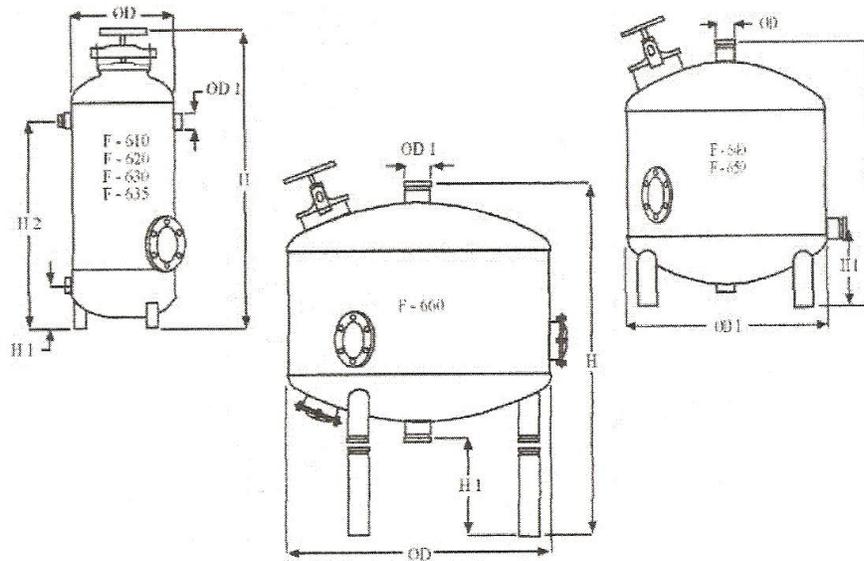
Díámetro Nominal	2	2.1/2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20												
Díámetro Exterior	60.32	73.03	88.90	114.30	168.28	219.03	273.05	323.85	355.60	406.40	457.20	508.00												
Espesor de Pared	2.31	2.79	3.43	4.39	6.48	8.43	10.49	12.45	13.67	15.62	17.58	19.53												
Díámetro Interior	0.056	0.67	0.082	0.106	0.155	0.202	0.262	0.299	0.328	0.375	0.422	0.469												
CAUDAL	Velocidad																							
V/s	m/s	m/m																						
0.20	0.08	0.0002																						
0.40	0.16	0.0007																						
0.60	0.25	0.0014																						
0.80	0.33	0.0024			0.11	0.0002																		
1.00	0.41	0.0036			0.15	0.0004																		
2.00	0.82	0.0128			0.38	0.0019	0.23	0.0006																
3.00	1.23	0.0272			0.57	0.0041	0.34	0.0012	0.16	0.0002														
4.00	1.64	0.0463			0.76	0.0070	0.46	0.0021	0.21	0.0003														
5.00	2.05	0.0700			0.95	0.0106	0.57	0.0031	0.26	0.0005														
6.00	2.46	0.0982			1.14	0.0149	0.69	0.0044	0.32	0.0007	0.19	0.0002												
7.00	2.87	0.1306			1.32	0.0198	0.80	0.0058	0.37	0.0009	0.22	0.0002												
8.00	3.28	0.1672			1.51	0.0254	0.91	0.0074	0.42	0.0011	0.25	0.0003												
9.00	3.69	0.2080			1.70	0.0315	1.03	0.0093	0.48	0.0014	0.28	0.0004												
10.00	4.10	0.2528			1.89	0.0383	1.14	0.0113	0.53	0.0017	0.31	0.0005	0.20	0.0002										
11.00	4.51	0.3016			2.08	0.0457	1.26	0.0134	0.58	0.0020	0.34	0.0006	0.22	0.0002										
12.00	4.92	0.3543			2.27	0.0537	1.37	0.0158	0.63	0.0024	0.37	0.0007	0.24	0.0002										
13.00					2.46	0.0623	1.49	0.0183	0.69	0.0028	0.40	0.0008	0.26	0.0003										
14.00					2.65	0.0715	1.60	0.0210	0.74	0.0032	0.44	0.0009	0.28	0.0003										
15.00					2.84	0.0812	1.72	0.0238	0.79	0.0036	0.47	0.0010	0.30	0.0003										
16.00					3.03	0.0915	1.83	0.0269	0.84	0.0041	0.50	0.0011	0.32	0.0004	0.23	0.0002								
17.00					3.22	0.1024	1.94	0.0301	0.90	0.0046	0.53	0.0013	0.34	0.0004	0.24	0.0002								
18.00					3.41	0.1139	2.06	0.0334	0.96	0.0051	0.56	0.0014	0.36	0.0005	0.26	0.0002								
19.00					3.59	0.1259	2.17	0.0369	1.00	0.0056	0.59	0.0016	0.38	0.0005	0.27	0.0002								
20.00					3.78	0.1384	2.29	0.0406	1.06	0.0062	0.62	0.0017	0.40	0.0006	0.28	0.0003	0.24	0.0002						
25.00					4.73	0.2092	2.86	0.0614	1.32	0.0098	0.78	0.0026	0.50	0.0009	0.36	0.0004	0.30	0.0002						
30.00							3.43	0.0861	1.58	0.0131	0.93	0.0036	0.60	0.0012	0.43	0.0005	0.35	0.0003	0.27	0.0002				
35.00							4.00	0.1145	1.85	0.0174	1.09	0.0048	0.70	0.0016	0.50	0.0007	0.41	0.0005	0.32	0.0002				
40.00							4.57	0.1466	2.11	0.0223	1.25	0.0062	0.80	0.0021	0.57	0.0009	0.47	0.0006	0.36	0.0003	0.29	0.0002		
45.00									2.38	0.0277	1.40	0.0077	0.90	0.0026	0.64	0.0011	0.53	0.0007	0.41	0.0004	0.32	0.0002		
50.00									2.64	0.0337	1.56	0.0093	1.00	0.0032	0.71	0.0014	0.59	0.0009	0.45	0.0005	0.36	0.0003	0.29	0.0002
55.00									2.90	0.0402	1.71	0.0111	1.10	0.0038	0.78	0.0017	0.65	0.0011	0.50	0.0005	0.39	0.0003	0.32	0.0002
60.00									3.17	0.0473	1.87	0.0131	1.20	0.0045	0.85	0.0019	0.71	0.0012	0.54	0.0006	0.43	0.0004	0.35	0.0002
65.00									3.43	0.0548	2.02	0.0152	1.30	0.0052	0.93	0.0023	0.77	0.0014	0.59	0.0007	0.46	0.0004	0.38	0.0003
70.00									3.69	0.0629	2.18	0.0174	1.40	0.0059	1.00	0.0026	0.83	0.0016	0.63	0.0009	0.50	0.0005	0.41	0.0003
75.00									3.96	0.0714	2.34	0.0198	1.50	0.0068	1.07	0.0029	0.89	0.0019	0.68	0.0010	0.54	0.0005	0.43	0.0003
80.00									4.22	0.0805	2.49	0.0223	1.60	0.0076	1.14	0.0033	0.95	0.0021	0.72	0.0011	0.57	0.0006	0.46	0.0004
85.00									4.49	0.0901	2.65	0.0249	1.70	0.0085	1.21	0.0037	1.00	0.0024	0.77	0.0012	0.61	0.0007	0.49	0.0004
90.00									4.75	0.1001	2.80	0.0277	1.80	0.0095	1.28	0.0041	1.06	0.0026	0.81	0.0014	0.64	0.0008	0.52	0.0005
95.00											2.96	0.0306	1.90	0.0105	1.35	0.0046	1.12	0.0029	0.86	0.0015	0.68	0.0009	0.55	0.0005
100.00											3.12	0.0337	2.00	0.0115	1.42	0.0050	1.18	0.0032	0.90	0.0017	0.71	0.0009	0.58	0.0006
105.00											3.27	0.0369	2.10	0.0126	1.50	0.0055	1.24	0.0035	0.95	0.0018	0.75	0.0010	0.61	0.0006
110.00											3.43	0.0402	2.20	0.0137	1.57	0.0060	1.30	0.0038	1.00	0.0020	0.79	0.0011	0.64	0.0007
115.00											3.58	0.0437	2.30	0.0149	1.64	0.0065	1.36	0.0041	1.04	0.0021	0.82	0.0012	0.67	0.0007
120.00											3.74	0.0473	2.40	0.0161	1.71	0.0070	1.42	0.0045	1.09	0.0023	0.85	0.0013	0.69	0.0008

Fuente: Manual Técnico PAVCO

Anexo 14. Parámetros selección del tipo de filtrado.

FUENTES DE AGUA	TIPO DE FILTRADO
1. POZOS. Agua con arena y cieno, (todo blando), y escaso contenido de materia orgánica.	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de mallas. • Filtro Hidriclón. Cuando La proporción de arena en el agua es mayor a tres (3) ppm.
2. EMBALSES Y LAGOS. Aguas represadas con grandes contenidos de materia orgánica, como algas, en ocasiones cieno y partículas de arcilla.	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de arenas. • Filtro de mallas.
3. RIOS. Aguas corriente con grandes contenidos de de cieno, partículas de arcilla y/o arena y en ocasiones algas.	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de arenas. • Filtro de mallas. • Filtro Hidriclón.
4. AGUAS SEVIDAS. Aguas con altos contenido de de desechos orgánicos. Su calidad depende de de la medida en que sea tratada antes de ser filtrada. Normalmente contiene partículas orgánicas suspendidas.	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de mallas. • Filtro Hidriclón.

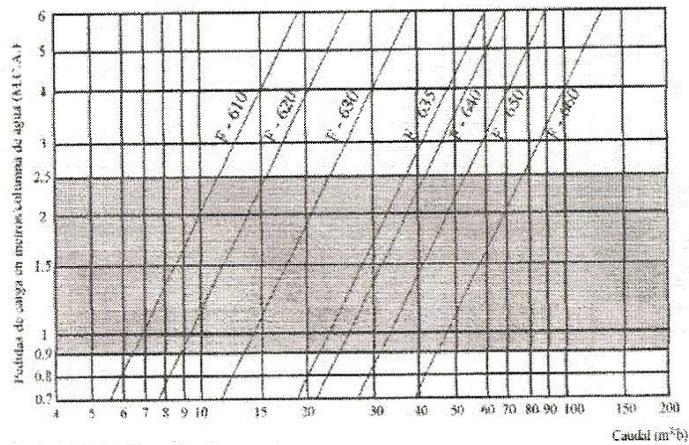
Fuente. Tesis. Rodríguez. Vázquez. Pag.45 2.002



Continuación Anexo 14

Modelo Rcf.	Caudal (m ³ /b)	OD (Pulgadas)	OD1 (Pulgadas)	H (mm)	H1 (mm)	H2 (mm)	Peso (kg.)	Arena (kg.)	Volumen (m ³)
F610	3-10	16	1 1/2	1150	150	S40	34	90	0.185
F620	5-16	20	2	1275	180	880	47	120-150	0.300
F630	5-16	20	3	1275	180	880	53	120-150	0.300
F635	8-25	25	3	1310	180	880	20,7	210-240	0.520
F640	11-35	30	3	1070	300	-----	125	300-330	0.700
F650	16-50	36	3	1110	300	-----	197	420-480	1.15
F660	28-90	48	4	1520	440	-----	290	750-780	i. 90

Fuente: IRRIMON S.A. Filtros Mondragon



Fuente: IRRIMON S.A. Filtros Mondragon

ANEXO 7. PLANOS DE INSTALACION DEL SISTEMA DE RIEGO



**ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA APLICACION DEL SISTEMA DE RIEGO
APRENEN EN BENEFICIO DEL MEDIO LA HABIA
DISTRITO DE RIEGO EL ESPINAL
MUNICIPIO DE TARIJA**

Problema: LA HABIA
MUNICIPIO: TARIJA
DEPARTAMENTO: BOLIVIA
PROPIETARIO: HERNANDEZ ROSALES MARCELO
Area: 3 Hm² + 2000 m²
Escala: 1:2000
LINDEROS: SEVERO CASILLAS ORTIZ Y HERNANDEZ ROSALES
Vecinos: SEVERO CASILLAS ORTIZ Y HERNANDEZ ROSALES
Fecha: JUNIO 2008

Fuente: _____

Legenda:

- LINDEROS: [Green dashed line symbol]
- CURVAS DE NIVEL: [Yellow line symbol]
- CONSTRUCCIONES: [Brown line symbol]

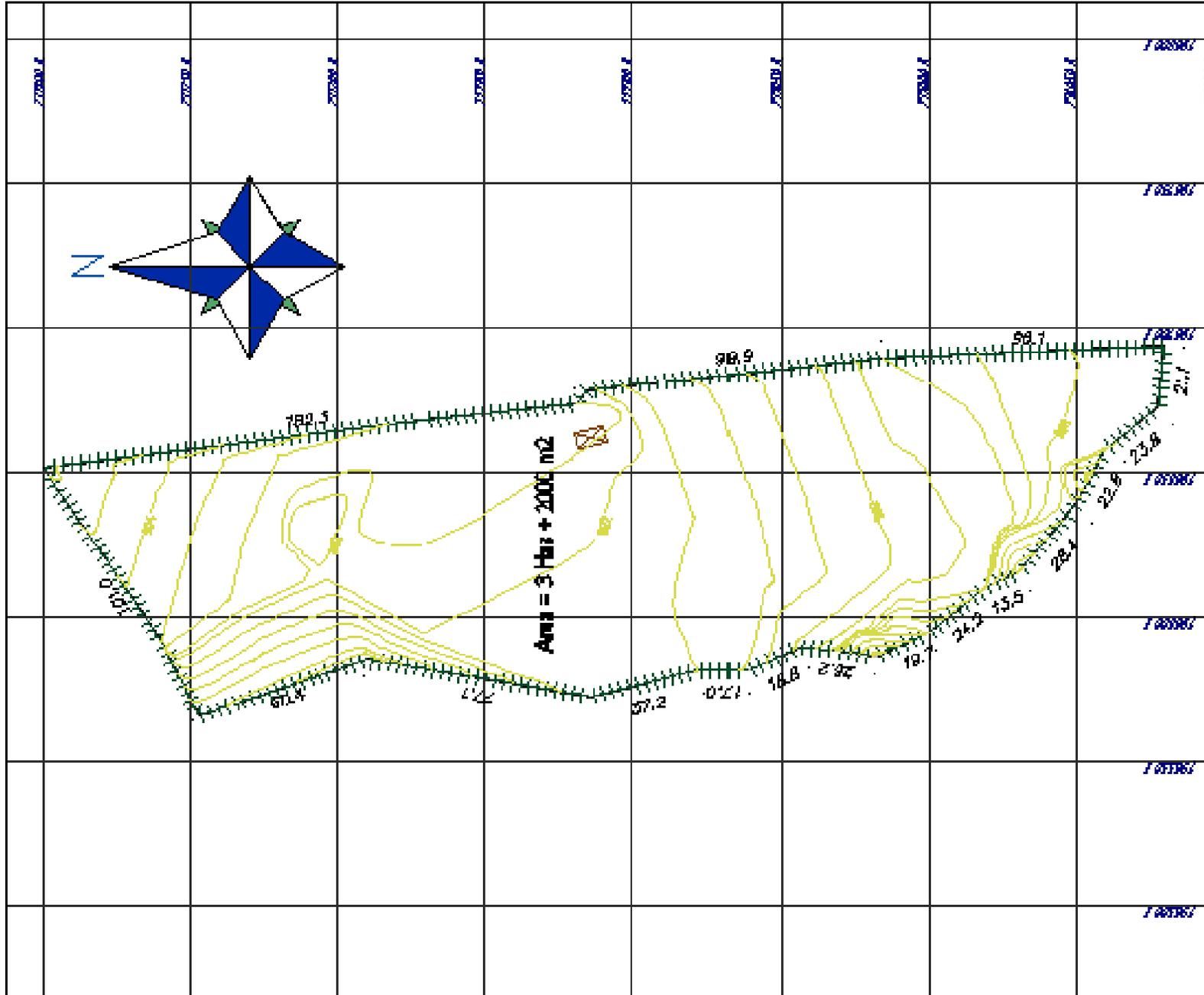
Condiciones:

LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO Y ALTIMETRICO

Alumno: Sebas El Moral Del Mar 400 Puntavieja
Levantamiento: 40/10/2008 HORA: 10:00
Asesor: Dr. Carlos Ochoa, Dr. Carlos Ochoa, Dr. Carlos Ochoa
Programa: Mestrado en Ingenieria y Ciencias Ambientales 2008 Y 2009

PLANO:

1 - 3





**ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL RIEGO EN LA ZONA DE LA
A PESON EN TENDIDO DEL PUEBLO LA GRANA
MUNICIPIO DE BARRANCO GUAYAS
DEL TENDIMIENTO HUILA**

PAIS: COLOMBIA
DEPARTAMENTO: GUAYAS
MUNICIPIO: BARRANCO GUAYAS
PROYECTO: OPTIMIZACIÓN DEL RIEGO EN LA ZONA DE LA A PESON EN TENDIDO DEL PUEBLO LA GRANA
AREA: AGRICULTURA
TIPO DE OBRA: RIEGO
USUARIO: INSTITUTO TECNOLÓGICO SURCOLOMBIANO
CLIENTE: INSTITUTO TECNOLÓGICO SURCOLOMBIANO
FECHA DE ENTREGA: 15/05/2023
FECHA DE ACTUACIÓN: 15/05/2023

PAIS: _____

CONTENIDO:

DIRECCION DE FLUJO →

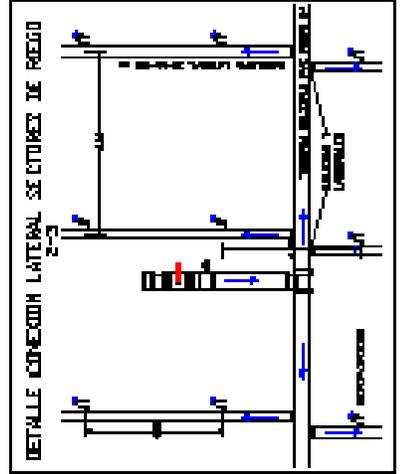
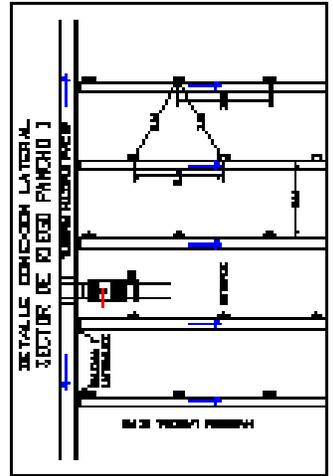
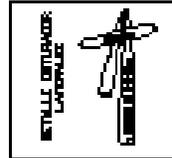
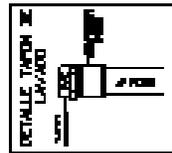
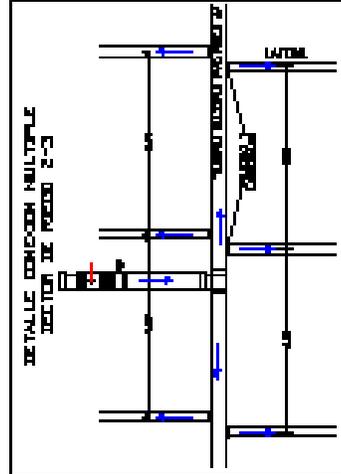
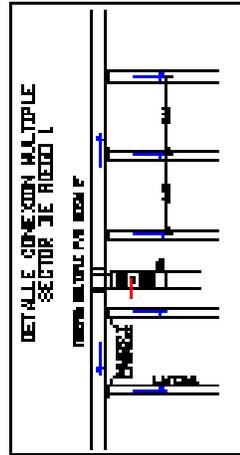
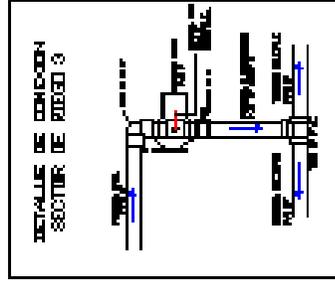
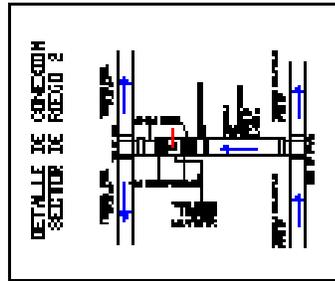
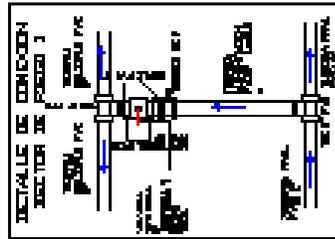
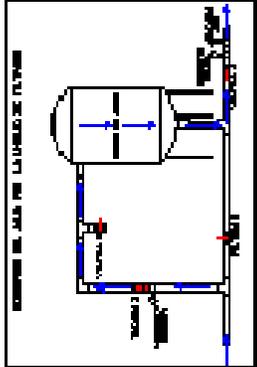
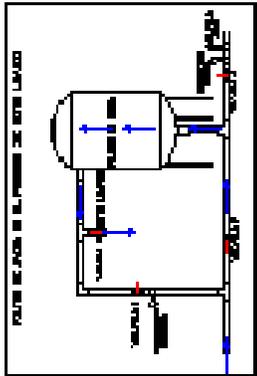
CONDICIONES:

DETALLES DE CONSTRUCCION

Este estudio se realizó en el marco del proyecto de optimización del riego en la zona de la A Peson en Tendido del Pueblo La Grana, Municipio de Barranco Guayas, del Tendencia Huila, del Departamento de Guayas, Ecuador. El estudio se realizó con el fin de determinar las condiciones de riego más adecuadas para el cultivo de maíz en esta zona, considerando las características físicas y químicas del suelo, las condiciones climáticas y las necesidades hídricas del cultivo. El estudio se realizó en el marco del proyecto de optimización del riego en la zona de la A Peson en Tendido del Pueblo La Grana, Municipio de Barranco Guayas, del Tendencia Huila, del Departamento de Guayas, Ecuador.

PLANO:

3 - 3



Anexo 15. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSION Y GOTEO PARA EL PREDIO LA SABINA



PROPIETARIO: HERNANDO ROJAS IMBACHI

CONTENIDO

INTRODUCCION

1. GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN

1.2 MATERIALES NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

1.3 SISTEMA DE RIEGO A IMPLEMENTAR

1.3.1 DEFINICION, COMPONENTES, VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO DE RIEGO

2.1 CAPTACION Y LINEA DE ABASTECIMIENTO AL LOTE

2.2 UNIDAD DE FILTRADO

2.3 TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL

2.4 TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN ALIMENTACIÓN

2.5 SECTORES DE RIEGO

2.5.1 MONTAJE DE REPARTO

2.5.2 MULTIPLE.

2.5.3 MANGUERAS LATERALES Y UNIDADES DE RIEGO.

2.6 TAPONES DE LAVADO.

3. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

3.1 PROGRAMACION DE RIEGO.

3.2 AL MOMENTO DE PONER EN FUNCIONAMIENTO EL SISTEMA.

3.3 MANEJO DE VALVULAS PARA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA

4. MANTENIMIENTO DE OBRAS, EQUIPOS Y MATERIALES DE RIEGO.

INTRODUCCION

A causa del cambio climático y calentamiento global, los tiempos son cada vez más impredecibles reflejándose en largas temporadas de sequías y lluvias inesperadas, se hace necesario la implementación de nuevas prácticas agrícolas en la forma tradicional de la agricultura, como son la implementación de sistemas de riego localizados tales como goteo y microaspersión, brindando soluciones a los agricultores en cuanto a calidad de cultivos rendimientos altos en cosecha, mejoras en su calidad de vida y progreso en la región donde se implementen estos sistemas.

Para la ejecución de este proyecto se hace necesario un buen manejo de estos sistemas y así garantizar mayor eficiencia y durabilidad. Para el sistema de riego localizado comprendido por “goteo y microaspersión” el cual se caracteriza por ser un sistema presurizado y benefactor directo a las plantas con un grado de complejidad en sus instalaciones; tiene unas características exclusivas de trabajo y mantenimiento, las cuales se detallaran en este manual que procura instruir al propietario del predio y personal que este autorizado para la operación y manejo del sistema. De esta forma se ilustra la idea de los diferentes pasos para que así puedan asemejar las diferentes partes que conforman el sistema, además un correcto y adecuado funcionamiento de todos sus componentes.

1. GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN

Predio: La Sabina.

Vereda: La Sabina.

Municipio: Tarqui.

Departamento: Huila. Colombia.

Extensión: 3.2 has.

Cultivo: Uva, cacao con sombrío en plátano.

Forma de siembra: Tresbolillos cada 3 metros para Uva y en cuadro cada 3 metros para Cacao intermedio Plátano.

Sistema de riego: Microaspersión y goteo.

Fuente de abastecimiento: Sistema de riego El Espinal, Quebrada La Maituna

Caudal de diseño: 5 lts/seg.

1.2 MATERIALES NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

TABLA N.4. Materiales necesarios para la implementación y funcionamiento del Sistema en el predio La Sabina

DESCRIPCION		CANTIDAD
Línea principal: PVC RDE32.5 2" existente en el lote.		195 mts
Línea principal: PVC RDE41 2"		144 mts
Línea Alimentación: PVC RDE41 2"		63 mts
Línea Múltiple: PVC RDE41 2"		420 mts
Manguera Laterales:	Polietileno 12 mm	3997 mts
	Polietileno 16 mm	963 mts
	Polietileno 20 mm	1908 mts
Unidades de Riego: Gotero Autocompensado de 4 Lit/hr.		1150 Unds
Unidades de Riego: Microaspersor Autocompensado 40 Lit/hr.		669 Unds
Distribución del Sistema:	T PVC 2"	7 Und
	Codo PVC 2": 90°	1 Unds
	Válvula reguladora Presión 30 PSI	1 Und
	Válvula PVC 2"	3 Unds
	Adaptador macho PVC 2"	13 Unds
	Tapón roscado PVC 2"	7 Unds
	Manómetro portátil 100 PSI	1 Und
	Collar de derivación 2" x 1/2"	3 Unds
Silletas y conectores	133 Unds	
Unidad de Filtrado: Montaje en tubería y accesorios PVC 2"	Válvulas PVC 2"	4 Unds
	Manómetro de 100 PSI	2 Unds
	Codo de 90° 2" PVC	1 Und
	Filtro de arena de 100 GPM	1 Und
	Collar de derivación 2" x 1/2"	2 Unds

1.3 SISTEMA DE RIEGO A IMPLEMENTAR

El sistema de riego localizado modalidad "goteo y microaspersión" posee unas características individuales: el tipo de emisor, la forma de descarga y su efectividad en el terreno del área a beneficiar; son modalidades de riego localizado muy diferentes en su forma de descarga o aplicación de agua al cultivo, pero cuentan con una eficiencia aceptable para cada tipo de cultivo en el que se implementaran. La instalación de cada una de las dos modalidades tienen similitud en cuanto a la forma de tendido y tipo de tubería que se utilizara, solo se diferencia en el emisor o unidad de riego.

1.3.1 Definición, Componentes, Ventajas y Desventajas.

Cifuentes (2007) define el Goteo como:

"Un sistema de riego a presión por medio del cual se suministra en forma lenta y sostenida, la cantidad de agua necesaria a una planta". Sus ventajas son: "baja mano de obra para operación y mantenimiento; trabaja a presiones bajas; aplicación de agua y nutrimentos necesarios; mayor producción y calidad de cosechas; ni produce erosión; bajas pérdidas por evaporación; fácil de instalar; funciona en cualquier tipo de topografía y reduce el crecimiento de malezas; sus desventajas son: exigente en el diseño, operación y manejo; altos costos de

instalación; exigente al filtrado; susceptible a los daños por roedores, hormigas, pájaros e insectos; no controla heladas y su revisión de funcionamiento es compleja.”²¹

Cifuentes (2007) define la Microsaspersión como:

“Aplicación de agua artificialmente en forma puntual y localizada, para que sea aprovechada al máximo por las plantas en sus zona radicular”. Sustenta que los componentes de un microaspersor son : Microconector, tubería de alimentación, estaca–soporte y base o emisor. Las ventajas son: “Aplicación del agua estrictamente necesaria; ahorro de mano de obra en operación y mantenimiento; se adapta a cualquier tipo de topografía; contribuye a un mayor volumen y mejor calidad de cosechas; bondades en aplicación de abonos a través de la fertirrigación; contribuye al control de malezas, enfermedades y heladas; no produce erosión y trabaja a bajas presiones con descargas y diámetros húmedos ideales. Sus desventajas son: Altos costos de instalación y repuestos para su operación y mantenimiento; exigente en el diseño para evitar problemas en los equipos y atrasos en cosechas; vulnerable al ataque de roedores, hormigas, pájaros e insectos; exigente al filtrado.”²²

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO DE RIEGO

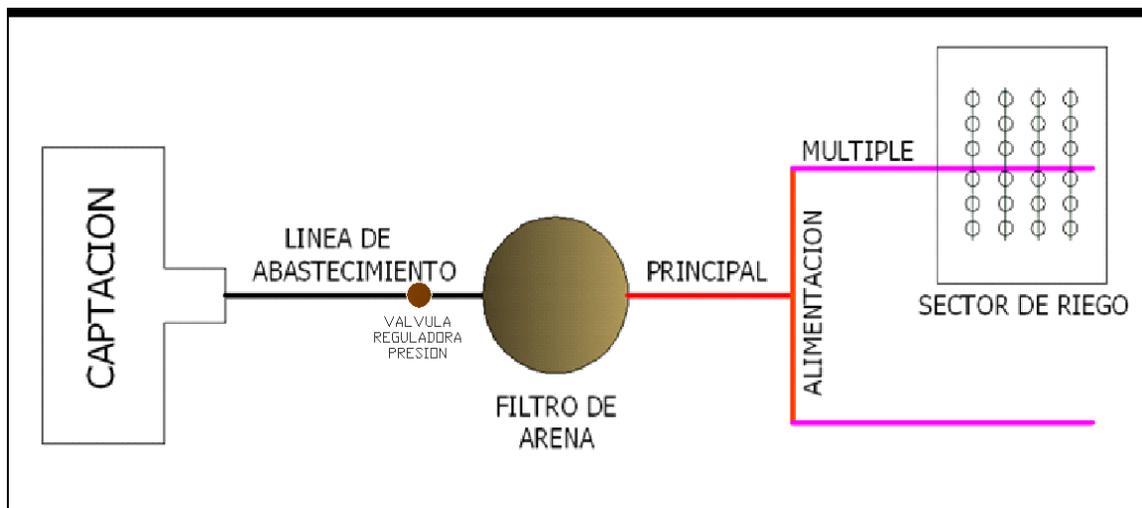


Fig. N.10 Esquema general de la distribución y componentes del sistema.

2.1 CAPTACION Y LINEA DE ABASTECIMIENTO AL LOTE

El predio La Sabina cuenta con una toma predial que le ofrece el distrito de riego El Espinal, cuya captación viene de la quebrada La Maituna y lleva la conducción en tubería PVC hasta el lote, donde entrega un caudal de 5 Lts/seg. Se utilizara

²¹ CIFUENTES, Perdomo Miguel Germán, Memorias de clase riego localizado. Neiva: Universidad Surcolombiana, 2007

²² CIFUENTES, Perdomo Miguel Germán, Memorias de clase riego localizado. Neiva: Universidad Surcolombiana, 2007

una válvula para el control de presión puesto que la presión en la entrada es muy variable y con el fin de reducir costos en tubería, esta válvula resiste hasta 150 PSI y nos entrega una presión de trabajo de 30 PSI, presión con la cual se realizaron los diseños. Además se implementara una válvula achicadora de caudal para garantizar un caudal no mayor a 5 Lt/s.



Fig. N.11. Toma predial instalada en el lote, derivada del distrito de riego El Espinal.

2.2 UNIDAD DE FILTRADO

La unidad de filtrado que se instalara se conforma de un filtro de arena de 100 GPM, cuyo montaje será hecho con accesorios en aluminio, PVC, tubería PVC presión de 2'' RDE 26 y válvulas PVC presión de 2'', se hace la operación de filtrado de todas las partículas extrañas, (arena, limos y hojas), que lleguen a la unidad y mejorar así la calidad de agua captada reteniendo partículas con diámetros mayores de 0.7 mm según el manual técnico del fabricante (Ver Anexo 14) para evitar problemas de taponamiento en la unidad de riego y tuberías.

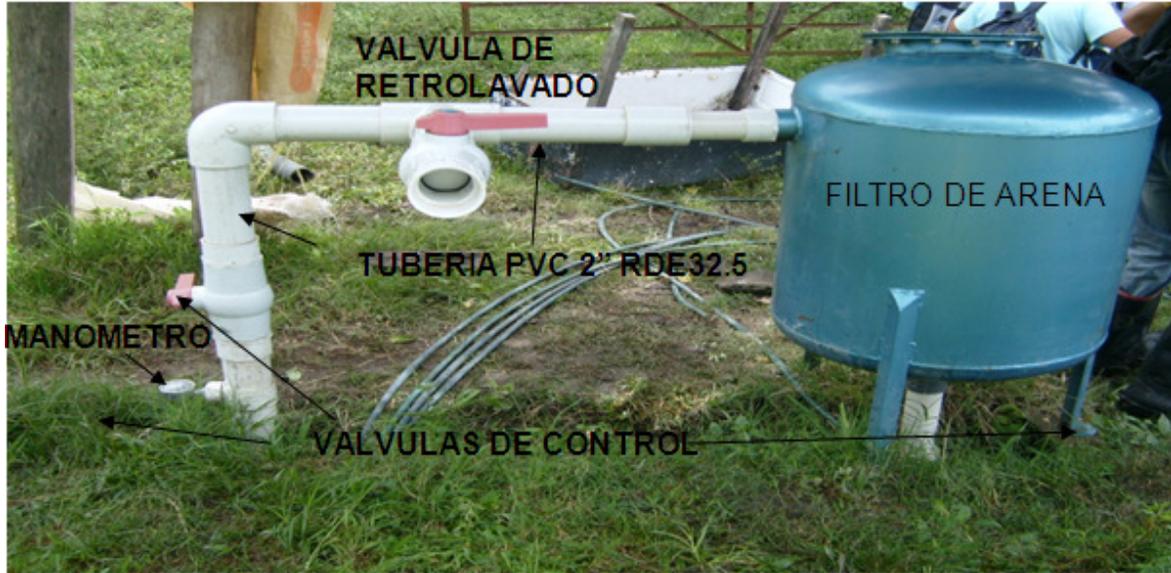


Fig.N.12 Descripción de la unidad de filtrado que se instalara en el predio.

2.3 TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL

La tubería de distribución principal que se encuentra instalada en el predio se compone de una línea de 195m a lo largo del lote con un diámetro de 2" y un RDE32.5. Esta línea será complementada con tubería PVC 2" RDE 41" con accesorios en PVC 2", la distribución de tubería principal cumplirá la función de conducir el agua que recibe de la unidad de filtrado hacia las diferentes líneas de tubería de alimentación puestas en todo el lote para cada uno de los sectores de riego.

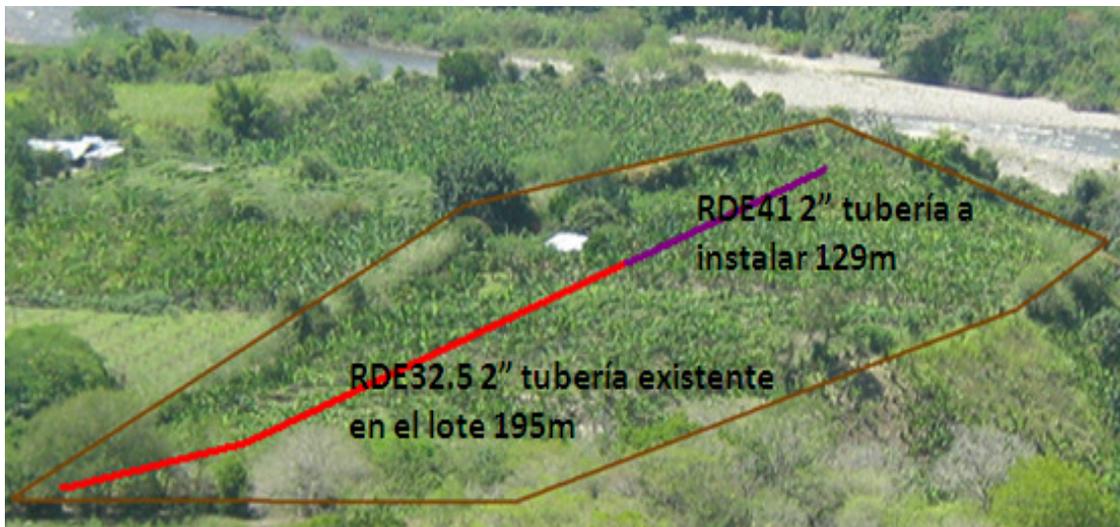


Fig.N.13 Descripción tubería principal en el predio La Sabina

2.4 TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN ALIMENTACIÓN

La tubería de alimentación será instalada en PVC 2" RDE41, para los tres sectores de riego que conforman el sistema. La línea de alimentación se encargara de tomar el agua de la tubería principal y conducirla a la línea de tubería múltiple.

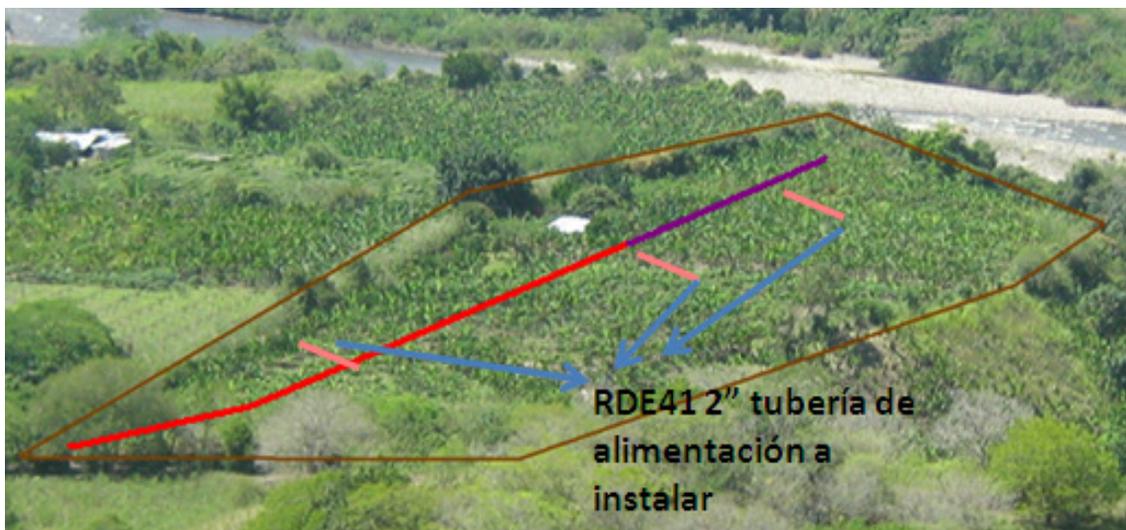


Fig.N.14. Descripción tubería alimentación en el predio La Sabina

2.5 SECTORES DE RIEGO

La tubería de alimentación se encarga de conducir el agua hasta los sectores de riego, los cuales se conectan a la distribución de alimentación por medio de la tubería múltiple, esta tubería se montara en tubería PVC RDE41 de 2". En el sector de riego número 1 que corresponde al cultivo de uva que se implementara, llevara una conexión sobre el múltiple cada 2.6 mts para los laterales, los cuales llevaran una unidad de riego cada 3m en la modalidad de goteo. En los sectores de riego numero 2-3 que serán implementados en modalidad microaspersión, la línea de múltiple llevara conexiones para los laterales cada 6 mts y estos tendrán una unidad de riego cada 4.5 mts. Las tuberías de laterales y múltiples llevaran al final de cada una, un tapón de lavado.

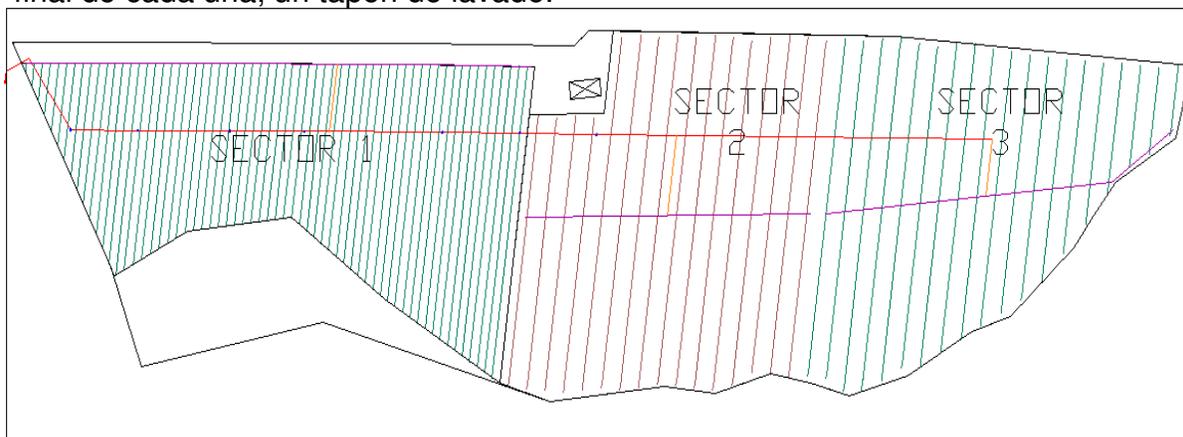


Fig.N.15. Descripción sectores de riego en el predio La Sabina

2.5.1 Montaje de reparto

El abastecimiento a los sectores de riego se instalara en tubería PVC RDE41 de 2", una válvula de 2", un galápago,(derivación), de 2" con salida para el chequeo de presión por medio de manómetros, con accesorios en PVC para descargar de la tubería de alimentación a la tubería múltiple.

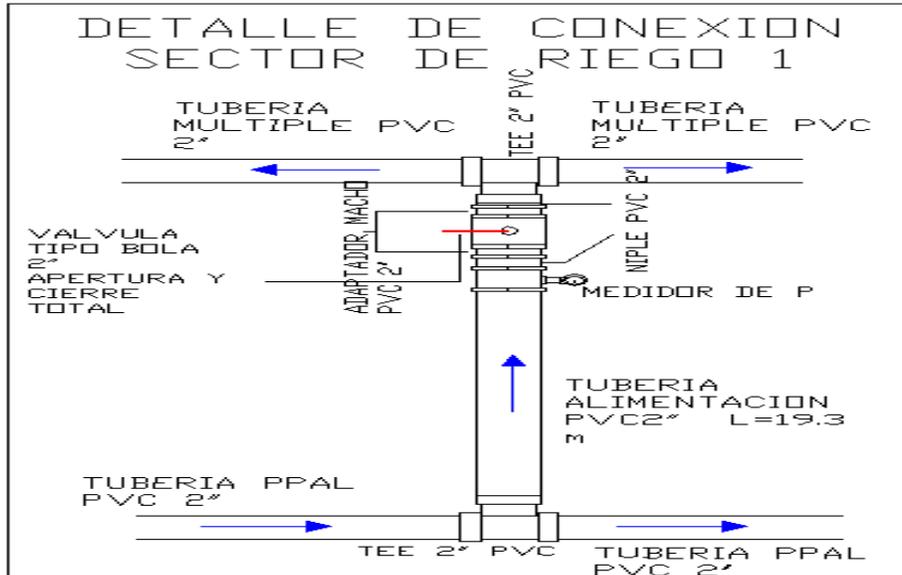


Fig.N.16. Descripción montaje de reparto para sectores de riego 1.

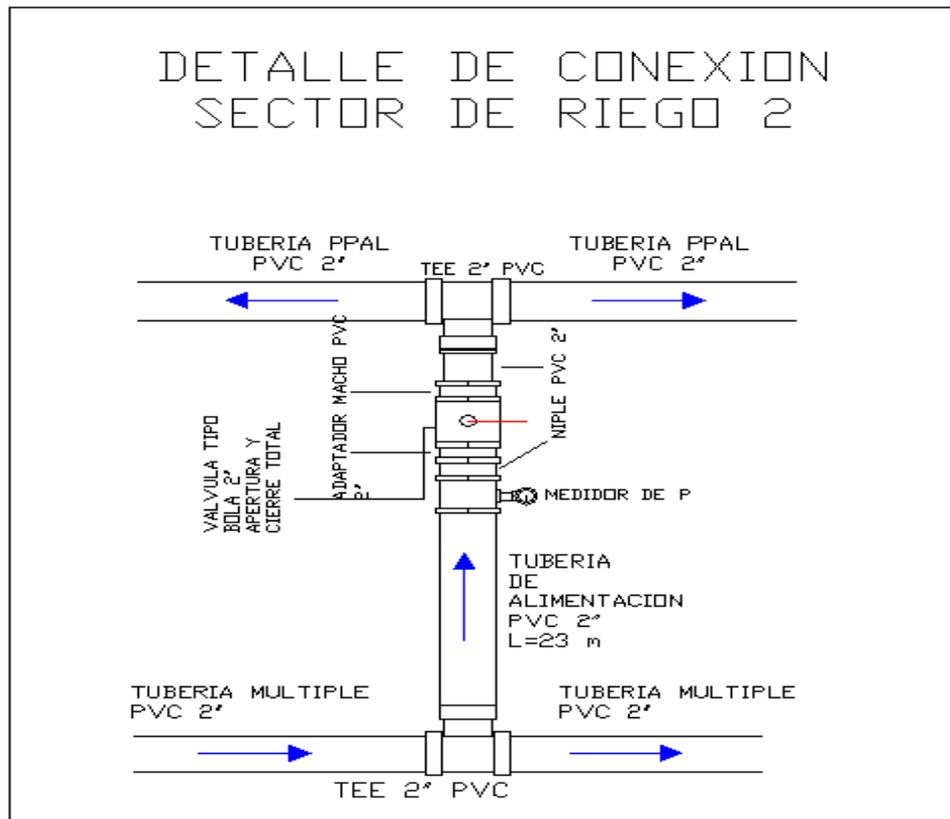


Fig.N.17. Descripción montaje de reparto para sectores de riego 2.

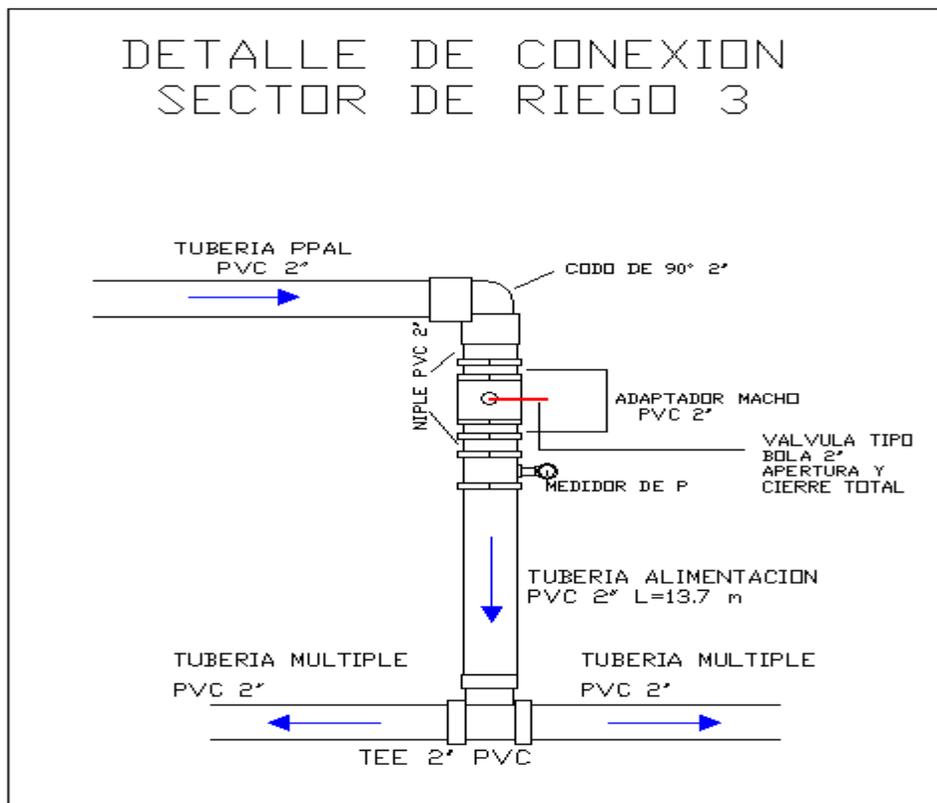


Fig.N.18. Descripción montaje de reparto para sectores de riego 3.

2.5.2 Múltiple.

La tubería múltiple será instalada en PVC RDE41 de 2", llevara salidas laterales en silletas y conectores de (12-16-20) mm a una distancia de 2.6 mts para el sector de riego numero uno y a una distancia de 6 mts para los sectores de riego numero 2 y3. A la línea múltiple entra el agua que viene de la tubería alimentación y se encarga de distribuirla a los laterales.

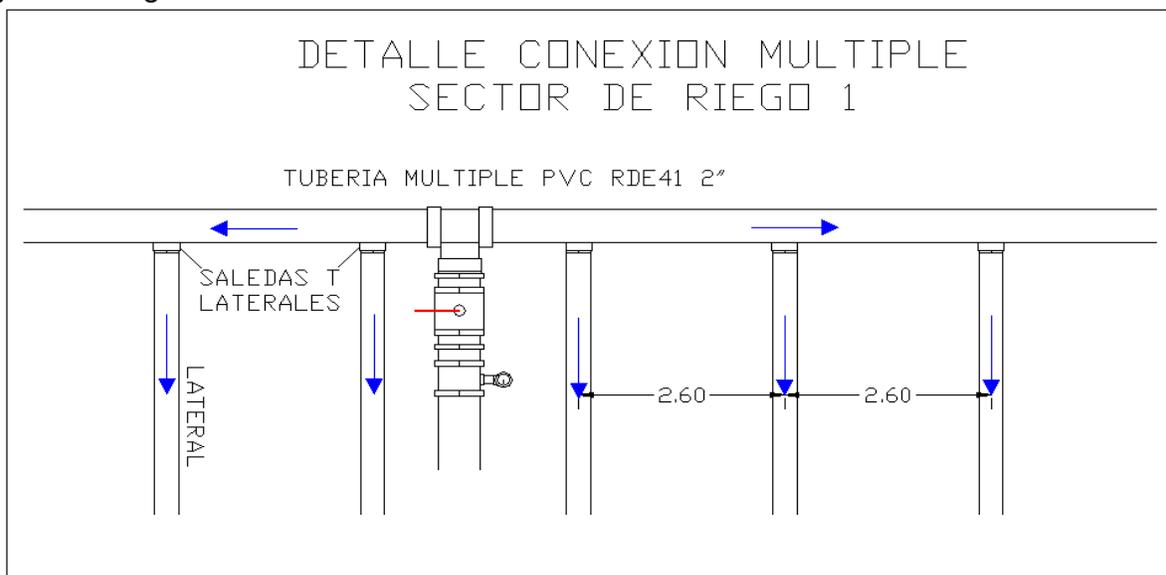


Fig.N.19. Descripción tubería múltiple para sector de riego 1.

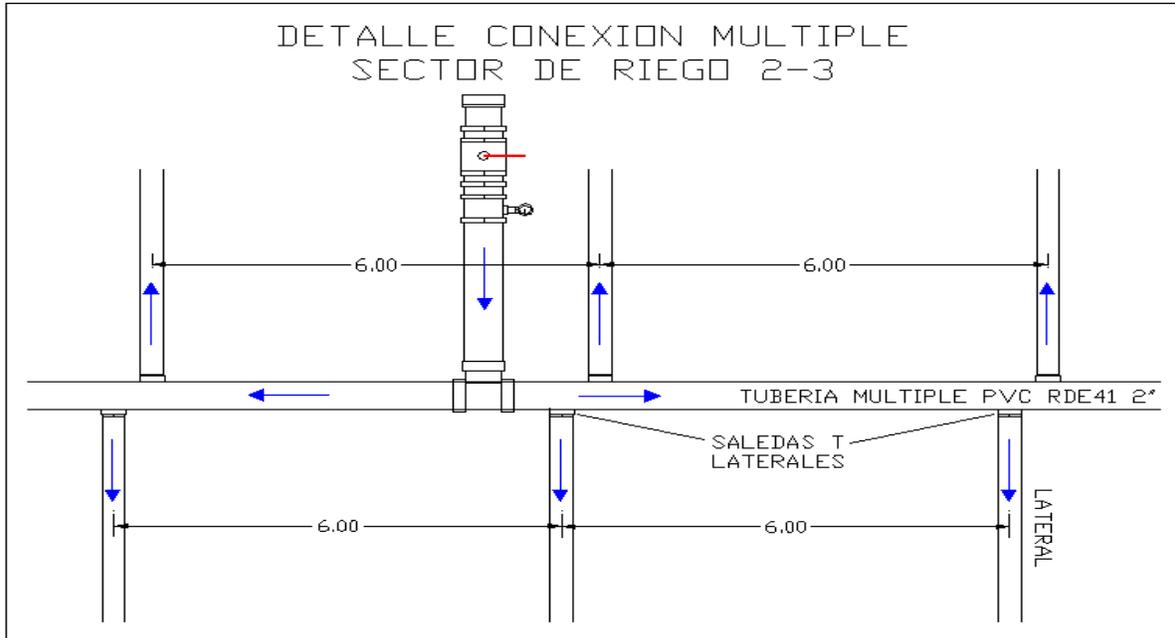


Fig.N.20. Descripción tubería múltiple para sectores de riego 2-3.

2.5.3 Mangueras Laterales y unidades de riego.

Para la instalación de los laterales, se implementara manguera de polietileno con un diámetro de (12-16-20)mm elaboración mixta. Los laterales se desprenden de la tubería múltiple y se encargan de distribuir el agua a las unidades de riego que son las que finalmente entregan el liquido a las plantas para su beneficio. En el sector de riego numero uno se instalara un cultivo de uva y las unidades de riego para este sector son goteros autocompensados de 4 Lts/hr distanciados en línea lateral de 3 mts. Los sectores 2 y 3, se encuentran sembrados en cacao con sombrío en plátano y las unidades de riego para estos sectores serán microaspersores autocompensados con un caudal de descarga de 40 Lts/hr a un distanciamiento en línea lateral de 4.5 m.

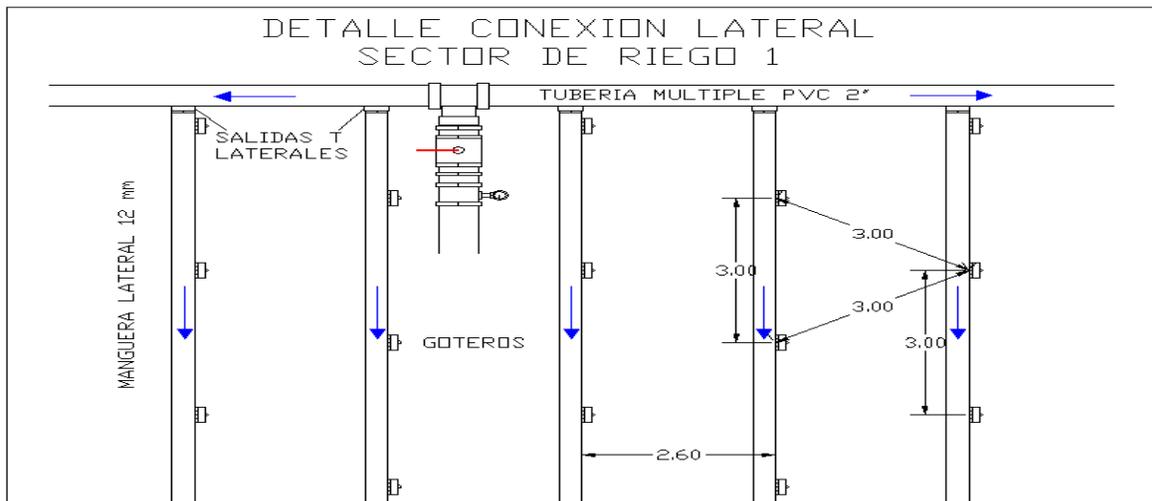


Fig.N.21. Descripción tubería lateral para sector de riego 1.

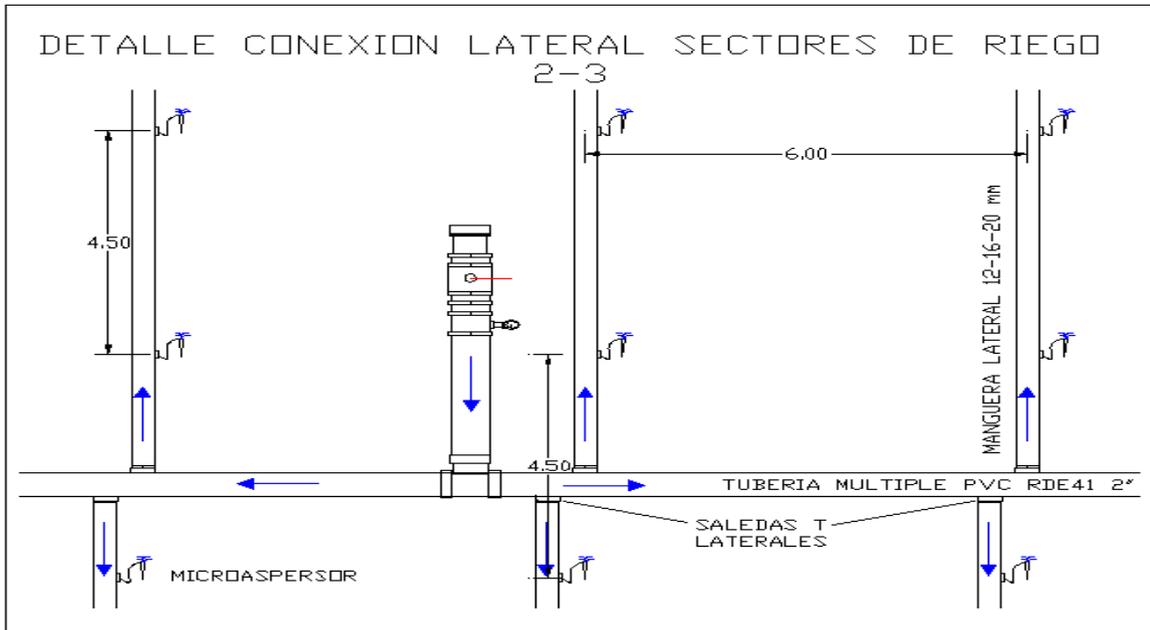


Fig.N.22. Descripción tubería lateral para sectores de riego 2-3.

2.6 TAPONES DE LAVADO.

En la terminación de cada una de las tuberías principal y múltiples se instalarán tapones roscados en PVC de 3" acoplados a adaptadores macho. Estos tapones se instalarán con el propósito de cumplir la función de lavado o vaciado de las tuberías cuando se requiera para evitar el taponamiento por sedimentación u otro propósito. En las mangueras laterales se implementará al final de cada una, un doble o partición de la manguera que será sostenida por un obturador PVC de 3/4", cumpliendo de esta forma la acción y función de tapado.

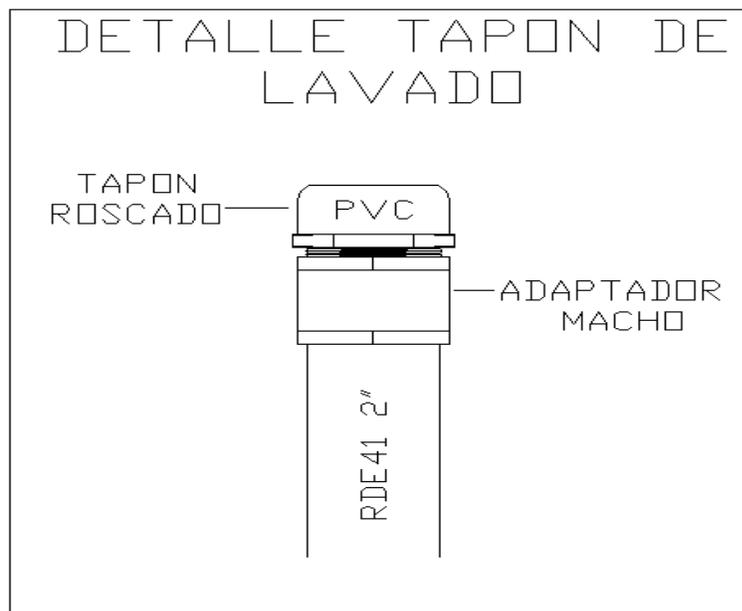


Fig.N.23. Descripción Tapón de Lavado para tuberías principal y múltiple.

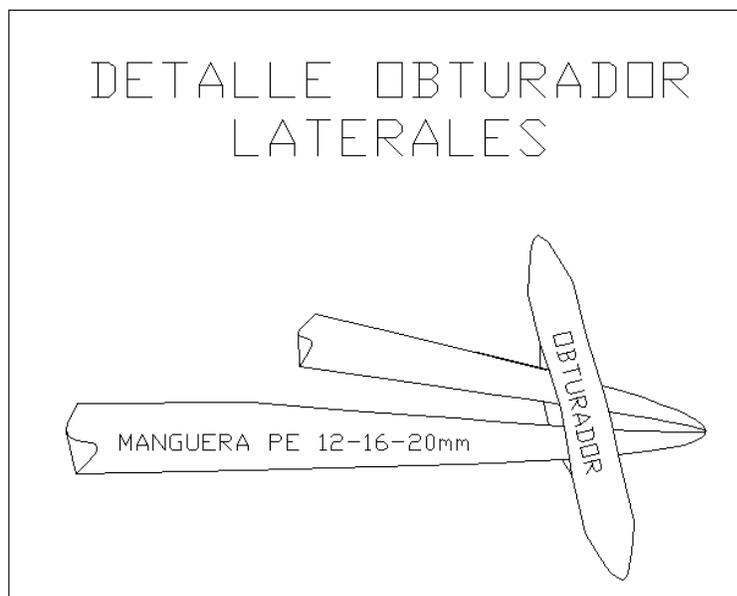


Fig.N.24. Descripción Tapón de Lavado en los laterales por medio de obturador.

3. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

3.1 Programación de riego.

TABLA N.5. Programación del sistema de riego

TURNO	SECTOR DE RIEGO	PRESION ENTRADA (PSI)	UNIDADES DE RIEGO POR SECTOR	CAUDAL TOTAL (LPS)	TIEMPO DE RIEGO (hrs)	FRECUENCIA DE RIEGO
1	S. 1	28	1150	5	12.5	14
2	S.2	29	346	5	26	9
3	S.3	29	324	5	26	9

La programación de riego se obtuvo de los parámetros señalados en los cálculos de los requerimientos hídricos para cada cultivo respectivamente, con una frecuencia de riego de 14 días para el cultivo de uva y de 9 días para el cultivo de cacao.

3.2 AL MOMENTO DE PONER EN FUNCIONAMIENTO EL SISTEMA.

El sistema de riego diseñado para el predio La Sabina con una extensión aproximada de 3.2 ha, se compone de tres sectores de riego. En el momento de poner en funcionamiento el sistema se debe revisar el perfecto estado de las tuberías, unidad de filtrado y válvulas. La válvula reguladora de presión es un componente de suma importancia para el sistema, se instalara a la entrada del lote y después de la unidad de filtrado. Esta válvula se encargara de estabilizar la presión y mantenerla constante dentro del sistema para evitar el rompimiento de tuberías y equipos por sobrecarga de presión. Se debe chequear esta válvula para iniciar el sistema, luego se debe realizar un retro lavado al filtro de arena y de acuerdo la frecuencia de riego se debe hacer el mismo procedimiento en lapsos de tiempo \pm de 2 a 3 horas, también el retro lavado depende de la calidad con que este ingresando el agua al sistema. La presión se debe observar en el manómetro que se ubicara en cada sector de riego de esta forma se observara si la presión dentro del sistema es la requerida para el funcionamiento del mismo.

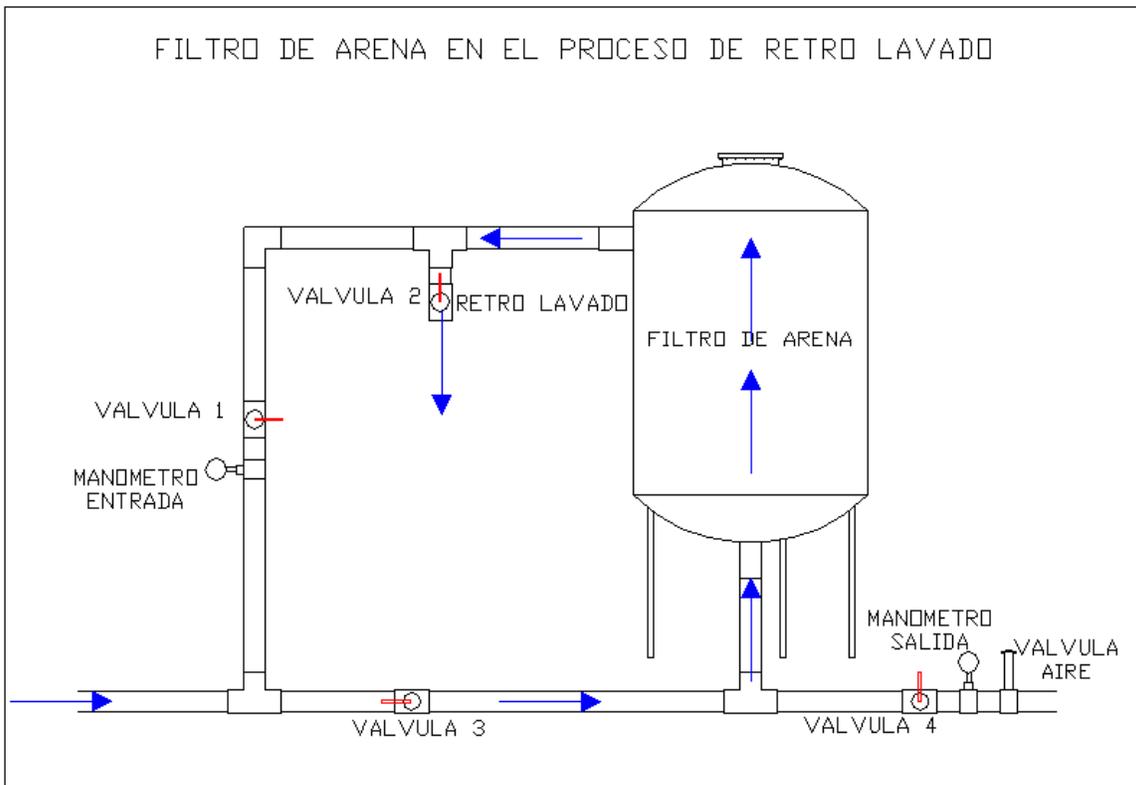


Fig.N.25. Descripción proceso de retro lavado Filtro de Arena.

Para el proceso de retro lavado se deben operar las válvulas como se indica en la grafica anterior para permitir el paso del agua por el interior del filtro en sentido de abajo hacia arriba. Este proceso se obtiene abriendo las válvulas 2-3 y cerrando las válvulas 1-4. De esta forma el agua en contra flujo remueve las partículas que ocasionan taponamiento y deterioro del filtro y unidades de riego.

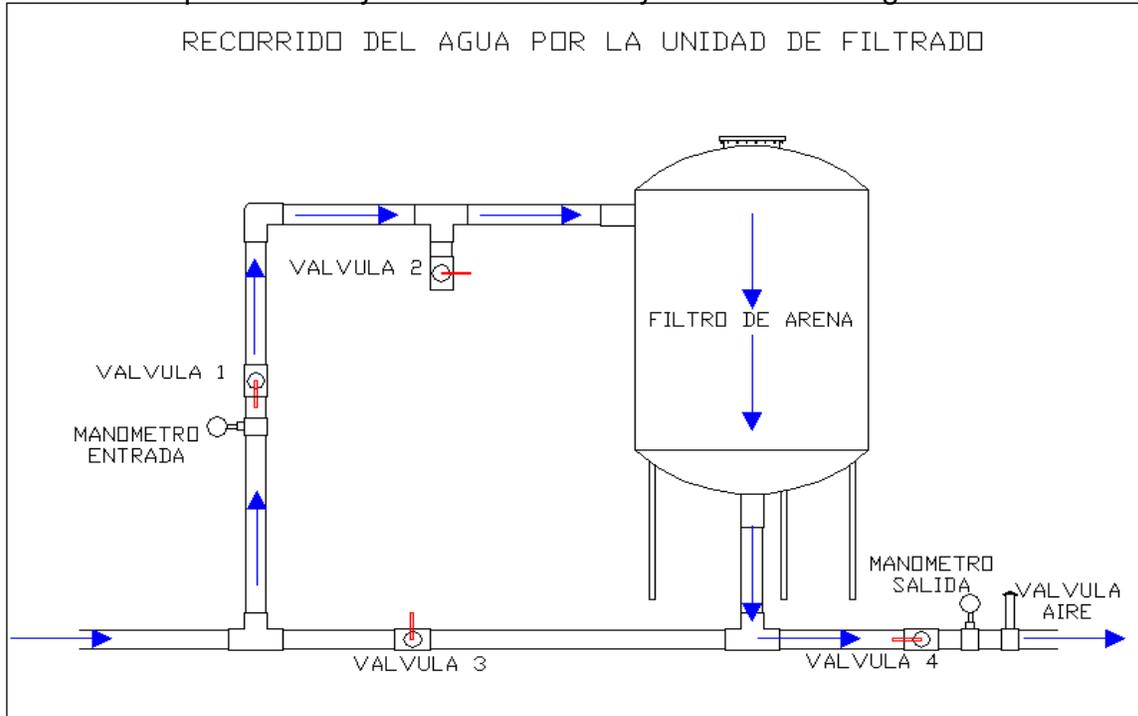


Fig.N.26. Descripción recorrido normal del agua por el filtro de arena.

El flujo normal del agua a través del filtro de arena se debe operar con el cierre total de las válvulas 2-3 y la apertura de las válvulas 1-4, de esta forma se permitirá que el agua haga su filtrado en dirección flujo descendente y salga disponible para ser aplicada a los cultivos por medio de la red de tuberías y unidades de riego. Las válvulas de lavado deben permanecer en perfectas condiciones para evitar descompensación en el sistema por falta de presión, el sistema de riego se diseñó para trabajar con una presión de 30 PSI. Las tuberías principal, alimentación, múltiples y laterales deben ser lavadas al inicio de la operación del sistema de riego para evitar taponamientos por agentes externos que hayan entrado al sistema.

3.3 MANEJO DE VALVULAS PARA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA

El funcionamiento del sistema depende de la operación adecuada de las válvulas, al inicio del sistema en la unidad de filtrado se deben operar las válvulas como se describen en la **figura N.26**. Para disponer de agua uno de los tres sectores de riego se debe revisar que las válvulas de los otros dos sectores estén totalmente

cerradas para asegurar el funcionamiento del sector de riego en las condiciones hidráulicas con que se diseñó. La presión a la entrada del sector de riego debe oscilar entre (25-30) PSI para garantizar los 20 PSI de trabajo en la unidad de riego y las pérdidas por conducción en las tuberías.

TABLA N.6. Operación de válvulas según turno y sector de riego a regar.

Turno de riego	Sector de riego a beneficiar	Unidad de filtrado	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
1	Sector 1	Abierta	V - a	Sectores: 2 V-b y 3 V-c
Cambio N.1				
2	Sector 2	Abierta	V - b	Sectores: 1 V-a y 3 V-c
Cambio N. 2				
3	Sector 3	Abierta	V - c	Sectores: 1 V-a y 2 V-b
Terminación de riego.				

- Al momento de realizar un cambio de sector a regar se debe abrir la válvula del siguiente sector a regar y lentamente cerrar la válvula del sector regado. Se sigue el mismo procedimiento hasta finalizar la jornada de riego.
- La tubería múltiple se lava en el momento de iniciar un sector de riego abriendo el tapón roscado y permitiendo el paso libre de agua para eliminar sedimentos decantados en la tubería, esto se hace hasta que el fluido presente una buena calidad. Para el lavado de las mangueras laterales se retira el obturador que se encuentra al final del lateral y se desdobra la punta de la manguera para permitir la salida de agua.
- La tubería principal se lava poniendo en funcionamiento la unidad de filtrado, cerrando las válvulas de los sectores de riego (V-a, V-b, V-c) y abriendo el tapón roscado que se encuentra al final de la tubería.
- Al finalizar la jornada de operación del riego se deben cerrar las válvulas de los tres sectores de riego y realizar un retro lavado al filtro de arena para garantizar que esté en buenas condiciones en el momento de iniciar otra jornada de riego. Luego de hacer el retro lavado las válvulas de la unidad de filtrado también se deben dejar totalmente cerradas.

4. MANTENIMIENTO DE OBRAS, EQUIPOS Y MATERIALES DE RIEGO.

Todo proyecto de riego debe mantener sus componentes en buen estado, puesto que es la única garantía que permitirá un éxito en las labores y una alta eficiencia del sistema. El mantenimiento de todas las partes que conforman el sistema de riego son parámetros indispensables para garantizar el producto final del proyecto que es el de proporcionar al cultivo la cantidad de agua necesaria para su desarrollo fisiológico y productivo.

- El sistema no debe ser operado por personal sin experiencia en este tipo de proyectos, el personal que maneje el sistema debe ser capacitado e instruido en el funcionamiento de obras y equipos que componen el sistema de riego.
- La red de tuberías debe permanecer enterrada para prevenir daños por exposición a la intemperie y revisar que estén debidamente conectadas evitando así el escape o pérdida del agua.
- La unidad de filtrado y las válvulas de reparto para los sectores de riego y el sistema regulador de presión, deben permanecer libres de arvenses (malezas) las cuales pueden causar daños graves a los equipos y además deben ser protegidos de la intemperie para evitar inconvenientes.
- Las tuberías deben ser lavadas periódicamente para evacuar posibles sedimentos y prevenir taponamiento en las tuberías lo cual causaría una paralización del riego y podría ser contraproducente para el cultivo.
- La válvula reguladora de presión que se instalara al inicio del sistema debe ser protegida con seguridad para evitar la desincronización, lo cual podría echar a perder todo el sistema, puesto que fue diseñado para trabajar a baja presión y un daño o fallo de esta válvula produciría el estallamiento de todas las tuberías por sobrecarga de presión.
- Se hace necesario un lavado al material filtrante (arena y grava), del filtro de arena al menos una vez por año para evitar colmatación por presencia de partículas que llegan a este y que no son removidas en el retro lavado. El lavado del material se hace desplazando la tapa que se encuentra en la parte superior del filtro y retirando el material contenido dentro del filtro (arena y grava), separándolos con una zaranda y lavarlos con agua para introducirlos nuevamente en el filtro en la misma disposición en que se encontraron. (la grava debe ir en la parte inferior del filtro y la arena en la parte superior)

- Al momento que hayan taponamientos en la red de tuberías y unidades de riego no se debe tratar de destapar con objetos extraños, porque estos ocasionarían la des calibración de la descarga y posteriormente el daño de el emisor. En caso que esto llegara a ocurrir la solución se encuentra en hacer pasar un químico especial, el cual posee la capacidad de solubilizar los objetos que ocasionan el taponamiento y de esta forma destaparlos. “Para la limpieza de incrustaciones de carbonatos se puede inyectar acido nítrico, fosfórico, sulfúrico o clorhídrico. Alcanzando un pH de 2 al final de los laterales de riego. Para alcanzar este pH en el agua pueden utilizarse 6 lts de acido por cada m³ de agua que entre a las tuberías mientras dura la limpieza.”²³

Si se presentan daños graves en el sistema, se debe detener de inmediato la operación de riego y comunicarse con personal capacitado en la restauración del funcionamiento para sistemas de riego.

²³ http://www.agrocabildo.com/publica/publicaciones/otro_104_T_limpieza.pdf