

**“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO A PRESIÓN EN BENEFICIO
DE UN VIVERO DE CAFÉ EN EL MPIO ALPUJARRA DPTO TOLIMA”**

CARLOS HERNAN ORTIZ CAVIEDES

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRÍCOLA
NEIVA
2011**

**“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISN EL MPIO ALPUJARRA DPTO TOLIMA”
TEMA DE RIEGO A PRESIÓN EN BENEFICIO DE UN VIVERO DE CAFÉ E**

CARLOS HERNAN ORTIZ CAVIEDES

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

**Director
MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO
Ing. Agr. Especialista en Ingeniería de Irrigación**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRÍCOLA
NEIVA
2011**

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

ING. GILBERTO ALVAREZ LINARES
Ing. Especialista en Riegos
Profesor Universidad Surcolombiana
Jurado

Neiva, Marzo de 2011

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado principalmente a Dios, por estar siempre conmigo, por iluminarme, protegerme y guiarme en cada paso de mi vida. Por haberme dado la oportunidad de formarme como ingeniero agrícola en nuestra prestigiosa universidad Surcolombiana. Y por darme esta maravillosa vida llena de alegrías al lado de mi hermosa familia, amigos, compañeros y demás personas que me rodean.

Dedico este trabajo a mi mamá MARIA DEL MAR CAVIEDES VILLEGAS, a mi papá CARLOS OSCAR ORTIZ ESPINOZA, a mi hermana MARIA ALEJANDRA ORTIZ CAVIEDES, a mis TIAS, TIOS, ABUELAS, PRIMOS y a todas las personas, amigos, compañeros que me acompañaron siempre, porque de ellos me siento orgulloso de tenerlos a mi lado y han sido un apoyo fundamental para mi formación universitaria y personal.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todo el personal DOCENTE, ADMINISTRATIVO y de SERVICIOS GENERALES de la Gloriosa UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA; a GLADIS QUINO, nuestra secretaria del programa y al señor EFREN MOSQUERA por su colaboración prestada en todos estos años.

A la Alcaldía de ALPUJARRA TOLIMA, en particular al Alcalde, Ingeniero Agrícola Víctor Manuel Martínez, por darme la oportunidad de demostrar mis capacidades como ingeniero agrícola y desarrollar el presente proyecto.

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 Cíviles, profesor de la Universidad Surcolombiana

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

Rodrigo Pachón Béjarano, Ingeniero Agrónomo profesor de la Universidad Surcolombiana

Mauricio Duarte Toro, Ingeniero Agrícola profesor de la Universidad Surcolombiana

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	13
1. OBJETIVOS	14
1.1 OBJETIVO GENERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
2. FUNDAMENTACION TEÓRICA	15
2.1 EL GERMINADOR	15
2.2 EL ALMÁCIGO	15
2.2.1 Localización	15
2.2.2 Agrupamiento de bolsas	15
2.2.3 Sombrío	15
2.3 DEFINICION DE RIEGO LOCALIZADO	16
2.4 RIEGO POR MICROASPERSIÓN INVERTIDA	16
2.4.1 Definición	16
2.4.2 Componentes del microaspersor invertido	16
2.4.3 Ventajas y desventajas	16
2.4.4 Composición de un sistema de riego por microaspersión	17
2.4.5 Lamina neta	17
2.4.6 Lamina bruta	17
2.3.7 Evapotranspiración	18
2.3.8 Uso consuntivo	18
3. DESCRIPCION DEL PROYECTO	19
3.1 UBICACIÓN GENERAL Y CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO	19

3.2 MUNICIPIO DE ALPUJARRA	20
4. METODOLOGÍA	21
4.1 VISITAS A CAMPO Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	21
4.2 DISEÑO DISTRIBUCION DEL NUEVO VIVERO (320.000 PLÁNTULAS)	21
4.3 ANÁLISIS DEL SUSTRATO	21
4.4 DISEÑO HIDRAULICO	22
4.5 CALCULO DEL REQUERIMIENTO HÍDRICO	22
4.6 PRESUPUESTO	22
5. RESULTADOS	23
5.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	23
5.2 DISEÑO DISTRIBUCIÓN DEL NUEVO VIVERO (320.000 PLANTULAS)	24
5.2.1 Germinadores	24
5.2.2 Caseta de embolsado	25
5.2.3 Almacigo	26
5.3 ANÁLISIS DEL SUSTRATO	28
5.4 DISEÑO HIDRÁULICO	28
5.5 MUESTRA DE CÁLCULO REQUERIMIENTOS HÍDRICOS	31
5.5.1 Cálculos	31
5.6 PRESUPUESTO	36
5.7 UNIDAD DE RIEGO	40
6. CONCLUSIONES	41
7. RECOMENDACIONES	42
BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS	45

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Propiedades físicas del suelo	28
Cuadro 2. Perdidas de conducción en las tuberías Laterales	29
Cuadro 3. Perdidas de conducción en las tuberías Múltiple	29
Cuadro 4. Perdidas de conducción en las tuberías Principales.	30
Cuadro 5. Velocidades en tuberías Principales.	30
Cuadro 6. Generalidades y datos para el vivero del municipio de ALPUJARRA.	31
Cuadro 7. Programación tentativa de riego.	35
Cuadro 8. Presupuesto del sistema de riego para vivero 180.000 plántulas	36
Cuadro 8. Presupuesto del sistema de riego para vivero 320.000 plántulas	38

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Localización General del Municipio de Alpujarra Departamento del Tolima.	19
Figura 2. Localización del predio (Vivero) para la instalación de sistema de Riego por microaspersión en el Municipio de Alpujarra - Tolima.	20
Figura 3. Levantamiento topográfico estación total (Topcon)	23
Figura 4. Distribución áreas de: germinación, embolsado y almacigo	24
Figura 5. Germinadores	25
Figura 6. Caseta de embolsado	25
Figura 7. Detalle de Bancal	26
Figura 8. Distribución de bancales en el almacigo	27
Figura 9. Unidad de riego utilizada en el proyecto	40

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Carteras topográficas de los viveros	46
Anexo 2. Cálculos Hidráulicos	49
Anexo 3. Planos sistema de riego	65
Anexo 4. Curva característica de la bomba para vivero 180.000 plántulas	73
Anexo 5. Curva característica de la bomba para vivero 320.000 plántulas	74
Anexo 6. Información climatológica	75
Anexo 7. Resultado análisis físico del suelo	77

RESUMEN

El agua el cual es el recurso natural más importante para la existencia tanto humana como fauna y flora. Es explotado en millones cantidades a diario lo que implica una contaminación y desaprovechamiento por el uso irracional de este recurso. Los sistemas de riego a presión han sido muy aceptados en el razonamiento del uso del agua, la modalidad microaspersión ha tenido buena acogida en la agricultura, pues un diseño eficiente presenta buenos resultados en los cultivos y manejos del agua.

El vivero de Alpujarra que compone el proyecto “Generación de Empleo y Fortalecimiento del Desarrollo Sostenible Mediante la Instalación de un Vivero de Café en el Municipio de Alpujarra Tolima”. Es de vital importancia el cual incentiva a los productores de café Alpujarreño, teniendo como objetivo principal la renovación de cultivos de variedades expuestas a muchas plagas causales de daños en los cafetales. Por medio de este proyecto y conociendo la problemática que a diario se presenta por el agua se va a la idea de tecnificar el vivero con un sistema de riego a presión (microaspersión) visualizado hacia un buen uso del recurso agua.

Con el establecimiento de un nuevo vivero y de continuar trabajando con uno ya existente, se realizan los estudios necesarios; de suelos y climatológicos de la zona apoyándonos en registros del IDEAM y del laboratorio de suelos de la Universidad Surcolombiana para determinar los requerimientos hídricos del cultivo de café etapa vivero. Y a la vez el uso racional del agua de un reservorio, aplicando las cantidades necesarias para cada umbráculo y de igual manera garantizando presión requerida de cada emisor para un riego uniforme y así la producción de almácigos de café sea de excelente calidad.

Palabras Claves: Requerimiento hídrico, umbráculo, almácigos de café.

ABSTRACT

The water which is the most important natural resource for human and animal life and flora. Is exploited daily amounts in millions implying pollution and waste by the irrational use of this resource. The pressurized irrigation systems have been widely accepted in the reasoning of water use, the method has been very welcoming microaspersión in agriculture, as an efficient design provides good results in crops and water management.

Alpujarra nursery that makes up the project is vital “Job Creation and Strengthening of Sustainable Development By Install a coffee nursery in the town of Tolima Alpujarras”. Which encourages coffee growers with the main objective Alpujarreño renewal of crop varieties exposed to many pest causes damage to the coffee. Through this project and knowing the problem that is presented daily by the water goes the idea of introducing technology to the nursery with a pressurized irrigation system (micro) displayed to a good use of water resources.

The establishment of a new nursery and continue to work with an existing, necessary studies are carried out, soil and climate of the area IDEAM relying on records and soil laboratory of the University Surcolombiana to determine crop water requirements coffee nursery stage. And while the rational use of water from a deep well, guaranteeing the quantities needed for each shade house and equally ensuring each issuer required pressure for a uniform irrigation and production of seedlings of coffee of excellent quality.

Key words: hydric requirement, shade house, coffee seedlings.

INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico el cual es de vital importancia tanto para la vida humana como la fauna y la flora, con el paso del tiempo este recurso se hace más escaso debido a fenómenos naturales provocados a su vez por la irresponsabilidad de la humanidad con el medio ambiente. Por esto se hace necesaria la implementación de nuevas técnicas en nuestro campo agrícola. Es labor del ingeniero agrícola buscar las mejores soluciones a estos problemas ya que cuenta con un alto conocimiento básico y necesario proyectado siempre hacia un buen desarrollo de proyectos en búsqueda de calidad de productos y sostenimiento del medio ambiente.

El vivero ubicado en la zona rural del Municipio de Alpujarra, Departamento del Tolima, cuenta con dos lotes de una extensión total de 4483.5 m² y 18008 m² en las cuales se encuentra construido un umbráculo para café destinado a 180.000 almácigos, y en el otro lote se proyectó construcción del umbráculo para 320.000 almácigos de café, cada una de estas estructuras (umbráculo) cuenta con un área aproximada de 2373 m² y 5945.3 m² respectivamente, lugares donde se crea la necesidad de implementar la modalidad de riego localizado (micro-aspersión), el cual tendrá como fuente principal un reservorio que a su vez es alimentado por un pozo profundo, de esta forma se hacen prácticos los conocimientos adquiridos en el área de adecuación de suelos y agua.

Se espera realizar un diseño viable tanto económico como técnicamente, con la asesoría del Ingeniero Miguel German Cifuentes Perdomo, y financiado por el Ministerio de Agricultura.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar los estudios y diseños para el sistema de riego a presión modalidad localizado (micro-aspersión), como aplicación de nuevas técnicas agrícolas de riego del café en Vivero.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Diseñar el sistema de riego óptimo para el cultivo presente en el Vivero.
- ❖ Implementar la tecnología adecuada para el manejo del recurso hídrico.
- ❖ Realizar los estudios de requerimientos hídricos para el cultivo establecido.
- ❖ Diseñar la distribución del nuevo vivero, áreas de: germinación, embolsado, umbráculo, almacenamiento de tierra, teniendo como base materiales y presupuesto ya existente.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 EL GERMINADOR

Es un cajón en el cual se colocan las semillas de café para que germinen y donde se mantienen hasta que aparezca el primer par de hojas (chapola). El mejor germinador es el que se hace con guaduas o tablas.¹

Se puede construir elevado o sobre el suelo. Si se hace elevado es necesario ponerle al cajón patas de guadua. El cajón debe tener el piso de latas de guadua y las paredes deben tener 30 cm de altura. Si lo hace sobre el suelo las paredes deben tener también 30 cm y se deben construir zanjas para desviar las aguas lluvias. En el fondo del cajón se coloca una capa de piedra o ladrillo picado y encima se echa una capa de 20 cm de arena de río bien lavada. En un cajón que tenga un metro de ancho por un metro de largo cabe 1 kilogramo de semilla, que produce 3.000 chapolas.¹

2.2 ALMÁCIGO

Es el lugar donde se agrupan las bolsas en las que se siembran las chapolas. Allí permanecen las chapolas hasta que se convierten en colinos.¹

2.2.1 Localización.

Escoja un sitio plano, cerca de la casa y de una fuente de agua para regarlo.¹

2.2.2 Agrupamiento de las bolsas.

Se acomodan en bloques formados por 10 hileras de bolsas y una longitud según el número requerido o el terreno.¹

2.2.3 Sombrío.

Coloque las bolsas bajo un techo de guadua o bajo árboles de crotalaria, guandul o higuera.¹

¹http://www.cenicafe.org/modules/Publications2/docs/doc_views/viewpdf.php?

2.3 DEFINICIÓN DE RIEGO LOCALIZADO

Una manera moderna de regar, es la utilización de los métodos de riego por goteo y microaspersión (riego localizado), que consiste en la aplicación del agua al suelo en forma localizada, es decir, sólo se moja una zona restringida del volumen radicular. Estos métodos son apropiados para zonas donde el agua es escasa, ya que su aplicación se hace en pequeñas dosis y de manera frecuente, consiguiendo con esto un mejor control de la aplicación del agua y algunos otros beneficios agronómicos.²

El riego localizado se empezó a ensayar en Alemania en 1860 y en Estados Unidos en 1918, mediante tuberías porosas o perforadas enterradas. El sistema resultó caro por el tipo de tuberías que se empleaban y presentaba problemas de obstrucción, porque las raíces de las plantas acababan taponando las salidas.²

2.4 RIEGO POR MICROASPERSIÓN INVERTIDA

2.4.1 Definición.

Aplicación de agua artificialmente en forma puntual y localizada, para que sea aprovechada al máximo por las plantas en su zona radicular.²

2.4.2 Componentes del Microaspersor invertido.

Los componentes de un microaspersor invertido son: Microconector, micromanguera, pesa de estabilidad y válvula antidrenante.²

2.4.3 Ventajas y desventajas.

Ventajas: 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 en cosechas; contribuye al control de malezas, enfermedades y heladas; no produce erosión y trabaja a bajas presiones con descargas y diámetros húmedos ideales. Desventajas: los altos costos de instalación; altos costos de repuestos para operación y mantenimiento; exigente en el diseño ideal para evitar deterioro de equipos y atraso en cosechas; sufre ataques constantes de roedores, hormigas, insectos y otros; exigente al filtrado por ser susceptible al taponamiento³

²<http://es.wikipedia.org/wiki/Riego>

³ GUROVICH, Op. Cit., p. 15.

2.4.4 Composición de un sistema de riego por microaspersión.⁴

Un equipo de riego consiste básicamente en:

- La fuente de abastecimiento de agua
- Cabezal principal.
- Tuberías de conducción principales
- Tuberías terciarias
- Cabezales de campo
- Laterales de riego con emisores

2.4.5 LAMINA NETA⁵

La lamina neta de aplicación de agua es la cantidad de agua que debe ser aplicada durante el riego con el fin de cubrir el agua que ha utilizado el cultivo durante la evapotranspiración. Para calcular la lámina neta de aplicación de agua, se requiere conocer los siguientes datos:

1. La humedad disponible del suelo. (CC - PMP)
2. El agotamiento de la humedad disponible del suelo.
3. La profundidad radical efectiva del cultivo.

2.4.6 LAMINA BRUTA⁶

La lámina bruta de aplicación de agua (Lb) es igual a la lámina neta de aplicación de agua dividida entre la eficiencia de riego del sitio. Es importante anotar que la eficiencia de riego del lugar incluye perdidas posibles de agua debido a fisuras o daños en los tubos

⁴<http://www.inta.gov.ar/sanjuan/info/documentos/reccat/ARTICULO%20RIEGO%20PRESURIZADO.pdf>

⁵<http://knol.google.com/k/lamina-neta-ln-de-aplicaci%C3%B3n-de-agua#>

⁶<http://knol.google.com/k/carlos-mario-castro/lamina-bruta-lb-de-aplicaci%C3%B3n-de-agua-y/1i29ptfum49sf/26#>

2.4.7 EVAPOTRANSPIRACIÓN⁷

Definida como “La tasa de evapotranspiración de una superficie enteramente cubierta de gramíneas verdes de 8 a 15cm de altura, uniformes, de crecimiento activo, y sin restricciones de humedad”. Bajo estas condiciones, se asume que la Eto solamente depende del clima.

2.4.8 USO CONSUNTIVO⁷

Para cualquier propósito práctico es idéntico a la evapotranspiración. Este concepto difiere de la ET por la inclusión del agua retenida en el tejido de la planta. Sin embargo, la cantidad máxima de agua retenida de la planta generalmente representa menos del 1% del agua evaporada durante el periodo vegetativo del cultivo.

⁷<http://www.ingenieriagricola.org/ingenieria-agricolael-riego-evapotranspiracion-potencialeto.html>

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 UBICACIÓN GENERAL Y CARACTERÍSTICAS DEL AREA DE ESTUDIO⁸

Alpujarra es un municipio del centro-sur de Colombia situado en el extremo suroriental del departamento de Tolima, próximo al límite con el Huila. Se alza a unos 1.361 msnm. Entre su actividad económica destaca gracias a la fertilidad de sus tierras, ricas en sedimentos volcánicos el cultivo de cacao, caña panelera y café, lo que le convierte en uno de los municipios más importantes del departamento tolimense. Actualmente se encuentra en funcionamiento la microfábrica de Café Mizar. Alpujarra tiene una extensión total de 473 km², temperatura media de 21°C y una distancia a Neiva de 87 km.² (figura 1).



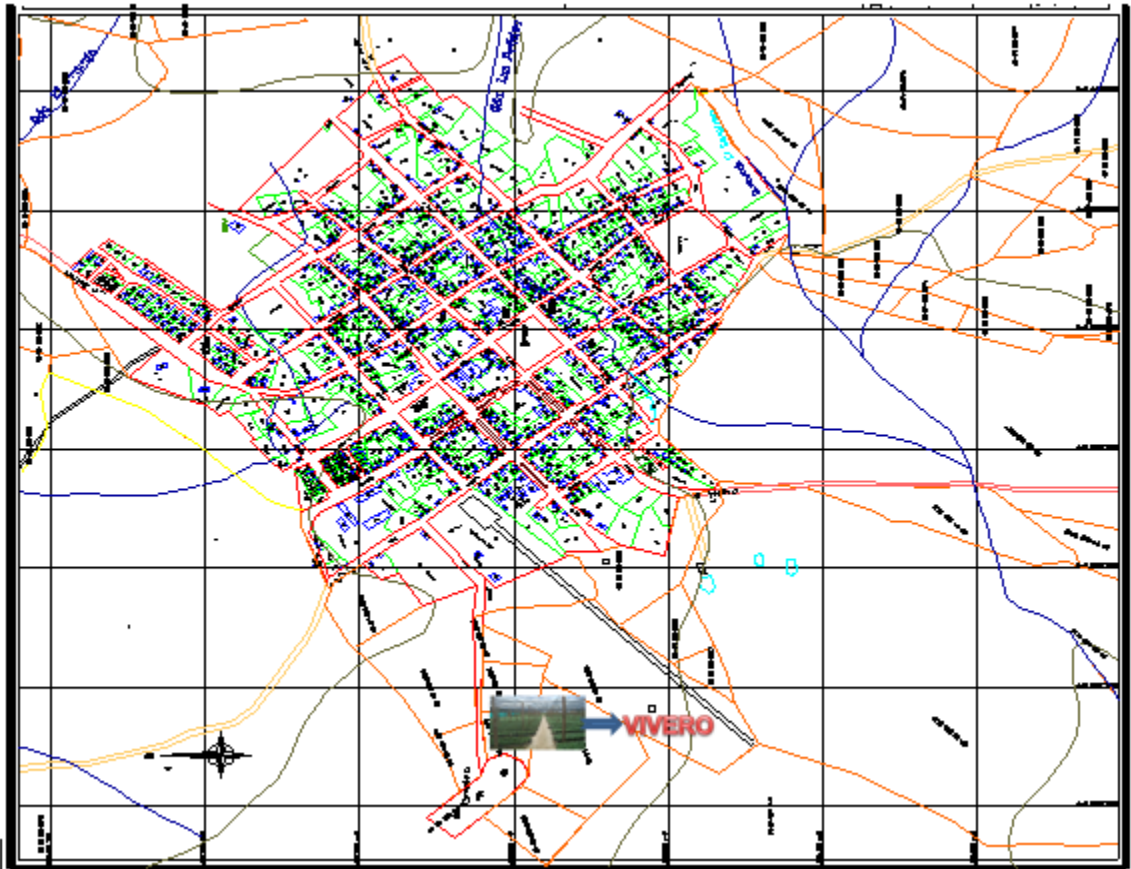
FUENTE: Alpujarra Tolima (Enciclopedia Microsoft Encarta 2003 1993-2002 Microsoft Corporation)

Figura 1. Localización general del Municipio de Alpujarra Departamento del Tolima.

⁸ALPUJARRA, TOLIMA. Información General. Diciembre 1 de 2010. Disponible en World Wide Web: <http://www.alpujarra-tolima.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=I-xx-1-&s=m&m=I>

3.2 Municipio de Alpujarra.

El área seleccionada corresponde a la ubicación del vivero disponible al diseño del sistema de riego a presión microaspersión y al área para la construcción del nuevo vivero, en el municipio de Alpujarra, Departamento del Tolima. (Figura 2).



FUENTE: Presentación Informe Final Técnicos. (Microsoft Power Point)

Figura 2. Localización del predio (Vivero) para instalación de sistema de riego pormicroaspersión en el Municipio de Alpujarra –Tolima.

4. METODOLOGÍA

4.1 VISITAS A CAMPO Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

En la primera visita se realizó un levantamiento topográfico con GPS (Garmin 76Csx) para determinar el área del lote disponible a la construcción del nuevo vivero. Próximamente se tomaron muestras del suelo y se realizó la topografía más detallada del vivero ya construido y el trazado ya realizado de las diferentes áreas (germinación, caseta de embolsado, umbráculo) del lote para el nuevo vivero, topografía realizada con Estación TotalTOPCON incluyendo parámetros como: área total del terreno y altura sobre el nivel del mar A.S.N.M. para efectos de cálculo de la unidad de bombeo.

4.2 DISEÑO DISTRIBUCIÓN DEL NUEVO VIVERO (320.000 PLÁNTULAS)

Inicialmente se realizó un estudio al presupuesto cantidades de obra ya existentes para la construcción de las diferentes áreas: germinación, caseta de embolsado y umbráculo. Para el diseño de las estructuras se tuvo en cuenta teoría dada por Cenicafe: umbráculo el ancho y largo de bancales, sombrío. Para los germinadores el tamaño de cajones, la caseta de embolsado y distancias entre calles principales y secundarias estudiadas y definidas bajo criterios dados de la experiencia de técnicos de café del municipio que han trabajado con el vivero de 180.000 plántulas ya construido anteriormente.

4.3 ANÁLISIS DEL SUSTRATO

Las pruebas realizadas al sustrato (composición de tierra negra, cascarilla de arroz y material compost), fueron; textura método Bouyoucos, densidad aparente (Da) por el método de Terrón Parafinado, capacidad de campo (CC) método de la olla a presión y punto de marchitez permanente (PMP) método de la membrana de presión, pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Surcolombiana.

4.4 DISEÑO HIDRÁULICO

La modalidad de riego a implementar es microaspersión. Para su respectivo diseño se utilizó la metodología propuesta por Cifuentes³ 2001, de la cual el primer parámetro a identificar en el diseño es el inventario de recursos y estudios básicos, el cual resulta a través de la visita ocular de reconocimiento y labores teórico prácticas; del estudio topográfico obtenido del lote, posteriormente se realizan los respectivos cálculos de tuberías teniendo en cuenta parámetros de diseño como pérdidas permisibles, requerimientos de caudal y presión, finalmente se determina la Cabeza Dinámica Total (C.D.T.) de potencia de la unidad de bombeo incluida en la metodología ya mencionada la fuente de abastecimiento es un reservorio con capacidad de 1600m³ aproximadamente.

4.5 CALCULO DEL REQUERIMIENTO HÍDRICO

Para el cálculo del requerimiento hídrico se utilizó la metodología RASPLAS Relación Agua Suelo Planta para riego por microaspersión, que tiene en cuenta parámetros como Evapotranspiración, Uso Consumo diario de la planta, Lámina Neta, entre otros parámetros.

4.6 PRESUPUESTO

El cálculo del valor total del proyecto (sistema de riego localizado modalidad microaspersión) se realizó en base a listas de precios de proveedores.

⁹ Cifuentes P., Miguel Germán. Metodología para el diseño de sistema de riego a presión. Neiva 2001, tesis (especialización en ingeniería de irrigación). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Agrícola.

5. RESULTADOS

5.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Por medio del estudio topográfico, se logró recolectar la información necesaria para la distribución del nuevo vivero con sus respectivas áreas de germinación, caseta de embolsado y umbráculo de igual forma del estudio realizado se logró acondicionar la mejor forma y distribución del sistema de riego con sus respectivas tuberías y con la ayuda de las diferencias de altura, analizar e identificar los puntos críticos del sistema para garantizar las presiones necesarias y así tener un eficiente funcionamiento de los emisores; además para determinar la Cabeza Dinámica Total (C.D.T.), dada por la diferencia de cota altimétrica entre la fuente de abastecimiento y el sitio más crítico del lote.



Figura 3. Levantamiento Topográfico Estación Total (Topcon)

5.2 DISEÑO DISTRIBUCIÓN DEL NUEVO VIVERO (320.000 PLÁNTULAS)

Revisando área y topografía del terreno se llegó a la distribución ideal presentada en la siguiente figura.

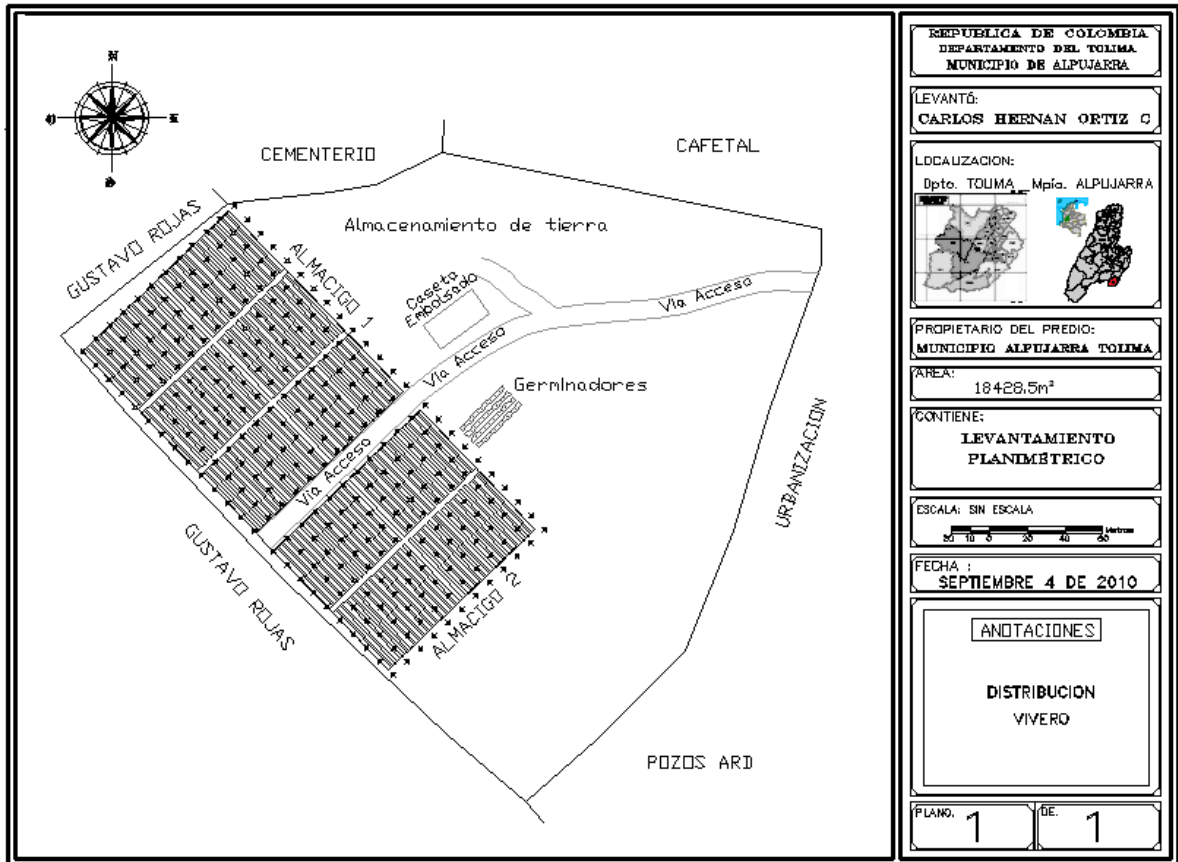


Figura 4. Distribución áreas de: germinación, embolsado y almacigo.

5.2.1 GERMINADORES

Cada cajón (germinador) tiene un largo de 1,5m por 1m de ancho para un área de 1,5m², y de una altura de aproximadamente 30cm. Se llenaron en su primera parte; fondo 10cm de gravilla y los 20cm restantes se le agrego arena de rio. Se construyeron 4 hileras de 10 cajones en las cuales sus paredes son en guadua soportándose sobre estacas de café y amarradas con alambre dulce.



Figura 5. Germinadores.

5.2.2 CASETA DE EMBOLSADO

Esta compuesta por 6 columnas de madera a una distancia de 2.5m cada una para un largo total de 12.5m y 4 columnas de madera distanciadas a 2.5m para dar un total de 7.5m de ancho; obteniendo de esta forma un área de 93.8m². El techo (cubierta en zinc) será dispuesto en forma doble ala.



Figura 6. Caseta de embolsado

5.2.3 ALMÁCIGO

Para el diseño de esta estructura inicialmente se tuvo en cuenta las curvas de nivel para así mismo diseñar los bancales de tal forma queden en sentido de la pendiente con tal propósito que las aguas de escorrentías no desintegren o destruyan los bancales construidos.

Según Cenicafe el ancho de cada bancel debe ser igual a 10 bolsas, cada una de estas tiene dimensiones de 15cm de diámetro x 21cm de largo lo que indica un ancho bancel de 150cm. Estudiando experiencia y realizando medidas a bancales ya construidos en el antiguo almacigo se determinó que realmente la bolsa después de su llenado queda con un diámetro de aproximadamente 10cm lo que nos llevó a minimizar el ancho de bancel a 1m para el respectivo diseño a 320.000 almacigos. Se determinó un largo de bancel de 20m. (Ver figura 7)

➤ Cálculo de almacigo por bancel

$$N^{\circ}almacigobancel = \frac{anchobancel}{diametrodebolsa} \times \frac{largobancel}{diametrodebolsa}$$

$$N^{\circ}almacigobancel = \frac{1m}{0,10m} \times \frac{20m}{0,10m} = 2000$$



Figura 7. Detalle deBancel

➤ Cálculo del número de bancales

$$N^{\circ}bancales = \frac{Totalalmacigosaproducir}{N^{\circ}almacigobancel}$$

$$N^{\circ}bancales = \frac{320.000}{2000} = 160bancales$$

➤ **Calculo del número de bancales por columna**

$$N^{\circ} \text{bancales} \times \text{Columna} = \frac{N^{\circ} \text{bancales}}{N^{\circ} \text{columnas (asumirlo)}}$$

$$N^{\circ} \text{bancales} \times \text{Columna} = \frac{160}{5} = 32 \text{bancales} \times \text{Columna}$$

De acuerdo a los cálculos se determinó que es necesario tener 160 bancales para la producción de 320.000 almácigos de café. Con base a la topografía y para una buena utilización del área del lote, estarán dispuestas cinco (5) columnas de las cuales cada una contiene 36 filas de bancales. (Ver figura 8)

Para un fácil manejo y acceso al almacigo se determinó que es necesario permitir una vía vehicular con tal propósito de facilitar la entrega de las plántulas la cual divide el almacigo en tres (3) y dos (2) columnas respectivamente. El almacigo contiene una vía principal de 1,5m en medio de cada columna de bancales y una secundaria de 1,2m que atraviesa toda la estructura. Por consiguiente las vías terciarias tienen un ancho de 0,60m entre bancales.

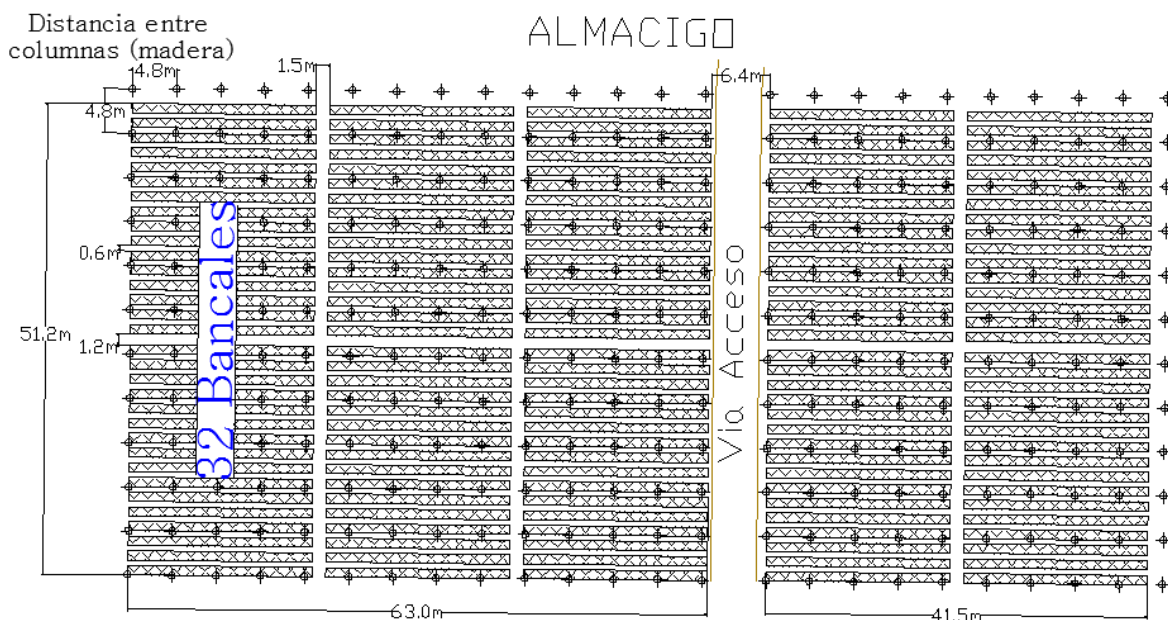


Figura 8. Distribución de bancales en el almacigo

5.3 ANÁLISIS DEL SUSTRATO

Según las características del suelo (cuadro 1), este presenta media retención de humedad, densidad aparente muy baja y altos niveles en cationes intercambiables, estas propiedades muestran su potencialidad para mejorar las propiedades físicas del suelo relacionadas con agua y nutrientes acumulables para las plantas.

Cuadro 1. Propiedades físicas del Suelo

Horizonte Prof. (cm)	Fracción Mineral (%)	Textura	Densidad Aparente (gr/cm ³)	Capacidad de Campo (CC) (%)	Punto de Marchitez Permanente (PMP) (%)
H1 (0-15)	A: 76.71	Franco Arenoso	1.41	21.17	9.46
	L: 10.71				
	Ar: 12.58				

A; arena L; limo Ar; arcilla

Nota: El secado del sustrato se hizo a 105 °C durante 24 horas. Laboratorio de suelos Universidad Surcolombiana.

5.4 DISEÑO HIDRÁULICO

Los cálculos hidráulicos se encuentran en el anexo 2 y el plano final del diseño tipo con su ubicación, distribución de los elementos de riego en el terreno se encuentran en el anexo 3.

Las pérdidas de carga presentes en el siguiente cuadro corresponden a los tramos que componen el sistema de riego, las cuales están dentro de los rangos permisibles que garantizan un buen funcionamiento de todos los sistemas de riego.

Cuadro 2. Perdidas de conducción en las tuberías Laterales.

Proyecto	Perdidas Total de carga (J) Tub. Lateral (mts)
Vivero 180.000 Plántulas	1,84
* $J = 1,84 \leq 2,24$ (Perdidas permisibles, Máx. 55%del 20% de la presión de trabajo de la unidad de riego.)	
Vivero 320.000 Plántulas	0,69
* $J = 0,69 \leq 2,24$ (Perdidas permisibles, Máx. 55%del 20% de la presión de trabajo de la unidad de riego.)	

Cuadro 3. Perdidas de conducción en las tuberías Múltiple.

Proyecto	Pérdidas de carga unitarias en la Tub. Múltiple (J) en mts				Pérdida Total de carga (J) Tub. Múltiple (mts)
	Tramo 1 Tub. 2"	Tramo 2 Tub. 1.1/2"	Tramo 3 Tub. 1.1/4"	Tramo 4 Tub. 1"	
Vivero 180.000 Plántulas	0,17	0,84	0,34	0,36	1,71
* $J = 1,71 \leq 1,84$ (Perdidas permisibles, Máx. el 20% de la presión de trabajo de la unidad de riego.)					
Vivero 320.000 Plántulas	Tramo 1 Tub. 1.1/2"	Tramo 2 Tub. 1.1/4"	Tramo 3 Tub. 1"	Tramo 4 Tub. 3/4"	1,28
	0,53	0,35	0,31	0,09	
* $J = 1,28 \leq 1,84$ (Perdidas permisibles, Máx.45%del 20% de la presión de trabajo de la unidad de riego.)					

Cuadro 4. Pérdidas de conducción en las tuberías Principales.

Proyecto	Pérdidas de carga unitarias en la Tub. Principal (J) en mts			Pérdida Total de carga (J) Tub. Principal (mts)
	Tramo 1 Tub. 2.1/2"	Tramo 2 Tub. 2"	Tramo 3 Tub. 1"	
Vivero 180.000 Plántulas				2,4
Vivero 320.000 Plántulas	0,91	1,38	2,03	4,32

Cuadro 5. Velocidades en tuberías Principales.

Proyecto	Conducción	Clase	RDE y Diámetro	Longitud (m)	Caudal (GPM)	Velocidad (m/seg)
Vivero 180.000 Plántulas	Principal	PVC	RDE 26 - 2"	117,13	48,76	1,26
Vivero 320.000 Plántulas	Principal Tramo 1	PVC	RDE 26 - 2.1/2"	21,6	101,13	1,79
	Principal Tramo 2	PVC	RDE 21 - 2"	40,9	60,71	1,57
	Principal Tramo 3	PVC	RDE 21 - 1"	21,6	20,29	1,79
*La velocidad máxima permisible por el fabricante es 2,0 - 2,5 m/seg.						

Como resultado de la suma de pérdidas por fricción, por accesorios, por la boquilla de la unidad de riego, por topografía, y con los parámetros como presión atmosférica por altura sobre el nivel del mar y temperatura, se selecciona como unidad de bombeo para el vivero (180.000 plántulas). Línea alta presión catálogo Barnes la bomba monobloque de modelo 1515HHE de 3HP de potencia; diámetro de succión de 1.1/2" y diámetro de descarga de 1.1/2"(ver anexo 4).Y para el vivero (320.000 plántulas) se seleccionó la bomba de la línea de alta presión catálogo de Barnes la bomba monobloque de modelo 2015 HCE-5 de 6.6HP; diámetro de succión 2" y diámetro de descarga 2"(ver anexo 5)

5.5 Muestra de cálculo Requerimiento Hídrico.

Cuadro 6. Generalidades y datos para el vivero del municipio de ALPUJARRA.

LOCALIZACIÓN			
Departamento:		TOLIMA	
Municipio:		ALPUJARRA	
CULTIVO			
Etapa:		Semillero	
Profundidad Radical:		0,15 mts	
P. Radical Efectiva:		0,11 mts	
CLIMATOLOGÍA			
Mes		Agosto	
Evapotranspiración:		5,82 mm/día	
Uso consumo:		3,38 mm/día	
SUSTRATO			
Tipo:		Tierra Negra + Compost + Cascarilla de arroz	
Área:		Vivero 1= 2373 mts ² Vivero 2 = 5352 mts ²	
CC:	21,17%	PMP:	9,46%
Da:	1,41 gr/cm ³		

Nota: Vivero 1 = 180.000 plántulas Vivero 2 = 320.000 plántulas

5.5.1 Cálculos

Cálculos: Vivero 180.000 y 320.000 plántulas, Agosto:

- ❖ Calculo de la Evapotranspiración (EVT) mm/día: Agosto

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

$$EVT = (180,3 \text{ mm/mes} * 1 \text{ mes}) / (31 \text{ días}) = 5,82 \text{ mm/día}$$

- ❖ Uso consumo (UC) mm/día

Uso consumo (Uc)

$$Uc = EVT * Kc$$

Kc: coeficiente del cultivo

$$Uc = (5,82 * 0,58) = 3,38 \text{ mm/día}$$

❖ Calculo de la Lamina Neta (LN):

$$LN = \frac{(CC - PMP)}{100} * \frac{Da}{Dw} * Pre * Na$$

Donde:

Ln: Lamina neta (mm)

CC: Contenido de humedad del suelo a capacidad de campo (%)

PMP: Contenido de humedad del suelo en punto de marchitez permanente (%)

Da: Densidad aparente del suelo (gr/cm³)

Dw: Densidad del agua (1.0 gr/cm³)

Pre: Profundidad radical efectiva (75% de la profundidad radical)

Na: Nivel de agotamiento (30%)

Luego:

$$Ln = \frac{(27.17 - 9.46)}{100} * \frac{1.41}{1.0} * 11 * 0.3 = 8.24 \text{ mm}$$

❖ Calculo de la Lamina Bruta (LB):

$$LB = \frac{LN}{Ea}$$

Donde:

LB: Lamina Bruta (mm)

Ln: Lamina neta (mm)

Ea: Eficiencia de aplicación (95%)

Luego:

$$LB = \frac{8.24 \text{ mm}}{0.95} = 8.67 \text{ mm}$$

❖ Cálculo de la Frecuencia de Riego (Fr):

$$Fr = \frac{Ln}{Uc}$$

Donde:

Fr: Frecuencia de riego (Días)

Ln: Lamina neta (mm)

Uc: Uso consumo (mm/día)

$$Fr = \frac{8.24 \text{ mm}}{3,38 \text{ mm/día}} = 2.4 \text{ días}$$

❖ Cálculo de Tiempo de riego (Tr): Para vivero 1

$$Tr = \frac{\text{Volumen bruto}}{\text{Q. Aplicado}}$$

Luego:

Volumen Bruto: Lamina bruta * Área de la parcela

Volumen Bruto: $0.00867 \text{ m} * 2373 \text{ m}^2 = 20.57 \text{ m}^3$

Q. Aplicado: Q. Unidad de Riego * N° de unidades de riego

Q. Aplicado: $0.1044 \text{ m}^3/\text{hr} * 106 = 11.07 \text{ m}^3/\text{hr}$

Luego:

$$Tr = \frac{20.57 \text{ m}^3}{11.07 \text{ m}^3/\text{hr}} = 1.86 \text{ hrs} = 1 \text{ hora } 52 \text{ min}$$

❖ Criterio de Riego:

El criterio de riego que mejor se adapta para las condiciones del cultivo y operación del sistema por parte del agricultor consiste en reponer diariamente la lámina evapotranspirada, para la cual se realizan los siguientes cálculos:

$$L_{\text{diaria}} = \frac{U_c}{E_a} = \frac{3,38 \text{ mm}}{0.95} = 3,56 \text{ mm}$$

Donde:

L_{diaria} : Lamina bruta que debe ser repuesta diariamente

U_c : Uso consumo

E_a : Eficiencia de aplicación (95%)

Luego:

$$Tr = \frac{\text{Volumen bruto}}{\text{Q. de aplicación}} = \frac{L_{\text{diaria}} * \text{Área}}{11,07 \text{ m}^3/\text{hr}} = \frac{8,45 \text{ m}^3}{11,07 \text{ m}^3/\text{hr}} = 0,76 \text{ hrs} = 45 \text{ min } 36\text{seg}$$

❖ Calculo de Tiempo de riego (Tr): Para vivero 2

$$Tr = \frac{\text{Volumen bruto}}{\text{Q. Aplicado}}$$

Luego:

Volumen Bruto: Lamina bruta * Área de la parcela

Volumen Bruto: $0.00867 \text{ m} * 5352 \text{ m}^2 = 46.40 \text{ m}^3$

Q. Aplicado: Q. Unidad de Riego * N° de unidades de riego

Q. Aplicado: $0.1044 \text{ m}^3/\text{hr} * 220 = 22.97 \text{ m}^3/\text{hr}$

Luego:

$$Tr = \frac{46.40 \text{ m}^3}{22.97 \text{ m}^3/\text{hr}} = 2.02 \text{ hrs} = 2 \text{ horas } 1,2 \text{ min}$$

❖ Criterio de Riego:

El criterio de riego que mejor se adapta para las condiciones del cultivo y operación del sistema por parte del agricultor consiste en reponer diariamente la lámina evapotranspirada, para la cual se realizan los siguientes cálculos:

$$L_{\text{diaria}} = \frac{Uc}{Ea} = \frac{3,38 \text{ mm}}{0,95} = 3,56 \text{ mm}$$

Donde:

L_{diaria} : Lámina bruta que debe ser repuesta diariamente

Uc: Uso consumo

Ea: Eficiencia de aplicación (95%)

Luego:

$$Tr = \frac{\text{Volumen bruto}}{\text{Q. de aplicación}} = \frac{L_{\text{diaria}} * \text{Área}}{22,97 \text{ m}^3/\text{hr}} = \frac{19,05 \text{ m}^3}{22,97 \text{ m}^3/\text{hr}} = 0,83 \text{ hrs} = 49 \text{ min } 36 \text{ seg}$$

❖ Programación tentativa de riego:

Cuadro 7. Programación tentativa de riego.

PROGRAMACION TENTATIVA DE RIEGO PARA VIVERO 180.000 PLANTULAS (AGOSTO)

Turno de Riego	Tiempo de Riego (min)	VOLUMEN DE AGUA APLICADO (m ³)							Total (m ³)
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	viernes	Sábado	Domingo	
1	45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	59,15

PROGRAMACION TENTATIVA DE RIEGO PARA VIVERO 320.000 PLANTULAS (AGOSTO)

Turno de Riego	Tiempo de Riego (min)	VOLUMEN DE AGUA APLICADO (m ³)							Total (m ³)
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	viernes	Sábado	Domingo	
1	50	19,05	19,05	19,05	19,05	19,05	19,05	19,05	133,35

En los anteriores cuadros se observa la lámina diaria de riego a aplicar al vivero por el agricultor, el cual es de 3,56 mm en el mes de agosto. Esta lámina es aplicada adecuadamente regando el tiempo calculado, el cual también se encuentra en los cuadros.

5.6 PRESUPUESTO

Cuadro 8. Presupuesto del sistema de riego para vivero de 180.000 plantulas.

DESCRIPCION GENERAL	UND	CANT.	V/U (\$)	COSTOS (\$)
TUBERIA PRINCIPAL:				
Tubo PVC 2" RDE 26	MI	101	6.149	621.049
Codo 90° 2"	Und	2	4.347	8.694
Unión pvc presión 2"	Und	16	1.600	25.600
TUBERIA MULTIPLE				
Tubo PVC 2" RDE 26	MI	10,4	6.149	63.950
Tubo PVC 1.1/2" RDE 21	MI	21,5	4.145	89.118
Tubo PVC 1.1/4" RDE 21	MI	21,5	3.187	68.521
Tubo PVC 1" RDE 21	MI	12,9	1.830	23.607
Unión pvc presión 1.1/2"	Und	3	1.200	3.600
Unión pvc presión 1.1/4"	Und	3	715	2.145
Unión pvc presión 1"	Und	2	390	780
Unión pvc presión 2"	Und	2	1.600	3.200
Buje soldado pvc presión 2" x 1.1/2"	Und	1	4.320	4.320
Buje soldado pvc presión 1.1/2" x 1.1/4"	Und	1	1.351	1.351
Buje soldado pvc presión 1.1/4" x 1"	Und	1	875	875
Abrazaderas plásticas medianas	Und	100	150	15.000
TUBERIA LATERAL				
Manguera Polietileno 16 mm	MI	411,2	1.150	472.880
tee pvc presión pavco 2"	Und	3	5.555	16.665
tee pvc presión pavco 1.1/2"	Und	5	3.250	16.250
tee pvc presión pavco 1.1/4"	Und	6	2.657	15.942
tee pvc presión pavco 1"	Und	3	1.028	3.084
Buje soldado pvc presión 2" x 1/2"	Und	3	2.970	8.910
Buje soldado pvc presión 1.1/2" x 1/2"	Und	5	1.840	9.200
Buje soldado pvc presión 1.1/4" x 1/2"	Und	6	875	5.250
Buje soldado pvc presión 1" x 1/2"	Und	3	456	1.368
Transición 1/2" x16mm	Und	17	300	5.100
Válvula de bola 1/2"	Und	17	5300	90.100
Abrazaderas plásticas medianas	Und	300	150	45.000
SUMA PARCIAL			1.621.558	

BOMBA Y UNIDAD DE FILTRADO				
Filtro malla amiad tagline 2M NPT DI	Und	1	296.659	296.659
Universal pvc 2"	Und	3	9.380	28.140
Adaptador macho pvc 2"	Und	4	2.171	8.684
Buje soldado pvc presión 2" x 1.1/2"	Und	3	3.980	11.940
Tee pvc 2"	Und	1	5.555	5.555
Codo 90 2"	Und	1	4.347	4.347
Cheque 2"	Und	1	152.010	152.010
Codo 45 2"	Und	1	4.764	4.764
Válvula de bola 2"	Und	1	19.764	19.764
Válvula de cortina 2"	Und	1	16.870	16.870
Válvula de pie 2" aluminio	Und	1	17.600	17.600
Tubo pvc 2"	MI	12	5.780	69.360
Bomba Barnes 3HP	Und	1	748.000	748.000
Limpiador removedor 1/4	Und	3	15.405	46.215
Soldadura pavco x 1/4	Und	3	17.745	53.235
Abrazadera 2" aluminio	Und	2	5.354	10.708
SUMA PARCIAL			1.493.851	
UNIDAD DE RIEGO				
Microaspersor Nandanjain boquilla verde autocompensado	Und	106	7.500	795.000
Micromanguera polietileno de 6mm	Und	106	400	42.400
Conector PE x 6mm	Und	106	300	31.800
SUMA PARCIAL			869.200	
MANO DE OBRA CALIFICADA				
Instalación tubo PVC 2" RDE 26	ML	111,4	1.000	111.400
Instalación tubo PVC 1.1/2" RDE 21	ML	21,5	900	19.350
Instalación tubo PVC 1.1/4" RDE 21	ML	21,5	900	19.350
Instalación tubo PVC 1" RDE 21		12,9	800	10.320
Instalación manguera polietileno 16 mm	ML	411,2	100	41.120
Instalación de microaspersores	Und	106,0	500	53.000
Instalación y puesta en funcionamiento unidad de filtrado	Und	1,0	100.000	100.000
Replanteo del diseño en terreno	HA	0,8	150.000	112.500
SUMA PARCIAL			467.040	
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
Excavación y tapado de Tubo PVC 2" RDE 26	ML	101	3200	323200
SUMA PARCIAL			323.200	
OBRA CIVIL				
Construcción caseta de bombeo a todo costo	Und	1	3.500.000	3.500.000
SUMA PARCIAL			3.500.000	
SUMATORIA DE SUMAS PARCIALES			8.274.849	
ADMINISTRACION E IMPREVISTOS (10%)				827.485
UTILIDAD (5%)				413.742
IVA SOBRE UTILIDAD (16%)				66.199
GRAN TOTAL				9.582.275

Como se observa en el cuadro 8, el costo riego para este vivero es un poco más elevado que el vivero 2 el cual es más grande, esto debido a que en este presupuesto está incluido el costo de la caseta de bombeo.

Cuadro 9. Presupuesto del sistema de riego para vivero de 320.000 plántulas.

DESCRIPCION GENERAL	UND	CANT.	V/U (\$)	COSTOS (\$)
TUBERIA PRINCIPAL:				
Tubo PVC 2.1/2" RDE 26 UP	MI	26,6	11.230	298.718
Tubo PVC 2" RDE 26	MI	40,9	8.105	331.495
Tubo PVC 1" RDE 21	MI	21,6	1.769	38.210
Tee pvc presión 2.1/2"	Und	1	13.177	13.177
Tee pvc presión 2"	Und	1	5.555	5.555
Tee pvc presión 1"	Und	1	1.029	1.029
Buje soldado pvc presión 2.1/2" x 2"	Und	1	4.865	4.865
Buje soldado pvc presión 2" x 1"	Und	1	2.065	2.065
Buje soldado pvc presión 2.1/2" x 1.1/2"	Und	1	5.180	5.180
Buje soldado pvc presión 2" x 1.1/2"	Und	1	4.320	4.320
Buje soldado pvc presión 1" x 1.1/4"	Und	1	875	875
Codo 45 1"	Und	1	1.188	1.188
Adaptador macho pvc presión pavco 1"	Und	1	617	617
Tapón roscado pvc presión pavco 1"	Und	1	770	770
Unión pvc presión 1"	Und	3	390	1.170
Unión pvc presión 2"	Und	6	1.600	9.600
TUBERIA MULTIPLE				
Tubo PVC 1.1/2" RDE 21	MI	30,2	4.145	125.179
Tubo PVC 1.1/4" RDE 21	MI	41,1	3.187	130.986
Tubo PVC 1" RDE 21	MI	34,4	1.830	62.952
Tubo PVC 3/4" RDE 21	MI	34,4	1.224	42.106
Unión pvc presión 1.1/2"	Und	5	1.200	6.000
Unión pvc presión 1.1/4"	Und	6	715	4.290
Unión pvc presión 1"	Und	5	390	1.950
Unión pvc presión 3/4"	Und	4	239	956
Buje soldado pvc presión 1.1/2" x 1.1/4"	Und	1	1.351	1.351
Buje soldado pvc presión 1.1/4" x 1"	Und	1	875	875
Buje soldado pvc presión 1" x 3/4"	Und	1	456	456
Válvula de bola 3/4"	Und	3	7.500	22.500
Abrazaderas plásticas medianas	Und	250	150	37.500
TUBERIA LATERAL				
Manguera Polietileno 16 mm	MI	902	1.150	1.037.300
tee pvc presión pavco 1.1/2"	Und	16	3.250	52.000
tee pvc presión pavco 1.1/4"	Und	16	2.657	42.512
tee pvc presión pavco 1"	Und	12	1.028	12.336
tee pvc presión pavco 3/4"	Und	11	527	5.797
Buje soldado pvc presión 1.1/2" x 1/2"	Und	16	1.840	29.440
Buje soldado pvc presión 1.1/4" x 1/2"	Und	16	875	14.000
Buje soldado pvc presión 1" x 1/2"	Und	12	456	5.472
Buje soldado pvc presión 3/4" x 1/2"	Und	11	229	2.519
Transición 1/2" x16mm	Und	55	300	16.500
Válvula de bola 1/2"	Und	55	5300	291.500
Abrazaderas plásticas medianas	Und	350	150	52.500
SUMA PARCIAL			2.717.810	

BOMBA Y UNIDAD DE FILTRADO				
Filtro malla amiad tagline 2M NPT DI	Und	1	296.659	296.659
Universal pvc 2"	Und	2	9.380	18.760
Universal pvc 2.1/2"	Und	1	15.300	15.300
Adaptador macho pvc 2"	Und	6	2.171	13.026
Adaptador macho pvc 2.1/2"	Und	1	4.250	4.250
Buje soldado pvc presión 2.1/2" x 2"	Und	3	4.865	14.595
Tee pvc 2"	Und	1	5.555	5.555
Codo 90 2.1/2"	Und	1	6.350	6.350
Cheque 2"	Und	1	152.010	152.010
Codo 90 2"	Und	1	4.347	4.347
Válvula de bola 2"	Und	1	19.764	19.764
Válvula de cortina 2"	Und	1	16.870	16.870
Válvula de pie 2.1/2" aluminio	Und	1	26.300	26.300
Tubo pvc 2"	MI	6	5.780	34.680
Tubo pvc 2.1/2"	MI	6	10.100	60.600
Bomba Barnes 6,6HP	Und	1	950.000	950.000
Limpiador removedor 1/4	Und	3	15.405	46.215
Soldadura pavco x 1/4	Und	3	17.745	53.235
Abrazadera 2" aluminio	Und	2	5.354	10.708
SUMA PARCIAL	1.749.224			
UNIDAD DE RIEGO				
Microaspersor Nandanjain boquilla verde autocompensado	Und	220	7.500	1.650.000
Micromanguera polietileno de 6mm	Und	220	400	88.000
Conector PE x 6mm	Und	220	300	66.000
SUMA PARCIAL	1.804.000			
MANO DE OBRA CALIFICADA				
Instalación tubo PVC 2.1/2" RDE 26 UP	ML	26,6	1.000	26.600
Instalación tubo PVC 2" RDE 26	ML	40,9	900	36.810
Instalación tubo PVC 1" RDE 21	ML	21,6	900	19.440
Instalación tubo PVC 1.1/2" RDE 21	ML	30,2	900	27.180
Instalación tubo PVC 1.1/4" RDE 21	ML	41,1	900	36.990
Instalación tubo PVC 1" RDE 21	ML	34,4	800	27.520
Instalación tubo PVC 3/4" RDE 21	ML	34,4	800	27.520
Instalación manguera polietileno 16 mm	ML	902,0	100	90.200
Instalación de microaspersores	Und	220,0	500	110.000
Instalación y puesta en funcionamiento unidad de filtrado	Und	1,0	100.000	100.000
Replanteo del diseño en terreno	HA	1,8	150.000	270.000
SUMA PARCIAL	772.260			
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
Excavación y tapado de Tubería principal	ML	89	3200	285120
SUMA PARCIAL	285.120			
SUMATORIA DE SUMAS PARCIALES	7.328.414			
ADMINISTRACION E IMPREVISTOS (10%)				732.841
UTILIDAD (5%)				366.421
IVA SOBRE UTILIDAD (16%)				58.627
GRAN TOTAL				8.486.304

5.7 UNIDAD DE RIEGO



Fuente:<http://es.naandanjain.com/uploads/catalogerfiles/modular-group/ModularGroup-2009.pdf>

Figura 9. Unidad de riego utilizada en el proyecto.

En la (figura 9) se observa la unidad de riego utilizada en el proyecto, el modelo o referencia es: Microaspersor Modular Naandanjain rotor invertido, color boquilla verde, caudal de descarga: 0,5 GPM; presión de trabajo de 29 PSI a una elevación de 2m y un diámetro húmedo de 7,40m esta unidad tiene una válvula anti-goteo para una mayor eficiencia.

6. CONCLUSIONES

- El cultivo de café en su etapa inicial (almacigo) no requiere de grandes volúmenes de agua, pero es muy sensible a la escasez o exceso de la misma, por lo que esta puede afectar el rendimiento, la calidad y el índice de enfermedades de los almácigos.
- Los requerimientos hídricos para el Vivero de café, variedad Castillo, calculados para el mes de Agosto para aplicaciones diarias de riego son de: 3.56 mm.
- Se diseñó un sistema de riego por microaspersión para vivero 180.000 plántulas con las siguientes características: Captación por bomba monobloque de 3HP, tubería principal en PVC de 2" de diámetro, una múltiple tramo 1 en PVC 2", tramo 2 PVC 1.1/2", tramo 3 PVC 1.1/4", tramo 4 PVC 1", laterales en PR 16mm y microaspersor modular Naadanjain rotor invertido, color boquilla verde, cuyas condiciones de trabajo son 29 PSI y caudal de descarga 0,5 GPM.
- Se diseñó un sistema de riego por microaspersión para vivero 320.000 plántulas con las siguientes características: Captación por bomba monobloque de 6.6HP, tubería principal tramo 1 en PVC de 2.1/2", tramo 2 en PVC 2", tramo 3 en PVC 1" de diámetro, una múltiple tramo 1 en PVC 1.1/2" tramo 2 PVC 1.1/4", tramo 3 PVC 1", tramo 4 PVC 3/4", laterales en PR 16mm y microaspersor modular Naadanjain rotor invertido, color boquilla verde, cuyas condiciones de trabajo son 29 PSI y caudal de descarga 0,5 GPM.
- Los valores de velocidades y pérdidas por fricción de las tuberías, están por debajo de los valores permisibles dados por el fabricante, lo cual indica un diseño, cálculo de tuberías y diámetros acertados.
- Se diseñó la distribución del nuevo vivero (320.000 plántulas) optimizando el uso del área disponible (germinación=105m², caseta de embolsado=93,8m², almacigo=5947m²), pensando en una futura ampliación del almacigo y demás áreas de este.

7. 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 o daños en el sistema.

Realizar los lavados pertinentes de las tuberías para evitar taponamientos en los emisores (microaspersores) y con mayor intensidad el lavado de la unidad de filtrado.

Brindar un buen manejo de las bombas realizando sus respectivos mantenimientos.

Realizar jornadas de capacitación relacionadas con el sistema de riego, actualizaciones para que el personal del vivero haga un adecuado uso del sistema.

El Gobierno Colombiano aporta muchas ayudas para la agricultura, es importante enterarnos de los muchos beneficios que tenemos y poder acceder a estos recursos.

BIBLIOGRAFÍA

GUROVICH, Luis A. Fundamentos y diseño de Sistemas de Riego. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) San José, Costa Rica, 1985.

ORSON, W. Israelsen. Principios y Aplicaciones del riego. 2a Ed. En. S.n. 1975. 320 p.

CIFUENTES PERDOMO, Miguel G. Metodología para el diseño de sistemas de riego a presión. Neiva, 2001. 212 p. Tesis de grado (Especialista de Ingeniería de Irrigación) Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería de Irrigación.

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.

PAVCO, Manual Técnico, Sistemas de tubería y accesorios uso Agrícola. Bogotá, 2005. 30 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Oferta y demanda del recurso hídrico en Colombia. Neiva, IDEAM 2002.

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.

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

INTERNET

http://www.cenicafe.org/modules/Publications2/docs/doc_views/viewpdf.php?

<http://es.wikipedia.org/wiki/Riego>

<http://www.inta.gov.ar/sanjuan/info/documentos/reclnat/ARTICULO%20RIEGO%20PRESURIZADO.pdf>

<http://knol.google.com/k/lamina-neta-ln-de-aplicaci%C3%B3n-de-agua#>

<http://knol.google.com/k/carlos-mario-castro/lamina-bruta-lb-de-aplicaci%C3%B3n-de-agua-y/1i29ptfum49sf/26#>

<http://www.ingenieriagricola.org/ingenieria-agricola/el-riego-evapotranspiracion-potencialeto.html>

ANEXOS

ANEXO 1. Carteras Topográficas de los Viveros.

Cartera Topográfica Vivero 320.000 Almácigos

PUNTO	COORDENADAS		ALTURA (m)
	NORTE	ESTE	
1	904266.00	866667.00	1328.00
2	904325.48	866649.53	1327.69
3	904300.71	866638.70	1327.74
4	904287.93	866638.72	1327.81
5	904280.98	866634.38	1327.00
6	904270.29	866629.38	1326.26
7	904259.11	866623.39	1325.24
8	904248.13	866619.60	1324.66
9	904239.88	866616.74	1324.39
10	904230.80	866614.42	1323.66
11	904219.50	866609.39	1323.05
12	904208.68	866605.77	1322.46
13	904197.05	866600.70	1321.63
14	904178.85	866591.33	1320.33
15	904163.03	866601.38	1320.49
16	904153.86	866609.97	1321.46
17	904152.76	866622.74	1322.29
18	904150.58	866635.48	1322.89
19	904148.57	866653.06	1322.97
20	904149.39	866664.10	1324.56
21	904148.03	866674.78	1325.03
22	904147.14	866685.04	1325.18
23	904152.03	866701.91	1324.75
24	904154.69	866708.19	1325.49
25	904151.81	866710.10	1326.71
26	904161.14	866722.07	1328.03
27	904157.86	866726.24	1328.74
28	904155.22	866732.36	1326.79
29	904157.35	866739.91	1327.36
30	904159.89	866748.77	1327.82
31	904169.74	866746.75	1328.08
32	904183.11	866743.59	1327.92
33	904210.28	866728.90	1327.63
34	904213.76	866738.16	1327.33
35	904226.66	866735.37	1327.69
36	904237.58	866733.46	1328.01
37	904253.71	866729.97	1328.81
38	904257.69	866729.87	1328.99

PUNTO	COORDENADAS		ALTURA (m)
	NORTE	ESTE	
39	904266.06	866718.84	1329.63
40	904269.06	866715.41	1329.63
41	904276.70	866708.53	1330.12
42	904285.66	866704.11	1330.05
43	904296.20	866698.61	1330.32
44	904300.08	866695.41	1330.19
45	904305.61	866684.18	1329.71
46	904311.04	866675.78	1329.25
47	904314.55	866668.95	1328.98
48	904319.42	866660.32	1328.29
49	904322.18	866654.72	1328.04
50	904313.16	866650.05	1327.66
51	904309.42	866659.36	1328.18
52	904304.30	866646.43	1327.92
53	904300.63	866655.51	1328.37
54	904295.29	866642.75	1327.91
55	904289.92	866656.32	1328.41
56	904286.34	866639.11	1327.78
57	904280.99	866652.79	1328.14
58	904277.51	866635.53	1326.97
59	904272.00	866649.12	1327.49
60	904268.58	866631.89	1326.12
61	904263.22	866645.60	1327.02
62	904259.67	866628.25	1325.70
63	904254.67	866641.82	1326.48
64	904248.84	866623.81	1325.00
65	904243.38	866637.46	1326.02
66	904239.94	866620.16	1324.58
67	904234.36	866633.17	1325.28
68	904230.97	866616.54	1323.91
69	904225.43	866629.62	1324.83
70	904222.14	866612.87	1323.42
71	904216.49	866625.83	1324.09
72	904213.25	866609.28	1322.91
73	904207.76	866622.18	1323.65
74	904208.80	866607.41	1322.42
75	904203.18	866620.52	1323.33
76	904184.95	866598.59	1321.14

PUNTO	COORDENADAS		ALTURA (m)
	NORTE	ESTE	
77	904179.71	866609.45	1321.58
78	904173.71	866620.17	1322.17
79	904167.56	866629.68	1322.30
80	904162.80	866642.15	1323.56
81	904200.00	866629.77	1323.91
82	904196.19	866638.93	1324.18
83	904208.91	866633.50	1324.55
84	904205.23	866642.57	1324.62
85	904217.86	866637.16	1325.10
86	904214.10	866646.26	1325.17
87	904226.80	866640.90	1325.69
88	904222.89	866649.51	1325.70
89	904235.78	866644.46	1326.21
90	904231.82	866653.23	1326.24
91	904246.52	866648.92	1326.78
92	904242.69	866657.50	1326.71
93	904258.15	866653.46	1327.16
94	904256.23	866663.09	1327.38
95	904268.62	866657.85	1327.80
96	904265.05	866666.66	1327.89
97	904277.49	866661.48	1328.27
98	904273.89	866670.46	1328.54
99	904286.33	866665.06	1328.81
100	904282.86	866674.08	1329.00
101	904295.26	866668.65	1329.10
102	904291.82	866677.71	1329.19
103	904304.13	866672.27	1329.10
104	904300.65	866681.29	1329.41
105	904266.00	866667.00	1328.00
106	904297.01	866689.99	1329.85
107	904293.27	866698.87	1330.02
108	904275.72	866691.85	1329.20
109	904279.31	866682.88	1329.10
110	904265.96	866677.45	1328.43
111	904262.35	866686.35	1328.40
112	904244.93	866679.34	1327.22
113	904248.29	866670.30	1327.18
114	904239.42	866666.76	1326.68
115	904235.86	866675.66	1326.54
116	904229.49	866673.04	1326.33
117	904232.95	866664.17	1326.47
118	904255.33	866626.46	1325.43
119	904248.83	866623.86	1325.03

PUNTO	COORDENADAS		ALTURA (m)
	NORTE	ESTE	
120	904219.70	866658.74	1325.69
121	904216.24	866667.64	1325.80
122	904206.30	866653.21	1325.01
123	904202.90	866662.14	1325.26
124	904192.99	866647.76	1324.68
125	904189.93	866656.97	1325.10
126	904183.16	866657.91	1324.97
127	904175.74	866655.21	1325.06
128	904183.53	866667.87	1325.39
129	904160.94	866656.69	1323.91
130	904182.80	866681.96	1325.48
131	904157.52	866665.71	1324.47
132	904179.90	866694.63	1325.71
133	904156.13	866678.36	1324.79
134	904159.59	866696.13	1324.79
135	904169.58	866697.25	1325.35
136	904212.92	866669.10	1325.56
137	904205.22	866681.02	1325.55
138	904207.35	866681.25	1325.69
139	904213.77	866669.50	1325.58
140	904214.66	866669.89	1325.62
141	904208.41	866682.03	1325.72
142	904208.55	866683.09	1325.73
143	904215.55	866670.27	1325.68
144	904216.72	866670.38	1325.74
145	904209.65	866683.74	1325.82
146	904210.51	866683.82	1325.83
147	904211.53	866684.64	1325.86
148	904217.60	866670.84	1325.79
149	904218.62	866671.10	1325.76
150	904219.45	866671.64	1325.83
151	904206.14	866681.58	1325.68
152	904239.91	866682.81	1326.96
153	904233.76	866690.81	1326.73
154	904243.80	866686.11	1327.22
155	904237.49	866694.20	1327.22
156	904235.58	866709.88	1327.05
157	904225.42	866706.29	1326.84
158	904248.74	866709.40	1327.83
159	904197.27	866709.58	1326.06
160	904194.64	866707.74	1326.01
161	904190.61	866716.63	1326.30
162	904195.97	866712.40	1327.22

Cartera Topográfica Vivero 180.000 Almacigos

PUNTO	COORDENADAS		ALTURA (m)
	NORTE	ESTE	
163	904152.41	866739.59	1327.50
164	904154.25	866741.22	1327.41
165	904146.21	866742.93	1327.80
166	904111.67	866751.67	1327.41
167	904113.66	866755.05	1327.12
168	904141.53	866746.86	1327.48
169	904144.38	866765.90	1327.83
170	904146.51	866785.19	1327.99
171	904162.32	866762.75	1328.63
172	904147.39	866788.40	1328.06
173	904147.80	866792.35	1328.09
174	904148.31	866796.35	1328.20
175	904154.15	866795.97	1328.45
176	904153.80	866791.85	1328.43
177	904153.36	866787.85	1328.44
178	904165.60	866777.01	1329.18
179	904145.66	866798.24	1328.33
180	904156.02	866797.47	1328.44
181	904168.68	866791.03	1329.84
182	904159.19	866818.49	1329.03
183	904171.24	866801.86	1330.04
184	904160.47	866791.83	1330.73
185	904160.72	866782.50	1329.20
186	904164.07	866781.75	1329.33
187	904164.77	866791.31	1330.68
188	904173.34	866811.11	1330.35
189	904158.73	866772.80	1327.66
190	904157.18	866762.02	1327.49
191	904174.55	866820.25	1330.53
192	904155.28	866750.51	1327.22
193	904161.68	866828.72	1329.67
194	904150.36	866785.68	1328.01
195	904145.73	866786.68	1328.12
196	904144.48	866788.85	1328.13
197	904145.28	866785.62	1327.97
198	904144.56	866798.93	1328.31
199	904154.49	866797.98	1328.41
200	904149.44	866799.74	1328.41
201	904157.56	866819.45	1329.08
202	904132.11	866790.99	1328.01
203	904137.07	866826.51	1328.89
204	904136.21	866826.89	1328.89
205	904122.97	866841.67	1328.17

PUNTO	COORDENADAS		ALTURA (m)
	NORTE	ESTE	
206	904123.06	866831.01	1328.17
207	904127.38	866751.34	1327.66
208	904126.48	866751.68	1327.64
209	904113.90	866756.92	1327.33
210	904140.60	866747.89	1327.59
211	904142.77	866763.41	1327.80
212	904140.03	866764.48	1327.79
213	904141.28	866773.83	1327.85
214	904142.53	866786.52	1328.02
215	904122.02	866825.06	1328.09
216	904135.27	866766.09	1327.81
217	904123.26	866770.27	1327.44
218	904129.49	866768.17	1327.64
219	904124.14	866777.21	1327.51
220	904130.41	866774.87	1327.66
221	904135.59	866772.75	1327.75
222	904125.14	866783.49	1327.67
223	904131.15	866781.07	1327.77
224	904137.70	866778.53	1327.87
225	904124.98	866790.09	1327.84
226	904131.78	866787.49	1327.89
227	904138.45	866784.92	1328.01
228	904142.76	866787.98	1328.07
229	904142.86	866788.71	1328.07
230	904132.86	866792.19	1328.12
231	904126.75	866795.29	1327.99
232	904132.64	866793.61	1328.05
233	904139.23	866790.99	1328.04
234	904127.61	866801.47	1328.11
235	904133.43	866799.73	1328.29
236	904139.73	866797.21	1328.09
237	904128.05	866807.76	1328.23
238	904134.00	866805.84	1328.30
239	904140.12	866803.41	1328.35
240	904128.75	866813.76	1328.24
241	904134.73	866811.86	1328.41
242	904146.65	866807.28	1328.49
243	904128.57	866820.14	1328.49
244	904135.03	866819.24	1328.61
245	904147.13	866810.24	1328.56
246	904130.40	866826.78	1328.60
247	904136.41	866824.87	1328.67
248	904147.86	866819.31	1328.73

ANEXO 2. Cálculos Hidráulicos

Cálculos Hidráulicos Vivero 180.000 Plántulas.

“Cálculo Del Lateral En El Sistema De Riego Localizado Modalidad Microaspersión”

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2.CULTIVO		3.ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD:	Microaspersión	HUERTO:	Vivero	SECTOR RIEGO (S.R) Nº:	1
Boquilla emisor (color):	Verde	Especie:	Café	Fuente:	Reservorio
Presión trabajo (PSI):	29	Distancia siembra (m):	Bancales	Caudal disponible (GPM):	48,97
Diámetro Húmedo (m):	7,4	Forma siembra:	Rectángulo	Caudal sector riego QSR (GPM):	48,97
Caudal (LPH)=QUR:	104,4	Árboles/ha Aprox:		Caudal/árbol (LPH) máx :	
Forma de trabajo	Autocompensado	Unidades Riego/árbol :		Distancia entre emisores (EL) (m) :	4,8

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
J= (F) (L) (j)	
NA = Número de árboles a beneficiar	
NUR= Número de unidades de riego por lateral ≈ N° De salidas	6
θ = Diámetro y RDE de la tubería (en mm) POLIETILENO	16
F= Factor corrección múltiples salidas (Tabla N° 1)	0,435
Q = Caudal total a conducir = (N° Unidades Riego) (Q unitario)= () () LPM	10,44
NS =Número de espacios entre unidades de riego	5
EL= Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	4,8
TI = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	3
TF = Tramo final desde última unidad de riego hasta obturador (m)	0,5
LR = Longitud real (m) = (NS)(EL) + (TI) + (TF) = (5)(4,8) + (3) + (0,5)	27,5
Le = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral : 0,05 - 0,2 m	0,2
L = Longitud total (m) = (LR) + (Le) = (27,5) +(0,2)	27,7
j=Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla N° 4 (Según fabricante)	0,153
J = (F)(L)(j) (m) = (0,435)(27,7)(0,153)	1,8435735
CHEQUEO: J≤Permisible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)	
J (m) : 1,8435735	J PERMISIBLE (m): 2,243319269
(1,8435) ≤ (2,2433) 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):	20,39381153	PEL = Presión entrada lateral (m):	22,23738503
J = Pérdidas totales (m):	1,8435735	J = Pérdidas totales (m):	1,8435735
ΔH = Diferencia topográfica terreno (m):	0	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m):	0
PEL= PUR + J \pm ΔH (m) (SUMANDO ΔH)	22,23738503	PSL= PEL - J \pm ΔH (m) (SUMANDO ΔH)	20,39381153
PEL= PUR + J \pm ΔH (m) (RESTANDO ΔH)	22,23738503	PSL= PEL - J \pm ΔH (m) (RESTANDO ΔH)	20,39381153
PEL=()+() \pm () (PSI) Cuando se suma ΔH	31,62156152	PSL=()+() \pm () (PSI) Cuando se suma ΔH	29
PEL=()+() \pm () (PSI) Cuando se resta ΔH	31,62156152	PSL=()+() \pm () (PSI) Cuando se resta ΔH	29

6. TAMAÑO LATERAL			
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (TL)		PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (TGL)	
TL = (Nº espacios entre unidades de riego)(distancia siembra) + (tramo final) + (tramo inicial)		TL = (Nº árboles espacios entre unidad riego)(distancia siembra) + (longitud de influencia)(2); longitud de influencia \approx (1/2)(EL)	
TL = () () + () = () m		TGL = () () + () x 2 = () m	
27,5		55	

Fuente: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

“Cálculo Del Múltiple En El Sistema De Riego Localizado Modalidad Microaspersión”

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2.CULTIVO		3.ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD:	Microaspersión	HUERTO:	Vivero	SECTOR RIEGO (S.R) Nº:	1
Boquilla emisor (color):	Verde	Especie:	Café	Fuente:	Reservorio
Presión trabajo (PSI):	29	Distancia siembra (m):		Caudal disponible (GPM):	48,97
Diámetro Húmedo (m):	7,4	Forma siembra:	Rectángulo	Caudal sector riego QSR (GPM):	48,97
Caudal (LPH)=QUR:	104,4	Distancia entre surcos (m)	0,6	Caudal/árbol (LPH) máx :	
Forma de trabajo	Autocompensado	Unidades Riego/árbol :		Distancia entre emisores (EL) (m) :	4,8

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		CONEXIÓN (%)			
J= (F) (L) (j)		100	100	100	100
NUR= (Número unidades riego) X (Sector riego) = QSR/QUR = ()/() (LPH)		12,0	30,0	40,0	24,0
Nº surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total UR del SR)/(Total UR del gran lateral)=()/()		2	5	6	4
F= Dependiente Nº salidas y/o conexión surcos Tabla Nº 1 S1 = () ; S2 = ()		0,639	0,457	0,435	0,486
NS =Número de espacios entre surcos (m)		1	5	5	4
TI = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco (m)		4	0	0	0
TF = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		0	0	0	0,5
EM= Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		4,8	4,8	4,8	4,8
LR = Longitud real = (NS)(EM) + (TF) + (TI de conexión) = (m) = () () + () + ()		8,8	24	24	19,7
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		0,5	0,5	0,5	0,5
L = Longitud total (m) = (LR) + (Le) = () + ()		9,3	24,5	24,5	20,2
θ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple(asumirlo)		2" RDE26	1 1/2" RDE21	1 1/4" RDE21	1" RDE21
Q = Caudal de diseño (GPM) y/o para cálculo		48,76	43,24	19,32	11,04
j=Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla Nº 2,3 y 8		0,0286	0,075	0,032	0,037
J = (F)(L)(j) (m) = () () ()		0,1699	0,8397	0,3410	0,3632
CHEQUEO: $J \leq J_{\text{Permisible}}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)					
J (m) : 1,71397512 J PERMISIBLE (m): 1,835443038					
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) $\pm \Delta H$ terreno; $\Delta H = ()$					
PREM = (1,7140)+(22,2374)+(3)			26,9513651	EN m	
			38,3248412	EN PSI	
PEL	22,23739	DH	3		

6. TAMAÑO MÚLTIPLE					
PARA CÁLCULO DE DISEÑO TM					
TM = Longitud Real (LR) (m):		76,5			
TM		76,5	EN m	100	%
			EN m		%
PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (TGM)					
TGM= (Nº Espacios entre surcos)(distancia entre surcos) +(longitud de influencia)(2); longitud de influencia $\approx (1/2)(EM)$					
TGM= () () + () (2) = () m					153

Fuente: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

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

DATOS BASICOS				
Huerto:	VIVERO	Vereda	Municipio	ALPUJARRA
1. CALCULO DE LAS PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)				
J1= (F)(L)(j)				
VARIABLES				Tramo 1
θ = diámetro y RDE tubería (asumirlo):				RDE26 2"
F =depende del número de salidas (sector de riego a beneficiar y / o salidas tubería de alimentación) (Tabla N° 1)				0,6390
Q = caudal total a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar (GPM):				48,76
Lr = longitud real : desde la descarga unidad de bombeo y / o filtrado hasta el último sector de riego a beneficiar (m)				117,13
Le = longitud equivalente por accesorios (m) (Tabla N° 5 ; Grafica N° 1)				14,41
L = longitud total (m) (Lr)+(Le):				131,54
j = perdidas unitarias por fricción en la tubería (m/m) (Tabla N° 2,3,8):				0,0286
J1 = (F)(L)(j) (m):				2,4039
J Tubería principal				2,4039

1.1. CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA PRINCIPAL(Le)					
ITEMS	ACCESORIOS PVC	CANTIDAD	θ	Q(GPM)	Le (m)
TRAMO- 1	Codo 90	3	2"	48,76	6,99
	Tee	1	2"	48,76	7,42
SUMATORIA Le (m)					14,41

1.2. CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN LAS TUBERÍAS	
VARIABLES	Tramo 1
Clase y diámetro de tubería:	PVC 2"
RDE tubo:	RDE26
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante):	0,00231
θe = diámetro externo (m) (catalogo fabricante):	0,06032
θi = Diámetro interno (m) (catalogo fabricante):	0,0557
R = radio interno (m):	0,0279
A = Área tubo = (π)(R ²) (m ²):	0,0024
Q = caudal (m3/seg):	0,0031
V = Q/A (m/seg):	1,26
Vpermisible (m/seg) según fabricante:	2,50
CHEQUEO V<=Vpermisible:	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)
48,25	33,93
PRESIÓN REQUERIDA ENTRADA DE LA TUBERÍA MULTIPLE (m)	ΔH terreno (ΔH) (m)
29,03	2,50

Fuente: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

“Cálculo de la unidad de bombeo.”

1. DATOS BÁSICOS					
Qdiseño (GPM)	48,76	Temperatura interior caseta (°C)	21	Dpto	Tolima
Localización Geográfica (m.s.n.m)	1361	Presión atmosférica tabla N° 6 (m)	9,9	Municipio	Alpujarra
Presión trabajo Unidad Riego(PSI)	29	Presión de vapor tabla N° 7 (m)	0,678	Vereda	
Fuente abastecimiento	Reservorio	Clase sedimentos (θ)(mm)	0,09	Predio	Vivero

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
C.D.T=Hs+Hfs+Hd+Hfp+HfA+HfM+HfL+Hff+HfF+HUR	VALORES (m)
Hs= Altura de succión	2
Hd= Altura de descarga (ΔH terreno)+ Altura elevador unidad de riego = () + ()	5,5
Hfs= Pérdidas por fricción tubería succión	1,13
Hfp= Pérdidas por fricción tubería principal	2,4039
HfA= Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0
HfM= Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	1,714
HfL= Pérdidas por fricción en la tubería lateral	1,8436
Hff= Pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
HfF= Pérdidas por fricción unidad filtrado	0
HUR= Presión de trabajo unidad de riego	20,39
SUMATORIA C.D.T	34,99

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN (Hfs)	
Hfs = (L)(j)	
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	2" RDE 26
L = Longitud total = Lreal+Lequivalente = (3,3)+(32,65) (m)	39,65
LR= Longitud real; desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)	3,3
Le= Longitud equivalente por accesorios (m)	32,65
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla N° 2,3,8	0,0286
Q =Caudal a conducir = Σcaudales sectores de riego a beneficiar (GPM)	150
Hfs= (L)(j) = (31,5)(0,022752) = m	1,13

2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA SUCCIÓN (Le) m (Tabla N° 5; Gráfica N° 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	Le (m)
Válvula de pie	1	2"	48,76	29,68
Codo 90°	1	2"	48,76	2,97
Sumatoria Le (m)				32,65

CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN LA TUBERIA DE SUCCION	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 2"
RDE tubo	26
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0,00231
θE = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0,06032
θI =Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0,0557
R= Radio interno (m)	0,02785
A = Área tubo = πR^2 (m ²)	0,002437
Q =Caudal (m ³ /sg)	0,003
V = Q/A = ()/()	1,262
V permisible (m/sg) según fabricante	2,5
	(SI)
CHEQUEO: $V \leq V_p$; (1,262) \leq (2,5)	(NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería.	

Fuente: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

3. SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO

3.1 MÉTODO "POR CURVA SEGÚN FABRICANTE"

DATOS DE DISEÑO	Q: GPM	48,76	UNIDAD DE BOMBEO	Referencia:	CATÁLOGO BARNES
	C.D.T: m	34,99		Modelo:	1515 HHE
	Energía	Corriente		Versión:	LINEA ALTA PRESION
MOTOR	HP:	12	BOMBA	θrotor:	6,5"
	RPM:	3450		θmáx partículas:	
	Conexión:			Conexión:	succión: 1.1/2" Descarga: 1.1/2"
	Operación :			Eficiencia (%):	58

3.2 MÉTODO "POR FÓRMULA"

POTENCIA REQUERIDA	$HP = \frac{Q \times CDT}{3960 \times \eta}$
--------------------	--

Q = Caudal de diseño (GPM)	48,76
C.D.T = Cabeza Dinámica Total (pies)	114,794
3960 = factor de conversión	3960
η = Eficiencia deseada para la bomba (decimales)	0,58
HP= [(48,67) (114,794)]/[(3960) (0,58)]	2,44

4. CÁLCULO DE LA CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCIÓN (NPSH)

4.1 NPSH disponible		4.2 NPSH requerido	
NPSHd = Pa - Pv - Hs - Hfs = m		Entregada por el fabricante de la bomba en función del Qdiseño y el Motor NPSHr (m)= 5,5	
Pa= Presión atmosférica según localización	9,9		
Pv= Presión de vapor según temperatura	0,678		
Hs= Altura de succión bomba	2		
Hfs= Pérdidas fricción tubería de succión	1,13		
NPSHd = (9,9) - (0,678) - (2) - (1,13) m	6,09		

4.3 CHEQUEO

$(NPSH)r \leq (NPSH)d$	
<u>5,50</u>	\leq <u>6,09</u>
RESULTADO : (SI) (NO)	

OBSERVACIÓN:

Si el resultado es (NO), replantear como mínimo Hs para ajustar el chequeo.

5. AJUSTES DE POTENCIA (HP) EN MOTORES			
5.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN	%	5.2 MOTORES ELÉCTRICOS	%
Por accesorios	10	Por pérdidas por fricción y temperatura	15
Por altura: 3% por cada 100 m.s.n.m a partir de 150 m	6	HP final = (HP inicial) + (Σ %) (HP inicial)	
Por temperatura: 1% por cada 5,6 °C a partir de 15°C	4	HP final = (2,44) + (15%) (2,44)	
Sumatorias porcentaje para corrección	20		
HP final = (HP inicial) + (Σ %) (HP inicial)		HP final = (2,80)	
HP final = () + ()	2,92		2,80

Fuente: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

Cálculos Hidráulicos Vivero 320.000 Plántulas.

“Cálculo Del Lateral En El Sistema De Riego Localizado Modalidad Microaspersión”

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2.CULTIVO		3.ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD:	Microaspersión	HUERTO:	Vivero	SECTOR RIEGO (S.R) N°:	1
Boquilla emisor (color):	Verde	Especie:	Café	Fuente:	Reservorio
Presión trabajo (PSI):	29	Distancia siembra (m):	Bancales	Caudal disponible (GPM):	101,7
Diámetro Húmedo (m):	7,4	Forma siembra:	Rectángulo	Caudal sector riego QSR (GPM):	40,47
Caudal (LPH)=QUR:	104,4	Árboles/ha Aprox:		Caudal/árbol (LPH) máx :	
Forma de trabajo	Autocompensado	Unidades Riego/árbol :		Distancia entre emisores (EL) (m) :	4,8

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
J= (F) (L) (j)	
NA = Número de árboles a beneficiar	
NUR= Número de unidades de riego por lateral ≈ N° De salidas	4
θ = Diámetro y RDE de la tubería (en mm) POLIETILENO	16
F= Factor corrección múltiples salidas (Tabla N° 1)	0,486
Q = Caudal total a conducir = (N° Unidades Riego) (Q unitario)= () () LPM	6,96
NS =Número de espacios entre unidades de riego	3
EL= Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	4,8
TI = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	3,91
TF = Tramo final desde última unidad de riego hasta obturador (m)	0,5
LR = Longitud real (m) = (NS)(EL) + (TI) + (TF) = () () + () + ()	18,81
Le = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral : 0,05 - 0,2 m	0,2
L = Longitud total (m) = (LR) + (Le) = () + ()	19,01
j=Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla N° 4 (Según fabricante)	0,075
J = (F)(L)(j) (m) = () () ()	0,6929145
CHEQUEO: J≤Permisible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)	
J (m) : 0,6929145	J PERMISIBLE (m): 2,243319269
(0,6929) ≤ (2,2433) 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):	20,39381153	PEL = Presión entrada lateral (m):	21,08672603
J = Pérdidas totales (m):	0,6929145	J = Pérdidas totales (m):	0,6929145
ΔH = Diferencia topográfica terreno (m):	0	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m):	0
PEL= PUR + J \pm ΔH (m) (SUMANDO ΔH)	21,08672603	PSL= PEL - J \pm ΔH (m) (SUMANDO ΔH)	20,39381153
PEL= PUR + J \pm ΔH (m) (RESTANDO ΔH)	21,08672603	PSL= PEL - J \pm ΔH (m) (RESTANDO ΔH)	20,39381153
PEL=()+() \pm () (PSI) Cuando se suma ΔH	29,98532442	PSL=()+() \pm () (PSI) Cuando se suma ΔH	29
PEL=()+() \pm () (PSI) Cuando se resta ΔH	29,98532442	PSL=()+() \pm () (PSI) Cuando se resta ΔH	29

6. TAMAÑO LATERAL			
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (TL)		PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (TGL)	
TL = (Nº espacios entre unidades de riego)(distancia siembra) +(tramo final) +(tramo inicial)		TL = (Nº árboles espacios entre unidad riego)(distancia siembra) +(longitud de influencia)(2); longitud de influencia \approx (1/2)(EL)	
TL = () () + () + () = () m	18,81	TGL = () () + () x 2 = () m	37,62

Fuente: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

“Cálculo Del Múltiple En El Sistema De Riego Localizado Modalidad Microaspersión”

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2.CULTIVO		3.ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD:	Microaspersión	HUERTO:	Vivero	SECTOR RIEGO (S.R) Nº:	1
Boquilla emisor (color):	Verde	Especie:	Café	Fuente:	Reservorio
Presión trabajo (PSI):	29	Distancia siembra (m):	Bancales	Caudal disponible (GPM):	101,13
Diámetro Húmedo (m):	7,4	Forma siembra:	Rectángulo	Caudal sector riego QSR (GPM):	40,47
Caudal (LPH)=QUR:	104,4	Distancia entre surcos (m)	4,8	Caudal/árbol (LPH) máx :	
Forma de trabajo	Autocompensado	Unidades Riego/árbol :		Distancia entre emisores (EL) (m) :	4,8

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)	CONEXIÓN (%)			
J= (F) (L) (j)	50	50	50	50
NUR= (Número unidades riego) X (Sector riego) = QSR/QUR = ()/() (LPH)	32,0	24,0	16,0	16,0
Nº surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total UR del SR)/(Total UR del gran lateral)=()/()	8	6	4	4
F= Depende Nº salidas y/o conexión surcos Tabla Nº 1 S1 = () ; S2 = ()	0,415	0,435	0,486	0,486
NS =Número de espacios entre surcos (m)	3	3	2	2
TI = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco (m)	4,4	0	0	0
TF = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)	0	0	0	0,5
EM= Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)	4,8	4,8	4,8	4,8
LR = Longitud real = (NS)(EM) + (TF) + (TI de conexión) = (m) = () () + () + ()	18,8	14,4	9,6	10,1
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	0,5	0,5	0,5
L = Longitud total (m) = (LR) + (Le) = () + ()	19,3	14,9	10,1	10,6
θ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple(asumirlo)	1 1/2" RDE21	1 1/4" RDE21	1" RDE21	3/4" RDE21
Q = Caudal de diseño (GPM) y/o para cálculo	40,47	25,74	14,71	7,36
j=Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla Nº 2,3 y 8	0,066	0,055	0,063	0,0171
J = (F)(L)(j) (m) = () () ()	0,5286	0,3564	0,3092	0,0880
CHEQUEO: J≤ JPermisible (45% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)				
J (m) : 1,28244366 J PERMISIBLE (m): 1,835443038				
NOTA: si el resultado en 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 = ()+()+()		24,3691437	EN m	
		34,6529223	EN PSI	
PEL	21,0867	DH		2

6. TAMAÑO MÚLTIPLE				
PARA CÁLCULO DE DISEÑO TM				
TM = Longitud Real (LR) (m):	52,9			
	52,9	EN m	50	%
TM		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= () () + () () = () m				106

Fuente: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

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

DATOS BASICOS					
Huerto:	VIVERO	Vereda	Municipio	ALPUJARRA	
1. CALCULO DE LAS PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)					
$J1 = (F)(L)(j)$					
VARIABLES			Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
θ = diámetro y RDE tubería (asumirlo):			RDE26 2.1/2"	RDE26 2"	RDE21 1"
F = depende del número de salidas (sector de riego a beneficiar y / o salidas tubería de alimentación) (Tabla N° 1)			0,639	0,639	0,639
Q = caudal total a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar (GPM):			101,13	60,71	20,29
Lr = longitud real : desde la descarga unidad de bombeo y / o filtrado hasta el último sector de riego a beneficiar (m)			21,61	40,86	21,60
Le = longitud equivalente por accesorios (m) (Tabla N° 5 ; Grafica N° 1)			10,82	9,67	3,60
L = longitud total (m) (Lr)+(Le):			32,43	50,53	25,20
j = perdidas unitarias por fricción en la tubería (m/m) (Tabla N° 2,3,8):			0,0437	0,0430	0,1260
$J1 = (F)(L)(j)$ (m):			0,9056	1,3884	2,0290
J Tubería principal			4,3230		

1.1. CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA PRINCIPAL(Le)					
ITEMS	ACCESORIOS PVC	CANTIDAD	θ	Q(GPM)	Le (m)
TRAMO- 1	Tee	1	2.1/2"	101,13	9,12
	Reducción 2.1/2"-2"	1	2.1/2"-2"	101,13	1,70
	Reducción 2.1/2"-1.1/2"	1	2.1/2"-1.1/2"	101,13	0,90
SUMATORIA Le (m)					11,72
TRAMO- 2	Tee	1	2"	60,71	7,42
	Reducción 2"-1"	1	2"-1"	60,71	0,75
	Reducción 2"-1.1/4"	1	2"-1.1/4"	60,71	1,50
SUMATORIA Le (m)					9,67
TRAMO- 3	Tee	1	1"	20,29	3,60
	Expansión 1"-1.1/4"	1	1"-1.1/4"	20,29	0,60
SUMATORIA Le (m)					4,20

1.2. CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN LAS TUBERÍAS			
VARIABLES	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
Clase y diámetro de tubería:	PVC 2.1/2"	PVC 2"	PVC 1"
RDE tubo:	RDE26	RDE26	RDE21
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante):	0,00279	0,00231	0,00160
θ_e = diámetro externo (m) (catalogo fabricante):	0,07303	0,06032	0,0334
θ_i = Diámetro interno (m) (catalogo fabricante):	0,0675	0,05570	0,03020
R = radio interno (m):	0,0337	0,0279	0,0151
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)$ (m ²):	0,0036	0,0024	0,0007
Q = caudal (m ³ /seg):	0,0064	0,0038	0,0013
V = Q/A (m/seg):	1,79	1,57	1,79
Vpermisible (m/seg) según fabricante:	2,50	2,50	2,50
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)
44,46	31,27
PRESIÓN REQUERIDA ENTRADA DE LA TUBERÍA MULTIPLE (m) (Taller 8)	ΔH terreno (ΔH) (m)
24,37	2,50

Fuente: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

“Cálculo de la unidad de bombeo.”

1. DATOS BÁSICOS					
Qdiseño (GPM)	101,13	Temperatura interior caseta (°C)	21	Dpto	Tolima
Localización Geográfica (m.s.n.m)	1361	Presión atmosférica tabla N° 6 (m)	9,9	Municipio	Alpujarra
Presión trabajo Unidad Riego(PSI)	29	Presión de vapor tabla N° 7 (m)	0,678	Vereda	
Fuente abastecimiento	Reservorio	Clase sedimentos (θ)(mm)	0,09	Predio	Vivero

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
C.D.T=Hs+Hfs+Hd+Hfp+HfA+HfM+HfL+Hff+HfF+HUR	VALORES (m)
Hs= Altura de succión	2
Hd= Altura de descarga (ΔH terreno)+ Altura elevador unidad de riego = () + ()	5,5
Hfs= Pérdidas por fricción tubería succión	1,41
Hfp= Pérdidas por fricción tubería principal	4,396
HfA= Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0
HfM= Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	1,2824
HfL= Pérdidas por fricción en la tubería lateral	0,6929
Hff= Pérdidas por fricción unidad de fertilización	
HfF= Pérdidas por fricción unidad filtrado	0
HUR= Presión de trabajo unidad de riego	20,39
SUMATORIA C.D.T	35,67

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN (Hfs)	
$Hfs = (L)(j)$	
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	2" RDE 26
L = Longitud total = Lreal+Lequivalente = ()+() (m)	47,28
LR= Longitud real; desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)	3,3
Le= Longitud equivalente por accesorios (m)	42,28
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla N° 2,3,8	0,0286
Q =Caudal a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar (GPM)	150
$Hfs = (L)(j) = (31,5)(0,022752) = m$	1,41

2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA SUCCIÓN (Le) m (Tabla N° 5; Gráfica N° 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	Le (m)
Válvula de pie	1	2.1/2"	101,13	36,04
Codo 90°	1	2.1/2"	101,13	4,24
Universal	1	2.1/2"	101,13	2,01
Sumatoria Le (m)				42,28

CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN LA TUBERIA DE SUCCION	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 2.1/2"
RDE tubo	26
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0,00279
ØE= Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0,07303
ØI=Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0,06745
R= Radio interno (m)	0,033725
A = Área tubo = πR^2 (m ²)	0,003573
Q =Caudal (m ³ /sg)	0,006
V = Q/A = ()/()	1,785
V permisible (m/sg) según fabricante	2,5
	(SI)
CHEQUEO: $V \leq V_p$; (1,785) \leq (2,5)	(NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería.	

Fuente: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

3. SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO					
3.1 MÉTODO "POR CURVA SEGÚN FABRICANTE"					
DATOS DE DISEÑO	Q: GPM	101,13	UNIDAD DE BOMBEO	Referencia:	CATÁLOGO BARNES
	C.D.T: m	35,62		Modelo:	1515 HHE-23
	Energía	Eléctrica		Versión:	LINEA ALTA PRESION
MOTOR	HP:	5	BOMBA	Ørotor:	6"
	RPM:	3500		Ømáx partículas:	
	Conexión:			Conexión:	succión: 2" Descarga:2"
	Operación:			Eficiencia (%):	70
3.2 MÉTODO "POR FÓRMULA"					
POTENCIA REQUERIDA			$HP = \frac{Q \times CDT}{3960 \times \eta}$		

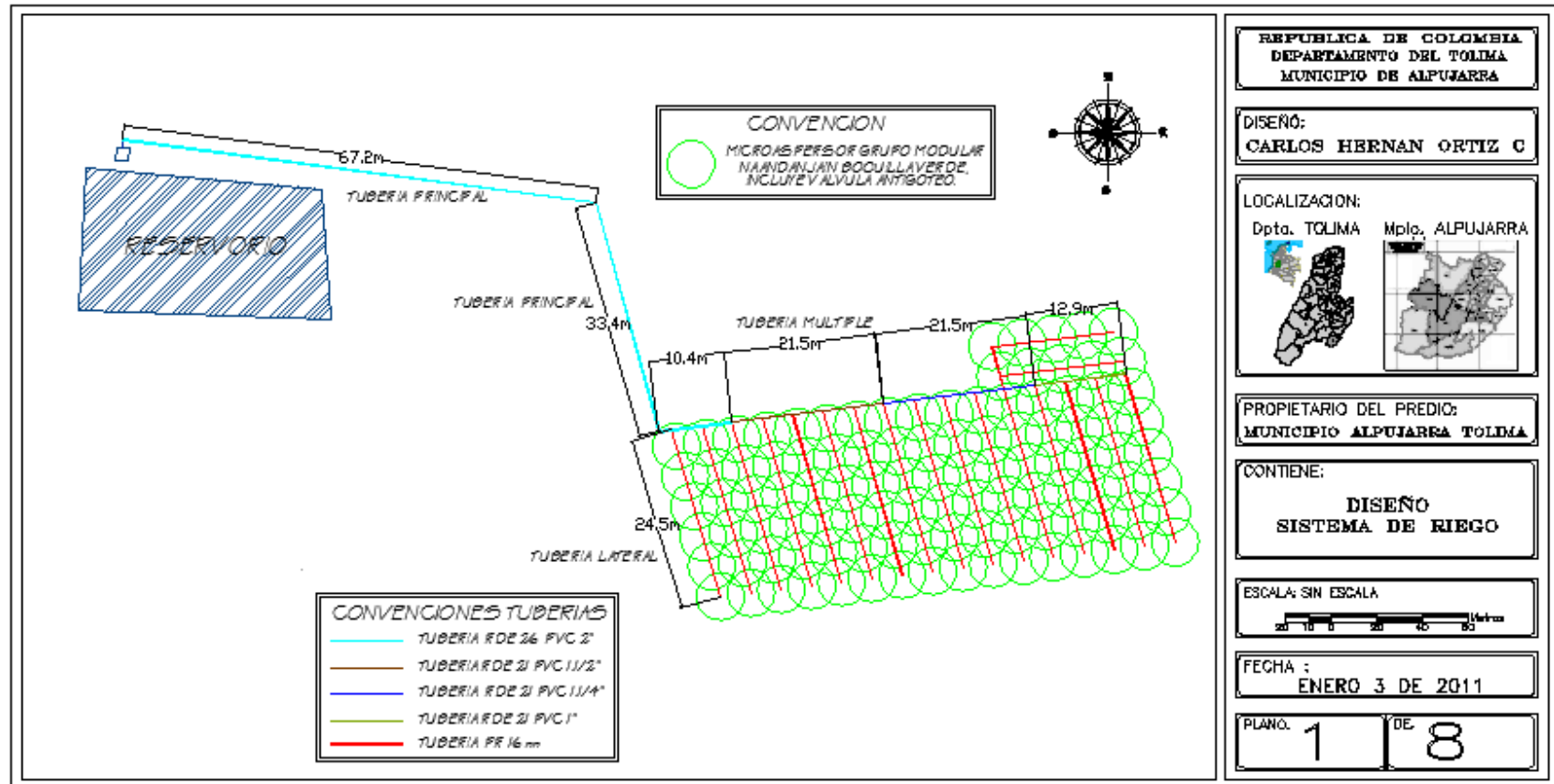
Q = Caudal de diseño (GPM)	101,13
C.D.T = Cabeza Dinámica Total (pies)	117,042
3960 = factor de conversión	3960
η= Eficiencia deseada para la bomba (decimales)	0,7
HP= [(101,13) (117,042)]/[(3960) (0,70)]	4,27

4. CÁLCULO DE LA CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCIÓN (NPSH)			
4.1 NPSH disponible		4.2 NPSH requerido	
NPSHd = Pa - Pv - Hs - Hfs = m		Entregada por el fabricante de la bomba en función del Qdiseño y el Motor NPSHr (m)= 5,7	
Pa= Presión atmosférica según localización	9,9		
Pv= Presión de vapor según temperatura	0,678		
Hs= Altura de succión bomba	2		
Hfs= Pérdidas fricción tubería de succión	1,35		
NPSHd = (9,9) - (0,678) - (2) - (1,35) m		5,87	
4.3 CHEQUEO			
$(NPSH)r \leq (NPSH)d$			
$5,70 \leq 5,87$			
RESULTADO : (SI) (NO)			
OBSERVACIÓN:			
Si el resultado es (NO), replantear como mínimo Hs para ajustar el chequeo.			

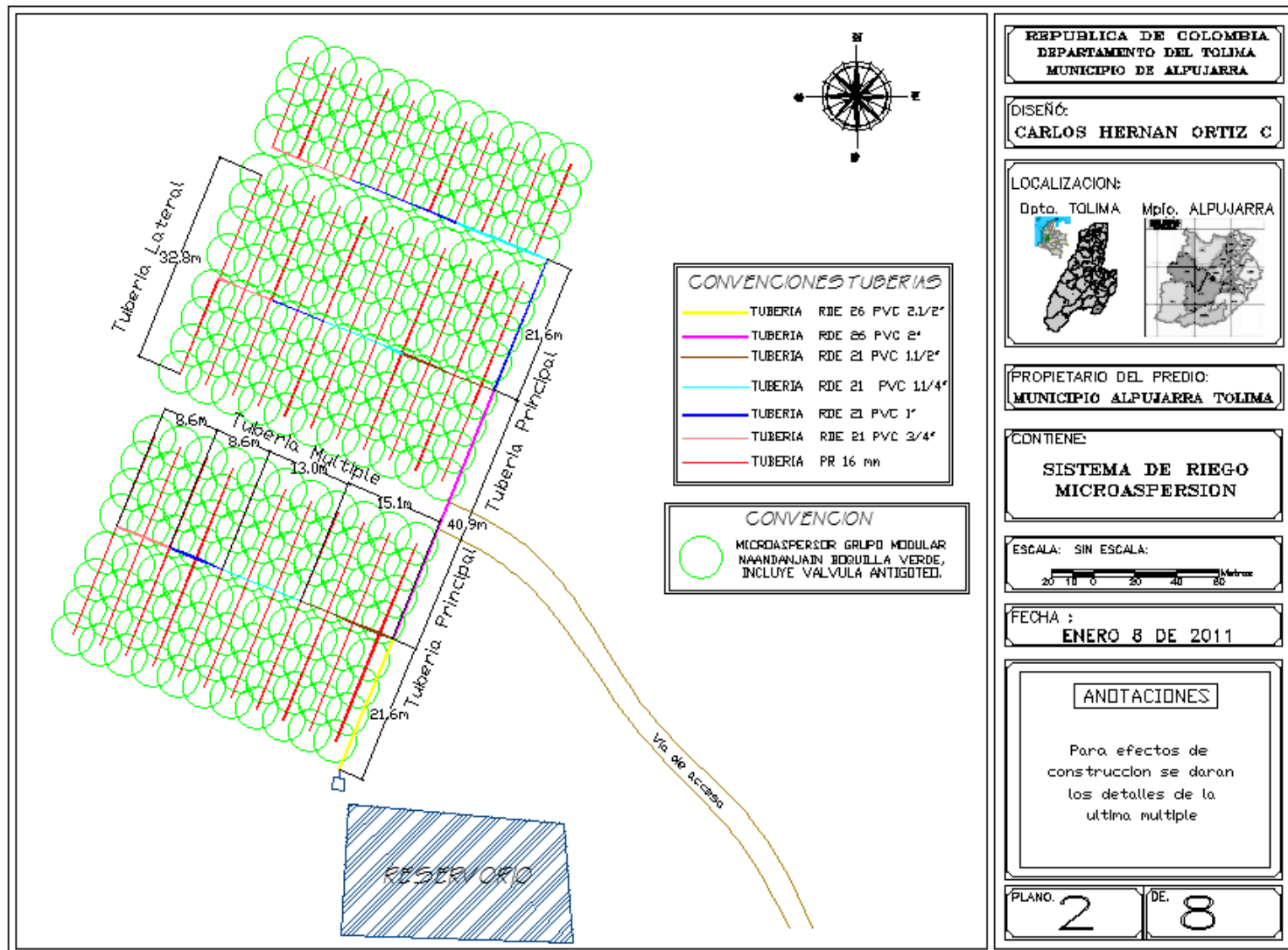
5. AJUSTES DE POTENCIA (HP) EN MOTORES			
5.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN		5.2 MOTORES ELÉCTRICOS	
	%		%
Por accesorios	10	Por pérdidas por fricción y temperatura	15
Por altura: 3% por cada 100 m.s.n.m a partir de 150 m	6	HP final = (HP inicial) + (Σ%)(HP inicial)	
Por temperatura: 1% por cada 5,6 °C a partir de 15°C	4	HP final = (4,27) + (15%) (4,27)	
Sumatorias porcentaje para corrección	20		
HP final = (HP inicial) + (Σ%)(HP inicial)		HP final = (4,91)	
HP final = () + ()	5,12		4,91

ANEXOS 3. PLANOS SISTEMA DE RIEGO

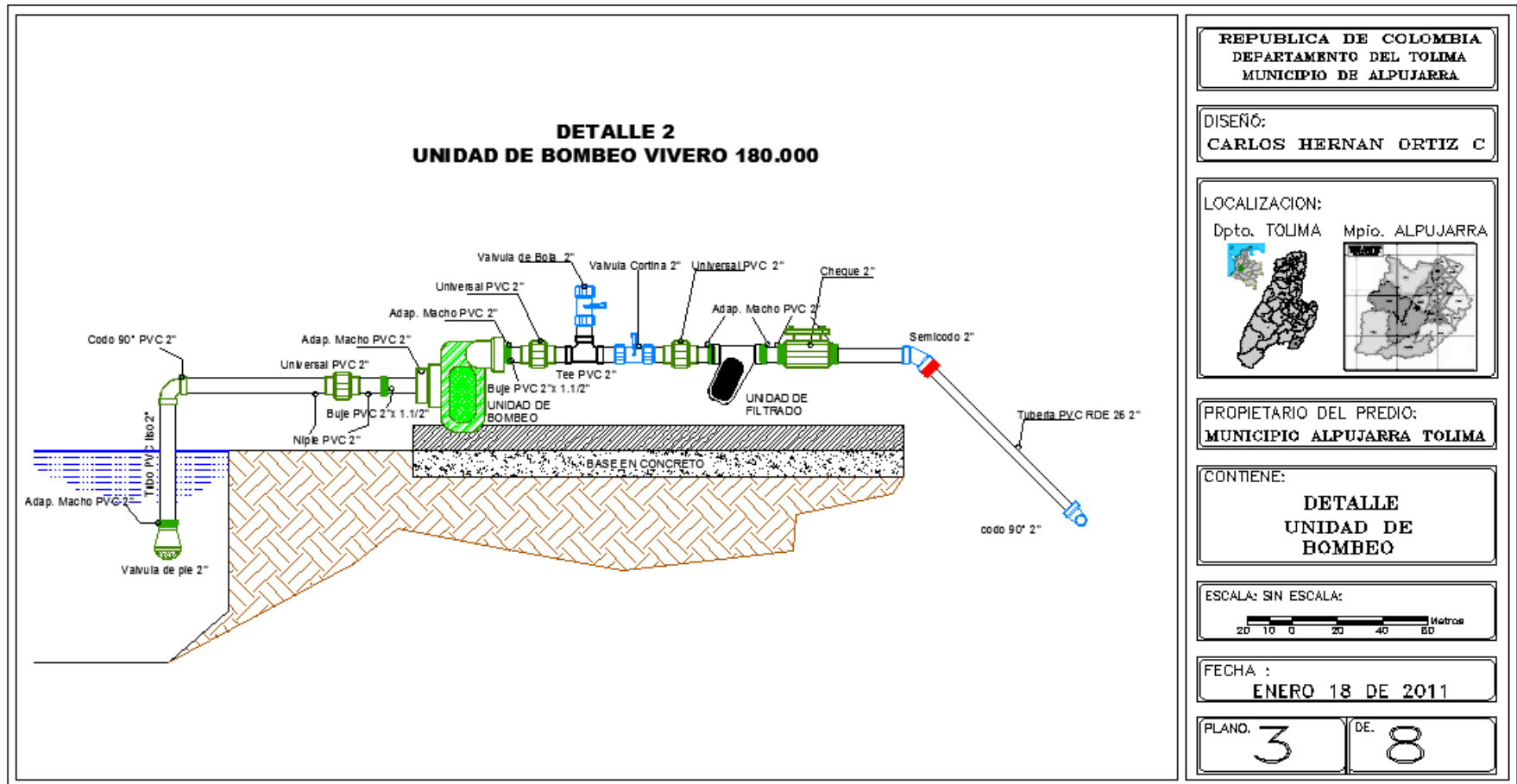
PLANO SISTEMA DE RIEGO PARA VIVERO 180.000 PLÁNTULAS



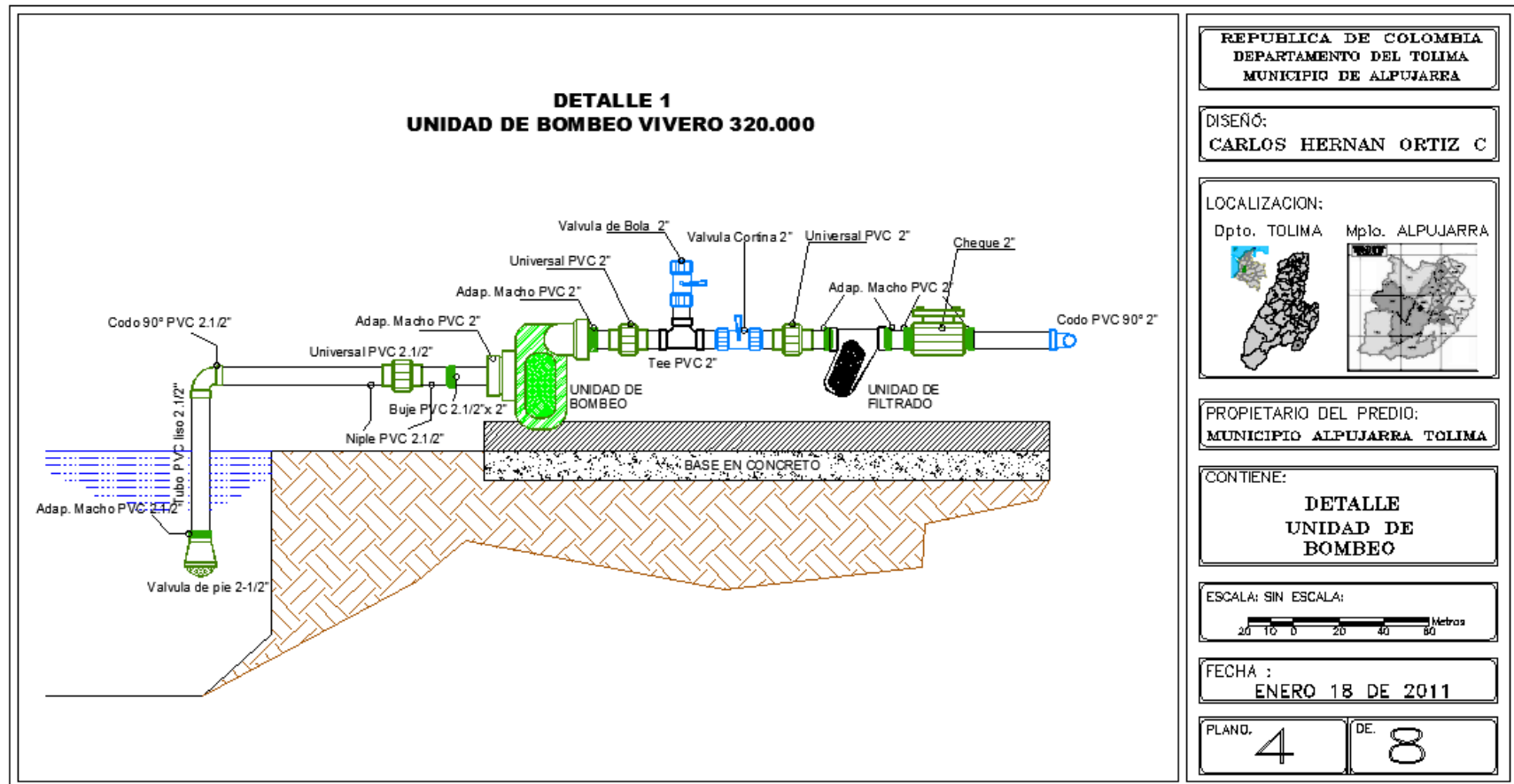
PLANO SISTEMA DE RIEGO PARA VIVERO 320.000 PLÁNTULAS



DETALLE UNIDAD DE BOMBEO VIVERO 180.000 PLÁNTULAS



DETALLE UNIDAD DE BOMBEO VIVERO 320.000 PLÁNTULAS



REPUBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DEL TOLIMA
MUNICIPIO DE ALPUJARRA

DISEÑO:
CARLOS HERNAN ORTIZ C

LOCALIZACION:
Dpto. TOLIMA Mpio. ALPUJARRA

PROPIETARIO DEL PREDIO:
MUNICIPIO ALPUJARRA TOLIMA

CONTIENE:
DETALLE
UNIDAD DE
BOMBEO

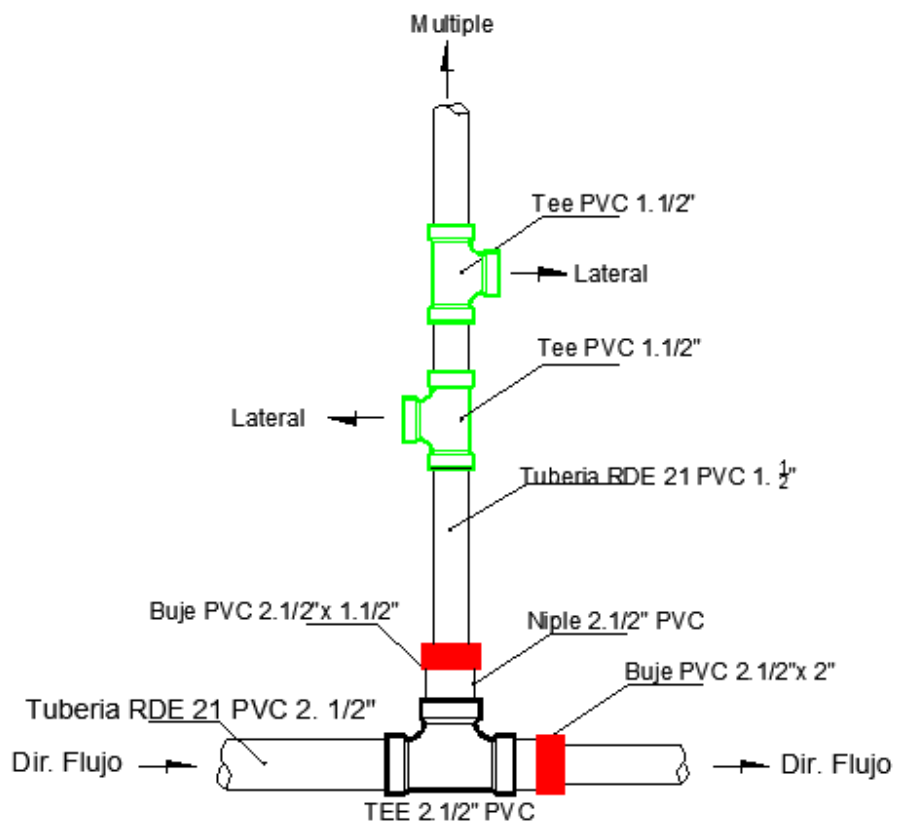
ESCALA: SIN ESCALA:
0 20 40 80 Metros

FECHA :
ENERO 18 DE 2011

PLANO. **4** DE. **8**

CONEXIÓN MÚLTIPLE A LA PRINCIPAL

**DETALLE 3
CONEXION MULTIPLE A LA PRINCIPAL**

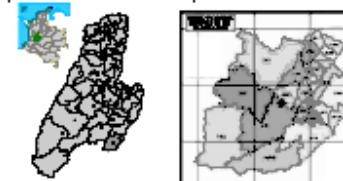


REPUBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DEL TOLIMA
MUNICIPIO DE ALPUJARRA

DISEÑO:
CARLOS HERNAN ORTIZ C

LOCALIZACION:

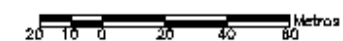
Dpto. TOLIMA Mpio. ALPUJARRA



PROPIETARIO DEL PREDIO:
MUNICIPIO ALPUJARRA TOLIMA

CONTIENE:
**CONEXION
MULTIPLE A
LA PRINCIPAL**

ESCALA: SIN ESCALA:

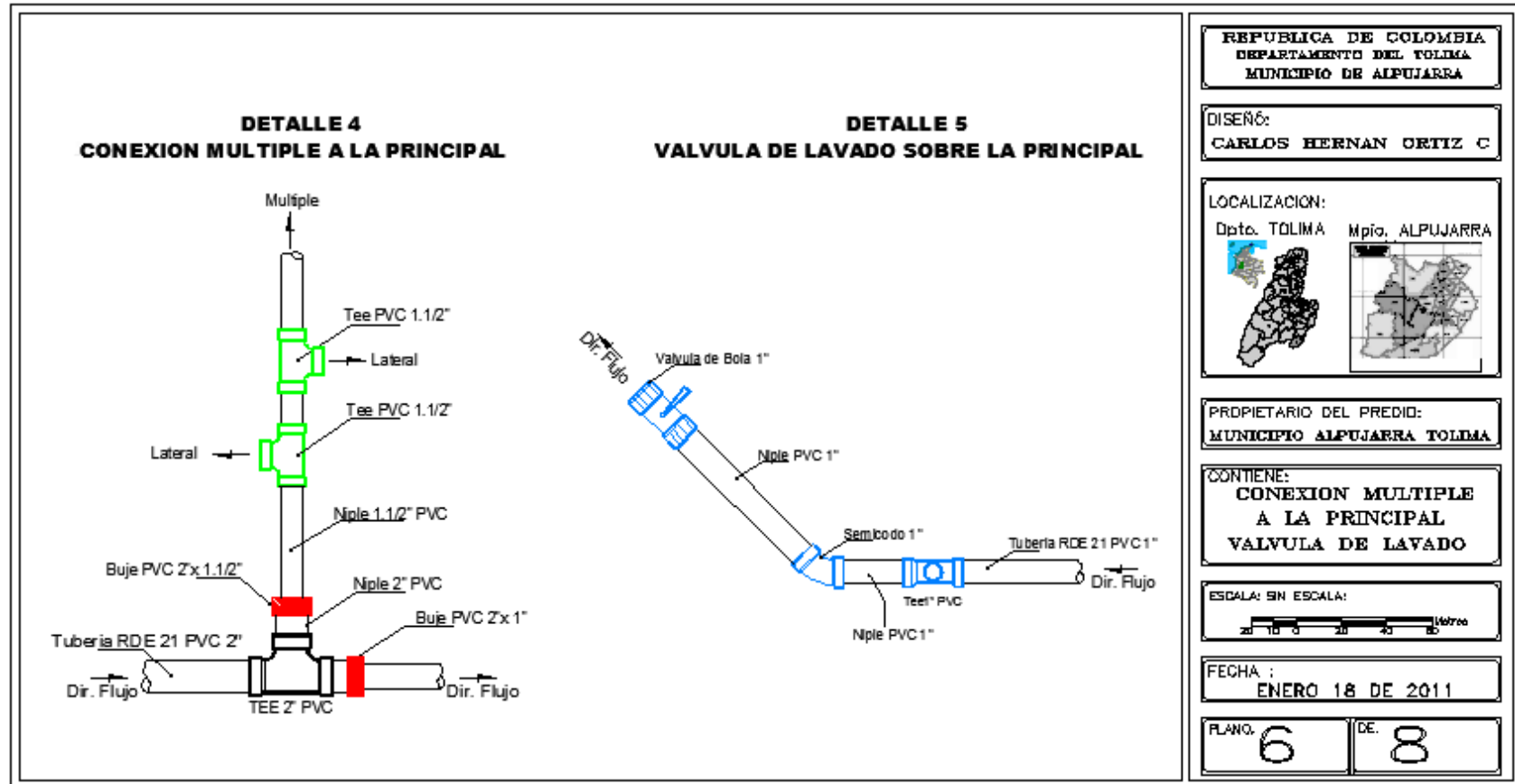


FECHA :
ENERO 18 DE 2011

PLANO 5

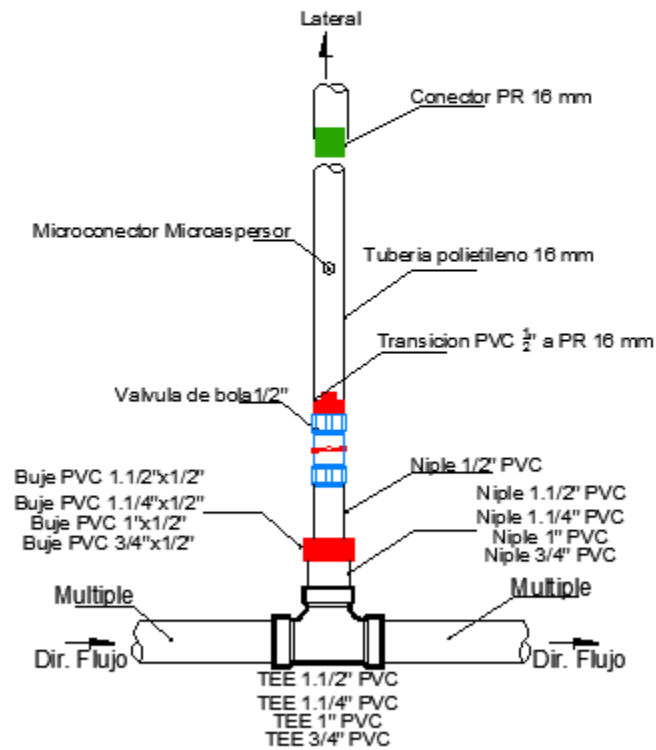
DE 8

CONEXIÓN MÚLTIPLE A LA PRINCIPAL – VALVULA DE LAVADO SOBRE LA PRINCIPAL



CONEXIÓN CON REDUCCIÓN DE LA MÚLTIPLE A LOS LATERALES

DETALLE 6 CONEXION CON REDUCCION DE LOS LATERALES AL MULTIPLE



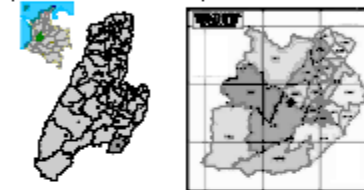
REPUBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DEL TOLIMA
MUNICIPIO DE ALPUJARRA

DISEÑO:

CARLOS HERNAN ORTIZ C

LOCALIZACION:

Dpto. TOLIMA Mpio. ALPUJARRA



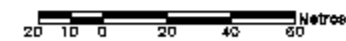
PROPIETARIO DEL PREDIO:

MUNICIPIO ALPUJARRA TOLIMA

CONTIENE:

CONEXION
MULTIPLE
A LATERALES

ESCALA: SIN ESCALA:



FECHA :

ENERO 18 DE 2011

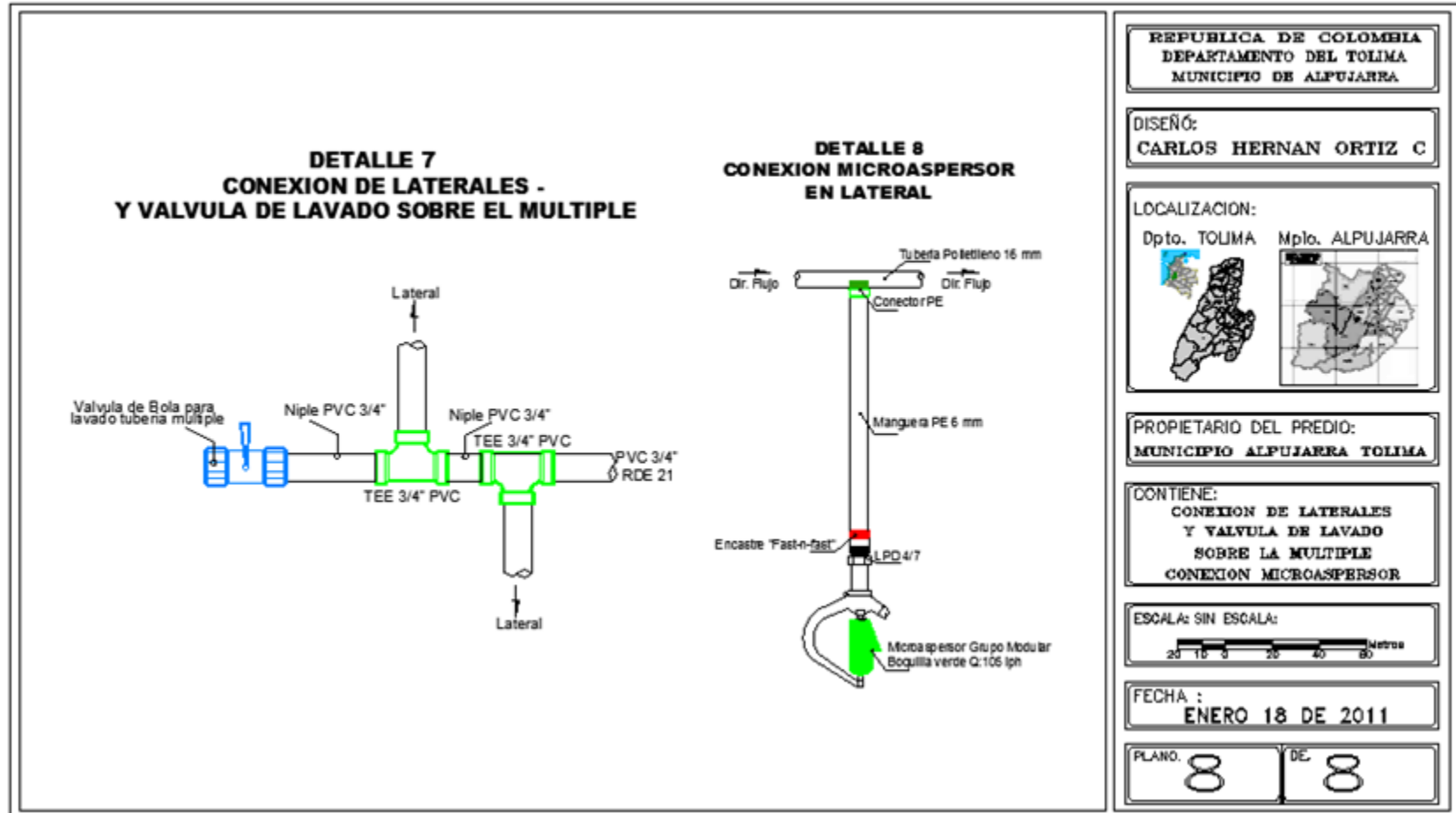
PLANO:

7

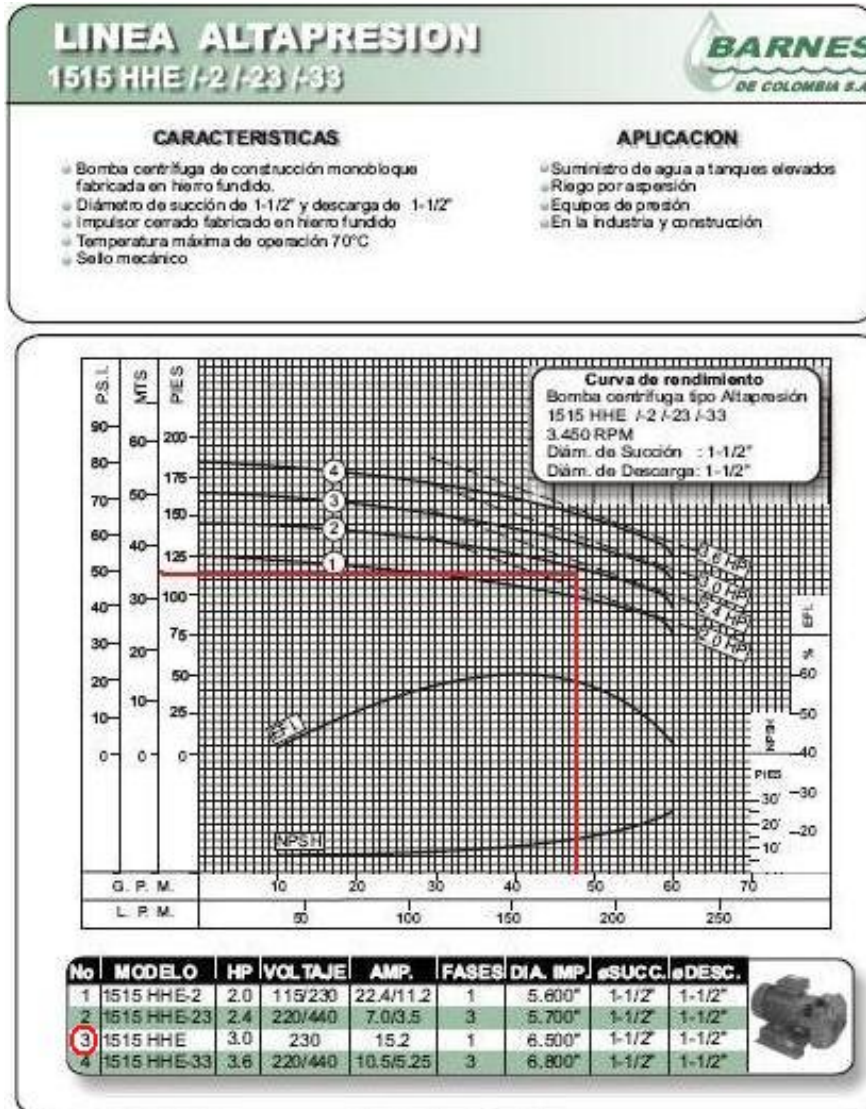
DE:

8

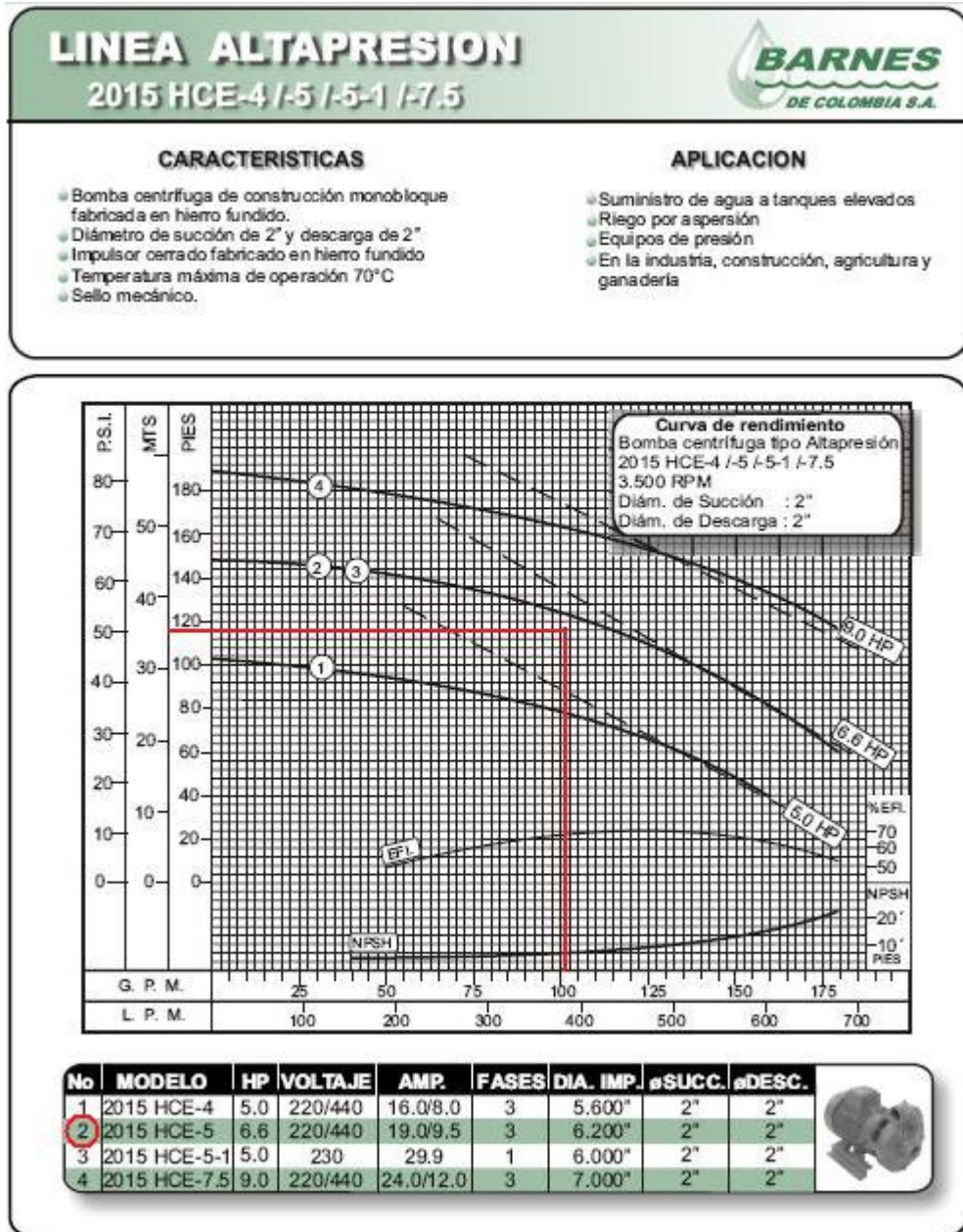
CONEXIÓN DE LOS LATERALES Y VÁLVULA DE LAVADO SOBRE LA MÚLTIPLE-CONEXIÓN MICORASPERSOR EN LATERAL



ANEXO 4. Curva característica de la Bombapara vivero 180.000 plántulas.



ANEXO 5. Curva característica de la Bomba para vivero 320.000 plántulas.



ANEXO 6. Información Climatológica.

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2011/02/01

ESTACION : 21140120 CRUCES LAS

LATITUD	0325 N	TIPO EST	PM	DEPTO	TOLIMA	FECHA-INSTALACION	1974-OCT
LONGITUD	7455 W	ENTIDAD	01	MUNICIPIO	ALPUJARRA	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	1400 m. s. n. m	REGIONAL	04	CORRIENTE	CABRERA		

A#O	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL
1985	2	01	53.0	4.0	107.0	63.0	68.0						74.0	85.0	454.0 3
1986	2	01	23.0	292.0	250.0	163.0	50.0	121.0	82.0	11.0	32.0	75.0	57.0	19.0	1175.0
1987	2	01	6.0	202.0	338.0	345.0	262.0	146.0	34.0	36.0	27.0	52.0	37.0	.0	1485.0
1988	2	01		111.0	53.0	544.0	488.0	556.0	245.0	664.0	43.0	147.0	813.0	365.0	4029.0 3
1989	2	01	54.0	61.0	492.0	44.0	240.0	93.0	134.0	115.0	216.0	348.0	380.0	215.0	2392.0
1990	2	01	106.0	474.0	141.0	225.0	124.0	88.0	103.0	113.0	22.0	300.0	278.0	255.0	2229.0
1991	2	01	97.0	27.0	299.0	72.0	115.0	50.0	149.0	126.0	81.0	34.0	451.0	189.0	1690.0
1992	2	01	142.0	124.0	79.0	124.0	107.0	74.0	48.0	97.0 3	97.0	73.0	306.0	227.0	1498.0 3
1993	2	01	71.0	267.0	236.0	167.0	154.0	30.0	55.0	22.0	36.0	83.0	339.0	181.0	1641.0
1994	2	01	231.0	258.0	226.0	165.0	136.0	41.0	31.0	11.0	90.0	191.0	244.0	50.0	1674.0
1995	2	01	*	*	*	*	*	*	*	*	*	176.0	219.0	314.0	709.0 3
1996	2	01	285.0	259.0	363.0	56.0	101.0	60.0	20.0	93.0	28.0	396.0	76.0	58.0	1795.0
1997	2	01	573.0	118.0	291.0	53.0	177.0	40.0	5.0	.0	75.0	84.0	234.0	103.0	1753.0
1998	2	01	19.0	50.0	119.0	49.0	190.0	39.0	132.0	133.0	18.0	188.0	396.0	224.0	1557.0
1999	2	01	223.0	176.0	167.0	148.0	64.0	179.0	4.0	5.0	86.0	170.0	314.0	236.0	1772.0
2000	2	01	140.0	225.0	219.0	114.0	181.0	145.0	138.0	38.0	98.0	165.0	97.0	13.0	1573.0
2001	2	01	56.0	59.0	117.0	77.0	205.0	56.0	71.0	18.0	93.0	224.0	259.0	166.0	1401.0
2002	2	01	43.0	38.0	90.0	195.0	250.0	129.0	63.0	32.0	60.0	241.0	97.0	124.0	1362.0
2003	1	01	34.0	61.0	274.0	193.0	34.0	127.0	38.0	2.0	55.0	245.0	346.0	142.0	1551.0
2004	1	01	138.0	154.0	19.0	207.0	76.0	34.0	106.0	.0	73.0	279.0	294.0	130.0	1510.0
2005	1	01	88.0	59.0	103.0	139.0	167.0	27.0	24.0	3.0	126.0	243.0	271.0	249.0	1499.0
2006	1	01	218.0	91.0	154.0	215.0	115.0	101.0	88.0 3	22.0	29.0	316.0	171.0	93.0	1613.0 3
2007	1	01	19.0	15.0	209.0	186.0	108.0	57.0	47.0	57.0	31.0	470.0	245.0	289.0	1733.0
2008	1	01	67.0	200.0	311.0	213.0	229.0	61.0	40.0	64.0	192.0	628.0	164.0	164.0	2169.0 3
2009	1	01	191.0	205.0	325.0	164.0	154.0	58.0	31.0	51.0	24.0	254.0	107.0	128.0	1692.0
2010	1	01	40.0	119.0	28.0	298.0	285.0	88.0	223.0	32.0	55.0	345.0	545.0	282.0	2340.0
MEDIOS			121.5	146.0	200.4	168.8	163.2	100.0	79.6	72.7	65.0	211.6	279.9	165.4	1774.2
MAXIMOS			573.0	474.0	492.0	544.0	488.0	556.0	245.0	664.0	216.0	470.0	813.0	365.0	813.0
MINIMOS			6.0	4.0	19.0	44.0	34.0	27.0	4.0	0.0	18.0	34.0	37.0	0.0	0.0

** C O N V E N C I O N E S **

EST = ESTADO DE LA INFORMACION

** AUSENCIAS DE DATO **

** ORIGENES DE DATO **

- 1 : Preliminares Ideam
- 2 : Definitivos Ideam
- 3 : Preliminares Otra Entidad
- 4 : Definitivos Otra Entidad

- 1 : Ausencia del observ
- 2 : Desperfecto instru.
- 3 : Ausencia instrument
- 4 : Dato rechazado
- 6 : Nivel superior
- 7 : Nivel inferior
- 8 : Curva de gastos
- 9 : Seccion inestable
- A : Instr. sedimentado
- M : Maximo no extrapol.
- * : Datos insuficientes

- 1 : Registrados
- 3 : Incompletos
- 4 : Dudosos
- 6 : Est. Regresion
- 7 : Est. Interpolacion
- 8 : Est. Otros metodos
- 9 : Generados (Series)

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

VALORES TOTALES MENSUALES DE EVAPORACION (mms)

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2011/02/01

ESTACION : 21115160 MANILA LA HDA

LATITUD 0307 N TIPO EST AM DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1983-JUN
 LONGITUD 7504 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO BARAYA FECHA-SUSPENSION
 ELEVACION 0600 m. s. n. m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE VILLAVIEJA

A#	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL
1985	2	01	155.6	198.2	135.9	116.5	53.8	137.9	148.3	161.9	168.7	129.0	117.4	126.5	1649.7
1986	2	01	125.5	*	102.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	227.5
1987	2	01	131.4	117.7	115.8	137.7	140.3	*	159.5	162.0	139.7	127.7	130.3	115.9	1228.9
1988	2	01	119.0	*	*	103.9	*	*	148.8	*	*	*	110.7	*	482.4
1989	2	01	*	*	*	110.1	117.2	109.6	159.6	*	135.6	134.4	130.5	132.2	1029.2
1990	1	01	133.8	126.6	162.3	121.2	119.2	113.3	126.6	165.1	123.6	125.6	121.9	106.3	1545.5
1991	2	01	131.4	117.7	119.6	96.1	134.2	39.8	*	*	*	100.8	84.4	94.2	918.2
1992	2	01	116.5	116.7	126.8	68.3	96.3	104.1	58.7	138.6	226.0	212.7	91.1	106.5	1462.3
1993	2	01	129.4	109.9	149.2	130.9	114.8	159.4	187.2	210.7	194.5	180.4	107.3	146.5	1820.2
1994	1	01	124.1	122.7	110.9	111.0	139.2	139.7	205.9	202.0	188.3	149.6	132.5	163.4	1789.3
1995	1	01	196.6	188.7	147.7	102.5	141.8	111.9	174.7	203.7	188.4	158.2	129.2	146.2	1889.6
1996	1	01	167.5	122.1	124.7	159.7	162.1	148.0	218.8	129.2	218.4	171.2	152.4	177.1	1774.1
1997	1	01	114.2	160.0	170.4	131.2	183.7	137.4	201.9	245.0	230.4	202.9	145.3	188.0	2110.4
1998	1	01	230.5	177.6	145.0	130.5	128.0	171.9	150.8	197.0	189.7	114.3	114.3	108.1	1743.4
1999	1	01	113.9	101.3	150.4	102.5	116.8	144.3	206.4	234.5	146.2	122.2	117.3	132.7	1688.5
2000	1	01	131.0	156.7	127.0	111.1	124.8	150.2	177.9	202.4	175.6	200.6	141.3	152.7	1851.3
2001	1	01	173.9	199.9	150.8	171.0	142.8	*	*	*	*	*	*	*	838.4
2005	1	01	*	*	*	*	*	*	178.3	*	*	132.8	121.7	91.1	523.9
2006	1	01	106.4	143.4	92.3	115.5	150.0	154.8	169.4	145.3	142.2	132.3	117.0	113.1	1581.7
2007	1	01	170.3	163.4	127.5	156.4	125.4	102.9	151.8	164.2	144.3	165.0	104.0	90.9	1666.1
2008	1	01	119.4	147.5	88.3	105.1	130.4	82.8	*	*	162.5	154.1	101.0	125.1	1216.2
2009	1	01	122.8	131.5	106.7	103.6	114.7	115.4	153.2	179.1	219.4	193.0	168.6	1608.0	
2010	1	01	159.5	191.5	124.9	148.3	131.9	110.9	111.0	145.7	135.6	147.4	*	*	1406.7
MEDIOS			142.1	148.6	128.9	120.6	128.4	124.1	161.7	180.3	173.8	154.7	119.5	128.2	1710.9
MAXIMOS			230.5	199.9	170.4	171.0	183.7	171.9	218.8	245.0	230.4	212.7	152.4	188.0	245.0
MINIMOS			106.4	101.3	88.3	68.3	53.8	39.8	58.7	129.2	123.6	100.8	84.4	90.9	39.8

** CONVENCIONES **

EST = ESTADO DE LA INFORMACION

** AUSENCIAS DE DATO **

** ORIGENES DE DATO **

- 1 : Preliminares Ideam
- 2 : Definitivos Ideam
- 3 : Preliminares Otra Entidad
- 4 : Definitivos Otra Entidad

- 1 : Ausencia del observ
- 2 : Desperfecto instru.
- 3 : Ausencia instrument
- 4 : Dato rechazado
- 6 : Nivel superior
- 7 : Nivel inferior
- 8 : Curva de gastos
- 9 : Seccion inestable
- A : Instr. sedimentado
- M : Maximo no extrapol.
- * : Datos insuficientes

- 1 : Registrados
- 3 : Incompletos
- 4 : Dudosos
- 6 : Est. Regresion
- 7 : Est. Interpolacion
- 8 : Est. Otros metodos
- 9 : Generados (Series)

ANEXO 7 Resultados Análisis Físico Del Suelo



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

NIT. 891.180.084-2

LABORATORIO DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERIA

PRUEBAS FÍSICAS DE SUELOS

Solicitante: Carlos Hernán Ortiz

Finca: Vivero Alpujarra

Municipio: Alpujarra

Fecha: Diciembre 13 de 2010

Departamento: Tolima

Horizonte Prof. (cm)	Fracción Mineral (%)	Textura	Densidad aparente (g/cm ³)	Humedad (%)	
				CC _{0.03} MPa	PMP _{1.5} MPa
H ₁ (0 – 15)	A: 76.71	Franco Arenoso	1.41	21.17	9.46
	L: 10.71				
	Ar: 12.58				

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 aparente: Terrón Parafinado

Retención de Humedad: Platos de Richards.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
Coordinador Laboratorio de Suelos – LABSUS
Universidad Surcolombiana

Avenida Pastrana Borrero – Carrera 1a A.A. 385 y 974 – PBX 8754753 – Fax 8758775

www.usco.edu.co

NEIVA HUILA