

**DISEÑO DE RIEGO PARA LA GRANJA VILLA LUZ DE LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN LUÍS BELTRÁN EN EL
CORREGIMIENTO DE SAN LUÍS - MUNICIPIO DE NEIVA -
DEPARTAMENTO DEL HUILA**

JOSÉ LEONARDO MOSQUERA MENDOZA

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA
2007**

**DISEÑO DE RIEGO PARA LA GRANJA VILLA LUZ DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA SAN LUÍS BELTRÁN EN EL CORREGIMIENTO DE SAN
LUÍS - MUNICIPIO DE NEIVA - DEPARTAMENTO DEL HUILA**

JOSÉ LEONARDO MOSQUERA MENDOZA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de
INGENIERO AGRÍCOLA

ING. JAIME IZQUIERDO
Director del Proyecto

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA
2007**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Director

Neiva, Junio de 2007

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Esta dedicatoria se la dedico en especial a mis padres MILLER MOSQUERA E IMELDA MENDOZA, quien me apoyaron notoriamente desde mi infancia hasta la formación profesional, además a mi Dios que siempre me dio la fuerza para salir adelante. Todo el esfuerzo y la dedicación que pusieron en mi ya dio el fruto maduro para la vida de otro profesional.

Además a los profesores:

JAIME IZQUIERDO, Ingeniero Agrícola, profesor de la Universidad Surcolombiana y Director del proyecto. Por su gran apoyo para la realización del proyecto grado.

RODRIGO PACHON PUJARANO, Ingeniero Agrónomo, profesor de la Universidad Surcolombiana. Gran apoyo durante la carrera y su comprensión con sus estudiantes en situaciones difíciles.

MIGUEL CIFUENTES PERDOMO, Ingeniero Agrícola, profesor de la Universidad Surcolombiana. Sus conocimientos los aplique en el proyecto y le agradezco por corregirme para superar mis falencias.

GILBERTO LINAREZ ALVAREZ, Ingeniero Especialista en Riego, profesor de la Universidad Surcolombiana. Gran persona como profesor y como amigo

ALFREDO OLAYA, Doctorado en Ingeniería en el Área de Recursos Hidráulicos, profesor de la Universidad Surcolombiana. Sus conocimientos muy valiosos para aplicarlo en la vida.

GLADIS QUINO, secretaria del Programa de Ingeniería Agrícola. Quien fue una segunda madre para mi y muy servicial con nosotros.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN	11
SUMMARY	12
INTRODUCCIÓN	13
1. MARCO DE REFERENCIA	14
1.1 Minidistrito de Riego	14
1.2 Componente de un Minidistrito de Riego	14
1.2.1 Fuente de Abastecimiento	14
1.2.2 Obras de Captación	14
1.2.2.1 Bocatoma De Fondo	15
1.2.3 Aducción desde la Bocatoma al Desarenador	15
1.2.4 Desarenador	15
1.2.4.1 Componentes del Desarenador	16
1.2.4.2 Parámetros de diseño	16
1.2.5 Obra Conducción Principal	17
1.2.6 Accesorios y estructuras complementarias	17
1.3 Métodos de Riego	17
1.3.2 Caracterización y Clasificación	18
1.3.3 Tipos de Sistema de Riego	18
1.3.3.1 Riego por Microaspersión	19
1.3.3.2 Riego por Aspersión	20
2.0 METODOLOGÍA	21
2.1 Localización del Proyecto	21
2.2 Estudios Preliminares	23
2.2.1 Suelo	23
2.2.2 Topografía	23

2.2.3	Agua	23
2.2.4	Climatología	24
2.2.5	Cultivo	24
2.3	Diseño de los Sistema de Riego	24
3.0	ANTECEDENTES	25
3.1	¿Diagnostico del antiguo minidistrito de riego?	25
4.0	RESULTADOS	29
4.1	DISEÑO HIDRÁULICO	29
4.1.1	DISEÑO DE LA CAPTACIÓN	29
4.1.1.1	Caudal de diseño (Qd)	30
4.1.1.1.1	Cálculos de Requerimiento Hídricos	30
4.1.1.2	Altura de la lámina de agua (H)	36
4.1.1.3	Contracciones Laterales (L)	36
4.1.1.4	Velocidad del Agua por la rejilla (Vr)	36
4.1.1.5	Ancho del canal de aducción	37
4.1.1.6	Calculo de la rejilla	37
4.1.1.7	Condiciones finales de diseño de la rejilla	39
4.1.1.8	Niveles de agua en el canal de aducción	40
4.1.1.9	Cámara de Recolección	42
4.1.1.10	Altura de los muros de contención	43
4.1.1.11	Caudal de excesos	43
4.1.1.12	Tubería de excesos	44
4.1.1.13	Pozo de amortiguación	45
4.1.2	DISEÑO LÍNEA DE CONDUCCIÓN BOGATOMA – DESARENADOR	47
4.1.3	DISEÑO DEL DESARENADOR	48
4.1.3.1	Parámetro de sedimentación	49
4.1.3.2	Tiempo de retención (Tr)	49
4.1.3.3	Volumen del desarenador (V _D)	50
4.1.3.4	Área superficial del tanque (AS)	50

4.1.3.5 Dimensiones del desarenador	50
4.1.3.6 Carga hidráulica (q)	50
4.1.3.7 Partícula crítica (d_o)	51
4.1.3.8 Velocidad horizontal (V_h)	51
4.1.3.9 Velocidad horizontal (V_{hmax})	51
4.1.3.10 Velocidad de resuspensión máxima (V_r)	51
4.1.3.11 Cálculos de los elementos del desarenador	51
4.1.3.12 Perfil hidráulico	55
4.1.4 Diseño de conducción desarenador – al punto de distribución para el sistema de riego.	56
4.2 DISEÑO ESTRUCTURAL	58
4.2.1 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA BOCATOMA	58
4.2.1.1 Diseño Muro Frontal (Dique)	58
4.2.1.2 Diseño Muro Laterales	60
4.2.1.3 Cajilla de Recolección	61
4.2.2 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL DESARENADOR	64
4.2.2.1 Diseño de Muros	64
4.2.2.2 Diseño Placa de Fondo	65
4.2.2.3 Diseño Placa de la Cubierta	67
4.3 DISEÑO DE LOS SISTEMA DE RIEGO	70
4.3.1 Factores de diseño	70
4.3.2 Elemento de diseño	71
4.3.3 Cálculos hidráulicos de los sistemas de riego	75
5. PRESUPUESTO	93
6. CONCLUSIONES	97
7. RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS.	101

LISTA DE CUADROS

	Pag.
Cuadro No 1. REQUERIMIENTO HÍDRICOS DEL PASTO	34
Cuadro No 2. REQUERIMIENTO HÍDRICOS DE LOS CÍTRICOS	35
Cuadro No 3. Tubería de Conducción	57
Cuadro No 4. Viaductos	57
Cuadro No 5. Propiedades Físicas e Hidrodinámicas del suelo	70
Cuadro No 6. Programación de Riego	74

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura No. 1. Componente del desarenador	16
Figura No. 2. Ubicación geográfica del proyecto	22
Figura No. 3. Desvío de la fuente Quebrada Órganos	25
Figura No. 4. Colmatación en el dique toma	26
Figura No. 5. Socavación y encajonamiento al dique toma	26
Figura No. 6. Falencia en el encofrado de la tubería y rotura	27
Figura No. 7. Mal estado del desarenador	27
Figura No. 8. El diámetro de entrada y salida es el mismo de 3"	27
Figura No. 9. Tubería descubierta sin ninguna protección	28
Figura No. 10. Tubería retirada de su sitio original	28
Figura No. 11. Bocatoma de fondo – Planta	29
Figura No. 12. Rejilla de captación	38
Figura No. 13. Perfil del canal de aducción	40
Figura No. 14. Corte de la cámara de recolección	42
Figura No. 15. Relaciones analíticas entre F y h/Y, para un vertedero de cresta ancha	46
Figura No. 16. Conducción Bocatoma – Desarenador	47
Figura No. 17. Desarenador – Planta	17
Figura No. 18. Balance hídrico Pasto	71
Figura No. 19. Balance hídrico Cítrico	71
Figura No. 20. Instalación del sistema de filtrado	73

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
ANEXO A. Aducción y conducción desde desarenador al Punto 18. Cálculos hidráulicos.	102
ANEXO B. Aducción y conducción desde desarenador al punto 18 al punto 46 (Sist. Riego). Cálculos hidráulicos.	103
ANEXO C. Densidad aparente.	105
ANEXO D. Curvas de infiltración.	105
ANEXO E. Textura del suelo.	106
ANEXO F. Capacidad de campo y punto de marchites permanente.	106
ANEXO G. Aforo a la Quebraba Órganos.	106
ANEXO H. Valores medios climatológicos de la zona de estudio.	107
ANEXO I. Cálculos de la Evapotranspiración en el cultivo de los cítricos y pastos, usando el método de Hargreaves.	108
ANEXO J. Tablas para el cálculo del desarenador	111
ANEXO K. Tabla de flexión para concreto $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ $F'_c = 210 \text{ Kg/}$	112
ANEXO L. Tabla de presiones para tubería PVC según su RDE	113
ANEXO M. Tabla de área y peso del acero.	113
ANEXO N. Características del microaspersor seleccionado.	114
ANEXO P. Características del aspersor seleccionado.	115
PLANOS	116

RESUMEN

El Diseño de Riego para la Granja Villa Luz de la Institución Educativa San Luís Beltrán en el Corregimiento de San Luís – Municipio de Neiva - Departamento del Huila, se realizó en la Granja Villa Luz con un área útil de 20198.78 m² para sembrar en cítricos y 30097.04 m² están en pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*, *Shumach*).

Inicialmente se detallo la infraestructura del antiguo minidistrito para su posible habilitación pero por sus años en uso, deterioro y mal estado no es viable económicamente y técnicamente su habilitación. Posteriormente se realizaron los estudios preliminares para efectuar los diseños (hidráulicos – estructural) desde la bocatoma, aducción, desarenador, red de conducción, sistema de riego por microaspersión y aspersión; incluido los requerimientos hídricos de los cultivos para saber el caudal de diseño.

Según los cálculos se tomara un caudal de 5.62 Lt/sg (89.1 GPM) para suplir las necesidades hídricas de los cultivos, los sistemas de riego se maneja por gravedad ya que la bocatoma se ubicara a una cota de 1287.02 m.s.n.m y el punto de entrega al sistema de riego se ubicara a una cota de 1219.09 m.s.n.m. Se combinaron los diámetros de tubería para disminuir las pérdidas por fricción para asegurar la presión necesaria a los sistemas de riego. El sistema que más requiere presión es el de aspersión con 49.83 m.c.a, se maneja con un aspersor de tipo cañón 1001 marca Golondrina, con 21 posiciones y el sistema de microaspersión requiere una presión de 29.67 m.c.a, manejado con dos sectores de riego y se contara con unidades de riego (microaspersores) de referencia RFR Jet 6900 boquilla verde.

SUMMARY

The Design of Watering for the Farm Villa Luz of the Educational Institution Saint Louis Beltrán in the village of Saint Louis - Municipality of Neiva - Department of the Huila, was carried out in the Farm Villa Luz with an useful area of 20198.78 m² to sow in citric and 30097.04 m² is in grass Elephant (*Pennisetum purpureum*, Shumach).

Initially you details the infrastructure of the old minidistrict for their possible qualification but for their years in use, deterioration and not well state is not viable economically and technically its qualification. Later on they were carried out the preliminary studies to make the designs (hydraulic - structural) from the “bocatoma”, adduction, “desarenador”, conduction net, watering system for microsprinklers and prinklers; included the requirements hydric of the cultivations to know the design flow.

According to the calculations he/she took a flow of 5.622 Lt/sg (89.1 GPM) to replace the necessities hydric of the cultivations, the watering systems were managed since by graveness the “bocatoma” it was located to a bench mark of 1287.02 m.s.n.m and the delivery point to the watering system it was located to a bench mark of 1219.09 m.s.n.m. they combined the pipe diameters to diminish the losses for friction to assure the necessary pressure to the watering systems. The system that more it requires pressure it is that of aspersion with 49.83 m.c.a, it was managed with a sprinkler of type canyon 1001 it marks Swallow, with 21 positions and the microsprinkling system requires a pressure of 29.67 m.c.a, managed with two watering sectors and he/she had watering units (microsprinklined) of reference RFR Jet 6900 green fuze.

INTRODUCCIÓN

La Agricultura ocupa un importante renglón en la economía del país y por supuesto en el Departamento del Huila netamente agrícola, estas actividades dependen los ingresos de muchos colombianos, los cuales día a día se esfuerzan por sostenerse en el medio que nos les ofrece las mejores garantías, todo esto radica por la falta de infraestructura necesaria para un mejor aprovechamiento de los recursos naturales y la ausencia de mercados consolidados, ha sido el inconveniente en el campo colombiano.

Sin embargo en busca de mejorar la competitividad y ser cada día mejores en los que sabemos hacer, existen Instituciones Educativas por todo el país que quieren dar la pelea por el agro, y les enseñan a sus alumnos: jóvenes y niños, como mejorar la productividad y tener algunos conocimientos más técnicos que les permitan difundir esta información a sus familias y volverse los empresarios del campo; este es el caso de la Institución Educativa San Luís del Municipio de Neiva, lo cual ha querido desarrollar proyectos productivos con sus estudiantes, pero la falta de un sistema de riego, no ha permitido optimizar los procesos productivos a partir de un adecuado y racional uso del agua, además las condiciones hidroclimáticas de la zona le exige tener agua constante para poder garantizar la sostenibilidad de sus cultivos.

Este estudio tiene por objeto llevar a cabo el diseño hidráulico del minidistrito de riego compuesto por los sistema de riego por aspersión y microaspersión, que beneficiara a la Granja de la Institución Educativa San Luís Beltrán ubicada en la Vereda que lleva el mismo nombre del Municipio de Neiva – Huila; todo llevado a mejorar la productividad de sus cultivos para su desarrollo agropecuario.

1.0 REVISIÓN LITERATURA

1.1 Minidistrito de Riego

Es el conjunto de obras hidráulicas que conducen el agua desde su captación en la fuente de abastecimiento hasta el sistema de riego para regar los cultivos.

1.2 Componente de un Minidistrito de Riego

Un Minidistrito de Riego esta compuesto por obras hidráulicas tales como: bocatoma, aducción bocatoma – desarenador, desarenador, red de conducción y el sistema de riego. Los elementos que hacen parte del minidistrito de riego son:

1.2.1 Fuente de Abastecimiento

Se consideran como fuentes de abastecimiento todas las aguas provenientes de cursos o cuerpos superficiales, subterráneos o de aguas lluvias. (López Cualla, 1995)¹

1.2.2 Obras de Captación

Se conocen como obras de Captación las estructuras que se colocan directamente sobre las fuentes superficiales o subterráneas que se han seleccionado como económicamente utilizables para surtir una red de acueducto o para generar energía y desarrollar sistemas de riego entre otros fines. De acuerdo con las características de la fuente las captaciones más utilizadas son las transversales y las laterales, las captaciones transversales son utilizadas cuando los caudales son reducidos, formando parte de este

¹ LÓPEZ CUALLA, , Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Escuela Colombiana de Ingeniería. 1995 p. 59.

tipo de captación las de fondo, las transversales laterales y las de tubo sumergido. (Corcho 1993)²

Para el Sistema de riego se selecciono el tipo de Obra de Captación que se adapta a las condiciones del proyecto, lo cual es la bocatoma de fondo, por el ancho que presenta la quebrada y por encontrar un sitio apto para implementar este tipo de infraestructura

1.2.2.1 Bocatoma De Fondo

Es tal vez la bocatoma de más frecuente uso en nuestro medio, en especial para la proyección de pequeños acueductos rurales y minidistritos de riego. Los parámetros más significativos para el diseño son: el dimensionamiento de la rejilla, el cálculo del caudal de captación y el dimensionamiento del canal recolector entre otros. (López Cualla, 1995)

1.2.3 Aducción desde la Bocatoma al Desarenador

La conducción principal es el recorrido que efectúa el líquido desde la bocatoma pasa por el desarenador, hasta el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento. El material que se utilice para este transporte depende directamente de la topografía del lugar y la economía de la región. Para el diseño del sistema del minidistrito de la Granja de la Institución San Luís Beltrán, se opto por utilizar tubería de PVC; ya que presenta menos pérdidas por fricción, resistente a los golpes, economía de precio, mayor vida útil y su peso es liviano. Pavco, 1999.

1.2.4 Desarenador

Es una estructura que tiene como función remover las partículas de arena de cierto tamaño, que la captación de una fuente superficial permite pasar,

² CORCHO ROMERO, Freddy Hernán. Acueductos, Teorías y Diseño. Universidad de Medellín. 1993. 590 p.

para evitar que se acumule en la tubería de conducción. Debe ubicarse cercano al sitio de captación para facilitar los desagües, para no perder la altura hidráulica y localizada en un sitio debidamente protegido contra posibles avenidas de la fuente. Cuando se trata de conducciones en canales abiertos, esta estructura se debe proyectar al final de la conducción y antes de entrar al tanque regulador, pues es deducible que en el recorrido captaría nuevo material arenoso. En conducciones cerradas se proyectaría al inicio de la conducción. (López Cualla, 1995)

1.2.4.1 Componentes del Desarenador

Cámara de quietamiento I, Entrada al desarenador II zona de sedimentación III, almacenamiento de lodos IV, pantalla deflectora, salida del desarenador V, by pass VI. (Ver Figura No.1).

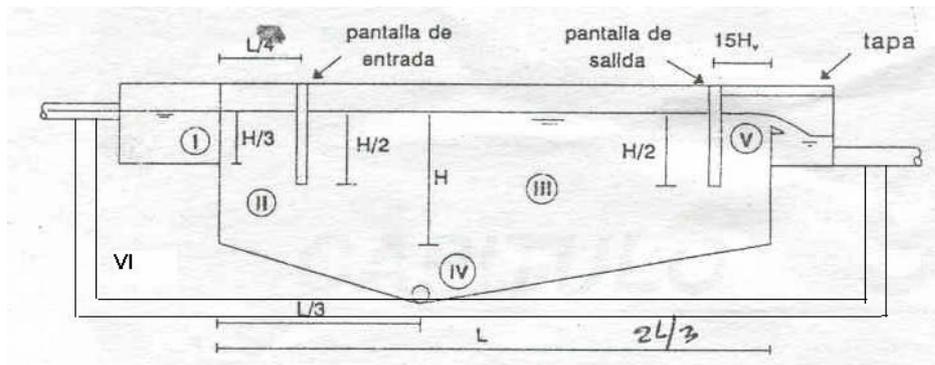


Figura No. 1. Componente del desarenador

1.2.4.2 Parámetros de Diseño

Temperatura y viscosidad del agua

Tamaño, forma y porcentaje a remover de la partícula de diseño.

Eficiencia de la pantalla deflectora.

1.2.5 Obra Conducción Principal

Para el diseño de la Conducción se maneja por tramos a los cuales se les determina la Cota Piezométrica y estática, pérdidas por fricción (PVC UZ)³, RDE (Ver Anexo N) que se debe utilizar en la conducción para conocer la presión final, evitando problemas de Golpe de Ariete, entre otros.

1.2.6 Accesorios y estructuras complementarias

- **Válvula ventosa:** Son válvulas de expulsión o admisión de aire, de funcionamiento automático, que deben ubicarse en los puntos altos de la conducción. (López Cualla, 1995. p 175).

- **Válvula de purga o de lavado:** Son válvulas instaladas lateralmente, en todos los puntos bajos del trazado para evacuar los sedimentos en la tubería. (López Cualla, 1995. p 174).

- **Viaductos:** En el trayecto de la tubería se pueden presentar obstáculos tales como: zanjas, quebradas, ríos y otros fenómenos naturales, los que ocasionan la construcción de estructuras para el cruce de dichos obstáculos, denominados viaductos; estos pueden ser construidos en forma colgante o apoyados en pilotes de concreto o ladrillo dependiendo de las condiciones de resistencia del suelo y los requerimientos del viaducto, además de otros factores como topografía y el aspecto económico. (López Cualla, 1995)

1.3 Método de Riego

El riego a presión se efectúa por tuberías a través de una unidad de bombeo o por acumulación de una columna de agua, a este pertenecen desde los

³ PAVCO. Manual Técnico Pavco. 1999., 35 p.

más sencillos sistemas como el goteo hasta los más sofisticados sistemas de aspersión como en el caso del pivote central.

La selección de un método de riego se basa en la viabilidad técnica y económica⁴. Según Gurovich, cada sistema de riego es más o menos idóneo dependiendo de ciertas circunstancias y características del terreno. El conocimiento a fondo del suelo, la topografía, el cultivo, el abastecimiento de agua y otros factores que puedan influir en el riego contribuyen a seleccionar el método más apropiado⁵.

1.3.2 Caracterización y Clasificación

Según Cinfuente (1998), los sistemas de riego por aspersión se pueden clasificar de acuerdo a la presión de trabajo en pequeña, mediana o alta presión y/o según su forma de operación en fijos, semifijos y móviles.

De acuerdo a la clasificación existen, para definir las características especiales de cada modalidad de riego a presión son: caudales a conducir, diámetros húmedos, influencia del viento, riego foliar o subfoliar.

1.3.3 Tipos de Sistema de Riego

Los sistemas de riego en la actualidad presentan dos opciones, a presión y por gravedad. Los sistema de riego a presión necesita menos agua comparado con los de gravedad, pero su costo de instalación son altos. Los sistemas a presión más utilizados son los siguientes:

⁴ WITHERS, Bruce y VIPOND, Stanley. El riego diseño y practica. México: Diana, 1979 p. 150. PAVCO. Manual Técnico Pavco. 1999., 35 p.

⁵ GUROVICH, Luís A. Fundamentos y diseño de sistemas de riego. San José: IICA, 1985. p. 270.

1.3.3.1 Riego por Microaspersión

El riego por microaspersión consiste en la aplicación de agua en forma de llovizna, producida mediante el paso del agua por tuberías a bajas presiones, de la cual el agua sale por pequeños orificios denominados boquillas dosificadoras.

Ventajas

Algunas ventajas del sistema de riego por microaspersión son:

- ✦ Alta eficiencia de aplicación del agua y uniformidad en su penetración en el perfil del suelo.
- ✦ Puede utilizarse prácticamente en suelos de cualquier pendiente.
- ✦ Se puede aplicar junto con el riego fertilizantes líquidos o solubles y sustancias de uso fitosanitario.
- ✦ Prevención de quemazón foliar por evaporación.
- ✦ Flexibilidad del diámetro húmedo y versatilidad.
- ✦ Economía de la mano de obra por la disminución de labores (riego, abonado).
- ✦ Amplio rango de autocompensación (mantiene el caudal uniforme aún con altas presiones)
- ✦ Caudales bajos.
- ✦ Adaptación a cualquier terreno.

Desventajas

- ✦ Altos costos de instalación.
- ✦ Puede propiciar condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades fungosas.
- ✦ Los emisores son fácilmente afectados por los animales (roedores, pájaros, etc.)

1.3.3.2 Riego por Aspersión.

Es un sistema de riego a presión por medio del cual se aplica el agua en forma de lluvia artificial al cultivo.

Ventajas

Algunas ventajas del sistema de riego por aspersión son:

- ✦ Precipitaciones más altas para los cultivos.
- ✦ Uso de equipo fijo o móviles.
- ✦ y fácil mantenimiento.
- ✦ No hay preocupación de taponamiento en las boquillas.
- ✦ Ahorro en la mano de obra.
- ✦ Eficiencia del riego y menor tiempo de riego.
- ✦ No requiere de sistema de filtrado.

Desventajas

- ✦ En lugares donde el viento es intenso no se recomienda.
- ✦ Aumento de enfermedades y propagación de hongos.
- ✦ Requiere una alta inversión para su instalación.
- ✦ Requiere altas presiones. (http://www.euroresidentes.com/jardinaria/sistemas_de_riego/riego/riego_por_aspersion.htm)

2.0 METODOLOGÍA

2.1 Localización del Proyecto

El proyecto se localiza en el corregimiento de San Luís - Municipio de Neiva, este corregimiento se sitúa en la parte Oriental del Municipio, limitado al norte con el Corregimiento de Chapinero al Sur con el Municipio de Palermo, al Oriente con el Municipio de Aipe y al Occidente con el Corregimiento de Aipécito. Su altura sobre el nivel del mar es de 1100 mts, a 60 kilómetros de la Capital del Departamento.

El proyecto DISEÑO DE RIEGO PARA LA GRANJA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN LUÍS BELTRÁN MUNICIPIO DE NEIVA – HUILA, se encuentra localizado en el corregimiento de San Luís, en la misma vereda. (Ver Figura No.2).

El área útil del proyecto es de 50295.82 m², las cuales son dedicadas al cultivo de: cítricos (limón y naranja) con 2 Ha y pasto para corte (Elefante) con 3 Ha. La elevación del predio esta entre 1167 m.s.n.m y 1270 m.s.n.m; las características climáticas de la zona son: Temperatura media de 22.6 °C, Humedad Relativa de 80 %, una velocidad media del viento de 2.9 m/sg. (Ver anexo H)

El registro pluvial de la zona presenta un carácter bimodal caracterizado por dos periodos de lluvias con dos periodos secos. La precipitación media anual de la zona es de 1923.5 mm; siendo el mes mas lluvioso Noviembre con un valor de 218.4 mm y el mes más seco es agosto con 93.3 mm. Fuente IDEAM (Ver anexo H)

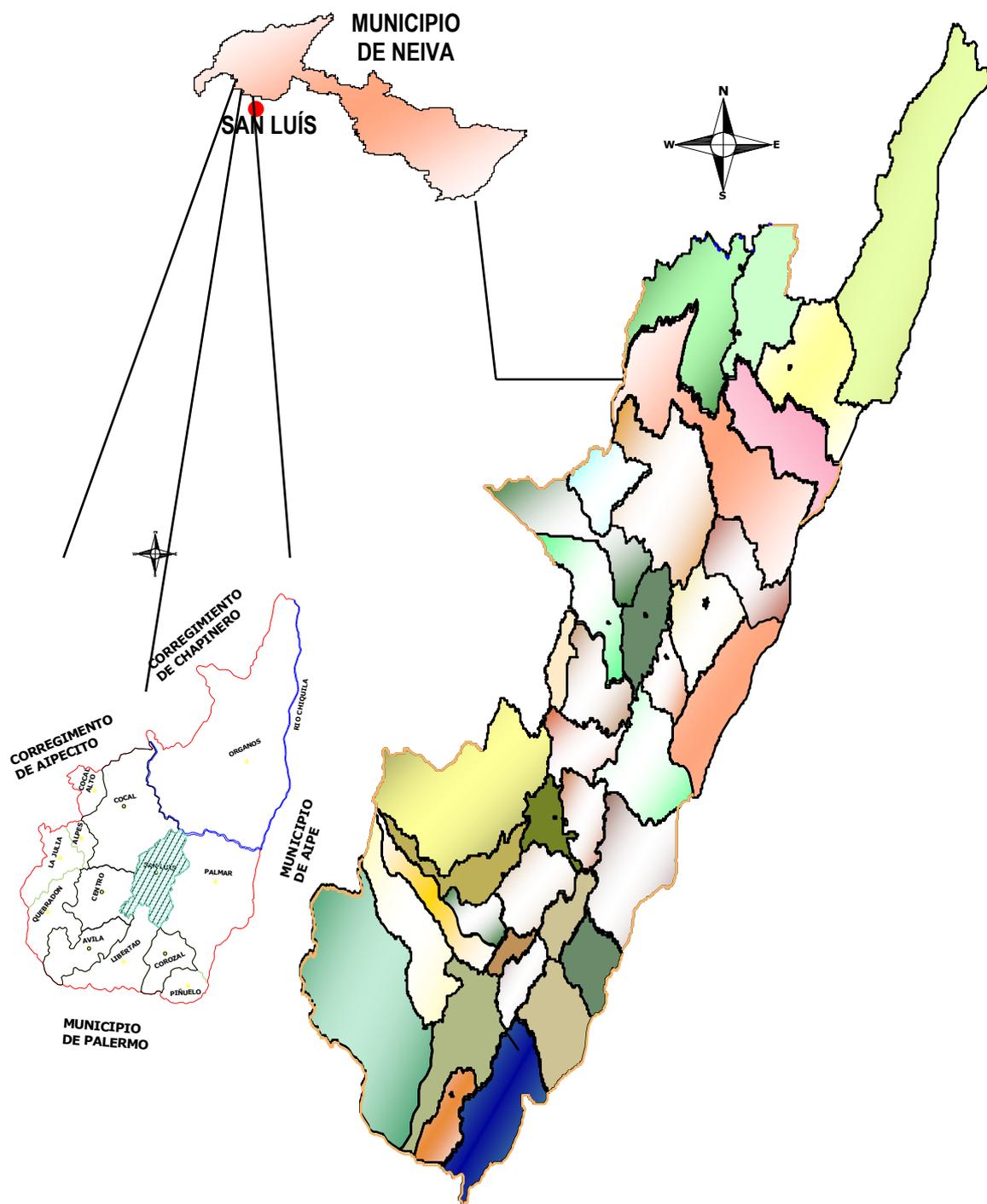


Figura No. 2. Ubicación geográfica del proyecto

2.2 Estudios Preliminares

Antes de realizar el diseño del sistema de riego, se hizo el reconocimiento de campo de la fuente de abastecimiento (Quebrada Órganos), la antigua red de conducción, su estructura y de la granja Villa Luz, todo esto fue necesario para hacer un estudio general del predio y de la zona, con el fin de valorar en forma adecuada las ofertas ambientales y diseñar con base en dichas condiciones específicas. La información prioritaria son las siguientes:

2.2.1 Suelo. Se realizaron algunos estudios y/o análisis relacionados principalmente con las características hidrodinámicas del suelo. Las variables fueron: la densidad aparente por el método del terrón parafinado en 3 puntos (Ver Anexo C), la infiltración por el método de los anillos infiltrómetros en 3 puntos (Ver Anexo D), textura del suelo por el método de Bouyoucos se analizó una sola muestra ya que el terreno era uniforme (Ver Anexo E), la capacidad de campo (CC) y el punto de marchites permanente (PMP), se encontraron por el método de la olla de presión (Ver Anexo F)

2.2.2 Topografía. El estudio topográfico consistió en el levantamiento topográfico para la conducción con el Theo – 10 (marca Carl Zeiss Jena) mediante el método de taquimetría, en la elaboración del perfil se utilizó el programa AUTOCAD 2004 versión académica.

Para el levantamiento topográfico (Planimétrico y Altimétrico) de la granja Villa Luz se hizo con el GPS (Map 76 CX GARMIN), posteriormente se procesaron los datos del GPS (Map 76 CX GARMIN) al programa del software y pasado a AUTOCAD 2004 versión académica, para finalmente obtener el plano. Las curvas de nivel se trazaron cada 1 m.

2.2.3 Agua. La oferta hídrica siempre va hacer disponible ya que la Quebrada Órganos tiene un caudal medio de 188 Lt./sg (Ver Anexo G), de

los cuales se necesitara 5.622 Lt/sg, para satisfacer los requerimientos hídricos de los cultivos. (Ver cuadros No 1 y 2. cálculos requerimientos hídricos).

2.2.4 Climatología. Se consideraron los parámetros climáticos que influyen sobre el proceso de Evapotranspiración, tales como: Temperatura, Humedad Relativa, Velocidad del Viento, Brillo Solar y Evaporación. Estos parámetros se obtuvieron en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), y corresponde a las estaciones ubicadas en San Luís (Neiva) a 1140 m.s.n.m. (esta estación se tomaron datos hasta el 2002) y Santa Maria a 1300 m.s.n.m.(se tomo esta estación ya que era la más cercana de la zona y tiene los otros datos), con registros 31 y 36 años respectivamente (Ver Anexo H).

2.2.5 Cultivo. Se realizó el cálculo de la Evapotranspiración potencial para el cultivo de cítricos y pasto por el método de Hargreaves (Ver Anexo I), además se tuvo en cuenta el mayor coeficiente del cultivo (K_c), propuesto por Hargreaves alcanzado durante las etapas de desarrollo (Ver Anexo I).

2.3 Diseño del Sistema de Riego

Para el diseño del sistema de riego por Micro aspersion y Aspersion se utilizó la metodología implementada por Cifuentes⁶. (2001), en donde se determina los requerimientos hídricos, la selección de la unidad de riego, espaciamiento entre unidades, diseño de tuberías laterales, múltiples, alimentación y principal

⁶ CIFUENTE P., Miguel Germán. Metodología para el diseño de sistemas de riego a presión. Neiva 2001., 165 p. Tesis (Especialización en Ingeniería de Irrigación). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. Programa de Postgrado de Irrigación.

3. ANTECEDENTES

El desarrollo del siguiente estudio nació de la necesidad de la comunidad educativa de la Institución San Luís Beltrán, la cual por su tipo de especialidad “Agropecuaria”, imparte conocimientos a sus alumnos, preparándolos en áreas específicas tanto agrícolas como pecuarias. Dada la necesidad apremiante de contar con un sitio apto para el desarrollo de prácticas para tal fin, muestran su inconformidad ya que años atrás (12 años) fue construido un pequeño sistema de irrigación para beneficio de la Granja y por las fallas técnicas en el sistema nunca lograron contar con agua para la implementación de cultivos y poder convertirla en una verdadera granja modelo del Municipio de Neiva.

3.1 ¿Diagnostico del antiguo minidistrito de riego?

- ⊕ El dique toma construido para la captación actualmente no tiene funcionamiento ya que el cauce de la Quebrada Órganos se desvió a la margen izquierda, dejando a su paso colmatado de arena. (Ver Figura No. 3 y 4)



La Fuente se desvió de la bocatoma

Rejilla totalmente colmatada

Figura No. 3. Desvió de la fuente Quebrada Órganos



Alta sedimentación de arenas.

Figura No. 4. Colmatación en el dique toma

- ⊕ El cauce de la quebrada Órganos se desplazo hacia la margen derecha tres metros, presentando socavación y encajonamiento al dique toma. (Ver Figura No.5)
- ⊕ La Quebrada presenta alta sedimentación de arenas y limos.
- ⊕ El tramo de conducción (Bocatoma – Desarenador), presenta fallencias en el encofrado de tubería, notándose claramente esta y su mal estado (rotura). (Ver Figura No. 6)



Socavación del dique

Figura No. 5. Socavación y encajonamiento al dique toma

- ⊕ El Desarenador presenta muy pocos orificios en las pantallas de aquietamiento y la salida presenta el mismo diámetro de entrada de 3", el talud que lo apoya presenta desprendimiento de material,

colocando en riesgo la estabilidad de la obra y su mal estado de conservación.(Ver figura No.7 y 8)



La Tubería se encuentra descubierta

Figura No. 6. Falencia en el encofrado de la tubería y rotura



Mal estado de conservación del Desarenador

Figura No. 7. Mal estado del desarenador



Figura No. 8. El diámetro de entrada y salida es el mismo de 3”

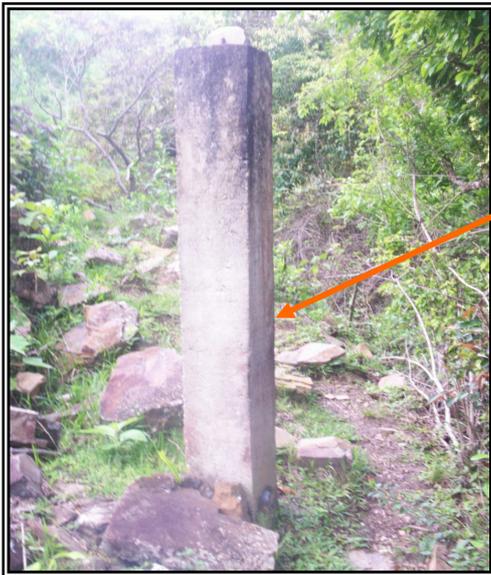
- ⊕ En los tramos siguientes la tubería se encuentra descubierta (sin enterrarla al suelo) sin ningún tipo de protección lo que ha debilitado sus condiciones físicas.(Ver Figura No 9).



Tubería totalmente descubierta sin ninguna protección.

Figura No. 9. Tubería descubierta sin ninguna protección

- ⊕ En un 40% ha sido quitada la tubería polietileno de su sitio, por lo que se notan tramos sin esta. (Ver Figura No. 10)



Tubería retirada del sitio de conducción.

Figura No. 10. Tubería retirada de su sitio original

4. RESULTADOS

4.1 DISEÑO HIDRÁULICO

En el diseño hidráulico se tuvo en cuenta los parámetros técnicos, implementado por López, Cualla 1995, con estos parámetros se desarrollo los cálculos hidráulicos de la bocatoma de fondo y desarenador de dichas obras hidráulicas.

4.1.1 DISEÑO DE LA CAPTACIÓN

La captación se construirá en la Quebrada Órganos, en los dos aforo que se realizaron en el mes de Septiembre del 2006, dio como promedio 188 Lt/sg. (Ver Anexo G). La Bocatoma será de fondo, se ubicara en la Abscisa 0 y cota 1287.89 m.sn.m, del levantamiento topográfico, tendrá un ancho de de un 1.2 mts. Ver plano No.1 y 2.

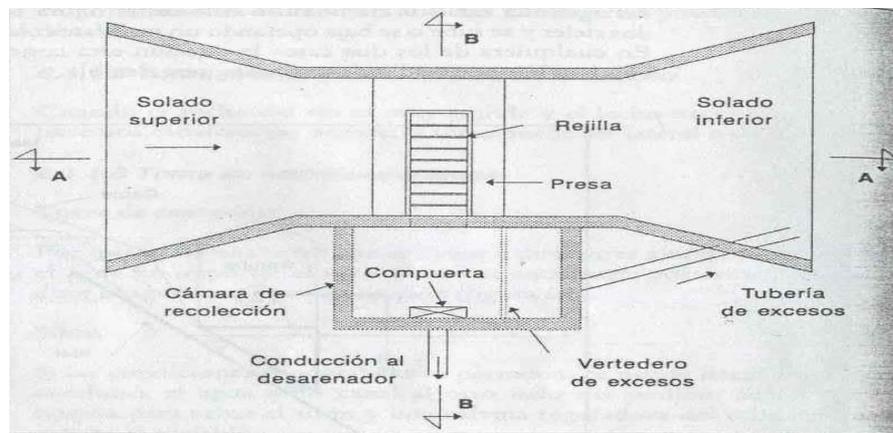


Figura No. 11. Bocatoma de fondo – Planta (López Cualla, 1995)

4.1.1.1 Caudal de diseño (Qd)

4.1.1.1.1 Cálculos de Requerimiento Hídricos

Según los requerimientos hídricos y la metodología implementada por CIFUENTE para diseñar el sistema de riego por microaspersión y aspersión (Ver cálculos hidráulicos del sistema de riego), se necesita 5.6 Lt/sg. Para compensar la necesidad hídrica de los cultivos (Pastos y cítricos).

Calculo de la Evapotranspiración (ETP) según la fórmula de HARGREAVES

$$EVPT = 17.37 \times Kc \times d \times T \times (1 - 0.01 \times Hn)$$

EVPT =	Evapotranspiración mensual (mm)
Kc =	Coefficiente empírico del cultivo (pasto = 0.93, cítricos = 0.75)
D =	Coefficiente mensual de duración del día
T =	Temperatura media mensual (°C)
Hn =	Humedad relativa al medio día (%)

Para calcular el valor de la humedad relativa media mensual al medio día (Hn) se empleó la expresión matemática:

$$Hn = 1 + 0.4 \times Hr + 0.004 \times Hr^2$$

Hr = Humedad relativa media mensual (%)

El coeficiente mensual de duración del día (d), se calcula mediante la expresión:

$$D = 0.12 P$$

P = Porcentaje mensual de horas – Luz de BLANEY CRIDDLE. (Ver Anexo I)

Lamina de Agua Realmente Aprovechable (LARA)

$$LARA = \left(\frac{CC - PMP}{100} \right) \times \frac{DA}{DW} \times PRE \times NA$$

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

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

DA = Densidad aparente (gr/cm³)

DW = Densidad del agua (gr/cm³)

PRE = Profundidad radicular efectiva (75% de la profanidad radicular)

NA = Nivel de agotamiento (50%)

Volumen de Agua Realmente Aprovechable (VARA)

$$\text{VARA} = \text{LARA} \times 100^3/\text{Ha.mm}$$

Volumen de Agua Rápida Aprovechable (VARARL)

$$\text{VARARL} = (\text{LARA}) \times (\text{PW}) \text{ (a)}$$

PW = Porcentaje del área humedecida

$$\text{PW} = \left[\frac{\text{ATH}}{10000\text{m}^2} \right] \times [100] \rightarrow \text{(b)}$$

ATH = Area total humedecida (m²)

$$\text{ATH} = \pi r^2$$

Frecuencia de Riego (Fr)

$$\text{Fr} = (\text{VARARL}/\text{U}_{\text{CR}}) \text{ (c)}$$

U_{CR} = Uso consumo real (m³/dia)

$$\text{U}_{\text{CR}} = \left(\frac{\text{UC} \cdot 10\text{m}^3/\text{Ha}}{1\text{mm}} \right) \cdot \text{PW} \rightarrow \text{(d)}$$

Volumen Neto Ajustado (VNA)

$$\text{VNA} = (\text{FrA}) \times \text{U}_{\text{CR}}$$

FrA = Frecuencia de riego ajustada, la cual no debe exceder los tres días

Volumen Bruto (VB)

$$VB = (VNA/EA)$$

EA = Eficiencia de aplicación del sistema de riego

Tasa de Aplicación Del Aspersor (Ta)

$$Ta = 89.1 \frac{\text{Gal}}{\text{min}} \times \frac{60\text{min}}{1\text{Hr}} \times \frac{3.786\text{Lt}}{1\text{Gal}} \times \frac{1\text{m}^3}{1000\text{Lt}} = 20.24 \frac{\text{m}^3}{\text{Hr}}$$

Del Microaspersor (Tm)

$$Tm = 55 \frac{\text{Lt}}{\text{Hr}} \times \frac{1\text{m}^3}{1000\text{Lt}} = 0.055 \frac{\text{m}^3}{\text{Hr}}$$

Grado de Aplicación del Sistema de Riego (Ga)

$$Ga = \frac{3.6 \times q(\text{Lt/Seg})}{EL(\text{M}) \times EP(\text{m})} \times (\text{ATH})\text{m}^2$$

Ga= Caudal del aspersor (Lt/Seg)

EL = Espaciamiento del aspersor sobre el lateral (m)

Ep = Espaciamiento de posiciones del lateral sobre el principal (m)

ATH = Área total humedecida m²

Tiempo de Riego por Posición (TR)

$$TR = VB/Ga$$

Nuevo Nivel de Agotamiento (NA)

Como:

$$VARA = (VAA) \times (NA) \quad (e)$$

VAA= Volumen de agua aprovechable (m³/Ha)

$$VAA = LAA \times 10^3/\text{Ha} - \text{mm} \quad (f)$$

LAA = Lamina de agua aprovechable (mm)

$$LAA = \left(\frac{CC - PMP}{100} \right) \times \rho_a \times Pre$$

$$VARA = VARARL/PW \quad \text{Donde } VARALR = VNA$$

Se despeja (Na) en (e)

$$NA = (VARA/VAA) \times 100$$

Humedad del Suelo a Regar (HS)

$$HS = CC - ARA \text{ (g)}$$

ARA = Agua rápida aprovechable (%)

$$ARA = AA \times NA \text{ (h)}$$

AA = Agua aprovechable (%)

$$AA = CC - PMP$$

Caudal de diseño

Según los datos cálculos para los requerimientos hídricos para el pasto y los cítricos el mes más crítico de riego es el mes de Agosto. Para el sistema de aspersión (cultivo pasto) son veinte y una posiciones, cada posición tiene un tiempo de riego de dos horas con una frecuencia de riego cada tres días. Para el sistema de microaspersión (cultivo cítricos), se maneja dos sectores de riego con una duración de cada uno de 3.36 hr por sector de riego, con la misma frecuencia de riego que tiene el pasto.

Qd = Caudal de diseño.

$$Qd = 10 \text{ Lt/sg} = 0.010 \text{ m}^3/\text{sg}$$

Nota. Se captara este caudal ya que si se capta un caudal menor la velocidad en la rejilla no estará en el parámetro según López, Cualla 1995.

CUADRO No 1. REQUERIMIENTO HÍDRICOS DEL PASTO

CULTIVO: PASTO (ELEFANTE)

Prof. Radicular = 22.5 cm
 Prof. Radicular efectiva = 22.5 cm
 Área del cultivo = 30148 m²

SUELO

Da = 2.07 gr/cm³
 CC = 22.7 %
 PMP = 11.7 %

UNIDAD DE RIEGO

Aspersor = 1001 Golondrina
 Q descarga = 89.1 GPM
 Diam. Húmedo = 64.8 m

PARÁMETRO	ENERO	FEB.	MAR.	ABR.	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
Evapotranspiración mensual EVPT (mm/mes)	153,39	141,55	146,32	140,57	146,43	145,32	158,69	165,54	165,09	155,79	133,68	146,92
Uso consumo (mm/día)	4,95	4,57	4,72	4,53	4,72	4,69	5,12	5,34	5,33	5,03	4,31	4,74
Lamina agua rapid. Aprovechable LARA (mm)	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62
Volumen agua rapid. Aprovechable VARA (m ³ /Ha)	256,16	256,16	256,16	256,16	256,16	256,16	256,16	256,16	256,16	256,16	256,16	256,16
Area total a humedecer ATH (m ²)	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92
Porcentaje area humedecida PW (%)	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98
Volumen agua rapid. Aprovechable para riego VARARL (m ³)	84,48	84,48	84,48	84,48	84,48	84,48	84,48	84,48	84,48	84,48	84,48	84,48
Uso consumo real Ucr(m ³ /día)	16,32	15,06	15,57	14,95	15,58	15,46	16,88	17,61	17,56	16,57	14,22	15,63
Frecuencia de riego Fr (días)	5,18	5,61	5,43	5,65	5,42	5,46	5,00	4,80	4,81	5,10	5,94	5,40
Frecuencia de riego ajustada FrA (días)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Volumen neto ajustado VNA (m ³)	48,95	45,18	46,70	44,86	46,73	46,38	50,64	52,83	52,69	49,72	42,66	46,89
Volumen bruto VB (m ³)	61,19	56,47	58,37	56,08	58,42	57,97	63,31	66,04	65,86	62,15	53,33	58,61
Tasa de aplicación Ta (m ³ /Hr)	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24
Grado de aplicación Ga (m ³ /Hr)	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10
Tiempo de riego TR (Horas)	1,85	1,71	1,76	1,69	1,77	1,75	1,91	2,00	1,99	1,88	1,61	1,77
Lamina agua Aprovechable LAA (mm)	51,23	51,23	51,23	51,23	51,23	51,23	51,23	51,23	51,23	51,23	51,23	51,23
Volumen agua Aprovechable VAA (m ³ /Ha)	512,33	512,33	512,33	512,33	512,33	512,33	512,33	512,33	512,33	512,33	512,33	512,33
VARA (m ³ /Ha)	148,44	136,99	141,60	136,04	141,71	140,63	153,57	160,20	159,76	150,76	129,37	142,18
Nivel Agotamiento NA (%)	28,97	26,74	27,64	26,55	27,66	27,45	29,97	31,27	31,18	29,43	25,25	27,75
Agua Aprovechable AA (%)	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Agua rapid. Aprovechable ARA (%)	3,19	2,94	3,04	2,92	3,04	3,02	3,30	3,44	3,43	3,24	2,78	3,05
Humedad del suelo a regar Hs (%)	19,51	19,76	19,66	19,78	19,66	19,68	19,40	19,26	19,27	19,46	19,92	19,65

CUADRO No 2. REQUERIMIENTO HÍDRICOS DE LOS CÍTRICOS

CULTIVO: CÍTRICOS (NARANJA, LIMÓN)

Prof. Radicular = 50 cm
 Prof. Radicular efectiva = 37.5 cm
 Área del follaje = 28.26 m²

SUELO

Da = 2.07 gr/cm³
 CC = 22.7 %
 PMP = 11.7 %

UNIDAD DE RIEGO

Microaspersor RFR JET 6900
 Q descarga = 55 LPH
 Diam. Húmedo = 6.0 m

PARÁMETRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
Evapotranspiración mensual EVPT (mm/mes)	123,70	114,15	118,00	113,36	118,09	117,19	127,97	133,50	133,14	125,64	107,81	118,48
Uso consumo (mm/día)	3,99	4,08	3,81	3,78	3,81	3,91	4,13	4,60	4,44	4,05	3,59	3,82
Lamina de agua Aprovechable LAA (mm)	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39
Lamina de agua rapid. Aprovechable LARA (mm)	42,69	42,69	42,69	42,69	42,69	42,69	42,69	42,69	42,69	42,69	42,69	42,69
Frecuencia de riego Fr (días)	10,70	10,47	11,22	11,30	11,21	10,93	10,34	9,27	9,62	10,53	11,88	11,17
Frecuencia de riego ajustada FrA (días)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Lamina neta ajustada LNA (mm)	11,97	12,23	11,42	11,34	11,43	11,72	12,38	13,81	13,31	12,16	10,78	11,47
Lamina bruta LB (mm)	14,96	15,29	14,27	14,17	14,29	14,65	15,48	17,26	16,64	15,20	13,48	14,33
Volumen de agua por planta (VAP)	4228,76	4320,56	4033,82	4004,55	4036,98	4139,83	4374,78	4878,43	4703,01	4294,92	3808,30	4050,43
Area total a humedecer ATH (m ²)	21,21	21,21	21,21	21,21	21,21	21,21	21,21	21,21	21,21	21,21	21,21	21,21
Tiempo de riego TR (Horas)	2,91	2,97	2,78	2,76	2,78	2,85	3,01	3,36	3,24	2,96	2,62	2,79
Nivel Agotamiento NA (%)	14,02	14,32	13,37	13,28	13,38	13,72	14,50	16,17	15,59	14,24	12,63	13,43
Agua Aprovechable AA (%)	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Agua rapid. Aprovechable ARA (%)	1,54	1,58	1,47	1,46	1,47	1,51	1,60	1,78	1,72	1,57	1,39	1,48
Humedad del suelo a regar Hs (%)	21,16	21,12	21,23	21,24	21,23	21,19	21,10	20,92	20,98	21,13	21,31	21,22

4.1.1.2 Altura de la lámina de agua (H)

La altura de la lámina de agua sobre el vertedero para un caudal de 188 Lt/sg y un ancho de dique (B) de 1.2 m, se calcula mediante la siguiente expresión (López Cualla, 1995):

H = Altura de lamina de agua al paso de la rejilla
Qd = Caudal de diseño
B = Ancho del dique

$$H = \left(\frac{Qd}{1.84 \times B} \right)^{2/3}$$
$$H = \left(\frac{0.011m^3/sg}{1.84 \times 1.2 m} \right)^{2/3} = 0.027m$$

4.1.1.3 Contracciones Laterales (L)

Según López Cualla, 1995:

$$L = B - 0.2H$$

L = Ancho en la contracción corregido
B = Ancho de dique (m)
H = Lamina de agua (m)

$$L = 1.2 m - 0.2 \times (0.027 m) = 1.19 m.$$

4.1.1.4 Velocidad del Agua por la rejilla (Vr)

Según López Cualla, 1995
Vr = Velocidad del agua sobre la rejilla
Qd = Caudal de diseño
L = Ancho en la contracción dique
H = Altura de lamina de agua al paso de la rejilla

$$Vr = \left(\frac{Qd}{L \times H} \right)$$

$$Vr = \left(\frac{0.010m^3/sg}{1.19 m \times 0.027m} \right) = 0.31m/sg$$

La condición es $0.3 \text{ m/sg} < V_r < 3.0 \text{ m/sg}$, entonces esta condición si se cumple $V_r = 0.31 \text{ m/sg}$

4.1.1.5 Ancho del canal de aducción

Se calcula mediante las siguientes expresiones, según López Cualla, 1995

X_s = Alcance filo Superior (m)

V_r = Velocidad del agua al paso de la rejilla

H = Altura de lamina de agua al paso de la rejilla

$$X_s = 0.36 \times V_r^{2/3} + 0.60 \times H^{4/7}$$

$$X_s = 0.36 \times (0.31 \text{ m/sg})^{2/3} + 0.60 \times (0.027 \text{ m})^{4/7} = 0.24 \text{ m}$$

X_i = Alcance filo Inferior (m)

$$X_i = 0.18 \times V_r^{4/7} + 0.74 \times H^{3/4}$$

$$X_i = 0.18 \times (0.31 \text{ m/sg})^{4/7} + 0.74 \times (0.027 \text{ m})^{3/4} = 0.14 \text{ m}$$

B = Ancho del canal de Aducción (m)

$$B = X_s + 0.1 \text{ m}$$

$$B = 0.25 \text{ m} + 0.1 \text{ m} = 0.35 \text{ m}$$

Se adopta $B = 0.4 \text{ m}$

4.1.1.6 Calculo de la rejilla

En la figura No. 3, se muestra los parámetros requeridos para el diseño de la rejilla de captación. El marco de la rejilla se construye de alas iguales de $3/16" \times 1 \ 1/4"$, con tres bisagras, cuatro anclajes y barras de $5/8"$.

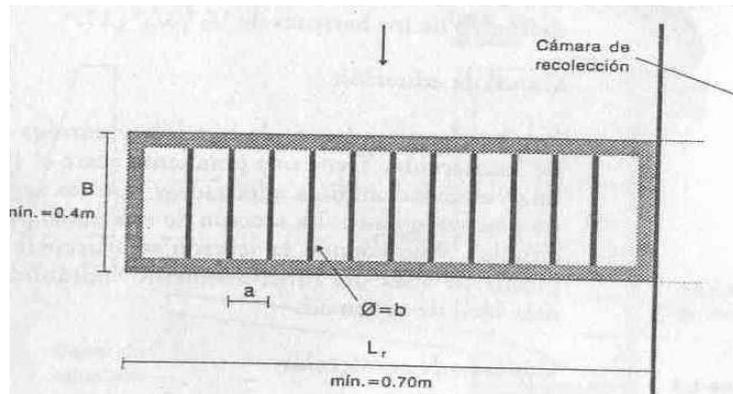


Figura No. 12. Rejilla de captación (López Cualla, 1995)

Donde:

B = Ancho de la rejilla (m)

N = Numero de espacios entre barras.

a = Separación de orificios (m)

b = Diámetros de las barras (m)

Lr = Longitud de la rejilla (m)

Área Neta (AN), según López Cualla, 1995, se calcula:

$$AN = \left(\frac{Qd}{0.9 \times V_b} \right)$$

Qd = Caudal de diseño

V_b = Velocidad de captación (se asume 0.10 m/sg)

$$AN = \left(\frac{0.010 \text{ m}^3/\text{sg}}{0.9 \times 0.1 \text{ m/sg}} \right) = 0.111 \text{ m}^2$$

Longitud de la Rejilla (Lr), según López Cualla, 1995, se calcula:

$$Lr = \left(\frac{AN \times (a + b)}{a \times B_1} \right)$$

B = 0.40 m

a = se asume 0.01 m

b = 5/8" = 0.0159 m

$$Lr = \left(\frac{0.111\text{m}^2 \times (0.01\text{m} + 0.0159\text{m})}{0.01\text{m} \times 0.4\text{m}} \right) = 0.72\text{m}$$

Se adopta 0.70 m de longitud de rejilla

Área Neta (AN) corregida, según López Cualla, 1995, se calcula:

$$AN = B_1 \times Lr \left(\frac{a}{a+b} \right)$$

$$AN = 0.4\text{m} \times 0.7\text{m} \left(\frac{0.01\text{m}}{0.01\text{m} + 0.0159\text{m}} \right) = 0.108\text{m}^2$$

Numero de espacio de la rejilla (N), según López Cualla, 1995, se calcula:

$$N = \frac{AN}{a \times B_1}$$

$$N = \frac{0.108\text{m}^2}{0.01\text{m} \times 0.4\text{m}} = 27\text{espacios}$$

Se adopta **27 espacios**, separado cada 1 cm entre si.

4.1.1.7 Condiciones finales de diseño de la rejilla

Área Neta (AN)

$$AN = a \times B_1 \times N$$

$$AN = 0.01\text{m} \times 0.40\text{m} \times 27 = 0.108\text{m}^2$$

Velocidad de captación (V_b)

$$V_b = \left(\frac{Qd}{0.9 \times AN} \right)$$

$$V_b = \left(\frac{0.01\text{m}^3/\text{sg}}{0.9 \times 0.108\text{m}^2} \right) = 0.103\text{m}/\text{sg}$$

Longitud de la Rejilla (Lr)

$$L_r = \left(\frac{AN \times (a + b)}{a \times B_1} \right)$$

$$L_r = \left(\frac{0.103\text{m}^2 \times (0.01\text{m} + 0.0159\text{m})}{0.01\text{m} \times 0.4\text{m}} \right) = 0.70\text{m}$$

Se adopta $L_r = 0.70 \text{ m}$

4.1.1.8 Niveles de agua en el canal de aducción

En la Figura No. 4, se muestra los parámetros de diseño para el canal de aducción. La entrega a la cámara de recolección debe realizarse a descarga libre, donde

$h_e = h_c$

h_e = Profundidad agua abajo del canal de aducción (m)

h_c = Profundidad crítica (m)

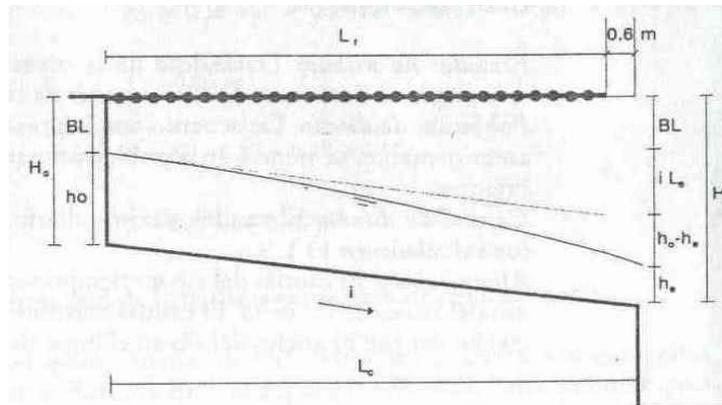


Figura No. 13. Perfil del canal de aducción (López Cualla, 1995)

Aguas Abajo (h_e), Según López Cualla, 1995, se calcula:

$$h_c = h_e = \left\{ \frac{Qd^2}{g \times B^2} \right\}^{1/3}$$

Qd = Caudal de diseño (m^3/sg)

g = Aceleración de la gravedad ($9.81 \text{ m}/\text{sg}^2$)

B = Ancho de la rejilla (m)

$$h_c = h_e = \left\{ \frac{(0.01 \text{ m}^3/\text{sg})^2}{9.81 \text{ m}/\text{sg}^2 \times (0.4 \text{ m})^2} \right\}^{1/3} = 0.04 \text{ m}$$

Aguas arriba (h_0), según López Cualla, 1995, se calcula:

$$h_0 = \left\{ 2 \times h_c^2 + \left(h_c \frac{i \times L_c}{3} \right)^2 \right\}^{1/2} - \frac{2}{3} i \times L_c$$

i = Se adopta una pendiente del 3.0 %, según López Cualla, 1995

h_c = Profundidad crítica (m)

L_c = Longitud del canal de aducción

$L_c = L_r + \text{Espesor muro}$

$L_c = 0.70 \text{ m} + 0.2 \text{ m} = 0.90 \text{ m}$

$$h_0 = \left\{ 2 \times (0.90 \text{ m})^2 + \left(0.04 - \frac{0.03 \times 0.90 \text{ m}}{3} \right)^2 \right\}^{1/2} - \frac{2}{3} \times 0.03 \times 0.90 \text{ m} = 0.051$$

Profundidad normal a la entrada del canal (H_0), según López Cualla, 1995

$H_0 = h_0 + BL$

Se adopta $BL = 0.15 \text{ m}$

$H_0 = 0.051 \text{ m} + 0.15 \text{ m} = 0.2 \text{ m}$

Profundidad normal a la salida del canal (H_e), según López Cualla, 1995

$H_e = h_e + (h_0 - h_e) + (i \times L_c) + BL$

$H_e = 0.04 \text{ m} + (0.051 \text{ m} - 0.04 \text{ m}) + (0.03 \times 0.95 \text{ m}) + 0.15 = 0.23 \text{ m}$

Velocidad del agua a la salida del canal (V_e). Según López Cualla, 1995

$$V_e = \left(\frac{Q_d}{B \times h_e} \right)$$

$$V_e = \left(\frac{0.01 \text{ m}^3/\text{sg}}{0.04 \text{ m} \times 0.23 \text{ m}} \right) = 0.63 \text{ m/sg}$$

La condición es $0.3 \text{ m/sg} < V_r < 3.0 \text{ m/sg}$, entonces esta condición si se cumple $V_r = 0.63 \text{ m/sg}$

4.1.1.9 Cámara de Recolección

En la Figura No. 5, se muestra los parámetros para la cámara de recolección.

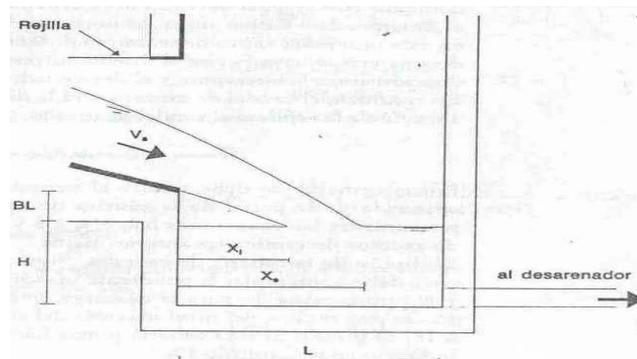


Figura No. 14. Corte de la cámara de recolección (López Cualla, 1995)

Alcance Superior (X_s)

V_e = Velocidad del agua a la salida del canal (m/sg)

h_e = profundidad agua abajo del canal de aducción (m)

$$X_s = 0.36 \times V_e^{2/3} + 0.60 \times h_e^{4/7}$$

$$X_s = 0.36 \times (0.63 \text{ m/sg})^{2/3} + 0.60 \times (0.04 \text{ m})^{4/7} = 0.36 \text{ m}$$

Alcance Inferior (X_i)

$$X_i = 0.18 \times V_e^{4/7} + 0.74 \times h_e^{3/4}$$

$$X_i = 0.18 \times (0.63 \text{ m/sg})^{4/7} + 0.74 \times (0.04 \text{ m})^{3/4} = 0.20 \text{ m}$$

B = Ancho de la cámara de recolección (m)

$$B = X_s + 0.1 \text{ m}$$

$$B = 0.4\text{m} + 0.3\text{m} = 0.7\text{m}$$

Largo Se adopta $L = 1.5 \text{ m}$

BL = Borde libre de la cámara es de **0.15 m**

P = Profundidad **0.65 m** incluido el borde libre

4.1.1.10 Altura de los muros de contención

$$Q_{\text{max}} = 0.8 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$H = \left(\frac{Q_d}{1.84 \times L} \right)^{2/3}$$

$$H = \left(\frac{0.8 \text{ m}^3/\text{sg}}{1.84 \times 1.2 \text{ m}} \right)^{2/3} = 0.51\text{m}$$

$$BL = 0.49 \text{ m}$$

$$HT = 1.0 \text{ m}$$

4.1.1.11 Caudal de excesos

$$Q \text{ prom río} = 0.19 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$H = \left(\frac{Q_d}{1.84 \times L} \right)^{2/3}$$

$$H = \left(\frac{0.19 \text{ m}^3/\text{sg}}{1.84 \times 1.2 \text{ m}} \right)^{2/3} = 0.19\text{m}$$

Caudal de captación

$$C_d = 0.3$$

$$Q_{\text{capt}} = (C_d \times A_{\text{net}} \times \sqrt{2 \times g \times H})$$

$$Q_{\text{capt}} = (0.3 \times 0.2 \text{ m}^2 \times \sqrt{2 \times 9.81 \text{ m}/\text{sg}^2 \times 0.19 \text{ m}}) = 0.117 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$Q_{\text{excesos}} = Q_{\text{capt}} - Q_{\text{diseño}}$$

$$Q_{\text{excesos}} = 0.117 \text{ m}^3/\text{sg} - 0.01 \text{ m}^3/\text{sg} = 0.107 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$H = \left(\frac{Qd}{1.84 \times L} \right)^{2/3}$$

$$H = \left(\frac{0.107 \text{ m}^3/\text{sg}}{1.84 \times 1.5 \text{ m}} \right)^{2/3} = 0.115 \text{ m}$$

Velocidad de excesos

$$V_e = \left(\frac{Q_{exc}}{B_{camara} \times H_{exce}} \right)$$

$$V_e = \left(\frac{0.107 \text{ m}^3/\text{sg}}{1.5 \text{ m} \times 0.115 \text{ m}} \right) = 0.623 \text{ m/sg}$$

$$X_s = 0.36 \times V_r^{2/3} + 0.60 \times h_o^{4/7}$$

V_e = Velocidad de exceso (m/sg)

H_e = profundidad agua de exceso (m)

$$X_s = 0.36 \times (0.623 \text{ m/sg})^{2/3} + 0.60 \times (0.115 \text{ m})^{4/7} = 0.437 \text{ m}$$

4.1.1.12 Tubería de excesos

$$i = \left(\frac{\text{Cota piso camara exceso - cota del rio en la entrega}}{\text{Largo de entrega}} \right) * 100$$

$$i = \left(\frac{1287.01 - 1286.0}{11} \right) * 100 = 9.19\%$$

$$j = 0.0919\%$$

$$D = \left(\frac{Q_{exc}}{0.2785 \times C \times J^{0.54}} \right)^{1/2.63}$$

$$D = \left(\frac{0.107 \text{ m}^3/\text{sg}}{0.2785 \times 100 \times 0.0919^{0.54}} \right)^{1/2.63} = 7.764''$$

Se adopta un $D = 8''$

4.1.1.13 Pozo de amortiguación

Velocidad al pie del dique

$$Z = h + Hd$$

h= Altura del dique

Hd = Altura de la lamina de diseño

$$Z = 1.0\text{m} + 0.027\text{m} = 1.027\text{m}$$

$$V_1 = \sqrt{2 \times g \times (Z - 0.5 \times Hd)}$$

$$V_1 = \sqrt{2 \times 9.81\text{m/sg}^2 \times (1.027\text{m} - 0.5 \times 0.027\text{m})} = 4.46\text{m/sg}$$

Calculo de la altura del agua en la base del aliviadero

$$Y_1 = \frac{Q_{\max}}{V_1 \times L}$$

$$Y_1 = \frac{0.8\text{m}^3/\text{sg}}{4.46\text{m/sg} \times 1.0\text{m}} = 0.180\text{m}$$

Calculo Número de Fraude (altura del dentellon)

$$F_1 = \left(\frac{V_1}{\sqrt{g \times Y_1}} \right)$$

$$F_1 = \left(\frac{4.46\text{m/sg}}{\sqrt{9.81\text{m/sg}^2 \times 0.134\text{m}}} \right) = 3.36$$

Se busca este valor F_1 a h/Y_1 en la tabla de Foster y Skrinde. Figura No 15

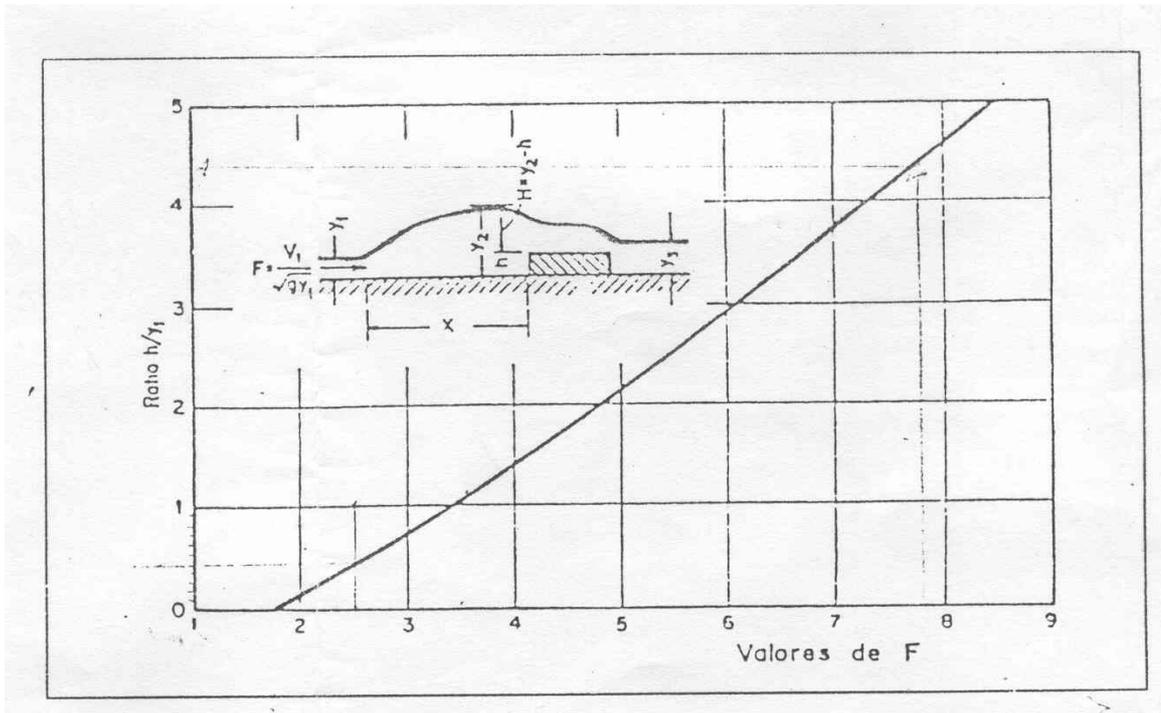


Figura No. 15. Relaciones analíticas entre F y h/Y_1 , para un vertedero de cresta ancha (Foster y Skrinde)

Para $F_1 = 3.36$ se tiene que $h/Y_1 = 1.0$, entonces:

$$h = 1.0 \times (Y_1) = 1.4 \times (0.134\text{m}) = 0.18 \text{ m}$$

Calculo de la altura del agua sobre el dentellon Y_2

$$2.667 \times F_1 \times \left[1 + \left(\frac{h}{3} \right) \right] = \left[\frac{Y_2}{Y_1} - \frac{h}{Y_1} \right]^3$$

Le dan valores a Y_2 , entonces la ecuación 1 y ecuación 2 debe ser igual y el valor dado Y_2 es el valor correcto.

$$2.667 \times 3.36 \times \left[1 + \left(\frac{0.18\text{m}}{3} \right) \right] = \left[\frac{0.581\text{m}}{0.18\text{m}} - \frac{0.18\text{m}}{0.18\text{m}} \right]^3$$

$$18.0\text{m} = 18.0\text{m}$$

$$Y_2 = 0.65 \text{ m}$$

Calculo Y_3 (lamina después del dentellon)

$$Y_3 = \left[\frac{(2 \times Y_2 + h)}{3} \right]$$

$$Y_3 = \left[\frac{(2 \times 0.65\text{m} + 0.18\text{m})}{3} \right] = 0.50\text{m}$$

Se debe cumplir $h < Y_3 < Y_2$

$$0.18\text{m} < 0.50\text{m} < 0.65\text{m} \quad \text{O.K}$$

Longitud del pozo

$$L = 5 * (h + Y_3)$$

$$L = 5 * (0.18\text{m} + 0.50\text{m}) = 3.5\text{m}$$

4.1.2 DISEÑO LÍNEA DE CONDUCCIÓN BOCATOMA – DESARENADOR

Para el diseño se tendrá en cuenta las siguientes características:

Cota salida de la bocatoma = 1287.010

Cota llega al desarenador = 1284.260

Longitud de aducción = 43.45 m

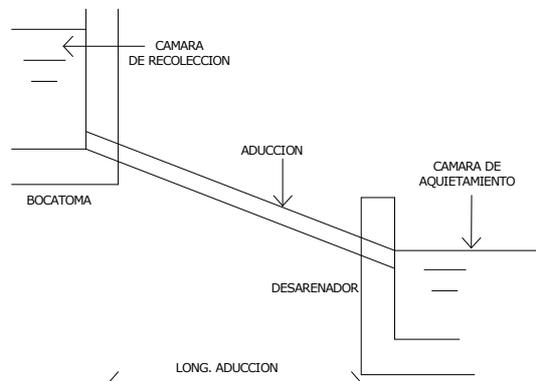


Figura No. 16. Conducción Bocatoma – Desarenador (López Cualla, 1995)

Diferencia de altura = 2.70m

Pendiente = 6.21 %

Para conductos con flujo por gravedad se empleó la ecuación de Manning para el cálculo del diámetro (D). Es un flujo libre, como un alcantarillado.

Donde:

$$D = 1.548 \times \left(\frac{n \times Q}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

n(plástico) = 0.010

Q = Caudal a conducir (m³/sg)

S = Pendiente desde la bocatoma hasta el desarenador

$$D = 1.548 \times \left(\frac{0.010 \times 0.01 \text{ m}^3/\text{sg}}{0.06^{1/2}} \right)^{3/8} = 0.089 \text{ m}$$

D = 4 Pulg

En el trayecto de la aducción de la bocatoma al desarenador se debe instalar el primer viaducto de 5.3 m de longitud para pasar la tubería al otro extremo de la quebrada. Ver plano No 1 y 2, en el tramo 4 – 5.

4.1.3 DISEÑO DEL DESARENADOR

Condiciones de la tubería de entrada

Q = 0.00562 m³/sg

V = 1.055m/sg

D = 4”(0.1016m)

Condiciones del desarenador

Remoción de partículas Diámetro de partícula (d) 0.05 mm (Arena fina)
(Anexo J)

Temperatura (T) 18 °C

Viscosidad cinemática (μ) 0.01059 (cm²/sg)

(Anexo J)

Grado de remoción 2.75 con 87.5% (Anexo J)

Relación longitud :ancho 3:1

Densidad de las arenas (ρs) 2.65 gr/cm³

Densidad del agua (ρ) 1.00 gr/cm³

Aceleración de la gravedad 981 cm/sg²

Profundidad útil del desarenador

1.45 m

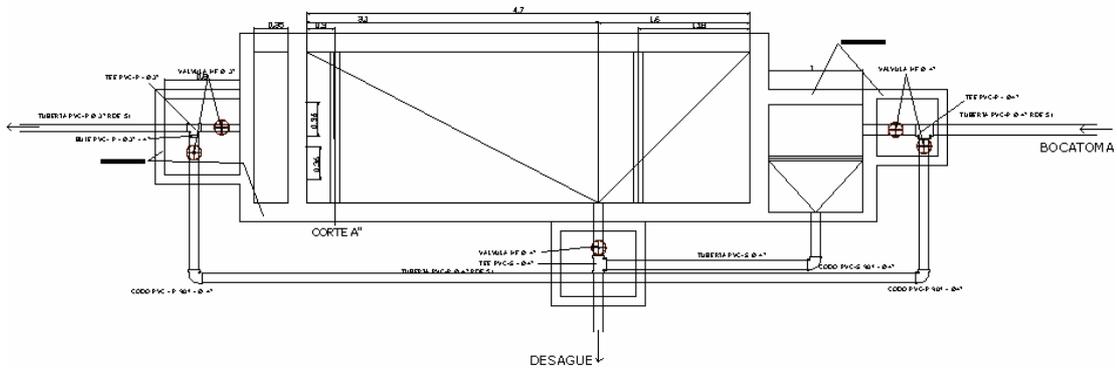


Figura No. 17. Desarenador – Planta (López Cualla, 1995)

En la figura No. 8., se muestra la vista de planta del desarenador a construir, las partes que constituyen el desarenador. En el plano No. 1 y 2 aparece el sitio de ubicación y en el plano No. 4 se muestra sus medidas

4.1.3.1 Parámetro de sedimentación

Según la teoría de la sedimentación por Hazen y Stokes, e empleada por, López Cualla, 1995 para determinar la sedimentación, la ecuación es:

$$V = \left(\frac{g}{18} \times \frac{\rho_s - \rho}{\mu} \right) * d^2$$

$$V_s = \left(\frac{981 \text{cm/sg}^2}{18} \times \frac{2.65 \text{g/cm}^3 - 1.00 \text{g/cm}^3}{0.01059 \text{cm}^2/\text{sg}} \right) * (0.05 \text{mm})^2 = 0.212 \text{cm/sg}$$

4.1.3.2 Tiempo de retención (Tr)

Según López Cualla, 1995:

$$Tr = \left(\frac{H_u}{V_s} \right)$$

$$Tr = \left(\frac{1.45 \text{m}}{0.212 \text{cm/sg}} \right) = 683.036 \text{sg}$$

Periodo de retención hidráulico (θ), según López Cualla, 1995:

$$\theta = 2.75 \times \text{Tr}$$
$$\theta = 2.75 \times 0.212 \text{cm/sg} = 1878.35 \text{ sg} = 0.522 \text{Hr}$$

Parámetro

$$0.5 \text{Hr} \leq \theta \leq 4 \text{ Hr} = 0.5 \text{ Hr} \leq 0.522 \leq 4 \text{ Hr} \quad \text{O.K}$$

4.1.3.3 Volumen del desarenador (V_D)

Según López Cualla, 1995 :

$$V_D = (Qd \times \theta)$$

$$V_D = (0.01 \text{m}^3/\text{sg} \times 1878.35 \text{sg}) = 10.556 \text{m}^3$$

4.1.3.4 Área superficial del tanque (A_S)

Según López Cualla, 1995:

$$A_S = \left(\frac{V}{H} \right)$$

$$A_S = \left(\frac{10.556 \text{m}^3}{1.45 \text{m}} \right) = 7.28 \text{m}^2$$

4.1.3.5 Dimensiones del desarenador

Según López Cualla, 1995:

$$L: B = 3:1$$

L=Largo, B=Ancho

$$B = \sqrt{\frac{A_S}{3}}$$

$$B = \sqrt{\frac{7.28 \text{m}^2}{3}} = 1.56 \text{m} \approx 1.60 \text{m}$$

$$L = 3 \times B$$

$$L = 3 \times 1.56 \text{m} = 4.67 \text{m} \approx 4.70 \text{m}$$

4.1.3.6 Carga hidráulica (q)

Según López Cualla, 1995

$$q = \left(\frac{Q}{A_s} \right)$$

$$q = \left(\frac{0.0056 \text{m}^3/\text{sg}}{7.28 \text{m}^2} \right) = 0.0008 \text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{sg} = 69 \text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$$

4.1.3.7 Partícula crítica (d_o)

Según López Cualla, 1995:

$$V_o = q = 0.0008 \text{m}/\text{sg} = 0.08 \text{cm}/\text{sg}$$

$$d_o = \sqrt{\frac{V \times 18 \times \mu}{g \times (\rho_s - \rho)}}$$

$$d_o = \sqrt{\frac{0.08 \text{cm}/\text{sg} \times 18 \times 0.01059 \text{cm}^2/\text{sg}}{981 \text{cm}/\text{sg}^2 \times (2.65 \text{gr}/\text{cm}^3 - 1.00 \text{gr}/\text{cm}^3)}} = 0.0030 \text{cm} = 0.03 \text{mm}$$

Bajo las condiciones teóricas se removerá partículas hasta un diámetro de 0.03mm

4.1.3.8 Velocidad horizontal (V_h)

Según López Cualla, 1995:

$$V_h = \left(\frac{Qd}{H \cdot B} \times 100 \right)$$

$$V_h = \left(\frac{0.0056 \text{m}^3/\text{sg}}{1.45 \text{m} \cdot 1.60 \text{m}} \times 100 \right) = 0.124 \text{cm}/\text{sg}$$

4.1.3.9 Velocidad horizontal (V_{hmax})

Según López Cualla, 1995:

$$V_h = 20 \times V_s$$

$$V_h = 20 \times 0.212 \text{cm}/\text{sg} = 4.246 \text{cm}/\text{sg}$$

4.1.3.10 Velocidad de resuspensión máxima (V_r)

Según López Cualla, 1995:

$$V_r = \sqrt{\frac{8 \times k}{f} \times g(\rho_s - \rho) \times d}$$

Donde:

k = 0.04

f = 0.03

$$V_r = \sqrt{\left(\frac{8 \times 0.04}{0.03} \times 981 \text{cm/sg}^2 \left((2.65 \text{gr/cm}^3 - 1.00 \text{gr/cm}^3) \right) \times 0.005 \text{cm} \right)} = 9.29 \text{cm/sg}$$

4.1.3.11 Cálculos de los elementos del desarenador

Longitud útil del desarenador	= 4.7m
Profundidad útil del desarenador	= 1.45m
Ancho del desarenador	= 1.60m
Borde libre	= 0.15m

Vertedero de salida

Según López Cualla, 1995:

Tirante (H_v)

$$H_v = \left(\frac{Q}{1.84 \times B} \right)^{2/3}$$

$$H_v = \left(\frac{0.0056 \text{m}^3/\text{sg}}{1.84 \times 1.60 \text{m}} \right)^{2/3} = 0.02 \text{m}$$

Vertedero de salida (V_v)

$$V_v = \left(\frac{Q}{B \times H_v} \right)$$

$$V_v = \left(\frac{0.0056 \text{m}^3/\text{sg}}{1.60 \text{m} \times 0.02 \text{m}} \right) = 0.23 \text{m/sg}$$

Cámara de salida

Según López Cualla, 1995:

$$X_s = 0.36(V_v)^{2/3} + 0.60(H_v)^{4/7}$$

$$X_s = 0.36(0.23\text{m/sg})^{2/3} + 0.60(0.02\text{m})^{4/7} = 0.19\text{m} \Rightarrow L_v 0.35\text{m}$$

Pantalla de entrada

Según López Cualla, 1995:

Profundidad (Hpe)

$$Hpe = \frac{H}{2}$$

$$Hpe = \frac{1.45\text{m}}{2} = 0.725\text{m} \approx 0.73\text{m}$$

Distancia a la cámara de aquietamiento (Dve)

$$Dve = \frac{L}{4}$$

$$Dve = \frac{4.7\text{m}}{4} = 1.175 \approx 1.18\text{m}$$

Pantalla de salida

Según López Cualla, 1995:

Profundidad (Hps)

$$Hps = \frac{H}{2}$$

$$Hps = \frac{1.45\text{m}}{2} = 0.725\text{m} \approx 0.73\text{m}$$

Distancia al vertedero de salida (Dvs)

$$Dvs = 15 * H_v$$

$$Dvs = 15 * 0.02\text{m} = 0.3\text{m}$$

Almacenamiento de lodos

Según López Cualla, 1995:

Profundidad máxima

$$Al = 0.4\text{m}$$

Distancia pto de salida a la cámara de aquietamiento (Dpsc)

$$Dpsc = \frac{L}{3}$$

$$Dpsc = \frac{4.7\text{m}}{3} = 1.58\text{m} \approx 1.6\text{m}$$

Distancia pto de salida al vertedero de salida (Dpsv)

$$Dpsv = \left(\frac{2 \times L}{3} \right)$$

$$Dpsv = \left(\frac{2 \times 4.7m}{3} \right) = 3.12m \approx 3.10m$$

Pendiente Transversal

$$PT = \frac{0.4m}{B}$$

$$PT = \frac{0.4m}{1.6m} = 0.26 = 26\%$$

Pendiente longitudinal en (L/3)

$$PL(L/3) = \left(\frac{0.4m}{Dpsc} \right)$$

$$PL(L/3) = \left(\frac{0.4m}{1.6m} \right) = 0.26 = 26\%$$

Pendiente longitudinal en (2L/3)

$$PL(2L/3) = \left(\frac{0.4m}{Dpsv} \right)$$

$$PL(2L/3) = \left(\frac{0.4m}{3.15m} \right) = 0.13 = 13\%$$

Cámara de quietamiento entrada y salida

Según López Cualla, 1995:

Profundidad

$$Prof = \frac{H}{3}$$

$$Prof = \frac{1.45m}{3} = 0.48m \approx 0.5m$$

Ancho

$$Ancho = \frac{B}{3}$$

$$Ancho = \frac{1.60m}{3} = 0.53m \approx 0.55m$$

Largo

Se adopta un largo de **1m**

Caudal de excesos

Según López Cualla, 1995:

$$Q_{exc} = Q_{llegada} - Q_{necesario}$$

$$Q_{exc} = 0.01\text{m}^3/\text{sg} - 0.0056\text{m}^3/\text{sg} = 0.0044\text{m}^3/\text{sg}$$

$$H_e = \left(\frac{Q_{excesos}}{1.84 \times L_e} \right)^{2/3}$$

L_e = Ancho de la cámara de quietamiento

$$H_e = \left(\frac{0.0044\text{m}^3/\text{sg}}{1.84 \times 1.0\text{m}} \right)^{2/3} = 0.02\text{m}$$

$$V_e = \left(\frac{Q_{excesos}}{H_e \times L_e} \right)$$

$$V_e = \left(\frac{0.0044\text{m}^3/\text{sg}}{0.02\text{m} \times 1.0\text{m}} \right) = 0.28\text{m}/\text{sg}$$

$$X_s = 0.36 \times (V_e)^{2/3} + 0.6 \times (H_e)^{4/7}$$

$$X_s = 0.36 \times (0.28\text{m}/\text{sg})^{2/3} + 0.6 \times (0.02\text{m})^{4/7} = 0.21\text{m}$$

$$L_r = 0.35\text{m}$$

Se adopta **0.55m**

$$\frac{B - \text{ancho}}{2} = 0.52 \approx 0.55\text{m}$$

4.1.3.12 Perfil hidráulico

Son las pérdidas por la ampliación de secciones y por el paso por debajo de las pantallas

$$V_1 = 1.055\text{m}/\text{sg}$$

$$V_2 = \left(\frac{Qd}{\text{Ancho} \times \text{Prof}} \right)$$

$$V_2 = \left(\frac{0.0056 \text{m}^3/\text{sg}}{0.55 \text{m} \times 0.50 \text{m}} \right) = 0.01 \text{m/sg}$$

$$h_m = k \times \Delta \Delta \frac{V^2}{2 \times g}$$

$$h_m = 0.1 \left(\frac{(1.055 \text{m/sg}) - (0.01 \text{m/sg})}{2 \times 9.81 \text{m/sg}^2} \right) = 0.006 \text{m}$$

4.1.4 DISEÑO DE CONDUCCIÓN DESARENADOR – AL PUNTO DE DISTRIBUCIÓN PARA EL SISTEMA DE RIEGO

TUBERÍAS

Se calculo para tubería de PVC, los diámetros por la ecuación de Manning mencionada en el diseño de la tubería de aducción, y las perdidas mediante la formula de Hazen – Williams, los parámetros son el coeficiente de rugosidad (C), Diámetro (D) y caudal a conducir (Q):

$$F = \left[1724.75 * \left(\frac{(Q)^{(1.85)}}{((C)^{(1.85)) \times ((D)^{(4.866))}} \right) \right]$$

Donde:

F = Perdidas unitarias en m/m en conducción.

D = Diámetro interno de la tubería de conducción en pulgadas

Q = Caudal de la conducción en Lt/sg.

C = Coeficiente de rugosidad Hazen – Williams para tubería PVC (150)

En los anexos A, B aparecen resumidos los cálculos de la conducción desde la Bocatoma – Desarenador – al sitio de distribución para el sistema de riego, así como la ubicación de Ventosas, válvulas de lavado y viaductos. En el plano No 1 y 2 respectivamente.

La tabla No.1 se muestra el resumen de la tubería utilizada en la conducción

Cuadro No 3. Tubería de Conducción

CLASE	RDE	DIAM.	LONG (m)	# DE TUBOS (6m)
PVC	51	3"	868,01	145,0
PVC	51	4"	789,85	132,0

VIADUCTOS

Se construirá 46.3 ml en viaducto de tubería de 4" (Ver especificaciones en los Anexos A Y B). En el plano No. 1 y 2 aparecen las ubicaciones de los viaductos. La tabla No 2, se muestra el resumen de los viaductos

Cuadro No 4. Viaductos

VIADUCTOS A INSTALAR						
NUMERO	TRAMO	LONG. (m)	DIAM. (")	RDE	No. TUBOS	
1	4 - 5	5,3	4	51	1	
2	18 - 19	20	3	51	3	
3	22 - 23	3	4	51	1	
4	25 - 26	6	4	51	2	
5	33 - 34	8	4	51	2	
6	39 - 40	4	3	51	1	

VÁLVULA DE LAVADO

Se instalara seis unidades de válvulas de lavado de 2", lateralmente en la Línea de conducción (Ver plano No.1 y 2). Son cuatro Tee de 4 " a 2" y se dos Tee de 3" a 2" que se instalara.

VÁLVULA VENTOSAS

Se instalara seis unidades de válvulas ventosas de ½" Hierro Fundido (HF), a través de la línea de conducción (Ver planos 1 y 2),

REDUCCIONES

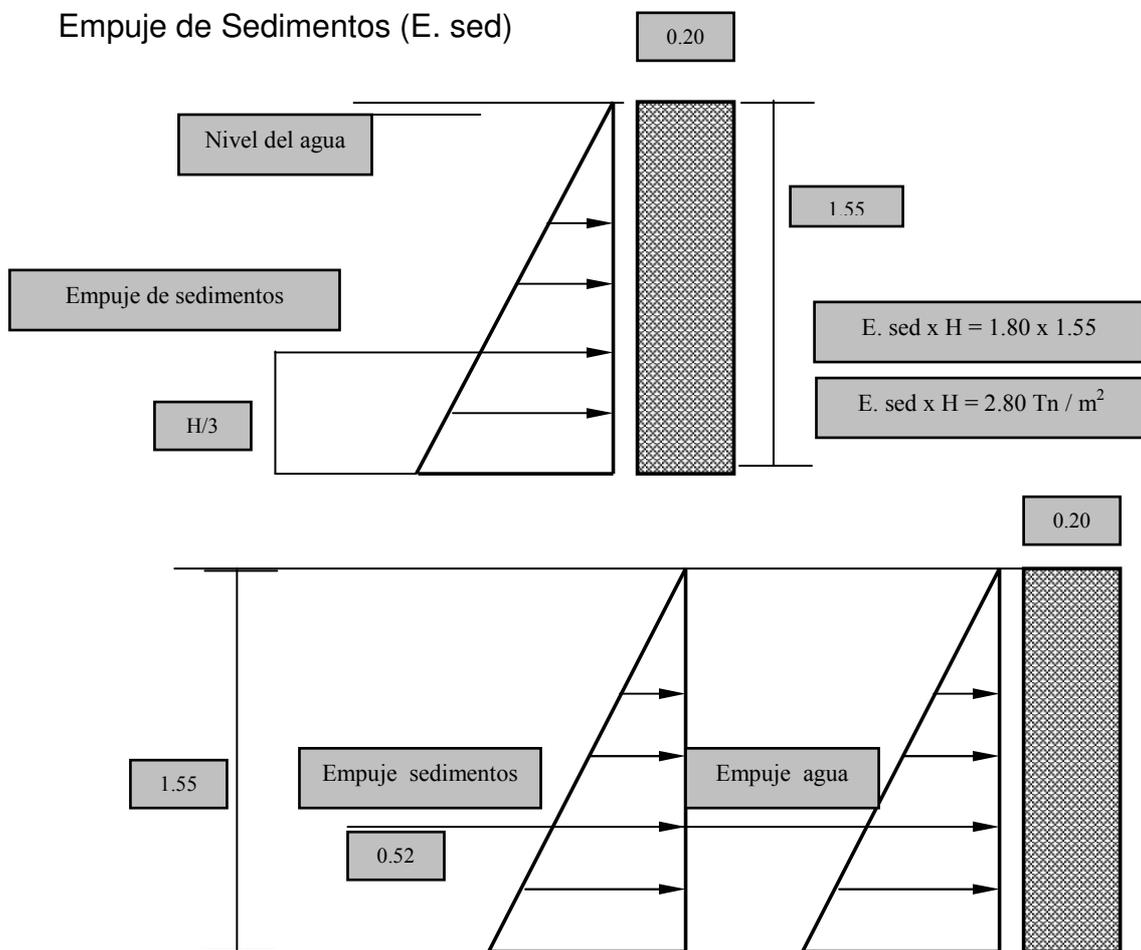
Se instalara cuatro reducciones de 4" a 3" en la línea de conducción

4.2 DISEÑO ESTRUCTURAL

4.2.1 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA BOCATOMA (Ver plano No. 3)

Se desprecia el peso de la presa, para obtener la situación mas critica a la que puede estar sometida la estructura, adicionalmente se mayora el empuje del agua tres veces para representar el impacto del agua; actuando simultáneamente los dos empujes.

4.2.1.1 Diseño Muro Frontal (Dique)



$$E. \text{ Agua} = 1,00 \text{ Tn/m}^3$$

$$E. \text{ Agua} * H = 1,00 \text{ Tn/m}^3 \times 1.55 \text{ m} = 1.55 \text{ Tn/m}^2$$

$$d. \text{ agua} * H = 1.55 \text{ Tn/m}^2 \times 1.0 \text{ m} / 2$$

$$\mathbf{d. \text{ agua} = 0.78 \text{ Tn/m}}$$

$$d_{\text{sed.}} = 1,80 \text{ Tn/m}^3$$

$$E. \text{ sed} * H = 1.8 \text{ Tn /m}^3 \times 1.55 \text{ m} = 2,80 \text{ Tn/m}^2$$

$$d \text{ sed} * H = 2,79 \text{ Tn/m}^2 \times 1.0 \text{ m} / 2$$

$$\mathbf{E \text{ sed} = 1,4 \text{ Tn/m}}$$

$$\text{Mext.} = \mathbf{0.78 \text{ Tn/m} \times 0.52 \text{ m} + 1,4 \text{ Tn/m} \times 0.52 \text{ m}}$$

$$\text{Mext.} = 1.85 \text{ Tn} - \text{m}$$

$$\text{Mext.} = 185 \text{ Tn} - \text{cm}$$

$$\text{Mult.} = 1.80 * \text{Mext}$$

$$\text{Mult.} = 1,8 * 185 \text{ Tn} - \text{cm}$$

$$\text{Mult.} = 333 \text{ Tn} - \text{cm}$$

$$\text{Mult.} = kbd^2$$

$$b = \text{Ancho de la franja } 100 \text{ cm}$$

$$d = \text{Altura efectiva de la viga } 15 \text{ cm}$$

$$k = \text{Mult} / bd^2$$

$$k = ((333 \text{ Tn} - \text{cm}) / (100 \text{ cm} * (15\text{cm})^2))$$

$$k = 0,0148 \text{ Tn- cm}^2$$

Según tablas de flexión para $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

(N.S.R, 98) (Ver Anexo K)

$$k = 0,0148 \text{ Tn- cm}^2$$

$$\rho = 0.0045$$

Área de Refuerzo (A_s)

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0045 * 100 \text{ cm} * 15 \text{ cm}$$

$$A_s = 6.75 \text{ cm}^2/\text{Ml muro}$$

$$\text{Hierro de } \frac{1}{2} = 1,27 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 5,00 \text{ Cantidad de Varillas por metro lineal}$$

$$A_s = 6,35 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ No } 4 @ 20 \text{ cm} \longrightarrow ; f'_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$$

Hierro por Retracción y temperatura

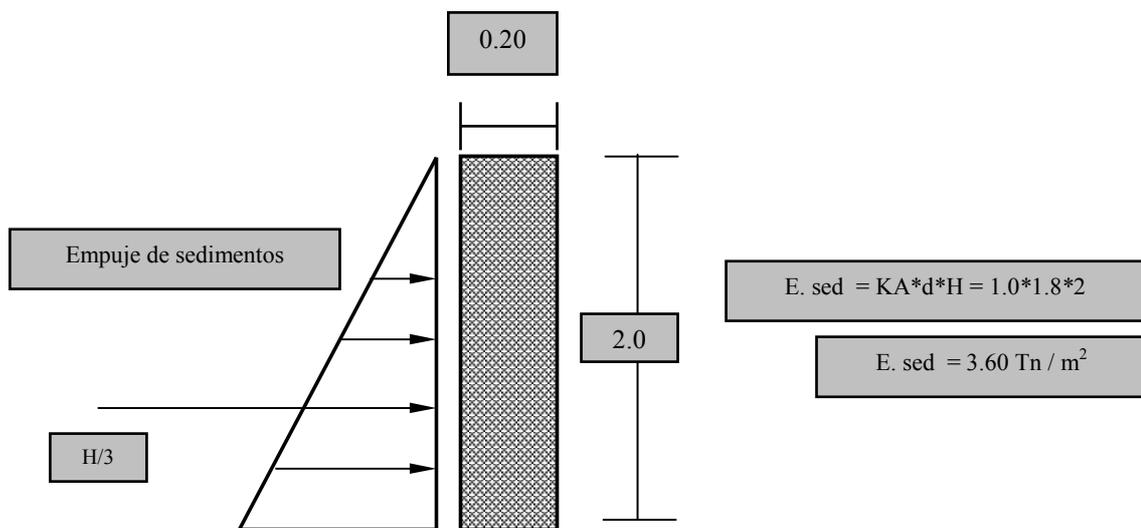
$$\rho = 0.0020$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0020 \times 100 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$$

$$A_s = 3.0 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 3 @ 20 \text{ cm} ; f'y = 2.400 \text{ kg/cm}^2$$

4.2.1.2 Diseño Muro Laterales

Para el análisis de estos muros se considera el empuje activo del suelo sin ninguna otra acción que lo contrarreste



$$E_s = 3.60 \text{ Tn/m}^2 \cdot (2.0 \text{ m} / 2)$$

$$E_s = 3.60 \text{ Tn/ml de muro}$$

$$M_{ext.} = E_s \cdot H/3$$

$$M_{ext.} = 3.60 \text{ Tn/ml} \cdot 0.67 \text{ m}$$

$$M_{ext.} = 2,412 \text{ Tn} \cdot \text{m}$$

$$M_{ext.} = 241.2 \text{ Tn} \cdot \text{cm}$$

$$M_{ult.} = 1.8 \cdot 241.2 \text{ Tn} \cdot \text{cm}$$

$$M_{ult.} = 434.16 \text{ Tn} \cdot \text{cm}$$

$$M_{ult.} = kbd^2$$

$$b = \text{Ancho de la franja } 100 \text{ cm}$$

$$d = \text{Altura efectiva de la viga } 16 \text{ cm}$$

$$k = \text{Mult}/bd^2$$

$$k = 434 \text{Tn} - \text{cm} / ((100 \text{ cm} * (16)^2)$$

$$k = 0.01695 \text{ Tn} - \text{cm}^2$$

Según tablas de flexión para $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
(N.S.R, 98) (Ver Anexo K)

$$k = 0.01695 \text{ Tn} - \text{cm}^2 \quad \rho = 0.0050$$

Área de Refuerzo (A_s)

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0050 * 100 \text{ cm} * 16 \text{ cm}$$

$$A_s = 8.0 \text{ cm}^2$$

Hierro de 5/8" = 1,98 cm²

$A_s = 5,00$ Cantidad de Varillas por metro lineal

$$A_s = 9,90 \text{ cm}^2$$

1 No 5 @ 20 cm

Hierro por Retracción y temperatura

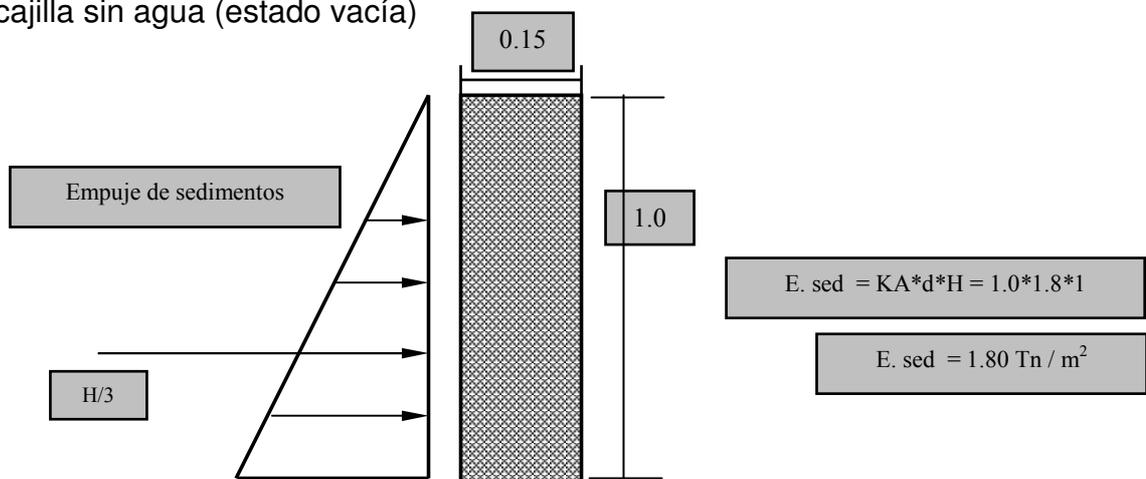
$$\rho = 0.0020$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0020 * 100 \text{ cm} * 16 \text{ cm}$$

$$A_s = 3.2 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No 3 @ 20 cm}$$

4.2.1.3 Cajilla de Recolección

De igual manera que en los muros laterales, se considera para el análisis, la acción de empuje del suelo sin otra que la contrarreste, es decir, se toma la cajilla sin agua (estado vacía)



$$E_s = 1.80 \text{ Tn/m}^2 \cdot (1.0 \text{ m} / 2)$$

$$E_s = 0.90 \text{ Tn/ml de muro}$$

$$M_{\text{ext.}} = E_s \cdot H/3$$

$$M_{\text{ext.}} = 0.90 \text{ Tn/ml} \cdot 0.33 \text{ m}$$

$$M_{\text{ext.}} = 0,30 \text{ Tn} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{ext.}} = 30 \text{ Tn} \cdot \text{cm}$$

$$M_{\text{ult.}} = 1.8 \cdot 30 \text{ Tn} \cdot \text{cm}$$

$$M_{\text{ult.}} = 54 \text{ Tn} \cdot \text{cm}$$

$$M_{\text{ult.}} = kbd^2$$

$$b = \text{Ancho de la franja } 100 \text{ cm}$$

$$d = \text{Altura efectiva de la viga } 10 \text{ cm}$$

$$k = M_{\text{ult.}}/bd^2$$

$$k = 54 \text{ Tn} \cdot \text{cm} / ((100 \text{ cm} \cdot (10)^2)$$

$$k = 0.0054 \text{ Tn} \cdot \text{cm}^2$$

Según tablas de flexión para $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
(N.S.R, 98) (Ver Anexo K)

$$\rho = 0.0018 \text{ es menor que este cuantía, adopto } \rho = 0.0033$$

Área de Refuerzo (A_s)

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.0033 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm}$$

$$A_s = 3.3 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 4 @ 30 \text{ cm}$$

$$\text{Hierro de } 1/2" = 1,27 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 3,00 \text{ Cantidad de Varillas por metro lineal}$$

$$A_s = 3,81 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ No } 4 @ 30 \text{ cm}$$

Hierro por Retracción y temperatura

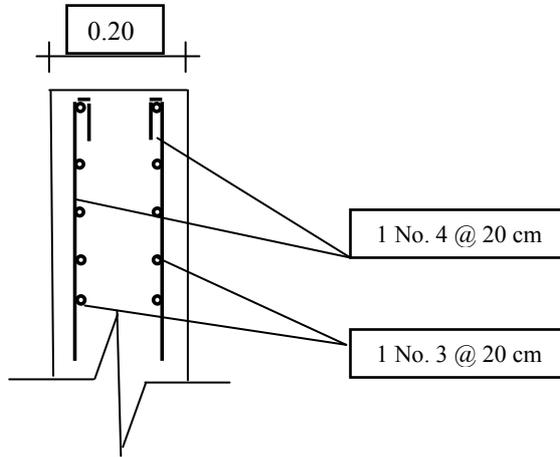
$$\rho = 0.0020$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.0020 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm}$$

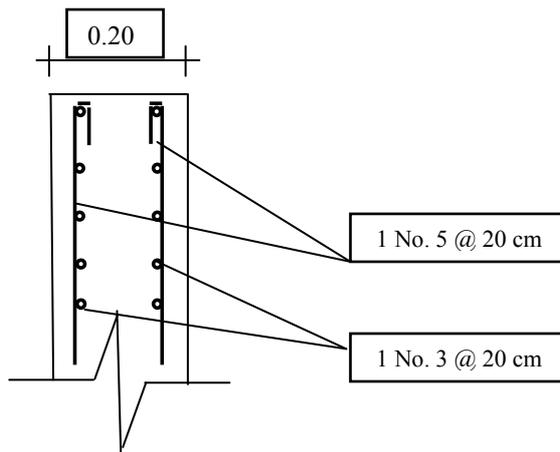
$A_s = 2.0 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 3 @ 30 \text{ cm}$

Resumen Diseño Estructural Bocatoma

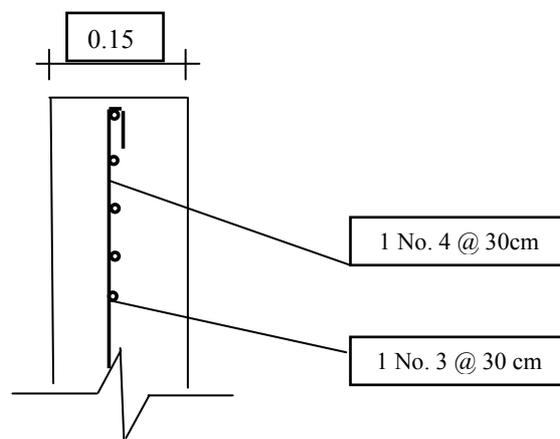
A. Muro frontal o Dique



B. Muro Lateral



C. Cajilla de recolección

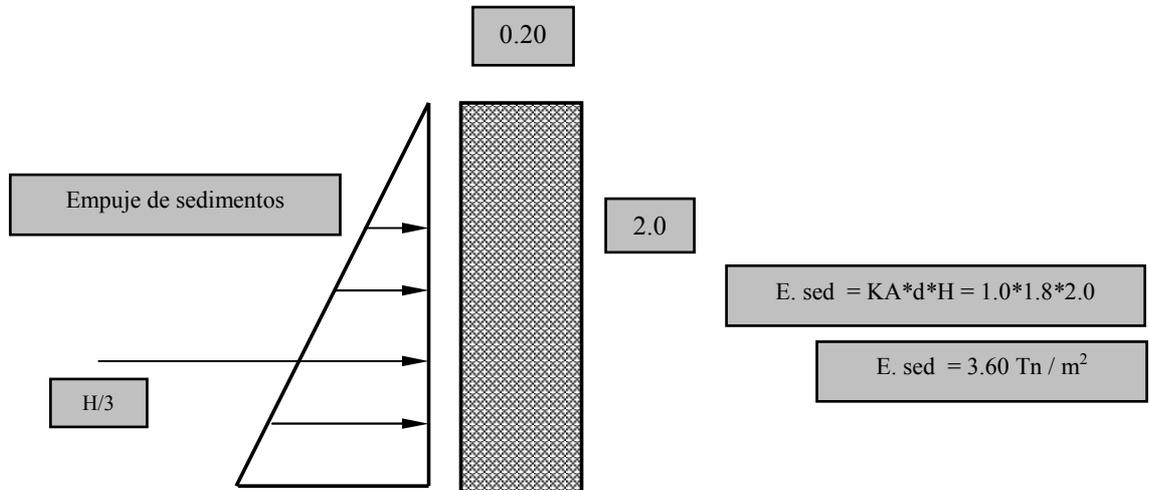


4.2.2 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL DESARENADOR

Largo =	4.70 m
Altura Útil =	1.45 m
Altura para sedimentos =	0.40 m
Borde libre =	0.15 m

4.2.2.1 Diseño de Muros

El caso más crítico se presenta cuando el desarenador está vacío.



$$E_s = 3.60 Tn/m^2 * (2.0 m / 2)$$

$$E_s = 3.60 Tn/ml \text{ de muro}$$

$$M_{ext.} = E_s * H/3$$

$$M_{ext.} = 3.60 Tn/ml * 0.67 m$$

$$M_{ext.} = 2,412 Tn - m$$

$$M_{ext.} = 241.2 Tn - cm$$

$$M_{ult.} = 1.8 * 241.2 Tn - cm$$

$$M_{ult.} = 434.16 2 Tn - cm$$

$$M_{ult.} = kbd^2$$

b = Ancho de la franja 100 cm

d = Altura efectiva de la viga 16 cm

$$k = \text{Mult}/bd^2$$

$$k = 434 \text{Tn} - \text{cm} / ((100 \text{ cm} * (16)^2)$$

$$k = 0.01695 \text{ Tn} - \text{cm}^2$$

Según tablas de flexión para $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
(N.S.R, 98) (Ver Anexo K)

$$k = 0.01695 \text{ Tn} - \text{cm}^2 \quad \rho = 0.0050$$

Área de Refuerzo (A_s)

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0050 * 100 \text{ cm} * 16 \text{ cm}$$

$$A_s = 8.0 \text{ cm}^2$$

Hierro de 5/8" = 1,98 cm²

$A_s = 5,00$ Cantidad de Varillas por metro lineal

$$A_s = 8.00 \text{ cm}^2$$

1 No 5 @ 25 cm

Hierro por Retracción y temperatura

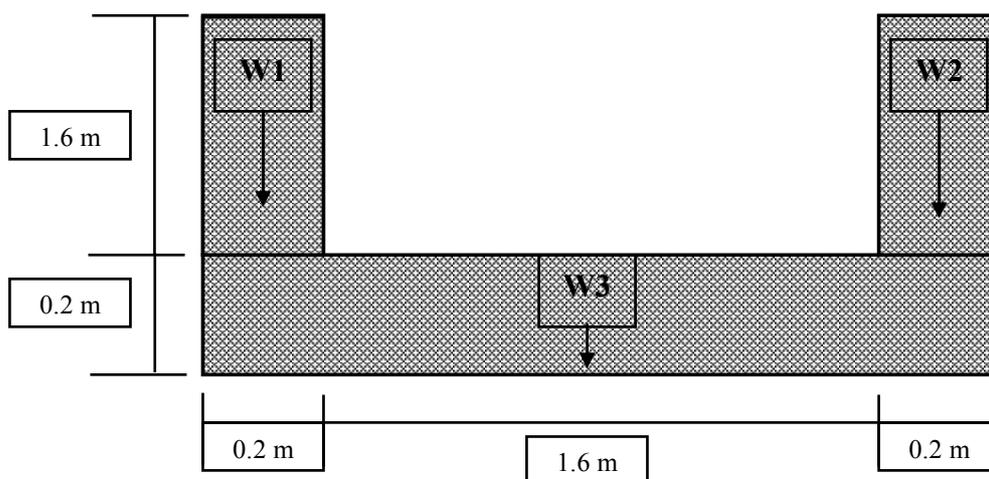
$$\rho = 0.0020$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0020 * 100 \text{ cm} * 16 \text{ cm}$$

$$A_s = 3.2 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 3 @ 20 \text{ cm}$$

4.2.2.2 Diseño Placa de Fondo

Se considera el caso mas critico cuando el desarenador esta lleno



Carga Muerta, $W_1 = W_2$

$$W_1 = (2.40 * 0.20 * 1.00 * 2.00) / 2.00$$

$$W_1 = 0.48 \text{ Ton/ml}$$

Carga viva, presión hidrostática

$$P = \rho_S * h * 1.00 \text{ m} = 1.0 \text{ Ton/m}^3 * 1.60 \text{ m} * 1.00 \text{ m}$$

$$P = 1.6 \text{ Ton/ml} = W_I$$

Peso propio de la losa (W_3)

$$W_3 = (2.40 * 0.20 * 1.60)$$

$$W_3 = 0.768 \text{ Ton/ml}$$

Carga muerta total (W_t)

$$W_t = 0.48 \text{ Ton/ml} + 0.48 \text{ Ton/ml} + 0.768 \text{ Ton/ml}$$

$$W_t = 1.728 \text{ Ton/ml} = W_d$$

Carga de diseño (W)

$$W = 1.4 * W_d + 1.7 * W_I \text{ (N.S.R, 98)}$$

$$W = 1.4 * 1.728 + 1.7 * 1.6$$

$$W = 5.14 \text{ Tn/ml}$$

El sistema se asemeja a una viga simplemente apoyada, el momento máximo será:

$$M_{max} = \left(\frac{WL^2}{8} \right)$$
$$M_{max} = \left(\frac{5.14 \frac{\text{Ton}}{\text{ml}} * (1.6 \frac{\text{Ton}}{\text{ml}})^2}{8} \right)$$

$$M_{max} = 138.43 \text{ Tn} - \text{cm}$$

$$K = \left(\frac{M_u}{b \cdot d^2} \right)$$

b = Ancho de la franja 100 cm

d = Altura efectiva de la viga 16 cm

$$K = \left(\frac{138.43 \text{ Ton} - \text{cm}}{100 \text{ cm} \cdot (16 \text{ cm})^2} \right) = 0.0054 \text{ Tn/cm}^2$$

Según tablas de flexión para $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
(N.S.R, 98) (Ver Anexo K)

$\rho = 0.0033$ Adopto

Área de Refuerzo (A_s)

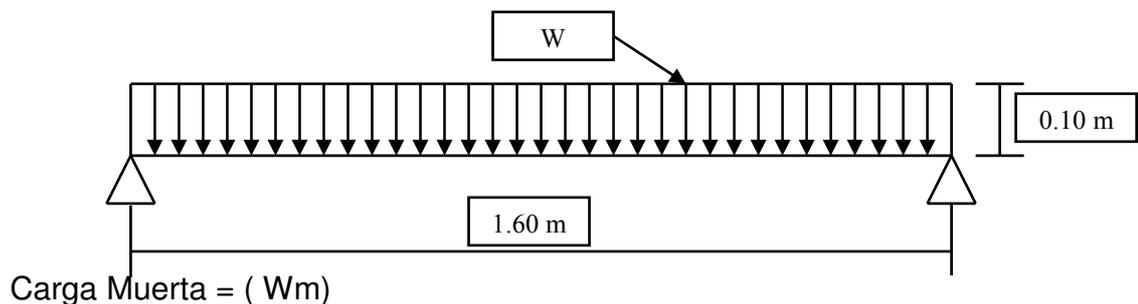
$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0033 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 16 \text{ cm}$$

$$A_s = 5.28 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 4 @ 20 \text{ cm}$$

Refuerzo se ubicara en la parte inferior y superior será en ambos sentido de la placa.

4.2.2.3 Diseño Placa de la Cubierta

Se calcula como una viga simplemente apoyada



$$Wm = 2.40 \cdot 0.10 \cdot 1.0 = 0.24 \text{ Tn/ml}$$

Carga Viva = (Wi)

Wi = 0.30 Tn/ml (Aguas del Huila)

Carga de Diseño

W = 1.4 * Wm + 1.7 * Wi (N.S.R, 98)

W = 1.4 * 0.24 + 1.7 * 0.3

W = 0.846 Tn – m = 84.6 Tn – cm

El sistema se asemeja a una viga simplemente apoyada, el momento máximo será:

$$M_{max} = \left(\frac{WL^2}{8} \right)$$

$$M_{max} = \left(\frac{0.846 \frac{\text{Ton}}{\text{ml}} * (1.6 \frac{\text{Ton}}{\text{ml}})^2}{8} \right)$$

M max = 27.07 Tn – cm

$$K = \left(\frac{Mu}{b * d^2} \right)$$

b = Ancho de la franja 100 cm

d = Altura efectiva de la viga 16 cm

$$K = \left(\frac{27.07 \text{ Ton - cm}}{100 \text{ cm} * (8 \text{ cm})^2} \right) = 0.00423 \text{ Tn/cm}^2$$

Según tablas de flexión para Fy = 4200 Kg/cm² y F'c = 210 Kg/cm² (N.S.R, 98) (Ver Anexo K)

ρ = 0.002 Adopto

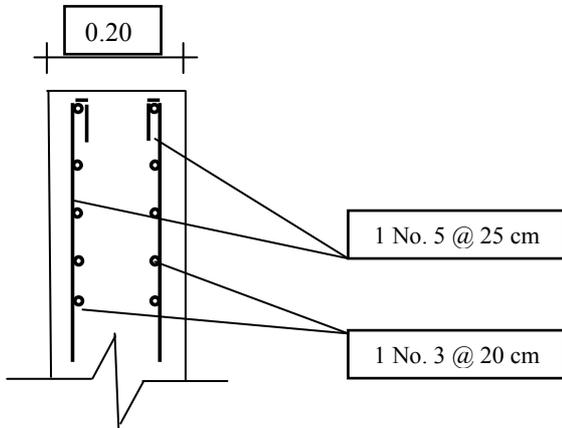
Área de Refuerzo (As)

As = ρ x b x d = 0.0020 * 100 cm * 10 cm

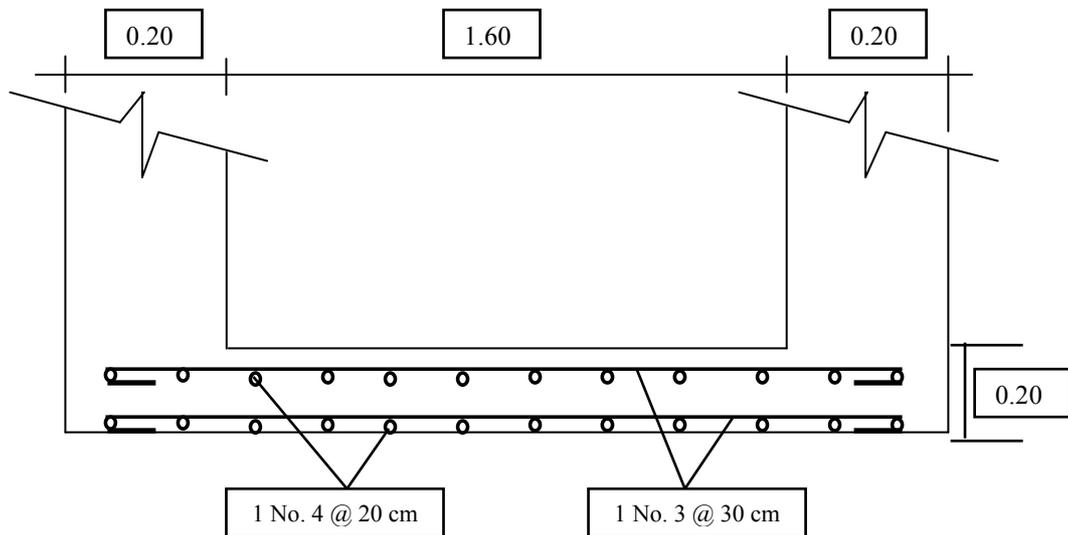
As = 2.00 cm² → 1 No 3 @ 30 cm

Resumen Diseño Estructural Desarenador

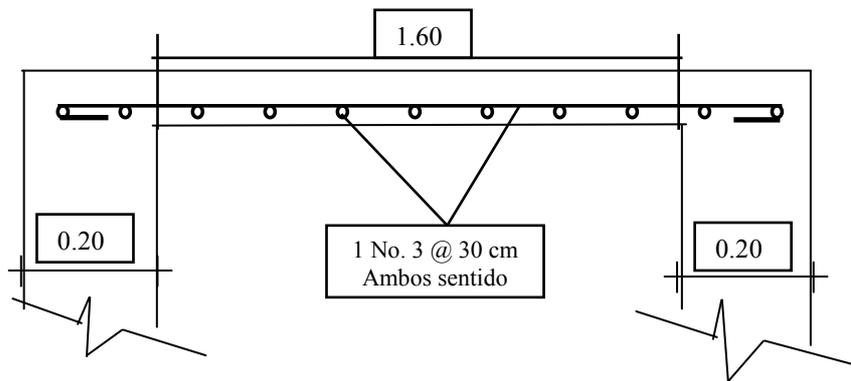
A. Muros Laterales



B. Placa de Fondo



B. Placa Superior Cubierta



4.3 DISEÑO DE LOS SISTEMA DE RIEGO

4.3.1 Factores de diseño

Propiedades físicas e hidrodinámica del suelo. En el cuadro No. 3 se presenta los promedios de las propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo. En los anexos C, D, y F están mas detallados.

Cuadro No 5. Propiedades Físicas e Hidrodinámicas del suelo

HORIZONTE	PROPIEDADES FÍSICAS				
	TEXTURA	Da (gr/cm ³)	Ib (cm/hr)	CC (%)	PMP (%)
A : 30 cm	FA	2,07	1,3	22,7	11,7

Donde:

Da: Densidad aparente.

Ib : Infiltración básica

CC: Contenido de humedad del suelo a capacidad de campo

PMP: Contenido de humedad del suelo a punto de marchites permanente

- **Requerimiento hídricos.** En La figura No.18 y 19. Se muestra el balance hídrico a partir del comportamiento de la precipitación efectiva y la Evapotranspiración potencial a lo largo del año. Se observa que durante todos lo meses del año existe un déficit hídrico, siendo este mayor en los meses de agosto, septiembre y julio en el pasto es de(134.54, 133.09, 111.69) y para los cítricos es de (102.50, 101.14, 80.97); menor en diciembre, marzo y noviembre para el pasto(69.92, 66.32, 51.38) y en los cítricos es de (41.48,38.00,25.81) meses que coincide en verano y lluvioso.

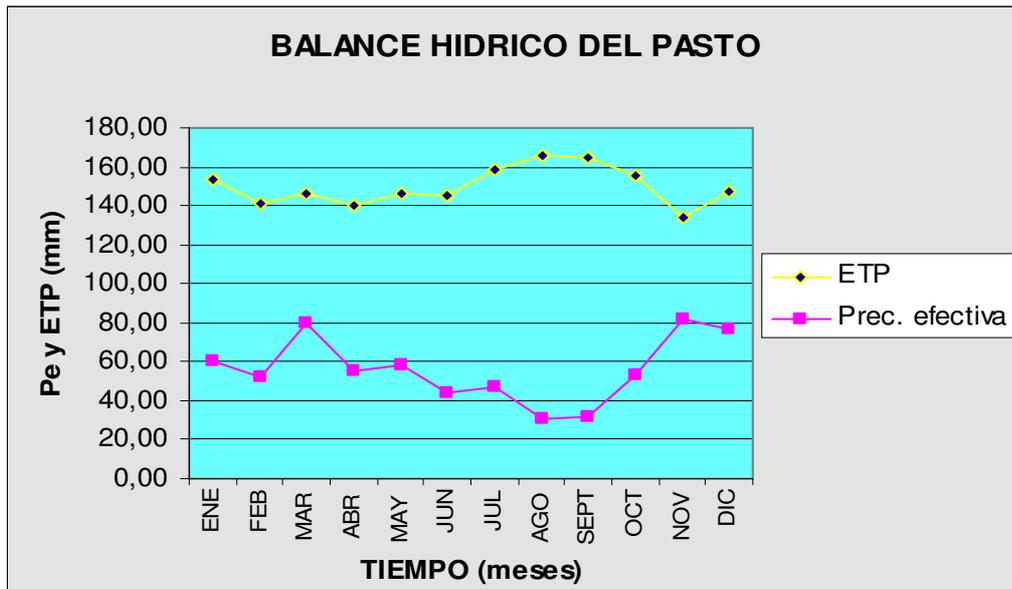


Figura No. 18. Balance hídrico del Pasto

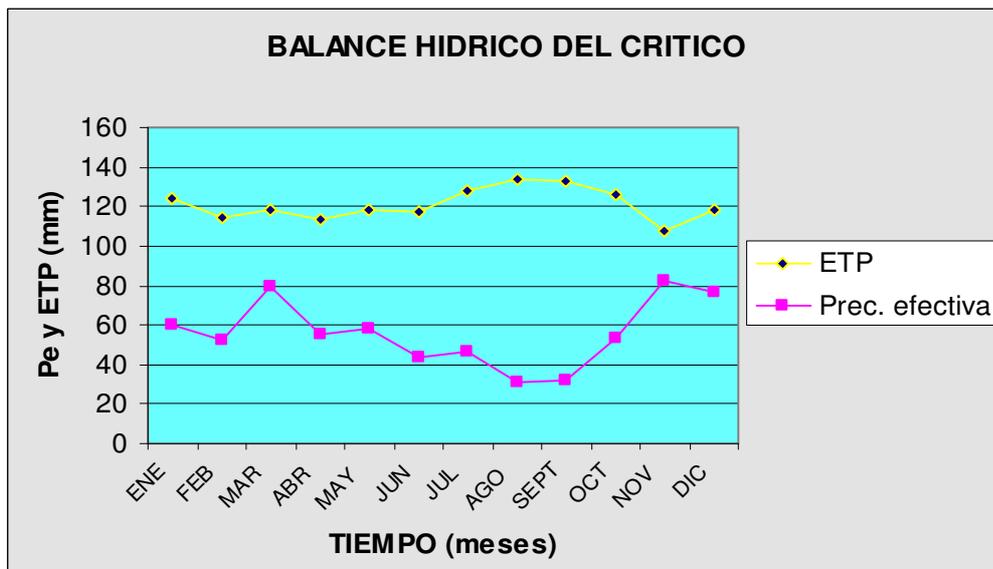


Figura No. 19. Balance hídrico Cítrico

4.3.2 Elemento de diseño

Selección de unidades de riego. En la selección se tuvo en cuenta los productos existentes en el mercado que cumplan con las condiciones y los requerimientos de descarga exigidas por el cultivo.

La unidad de riego seleccionada en microaspersión es marca "RFR 6900 JT, base verde de 55 LPH a 25 PSI, autocompensado ya que el terreno presenta ondulaciones. (Ver Anexos N.)

En el sistema de aspersión se selecciono el aspersor tipo cañón de referencia 1001 golondrina, con un caudal de descarga de 74 a 147 GPM a 55 – 70 PSI. (Ver Anexos P.)

Para el sistema de alta frecuencia por microaspersión se colocará sistema de filtrado (Ver Figura No. 20 - colocación del sistema de filtrado) ya que la fuente de abastecimiento trae mucha arena y limos y por lo tanto causará taponamiento en las boquillas, además se instalará el sistema de fertirrigación para abonar los cultivos cítricos.

Disposición y operación de los sistemas de riego. La disposición de los sistemas de riego se efectuó conjuntamente con la disposición del cultivo, teniendo en cuenta: las curvas de nivel, la forma del lote.

Para la separación de las unidades de riego y laterales se consideraron los factores edafológicos, climatológicos y del cultivo la densidad de siembra. En microaspersión la separación entre las unidades de riego es de 7 m y en laterales es de 6.06 m; mientras para aspersión es de 43.20 entre unidades de riego y laterales.

Para la programación de riego, se realizará en total 23 turnos (ver , de los cuales los primeros 21 turnos corresponde al sistema de aspersión (2 hr tiempo de riego+ .25 = 15 min cambio de posición) y los turnos se 22 y 23 al sistema de microaspersión (3^o 22^o hr tiempo de riego + .25 = 15 min cambio de sector), cada turno va incluido el tiempo de riego mas 15 minutos para

cambiar de posición de las unidades de riego para el aspersor y el de microaspersión cambiar el sector de riego

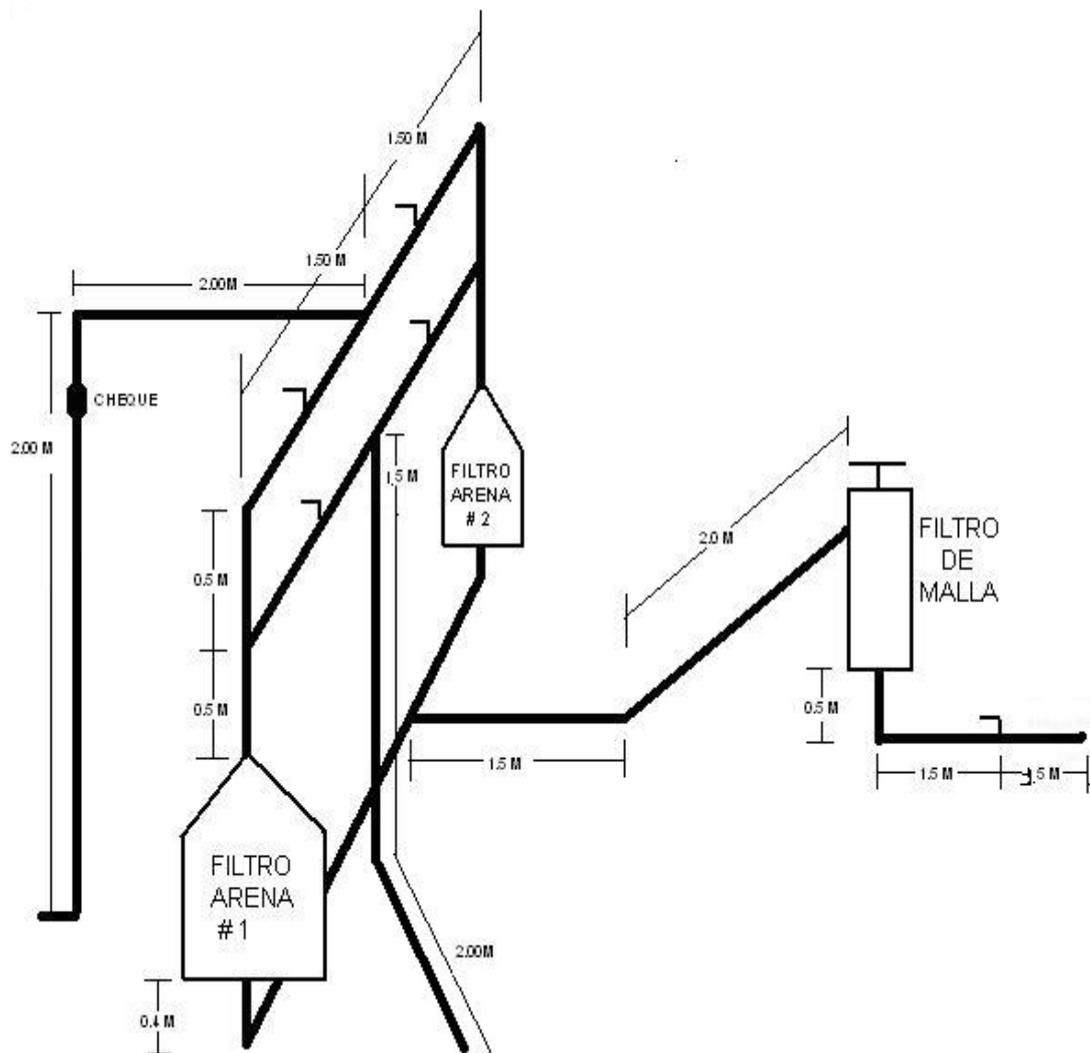


Figura No. 20. Instalación del sistema de filtrado

TURNO	Und. Riego / Turno	Tiempo Riego / Turno	DÍAS		
			1	2	3
1	1	2 ⁰⁰ ⁰	■		
2	1	2 ⁰⁰ ⁰	■		
3	1	2 ⁰⁰ ⁰	■		
4	1	2 ⁰⁰ ⁰	■		
5	1	2 ⁰⁰ ⁰	■		
6	1	2 ⁰⁰ ⁰	■		
7	1	2 ⁰⁰ ⁰	■		
8	1	2 ⁰⁰ ⁰	■		
9	1	2 ⁰⁰ ⁰		■	
10	1	2 ⁰⁰ ⁰		■	
11	1	2 ⁰⁰ ⁰		■	
12	1	2 ⁰⁰ ⁰		■	
13	1	2 ⁰⁰ ⁰		■	
14	1	2 ⁰⁰ ⁰		■	
15	1	2 ⁰⁰ ⁰		■	
16	1	2 ⁰⁰ ⁰		■	
17	1	2 ⁰⁰ ⁰			■
18	1	2 ⁰⁰ ⁰			■
19	1	2 ⁰⁰ ⁰			■
20	1	2 ⁰⁰ ⁰			■
21	1	2 ⁰⁰ ⁰			■
22	1	3 ²² ⁰			■
23	1	3 ²² ⁰			■

Tabla No 6. Programación de Riego

Selección de los filtros. La selección de los filtros se hizo en base para el sistema de alta frecuencia por microaspersión ya que las boquilla es de un diámetro pequeño comparada para con el del aspersor y requiere de una exigencia del filtrado. Los elementos que la constituye es el filtrado de arena partido el caudal en dos cada filtro se maneja con 50 GPM (Mondragón – ref F- 630) y en el filtro de malla con capacidad de 100 GPM (Mondragón – ref F- 130).

4.3.3 Cálculos hidráulicos

TALLER No. 1 RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DEL ESPACIAMIENTO MÁXIMO PERMISIBLE PARA LA SELECCIÓN E INSTALACIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO (EMP)

DATOS BÁSICOS			
MODALIDAD: Aspersión	HUERTO: Villa Luz		SECTOR DE RIEGO (S.R)No.
Unidad de riego (UR)Modelo: 1001	PSI: 56.7	Q: 89.1 GPM	ØHúmedo: 64.8 m
Forma principal sistema riego: Triangulo			Vel. Viento: 4.2 Km/hr

1. MÉTODO DE LA DIAGONAL		
SEGÚN FORMA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	CUADRO Y/O RECTÁNGULO $EL \leq 2/3 * \theta H$ $Ep \leq 2/3 * \theta H$ $EL \leq 2/3 * 64.80m = 43.20m$ $Ep \leq 2/3 * 64.80m = 43.20m$ $EMP = [(E_L)^2 + (E_P)^2]^{1/2} \leq \frac{2}{3} \theta_H$	TRIANGULO $EMP = \left[\left(\frac{1}{2} E_L \right)^2 + (E_P)^2 \right]^{1/2} \leq \frac{2}{3} \theta_H$
	E_L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral (m) E_P = Espaciamiento entre las líneas de riego sobre principal (m) θ_H = Diámetro húmedo de la unidad de riego (m)	
	$EMP = [(43.20)^2 + (43.20)^2]^{1/2} \leq (61.09)$ $EMP = [43.20] \leq [61.09]$	

Fuente: S.C.S Dpto. Agricultura EE.UU.

Adaptado por: Miguel Germán Cinfuente Perdomo

2. MÉTODO DEL "CRITERIO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO"																														
EMP = (F.v.v) (θ_H) $\approx E_P$ EMP = Espaciamiento máximo permisible F.v.v = Factor en función de la velocidad del viento según forma de operación θ_H = Diámetro húmedo unidad de riego (m) E_P = Espaciamiento entre las líneas de riego sobre la principal (m) $EMP = (0.75) (64.80)$ $EMP = 48.6 (m) = E_P$	FACTOR DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (F.v.v)																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Velocidad del viento (Km/Hr)</th> <th colspan="2">RECTÁNGULO</th> <th colspan="2">CUADRO</th> <th colspan="2">TRIANGULO</th> </tr> <tr> <th>E_P (%)</th> <th>E_L (%)</th> <th>E_P (%)</th> <th>E_L (%)</th> <th>E_P (%)</th> <th>E_L (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>85</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">50% de E_P</td> <td>85</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">100% de E_P</td> <td>85</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">115% de E_P</td> </tr> <tr> <td>0 - 5</td> <td>75</td> <td>75 X</td> </tr> <tr> <td>5 - 8</td> <td>50</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>>8</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>	Velocidad del viento (Km/Hr)	RECTÁNGULO		CUADRO		TRIANGULO		E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)	0	85	50% de E_P	85	100% de E_P	85	115% de E_P	0 - 5	75	75 X	5 - 8	50	50	>8	30	30
	Velocidad del viento (Km/Hr)		RECTÁNGULO		CUADRO		TRIANGULO																							
		E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)																							
	0	85	50% de E_P	85	100% de E_P	85	115% de E_P																							
0 - 5	75	75 X																												
5 - 8	50	50																												
>8	30	30																												
EMP = (F.v.v) (E_P) = E_L $EMP = (1.0) (48.60) = E_L (m)$ E_L = Espaciamiento entre unidades de riego (m) NOTA: tener en cuenta forma operación sistema de riego																														
OBSERVACIÓN: E_P se calcula aplicando el porcentaje al diámetro húmedo de la unidad de riego. E_L se calcula aplicando el porcentaje al valor de E_P																														

3. MÉTODO DEL CRITERIO GRÁFICO "SENTIDO COMÚN"
Se deben dibujar los dos métodos anteriores para seleccionar el más acertado desde los puntos de vista de traslape, posiciones totales de riego y los tiempos de riego; tomando como unidad de medida una Hectárea FUENTE: MIGUEL GERMAN CINFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 2 RIEGO A PRESIÓN: ASPERSIÓN. “CÁLCULO DEL GRADO O VELOCIDAD DE APLICACIÓN DEL AGUA, EN UNA UNIDAD DE RIEGO” (Ga)

DATOS BÁSICOS				
MODALIDAD: Aspersión	HUERTO: Villa Luz			SECTOR DE RIEGO (S.R)No.
Unidad de riego (UR)Modelo: 1001	PSI: 56.7	Q: 89.1	GPM	ØHúmedo: 64.8 m
Forma principal sistema riego				Vel. Viento: 4.2 Km/hr

GRADO DE APLICACIÓN (Ga) UNIDAD DE RIEGO	CORRECCIÓN POR PENDIENTE DEL TERRENO	
$Ga = \left[\frac{(360) * (Q_{UR})}{(E_L) * (E_P)} \right]$ <p>360 = Factor de conversión para obtener el Ga en cm/Hr Q_{UR} = Caudal de unidad de riego (LPS) E_L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral (m) E_P = Espaciamiento entre las líneas de riego sobre la tubería principal (m)</p> $Ga = \left[\frac{(360) * (5.62)}{(43.20) * (43.20)} \right]$ <p>Ga = ____ 1.08 ____ cm / Hr</p>	% DE PENDIENTE	REDUCCION Ga en %
	Hasta 4.9	0
	De 5 a 6.9	10
	De 7 a 8.9	20
	De 9 a 10.9	30
	De 11 a 12.9	40
	De 13 a 16.9	50
	De 17 a 20	60
> 20	70	
CORRECCIÓN: Pendiente del terreno: ____ 1.08 ____ % Reducción Ga: ____ 40 ____ % Gac (Grado de aplicación corregida) = (Ga) (% corrección) Gac = (1.08) (0.4) = _____ cm / Hr		
CHEQUEO: Gac ≤ Ib (ideal) (1.08) ≤ (1.263) Resultado: (SI) (NO)	Gac > Ib (Escorrentía) () > () Resultado: (SI) (NO)	Gac < 0.45 cm/Hr (Evapora) (0.43) < (0.45) Resultado: (SI) (NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear la selección de la unidad de riego		

Fuente: S.C.S Dpto. Agricultura EE.UU.

Adaptado por: Miguel Germán Cifuentes Perdomo

TALLER No. 3

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Micro aspersión		HUERTO: Granja I. E. San Luís		SECTOR RIEGO (SR) No. 1	
Boquilla emisor (color)	Verde	Especie	Naranja	Fuente	Queb
Presión trabajo (PSI)	25.0	Distancia siembra m)	7.0*7.0	Caudal disponible (GPM)	89.10
Diámetro húmedo (m)	6.0	Forma siembra	3 bolillo	Caudal sector riego QSR (GPM)	89.10
Caudal (LPH)= QUR	55.0	Árboles/ha. Aprox	233	Caudal / árbol (LPH) máx.	55.0
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores (EL) (m)	7.0

4. CALCULO PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
$J = (F)(L)(j)$	
NA = numero de árboles a beneficiar	8
NUR = numero de unidades de riego por lateral = No. De salidas	8
Ø = Diámetro y RDE tubería	16.00 mm - PR 35
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)	0.415
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades de riego)(Q unitario)	7.33 LPM
Ns = numero de espacios entre unidades de riego	7
EL = espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	7
TI = tramo inicial desde la conexión hasta la primera unidad de riego (m)	5.00
TF = tramo final desde la ultima unidad de riego hasta el obturador (m)	1.00
LR = Longitud real (m) = (NS)(EL) + (TI) + (TF)	55.00
LE = Longitud equivalente por conexión de unidad de riego al lateral : 0.05 – 0.2 m	0.20
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)	55.20
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 (según fabricante)	0.0822
$J = (F)(L)(j) (m)$	1.88 m
CHEQUEO : $J \leq$ permisible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego) En (m). Si el resultado es NO, recalcular 1.916 m	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN :	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (PEL)			
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
PUR = presión unidad de riego (m)	17.42	PEL = presión entrada lateral (m)	33.3
J = perdidas totales (m)	1.88	J = perdidas totales (J)	1.88
ΔH = dif. Topográfica terreno (m)	+ 14	ΔH = diferencia topográfica terreno (m)	14
PEL = $PUR + J \pm \Delta H$ (m)	33.3 m	PSL = $PEL - J \pm \Delta H$ (m)	17.42 m
	47.79 PSI		25.00 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CALCULO DE PRESIÓN (TL)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (TGL)
$TL = (No. Espacios entre unidades de riego)(distancia de siembra) + (tramo final) + (tramo inicial)$	$TGL = (No. Árboles espacios entre unidad de riego)(distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia \approx (\frac{1}{2}) (EL)$
TL = 55.00 m	TGL = m

FUENTE: MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 3
RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: micro aspersión		HUERTO: Granja I. E. San Luis		SECTOR RIEGO (SR) No. 1	
Boquilla emisor (color)	Verde	Especie	Limón	Fuente	Queb
Presión trabajo (PSI)	25.0	Distancia siembra m)	7.0*7.0	Caudal disponible (GPM)	89.10
Diámetro húmedo (m)	6.0	Forma siembra	3 bolillo	Caudal sector riego QSR (GPM)	89.10
Caudal (LPH)= QUR	55.0	Árboles/ha. Aprox	233	Caudal / árbol (LPH) máx.	55.0
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores (EL) (m)	7.0

4. CALCULO PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
$J = (F)(L)(j)$	
NA = numero de árboles a beneficiar	4
NUR = numero de unidades de riego por lateral = No. De salidas	4
O = Diámetro y RDE tubería	12.00 mm - PR 35
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)	0.486
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades de riego)(Q unitario)	3.667 LPM
Ns = numero de espacios entre unidades de riego	3
EL = espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	7
TI = tramo inicial desde la conexión hasta la primera unidad de riego (m)	5.00
TF = tramo final desde la ultima unidad de riego hasta el obturador (m)	1.00
LR = Longitud real (m) = (NS)(EL) + (TI) + (TF)	27.00
LE = Longitud equivalente por conexión de unidad de riego al lateral : 0.05 – 0.2 m	0.20
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)	27.20
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 (según fabricante)	0.11562
$J = (F)(L)(j)$ (m)	1.52 m
CHEQUEO : $J \leq$ permisible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego) En (m). Si el resultado es NO, recalcar	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN :	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (PEL)			
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
PUR = presión unidad de riego (m)	17.42	PEL = presión entrada lateral (m)	24.44
J = perdidas totales (m)	1.52	J = perdidas totales (J)	1.52
ΔH = dif. Topográfica terreno (m)	+ 5.5 m	ΔH = diferencia topográfica terreno (m)	5.5
PEL = PUR + J \pm ΔH (m)	24.44 m	PSL = PEL - J \pm ΔH (m)	17.42 m
	35.07 PSI		25.00 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CALCULO DE PRESIÓN (TL)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (TGL)
TL = (No. Espacios entre unidades de riego)(distancia de siembra) + (tramo final) + (tramo inicial)	TGL = (No. Árboles espacios entre unidad de riego)(distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia \approx ($\frac{1}{2}$) (EL)
TL = 27.00 m	TGL = m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 3

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: micro aspersión		HUERTO: Granja I. E. San Luis		SECTOR RIEGO (SR) No. 2	
Boquilla emisor (color)	Verde	Especie	Naranja	Fuente	Queb
Presión trabajo (PSI)	25.0	Distancia siembra m)	7.0*7.0	Caudal disponible (GPM)	89.1
Diámetro húmedo (m)	6.0	Forma siembra	3 bolillo	Caudal sector riego QSR (GPM)	98.10
Caudal (LPH)= QUR	55.0	Árboles/ha. Aprox	233	Caudal / árbol (LPH) máx.	55.0
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores (EL) (m)	7.0

4. CALCULO PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
$J = (F)(L)(j)$	
NA = numero de árboles a beneficiar	8
NUR = numero de unidades de riego por lateral = No. De salidas	8
Ø = Diámetro y RDE tubería	16.00 mm - PR 35
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)	0.415
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades de riego)(Q unitario)	7.33 LPM
Ns = numero de espacios entre unidades de riego	7
EL = espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	7
TI = tramo inicial desde la conexión hasta la primera unidad de riego (m)	5.00
TF = tramo final desde la ultima unidad de riego hasta el obturador (m)	1.00
LR = Longitud real (m) = (NS)(EL) + (TI) + (TF)	55.00
LE = Longitud equivalente por conexión de unidad de riego al lateral : 0.05 – 0.2 m	0.20
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)	55.20
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 (según fabricante)	0.0822
$J = (F)(L)(j)$ (m)	1.88 m
CHEQUEO : $J \leq$ permisible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego) En (m). Si el resultado es NO, recalculer 1.916 m	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN :	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (PEL)			
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
PUR = presión unidad de riego (m)	17.42	PEL = presión entrada lateral (m)	30.3
J = perdidas totales (m)	1.88	J = perdidas totales (J)	1.88
ΔH = dif. Topográfica terreno (m)	+11	ΔH = diferencia topográfica terreno (m)	11
PEL = PUR + J ± ΔH (m)	30.3 m	PSL = PEL - J ± ΔH (m)	17.42 m
	43.48 PSI		25.00 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CALCULO DE PRESIÓN (TL)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (TGL)
TL = (No. Espacios entre unidades de riego)(distancia de siembra) + (tramo final) + (tramo inicial)	TGL = (No. Árboles espacios entre unidad de riego)(distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia ≈ (½) (EL)
TL = 55.00 m	TGL = m

FUENTE: MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 3

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: micro aspersión		HUERTO: Granja I. E. San Luis		SECTOR RIEGO (SR) No. 2	
Boquilla emisor (color)	Verde	Especie	Naranja	Fuente	Queb
Presión trabajo (PSI)	25.0	Distancia siembra m)	7.0*7.0	Caudal disponible (GPM)	89.10
Diámetro húmedo (m)	6.0	Forma siembra	3 bolillo	Caudal sector riego QSR (GPM)	89.10
Caudal (LPH)= QUR	55.0	Árboles/ha. Aprox	233	Caudal / árbol (LPH) máx.	55.0
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores (EL) (m)	7.0

4. CALCULO PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
$J = (F)(L)(j)$	
NA = numero de árboles a beneficiar	4
NUR = numero de unidades de riego por lateral = No. De salidas	4
Ø = Diámetro y RDE tubería	12.00 mm - PR 35
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)	0.486
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades de riego)(Q unitario)	3.667 LPM
Ns = numero de espacios entre unidades de riego	3
EL = espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	7
TI = tramo inicial desde la conexión hasta la primera unidad de riego (m)	5.00
TF = tramo final desde la ultima unidad de riego hasta el obturador (m)	1.00
LR = Longitud real (m) = (NS)(EL) + (TI) + (TF)	27.00
LE = Longitud equivalente por conexión de unidad de riego al lateral : 0.05 – 0.2 m	0.20
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)	27.20
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 (según fabricante)	0.11562
$J = (F)(L)(j)$ (m)	1.52 m
CHEQUEO : $J \leq$ permisible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego) En (m). Si el resultado es NO, recalcular	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN :	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (PEL)			
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
PUR = presión unidad de riego (m)	17.42	PEL = presión entrada lateral (m)	15.94
J = perdidas totales (m)	1.52	J = perdidas totales (J)	1.52
ΔH = dif. Topográfica terreno (m)	- 3 m	ΔH = diferencia topográfica terreno (m)	3
PEL = PUR + J \pm ΔH (m)	15.94 m	PSL = PEL - J \pm ΔH (m)	17.42 m
	22.73 PSI		25.00 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CALCULO DE PRESIÓN (TL)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (TGL)
TL = (No. Espacios entre unidades de riego)(distancia de siembra) + (tramo final) + (tramo inicial)	TGL = (No. Árboles espacios entre unidad de riego)(distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia \approx ($\frac{1}{2}$) (EL)
TL = 27.00 m	TGL = m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 4

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. “MÉTODO MÚLTIPLE SALIDAS”

1. PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD : Aspersión	HUERTO : Villa Luz	SECTOR DE RIEGO (SR) No.
VARIABLE		VALORES
$J_1 = (F)(L)(j)$		
F = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)		
L = Longitud total (m) = Longitud real + longitud equivalente		
j =Perdidas por fricción en la tubería (m/m); según fabricante (Tabla No. 2, 3, 8)		
F = Depende del numero de salida y/o unidades riego a beneficiar/ turno; S		1
Q = Caudal total a conducir =(No. Unidades riego)(Q unitario) = (1) (89.1)		89.1 GPM
Q _{UR} = Caudal unidad de riego		89.1 GPM
Ns = numero de espacios entre unidades de riego		2
TI = tramo inicial desde la conexión hasta la primera unidad de riego (m)		0.5
EL = espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)		43.2
TF = tramo final desde la ultima unidad de riego hasta el obturador (m)		0
LR = Longitud real (m) = (NS)(EL) + (TI) + (TF) = () + () + ()		86.90
LE = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tablas No. 5 ; Grafica No. 1)		12.70
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE) = () + ()		99.60
Ø = Diámetro y RDE tubería (Asumirlo)		3” – 41
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 2, 3, 8		0.01149
$J_1 = (F)(L)(j)$ (m)		0.998

1.1 CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE LATERAL (Le)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _E (m)
Codo 90º	1	3”	89.1	2.0
Hidrante	1	3”	89.1	8.1
Te pasiva	2	3”	89.1	2.6
Sumatoria LE (m)				12.70

1.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) m / seg EN TUBERÍA SUCCIÓN	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de la tubería	PVC – 3”
RDE del tubo	41
Espesor pared tubo (m) (catalogo fabricante)	0.00216
Ø _e = diámetro externo (m) (catalogo fabricante)	0.08890
Ø _i = diámetro interno (m) (catalogo fabricante)	0.08458
R = radio interno (m)	0.04229
A = área tubo = (π)(R ²) (m ²)	0.00562
Q = caudal (m ³ / seg.)	0.005622
V = Q / A (m / seg.)	1.00
V permisible (m / seg.) según fabricante	2.0
CHEQUEO : V ≤ V _p ; (0.742 ≤ 2.0)	(SI) X
	(NO)

OBSERVACIÓN : si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

CONTINUACIÓN DEL TALLER No 4

RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. MÉTODO “MÚLTIPLES SALIDAS”.

2. PERDIDAS POR CONEXIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO (J ₂)						
VARIABLES	VALORES	LONGITUD EQUIVALENTE (L _E) m				
		ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	Le (m)
F = No. Salidas (tabla No. 1)	1	Codo 90°	2	3"	95	4.0
Q = Caudal (GPM)	110	Codo 45°	2	3"	95	1.80
LR = Longitud real elevador m	3.00					
Le = Longitud equivalente (m)	5.80					
L = Longitud total L = LR + Le (m)	8.8					
Ø y RDE tubería	3"					
j = Pérdidas fricción tubería (m) (tablas No. 2,3,8)	0.01295					
J ₂ = (F) (L) (j) J ₂ = (1.0) (8.8) (0.0174)	0.11396	Sumatoria (Le)	5.80			

3. PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN LA UNIDAD DE RIEGO (J ₃)		
VARIABLES	VALORES	
P = Presión de trabajo medida unidad de riego (m)	39.51	
C _g = Coeficiente de descarga de las boquillas	Viejas: 0.95 X	0.95
	Nuevas : 0.99	
J ₃ = (P) - [(C _g) (P)] (m) J ₃ = (39.51) - [(0.95) * (39.51)]	1.976	

4. PÉRDIDAS TOTALES EN LATERAL(JT)	
VARIABLES	VALORES
JT = ∑J ₁ + J ₂ + J ₃ = 0.998 + 0.11396 + 1.976	3.09
CHEQUEO: JT ≤ J PERMISIBLE (20% presión de trabajo unidad de riego) (3.09) ≤ (7.27)	
Resultado: (SI X) (NO); si el resultado es (NO) replantear cálculos	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL(m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (PEL)		PRESIÓN A LA SALIDA (PSL)	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
PUR = Presión unidad de riego (m)	39.51	PEL = Presión entrada lateral (m)	38.60
JT = Pérdidas totales (m)	3.09	JT = Pérdidas totales (m)	3.09
ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	4 (-)	ΔH = Diferencia topográfica terreno	4 (-)
PEL = PUR + JT ± ΔH (m)	38.60 m	PSL = PEL - JT ± ΔH (m)	39.51 m
PEL = (36.36) + (3.295) ± (0.6)	55.39 PSI	PSL = (39.055) - (3.295) ± (0.6)	56.7 PSI

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 5
RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Micro aspersión		HUERTO: : Granja I. E. San Luís		SECTOR RIEGO (SR) No. 1	
Boquilla emisor (color)	Verde	Especie	Naranja	Fuente	Queb
Presión trabajo (PSI)	25.0	Distancia siembra (m)	7.0*7.0	Caudal disponible (GPM)	89.10
Diámetro húmedo (m)	6.0	Forma siembra	Tres boli.	Caudal sector riego QSR (GPM)	89.10
Caudal (LPH)= QUR	55.0	Distancia entre surcos	6.06 m	Caudal / árbol (LPH) máx.	55.0
Forma de trabajo	Autocom.	Unidades riego / árbol	1	Distancia entre emisores (EL)(m)	7.0

4. PERDIDAS POR FRICCIÓN DE LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		CONEXIÓN	
$J = (F) (L) (j)$		100 %	%
NUR = (numero unidades de riego) (sector riego) =		368	
No. Surcos o líneas de riego por sector de riego (SR) = (Total UR del SR)/(total UR del gran lateral)		23	
F = depende No. De salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 S1 y S2		F= 0.3622	F =
NS = numero de espacios entre surcos (m)		22	
TI = tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco (m)		1.0	
TF = tramo final medido desde la conexión del ultimo surco hasta el tapón de lavado (m)		1.0	
EM = (espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		6.06	
LR = longitud real = (NS) (EM) + (TF) + (Ti de conexión) = (m)		135.32	
LE = longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		0.5	
L = longitud real (m) = LR + LE		135.82	
Ø = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		3" – 41	
Q = caudal de diseño (GPM) y/o para calculo		89.1	
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m) Tabla No. 2, 3, 8		0.01149	
$J = (F) (L) (j) = (m)$		0.565	
CHEQUEO : J ≤ J permisible (45% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego		(0.565) ≤ (1.56)	SI
		() ≤ ()	
NOTA : Si el resultado es NO, entonces recalculer con otro porcentaje mas bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto optimo para conectar			
OBSERVACIÓN :			

6. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (Prem)
Prem = perdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (PEL) ± ΔH terreno ; ΔH = (-15) Prem = 0.565 m + 33.3 - 15 m = 18.86. m = 27.07 PSI

6. TAMAÑO MÚLTIPLE	
PARA CALCULO DE DISEÑO (TM)	PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (TGM)
TM = longitud real (LR)	TGM = (No. Espacios entre surcos) (distancia entre surcos) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia ≈ (1/2) (EM)
TM = 135.82 (m) 100 %	TGM = m
(m) %	

FUENTE: MIGUEL GERMAN CIFUENTES - MIGERCIPER

TALLER No. 5

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Micro aspersión		HUERTO: : Granja I. E. San Luís		SECTOR RIEGO (SR) No. 2	
Boquilla emisor (color)	Verde	Especie	Naranja	Fuente	Queb
Presión trabajo (PSI)	25.0	Distancia siembra (m)	7.0*7.0	Caudal disponible (GPM)	89.10
Diámetro húmedo (m)	6.0	Forma siembra	Tres boli.	Caudal sector riego QSR (GPM)	89.10
Caudal (LPH)= QUR	55.0	Distancia entre surcos	6.06 m	Caudal / árbol (LPH) máx.	55.0
Forma de trabajo	Autocom.	Unidades riego / árbol	1	Distancia entre emisores (EL)(m)	7.0

4. PERDIDAS POR FRICCIÓN DE LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		CONEXIÓN	
$J = (F) (L) (j)$		100 %	%
NUR = (numero unidades de riego) (sector riego) =		368	
No. Surcos o líneas de riego por sector de riego (SR) = (Total UR del SR)/(total UR del gran lateral)		23	
F = depende No. De salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 S1 y S2		F= 0.3622	F =
NS = numero de espacios entre surcos (m)		22	
TI = tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco (m)		1.0	
TF = tramo final medido desde la conexión del ultimo surco hasta el tapón de lavado (m)		1.0	
EM = (espaciamento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		6.06	
LR = longitud real = (NS) (EM) + (TF) + (Ti de conexión) = (m)		135.32	
LE = longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		0.5	
L = longitud real (m) = LR + LE		135.82	
Ø = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		3" - 41	
Q = caudal de diseño (GPM) y/o para calculo		89	
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m) Tabla No. 2, 3, 8		0.01149	
$J = (F) (L) (j) = (m)$		0.565	
CHEQUEO : J ≤ J permisible (45% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego		(0.565) ≤ (1.56) () ≤ ()	SI
NOTA : Si el resultado es NO, entonces recalculer con otro porcentaje mas bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto optimo para conectar			
OBSERVACIÓN :			

6. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (Prem)
Prem = perdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (PEL) ± ΔH terreno ; ΔH = (- 24)
Prem = 0.564 + 30.3 - 24 = 6.864 m = 9.850 PSI

6. TAMAÑO MÚLTIPLE		
PARA CALCULO DE DISEÑO (TM)	PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (TGM)	
TM = longitud real (LR)	TGM = (No. Espacios entre surcos) (distancia entre surcos) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia ≈ (1/2) (EM)	
TM	135.82 (m) 100 %	TGM = m
	(m) %	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES - MIGERCIPER

TALLER No. 6

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN “MÉTODO MÚLTIPLES SALIDAS”

1. PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD : Aspersión	HUERTO : Villa Luz	SECTOR DE RIEGO (SR) No.
$J = (F)(L)(j)$		
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)		1.0
Q = Caudal total a conducir = \sum sectores de riego a beneficiar		89.1
LR = Longitud real (m) = desde conexión sobre principal hasta conexión ultimo sector de riego a beneficiar		426.91
LE = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tablas No. 5 ; Grafica No. 1)		80.6
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)		346.31
Ø = Diámetro y RDE tubería		3" - 41
j = pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 2, 3, 8		0.01149
J = (F)(L)(j) (m)		4.91

1.1 CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (LE) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	LE (m)
Tee activa	8	3"	89.1	34.4
Tee pasiva	1	3"	89.1	1.3
Codo 45°	1	3"	89.1	0.9
Codo 90°	2	3"	89.1	2.0
Válvula globo	2	3"	89.1	42.0
Sumatoria LE (m)				80.6

1.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) m / seg.	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de la tubería	PVC 3 "
RDE del tubo	41
Espesor pared tubo (m) (catalogo fabricante)	0.00216
Øe = diámetro externo (m) (catalogo fabricante)	0.0889
Øi = diámetro interno (m) (catalogo fabricante)	0.08458
R = radio interno (m)	0.04229
A = área tubo = (π)(R ²) (m ²)	0.00562
Q = caudal (m ³ / seg.)	0.005622
V = Q / A (m / seg.)	1.00
V permisible (m / seg.) según fabricante	2.00
CHEQUEO : V ≤ Vp ; (2.050 ≤ 2.50)	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN : si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (Prep)
$Prep = J \text{ tubería principal} + Prep \text{ (presión requerida entrada al lateral crítico)} (Prep) \pm \Delta H \text{ terreno}$ $(4.91 + 38.60 + 3)$ $Prep = 46.51 \text{ m} = 66.74 \text{ PSI}$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES - MIGERCIPER

TALLER No. 6

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN “MÉTODO MÚLTIPLES SALIDAS”

1. PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD : Micro aspersión	HUERTO : Villa Luz	SECTOR DE RIEGO (SR) No. 1
$J = (F)(L)(j)$		
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)		1.0
Q = Caudal total a conducir = \sum sectores de riego a beneficiar (GPM)		89.1
LR = Longitud real (m) = desde conexión sobre principal hasta conexión ultimo sector de riego a beneficiar		27.13
LE = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tablas No. 5 ; Grafica No. 1)		44.0
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)		71.13
Ø = Diámetro y RDE tubería		3" - 41
j = pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 2, 3, 8		0.01149
$J = (F)(L)(j)$ (m)		0.8173

1.1 CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (LE) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	LE (m)
Codo 90	1	3"	89.1	2.0
Válvula globo	2	3"	89.1	42.0
Sumatoria LE (m)				44.0

1.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) m / seg.	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de la tubería	PVC 3 "
RDE del tubo	41
Espesor pared tubo (m) (catalogo fabricante)	0.00216
Øe = diámetro externo (m) (catalogo fabricante)	0.0889
Øi = diámetro interno (m) (catalogo fabricante)	0.08458
R = radio interno (m)	0.04229
A = área tubo = (π) (R ²) (m ²)	0.00562
Q = caudal (m ³ / seg.)	0.005622
V = Q / A (m / seg.)	1.00
V permisible (m / seg.) según fabricante	2.00
CHEQUEO : $V \leq V_p$; (2.050 \leq 2.50)	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN : si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESION REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERIA PRINCIPAL (Prep)
$Prep = J$ tubería alimentación + Prep (presión requerida entrada tubería alimentación critica) (Prep) $\pm \Delta H$ terreno (0.8173 + 18.86 - 4) $Prep = 15.68 \text{ m} = 22.50 \text{ PSI}$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES - MIGERCIPER

TALLER No. 6

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN “MÉTODO MÚLTIPLES SALIDAS”

1. PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD : Micro aspersión	HUERTO : Villa Luz	SECTOR DE RIEGO (SR) No. 2
$J = (F)(L)(j)$		
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)		1.0
Q = Caudal total a conducir = Σ sectores de riego a beneficiar (GPM)		89.10
LR = Longitud real (m) = desde conexión sobre principal hasta conexión ultimo sector de riego a beneficiar		22.06
LE = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tablas No. 5 ; Grafica No. 1)		42.90
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)		64.96
Ø = Diámetro y RDE tubería		3" - 41
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 2, 3, 8		0.01149
J = (F)(L)(j) (m)		0.746

1.1 CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (LE) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	LE (m)
Codo 45º	1	3"	89.1	0.9
Válvula globo	2	3"	89.1	42.0
Sumatoria LE (m)				42.90

1.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) m / seg.	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de la tubería	PVC 3 "
RDE del tubo	41
Espesor pared tubo (m) (catalogo fabricante)	0.00216
Øe = diámetro externo (m) (catalogo fabricante)	0.0889
Øi = diámetro interno (m) (catalogo fabricante)	0.08458
R = radio interno (m)	0.04229
A = área tubo = (π)(R ²) (m ²)	0.00562
Q = caudal (m ³ / seg.)	0.005622
V = Q / A (m / seg.)	1.00
V permisible (m / seg.) según fabricante	2.00
CHEQUEO : V ≤ Vp ; (2.050 ≤ 2.50)	(SI) X
	(NO)
OBSERVACIÓN : si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (Prep)
Prep = J tubería alimentación + Prep (presión requerida entrada tubería alimentación critica) (Prep) ± ΔH terreno (0.746+ 6.864 + 3.5) Prep = 11.11 m = 15.94 PSI

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES - MIGERCIPER

TALLER No. 7

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL “MÉTODO MÚLTIPLES SALIDAS”

1. PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
MODALIDAD : Aspersión	HUERTO : Villa Luz
SECTOR DE RIEGO (SR) No.	
$J = (F)(L)(j)$	
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)	1
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)	194
j = pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 2, 3, 8	0.01149
Q = Caudal total a conducir = \sum sectores de riego a beneficiar	89.10 GPM
LR = Longitud real (m) = desde descarga unidad de bombeo y/o filtrado hasta ultimo sector de riego a beneficiar	145.9
LE = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tablas No. 5 ; Grafica No. 1)	48.1
Ø = Diámetro y RDE tubería	3" - 41
J = (F)(L)(j) (m)	2.23

1.1 CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (LE) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	LE (m)
Tee activa	1	3"	89.1	4.3
Codo 45°	2	3"	89.1	1.8
Válvula globo	2	3"	89.1	42.0
Sumatoria LE (m)				48.1

1.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERIAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de la tubería	PVC 3 "
RDE del tubo	41
Espesor pared tubo (m) (catalogo fabricante)	0.00216
Øe = diámetro externo (m) (catalogo fabricante)	0.08890
Øi = diámetro interno (m) (catalogo fabricante)	0.08458
R = radio interno (m)	0.04229
A = area tubo = (n)(R ²) (m ²)	0.00562
Q = caudal (m ³ / seg.)	0.005622
V = Q / A (m / seg.)	1.00
V permisible (m / seg.) según fabricante	2.0
CHEQUEO : V ≤ Vp ; (1.39 ≤ 2.50)	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN : si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (Prep)
Prep = J tubería principal + Prep (presión requerida entrada tubería alimentación critica) (Prep) ± ΔH terreno (2.23 + 46.51 - 25) Prep = 23 m = 33.0 PSI

FUENTE: MIGUEL GERMAN CIFUENTES - MIGERCIPER

TALLER No. 7

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL “MÉTODO MÚLTIPLES SALIDAS”

1. PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD : Micro aspersión	HUERTO : Villa Luz	SECTOR DE RIEGO (SR) No.
$J = (F)(L)(j)$		
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)		1.0
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)		64.96
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 2, 3, 8		0.01149
Q = Caudal total a conducir = \sum sectores de riego a beneficiar		89.1 GPM
LR = Longitud real (m) = desde descarga unidad de bombeo y/o filtrado hasta ultimo sector de riego a beneficiar		14.66
LE = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tablas No. 5 ; Grafica No. 1)		50.30
Ø = Diámetro y RDE tubería		3" - 41
$J = (F)(L)(j)$ (m)		0.746

1.1 CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (LE) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	LE (m)
Tee activa	1	3"	95	4.3
Codo 90°	2	3"	95	4.0
Válvula globo	2	3"	95	42.0
Sumatoria LE (m)				50.3

1.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERIAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de la tubería	PVC 3 "
RDE del tubo	41
Espesor pared tubo (m) (catalogo fabricante)	0.00216
Øe = diámetro externo (m) (catalogo fabricante)	0.08890
Øi = diámetro interno (m) (catalogo fabricante)	0.08458
R = radio interno (m)	0.04229
A = area tubo = (π)(R ²) (m ²)	0.00562
Q = caudal (m ³ / seg.)	0.005622
V = Q / A (m / seg.)	1.00
V permisible (m / seg.) según fabricante	2.0
CHEQUEO : V ≤ Vp ; (1.39 ≤ 2.50)	(SI) X
	(NO)
OBSERVACIÓN : si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (Prep)
$Prep = J$ tubería principal + Prep (presión requerida entrada tubería alimentación critica)(Prep) ± ΔH terreno (0.746 + 15.68 - 3.2) $Prep = 13.23 \text{ m} = 18.98 \text{ PSI}$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES - MIGERCIPER

TALLER No. 8

RIEGO A PRESIÓN: "CALCULO DE PERDIDAS UNIDAD FILTRADO".

1. DATOS BASICOS			
HUERTO : Villa Luz	VEREDA : San Luís	MUNICIPIO : Neiva	
CARACTERÍSTICAS		CONEXIONES	
Fuente :	Quebrada	0 entrada y salida filtros	3 " ; 3"
Caudal de diseño (GPM)	89.1	Tubería principal y secundaria	3" ; 3"
Relación filtrado :	2 ; 1	Tubería retrolavado	3" ; 3"
Descripción filtrado:	Arena - malla	Válvulas control flujo	3"
Capacidad total filtrado (GPM) :	100	Válvulas control presión	Alivio presión
Capacidad individual filtros (GPM)	50 - 100	Válvulas control aire	Ventosa
Modelos filtros (graficas No. 2 , 3)	F630 ;F130	Medición presión	manómetros

2. PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERIA CONDUCCION (J1)					
ITEMS	VARIABLES	TRAMO - 1	TRAMO - 2	TRAMO - 3	TRAMO - 4
TRAMOS	Q : \sum caudales S:R: a beneficiar (GPM)	89.1	44.6	89.1	89.1
	LR: Longitud real (m)	4.0	4.5	6.5	
	LE: Longitud equivalente por accesorios (m)	16.40	32.60	24.80	
	L: Longitud total (m) = LR + LE	20.4	37.1	31.30	
	0 y RDE tubería (asumirlo)	3" ; 41	3" ; 41	3" ; 41	
	J: perdidas fricción tabla No. 2,3,8 (m/m)	0.01149	0.00321	0.01149	
	J1 = (1)(j)	0.23	0.1191	0.285	
	\sum J1 (m)			0.634	

2.1 CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (LE) (Tabla No. 5 ; grafica No. 1)													
ITEMS	ACCESOR.	CANT.	0	Q(GPM)	L(m)	ITEMS	ACCESOR.	CANT.	0	Q(GPM)	L(m)		
TRAMO 1	Codo 90°	2	3"	89.1	4.0	TRAMO 2	Válvula bola	1	3"	44.6	21.0		
	Te activa	1	3"	89.1	4.3		Codo 90°	2	3"	44.6	6.0		
	Cheque	1	3"	89.1	8.1		Te pasiva	1	3"	44.6	1.3		
							Te activa	1	3"	44.6	4.3		
	Sumatoria L				16.40		Sumatoria L				32.60		
TRAMO 3	Codo 45°	1	3"	89.1	0.9	TRAMO 4							
	Codo 90°	1	3"	89.1	2.0								
	Válvula bola	1	3"	89.1	21.0								
	Sumatoria L				24.8		Sumatoria L						

2.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) (m / seg.)			
VARIABLES	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
Clase y diámetro de la tubería	PVC 3 "	PVC 3 "	PVC 3 "
RDE del tubo	41	41	41
Espesor pared tubo (m) (catalogo fabricante)	0.00216	0.00216	0.00216
ϕ_e = diámetro externo (m) (catalogo fabricante)	0.0889	0.0889	0.0889
ϕ_i = diámetro interno (m) (catalogo fabricante)	0.08458	0.08458	0.08458
R = radio interno (m)	0.04229	0.04229	0.04229
A = area tubo = (π)(R ²) (m ²)	0.005618	0.005618	0.005618
Q = caudal (m ³ / seg.)	0.005622	0.002811	0.005622
V = Q / A (m / seg.)	1.00	0.50	1.00
V permisible (m / seg.) según fabricante	2.0	2.0	2.0
CHEQUEO : $V \leq V_p$; (1.39 \leq 2.50)	(SI) X	(SI) X	(SI) X
	(NO)	(NO)	(NO)

CONTINUACIÓN TALLER No. 14

RIEGO A PRESIÓN: “ CALCULO DE PERDIDAS UNIDAD FILTRADO”.

3. PERDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J2)			
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J2 (m)	REFERENCIA
HIDROCICLON			Grafica No.
ARENA	50	2.00	Grafica No.2 F 630
MALLA	100	0.60	Grafica No.3 F130
J2 = \sum J2		2.60	“adaptado filtros Mondragón – España”

4. PERDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
J = J1 + J2	
J = 3.234 m	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES - MIGERCIPER

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño (GPM)	89.1	Temperatura interior caseta (C°)		Dpto.	Huila
Localización geográfica ASNM	1140	Presión atmosférica tabla No.6 (m)		Municipio	Neiva
Presión trabajo unidad riego PSI		Presión de vapor tabla No.7 (m)		Vereda	San Luís
Fuente abastecimiento	Queb	Clase sedimentos (0)		Predio	Villa Luz

Micro aspersion

2. CALCULO DE LA ALTURA DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
C.D.T = $H_s + H_{fs} + H_{fp} + H_{fa} + H_{fm} + H_{fl} + H_{ff} + H_{ff} + HUR$	VALORES (m)
H_s = Altura de succión	0
H_{fs} = pérdidas por fricción tubería succión	0
H_{fp} = pérdidas por fricción tubería principal	0.746
H_{fa} = pérdidas por fricción tubería alimentación	0.8173
H_{fm} = pérdidas por fricción en la tubería múltiple	0.564
H_{fl} = pérdidas por fricción en la tubería lateral	1.89
H_{ff} = pérdidas por fricción unidad de fertilización	5.0
H_{ff} = pérdidas por fricción unidad filtrado	3.234
HUR = presión de trabajo unidad de riego	17.42
SUMATORIA C.D.T.	29.67

Aspersion

2. CALCULO DE LA ALTURA DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
C.D.T = $H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fa} + H_{fm} + H_{fl} + H_{ff} + H_{ff} + HUR$	VALORES (m)
H_s = Altura de succión	0
H_d = Altura de descarga (ΔH terreno) + altura elevador unidad riego	1.2
H_{fs} = pérdidas por fricción tubería succión	0
H_{fp} = pérdidas por fricción tubería principal	2.23
H_{fa} = pérdidas por fricción tubería alimentación	4.91
H_{fm} = pérdidas por fricción en la tubería múltiple	0
H_{fl} = pérdidas por fricción en la tubería lateral	1.976
H_{ff} = pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
H_{ff} = pérdidas por fricción unidad filtrado	0
HUR = presión de trabajo unidad de riego	39.51
SUMATORIA C.D.T.	49.83

5. PRESUPUESTO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VALOR PARCAL	VALOR TOTAL	VALOR CAPITULO
1.0	BOCATOMA					
1.1	Localización, Replanteo (BOCATOMA)	GL.	1.00	26857	26857	
1.2	Desvío y Retorno de la Fuente	GL.	1.00	260950	260950	
1.3	Excavación a todo factor bajo Agua	M3	13.04	14881	194018	
1.4	Concreto de 3000 P.S.I. para Dique, Aletas, Cajilla y tapa	M3	12.94	374194	4841546	
1.5	Concreto de 2000 P.S.I para solado	M3	3.29	270454	889794	
1.6	Concreto Ciclópico de 2500 P.S.I - 40% Piedra	M3	2.46	226094	555603	
	Suministro, Corte Amarre y Figurado de Acero de Refuerzo:					
1.7	Acero de Refuerzo Diámetro 3/8" (A - 37)	Kg	219.23	2878	630957	
1.8	Acero de Refuerzo Diámetro 1/2" (A - 60)	Kg	173.62	3048	529194	
1.9	Acero de Refuerzo Diámetro 5/8" (A - 60)	Kg	690.87	3109	2147915	
	Suministro e Instalación de los siguientes Accesorios:					
1.10	Rejilla de 0,70 x 0,4 mts, barras en hierro de 5/8" lisas, separadas cada 5 m m	UN.	1.00	266275	266275	
1.11	Paso de Escalera de diámetro 5/8" cada	GL.	1.00	20000	20000	
1.12	Tubería PVC Sanitaria de 6" para el excesos de caudal	GL.	1.00	119650	119650	
1.13	Compuerta Lateral Circular HF 4"	GL.	1.00	629725	629725	
1.14	Tubería PVC Sanitaria y Accesorio de Lavado de diámetro de 2", con válvula HF	GL.	1.00	220277	220277	
	SUBTOTAL BOCATOMA					11332761

2.0	ADUCCIÓN					
2.1	Localización, Replanteo (ADUCCIÓN)	ML	44.00	269	11836	
2.2	Excavación en terreno común corriente	M3	3.10	3662	11338	
2.3	Excavación en terreno conglomerado	M3	1.86	5371	9977	
2.4	Excavación en terreno rocoso	M3	1.24	14324	17739	
2.5	Encofrado protección de tubería PVC	ML	15.00	64274	964110	
2.6	Relleno y apisonado	M3	6.19	1543	9554	
2.7	Suministro e Instalación de Tubería Presión PVC					
2.8	Tubería de Presión PVC UC RDE 51 de 4"	ML	44.00	15402	677688	
2.9	Suministro e Instalación de Accesorio Presión PVC					
	Válvula Ventosa 1/2" HF de doble acción	UN.	1.00	182,271	182271	
	Válvula HF de 2" Lavado	UN.	1.00	56,221	56221	
	Tee PVC UM 4" x 2" x 4"	UN.	1.00	88,752	88752	
	Collar de derivación de 4" a 1/2"	UN.	1.00	14,544	14544	
	Codo 45° Presión PVC US de 4"	UN.	2.00	43,522	87045	
	Codo Gran Radio PVC UM 11 1/4° de 4"	UN.	3.00	60,266	180799	
	Adaptador Macho Presión de 2"	UN.	1.00	3,430	3430	
2.10	Construcción de Cajillas con su tapa para Ventosas y lavado de 0.50 m x 0.50 m. En concreto simple 3000 PSI	UN.	2.00	80000	160000	
	SUBTOTAL ADUCCIÓN					2475304

3.0	DESARENADOR					
3.1	Localización, Replanteo (DESARENADOR)	GL	1.00	26857	26857	
3,2	Demolición del desarenador antiguo	GL	1.00	350000	350000	
3,3	Excavación en terreno común corriente	M3	4.00	3662	14648	
3,4	Concreto de 3000 P.S.I, para Base, Muros, Cajilla y tapa	M3	8.95	374194	3347989	
3,5	Concreto de 2000 P.S.I para solado	M3	2.16	270454	583505	
3,6	Pañete impermeabilizado y esmaltado	M2	35.00	13950	488250	
	Suministro, Corte Amarre y Figurado de Acero de Refuerzo:					
3,7	Acero de Refuerzo Diámetro 3/8" (A - 37)	Kg	381.00	2878	1096523	
3,8	Acero de Refuerzo Diámetro 1/2" (A - 60)	Kg	87.02	3048	265237	
3,9	Acero de Refuerzo Diámetro 5/8" (A - 60)	Kg	310.93	3109	966681	
	Suministro e Instalación de los siguientes Accesorios:					
3.10	Tubería y accesorio de PVC Sanitaria de 4" para desagüe y excesos	GL	1.00	562375	562375	
3.11	Tubería y accesorio de PVC Presión de 4" RDE 51 para Bay pass	GL	1.00	1728275	1728275	
	SUBTOTAL DESARENADOR					9430339

4,0	CONDUCCIÓN					
4,1	Localización, Replanteo (CONDUCCIÓN)	ML	1620,0	269	435780	
4,2	Excavación en terreno común corriente	M3	127,92	3662	468443	
4,3	Excavación en terreno conglomerado	M3	76,75	5371	412235	
4,4	Excavación en terreno rocoso	M3	51,17	14324	732930	
4,5	Relleno y apisonado	M3	255,84	1543	394761	
4,6	Suministro e Instalación de tubería y accesorios:					
	Tubería de Presión PVC UM RDE 51 de 3"	ML	870,00	10826	9418620	
	Tubería de Presión PVC UC RDE 51 de 4"	ML	750,00	15402	11551500	
	Válvula Ventosa 1/2" HF de doble acción	UN.	5,00	182.271	911355	
	Válvula HF de 2" Lavado	UN.	5,00	56.221	281105	
	Buje Soldado Presión de 4" x 3"	UN.	4,00	16.083	64333	
	Tee PVC UM 4" x 2" x 4"	UN.	3,00	88.752	266257	
	Tee PVC UM 3" x 2" x 3"	UN.	2,00	59348	118697	
	Codo 45° Presión PVC US de 3"	UN.	2,00	20.763	41527	
	Codo Gran Radio PVC UM 22 1/2° de 4"	UN.	3,00	63.406	190219	
	Codo Gran Radio PVC UM 22 1/2° de 3"	UN.	2,00	34.706	69412	
	Codo Gran Radio PVC UM 11 1/4° de 4"	UN.	17,00	60.266	1024526	
	Codo Gran Radio PVC UM 11 1/4° de 3"	UN.	15,00	31.671	475068	
	Collar de derivación de 4" a 1/2"	UN.	3,00	14.544	43633	
	Collar de Derivación PVC 3" x 1/2"	UN.	2,00	12.673	25347	
	Adaptador Macho Presión de 1/2"	UN.	6,00	614	3684	
	Niple HG de 1/2" 1.50 m 2 Roscas	UN.	6,00	5.300	31800	
	Adaptador Macho Presión de 2"	UN.	5,00	3.430	17152	
	Cinta teflón	UN.	7,00	1000	7000	
4,7	Construcción de Cajillas con su tapa para Ventosas y lavado de 0.50 m x 0.50 m. En concreto simple 3000 PSI	UN.	4,00	80000	320000	
4,8	Viaductos					
4,9	Construcción de viaductos para tubería de 3 y 4" incluye todo lo necesario para su construcción	ML	51,00	60000	3060000	
	SUBTOTAL CONDUCCIÓN					30365383

5,0	SISTEMA DE RIEGO I					
	SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSIÓN					
5,1	Replanteo Lateral (SIST. MICROASPERSIÓN)	ML	3106,00	100	310600	
5,2	Replanteo Tubería 3" (SIST. MICROASPERSIÓN)	ML	392,00	100	39200	
5,3	Excavación en terreno común corriente para lateral (0,1m x 0,2m)	M3	62,12	1500	93180	
5,4	Excavación en terreno común corriente para tubería de 3"	M3	29,40	2000	58800	
5,5	Relleno y apisonado	M3	91,52	700	64064	
5,6	Suministro e Instalación de tubería y accesorios:					
	Manguera lateral de 16 mm.PR - 35	ML	2658,00	700	313600	
	Manguera lateral de 12 mm.PR - 35	ML	448,00	900	403200	
	Tubería de Presión PVC UM RDE 41 de 3"	ML	392,00	11500	4508000	
	Microaspersores con estaca, micromanguera y sus otros implementos	UN.	476,00	6500	3094000	
	Codo 45° Presión PVC US de 3"	UN.	2,00	20763	41527	
	Codo 90° Presión PVC US de 3"	UN.	1,00	19783	19783	
	Codo Gran Radio PVC UM 22 1/2° de 3"	UN.	1,00	34706	34706	
	Tapón Roscado Presión PVC de 3"	UN.	2,00	13970	27940	
	Válvula de Bola de 3"	UN.	8,00	180573	1444587	
	Adaptador Macho Presión de 3"	UN.	16,00	11821	189141	
	Collar de Derivación PVC 3" x 1/2"	UN.	2,00	12100	24200	
	Adaptador Hembra Presión PVC US de 1/2 x 1/4"	UN.	2,00	494	988	
	Niple HG de 1/2" 1.50 m 2 Roscas	UN.	2,00	5300	10600	
	Tee Presión PVC US de 3"	UN.	2,00	25423	50847	
	Cinta teflon	UN.	4,00	1000	4000	
5,7	Sistema de fertilización					
	Suministro e Instalación de tubería y accesorios:					
	Tubería de Presión PVC US Rde 41 de 3/4"	ML	2,00	2500	5000	
	Tubería de Presión PVC US Rde 13.5 de 1/2"	ML	3,00	1500	4500	
	Codo 90° Presión PVC US de 3/4	UN.	2,00	795	1590	
	Válvula de Bola de 1/2"	UN.	1,00	8600	8600	
	Válvula de Bola de 3/4"	UN.	2,00	12700	25400	
	Válvula de Bola de 3"	UN.	1,00	180573	180573	
	Adaptador Macho Presión de 3/4"	UN.	4,00	458	1832	
	Adaptador Macho Presión de 1/2"	UN.	2,00	284	568	
	Adaptador Macho Presión de 3"	UN.	2,00	11821	23643	
	Tee PVC UM 3" x 2" x 3"	UN.	2,00	59231	118462	
	Buje Soldado Presión de 2" x 3/4"	UN.	2,00	2717	5434	
	Micromedidor Volumétrico de 3/4"	UN.	1,00	65000	65000	
	Manómetro de Glicerina de 100 PSI	UN.	2,00	120000	240000	
	Tanque plástico de 500 Lt	UN.	1,00	125000	125000	
	Inyector Venturi	UN.	1,00	300000	300000	
	Cinta teflón	UN.	4,00	1000	4000	

5,8	Sistema de Filtros y Retrolavado					
	Tubería de Presión PVC UM RDE 41 de 3"	ML	32,00	11500	368000	
	Filtro de Arena de 50 GPM marca Mondragón Ref F - 630	UN.	2,00	830000	1660000	
	Filtro de Malla de 100 GPM marca Mondragón Ref F - 130	UN.	1,00	185000	185000	
	Codo 90° Presión PVC US de 3"	UN.	8,00	19783	158267	
	Codo 45° Presión PVC US de 3"	UN.	2,00	20763	41527	
	Válvula de Bola de 3"	UN.	6,00	180573	1083440	
	Adaptador Macho Presión de 3"	UN.	14,00	11821	165499	
	Manómetro de Glicerina de 100 PSI	UN.	2,00	120000	240000	
	Cheque de 3"	UN.	1,00	260000	260000	
	Cinta teflón	UN.	5,00	1000	5000	
5,9	Construcción de Cajillas con su tapa para Llaves de bola de 3" y Collar de derivación de 0.60 m x 0.60 m. En concreto simple 3000 PSI	UND.	5,00	200000	1000000	
5,1	Caseta para los filtros y fertilización 3*3*2, en ladrillo tolete común, con pañete impermeabilizante	GL	1,00	3850000	3850000	
	SUBTOTAL SISTEMA DE RIEGO I					20859297

6,0	SISTEMA DE RIEGO II					
	SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN					
6,1	Replanteo (SIST. ASPERSIÓN)	ML	986,00	100	98600	
6,2	Excavación en terreno común corriente para tubería de 3"	M3	157,76	2000	315520	
6,3	Relleno y apisonado	M3	157,76	700	110432	
6,4	Suministro e Instalación de tubería y accesorios:					
	Tubería de Presión PVC UM RDE 41 de 3"	ML	986,00	11500	11339000	
	Codo 90° Presión PVC US de 3"	UN.	14,00	19783	276967	
	Codo 45° Presión PVC US de 3"	UN.	1,00	20763	20763	
	Tee Presión PVC US de 3"	UN.	21,00	25423	533890	
	Válvula de Bola de 3"	UN.	4,00	180573	722293	
	Adaptador Macho Presión de 3"	UN.	8,00	11821	94571	
	Hidrante en aluminio de 3"	UN.	21,00	120000	2520000	
	Cañón para riego Golondrina modelo 1001, incluye trípode, toma hidrante, tubería de aluminio de 3 mts y cuello cisne	GL.	1,00	2050000	2050000	
	Cinta teflón	UN.	10,00	1000	10000	
6,5	Construcción de Cajillas con su tapa para Llaves de bola de 3" y Collar de derivación de 0.60 m x 0.60 m. En concreto simple 3000 PSI	UN.	4,00	200000	800000	
	SUBTOTAL CONDUCCIÓN					18892036

A. TOTAL COSTOS					93355120,36
------------------------	--	--	--	--	--------------------

B. A.I.U			10%		9335512,08
-----------------	--	--	------------	--	-------------------

C. COSTO TOTAL DEL PROYECTO					102690632,92
------------------------------------	--	--	--	--	---------------------

6. CONCLUSIONES

- ✓ Según los resultados obtenidos en las pruebas hidrodinámicas del suelo realizado en la Granja Villa Luz para el Diseño de Riego en dicha Granja fueron los siguientes presenta una textura FA, Da de $2,07\text{gr/cm}^3$, infiltración 1.3 cm/hr (Moderadamente Lenta). Esta prueba nos indica que el suelo presenta fracciones de mineral gruesa, favoreciendo a la infiltración por la macroporosidad y el intercambio gaseoso en la atmósfera del suelo. Con estas características favorecen para la implementación del sistema de riego de alta frecuencia (microaspersión y aspersión), pero antes de implementar el sistema de riego se debe hacer un manejo adecuado al suelo “cincelado y abonos orgánicos para bajar la Da”.
- ✓ Según el Balance Hídrico del pasto y los cítricos durante todo el año siempre tendrá un déficit hídrico incrementándose en el mes de Agosto y para suplir las necesidades hídricas es necesario implementar un sistema de riego con una frecuencia de riego cada tres días.
- ✓ Los diseños hidráulicos en la infraestructura que constituirá el nuevo Minidistrito de Riego Villa Luz fueron diseñados con los parámetros que maneja López Cualla, 1995; para el sistema de Riego se diseñó con la metodología implementada por Cifuentes, 2001, dando como resultado para el sistema de microaspersión dos sectores de riego (cada sector manejado por turno) y en el caso del sistema de aspersión con 21 posiciones pero se manejará una sola posición por turno.

7. RECOMENDACIONES

- Al realizar la construcción del Minidistrito de Riego se debe seguir con las especificaciones de diseño (memorias técnicas, cálculos hidráulicos y planos) propuesta para su buen funcionamiento.
- Para optimizar un funcionamiento óptimo del Minidistrito de Riego se debe hacer operaciones adecuadas, mantenimiento constante de las estructuras que conforman el Minidistrito, para prevenir las acumulaciones de sedimentos en las estructuras - tubería, daños en la tubería por el golpe de arietes que no perjudica al sistema.
- Para prevenir los problemas de taponamiento y variación de presión en el sistema de microaspersión, es recomendable realizar constantemente el lavado de los filtros y las tuberías que la conforma.
- Para suplir el amplio costo del proyecto se puede ampliar el área del proyecto y otra solución para bajar costos es de compartir los gastos en la conducción con otros vecinos que se encuentre localizado alrededor al sector.

BIBLIOGRAFÍA

- ® **LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo.** Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Editorial: Escuela Colombiana de Ingeniería. Febrero de 1995.

- ® **CORCHO ROMERO, Freddy Hernán y DUQUE SERNA, José Ignacio.** Acueductos: Teoría y Diseño.

- ® **CIFUENTES PERDOMO, Miguel Germán.** Proyecto: Diseño y Construcción del Centro Experimental Piloto de Riego a Presión “CEPRAP” y formulación de requerimientos hídricos. Universidad Surcolombiana. 1999. pag 65.

- ® **CIFUENTES PERDOMO, Miguel Germán.** Metodología para el diseño de sistemas de riego a presión. Neiva, 2001. Tesis (Especialista en Ingeniería de Irrigación). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. Programa de Postgrado de Irrigación.

- ® **WITHERS, Bruce y VIPOND, Stanley.** El riego diseño y practica. México: Diana, 1979. pag. 150.

- ® **PAVCO,** Catalogo de tuberías y accesorios presión PAVCO. Santa Fe de Bogota: s.e. 2005.

- ® **REPUBLICA COLOMBIANA,** Código Colombiana de Construcciones Sismorresistentes N.S.R. Santa Fé de Bogota: s.e., 1998.

® **SALGADO MOSQUERA, Oscar Iván.** Diseño del Acueducto Regional para las Veredas La Unión, la Victoria y Cristo Rey en el Municipio de Acevedo Departamento del Huila, 2006. Tesis (Ingeniero Agrícola). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Agrícola.

ANEXOS

**ANEXO A. ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN DESDE DESARENADOR AL PUNTO 18
CÁLCULOS HIDRÁULICOS
MINIDISTRITO DE RIEGO DE LA GRANJA VILLA LUZ, CORREGIMIENTO SAN LUÍS – MUNICIPIO DE NEIVA**

Tramo	LONG m	ABSC m	DIAM Pulg	Q Lt/sg	VEL. m/sg	PERDIDAS		COTA PIEZOMETRICA		COTA TERRENO		COTA TUBERÍA		PRESIÓN DISPONIBLE		PRESIÓN ESTÁTICA		TUBERÍA		OBSERVACIONES
						Unitaria	Total	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
1 - 2	1,94	1,94	4,324	10,00	1,056	0,0093	0,0181	1287,89	1287,20	1287,89	1285,35	1287,21	1281,35	0,00	5,17	0,00	2,54	PVC UC RDE 51	4"	Sale de Bocotoma
2 - 3	8,89	10,83	4,324	10,00	1,056	0,0093	0,0831	1287,20	1287,12	1285,35	1285,83	1281,35	1285,43	5,17	1,69	2,54	2,06	PVC UC RDE 51	4"	
3 - 4	7,71	18,54	4,324	10,00	1,056	0,0093	0,0720	1287,12	1287,05	1285,83	1285,63	1285,43	1285,23	1,69	1,82	2,06	2,26	PVC UC RDE 51	4"	
4 - 5	10,60	29,14	4,324	10,00	1,056	0,0093	0,0991	1287,05	1286,95	1285,63	1284,15	1285,23	1283,75	1,82	3,20	2,26	3,74	PVC UC RDE 51	4"	Viaducto 1(5,3ml), válvula de lavado
5 - 6	11,96	41,10	4,324	10,00	1,056	0,0093	0,1118	1286,95	1286,83	1284,15	1285,31	1283,35	1284,91	3,20	1,92	3,74	2,58	PVC UC RDE 51	4"	válvula ventosa
6 - D1	2,75	43,85	4,324	10,00	1,056	0,0093	0,0257	1286,83	1286,81	1285,31	1284,66	1284,91	1284,26	1,92	2,55	2,58	3,23	PVC UC RDE 51	4"	
D1 - D2	5,98	49,83	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,0654	1284,66	1284,65	1284,66	1284,61	1284,26	1284,26	0,00	0,04	0,00	0,05	PVC UM RDE 51	3"	Entrada Desarenador
D2 - 7	9,79	59,62	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,1071	1284,65	1284,54	1284,61	1282,91	1283,86	1282,51	0,04	2,03	0,05	1,75	PVC UM RDE 51	3"	
7 - 8	7,58	67,20	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,0829	1284,54	1284,46	1282,91	1282,34	1282,51	1281,94	2,03	2,52	1,75	2,32	PVC UM RDE 51	3"	
8 - 9	12,63	79,83	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,1382	1284,46	1284,32	1282,34	1284,27	1281,94	1283,87	2,52	0,45	2,32	0,39	PVC UM RDE 51	3"	
9 - 10	11,14	90,97	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,0359	1284,32	1284,29	1284,27	1283,01	1283,87	1282,61	0,45	1,68	0,39	1,65	PVC UC RDE 51	4"	
10 - 11	16,32	107,29	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,0525	1284,29	1284,23	1283,01	1284,12	1282,61	1283,72	1,68	0,51	1,65	0,54	PVC UC RDE 51	4"	
11 - 12	50,02	157,31	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,5472	1284,23	1283,69	1284,12	1278,80	1283,72	1278,40	0,51	5,29	0,54	5,86	PVC UM RDE 51	3"	
12 - 13	32,34	189,65	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,3538	1283,69	1283,33	1278,80	1274,47	1278,40	1274,07	5,29	9,26	5,86	10,19	PVC UM RDE 51	3"	Válvula lavado
13 - 14	21,88	211,53	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,2394	1283,33	1283,09	1274,47	1277,34	1274,07	1276,94	9,26	6,15	10,19	7,32	PVC UM RDE 51	3"	Válvula ventosa
14 - 15	30,00	241,53	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,3282	1283,09	1282,76	1277,34	1273,01	1276,94	1272,61	6,15	10,15	7,32	11,65	PVC UM RDE 51	3"	
15 - 16	49,00	290,53	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,5360	1282,76	1282,23	1273,01	1274,17	1272,61	1273,77	10,15	8,46	11,65	10,49	PVC UM RDE 51	3"	
16 - 17	45,66	336,19	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,4995	1282,23	1281,73	1274,17	1271,39	1273,77	1270,99	8,46	10,74	10,49	13,27	PVC UM RDE 51	3"	
17 - 18	31,13	367,32	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,3405	1281,73	1281,39	1271,39	1270,51	1270,99	1270,11	10,74	11,28	13,27	14,15	PVC UM RDE 51	3"	

RESUMEN DE TUBERÍAS

PVC 4" RDE 51

71.31

ml

ACCESORIOS

PVC 3" RDE 51

290.03

ml

Válvula de Lavado

2

Und.

Ventosa

2

Und.

VIADUCTO

5.3

ml

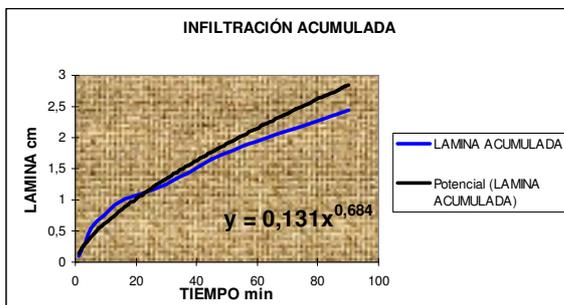
**ANEXO B. ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN DESDE EL PUNTO 18 AL PUNTO 46 (SIST. RIEGO)
CÁLCULOS HIDRÁULICOS
MINIDISTRITO DE RIEGO DE LA GRANJA VILLA LUZ, CORREGIMIENTO SAN LUÍS – MUNICIPIO DE NEIVA**

Tramo		LONG.	ABSCISA	DIAM.	Q	VEL.	PERDIDAS		COTA PIEZOMETRICA		COTA TERRENO		COTA TUBERÍA		PRESIÓN DISPONIBLE		PRESIÓN ESTÁTICA		TUBERÍA		OBSERVACIONES	
		m	m	Pulg	Lt/sg	m/sg	Unitaria	Total	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Clase	Diám		
18		19	20,60	387,92	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,2254	1281,39	1281,16	1270,51	1266,40	1270,11	1266,00	11,28	15,16	14,15	18,26	PVC UM RDE 51	3"	Viaducto 2 (20 ml), válvula lavado
19	-	20	36,35	424,27	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,2254	1281,16	1280,94	1266,40	1267,53	1266,00	1267,13	15,16	13,81	18,26	17,13	PVC UM RDE 51	3"	
20	-	21	52,08	476,35	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,5697	1280,94	1280,37	1267,53	1272,14	1267,13	1271,74	13,81	8,63	17,13	12,52	PVC UM RDE 51	3"	
21	-	22	28,31	504,66	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,3097	1280,37	1280,06	1272,14	1269,53	1271,74	1269,13	8,63	10,93	12,52	15,13	PVC UM RDE 51	3"	
22	-	23	25,40	530,06	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,0818	1280,06	1279,98	1269,53	1271,80	1269,13	1271,40	10,93	8,58	15,13	12,86	PVC UC RDE 51	4"	Viaducto 3 (3ml)
23	-	24	43,28	573,34	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,1394	1279,98	1279,84	1271,80	1278,03	1271,40	1277,63	8,58	2,21	12,86	6,63	PVC UC RDE 51	4"	Válvula ventosa
24	-	25	22,53	595,87	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,0725	1279,84	1279,76	1278,03	1274,09	1277,63	1273,69	2,21	6,07	6,63	10,57	PVC UC RDE 51	4"	
25	-	26	53,69	649,56	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,1729	1279,76	1279,59	1274,09	1269,71	1273,69	1269,31	6,07	10,28	10,57	14,95	PVC UC RDE 51	4"	Válvula lavado
26	-	27	53,93	703,49	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,1737	1279,59	1279,42	1269,71	1272,19	1269,31	1271,79	10,28	7,63	14,95	12,47	PVC UC RDE 51	4"	Viaducto 4 (6ml)
27	-	28	17,70	721,19	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,0570	1279,42	1279,36	1272,19	1273,79	1271,79	1273,39	7,63	5,97	12,47	10,87	PVC UC RDE 51	4"	
28	-	29	36,59	757,78	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,1178	1279,36	1279,24	1273,79	1278,96	1273,39	1278,56	5,97	0,68	10,87	5,70	PVC UC RDE 51	4"	Válvula ventosa
29	-	30	100,76	858,54	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,3244	1279,24	1278,92	1278,96	1277,25	1278,56	1276,85	0,68	2,07	5,70	7,41	PVC UC RDE 51	4"	
30	-	31	77,80	936,34	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,2505	1278,92	1278,67	1277,25	1273,99	1276,85	1273,59	2,07	5,08	7,41	10,67	PVC UC RDE 51	4"	
31	-	32	56,93	993,27	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,1833	1278,67	1278,48	1273,99	1268,29	1273,59	1267,89	5,08	10,59	10,67	16,37	PVC UC RDE 51	4"	Válvula lavado
32	-	33	130,54	1.123,81	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,4203	1278,48	1278,06	1268,29	1274,14	1267,89	1273,74	10,59	4,32	16,37	10,52	PVC UC RDE 51	4"	Válvula ventosa
33	-	34	46,60	1.170,41	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,1501	1278,06	1277,91	1274,14	1260,68	1273,74	1260,28	4,32	17,63	10,52	23,98	PVC UC RDE 51	4"	Válvula lavado
34	-	35	52,79	1.223,20	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,1700	1277,91	1277,74	1260,68	1264,90	1260,28	1264,50	17,63	13,24	23,98	19,76	PVC UC RDE 51	4"	Viaducto 5 (8ml)
35	-	36	20,32	1.243,52	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,2223	1277,74	1277,52	1264,90	1268,28	1264,50	1267,88	13,24	9,64	19,76	16,38	PVC UM RDE 51	3"	
36	-	37	43,31	1.286,83	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,4738	1277,52	1277,05	1268,28	1270,48	1267,88	1270,08	9,64	6,97	16,38	14,18	PVC UM RDE 51	3"	
37	-	38	31,99	1.318,82	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,3499	1277,05	1276,70	1270,48	1268,58	1270,08	1268,18	6,97	8,52	14,18	16,08	PVC UM RDE 51	3"	
38	-	39	23,07	1.341,89	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,2524	1276,70	1276,45	1268,58	1263,75	1268,18	1263,35	8,52	13,10	16,08	20,91	PVC UM RDE 51	3"	
39	-	40	14,26	1.356,15	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,1560	1276,45	1276,29	1263,75	1266,63	1263,35	1266,23	13,10	10,06	20,91	18,03	PVC UM RDE 51	3"	Viaducto 6(4ml)

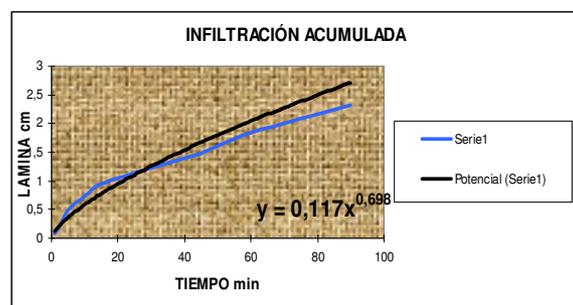
ANEXO C. DENSIDAD APARENTE

MUESTRA	PESO DEL TERRÓN (grs)	PESO TERRÓN PARAFINADO (gr)	VOLUMEN DEL TERRÓN PARAFINADO (cm ³)	DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)
1	9,6	11,5	0,9	2,11
2	14,5	16,6	1,1	1,91
3	11	13,3	1,05	2,19
			Promedio	2,07

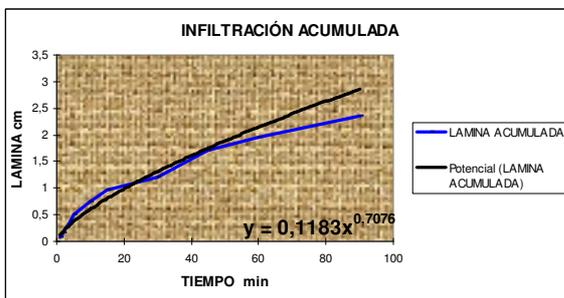
ANEXO D. CURVAS DE INFILTRACIÓN



Punto 1.



Punto 2.



Punto 3.

Valores de Infiltración Básica		
Sitio No,	Valores de I (cm/hr)	Clasificación
1	1,3	MOD. LENTA
2	1,1	MOD. LENTA
3	1,4	MOD. LENTA
PROMEDIO	1,3	MOD. LENTA

ANEXO E. TEXTURA DEL SUELO

TIEMPO	TEMPERATURA °C	LEC. HIDROMETRO gr./cm ³	INCREMENTO	LEC. HIDROMETRO CORREGIDA
40 sg	26	16	2,41	18,41
2 hr	29	8	3,61	11,61

CLASE DE PARTÍCULAS	%
ARENA	63,18
LIMO	23,22
ARCILLA	13,6
TOTAL	100

CLASE DE SUELO: FRANCO ARENOSO

ANEXO F. CAPACIDAD DE CAMPO Y PUNTO DE MARCHITES PERMANENTE

Sitio No.	C.C.	P.M.P
1	22,80	11,50
2	21,80	12,40
3	23,50	11,20
PROMEDIO	22,70	11,70

ANEXO G. AFORO A LA QUEBRADA ÓRGANOS

DIA	Q (Lt/sg)
05-Sep	180,000
12-Sep	196,000
PROMEDIO	188,000

ANEXO H. VALORES MEDIOS CLIMATOLÓGICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO

IDEAM – INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

LATITUD: 3° 4' N **TIPO EST: PM** **DPTO: HUILA** **ESTACIÓN: 2113004 - SAN LUÍS**
LONGITUD: 75° 30' W **ENTIDAD: 01 IDEAM** **MPIO: NEIVA** **FECHA INSTALACIÓN: 1971 – AGOST.**
ELEVACIÓN: 1140 m.s.n.m **REGIONAL: HUILA –CAQUETA** **CORTE: CHIQUILLA** **FECHA SUSPENSIÓN:**

PARÁMETRO	PERIODO	MESES											
		ENER.	FEBR.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCTUB.	NOV.	DICIEM.
Precipitación (mm/mes)	1971 - 2002	185,6	145,8	217,9	163,5	173,8	127,6	134,6	93,3	94,6	160,7	218,4	207,7

LATITUD: 2° 58' N **TIPO EST: CO** **DPTO: HUILA** **ESTACIÓN: 2112501 - STA MARIA**
LONGITUD: 75° 35' W **ENTIDAD: 01 IDEAM** **MPIO: SANTA MARIA** **FECHA INSTALACIÓN: 1971 – SEPT.**
ELEVACIÓN: 1300 m.s.n.m **REGIONAL: HUILA –CAQUETA** **CORRIENTE: BACHE** **FECHA SUSPENSIÓN:**

PARÁMETRO	PERIODO	MESES											
		ENER.	FEBR.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCTUB.	NOV.	DICIEM.
Temperatura (°C)	1971 - 2007	23,0	23,3	22,7	22,9	22,4	22,3	21,9	22,4	22,8	23,0	22,4	22,6
Brillo solar (hr/mes)	1971 - 2007	203,4	158,4	141,9	137,7	148,2	163,3	139,7	143,3	154,4	169,5	176,3	202,1
Humedad relativa (%)	1971 - 2007	80,0	80,0	82,0	83,0	82,0	81,0	78,0	77,0	76,0	80,0	83,0	81,0
Evaporación (mm/mes)	1971 - 2007	127,1	120,2	121,0	114,0	118,6	116,0	133,2	172,5	151,1	134,1	115,4	121,5
Velocidad del viento (m/sg)	1971 - 2007	2,1	2,2	2,3	3,4	2,7	3,4	4,2	4,2	3,7	2,7	2,1	2,1

**ANEXO I. CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN EN EL CULTIVO DE
CÍTRICOS Y PASTOS, USANDO EL MÉTODO DE HARGREAVES**

**PORCENTAJE MENSUAL DE HORAS – LUZ (p)
Procedimiento de BLANEY – CRIDDLE (1950)**

Latitud Norte	MESES											
	Ener.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
40º	6,73	6,73	8,3	8,92	9,99	10,1	10,34	9,56	8,41	7,78	6,73	6,53
38º	6,83	6,79	8,34	8,9	9,92	9,95	10,1	9,47	8,38	7,8	6,82	6,66
36º	6,99	6,86	8,35	8,85	9,31	9,83	9,99	9,4	8,36	7,85	6,92	6,79
34º	7,1	6,91	8,36	8,8	9,72	9,7	9,88	9,33	8,36	7,9	8,02	6,92
32º	7,2	6,97	8,37	8,72	9,36	9,6	9,77	9,28	8,34	7,93	7,11	7,05
30º	7,3	7,03	8,38	8,72	9,53	9,49	9,67	9,22	8,34	7,99	7,19	7,14
28º	7,4	7,02	8,39	8,68	9,46	9,38	9,58	9,16	8,32	8,02	7,27	7,27
26º	7,49	7,12	8,4	8,64	9,37	9,3	9,49	9,1	8,32	8,06	7,36	7,35
24º	7,58	7,17	8,4	8,6	9,3	9,19	9,41	9,05	8,31	8,1	7,43	7,46
22º	7,76	7,22	8,41	8,57	9,22	9,12	9,31	9	8,3	8,13	8,5	8,56
20º	7,73	7,26	8,2	8,52	8,14	9,02	9,25	8,95	8,3	8,19	7,58	7,98
18º	7,88	7,26	8,4	8,46	9,06	8,99	9,2	8,81	8,29	8,24	7,27	7,8
16º	7,94	7,3	8,42	8,45	8,98	8,98	9,07	8,8	8,28	8,24	7,72	7,9
14º	7,08	7,49	8,43	8,49	8,9	8,73	8,99	8,79	8,28	8,28	7,85	8,04
12º	8,08	7,4	8,44	8,43	8,54	8,64	8,9	8,79	8,27	8,28	7,85	8,05
10º	8,11	7,4	8,44	8,43	8,81	8,57	8,84	8,74	8,26	8,29	7,89	7,08
8º	8,13	7,49	8,45	8,39	8,75	8,51	8,77	8,7	8,25	8,31	7,89	8,11
6º	8,19	7,49	8,47	8,39	8,73	8,48	8,75	8,79	8,25	8,41	7,95	8,19
4º	8,2	7,53	8,46	8,33	8,65	8,4	8,67	8,63	8,21	8,43	7,95	8,2
2º	8,43	7,62	8,47	8,22	8,51	8,25	8,52	8,5	8,2	8,45	8,16	8,43
0º	8,49	7,67	8,49	8,22	8,22	8,49	8,49	8,49	8,19	8,49	8,22	8,49
latitud Sur												
0º	8,49	7,67	8,49	8,22	8,49	8,22	8,49	8,49	8,19	8,49	8,22	8,49
2º	8,55	7,71	8,49	8,19	8,44	8,17	8,43	8,44	8,19	9,52	8,27	8,55
4º	8,64	7,76	8,5	8,17	8,34	8,08	8,2	8,41	8,19	8,56	8,33	8,65
6º	8,71	7,81	8,5	8,12	8,3	8	8,19	8,37	8,18	8,59	8,38	8,74
8º	8,79	7,84	8,57	8,11	8,24	7,91	8,13	8,32	8,18	8,62	8,47	8,84
10º	8,85	8,76	8,52	8,09	8,18	7,84	8,11	8,28	8,18	8,65	8,52	8,9

NEXO I (CONT.). CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN EN EL CULTIVO DE CÍTRICOS Y PASTOS, USANDO EL MÉTODO DE HARGREAVES

TABLA EL COEFICIENTE KC (HARGREAVES)

CULTIVO	FASE INICIAL	MEDIADOS DE ESTACIÓN	FIN DE TEMPORADA
Cítricos	0,65	0.65 - 0.75	0,65
Pastos	0,3 - 0,5	0.85 - 0.93	0,5 - 0,5

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL CÍTRICOS

MES	KC	P(%)	d	T (°c)	H (%)	Hn (%)	ET(mm)
ENERO	0,75	8,31	1,00	23,00	80,00	58,60	123,70
FEBRERO	0,75	7,57	0,91	23,30	80,00	58,60	114,15
MARZO	0,75	8,46	1,02	22,70	82,00	60,70	118,00
ABRIL	0,75	8,28	0,99	22,90	83,00	61,76	113,36
MAYO	0,75	8,58	1,03	22,40	82,00	60,70	118,09
JUNIO	0,75	8,33	1,00	22,30	81,00	59,64	117,19
JULIO	0,75	8,60	1,03	21,90	78,00	56,54	127,97
AGOSTO	0,75	8,57	1,03	22,40	77,00	55,52	133,50
SEPTIEMBRE	0,75	8,21	0,99	22,80	76,00	54,50	133,14
OCTUBRE	0,75	8,44	1,01	23,00	80,00	58,60	125,64
NOVIEMBRE	0,75	8,05	0,97	22,40	83,00	61,76	107,81
DICIEMBRE	0,75	8,31	1,00	22,60	81,00	59,64	118,48

Donde:

Kc: Coeficiente empírico del cultivo

P: Porcentaje mensual de hora luz

d: Coeficiente mensual de duración del día

T: Temperatura mensual

H: Humedad relativa media

Hn: Humedad relativa media al mediodía

ETP: Evapotranspiración potencial mensual

ANEXO I (CONT.). CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN EN EL CULTIVO DE CÍTRICOS Y PASTOS, USANDO EL MÉTODO DE HARGREAVES

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL PASTO

MES	KC	P(%)	d	T (°c)	H (%)	Hn (%)	ET(mm)
ENERO	0,93	8,31	1,00	23,00	80,00	58,60	153,39
FEBRERO	0,93	7,57	0,91	23,30	80,00	58,60	141,55
MARZO	0,93	8,46	1,02	22,70	82,00	60,70	146,32
ABRIL	0,93	8,28	0,99	22,90	83,00	61,76	140,57
MAYO	0,93	8,58	1,03	22,40	82,00	60,70	146,43
JUNIO	0,93	8,33	1,00	22,30	81,00	59,64	145,32
JULIO	0,93	8,60	1,03	21,90	78,00	56,54	158,69
AGOSTO	0,93	8,57	1,03	22,40	77,00	55,52	165,54
SEPTIEMBRE	0,93	8,21	0,99	22,80	76,00	54,50	165,09
OCTUBRE	0,93	8,44	1,01	23,00	80,00	58,60	155,79
NOVIEMBRE	0,93	8,05	0,97	22,40	83,00	61,76	133,68
DICIEMBRE	0,93	8,31	1,00	22,60	81,00	59,64	146,92

ANEXO J. TABLAS PARA EL CALCULO DEL DESARENADOR

TABLA. PORCENTAJE DE REMOCIÓN

Condiciones	87,50%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%
n = 1	7,00	4,00	3,00	2,30	1,80	1,50	1,30	1,00
n = 3	2,75		1,66					0,76
n = 4	2,37		1,52					0,73
Máximo teórico	0,88		0,75					0,50

n = 1 Deflectores deficientes

n = 3 Deflectores buenos

 Deflectores muy

n = 5 - 8 buenos

Fuente (López Cualla, 1995)

TABLA. VISCOSIDAD CINEMÁTICA DEL AGUA

Temperatura °C	Viscosidad cinemática (cm ² /sg)	Temperatura °C	Viscosidad cinemática (cm ² /sg)
0	0,01792	18	0,01059
2	0,01763	20	0,01007
4	0,01567	22	0,00960
6	0,01473	24	0,00917
8	0,01386	26	0,00876
10	0,01308	28	0,00839
12	0,01237	30	0,00804
14	0,01172	32	0,00772
15	0,01146	34	0,00741
16	0,01112	36	0,00713

Fuente (López Cualla, 1995)

TABLA. CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL EN SUSPENSIÓN SEGÚN SU TAMAÑO

MATERIAL	DIÁMETRO (mm)	MATERIAL	DIÁMETRO (mm)
Gravilla:		Fango:	
Gruesa	>2,0	Grueso	
Fina	2,00 - 1,00	Medio	0,05 - 0,01
		Fino	0,01 - 0,005
Arena:		Arcilla:	
Gruesa	1,00 - 0,50	Gruesa y	
Media	0,50 - 0,25	Media	0,005 - 0,001
Fina	0,25 - 0,10	Fina	0,01 - 0,0001
Muy fina	0,10 - 0,05	Muy fina	< 0,0001

Fuente (López Cualla, 1995)

ANEXO K.
TABLA DE FLEXIÓN PARA CONCRETO $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
 $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

p	a/d	K
0,0018	0,0424	0,0067
0,0020	0,0471	0,0074
0,0025	0,0588	0,0092
0,0030	0,0706	0,0109
0,0033	0,0776	0,0120
0,0035	0,0824	0,0127
0,0040	0,0941	0,0144
0,0045	0,1059	0,0161
0,0050	0,1176	0,0178
0,0055	0,1294	0,0194
0,0060	0,1412	0,0211
0,0065	0,1529	0,0227
0,0070	0,1647	0,0243
0,0075	0,1765	0,0258
0,0080	0,1882	0,0274
0,0085	0,2000	0,0289
0,0090	0,2118	0,0304
0,0095	0,2235	0,0319
0,0100	0,2353	0,0334
0,0105	0,2471	0,0348
0,0110	0,2588	0,0362
0,0115	0,2706	0,0376
0,0120	0,2824	0,0390
0,0125	0,2941	0,0403
0,0130	0,3059	0,0416
0,0135	0,3176	0,0429
0,0140	0,3294	0,0442
0,0145	0,3412	0,0455
0,0150	0,3529	0,0467
0,0155	0,3647	0,0479
0,0160	0,3741	0,0489

Fuente (N.S.R, 1998)

ANEXO L.
TABLA DE PRESIONES DE TUBERÍA SEGÚN RDE

RDE	PSI	Kg/cm ²	m. Col Agua	Diámetro Nominal (Pulg.)
9	500	35,15	351,5	1/2
11	400	28,12	281,2	3/4
13,5	350	22,14	221,4	1/2
21	200	14,06	141	3/4, 1, 1 1/4, 1 1/2
26	160	11,25	113	2, 2 1/2, 3, 4, 6
32,5	125	8,79	88	2, 2 1/2, 3, 4, 6, 8
41	100	7,03	70	2, 2 1/2, 3, 4, 6, 8
51	80		56,22	2,3, 4, 6, 8, 10, 12

Fuente (Catalogo de tuberías y accesorios a presión PAVCO, 2005)

ANEXO M.
TABLA ÁREA Y PESO DEL ACERO

BARRA N°	2	3	4	5	6	7	8
DIÁMETRO	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1
ÁREA Cm ²	0,32	0,71	1,29	2	2,84	3,87	5,1
PESO/m	0,253	0,566	1	1,554	2,24	3,04	4

Fuente (Acesco, 1999)

ANEXO N. CARACTERÍSTICA DEL MICROASPERSOR SELECCIONADO

												
NOZZLE SIZE	PRESSURE PSI	FLOW GPH	PATTERN "OA" 360°- 16-Stream Standard Trajectory	PATTERN "OB" Rectangular 16-Stream Standard Trajectory	PATTERN "OC" 180°- 10-Stream Standard Trajectory	PATTERN "OD" 120°-120° 16-Stream Standard Trajectory	PATTERN "OE" 120°- Fan High Trajectory	PATTERN "OF" 220°- 12-Stream Standard Trajectory	PATTERN "OG" 220°- 12-Stream Rot Trajectory	PATTERN "OH" 300°- 14-Stream Standard Trajectory	PATTERN "OX" 20-Stream Standard Trajectory	
			APPROX. DIA. IN. FT.	APPROX. SIZE IN. FT.	APPROX. DIA. IN. FT.	APPROX. DIA. IN. FT.	APPROX. DIA. IN. FT.	APPROX. DIA. IN. FT.	APPROX. DIA. IN. FT.	APPROX. DIA. IN. FT.	APPROX. DIA. IN. FT.	APPROX. SIZE IN. FT.
0.030 BLACK P/N 6901	10	4.5	8	5 x 9	8	9	7	8	7	8	5 x 10	
	15	5.5	10	6 x 12	10	11	9	9	8	10	6 x 13	
	20	6.3	12 T	8 x 15	12	13	10	11	10	13	8 x 16	
	25	7.0	14	9 x 16	13	15	11	12	11	15	9 x 17	
0.035 ORANGE P/N 6911	30	7.7	15	10 x 18	14	16	12	13	12	16	10 x 19	
	10	5.6	9	6 x 10	9	10	10	9	8	8	6 x 11	
	15	6.9	11	7 x 13	11	12	11	10	9	11	7 x 14	
	20	8.1	13 T	9 x 16	13	14	12	12	11	14	9 x 18	
0.040 BLUE P/N 6921	25	8.9	15	10 x 17	14	16	12	13	12	16	10 x 20	
	30	9.7	17	11 x 19	16	18	13	15	14	18	11 x 21	
	10	6.8	10	7 x 11	10	11	11	10	9	10	7 x 12	
	15	8.4	12	8 x 14	12	13	12	12	11	13	8 x 15	
0.045 GRAY P/N 6981	20	9.7	14 T	10 x 17 T	14	15	13	13	12 T	15	10 x 19	
	25	10.7	16	11 x 18	15	17	14	14	13	17	11 x 20	
	30	11.7	18	12 x 20	17	19	16	16	15	19	12 x 22	
	10	8.1	11	10 x 13.5	11	12	11	11	10	11	8 x 13	
0.050 VIOLET P/N 6931	15	10.8	13	11 x 18	13	14	12.5	12.5	11.5	14	9 x 17	
	20	12.6	15	13 x 20	15	16	14	14	13	16	11 x 20	
	25	14.9	17	15 x 23	17	18	15	15	14	17.5	12.5 x 21	
	30	16.0	20	18 x 25	19	21	17	18	17	19.5	13 x 23	
0.055 GREEN P/N 6941	10	10.3	12	9 x 13	12	13	12	12	11	12	9 x 14	
	15	12.7	14	10 x 16	14	15	13	13	12	15	10 x 18	
	20	14.5	16	12 x 19	16	17	15	15	14	17	12 x 21	
	25	16.8	18	13 x 20	18	19	16	16	15	18	13 x 22	
0.060 YELLOW P/N 6951	30	18.2	21	14 x 22	20	22	18	19	18	20	14 x 24	
	10	11.2	14	11 x 15	14	15	13	14	13	14	11 x 16	
	15	13.6	16	12 x 16	16	17	14	15	14	17	12 x 18	
	20	15.6	18 T	14 x 21	18	19	18	17	16	19	14 x 23	
0.065 RED P/N 6961	25	18.0	20	15 x 22	20	21	19	18	17	21	15 x 24	
	30	19.8	22	16 x 24	22	23	20	20	19	23	16 x 26	
	10	15.2	16	13 x 17	16	17	15	16	14	17	13 x 18	
	15	19.0	18	14 x 20	18	19	17	17	15	19	14 x 22	
0.065 RED P/N 6961	20	21.8	22	16 x 23	21	23 T	20	21	17	23	16 x 25	
	25	24.4	24	17 x 24	23	25	22	22	18	25	17 x 26	
	30	26.9	26	18 x 26	25	27	24	24	20	27	18 x 28	
	10	17.6	17	14 x 19	17	18	16	17	15	18	14 x 20	
0.065 RED P/N 6961	15	21.4	20	15 x 22	20	21	19	19	17	21	15 x 24	
	20	24.6	23	17 x 25 T	23	24	22	22	19	24	17 x 27	
	25	27.3	27	18 x 26	26	28	25	25	20	28	18 x 29	
	30	30.4	30	19 x 28	29	31	28	28	21	31	19 x 30	



Fuente: Olson Irrigation Systems Emitters Ultra-Jet Low Volume Stream Spray

**ANEXO P.
CARACTERÍSTICA DEL ASPERSOR SELECCIONADO**



CAÑÓN GOLONDRINA REF. 1001

TABLAS DE RENDIMIENTO

MODELO 1001

Velocidad (km/h)	Rendimiento (l/ha)					Velocidad (km/h)	Rendimiento (l/ha)									
	10	20	30	40	50		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
10	100	200	300	400	500	10	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
20	100	200	300	400	500	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
30	100	200	300	400	500	30	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
40	100	200	300	400	500	40	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
50	100	200	300	400	500	50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000

TABLA DE CONDICIONES

Presión de 150 libras
multiplicar por 1.000

Presión de 200 libras
multiplicar por 1.200

Presión de 300 libras
multiplicar por 1.500

Presión de 400 libras
multiplicar por 1.800

Presión de 500 libras
multiplicar por 2.200

1 litro agua

Fuente: Aspercol

**DISEÑO DE RIEGO PARA LA GRANJA VILLA LUZ DE LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN LUÍS BELTRÁN EN EL
CORREGIMIENTO DE SAN LUÍS - MUNICIPIO DE NEIVA -
DEPARTAMENTO DEL HUILA**

JOSÉ LEONARDO MOSQUERA MENDOZA

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA
2007**

**DISEÑO DE RIEGO PARA LA GRANJA VILLA LUZ DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA SAN LUÍS BELTRÁN EN EL CORREGIMIENTO DE SAN
LUÍS - MUNICIPIO DE NEIVA - DEPARTAMENTO DEL HUILA**

JOSÉ LEONARDO MOSQUERA MENDOZA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de
INGENIERO AGRÍCOLA

ING. JAIME IZQUIERDO
Director del Proyecto

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA
2007**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Neiva, Junio de 2007

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Esta dedicatoria se la dedico en especial a mis padres MILLER MOSQUERA E IMELDA MENDOZA, quien me apoyaron notoriamente desde mi infancia hasta la formación profesional, además a mi Dios que siempre me dio la fuerza para salir adelante. Todo el esfuerzo y la dedicación que pusieron en mi ya dio el fruto maduro para la vida de otro profesional.

Además a los profesores:

JAIME IZQUIERDO, Ingeniero Agrícola, profesor de la Universidad Surcolombiana y Director del proyecto. Por su gran apoyo para la realización del proyecto grado.

RODRIGO PACHON PUJARANO, Ingeniero Agrónomo, profesor de la Universidad Surcolombiana. Gran apoyo durante la carrera y su comprensión con sus estudiantes en situaciones difíciles.

MIGUEL CIFUENTES PERDOMO, Ingeniero Agrícola, profesor de la Universidad Surcolombiana. Sus conocimientos los aplique en el proyecto y le agradezco por corregirme para superar mis falencias.

GILBERTO LINAREZ ALVAREZ, Ingeniero Especialista en Riego, profesor de la Universidad Surcolombiana. Gran persona como profesor y como amigo

ALFREDO OLAYA, Doctorado en Ingeniería en el Área de Recursos Hidráulicos, profesor de la Universidad Surcolombiana. Sus conocimientos muy valiosos para aplicarlo en la vida.

GLADIS QUINO, secretaria del Programa de Ingeniería Agrícola. Quien fue una segunda madre para mi y muy servicial con nosotros.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN	11
SUMMARY	12
INTRODUCCIÓN	13
1. MARCO DE REFERENCIA	14
1.1 Minidistrito de Riego	14
1.2 Componente de un Minidistrito de Riego	14
1.2.1 Fuente de Abastecimiento	14
1.2.2 Obras de Captación	14
1.2.2.1 Bocatoma De Fondo	15
1.2.3 Aducción desde la Bocatoma al Desarenador	15
1.2.4 Desarenador	15
1.2.4.1 Componentes del Desarenador	16
1.2.4.2 Parámetros de diseño	16
1.2.5 Obra Conducción Principal	17
1.2.6 Accesorios y estructuras complementarias	17
1.3 Métodos de Riego	17
1.3.2 Caracterización y Clasificación	18
1.3.3 Tipos de Sistema de Riego	18
1.3.3.1 Riego por Microaspersión	19
1.3.3.2 Riego por Aspersión	20
2.0 METODOLOGÍA	21
2.1 Localización del Proyecto	21
2.2 Estudios Preliminares	23
2.2.1 Suelo	23

2.2.2	Topografía	23
2.2.3	Agua	23
2.2.4	Climatología	24
2.2.5	Cultivo	24
2.3	Diseño de los Sistema de Riego	24
3.0	ANTECEDENTES	25
3.1	¿Diagnostico del antiguo minidistrito de riego?	25
4.0	RESULTADOS	29
4.1	DISEÑO HIDRÁULICO	29
4.1.1	DISEÑO DE LA CAPTACIÓN	29
4.1.1.1	Caudal de diseño (Qd)	30
4.1.1.1.1	Cálculos de Requerimiento Hídricos	30
4.1.1.2	Altura de la lámina de agua (H)	36
4.1.1.3	Contracciones Laterales (L)	36
4.1.1.4	Velocidad del Agua por la rejilla (Vr)	36
4.1.1.5	Ancho del canal de aducción	37
4.1.1.6	Calculo de la rejilla	37
4.1.1.7	Condiciones finales de diseño de la rejilla	39
4.1.1.8	Niveles de agua en el canal de aducción	40
4.1.1.9	Cámara de Recolección	42
4.1.1.10	Altura de los muros de contención	43
4.1.1.11	Caudal de excesos	43
4.1.1.12	Tubería de excesos	44
4.1.1.13	Pozo de amortiguación	45
4.1.2	DISEÑO LÍNEA DE CONDUCCIÓN BOCATOMA – DESARENADOR	47
4.1.3	DISEÑO DEL DESARENADOR	48
4.1.3.1	Parámetro de sedimentación	49
4.1.3.2	Tiempo de retención (Tr)	49
4.1.3.3	Volumen del desarenador (V _D)	50

4.1.3.4	Área superficial del tanque (AS)	50
4.1.3.5	Dimensiones del desarenador	50
4.1.3.6	Carga hidráulica (q)	50
4.1.3.7	Partícula crítica (d_o)	51
4.1.3.8	Velocidad horizontal (V_h)	51
4.1.3.9	Velocidad horizontal (V_{hmax})	51
4.1.3.10	Velocidad de resuspensión máxima (V_r)	51
4.1.3.11	Cálculos de los elementos del desarenador	51
4.1.3.12	Perfil hidráulico	55
4.1.4	Diseño de conducción desarenador – al punto de distribución para el sistema de riego.	56
4.2	DISEÑO ESTRUCTURAL	58
4.2.1	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA BOCATOMA	58
4.2.1.1	Diseño Muro Frontal (Dique)	58
4.2.1.2	Diseño Muro Laterales	60
4.2.1.3	Cajilla de Recolección	61
4.2.2	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL DESARENADOR	64
4.2.2.1	Diseño de Muros	64
4.2.2.2	Diseño Placa de Fondo	65
4.2.2.3	Diseño Placa de la Cubierta	67
4.3	DISEÑO DE LOS SISTEMA DE RIEGO	70
4.3.1	Factores de diseño	70
4.3.2	Elemento de diseño	71
4.3.3	Cálculos hidráulicos de los sistemas de riego	75
5.	PRESUPUESTO	93
6.	CONCLUSIONES	97
7.	RECOMENDACIONES	98
	BIBLIOGRAFÍA	99
	ANEXOS.	101

LISTA DE CUADROS

	Pag.
Cuadro No 1. REQUERIMIENTO HÍDRICOS DEL PASTO	34
Cuadro No 2. REQUERIMIENTO HÍDRICOS DE LOS CÍTRICOS	35
Cuadro No 3. Tubería de Conducción	57
Cuadro No 4. Viaductos	57
Cuadro No 5. Propiedades Físicas e Hidrodinámicas del suelo	70
Cuadro No 6. Programación de Riego	74

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura No. 1. Componente del desarenador	16
Figura No. 2. Ubicación geográfica del proyecto	22
Figura No. 3. Desvío de la fuente Quebrada Órganos	25
Figura No. 4. Colmatación en el dique toma	26
Figura No. 5. Socavación y encajonamiento al dique toma	26
Figura No. 6. Falencia en el encofrado de la tubería y rotura	27
Figura No. 7. Mal estado del desarenador	27
Figura No. 8. El diámetro de entrada y salida es el mismo de 3"	27
Figura No. 9. Tubería descubierta sin ninguna protección	28
Figura No. 10. Tubería retirada de su sitio original	28
Figura No. 11. Bocatoma de fondo – Planta	29
Figura No. 12. Rejilla de captación	38
Figura No. 13. Perfil del canal de aducción	40
Figura No. 14. Corte de la cámara de recolección	42
Figura No. 15. Relaciones analíticas entre F y h/Y, para un vertedero de cresta ancha	46
Figura No. 16. Conducción Bocatoma – Desarenador	47
Figura No. 17. Desarenador – Planta	17
Figura No. 18. Balance hídrico Pasto	71
Figura No. 19. Balance hídrico Cítrico	71
Figura No. 20. Instalación del sistema de filtrado	73

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
ANEXO A. Aducción y conducción desde desarenador al Punto 18. Cálculos hidráulicos.	102
ANEXO B. Aducción y conducción desde desarenador al punto 18 al punto 46 (Sist. Riego). Cálculos hidráulicos.	103
ANEXO C. Densidad aparente.	105
ANEXO D. Curvas de infiltración.	105
ANEXO E. Textura del suelo.	106
ANEXO F. Capacidad de campo y punto de marchites permanente.	106
ANEXO G. Aforo a la Quebraba Órganos.	106
ANEXO H. Valores medios climatológicos de la zona de estudio.	107
ANEXO I. Cálculos de la Evapotranspiración en el cultivo de los cítricos y pastos, usando el método de Hargreaves.	108
ANEXO J. Tablas para el cálculo del desarenador	111
ANEXO K. Tabla de flexión para concreto $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ $F'_c = 210 \text{ Kg/}$	112
ANEXO L. Tabla de presiones para tubería PVC según su RDE	113
ANEXO M. Tabla de área y peso del acero.	113
ANEXO N. Características del microaspersor seleccionado.	114
ANEXO P. Características del aspersor seleccionado.	115
PLANOS	116

RESUMEN

El Diseño de Riego para la Granja Villa Luz de la Institución Educativa San Luís Beltrán en el Corregimiento de San Luís – Municipio de Neiva - Departamento del Huila, se realizó en la Granja Villa Luz con un área útil de 20198.78 m² para sembrar en cítricos y 30097.04 m² están en pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*, *Shumach*).

Inicialmente se detallo la infraestructura del antiguo minidistrito para su posible habilitación pero por sus años en uso, deterioro y mal estado no es viable económicamente y técnicamente su habilitación. Posteriormente se realizaron los estudios preliminares para efectuar los diseños (hidráulicos – estructural) desde la bocatoma, aducción, desarenador, red de conducción, sistema de riego por microaspersión y aspersion; incluido los requerimientos hídricos de los cultivos para saber el caudal de diseño.

Según los cálculos se tomara un caudal de 5.62 Lt/sg (89.1 GPM) para suplir las necesidades hídricas de los cultivos, los sistemas de riego se maneja por gravedad ya que la bocatoma se ubicara a una cota de 1287.02 m.s.n.m y el punto de entrega al sistema de riego se ubicara a una cota de 1219.09 m.s.n.m. Se combinaron los diámetros de tubería para disminuir las pérdidas por fricción para asegurar la presión necesaria a los sistemas de riego. El sistema que más requiere presión es el de aspersion con 49.83 m.c.a, se maneja con un aspersor de tipo cañón 1001 marca Golondrina, con 21 posiciones y el sistema de microaspersión requiere una presión de 29.67 m.c.a, manejado con dos sectores de riego y se contara con unidades de riego (microaspersores) de referencia RFR Jet 6900 boquilla verde.

SUMMARY

The Design of Watering for the Farm Villa Luz of the Educational Institution Saint Louis Beltrán in the village of Saint Louis - Municipality of Neiva - Department of the Huila, was carried out in the Farm Villa Luz with an useful area of 20198.78 m² to sow in citric and 30097.04 m² is in grass Elephant (*Pennisetum purpureum*, Shumach).

Initially you details the infrastructure of the old minidistrict for their possible qualification but for their years in use, deterioration and not well state is not viable economically and technically its qualification. Later on they were carried out the preliminary studies to make the designs (hydraulic - structural) from the “bocatoma”, adduction, “desarenador”, conduction net, watering system for microsprinklers and prinklers; included the requirements hydric of the cultivations to know the design flow.

According to the calculations he/she took a flow of 5.622 Lt/sg (89.1 GPM) to replace the necessities hydric of the cultivations, the watering systems were managed since by graveness the “bocatoma” it was located to a bench mark of 1287.02 m.s.n.m and the delivery point to the watering system it was located to a bench mark of 1219.09 m.s.n.m. they combined the pipe diameters to diminish the losses for friction to assure the necessary pressure to the watering systems. The system that more it requires pressure it is that of aspersion with 49.83 m.c.a, it was managed with a sprinkler of type canyon 1001 it marks Swallow, with 21 positions and the microsprinkling system requires a pressure of 29.67 m.c.a, managed with two watering sectors and he/she had watering units (microsprinklined) of reference RFR Jet 6900 green fuze.

INTRODUCCIÓN

La Agricultura ocupa un importante renglón en la economía del país y por supuesto en el Departamento del Huila netamente agrícola, estas actividades dependen los ingresos de muchos colombianos, los cuales día a día se esfuerzan por sostenerse en el medio que nos les ofrece las mejores garantías, todo esto radica por la falta de infraestructura necesaria para un mejor aprovechamiento de los recursos naturales y la ausencia de mercados consolidados, ha sido el inconveniente en el campo colombiano.

Sin embargo en busca de mejorar la competitividad y ser cada día mejores en los que sabemos hacer, existen Instituciones Educativas por todo el país que quieren dar la pelea por el agro, y les enseñan a sus alumnos: jóvenes y niños, como mejorar la productividad y tener algunos conocimientos más técnicos que les permitan difundir esta información a sus familias y volverse los empresarios del campo; este es el caso de la Institución Educativa San Luís del Municipio de Neiva, lo cual ha querido desarrollar proyectos productivos con sus estudiantes, pero la falta de un sistema de riego, no ha permitido optimizar los procesos productivos a partir de un adecuado y racional uso del agua, además las condiciones hidroclimáticas de la zona le exige tener agua constante para poder garantizar la sostenibilidad de sus cultivos.

Este estudio tiene por objeto llevar a cabo el diseño hidráulico del minidistrito de riego compuesto por los sistema de riego por aspersión y microaspersión, que beneficiara a la Granja de la Institución Educativa San Luís Beltrán ubicada en la Vereda que lleva el mismo nombre del Municipio de Neiva – Huila; todo llevado a mejorar la productividad de sus cultivos para su desarrollo agropecuario.

1.0 REVISIÓN LITERATURA

1.1 Minidistrito de Riego

Es el conjunto de obras hidráulicas que conducen el agua desde su captación en la fuente de abastecimiento hasta el sistema de riego para regar los cultivos.

1.2 Componente de un Minidistrito de Riego

Un Minidistrito de Riego esta compuesto por obras hidráulicas tales como: bocatoma, aducción bocatoma – desarenador, desarenador, red de conducción y el sistema de riego. Los elementos que hacen parte del minidistrito de riego son:

1.2.1 Fuente de Abastecimiento

Se consideran como fuentes de abastecimiento todas las aguas provenientes de cursos o cuerpos superficiales, subterráneos o de aguas lluvias. (López Cualla, 1995)¹

1.2.2 Obras de Captación

Se conocen como obras de Captación las estructuras que se colocan directamente sobre las fuentes superficiales o subterráneas que se han seleccionado como económicamente utilizables para surtir una red de acueducto o para generar energía y desarrollar sistemas de riego entre otros fines. De acuerdo con las características de la fuente las captaciones más utilizadas son las transversales y las laterales, las captaciones transversales son utilizadas cuando los caudales son reducidos, formando parte de este

¹ LÓPEZ CUALLA, , Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Escuela Colombiana de Ingeniería. 1995 p. 59.

tipo de captación las de fondo, las transversales laterales y las de tubo sumergido. (Corcho 1993)²

Para el Sistema de riego se selecciono el tipo de Obra de Captación que se adapta a las condiciones del proyecto, lo cual es la bocatoma de fondo, por el ancho que presenta la quebrada y por encontrar un sitio apto para implementar este tipo de infraestructura

1.2.2.1 Bocatoma De Fondo

Es tal vez la bocatoma de más frecuente uso en nuestro medio, en especial para la proyección de pequeños acueductos rurales y minidistritos de riego. Los parámetros más significativos para el diseño son: el dimensionamiento de la rejilla, el cálculo del caudal de captación y el dimensionamiento del canal recolector entre otros. (López Cualla, 1995)

1.2.3 Aducción desde la Bocatoma al Desarenador

La conducción principal es el recorrido que efectúa el líquido desde la bocatoma pasa por el desarenador, hasta el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento. El material que se utilice para este transporte depende directamente de la topografía del lugar y la economía de la región. Para el diseño del sistema del minidistrito de la Granja de la Institución San Luís Beltrán, se opto por utilizar tubería de PVC; ya que presenta menos pérdidas por fricción, resistente a los golpes, economía de precio, mayor vida útil y su peso es liviano. Pavco, 1999.

1.2.4 Desarenador

Es una estructura que tiene como función remover las partículas de arena de cierto tamaño, que la captación de una fuente superficial permite pasar,

² CORCHO ROMERO, Freddy Hernán. Acueductos, Teorías y Diseño. Universidad de Medellín. 1993. 590 p.

para evitar que se acumule en la tubería de conducción. Debe ubicarse cercano al sitio de captación para facilitar los desagües, para no perder la altura hidráulica y localizada en un sitio debidamente protegido contra posibles avenidas de la fuente. Cuando se trata de conducciones en canales abiertos, esta estructura se debe proyectar al final de la conducción y antes de entrar al tanque regulador, pues es deducible que en el recorrido captaría nuevo material arenoso. En conducciones cerradas se proyectaría al inicio de la conducción. (López Cualla, 1995)

1.2.4.1 Componentes del Desarenador

Cámara de quietamiento I, Entrada al desarenador II zona de sedimentación III, almacenamiento de lodos IV, pantalla deflectora, salida del desarenador V, by pass VI. (Ver Figura No.1).

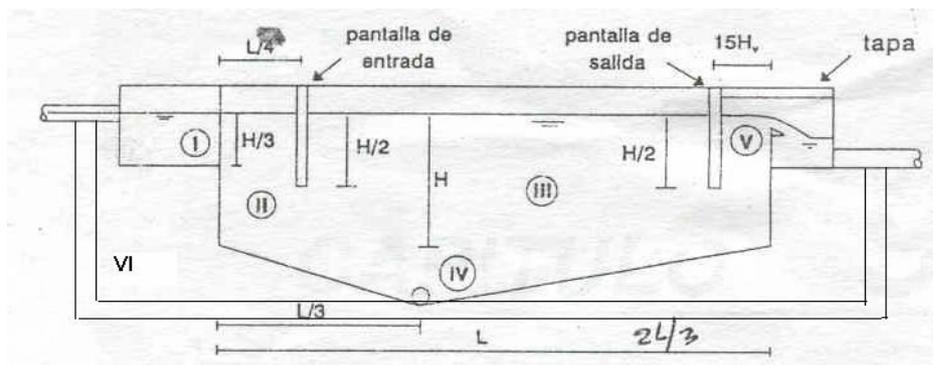


Figura No. 1. Componente del desarenador

1.2.4.2 Parámetros de Diseño

Temperatura y viscosidad del agua

Tamaño, forma y porcentaje a remover de la partícula de diseño.

Eficiencia de la pantalla deflectora.

1.2.5 Obra Conducción Principal

Para el diseño de la Conducción se maneja por tramos a los cuales se les determina la Cota Piezométrica y estática, pérdidas por fricción (PVC UZ)³, RDE (Ver Anexo N) que se debe utilizar en la conducción para conocer la presión final, evitando problemas de Golpe de Ariete, entre otros.

1.2.6 Accesorios y estructuras complementarias

- **Válvula ventosa:** Son válvulas de expulsión o admisión de aire, de funcionamiento automático, que deben ubicarse en los puntos altos de la conducción. (López Cualla, 1995. p 175).

- **Válvula de purga o de lavado:** Son válvulas instaladas lateralmente, en todos los puntos bajos del trazado para evacuar los sedimentos en la tubería. (López Cualla, 1995. p 174).

- **Viaductos:** En el trayecto de la tubería se pueden presentar obstáculos tales como: zanjas, quebradas, ríos y otros fenómenos naturales, los que ocasionan la construcción de estructuras para el cruce de dichos obstáculos, denominados viaductos; estos pueden ser construidos en forma colgante o apoyados en pilotes de concreto o ladrillo dependiendo de las condiciones de resistencia del suelo y los requerimientos del viaducto, además de otros factores como topografía y el aspecto económico. (López Cualla, 1995)

1.3 Método de Riego

El riego a presión se efectúa por tuberías a través de una unidad de bombeo o por acumulación de una columna de agua, a este pertenecen desde los

³ PAVCO. Manual Técnico Pavco. 1999., 35 p.

más sencillos sistemas como el goteo hasta los más sofisticados sistemas de aspersión como en el caso del pivote central.

La selección de un método de riego se basa en la viabilidad técnica y económica⁴. Según Gurovich, cada sistema de riego es más o menos idóneo dependiendo de ciertas circunstancias y características del terreno. El conocimiento a fondo del suelo, la topografía, el cultivo, el abastecimiento de agua y otros factores que puedan influir en el riego contribuyen a seleccionar el método más apropiado⁵.

1.3.2 Caracterización y Clasificación

Según Cinfuente (1998), los sistemas de riego por aspersión se pueden clasificar de acuerdo a la presión de trabajo en pequeña, mediana o alta presión y/o según su forma de operación en fijos, semifijos y móviles.

De acuerdo a la clasificación existen, para definir las características especiales de cada modalidad de riego a presión son: caudales a conducir, diámetros húmedos, influencia del viento, riego foliar o subfoliar.

1.3.3 Tipos de Sistema de Riego

Los sistemas de riego en la actualidad presentan dos opciones, a presión y por gravedad. Los sistema de riego a presión necesita menos agua comparado con los de gravedad, pero su costo de instalación son altos. Los sistemas a presión más utilizados son los siguientes:

⁴ WITHERS, Bruce y VIPOND, Stanley. El riego diseño y practica. México: Diana, 1979 p. 150. PAVCO. Manual Técnico Pavco. 1999., 35 p.

⁵ GUROVICH, Luís A. Fundamentos y diseño de sistemas de riego. San José: IICA, 1985. p. 270.

1.3.3.1 Riego por Microaspersión

El riego por microaspersión consiste en la aplicación de agua en forma de llovizna, producida mediante el paso del agua por tuberías a bajas presiones, de la cual el agua sale por pequeños orificios denominados boquillas dosificadoras.

Ventajas

Algunas ventajas del sistema de riego por microaspersión son:

- ✦ Alta eficiencia de aplicación del agua y uniformidad en su penetración en el perfil del suelo.
- ✦ Puede utilizarse prácticamente en suelos de cualquier pendiente.
- ✦ Se puede aplicar junto con el riego fertilizantes líquidos o solubles y sustancias de uso fitosanitario.
- ✦ Prevención de quemazón foliar por evaporación.
- ✦ Flexibilidad del diámetro húmedo y versatilidad.
- ✦ Economía de la mano de obra por la disminución de labores (riego, abonado).
- ✦ Amplio rango de autocompensación (mantiene el caudal uniforme aún con altas presiones)
- ✦ Caudales bajos.
- ✦ Adaptación a cualquier terreno.

Desventajas

- ✦ Altos costos de instalación.
- ✦ Puede propiciar condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades fungosas.
- ✦ Los emisores son fácilmente afectados por los animales (roedores, pájaros, etc.)

1.3.3.2 Riego por Aspersión.

Es un sistema de riego a presión por medio del cual se aplica el agua en forma de lluvia artificial al cultivo.

Ventajas

Algunas ventajas del sistema de riego por aspersión son:

- ✦ Precipitaciones más altas para los cultivos.
- ✦ Uso de equipo fijo o móviles.
- ✦ y fácil mantenimiento.
- ✦ No hay preocupación de taponamiento en las boquillas.
- ✦ Ahorro en la mano de obra.
- ✦ Eficiencia del riego y menor tiempo de riego.
- ✦ No requiere de sistema de filtrado.

Desventajas

- ✦ En lugares donde el viento es intenso no se recomienda.
- ✦ Aumento de enfermedades y propagación de hongos.
- ✦ Requiere una alta inversión para su instalación.
- ✦ Requiere altas presiones. (http://www.euroresidentes.com/jardinaria/sistemas_de_riego/riego/riego_por_aspersion.htm)

2.0 METODOLOGÍA

2.1 Localización del Proyecto

El proyecto se localiza en el corregimiento de San Luís - Municipio de Neiva, este corregimiento se sitúa en la parte Oriental del Municipio, limitado al norte con el Corregimiento de Chapinero al Sur con el Municipio de Palermo, al Oriente con el Municipio de Aipe y al Occidente con el Corregimiento de Aipécito. Su altura sobre el nivel del mar es de 1100 mts, a 60 kilómetros de la Capital del Departamento.

El proyecto DISEÑO DE RIEGO PARA LA GRANJA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN LUÍS BELTRÁN MUNICIPIO DE NEIVA – HUILA, se encuentra localizado en el corregimiento de San Luís, en la misma vereda. (Ver Figura No.2).

El área útil del proyecto es de 50295.82 m², las cuales son dedicadas al cultivo de: cítricos (limón y naranja) con 2 Ha y pasto para corte (Elefante) con 3 Ha. La elevación del predio esta entre 1167 m.s.n.m y 1270 m.s.n.m; las características climáticas de la zona son: Temperatura media de 22.6 °C, Humedad Relativa de 80 %, una velocidad media del viento de 2.9 m/sg. (Ver anexo H)

El registro pluvial de la zona presenta un carácter bimodal caracterizado por dos periodos de lluvias con dos periodos secos. La precipitación media anual de la zona es de 1923.5 mm; siendo el mes mas lluvioso Noviembre con un valor de 218.4 mm y el mes más seco es agosto con 93.3 mm. Fuente IDEAM (Ver anexo H)

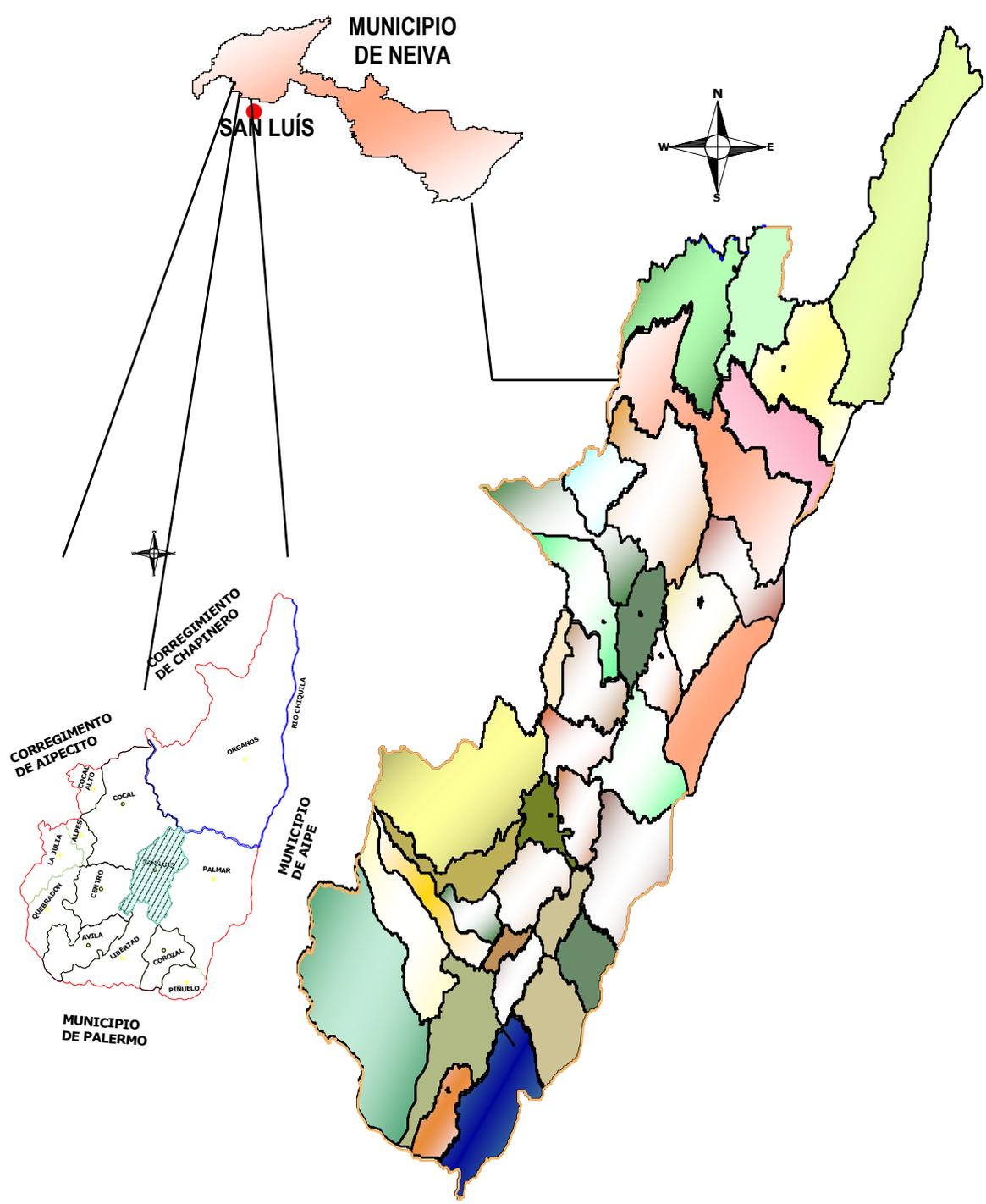


Figura No. 2. Ubicación geográfica del proyecto

2.2 Estudios Preliminares

Antes de realizar el diseño del sistema de riego, se hizo el reconocimiento de campo de la fuente de abastecimiento (Quebrada Órganos), la antigua red de conducción, su estructura y de la granja Villa Luz, todo esto fue necesario para hacer un estudio general del predio y de la zona, con el fin de valorar en forma adecuada las ofertas ambientales y diseñar con base en dichas condiciones específicas. La información prioritaria son las siguientes:

2.2.1 Suelo. Se realizaron algunos estudios y/o análisis relacionados principalmente con las características hidrodinámicas del suelo. Las variables fueron: la densidad aparente por el método del terrón parafinado en 3 puntos (Ver Anexo C), la infiltración por el método de los anillos infiltrómetros en 3 puntos (Ver Anexo D), textura del suelo por el método de Bouyoucos se analizó una sola muestra ya que el terreno era uniforme (Ver Anexo E), la capacidad de campo (CC) y el punto de marchites permanente (PMP), se encontraron por el método de la olla de presión (Ver Anexo F)

2.2.2 Topografía. El estudio topográfico consistió en el levantamiento topográfico para la conducción con el Theo – 10 (marca Carl Zeiss Jena) mediante el método de taquimetría, en la elaboración del perfil se utilizó el programa AUTOCAD 2004 versión académica.

Para el levantamiento topográfico (Planimétrico y Altimétrico) de la granja Villa Luz se hizo con el GPS (Map 76 CX GARMIN), posteriormente se procesaron los datos del GPS (Map 76 CX GARMIN) al programa del software y pasado a AUTOCAD 2004 versión académica, para finalmente obtener el plano. Las curvas de nivel se trazaron cada 1 m.

2.2.3 Agua. La oferta hídrica siempre va hacer disponible ya que la Quebrada Órganos tiene un caudal medio de 188 Lt./sg (Ver Anexo G), de

los cuales se necesitara 5.622 Lt/sg, para satisfacer los requerimientos hídricos de los cultivos. (Ver cuadros No 1 y 2. cálculos requerimientos hídricos).

2.2.4 Climatología. Se consideraron los parámetros climáticos que influyen sobre el proceso de Evapotranspiración, tales como: Temperatura, Humedad Relativa, Velocidad del Viento, Brillo Solar y Evaporación. Estos parámetros se obtuvieron en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), y corresponde a las estaciones ubicadas en San Luís (Neiva) a 1140 m.s.n.m. (esta estación se tomaron datos hasta el 2002) y Santa Maria a 1300 m.s.n.m.(se tomo esta estación ya que era la más cercana de la zona y tiene los otros datos), con registros 31 y 36 años respectivamente (Ver Anexo H).

2.2.5 Cultivo. Se realizó el cálculo de la Evapotranspiración potencial para el cultivo de cítricos y pasto por el método de Hargreaves (Ver Anexo I), además se tuvo en cuenta el mayor coeficiente del cultivo (K_c), propuesto por Hargreaves alcanzado durante las etapas de desarrollo (Ver Anexo I).

2.3 Diseño del Sistema de Riego

Para el diseño del sistema de riego por Micro aspersion y Aspersion se utilizó la metodología implementada por Cifuentes⁶. (2001), en donde se determina los requerimientos hídricos, la selección de la unidad de riego, espaciamiento entre unidades, diseño de tuberías laterales, múltiples, alimentación y principal

⁶ CIFUENTE P., Miguel Germán. Metodología para el diseño de sistemas de riego a presión. Neiva 2001., 165 p. Tesis (Especialización en Ingeniería de Irrigación). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. Programa de Postgrado de Irrigación.

3. ANTECEDENTES

El desarrollo del siguiente estudio nació de la necesidad de la comunidad educativa de la Institución San Luís Beltrán, la cual por su tipo de especialidad “Agropecuaria”, imparte conocimientos a sus alumnos, preparándolos en áreas específicas tanto agrícolas como pecuarias. Dada la necesidad apremiante de contar con un sitio apto para el desarrollo de prácticas para tal fin, muestran su inconformidad ya que años atrás (12 años) fue construido un pequeño sistema de irrigación para beneficio de la Granja y por las fallas técnicas en el sistema nunca lograron contar con agua para la implementación de cultivos y poder convertirla en una verdadera granja modelo del Municipio de Neiva.

3.1 ¿Diagnostico del antiguo minidistrito de riego?

- ⊕ El dique toma construido para la captación actualmente no tiene funcionamiento ya que el cauce de la Quebrada Órganos se desvió a la margen izquierda, dejando a su paso colmatado de arena. (Ver Figura No. 3 y 4)



La Fuente se desvió de la bocatoma

Rejilla totalmente colmatada

Figura No. 3. Desvió de la fuente Quebrada Órganos



Alta sedimentación de arenas.

Figura No. 4. Colmatación en el dique toma

- ⊕ El cauce de la quebrada Órganos se desplazó hacia la margen derecha tres metros, presentando socavación y encajonamiento al dique toma. (Ver Figura No.5)
- ⊕ La Quebrada presenta alta sedimentación de arenas y limos.
- ⊕ El tramo de conducción (Bocatoma – Desarenador), presenta fallencias en el encofrado de tubería, notándose claramente esta y su mal estado (rotura). (Ver Figura No. 6)



Socavación del dique

Figura No. 5. Socavación y encajonamiento al dique toma

- ⊕ El Desarenador presenta muy pocos orificios en las pantallas de quietamiento y la salida presenta el mismo diámetro de entrada de 3", el talud que lo apoya presenta desprendimiento de material,

colocando en riesgo la estabilidad de la obra y su mal estado de conservación.(Ver figura No.7 y 8)



La Tubería se encuentra descubierta

Figura No. 6. Falencia en el encofrado de la tubería y rotura



Mal estado de conservación del Desarenador

Figura No. 7. Mal estado del desarenador



Figura No. 8. El diámetro de entrada y salida es el mismo de 3"

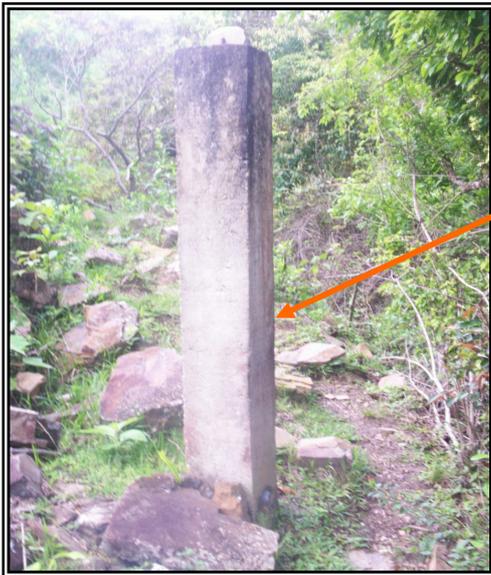
- ⊕ En los tramos siguientes la tubería se encuentra descubierta (sin enterrarla al suelo) sin ningún tipo de protección lo que ha debilitado sus condiciones físicas.(Ver Figura No 9).



Tubería totalmente descubierta sin ninguna protección.

Figura No. 9. Tubería descubierta sin ninguna protección

- ⊕ En un 40% ha sido quitada la tubería polietileno de su sitio, por lo que se notan tramos sin esta. (Ver Figura No. 10)



Tubería retirada del sitio de conducción.

Figura No. 10. Tubería retirada de su sitio original

4. RESULTADOS

4.1 DISEÑO HIDRÁULICO

En el diseño hidráulico se tuvo en cuenta los parámetros técnicos, implementado por López, Cualla 1995, con estos parámetros se desarrollo los cálculos hidráulicos de la bocatoma de fondo y desarenador de dichas obras hidráulicas.

4.1.1 DISEÑO DE LA CAPTACIÓN

La captación se construirá en la Quebrada Órganos, en los dos aforo que se realizaron en el mes de Septiembre del 2006, dio como promedio 188 Lt/sg. (Ver Anexo G). La Bocatoma será de fondo, se ubicara en la Abscisa 0 y cota 1287.89 m.sn.m, del levantamiento topográfico, tendrá un ancho de de un 1.2 mts. Ver plano No.1 y 2.

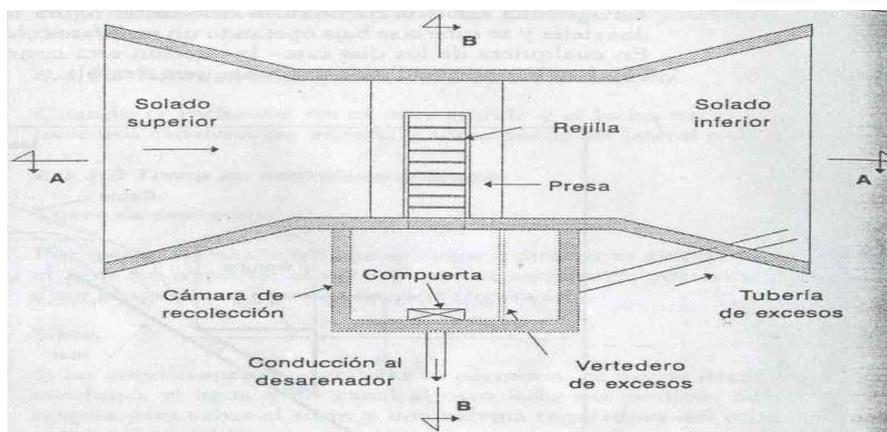


Figura No. 11. Bocatoma de fondo – Planta (López Cualla, 1995)

4.1.1.1 Caudal de diseño (Qd)

4.1.1.1.1 Cálculos de Requerimiento Hídricos

Según los requerimientos hídricos y la metodología implementada por CIFUENTE para diseñar el sistema de riego por microaspersión y aspersión (Ver cálculos hidráulicos del sistema de riego), se necesita 5.6 Lt/sg. Para compensar la necesidad hídricas de los cultivos (Pastos y cítricos).

Calculo de la Evapotranspiración (ETP) según la formula de HARGREAVES

$$EVPT = 17.37 \times Kc \times d \times T \times (1 - 0.01 \times Hn)$$

EVPT =	Evapotranspiración mensual (mm)
Kc =	Coefficiente empírico del cultivo (pasto = 0.93, cítricos = 0.75)
D =	Coefficiente mensual de duración del día
T =	Temperatura media mensual (°C)
Hn =	Humedad relativa al medio día (%)

Para calcular el valor de la humedad relativa media mensual al medio día (Hn) se empleo la expresión matemática:

$$Hn = 1 + 0.4 \times Hr + 0.004 \times Hr^2$$

Hr = Humedad relativa media mensual (%)

El coeficiente mensual de duración del día (d), se calcula mediante la expresión:

$$D = 0.12 P$$

P = Porcentaje mensual de horas – Luz de BLANEY CRIDDLE. (Ver Anexo I)

Lamina de Agua Realmente Aprovechable (LARA)

$$LARA = \left(\frac{CC - PMP}{100} \right) \times \frac{DA}{DW} \times PRE \times NA$$

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

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

DA = Densidad aparente (gr/cm³)

DW = Densidad del agua (gr/cm³)

PRE = Profundidad radicular efectiva (75% de la profanidad radicular)

NA = Nivel de agotamiento (50%)

Volumen de Agua Realmente Aprovechable (VARA)

$$\text{VARA} = \text{LARA} \times 100^3/\text{Ha.mm}$$

Volumen de Agua Rápida Aprovechable (VARARL)

$$\text{VARARL} = (\text{LARA}) \times (\text{PW}) \text{ (a)}$$

PW = Porcentaje del área humedecida

$$\text{PW} = \left[\frac{\text{ATH}}{10000\text{m}^2} \right] \times [100] \rightarrow \text{(b)}$$

ATH = Area total humedecida (m²)

$$\text{ATH} = \pi r^2$$

Frecuencia de Riego (Fr)

$$\text{Fr} = (\text{VARARL}/\text{U}_{\text{CR}}) \text{ (c)}$$

U_{CR} = Uso consumo real (m³/dia)

$$\text{U}_{\text{CR}} = \left(\frac{\text{UC} \cdot 10\text{m}^3/\text{Ha}}{1\text{mm}} \right) \cdot \text{PW} \rightarrow \text{(d)}$$

Volumen Neto Ajustado (VNA)

$$\text{VNA} = (\text{FrA}) \times \text{U}_{\text{CR}}$$

FrA = Frecuencia de riego ajustada, la cual no debe exceder los tres días

Volumen Bruto (VB)

$$VB = (VNA/EA)$$

EA = Eficiencia de aplicación del sistema de riego

Tasa de Aplicación Del Aspersor (Ta)

$$Ta = 89.1 \frac{\text{Gal}}{\text{min}} \times \frac{60\text{min}}{1\text{Hr}} \times \frac{3.786\text{Lt}}{1\text{Gal}} \times \frac{1\text{m}^3}{1000\text{Lt}} = 20.24 \frac{\text{m}^3}{\text{Hr}}$$

Del Microaspersor (Tm)

$$Tm = 55 \frac{\text{Lt}}{\text{Hr}} \times \frac{1\text{m}^3}{1000\text{Lt}} = 0.055 \frac{\text{m}^3}{\text{Hr}}$$

Grado de Aplicación del Sistema de Riego (Ga)

$$Ga = \frac{3.6 \times q(\text{Lt/Seg})}{EL(\text{M}) \times EP(\text{m})} \times (\text{ATH})\text{m}^2$$

Ga= Caudal del aspersor (Lt/Seg)

EL = Espaciamiento del aspersor sobre el lateral (m)

Ep = Espaciamiento de posiciones del lateral sobre el principal (m)

ATH = Área total humedecida m²

Tiempo de Riego por Posición (TR)

$$TR = VB/Ga$$

Nuevo Nivel de Agotamiento (NA)

Como:

$$VARA = (VAA) \times (NA) \quad (e)$$

VAA= Volumen de agua aprovechable (m³/Ha)

$$VAA = LAA \times 10^3/\text{Ha} - \text{mm} \quad (f)$$

LAA = Lamina de agua aprovechable (mm)

$$LAA = \left(\frac{CC - PMP}{100} \right) \times \rho_a \times Pre$$

$$VARA = VARARL/PW \quad \text{Donde } VARALR = VNA$$

Se despeja (Na) en (e)

$$NA = (VARA/VAA) \times 100$$

Humedad del Suelo a Regar (HS)

$$HS = CC - ARA \text{ (g)}$$

ARA = Agua rápida aprovechable (%)

$$ARA = AA \times NA \text{ (h)}$$

AA = Agua aprovechable (%)

$$AA = CC - PMP$$

Caudal de diseño

Según los datos cálculos para los requerimientos hídricos para el pasto y los cítricos el mes más crítico de riego es el mes de Agosto. Para el sistema de aspersión (cultivo pasto) son veinte y una posiciones, cada posición tiene un tiempo de riego de dos horas con una frecuencia de riego cada tres días. Para el sistema de microaspersión (cultivo cítricos), se maneja dos sectores de riego con una duración de cada uno de 3.36 hr por sector de riego, con la misma frecuencia de riego que tiene el pasto.

Qd = Caudal de diseño.

$$Qd = 10 \text{ Lt/sg} = 0.010 \text{ m}^3/\text{sg}$$

Nota. Se captara este caudal ya que si se capta un caudal menor la velocidad en la rejilla no estará en el parámetro según López, Cualla 1995.

CUADRO No 1. REQUERIMIENTO HÍDRICOS DEL PASTO

CULTIVO: PASTO (ELEFANTE)
 Prof. Radicular = 22.5 cm
 Prof. Radicular efectiva = 22.5 cm
 Área del cultivo = 30148 m²

SUELO
 Da = 2.07 gr/cm³
 CC = 22.7 %
 PMP = 11.7 %

UNIDAD DE RIEGO
 Aspersor = 1001 Golondrina
 Q descarga = 89.1 GPM
 Diam. Húmedo = 64.8 m

PARÁMETRO	ENERO	FEB.	MAR.	ABR.	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
Evapotranspiración mensual EVPT (mm/mes)	153,39	141,55	146,32	140,57	146,43	145,32	158,69	165,54	165,09	155,79	133,68	146,92
Uso consumo (mm/día)	4,95	4,57	4,72	4,53	4,72	4,69	5,12	5,34	5,33	5,03	4,31	4,74
Lamina agua rapid. Aprovechable LARA (mm)	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62	25,62
Volumen agua rapid. Aprovechable VARA (m ³ /Ha)	256,16	256,16	256,16	256,16	256,16	256,16	256,16	256,16	256,16	256,16	256,16	256,16
Area total a humedecer ATH (m ²)	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92	3297,92
Porcentaje area humedecida PW (%)	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98
Volumen agua rapid. Aprovechable para riego VARARL (m ³)	84,48	84,48	84,48	84,48	84,48	84,48	84,48	84,48	84,48	84,48	84,48	84,48
Uso consumo real Ucr(m ³ /día)	16,32	15,06	15,57	14,95	15,58	15,46	16,88	17,61	17,56	16,57	14,22	15,63
Frecuencia de riego Fr (días)	5,18	5,61	5,43	5,65	5,42	5,46	5,00	4,80	4,81	5,10	5,94	5,40
Frecuencia de riego ajustada FrA (días)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Volumen neto ajustado VNA (m ³)	48,95	45,18	46,70	44,86	46,73	46,38	50,64	52,83	52,69	49,72	42,66	46,89
Volumen bruto VB (m ³)	61,19	56,47	58,37	56,08	58,42	57,97	63,31	66,04	65,86	62,15	53,33	58,61
Tasa de aplicación Ta (m ³ /Hr)	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24	20,24
Grado de aplicación Ga (m ³ /Hr)	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10
Tiempo de riego TR (Horas)	1,85	1,71	1,76	1,69	1,77	1,75	1,91	2,00	1,99	1,88	1,61	1,77
Lamina agua Aprovechable LAA (mm)	51,23	51,23	51,23	51,23	51,23	51,23	51,23	51,23	51,23	51,23	51,23	51,23
Volumen agua Aprovechable VAA (m ³ /Ha)	512,33	512,33	512,33	512,33	512,33	512,33	512,33	512,33	512,33	512,33	512,33	512,33
VARA (m ³ /Ha)	148,44	136,99	141,60	136,04	141,71	140,63	153,57	160,20	159,76	150,76	129,37	142,18
Nivel Agotamiento NA (%)	28,97	26,74	27,64	26,55	27,66	27,45	29,97	31,27	31,18	29,43	25,25	27,75
Agua Aprovechable AA (%)	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Agua rapid. Aprovechable ARA (%)	3,19	2,94	3,04	2,92	3,04	3,02	3,30	3,44	3,43	3,24	2,78	3,05
Humedad del suelo a regar Hs (%)	19,51	19,76	19,66	19,78	19,66	19,68	19,40	19,26	19,27	19,46	19,92	19,65

CUADRO No 2. REQUERIMIENTO HÍDRICOS DE LOS CÍTRICOS

CULTIVO: CÍTRICOS (NARANJA, LIMÓN)

Prof. Radicular = 50 cm
 Prof. Radicular efectiva = 37.5 cm
 Área del follaje = 28.26 m²

SUELO

Da = 2.07 gr/cm³
 CC = 22.7 %
 PMP = 11.7 %

UNIDAD DE RIEGO

Microaspersor RFR JET 6900
 Q descarga = 55 LPH
 Diam. Húmedo = 6.0 m

PARÁMETRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
Evapotranspiración mensual EVPT (mm/mes)	123,70	114,15	118,00	113,36	118,09	117,19	127,97	133,50	133,14	125,64	107,81	118,48
Uso consumo (mm/día)	3,99	4,08	3,81	3,78	3,81	3,91	4,13	4,60	4,44	4,05	3,59	3,82
Lamina de agua Aprovechable LAA (mm)	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39
Lamina de agua rapid. Aprovechable LARA (mm)	42,69	42,69	42,69	42,69	42,69	42,69	42,69	42,69	42,69	42,69	42,69	42,69
Frecuencia de riego Fr (días)	10,70	10,47	11,22	11,30	11,21	10,93	10,34	9,27	9,62	10,53	11,88	11,17
Frecuencia de riego ajustada FrA (días)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Lamina neta ajustada LNA (mm)	11,97	12,23	11,42	11,34	11,43	11,72	12,38	13,81	13,31	12,16	10,78	11,47
Lamina bruta LB (mm)	14,96	15,29	14,27	14,17	14,29	14,65	15,48	17,26	16,64	15,20	13,48	14,33
Volumen de agua por planta (VAP)	4228,76	4320,56	4033,82	4004,55	4036,98	4139,83	4374,78	4878,43	4703,01	4294,92	3808,30	4050,43
Area total a humedecer ATH (m ²)	21,21	21,21	21,21	21,21	21,21	21,21	21,21	21,21	21,21	21,21	21,21	21,21
Tiempo de riego TR (Horas)	2,91	2,97	2,78	2,76	2,78	2,85	3,01	3,36	3,24	2,96	2,62	2,79
Nivel Agotamiento NA (%)	14,02	14,32	13,37	13,28	13,38	13,72	14,50	16,17	15,59	14,24	12,63	13,43
Agua Aprovechable AA (%)	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Agua rapid. Aprovechable ARA (%)	1,54	1,58	1,47	1,46	1,47	1,51	1,60	1,78	1,72	1,57	1,39	1,48
Humedad del suelo a regar Hs (%)	21,16	21,12	21,23	21,24	21,23	21,19	21,10	20,92	20,98	21,13	21,31	21,22

4.1.1.2 Altura de la lámina de agua (H)

La altura de la lámina de agua sobre el vertedero para un caudal de 188 Lt/sg y un ancho de dique (B) de 1.2 m, se calcula mediante la siguiente expresión (López Cualla, 1995):

H = Altura de lamina de agua al paso de la rejilla
Qd = Caudal de diseño
B = Ancho del dique

$$H = \left(\frac{Qd}{1.84 \times B} \right)^{2/3}$$
$$H = \left(\frac{0.011m^3/sg}{1.84 \times 1.2 m} \right)^{2/3} = 0.027m$$

4.1.1.3 Contracciones Laterales (L)

Según López Cualla, 1995:

$$L = B - 0.2H$$

L = Ancho en la contracción corregido
B = Ancho de dique (m)
H = Lamina de agua (m)

$$L = 1.2 m - 0.2 \times (0.027 m) = 1.19 m.$$

4.1.1.4 Velocidad del Agua por la rejilla (Vr)

Según López Cualla, 1995
Vr = Velocidad del agua sobre la rejilla
Qd = Caudal de diseño
L = Ancho en la contracción dique
H = Altura de lamina de agua al paso de la rejilla

$$Vr = \left(\frac{Qd}{L \times H} \right)$$

$$Vr = \left(\frac{0.010m^3/sg}{1.19 m \times 0.027m} \right) = 0.31m/sg$$

La condición es $0.3 \text{ m/sg} < V_r < 3.0 \text{ m/sg}$, entonces esta condición si se cumple $V_r = 0.31 \text{ m/sg}$

4.1.1.5 Ancho del canal de aducción

Se calcula mediante las siguientes expresiones, según López Cualla, 1995

X_s = Alcance filo Superior (m)

V_r = Velocidad del agua al paso de la rejilla

H = Altura de lamina de agua al paso de la rejilla

$$X_s = 0.36 \times V_r^{2/3} + 0.60 \times H^{4/7}$$

$$X_s = 0.36 \times (0.31 \text{ m/sg})^{2/3} + 0.60 \times (0.027 \text{ m})^{4/7} = 0.24 \text{ m}$$

X_i = Alcance filo Inferior (m)

$$X_i = 0.18 \times V_r^{4/7} + 0.74 \times H^{3/4}$$

$$X_i = 0.18 \times (0.31 \text{ m/sg})^{4/7} + 0.74 \times (0.027 \text{ m})^{3/4} = 0.14 \text{ m}$$

B = Ancho del canal de Aducción (m)

$$B = X_s + 0.1 \text{ m}$$

$$B = 0.25 \text{ m} + 0.1 \text{ m} = 0.35 \text{ m}$$

Se adopta $B = 0.4 \text{ m}$

4.1.1.6 Calculo de la rejilla

En la figura No. 3, se muestra los parámetros requeridos para el diseño de la rejilla de captación. El marco de la rejilla se construye de alas iguales de $3/16" \times 1 \ 1/4"$, con tres bisagras, cuatro anclajes y barras de $5/8"$.

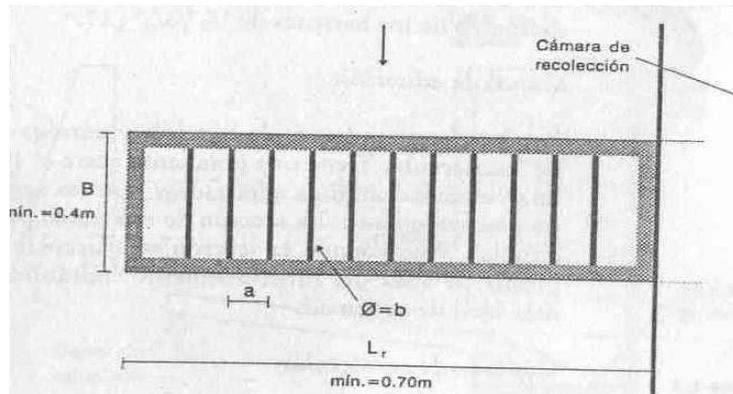


Figura No. 12. Rejilla de captación (López Cualla, 1995)

Donde:

B = Ancho de la rejilla (m)

N = Numero de espacios entre barras.

a = Separación de orificios (m)

b = Diámetros de las barras (m)

Lr = Longitud de la rejilla (m)

Área Neta (AN), según López Cualla, 1995, se calcula:

$$AN = \left(\frac{Qd}{0.9 \times V_b} \right)$$

Qd = Caudal de diseño

V_b = Velocidad de captación (se asume 0.10 m/sg)

$$AN = \left(\frac{0.010 \text{ m}^3/\text{sg}}{0.9 \times 0.1 \text{ m/sg}} \right) = 0.111 \text{ m}^2$$

Longitud de la Rejilla (Lr), según López Cualla, 1995, se calcula:

$$Lr = \left(\frac{AN \times (a + b)}{a \times B_1} \right)$$

B = 0.40 m

a = se asume 0.01 m

b = 5/8" = 0.0159 m

$$Lr = \left(\frac{0.111\text{m}^2 \times (0.01\text{m} + 0.0159\text{m})}{0.01\text{m} \times 0.4\text{m}} \right) = 0.72\text{m}$$

Se adopta 0.70 m de longitud de rejilla

Área Neta (AN) corregida, según López Cualla, 1995, se calcula:

$$AN = B_1 \times Lr \left(\frac{a}{a+b} \right)$$

$$AN = 0.4\text{m} \times 0.7\text{m} \left(\frac{0.01\text{m}}{0.01\text{m} + 0.0159\text{m}} \right) = 0.108\text{m}^2$$

Numero de espacio de la rejilla (N), según López Cualla, 1995, se calcula:

$$N = \frac{AN}{a \times B_1}$$

$$N = \frac{0.108\text{m}^2}{0.01\text{m} \times 0.4\text{m}} = 27\text{espacios}$$

Se adopta **27 espacios**, separado cada 1 cm entre si.

4.1.1.7 Condiciones finales de diseño de la rejilla

Área Neta (AN)

$$AN = a \times B_1 \times N$$

$$AN = 0.01\text{m} \times 0.40\text{m} \times 27 = 0.108\text{m}^2$$

Velocidad de captación (V_b)

$$V_b = \left(\frac{Qd}{0.9 \times AN} \right)$$

$$V_b = \left(\frac{0.01\text{m}^3/\text{sg}}{0.9 \times 0.108\text{m}^2} \right) = 0.103\text{m}/\text{sg}$$

Longitud de la Rejilla (Lr)

$$L_r = \left(\frac{AN \times (a + b)}{a \times B_1} \right)$$

$$L_r = \left(\frac{0.103\text{m}^2 \times (0.01\text{m} + 0.0159\text{m})}{0.01\text{m} \times 0.4\text{m}} \right) = 0.70\text{m}$$

Se adopta $L_r = 0.70 \text{ m}$

4.1.1.8 Niveles de agua en el canal de aducción

En la Figura No. 4, se muestra los parámetros de diseño para el canal de aducción. La entrega a la cámara de recolección debe realizarse a descarga libre, donde

$h_e = h_c$

h_e = Profundidad agua abajo del canal de aducción (m)

h_c = Profundidad crítica (m)

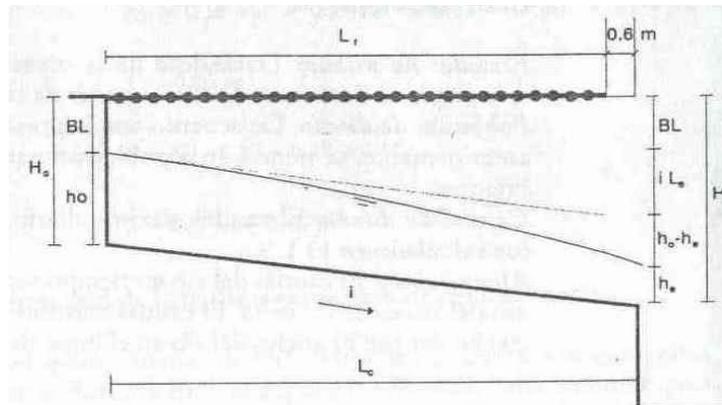


Figura No. 13. Perfil del canal de aducción (López Cualla, 1995)

Aguas Abajo (h_e), Según López Cualla, 1995, se calcula:

$$h_c = h_e = \left\{ \frac{Qd^2}{g \times B^2} \right\}^{1/3}$$

Qd = Caudal de diseño (m^3/sg)

g = Aceleración de la gravedad ($9.81 \text{ m}/\text{sg}^2$)

B = Ancho de la rejilla (m)

$$h_c = h_e = \left\{ \frac{(0.01 \text{ m}^3/\text{sg})^2}{9.81 \text{ m}/\text{sg}^2 \times (0.4 \text{ m})^2} \right\}^{1/3} = 0.04 \text{ m}$$

Aguas arriba (h_0), según López Cualla, 1995, se calcula:

$$h_0 = \left\{ 2 \times h_c^2 + \left(h_c \frac{i \times L_c}{3} \right)^2 \right\}^{1/2} - \frac{2}{3} i \times L_c$$

i = Se adopta una pendiente del 3.0 %, según López Cualla, 1995

h_c = Profundidad crítica (m)

L_c = Longitud del canal de aducción

$L_c = L_r + \text{Espesor muro}$

$L_c = 0.70 \text{ m} + 0.2 \text{ m} = 0.90 \text{ m}$

$$h_0 = \left\{ 2 \times (0.90 \text{ m})^2 + \left(0.04 - \frac{0.03 \times 0.90 \text{ m}}{3} \right)^2 \right\}^{1/2} - \frac{2}{3} \times 0.03 \times 0.90 \text{ m} = 0.051$$

Profundidad normal a la entrada del canal (H_0), según López Cualla, 1995

$H_0 = h_0 + BL$

Se adopta $BL = 0.15 \text{ m}$

$H_0 = 0.051 \text{ m} + 0.15 \text{ m} = 0.2 \text{ m}$

Profundidad normal a la salida del canal (H_e), según López Cualla, 1995

$H_e = h_e + (h_0 - h_e) + (i \times L_c) + BL$

$H_e = 0.04 \text{ m} + (0.051 \text{ m} - 0.04 \text{ m}) + (0.03 \times 0.95 \text{ m}) + 0.15 = 0.23 \text{ m}$

Velocidad del agua a la salida del canal (V_e). Según López Cualla, 1995

$$V_e = \left(\frac{Q_d}{B \times h_e} \right)$$

$$V_e = \left(\frac{0.01 \text{ m}^3/\text{sg}}{0.04 \text{ m} \times 0.23 \text{ m}} \right) = 0.63 \text{ m/sg}$$

La condición es $0.3 \text{ m/sg} < V_r < 3.0 \text{ m/sg}$, entonces esta condición si se cumple $V_r = 0.63 \text{ m/sg}$

4.1.1.9 Cámara de Recolección

En la Figura No. 5, se muestra los parámetros para la cámara de recolección.

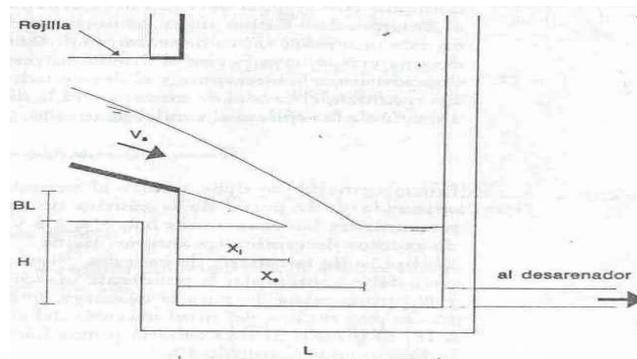


Figura No. 14. Corte de la cámara de recolección (López Cualla, 1995)

Alcance Superior (X_s)

V_e = Velocidad del agua a la salida del canal (m/sg)

h_e = profundidad agua abajo del canal de aducción (m)

$$X_s = 0.36 \times V_e^{2/3} + 0.60 \times h_e^{4/7}$$

$$X_s = 0.36 \times (0.63 \text{ m/sg})^{2/3} + 0.60 \times (0.04 \text{ m})^{4/7} = 0.36 \text{ m}$$

Alcance Inferior (X_i)

$$X_i = 0.18 \times V_e^{4/7} + 0.74 \times h_e^{3/4}$$

$$X_i = 0.18 \times (0.63 \text{ m/sg})^{4/7} + 0.74 \times (0.04 \text{ m})^{3/4} = 0.20 \text{ m}$$

B = Ancho de la cámara de recolección (m)

$$B = X_s + 0.1 \text{ m}$$

$$B = 0.4\text{m} + 0.3\text{m} = 0.7\text{m}$$

Largo Se adopta $L = 1.5 \text{ m}$

BL = Borde libre de la cámara es de **0.15 m**

P = Profundidad **0.65 m** incluido el borde libre

4.1.1.10 Altura de los muros de contención

$$Q_{\text{max}} = 0.8 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$H = \left(\frac{Q_d}{1.84 \times L} \right)^{2/3}$$

$$H = \left(\frac{0.8 \text{ m}^3/\text{sg}}{1.84 \times 1.2 \text{ m}} \right)^{2/3} = 0.51\text{m}$$

$$BL = 0.49 \text{ m}$$

$$HT = 1.0 \text{ m}$$

4.1.1.11 Caudal de excesos

$$Q \text{ prom río} = 0.19 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$H = \left(\frac{Q_d}{1.84 \times L} \right)^{2/3}$$

$$H = \left(\frac{0.19 \text{ m}^3/\text{sg}}{1.84 \times 1.2 \text{ m}} \right)^{2/3} = 0.19\text{m}$$

Caudal de captación

$$C_d = 0.3$$

$$Q_{\text{capt}} = (C_d \times A_{\text{net}} \times \sqrt{2 \times g \times H})$$

$$Q_{\text{capt}} = (0.3 \times 0.2 \text{ m}^2 \times \sqrt{2 \times 9.81 \text{ m}/\text{sg}^2 \times 0.19 \text{ m}}) = 0.117 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$Q_{\text{excesos}} = Q_{\text{capt}} - Q_{\text{diseño}}$$

$$Q_{\text{excesos}} = 0.117 \text{ m}^3/\text{sg} - 0.01 \text{ m}^3/\text{sg} = 0.107 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$H = \left(\frac{Qd}{1.84 \times L} \right)^{2/3}$$

$$H = \left(\frac{0.107 \text{ m}^3/\text{sg}}{1.84 \times 1.5 \text{ m}} \right)^{2/3} = 0.115 \text{ m}$$

Velocidad de excesos

$$V_e = \left(\frac{Q_{exc}}{B_{camara} \times H_{exce}} \right)$$

$$V_e = \left(\frac{0.107 \text{ m}^3/\text{sg}}{1.5 \text{ m} \times 0.115 \text{ m}} \right) = 0.623 \text{ m/sg}$$

$$X_s = 0.36 \times V_r^{2/3} + 0.60 \times h_o^{4/7}$$

V_e = Velocidad de exceso (m/sg)

H_e = profundidad agua de exceso (m)

$$X_s = 0.36 \times (0.623 \text{ m/sg})^{2/3} + 0.60 \times (0.115 \text{ m})^{4/7} = 0.437 \text{ m}$$

4.1.1.12 Tubería de excesos

$$i = \left(\frac{\text{Cota piso camara exceso - cota del rio en la entrega}}{\text{Largo de entrega}} \right) * 100$$

$$i = \left(\frac{1287.01 - 1286.0}{11} \right) * 100 = 9.19\%$$

$$j = 0.0919\%$$

$$D = \left(\frac{Q_{exc}}{0.2785 \times C \times J^{0.54}} \right)^{1/2.63}$$

$$D = \left(\frac{0.107 \text{ m}^3/\text{sg}}{0.2785 \times 100 \times 0.0919^{0.54}} \right)^{1/2.63} = 7.764''$$

Se adopta un $D = 8''$

4.1.1.13 Pozo de amortiguación

Velocidad al pie del dique

$$Z = h + Hd$$

h= Altura del dique

Hd = Altura de la lamina de diseño

$$Z = 1.0\text{m} + 0.027\text{m} = 1.027\text{m}$$

$$V_1 = \sqrt{2 \times g \times (Z - 0.5 \times Hd)}$$

$$V_1 = \sqrt{2 \times 9.81\text{m/sg}^2 \times (1.027\text{m} - 0.5 \times 0.027\text{m})} = 4.46\text{m/sg}$$

Calculo de la altura del agua en la base del aliviadero

$$Y_1 = \frac{Q_{\max}}{V_1 \times L}$$

$$Y_1 = \frac{0.8\text{m}^3/\text{sg}}{4.46\text{m/sg} \times 1.0\text{m}} = 0.180\text{m}$$

Calculo Número de Fraude (altura del dentellon)

$$F_1 = \left(\frac{V_1}{\sqrt{g \times Y_1}} \right)$$

$$F_1 = \left(\frac{4.46\text{m/sg}}{\sqrt{9.81\text{m/sg}^2 \times 0.134\text{m}}} \right) = 3.36$$

Se busca este valor F_1 a h/Y_1 en la tabla de Foster y Skrinde. Figura No 15

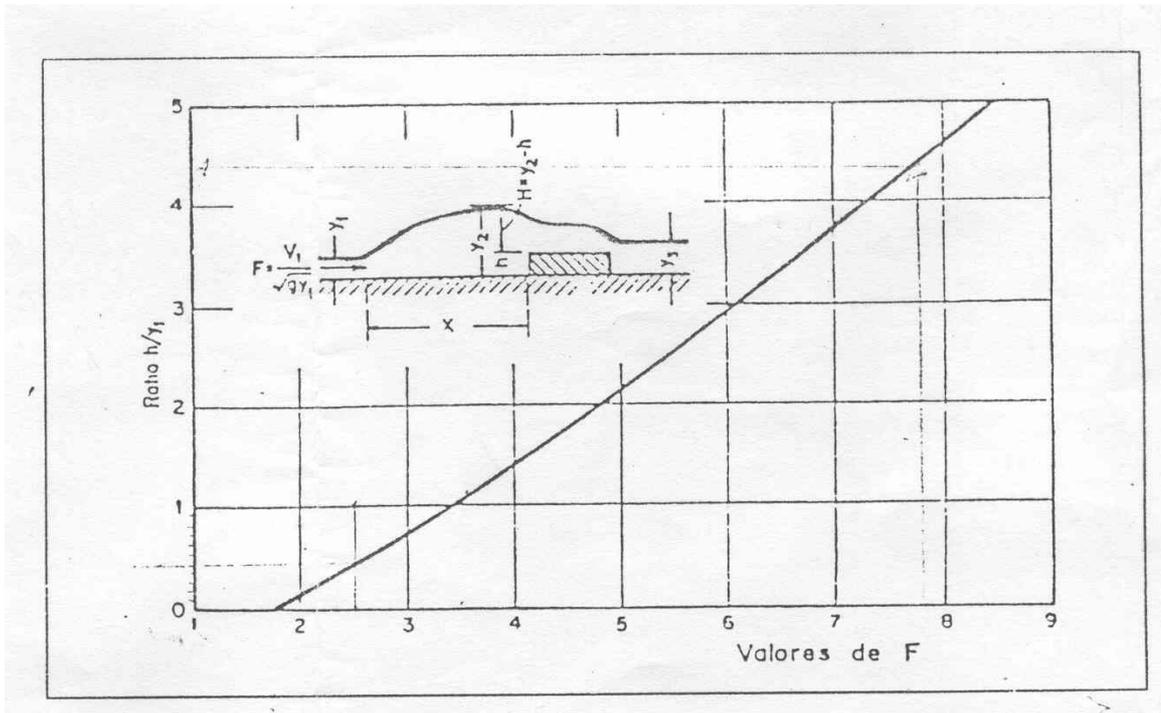


Figura No. 15. Relaciones analíticas entre F y h/Y_1 , para un vertedero de cresta ancha (Foster y Skrinde)

Para $F_1 = 3.36$ se tiene que $h/Y_1 = 1.0$, entonces:

$$h = 1.0 \times (Y_1) = 1.4 \times (0.134\text{m}) = 0.18 \text{ m}$$

Calculo de la altura del agua sobre el dentellon Y_2

$$2.667 \times F_1 \times \left[1 + \left(\frac{h}{3} \right) \right] = \left[\frac{Y_2}{Y_1} - \frac{h}{Y_1} \right]^3$$

Le dan valores a Y_2 , entonces la ecuación 1 y ecuación 2 debe ser igual y el valor dado Y_2 es el valor correcto.

$$2.667 \times 3.36 \times \left[1 + \left(\frac{0.18\text{m}}{3} \right) \right] = \left[\frac{0.581\text{m}}{0.18\text{m}} - \frac{0.18\text{m}}{0.18\text{m}} \right]^3$$

$$18.0\text{m} = 18.0\text{m}$$

$$Y_2 = 0.65 \text{ m}$$

Calculo Y_3 (lamina después del dentellon)

$$Y_3 = \left[\frac{(2 \times Y_2 + h)}{3} \right]$$

$$Y_3 = \left[\frac{(2 \times 0.65\text{m} + 0.18\text{m})}{3} \right] = 0.50\text{m}$$

Se debe cumplir $h < Y_3 < Y_2$

$$0.18\text{m} < 0.50\text{m} < 0.65\text{m} \quad \text{O.K}$$

Longitud del pozo

$$L = 5 * (h + Y_3)$$

$$L = 5 * (0.18\text{m} + 0.50\text{m}) = 3.5\text{m}$$

4.1.2 DISEÑO LÍNEA DE CONDUCCIÓN BOCATOMA – DESARENADOR

Para el diseño se tendrá en cuenta las siguientes características:

Cota salida de la bocatoma = 1287.010

Cota llega al desarenador = 1284.260

Longitud de aducción = 43.45 m

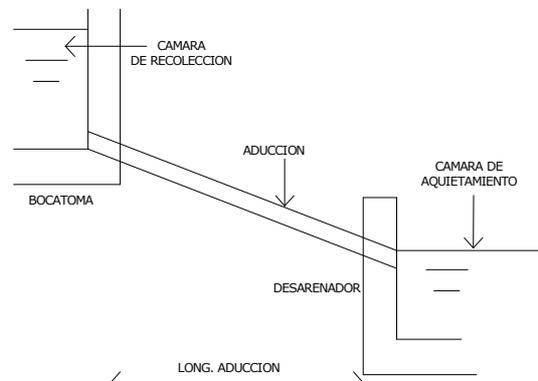


Figura No. 16. Conducción Bocatoma – Desarenador (López Cualla, 1995)

Diferencia de altura = 2.70m

Pendiente = 6.21 %

Para conductos con flujo por gravedad se empleó la ecuación de Manning para el cálculo del diámetro (D). Es un flujo libre, como un alcantarillado.

Donde:

$$D = 1.548 \times \left(\frac{n \times Q}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

n(plástico) = 0.010

Q = Caudal a conducir (m³/sg)

S = Pendiente desde la bocatoma hasta el desarenador

$$D = 1.548 \times \left(\frac{0.010 \times 0.01 \text{ m}^3/\text{sg}}{0.06^{1/2}} \right)^{3/8} = 0.089 \text{ m}$$

D = 4 Pulg

En el trayecto de la aducción de la bocatoma al desarenador se debe instalar el primer viaducto de 5.3 m de longitud para pasar la tubería al otro extremo de la quebrada. Ver plano No 1 y 2, en el tramo 4 – 5.

4.1.3 DISEÑO DEL DESARENADOR

Condiciones de la tubería de entrada

Q = 0.00562 m³/sg

V = 1.055m/sg

D = 4”(0.1016m)

Condiciones del desarenador

Remoción de partículas Diámetro de partícula (d) 0.05 mm (Arena fina)
(Anexo J)

Temperatura (T) 18 °C

Viscosidad cinemática (μ) 0.01059 (cm²/sg)

(Anexo J)

Grado de remoción 2.75 con 87.5% (Anexo J)

Relación longitud :ancho 3:1

Densidad de las arenas (ρs) 2.65 gr/cm³

Densidad del agua (ρ) 1.00 gr/cm³

Aceleración de la gravedad 981 cm/sg²

Profundidad útil del desarenador

1.45 m

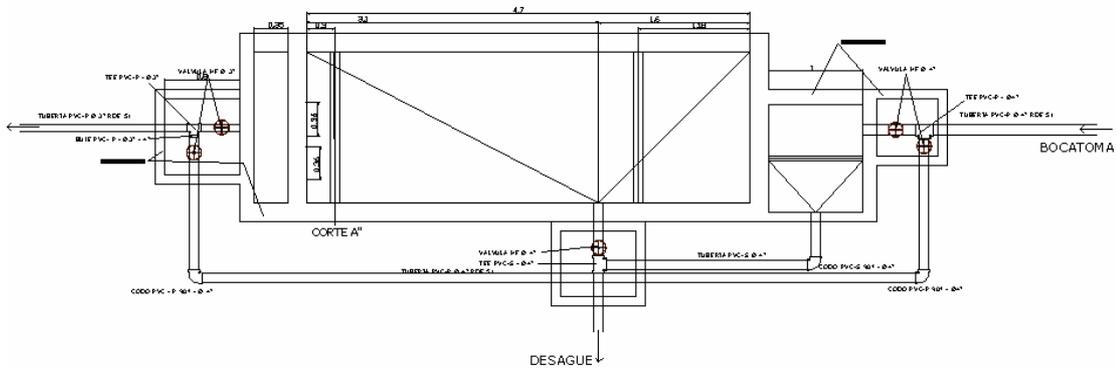


Figura No. 17. Desarenador – Planta (López Cualla, 1995)

En la figura No. 8., se muestra la vista de planta del desarenador a construir, las partes que constituyen el desarenador. En el plano No. 1 y 2 aparece el sitio de ubicación y en el plano No. 4 se muestra sus medidas

4.1.3.1 Parámetro de sedimentación

Según la teoría de la sedimentación por Hazen y Stokes, e empleada por, López Cualla, 1995 para determinar la sedimentación, la ecuación es:

$$V = \left(\frac{g}{18} \times \frac{\rho_s - \rho}{\mu} \right) * d^2$$

$$V_s = \left(\frac{981 \text{cm/sg}^2}{18} \times \frac{2.65 \text{g/cm}^3 - 1.00 \text{g/cm}^3}{0.01059 \text{cm}^2/\text{sg}} \right) * (0.05 \text{mm})^2 = 0.212 \text{cm/sg}$$

4.1.3.2 Tiempo de retención (Tr)

Según López Cualla, 1995:

$$Tr = \left(\frac{H_u}{V_s} \right)$$

$$Tr = \left(\frac{1.45 \text{m}}{0.212 \text{cm/sg}} \right) = 683.036 \text{sg}$$

Periodo de retención hidráulico (θ), según López Cualla, 1995:

$$\theta = 2.75 \times \text{Tr}$$
$$\theta = 2.75 \times 0.212 \text{cm/sg} = 1878.35 \text{ sg} = 0.522 \text{Hr}$$

Parámetro

$$0.5 \text{Hr} \leq \theta \leq 4 \text{ Hr} = 0.5 \text{ Hr} \leq 0.522 \leq 4 \text{ Hr} \quad \text{O.K}$$

4.1.3.3 Volumen del desarenador (V_D)

Según López Cualla, 1995 :

$$V_D = (Qd \times \theta)$$

$$V_D = (0.01 \text{m}^3/\text{sg} \times 1878.35 \text{sg}) = 10.556 \text{m}^3$$

4.1.3.4 Área superficial del tanque (A_S)

Según López Cualla, 1995:

$$A_S = \left(\frac{V}{H} \right)$$

$$A_S = \left(\frac{10.556 \text{m}^3}{1.45 \text{m}} \right) = 7.28 \text{m}^2$$

4.1.3.5 Dimensiones del desarenador

Según López Cualla, 1995:

$$L: B = 3:1$$

L=Largo, B=Ancho

$$B = \sqrt{\frac{A_S}{3}}$$

$$B = \sqrt{\frac{7.28 \text{m}^2}{3}} = 1.56 \text{m} \approx 1.60 \text{m}$$

$$L = 3 \times B$$

$$L = 3 \times 1.56 \text{m} = 4.67 \text{m} \approx 4.70 \text{m}$$

4.1.3.6 Carga hidráulica (q)

Según López Cualla, 1995

$$q = \left(\frac{Q}{A_s} \right)$$

$$q = \left(\frac{0.0056 \text{m}^3/\text{sg}}{7.28 \text{m}^2} \right) = 0.0008 \text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{sg} = 69 \text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$$

4.1.3.7 Partícula crítica (d_o)

Según López Cualla, 1995:

$$V_o = q = 0.0008 \text{m}/\text{sg} = 0.08 \text{cm}/\text{sg}$$

$$d_o = \sqrt{\frac{V \times 18 \times \mu}{g \times (\rho_s - \rho)}}$$

$$d_o = \sqrt{\frac{0.08 \text{cm}/\text{sg} \times 18 \times 0.01059 \text{cm}^2/\text{sg}}{981 \text{cm}/\text{sg}^2 \times (2.65 \text{gr}/\text{cm}^3 - 1.00 \text{gr}/\text{cm}^3)}} = 0.0030 \text{cm} = 0.03 \text{mm}$$

Bajo las condiciones teóricas se removerá partículas hasta un diámetro de 0.03mm

4.1.3.8 Velocidad horizontal (V_h)

Según López Cualla, 1995:

$$V_h = \left(\frac{Qd}{H \cdot B} \times 100 \right)$$

$$V_h = \left(\frac{0.0056 \text{m}^3/\text{sg}}{1.45 \text{m} \cdot 1.60 \text{m}} \times 100 \right) = 0.124 \text{cm}/\text{sg}$$

4.1.3.9 Velocidad horizontal (V_{hmax})

Según López Cualla, 1995:

$$V_h = 20 \times V_s$$

$$V_h = 20 \times 0.212 \text{cm}/\text{sg} = 4.246 \text{cm}/\text{sg}$$

4.1.3.10 Velocidad de resuspensión máxima (V_r)

Según López Cualla, 1995:

$$V_r = \sqrt{\frac{8 \times k}{f} \times g(\rho_s - \rho) \times d}$$

Donde:

k = 0.04

f = 0.03

$$V_r = \sqrt{\left(\frac{8 \times 0.04}{0.03} \times 981 \text{cm/sg}^2 \left((2.65 \text{gr/cm}^3 - 1.00 \text{gr/cm}^3) \right) \times 0.005 \text{cm} \right)} = 9.29 \text{cm/sg}$$

4.1.3.11 Cálculos de los elementos del desarenador

Longitud útil del desarenador	= 4.7m
Profundidad útil del desarenador	= 1.45m
Ancho del desarenador	= 1.60m
Borde libre	= 0.15m

Vertedero de salida

Según López Cualla, 1995:

Tirante (H_v)

$$H_v = \left(\frac{Q}{1.84 \times B} \right)^{2/3}$$

$$H_v = \left(\frac{0.0056 \text{m}^3/\text{sg}}{1.84 \times 1.60 \text{m}} \right)^{2/3} = 0.02 \text{m}$$

Vertedero de salida (V_v)

$$V_v = \left(\frac{Q}{B \times H_v} \right)$$

$$V_v = \left(\frac{0.0056 \text{m}^3/\text{sg}}{1.60 \text{m} \times 0.02 \text{m}} \right) = 0.23 \text{m/sg}$$

Cámara de salida

Según López Cualla, 1995:

$$X_s = 0.36(V_v)^{2/3} + 0.60(H_v)^{4/7}$$

$$X_s = 0.36(0.23\text{m/sg})^{2/3} + 0.60(0.02\text{m})^{4/7} = 0.19\text{m} \Rightarrow L_v 0.35\text{m}$$

Pantalla de entrada

Según López Cualla, 1995:

Profundidad (Hpe)

$$Hpe = \frac{H}{2}$$

$$Hpe = \frac{1.45\text{m}}{2} = 0.725\text{m} \approx 0.73\text{m}$$

Distancia a la cámara de aquietamiento (Dve)

$$Dve = \frac{L}{4}$$

$$Dve = \frac{4.7\text{m}}{4} = 1.175 \approx 1.18\text{m}$$

Pantalla de salida

Según López Cualla, 1995:

Profundidad (Hps)

$$Hps = \frac{H}{2}$$

$$Hps = \frac{1.45\text{m}}{2} = 0.725\text{m} \approx 0.73\text{m}$$

Distancia al vertedero de salida (Dvs)

$$Dvs = 15 * H_v$$

$$Dvs = 15 * 0.02\text{m} = 0.3\text{m}$$

Almacenamiento de lodos

Según López Cualla, 1995:

Profundidad máxima

$$Al = 0.4\text{m}$$

Distancia pto de salida a la cámara de aquietamiento (Dpsc)

$$Dpsc = \frac{L}{3}$$

$$Dpsc = \frac{4.7\text{m}}{3} = 1.58\text{m} \approx 1.6\text{m}$$

Distancia pto de salida al vertedero de salida (Dpsv)

$$Dpsv = \left(\frac{2 \times L}{3} \right)$$

$$Dpsv = \left(\frac{2 \times 4.7m}{3} \right) = 3.12m \approx 3.10m$$

Pendiente Transversal

$$PT = \frac{0.4m}{B}$$

$$PT = \frac{0.4m}{1.6m} = 0.26 = 26\%$$

Pendiente longitudinal en (L/3)

$$PL(L/3) = \left(\frac{0.4m}{Dpsc} \right)$$

$$PL(L/3) = \left(\frac{0.4m}{1.6m} \right) = 0.26 = 26\%$$

Pendiente longitudinal en (2L/3)

$$PL(2L/3) = \left(\frac{0.4m}{Dpsv} \right)$$

$$PL(2L/3) = \left(\frac{0.4m}{3.15m} \right) = 0.13 = 13\%$$

Cámara de quietamiento entrada y salida

Según López Cualla, 1995:

Profundidad

$$Prof = \frac{H}{3}$$

$$Prof = \frac{1.45m}{3} = 0.48m \approx 0.5m$$

Ancho

$$Ancho = \frac{B}{3}$$

$$Ancho = \frac{1.60m}{3} = 0.53m \approx 0.55m$$

Largo

Se adopta un largo de **1m**

Caudal de excesos

Según López Cualla, 1995:

$$Q_{exc} = Q_{llegada} - Q_{necesario}$$

$$Q_{exc} = 0.01\text{m}^3/\text{sg} - 0.0056\text{m}^3/\text{sg} = 0.0044\text{m}^3/\text{sg}$$

$$H_e = \left(\frac{Q_{excesos}}{1.84 \times L_e} \right)^{2/3}$$

L_e = Ancho de la cámara de quietamiento

$$H_e = \left(\frac{0.0044\text{m}^3/\text{sg}}{1.84 \times 1.0\text{m}} \right)^{2/3} = 0.02\text{m}$$

$$V_e = \left(\frac{Q_{excesos}}{H_e \times L_e} \right)$$

$$V_e = \left(\frac{0.0044\text{m}^3/\text{sg}}{0.02\text{m} \times 1.0\text{m}} \right) = 0.28\text{m}/\text{sg}$$

$$X_s = 0.36 \times (V_e)^{2/3} + 0.6 \times (H_e)^{4/7}$$

$$X_s = 0.36 \times (0.28\text{m}/\text{sg})^{2/3} + 0.6 \times (0.02\text{m})^{4/7} = 0.21\text{m}$$

$$L_r = 0.35\text{m}$$

Se adopta **0.55m**

$$\frac{B - \text{ancho}}{2} = 0.52 \approx 0.55\text{m}$$

4.1.3.12 Perfil hidráulico

Son las pérdidas por la ampliación de secciones y por el paso por debajo de las pantallas

$$V_1 = 1.055\text{m}/\text{sg}$$

$$V_2 = \left(\frac{Qd}{\text{Ancho} \times \text{Prof}} \right)$$

$$V_2 = \left(\frac{0.0056 \text{m}^3/\text{sg}}{0.55 \text{m} \times 0.50 \text{m}} \right) = 0.01 \text{m/sg}$$

$$h_m = k \times \Delta \Delta \frac{V^2}{2 \times g}$$

$$h_m = 0.1 \left(\frac{(1.055 \text{m/sg}) - (0.01 \text{m/sg})}{2 \times 9.81 \text{m/sg}^2} \right) = 0.006 \text{m}$$

4.1.4 DISEÑO DE CONDUCCIÓN DESARENADOR – AL PUNTO DE DISTRIBUCIÓN PARA EL SISTEMA DE RIEGO

TUBERÍAS

Se calculo para tubería de PVC, los diámetros por la ecuación de Manning mencionada en el diseño de la tubería de aducción, y las perdidas mediante la formula de Hazen – Williams, los parámetros son el coeficiente de rugosidad (C), Diámetro (D) y caudal a conducir (Q):

$$F = \left[1724.75 * \left(\frac{(Q)^{(1.85)}}{((C)^{(1.85)) \times ((D)^{(4.866))}} \right) \right]$$

Donde:

F = Perdidas unitarias en m/m en conducción.

D = Diámetro interno de la tubería de conducción en pulgadas

Q = Caudal de la conducción en Lt/sg.

C = Coeficiente de rugosidad Hazen – Williams para tubería PVC (150)

En los anexos A, B aparecen resumidos los cálculos de la conducción desde la Bocatoma – Desarenador – al sitio de distribución para el sistema de riego, así como la ubicación de Ventosas, válvulas de lavado y viaductos. En el plano No 1 y 2 respectivamente.

La tabla No.1 se muestra el resumen de la tubería utilizada en la conducción

Cuadro No 3. Tubería de Conducción

CLASE	RDE	DIAM.	LONG (m)	# DE TUBOS (6m)
PVC	51	3"	868,01	145,0
PVC	51	4"	789,85	132,0

VIADUCTOS

Se construirá 46.3 ml en viaducto de tubería de 4" (Ver especificaciones en los Anexos A Y B). En el plano No. 1 y 2 aparecen las ubicaciones de los viaductos. La tabla No 2, se muestra el resumen de los viaductos

Cuadro No 4. Viaductos

VIADUCTOS A INSTALAR						
NUMERO	TRAMO	LONG. (m)	DIAM. (")	RDE	No. TUBOS	
1	4 - 5	5,3	4	51	1	
2	18 - 19	20	3	51	3	
3	22 - 23	3	4	51	1	
4	25 - 26	6	4	51	2	
5	33 - 34	8	4	51	2	
6	39 - 40	4	3	51	1	

VÁLVULA DE LAVADO

Se instalara seis unidades de válvulas de lavado de 2", lateralmente en la Línea de conducción (Ver plano No.1 y 2). Son cuatro Tee de 4 " a 2" y se dos Tee de 3" a 2" que se instalara.

VÁLVULA VENTOSAS

Se instalara seis unidades de válvulas ventosas de ½" Hierro Fundido (HF), a través de la línea de conducción (Ver planos 1 y 2),

REDUCCIONES

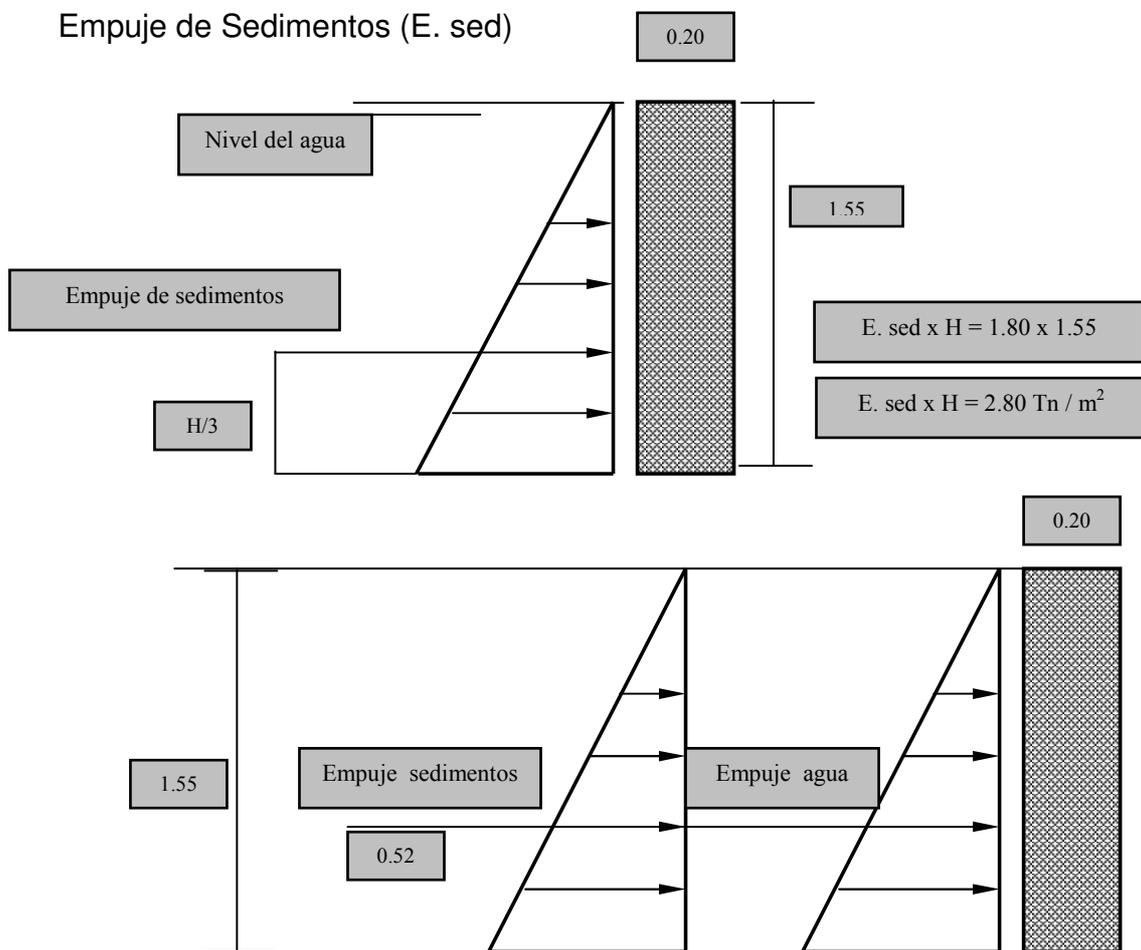
Se instalara cuatro reducciones de 4" a 3" en la línea de conducción

4.2 DISEÑO ESTRUCTURAL

4.2.1 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA BOCATOMA (Ver plano No. 3)

Se desprecia el peso de la presa, para obtener la situación mas critica a la que puede estar sometida la estructura, adicionalmente se mayora el empuje del agua tres veces para representar el impacto del agua; actuando simultáneamente los dos empujes.

4.2.1.1 Diseño Muro Frontal (Dique)



$$E. \text{ Agua} = 1,00 \text{ Tn/m}^3$$

$$E. \text{ Agua} * H = 1,00 \text{ Tn/m}^3 \times 1.55 \text{ m} = 1.55 \text{ Tn/m}^2$$

$$d. \text{ agua} * H = 1.55 \text{ Tn/m}^2 \times 1.0 \text{ m} / 2$$

$$\mathbf{d. \text{ agua} = 0.78 \text{ Tn/m}}$$

$$d_{\text{sed.}} = 1,80 \text{ Tn/m}^3$$

$$E. \text{ sed} * H = 1.8 \text{ Tn /m}^3 \times 1.55 \text{ m} = 2,80 \text{ Tn/m}^2$$

$$d \text{ sed} * H = 2,79 \text{ Tn/m}^2 \times 1.0 \text{ m} / 2$$

$$\mathbf{E \text{ sed} = 1,4 \text{ Tn/m}}$$

$$\text{Mext.} = \mathbf{0.78 \text{ Tn/m} \times 0.52 \text{ m} + 1,4 \text{ Tn/m} \times 0.52 \text{ m}}$$

$$\text{Mext.} = 1.85 \text{ Tn} - \text{m}$$

$$\text{Mext.} = 185 \text{ Tn} - \text{cm}$$

$$\text{Mult.} = 1.80 * \text{Mext}$$

$$\text{Mult.} = 1,8 * 185 \text{ Tn} - \text{cm}$$

$$\text{Mult.} = 333 \text{ Tn} - \text{cm}$$

$$\text{Mult.} = kbd^2$$

$$b = \text{Ancho de la franja } 100 \text{ cm}$$

$$d = \text{Altura efectiva de la viga } 15 \text{ cm}$$

$$k = \text{Mult} / bd^2$$

$$k = ((333 \text{ Tn} - \text{cm}) / (100 \text{ cm} * (15\text{cm})^2))$$

$$k = 0,0148 \text{ Tn- cm}^2$$

Según tablas de flexión para $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

(N.S.R, 98) (Ver Anexo K)

$$k = 0,0148 \text{ Tn- cm}^2$$

$$\rho = 0.0045$$

Área de Refuerzo (A_s)

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0045 * 100 \text{ cm} * 15 \text{ cm}$$

$$A_s = 6.75 \text{ cm}^2/\text{Ml muro}$$

$$\text{Hierro de } \frac{1}{2} = 1,27 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 5,00 \text{ Cantidad de Varillas por metro lineal}$$

$$A_s = 6,35 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ No } 4 @ 20 \text{ cm} \longrightarrow ; f'_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$$

Hierro por Retracción y temperatura

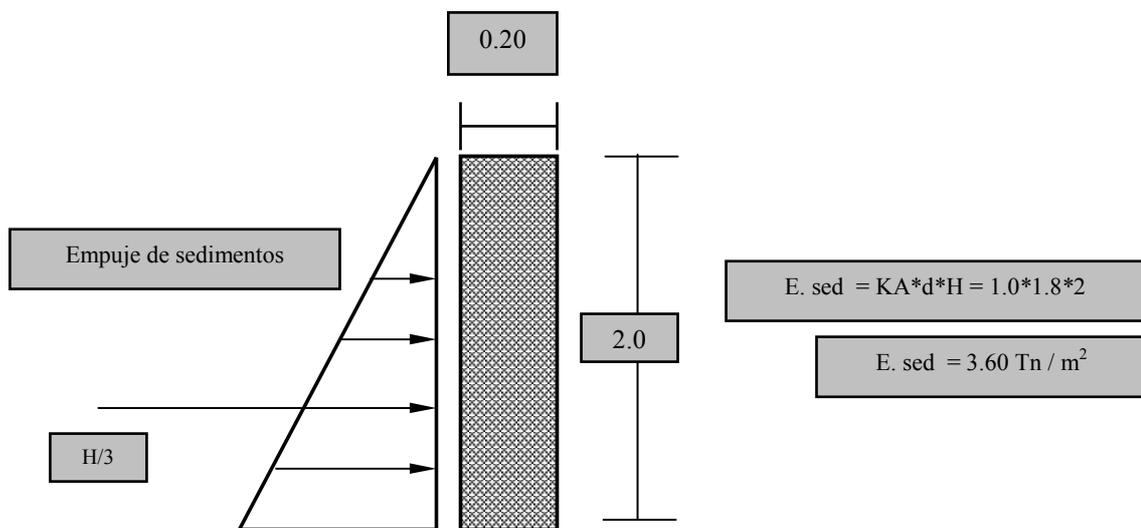
$$\rho = 0.0020$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0020 \times 100 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$$

$$A_s = 3.0 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 3 @ 20 \text{ cm} ; f'y = 2.400 \text{ kg/cm}^2$$

4.2.1.2 Diseño Muro Laterales

Para el análisis de estos muros se considera el empuje activo del suelo sin ninguna otra acción que lo contrarreste



$$E_s = 3.60 \text{ Tn/m}^2 \cdot (2.0 \text{ m} / 2)$$

$$E_s = 3.60 \text{ Tn/ml de muro}$$

$$M_{ext.} = E_s \cdot H/3$$

$$M_{ext.} = 3.60 \text{ Tn/ml} \cdot 0.67 \text{ m}$$

$$M_{ext.} = 2,412 \text{ Tn} \cdot \text{m}$$

$$M_{ext.} = 241.2 \text{ Tn} \cdot \text{cm}$$

$$M_{ult.} = 1.8 \cdot 241.2 \text{ Tn} \cdot \text{cm}$$

$$M_{ult.} = 434.16 \text{ Tn} \cdot \text{cm}$$

$$M_{ult.} = kbd^2$$

b = Ancho de la franja 100 cm

d = Altura efectiva de la viga 16 cm

$$k = \text{Mult}/bd^2$$

$$k = 434 \text{Tn} - \text{cm} / ((100 \text{ cm} * (16)^2)$$

$$k = 0.01695 \text{Tn} - \text{cm}^2$$

Según tablas de flexión para $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
(N.S.R, 98) (Ver Anexo K)

$$k = 0.01695 \text{Tn} - \text{cm}^2 \quad \rho = 0.0050$$

Área de Refuerzo (A_s)

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0050 * 100 \text{ cm} * 16 \text{ cm}$$

$$A_s = 8.0 \text{ cm}^2$$

Hierro de 5/8" = 1,98 cm²

$A_s = 5,00$ Cantidad de Varillas por metro lineal

$$A_s = 9,90 \text{ cm}^2$$

1 No 5 @ 20 cm

Hierro por Retracción y temperatura

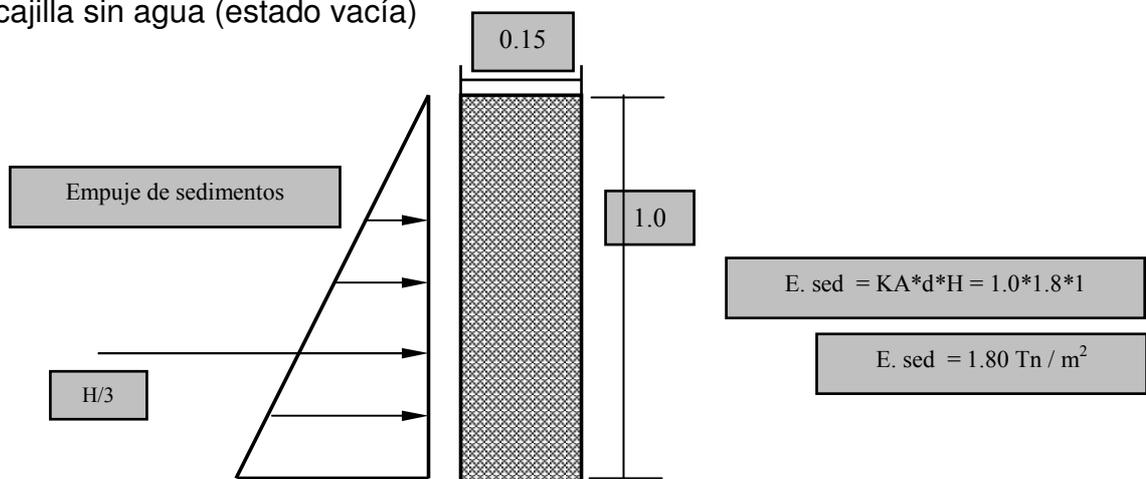
$$\rho = 0.0020$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0020 * 100 \text{ cm} * 16 \text{ cm}$$

$$A_s = 3.2 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 3 @ 20 \text{ cm}$$

4.2.1.3 Cajilla de Recolección

De igual manera que en los muros laterales, se considera para el análisis, la acción de empuje del suelo sin otra que la contrarreste, es decir, se toma la cajilla sin agua (estado vacía)



$$E_s = 1.80 \text{ Tn/m}^2 \cdot (1.0 \text{ m} / 2)$$

$$E_s = 0.90 \text{ Tn/ml de muro}$$

$$M_{ext.} = E_s \cdot H/3$$

$$M_{ext.} = 0.90 \text{ Tn/ml} \cdot 0.33 \text{ m}$$

$$M_{ext.} = 0,30 \text{ Tn} \cdot \text{m}$$

$$M_{ext.} = 30 \text{ Tn} \cdot \text{cm}$$

$$M_{ult.} = 1.8 \cdot 30 \text{ Tn} \cdot \text{cm}$$

$$M_{ult.} = 54 \text{ Tn} \cdot \text{cm}$$

$$M_{ult.} = kbd^2$$

$$b = \text{Ancho de la franja } 100 \text{ cm}$$

$$d = \text{Altura efectiva de la viga } 10 \text{ cm}$$

$$k = M_{ult.}/bd^2$$

$$k = 54 \text{ Tn} \cdot \text{cm} / ((100 \text{ cm} \cdot (10)^2)$$

$$k = 0.0054 \text{ Tn} \cdot \text{cm}^2$$

Según tablas de flexión para $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
(N.S.R, 98) (Ver Anexo K)

$$\rho = 0.0018 \text{ es menor que este cuantía, adopto } \rho = 0.0033$$

Área de Refuerzo (A_s)

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.0033 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm}$$

$$A_s = 3.3 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 4 @ 30 \text{ cm}$$

$$\text{Hierro de } 1/2" = 1,27 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 3,00 \text{ Cantidad de Varillas por metro lineal}$$

$$A_s = 3,81 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ No } 4 @ 30 \text{ cm}$$

Hierro por Retracción y temperatura

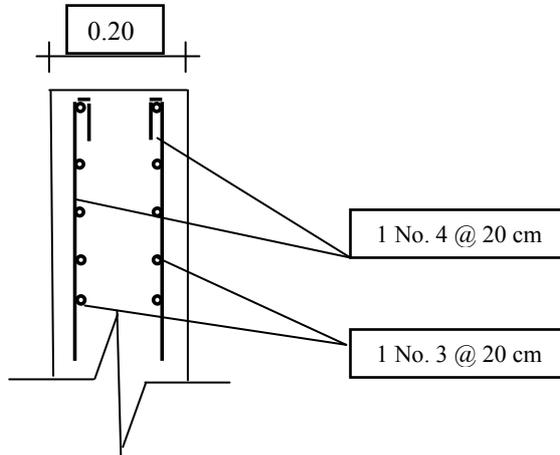
$$\rho = 0.0020$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0.0020 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm}$$

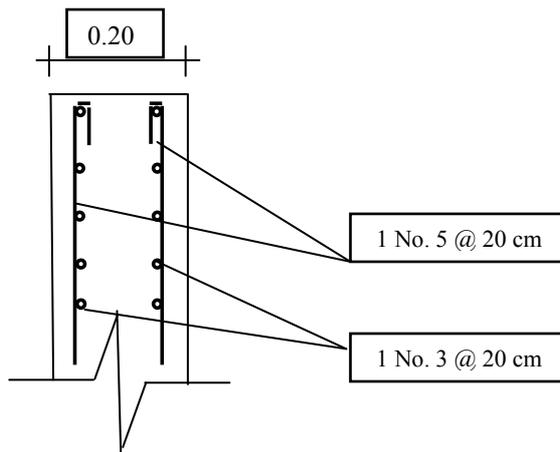
$A_s = 2.0 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 3 @ 30 \text{ cm}$

Resumen Diseño Estructural Bocatoma

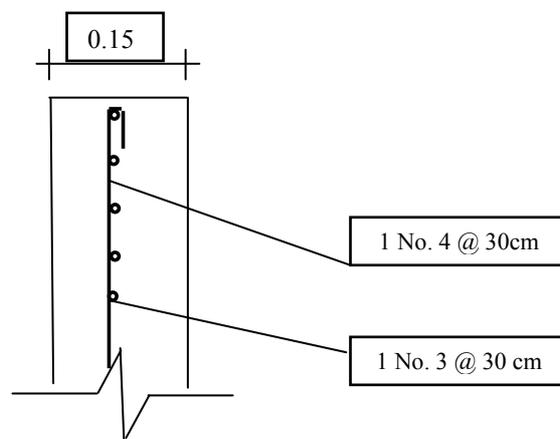
A. Muro frontal o Dique



B. Muro Lateral



C. Cajilla de recolección

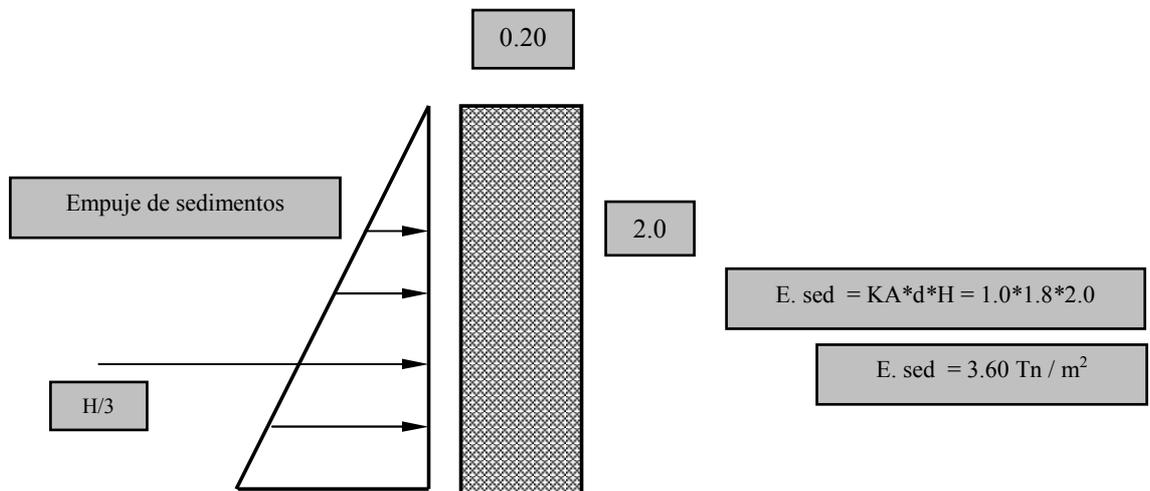


4.2.2 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL DESARENADOR

Largo =	4.70 m
Altura Útil =	1.45 m
Altura para sedimentos =	0.40 m
Borde libre =	0.15 m

4.2.2.1 Diseño de Muros

El caso más crítico se presenta cuando el desarenador está vacío.



$$E_s = 3.60 \text{ Tn/m}^2 \cdot (2.0 \text{ m} / 2)$$

$$E_s = 3.60 \text{ Tn/ml de muro}$$

$$M_{\text{ext.}} = E_s \cdot H/3$$

$$M_{\text{ext.}} = 3.60 \text{ Tn/ml} \cdot 0.67 \text{ m}$$

$$M_{\text{ext.}} = 2,412 \text{ Tn} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{ext.}} = 241.2 \text{ Tn} \cdot \text{cm}$$

$$M_{\text{ult.}} = 1.8 \cdot 241.2 \text{ Tn} \cdot \text{cm}$$

$$M_{\text{ult.}} = 434.16 \text{ Tn} \cdot \text{cm}$$

$$M_{\text{ult.}} = kbd^2$$

$$b = \text{Ancho de la franja } 100 \text{ cm}$$

$$d = \text{Altura efectiva de la viga } 16 \text{ cm}$$

$$k = \text{Mult}/bd^2$$

$$k = 434 \text{Tn} - \text{cm} / ((100 \text{ cm} * (16)^2)$$

$$k = 0.01695 \text{ Tn} - \text{cm}^2$$

Según tablas de flexión para $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
(N.S.R, 98) (Ver Anexo K)

$$k = 0.01695 \text{ Tn} - \text{cm}^2 \quad \rho = 0.0050$$

Área de Refuerzo (A_s)

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0050 * 100 \text{ cm} * 16 \text{ cm}$$

$$A_s = 8.0 \text{ cm}^2$$

Hierro de 5/8" = 1,98 cm²

$A_s = 5,00$ Cantidad de Varillas por metro lineal

$$A_s = 8.00 \text{ cm}^2$$

1 No 5 @ 25 cm

Hierro por Retracción y temperatura

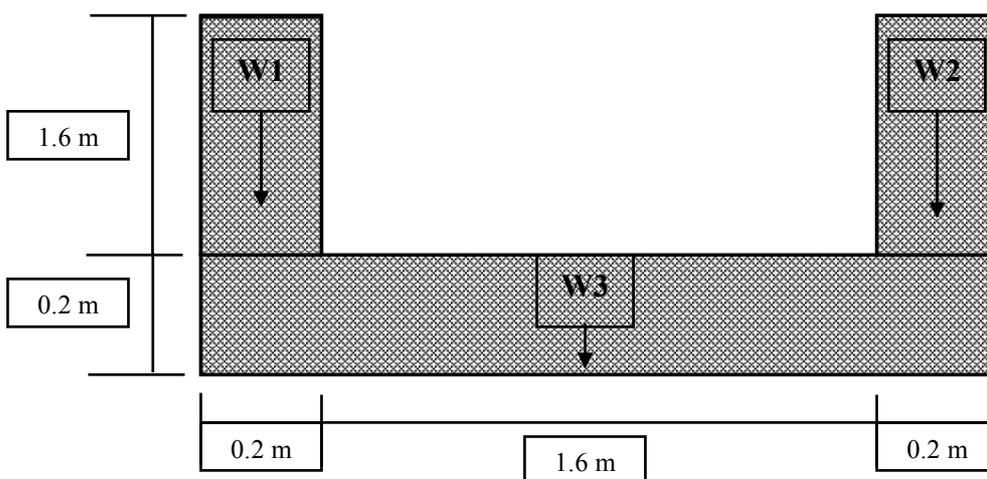
$$\rho = 0.0020$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0020 * 100 \text{ cm} * 16 \text{ cm}$$

$$A_s = 3.2 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 3 @ 20 \text{ cm}$$

4.2.2.2 Diseño Placa de Fondo

Se considera el caso mas critico cuando el desarenador esta lleno



Carga Muerta, $W_1 = W_2$

$$W_1 = (2.40 * 0.20 * 1.00 * 2.00) / 2.00$$

$$W_1 = 0.48 \text{ Ton/ml}$$

Carga viva, presión hidrostática

$$P = \rho_S \times h \times 1.00 \text{ m} = 1.0 \text{ Ton/m}^3 \times 1.60 \text{ m} \times 1.00 \text{ m}$$

$$P = 1.6 \text{ Ton/ml} = W_I$$

Peso propio de la losa (W_3)

$$W_3 = (2.40 * 0.20 * 1.60)$$

$$W_3 = 0.768 \text{ Ton/ml}$$

Carga muerta total (W_t)

$$W_t = 0.48 \text{ Ton/ml} + 0.48 \text{ Ton/ml} + 0.768 \text{ Ton/ml}$$

$$W_t = 1.728 \text{ Ton/ml} = W_d$$

Carga de diseño (W)

$$W = 1.4 * W_d + 1.7 * W_I \text{ (N.S.R, 98)}$$

$$W = 1.4 * 1.728 + 1.7 * 1.6$$

$$W = 5.14 \text{ Tn/ml}$$

El sistema se asemeja a una viga simplemente apoyada, el momento máximo será:

$$M_{max} = \left(\frac{WL^2}{8} \right)$$
$$M_{max} = \left(\frac{5.14 \frac{\text{Ton}}{\text{ml}} * (1.6 \frac{\text{Ton}}{\text{ml}})^2}{8} \right)$$

$$M_{max} = 138.43 \text{ Tn} - \text{cm}$$

$$K = \left(\frac{M_u}{b \cdot d^2} \right)$$

b = Ancho de la franja 100 cm

d = Altura efectiva de la viga 16 cm

$$K = \left(\frac{138.43 \text{ Ton} - \text{cm}}{100 \text{ cm} \cdot (16 \text{ cm})^2} \right) = 0.0054 \text{ Tn/cm}^2$$

Según tablas de flexión para $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
(N.S.R, 98) (Ver Anexo K)

$\rho = 0.0033$ Adopto

Área de Refuerzo (A_s)

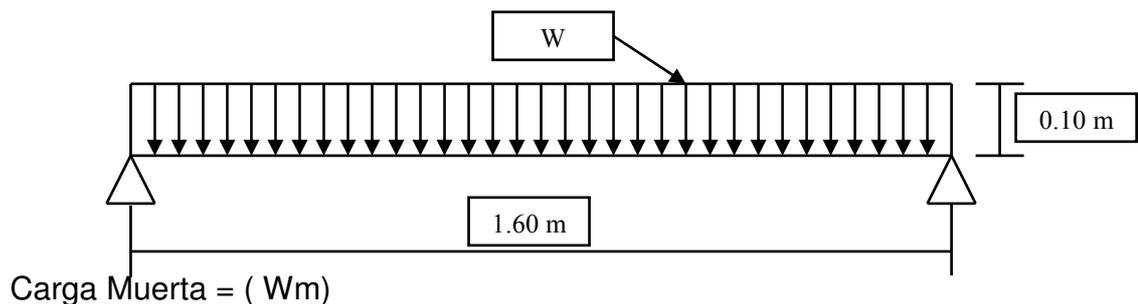
$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0033 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 16 \text{ cm}$$

$$A_s = 5.28 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 4 @ 20 \text{ cm}$$

Refuerzo se ubicara en la parte inferior y superior será en ambos sentido de la placa.

4.2.2.3 Diseño Placa de la Cubierta

Se calcula como una viga simplemente apoyada



$$W_m = 2.40 \cdot 0.10 \cdot 1.0 = 0.24 \text{ Tn/ml}$$

Carga Viva = (Wi)

Wi = 0.30 Tn/ml (Aguas del Huila)

Carga de Diseño

W = 1.4 * Wm + 1.7 * Wi (N.S.R, 98)

W = 1.4 * 0.24 + 1.7 * 0.3

W = 0.846 Tn - m = 84.6 Tn - cm

El sistema se asemeja a una viga simplemente apoyada, el momento máximo será:

$$M_{max} = \left(\frac{WL^2}{8} \right)$$

$$M_{max} = \left(\frac{0.846 \frac{\text{Ton}}{\text{ml}} * (1.6 \frac{\text{Ton}}{\text{ml}})^2}{8} \right)$$

M max = 27.07 Tn - cm

$$K = \left(\frac{Mu}{b * d^2} \right)$$

b = Ancho de la franja 100 cm

d = Altura efectiva de la viga 16 cm

$$K = \left(\frac{27.07 \text{ Ton - cm}}{100 \text{ cm} * (8 \text{ cm})^2} \right) = 0.00423 \text{ Tn/cm}^2$$

Según tablas de flexión para Fy = 4200 Kg/cm² y F'c = 210 Kg/cm² (N.S.R, 98) (Ver Anexo K)

ρ = 0.002 Adopto

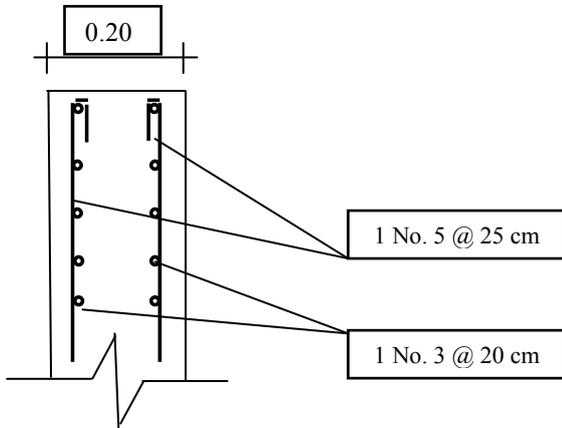
Área de Refuerzo (As)

As = ρ x b x d = 0.0020 * 100 cm * 10 cm

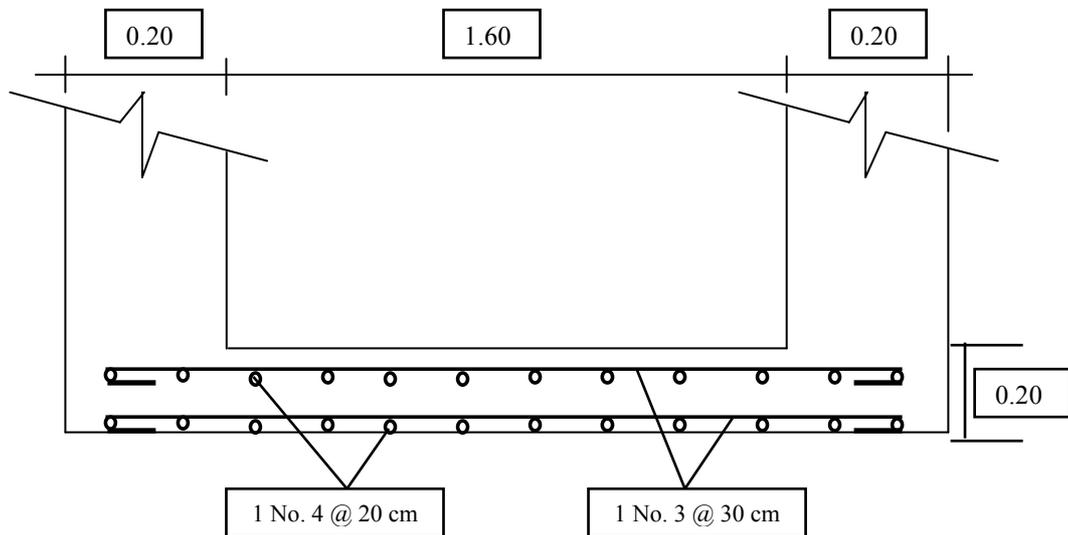
As = 2.00 cm² → 1 No 3 @ 30 cm

Resumen Diseño Estructural Desarenador

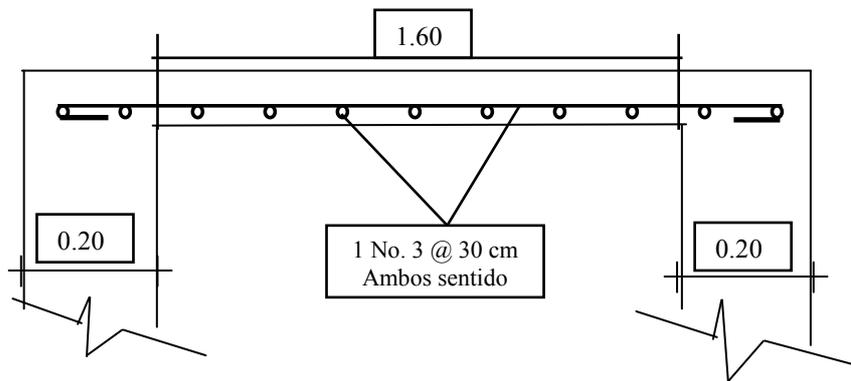
A. Muros Laterales



B. Placa de Fondo



B. Placa Superior Cubierta



4.3 DISEÑO DE LOS SISTEMA DE RIEGO

4.3.1 Factores de diseño

Propiedades físicas e hidrodinámica del suelo. En el cuadro No. 3 se presenta los promedios de las propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo. En los anexos C, D, y F están mas detallados.

Cuadro No 5. Propiedades Físicas e Hidrodinámicas del suelo

HORIZONTE	PROPIEDADES FÍSICAS				
	TEXTURA	Da (gr/cm ³)	Ib (cm/hr)	CC (%)	PMP (%)
A : 30 cm	FA	2,07	1,3	22,7	11,7

Donde:

Da: Densidad aparente.

Ib : Infiltración básica

CC: Contenido de humedad del suelo a capacidad de campo

PMP: Contenido de humedad del suelo a punto de marchites permanente

- **Requerimiento hídricos.** En La figura No.18 y 19. Se muestra el balance hídrico a partir del comportamiento de la precipitación efectiva y la Evapotranspiración potencial a lo largo del año. Se observa que durante todos lo meses del año existe un déficit hídrico, siendo este mayor en los meses de agosto, septiembre y julio en el pasto es de(134.54, 133.09, 111.69) y para los cítricos es de (102.50, 101.14, 80.97); menor en diciembre, marzo y noviembre para el pasto(69.92, 66.32, 51.38) y en los cítricos es de (41.48,38.00,25.81) meses que coincide en verano y lluvioso.

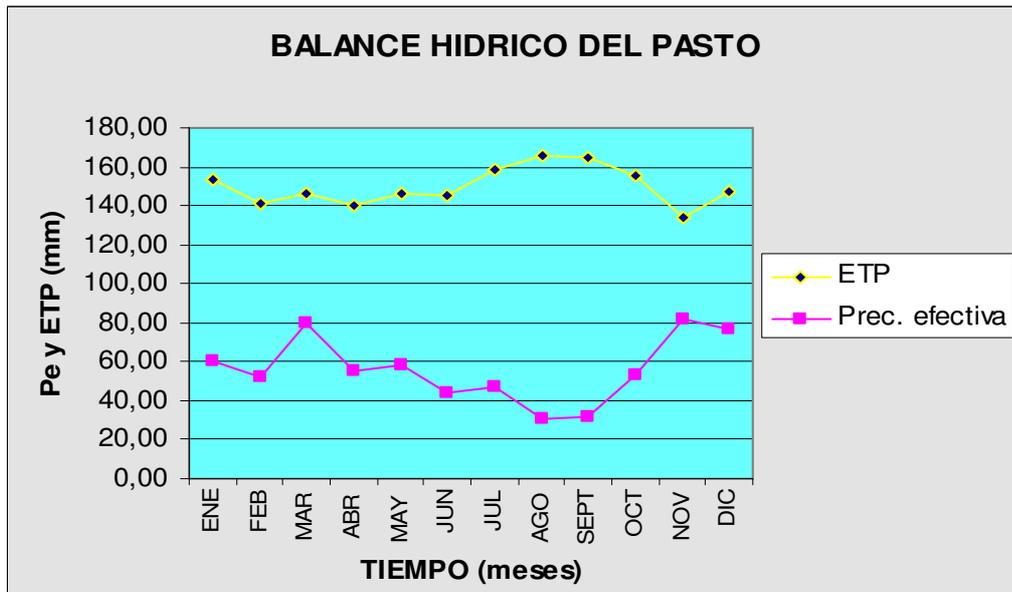


Figura No. 18. Balance hídrico del Pasto

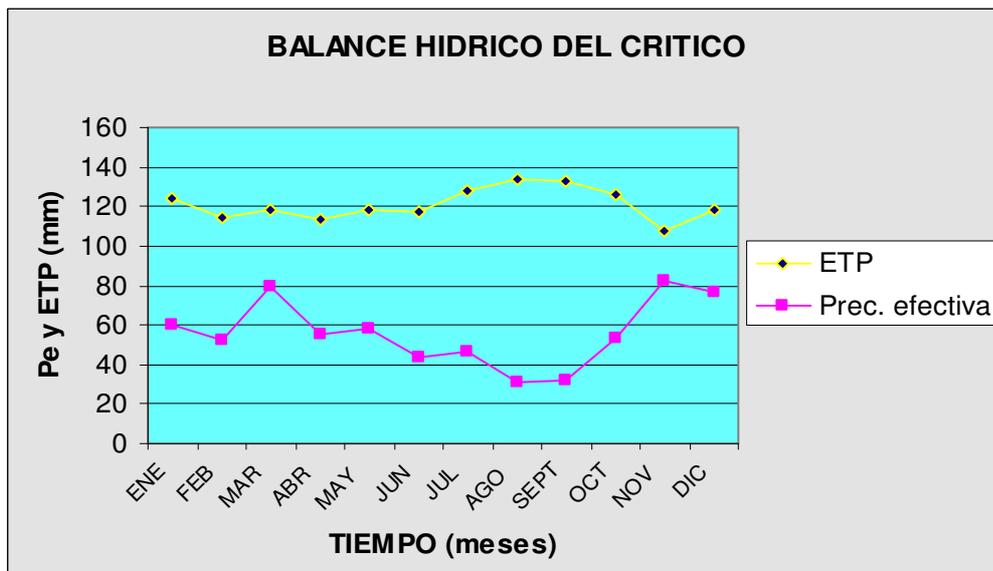


Figura No. 19. Balance hídrico Cítrico

4.3.2 Elemento de diseño

Selección de unidades de riego. En la selección se tuvo en cuenta los productos existentes en el mercado que cumplan con las condiciones y los requerimientos de descarga exigidas por el cultivo.

La unidad de riego seleccionada en microaspersión es marca "RFR 6900 JT, base verde de 55 LPH a 25 PSI, autocompensado ya que el terreno presenta ondulaciones. (Ver Anexos N.)

En el sistema de aspersión se selecciono el aspersor tipo cañón de referencia 1001 golondrina, con un caudal de descarga de 74 a 147 GPM a 55 – 70 PSI. (Ver Anexos P.)

Para el sistema de alta frecuencia por microaspersión se colocará sistema de filtrado (Ver Figura No. 20 - colocación del sistema de filtrado) ya que la fuente de abastecimiento trae mucha arena y limos y por lo tanto causará taponamiento en las boquillas, además se instalará el sistema de fertirrigación para abonar los cultivos cítricos.

Disposición y operación de los sistemas de riego. La disposición de los sistemas de riego se efectuó conjuntamente con la disposición del cultivo, teniendo en cuenta: las curvas de nivel, la forma del lote.

Para la separación de las unidades de riego y laterales se consideraron los factores edafológicos, climatológicos y del cultivo la densidad de siembra. En microaspersión la separación entre las unidades de riego es de 7 m y en laterales es de 6.06 m; mientras para aspersión es de 43.20 entre unidades de riego y laterales.

Para la programación de riego, se realizará en total 23 turnos (ver , de los cuales los primeros 21 turnos corresponde al sistema de aspersión (2 hr tiempo de riego+ .25 = 15 min cambio de posición) y los turnos se 22 y 23 al sistema de microaspersión (3º 22º hr tiempo de riego + .25 = 15 min cambio de sector), cada turno va incluido el tiempo de riego mas 15 minutos para

cambiar de posición de las unidades de riego para el aspersor y el de microaspersión cambiar el sector de riego

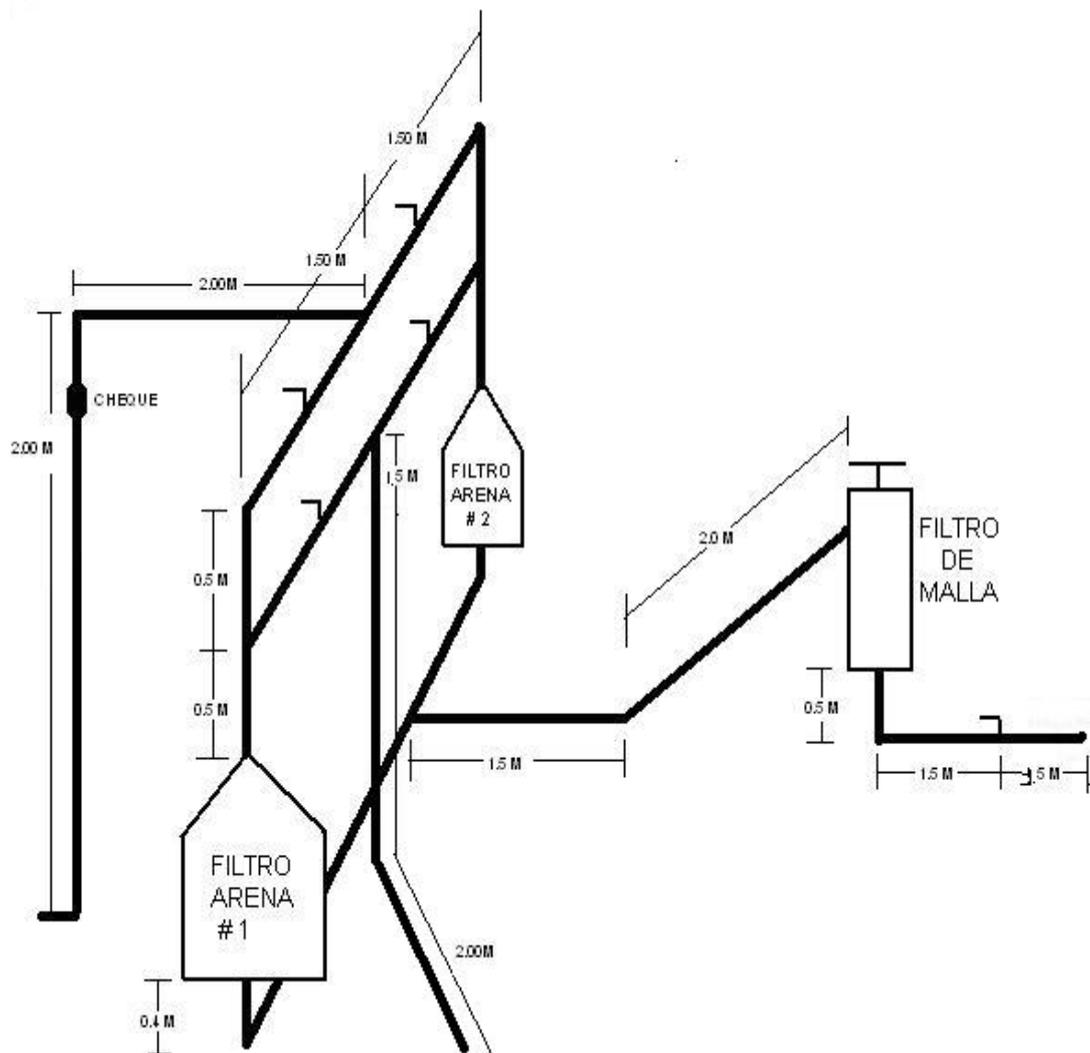


Figura No. 20. Instalación del sistema de filtrado

TURNO	Und. Riego / Turno	Tiempo Riego / Turno	DÍAS		
			1	2	3
1	1	2 ⁰⁰ ⁰	■		
2	1	2 ⁰⁰ ⁰	■		
3	1	2 ⁰⁰ ⁰	■		
4	1	2 ⁰⁰ ⁰	■		
5	1	2 ⁰⁰ ⁰	■		
6	1	2 ⁰⁰ ⁰	■		
7	1	2 ⁰⁰ ⁰	■		
8	1	2 ⁰⁰ ⁰	■		
9	1	2 ⁰⁰ ⁰		■	
10	1	2 ⁰⁰ ⁰		■	
11	1	2 ⁰⁰ ⁰		■	
12	1	2 ⁰⁰ ⁰		■	
13	1	2 ⁰⁰ ⁰		■	
14	1	2 ⁰⁰ ⁰		■	
15	1	2 ⁰⁰ ⁰		■	
16	1	2 ⁰⁰ ⁰		■	
17	1	2 ⁰⁰ ⁰			■
18	1	2 ⁰⁰ ⁰			■
19	1	2 ⁰⁰ ⁰			■
20	1	2 ⁰⁰ ⁰			■
21	1	2 ⁰⁰ ⁰			■
22	1	3 ²² ⁰			■
23	1	3 ²² ⁰			■

Tabla No 6. Programación de Riego

Selección de los filtros. La selección de los filtros se hizo en base para el sistema de alta frecuencia por microaspersión ya que las boquilla es de un diámetro pequeño comparada para con el del aspersor y requiere de una exigencia del filtrado. Los elementos que la constituye es el filtrado de arena partido el caudal en dos cada filtro se maneja con 50 GPM (Mondragón – ref F- 630) y en el filtro de malla con capacidad de 100 GPM (Mondragón – ref F- 130).

4.3.3 Cálculos hidráulicos

TALLER No. 1 RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DEL ESPACIAMIENTO MÁXIMO PERMISIBLE PARA LA SELECCIÓN E INSTALACIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO (EMP)

DATOS BÁSICOS			
MODALIDAD: Aspersión	HUERTO: Villa Luz		SECTOR DE RIEGO (S.R)No.
Unidad de riego (UR)Modelo: 1001	PSI: 56.7	Q: 89.1 GPM	ØHúmedo: 64.8 m
Forma principal sistema riego: Triangulo			Vel. Viento: 4.2 Km/hr

1. MÉTODO DE LA DIAGONAL	
SEGÚN FORMA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	CUADRO Y/O RECTÁNGULO $EL \leq 2/3 * \theta H$ $Ep \leq 2/3 * \theta H$ $EL \leq 2/3 * 64.80m = 43.20m$ $Ep \leq 2/3 * 64.80m = 43.20m$ $EMP = [(E_L)^2 + (E_P)^2]^{1/2} \leq \frac{2}{3} \theta_H$
	TRIANGULO $EMP = \left[\left(\frac{1}{2} E_L \right)^2 + (E_P)^2 \right]^{1/2} \leq \frac{2}{3} \theta_H$
	E_L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral (m) E_P = Espaciamiento entre las líneas de riego sobre principal (m) θ_H = Diámetro húmedo de la unidad de riego (m)
	$EMP = [(43.20)^2 + (43.20)^2]^{1/2} \leq (61.09)$ $EMP = [43.20] \leq [61.09]$

Fuente: S.C.S Dpto. Agricultura EE.UU.

Adaptado por: Miguel Germán Cinfuente Perdomo

2. MÉTODO DEL "CRITERIO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO"																														
EMP = (F.v.v) (θ_H) $\approx E_P$ EMP = Espaciamiento máximo permisible F.v.v = Factor en función de la velocidad del viento según forma de operación θ_H = Diámetro húmedo unidad de riego (m) E_P = Espaciamiento entre las líneas de riego sobre la principal (m) $EMP = (0.75) (64.80)$ $EMP = 48.6 (m) = E_P$	FACTOR DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (F.v.v)																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Velocidad del viento (Km/Hr)</th> <th colspan="2">RECTÁNGULO</th> <th colspan="2">CUADRO</th> <th colspan="2">TRIANGULO</th> </tr> <tr> <th>E_P (%)</th> <th>E_L (%)</th> <th>E_P (%)</th> <th>E_L (%)</th> <th>E_P (%)</th> <th>E_L (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>85</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">50% de E_P</td> <td>85</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">100% de E_P</td> <td>85</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">115% de E_P</td> </tr> <tr> <td>0 - 5</td> <td>75</td> <td>75 X</td> </tr> <tr> <td>5 - 8</td> <td>50</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>>8</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>	Velocidad del viento (Km/Hr)	RECTÁNGULO		CUADRO		TRIANGULO		E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)	0	85	50% de E_P	85	100% de E_P	85	115% de E_P	0 - 5	75	75 X	5 - 8	50	50	>8	30	30
	Velocidad del viento (Km/Hr)		RECTÁNGULO		CUADRO		TRIANGULO																							
		E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)																							
	0	85	50% de E_P	85	100% de E_P	85	115% de E_P																							
0 - 5	75	75 X																												
5 - 8	50	50																												
>8	30	30																												
	OBSERVACIÓN: E_P se calcula aplicando el porcentaje al diámetro húmedo de la unidad de riego. E_L se calcula aplicando el porcentaje al valor de E_P																													
EMP = (F.v.v) (E_P) = E_L $EMP = (1.0) (48.60) = E_L (m)$ E_L = Espaciamiento entre unidades de riego (m) NOTA: tener en cuenta forma operación sistema de riego																														

3. MÉTODO DEL CRITERIO GRÁFICO "SENTIDO COMÚN"
Se deben dibujar los dos métodos anteriores para seleccionar el más acertado desde los puntos de vista de traslape, posiciones totales de riego y los tiempos de riego; tomando como unidad de medida una Hectárea FUENTE: MIGUEL GERMAN CINFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 2 RIEGO A PRESIÓN: ASPERSIÓN. “CÁLCULO DEL GRADO O VELOCIDAD DE APLICACIÓN DEL AGUA, EN UNA UNIDAD DE RIEGO” (Ga)

DATOS BÁSICOS				
MODALIDAD: Aspersión	HUERTO: Villa Luz			SECTOR DE RIEGO (S.R)No.
Unidad de riego (UR)Modelo: 1001	PSI: 56.7	Q: 89.1	GPM	ØHúmedo: 64.8 m
Forma principal sistema riego				Vel. Viento: 4.2 Km/hr

GRADO DE APLICACIÓN (Ga) UNIDAD DE RIEGO	CORRECCIÓN POR PENDIENTE DEL TERRENO	
$Ga = \left[\frac{(360) * (Q_{UR})}{(E_L) * (E_P)} \right]$ <p>360 = Factor de conversión para obtener el Ga en cm/Hr Q_{UR} = Caudal de unidad de riego (LPS) E_L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral (m) E_P = Espaciamiento entre las líneas de riego sobre la tubería principal (m)</p> $Ga = \left[\frac{(360) * (5.62)}{(43.20) * (43.20)} \right]$ <p>Ga = ____ 1.08 ____ cm / Hr</p>	% DE PENDIENTE	REDUCCION Ga en %
	Hasta 4.9	0
	De 5 a 6.9	10
	De 7 a 8.9	20
	De 9 a 10.9	30
	De 11 a 12.9	40
	De 13 a 16.9	50
	De 17 a 20	60
> 20	70	
CORRECCIÓN: Pendiente del terreno: ____ 1.08 ____ % Reducción Ga: ____ 40 ____ % Gac (Grado de aplicación corregida) = (Ga) (% corrección) Gac = (1.08) (0.4) = _____ cm / Hr		
CHEQUEO: Gac ≤ Ib (ideal) (1.08) ≤ (1.263) Resultado: (SI) (NO)	Gac > Ib (Escorrentía) () > () Resultado: (SI) (NO)	Gac < 0.45 cm/Hr (Evapora) (0.43) < (0.45) Resultado: (SI) (NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear la selección de la unidad de riego		

Fuente: S.C.S Dpto. Agricultura EE.UU.

Adaptado por: Miguel Germán Cifuentes Perdomo

TALLER No. 3

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Micro aspersión		HUERTO: Granja I. E. San Luís		SECTOR RIEGO (SR) No. 1	
Boquilla emisor (color)	Verde	Especie	Naranja	Fuente	Queb
Presión trabajo (PSI)	25.0	Distancia siembra m)	7.0*7.0	Caudal disponible (GPM)	89.10
Diámetro húmedo (m)	6.0	Forma siembra	3 bolillo	Caudal sector riego QSR (GPM)	89.10
Caudal (LPH)= QUR	55.0	Árboles/ha. Aprox	233	Caudal / árbol (LPH) máx.	55.0
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores (EL) (m)	7.0

4. CALCULO PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
$J = (F)(L)(j)$	
NA = numero de árboles a beneficiar	8
NUR = numero de unidades de riego por lateral = No. De salidas	8
Ø = Diámetro y RDE tubería	16.00 mm - PR 35
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)	0.415
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades de riego)(Q unitario)	7.33 LPM
Ns = numero de espacios entre unidades de riego	7
EL = espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	7
TI = tramo inicial desde la conexión hasta la primera unidad de riego (m)	5.00
TF = tramo final desde la ultima unidad de riego hasta el obturador (m)	1.00
LR = Longitud real (m) = (NS)(EL) + (TI) + (TF)	55.00
LE = Longitud equivalente por conexión de unidad de riego al lateral : 0.05 – 0.2 m	0.20
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)	55.20
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 (según fabricante)	0.0822
$J = (F)(L)(j) (m)$	1.88 m
CHEQUEO : $J \leq$ permisible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego) En (m). Si el resultado es NO, recalcular 1.916 m	(SI) X (NO)
OBSERVACION :	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (PEL)			
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
PUR = presión unidad de riego (m)	17.42	PEL = presión entrada lateral (m)	33.3
J = perdidas totales (m)	1.88	J = perdidas totales (J)	1.88
ΔH = dif. Topográfica terreno (m)	+ 14	ΔH = diferencia topográfica terreno (m)	14
PEL = $PUR + J \pm \Delta H$ (m)	33.3 m	PSL = $PEL - J \pm \Delta H$ (m)	17.42 m
	47.79 PSI		25.00 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CALCULO DE PRESIÓN (TL)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (TGL)
$TL = (No. Espacios entre unidades de riego)(distancia de siembra) + (tramo final) + (tramo inicial)$	$TGL = (No. Árboles espacios entre unidad de riego)(distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia \approx (\frac{1}{2}) (EL)$
TL = 55.00 m	TGL = m

FUENTE: MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 3

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: micro aspersión		HUERTO: Granja I. E. San Luis		SECTOR RIEGO (SR) No. 1	
Boquilla emisor (color)	Verde	Especie	Limón	Fuente	Queb
Presión trabajo (PSI)	25.0	Distancia siembra m)	7.0*7.0	Caudal disponible (GPM)	89.10
Diámetro húmedo (m)	6.0	Forma siembra	3 bolillo	Caudal sector riego QSR (GPM)	89.10
Caudal (LPH)= QUR	55.0	Árboles/ha. Aprox	233	Caudal / árbol (LPH) máx.	55.0
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores (EL) (m)	7.0

4. CALCULO PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
$J = (F)(L)(j)$	
NA = numero de árboles a beneficiar	4
NUR = numero de unidades de riego por lateral = No. De salidas	4
Ø = Diámetro y RDE tubería	12.00 mm - PR 35
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)	0.486
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades de riego)(Q unitario)	3.667 LPM
Ns = numero de espacios entre unidades de riego	3
EL = espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	7
TI = tramo inicial desde la conexión hasta la primera unidad de riego (m)	5.00
TF = tramo final desde la ultima unidad de riego hasta el obturador (m)	1.00
LR = Longitud real (m) = (NS)(EL) + (TI) + (TF)	27.00
LE = Longitud equivalente por conexión de unidad de riego al lateral : 0.05 – 0.2 m	0.20
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)	27.20
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 (según fabricante)	0.11562
$J = (F)(L)(j)$ (m)	1.52 m
CHEQUEO : $J \leq$ permisible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego) En (m). Si el resultado es NO, recalcar	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN :	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (PEL)			
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
PUR = presión unidad de riego (m)	17.42	PEL = presión entrada lateral (m)	24.44
J = perdidas totales (m)	1.52	J = perdidas totales (J)	1.52
ΔH = dif. Topográfica terreno (m)	+ 5.5 m	ΔH = diferencia topográfica terreno (m)	5.5
PEL = PUR + J ± ΔH (m)	24.44 m	PSL = PEL - J ± ΔH (m)	17.42 m
	35.07 PSI		25.00 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CALCULO DE PRESIÓN (TL)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (TGL)
TL = (No. Espacios entre unidades de riego)(distancia de siembra) + (tramo final) + (tramo inicial)	TGL = (No. Árboles espacios entre unidad de riego)(distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia \approx (½) (EL)
TL = 27.00 m	TGL = m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 3
RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: micro aspersión		HUERTO: Granja I. E. San Luis		SECTOR RIEGO (SR) No. 2	
Boquilla emisor (color)	Verde	Especie	Naranja	Fuente	Queb
Presión trabajo (PSI)	25.0	Distancia siembra m)	7.0*7.0	Caudal disponible (GPM)	89.1
Diámetro húmedo (m)	6.0	Forma siembra	3 bolillo	Caudal sector riego QSR (GPM)	98.10
Caudal (LPH)= QUR	55.0	Árboles/ha. Aprox	233	Caudal / árbol (LPH) máx.	55.0
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores (EL) (m)	7.0

4. CALCULO PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
$J = (F)(L)(j)$	
NA = numero de árboles a beneficiar	8
NUR = numero de unidades de riego por lateral = No. De salidas	8
Ø = Diámetro y RDE tubería	16.00 mm - PR 35
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)	0.415
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades de riego)(Q unitario)	7.33 LPM
Ns = numero de espacios entre unidades de riego	7
EL = espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	7
TI = tramo inicial desde la conexión hasta la primera unidad de riego (m)	5.00
TF = tramo final desde la ultima unidad de riego hasta el obturador (m)	1.00
LR = Longitud real (m) = (NS)(EL) + (TI) + (TF)	55.00
LE = Longitud equivalente por conexión de unidad de riego al lateral : 0.05 – 0.2 m	0.20
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)	55.20
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 (según fabricante)	0.0822
$J = (F)(L)(j)$ (m)	1.88 m
CHEQUEO : $J \leq$ permisible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego) En (m). Si el resultado es NO, recalcular 1.916 m	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN :	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (PEL)			
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
PUR = presión unidad de riego (m)	17.42	PEL = presión entrada lateral (m)	30.3
J = perdidas totales (m)	1.88	J = perdidas totales (J)	1.88
ΔH = dif. Topográfica terreno (m)	+11	ΔH = diferencia topográfica terreno (m)	11
PEL = PUR + J ± ΔH (m)	30.3 m	PSL = PEL - J ± ΔH (m)	17.42 m
	43.48 PSI		25.00 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CALCULO DE PRESIÓN (TL)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (TGL)
TL = (No. Espacios entre unidades de riego)(distancia de siembra) + (tramo final) + (tramo inicial)	TGL = (No. Árboles espacios entre unidad de riego)(distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia \approx (1/2) (EL)
TL = 55.00 m	TGL = m

FUENTE: MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 3
RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: micro aspersión		HUERTO: Granja I. E. San Luis		SECTOR RIEGO (SR) No. 2	
Boquilla emisor (color)	Verde	Especie	Naranja	Fuente	Queb
Presión trabajo (PSI)	25.0	Distancia siembra m)	7.0*7.0	Caudal disponible (GPM)	89.10
Diámetro húmedo (m)	6.0	Forma siembra	3 bolillo	Caudal sector riego QSR (GPM)	89.10
Caudal (LPH)= QUR	55.0	Árboles/ha. Aprox	233	Caudal / árbol (LPH) máx.	55.0
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores (EL) (m)	7.0

4. CALCULO PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
$J = (F)(L)(j)$	
NA = numero de árboles a beneficiar	4
NUR = numero de unidades de riego por lateral = No. De salidas	4
Ø = Diámetro y RDE tubería	12.00 mm - PR 35
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)	0.486
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades de riego)(Q unitario)	3.667 LPM
Ns = numero de espacios entre unidades de riego	3
EL = espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	7
TI = tramo inicial desde la conexión hasta la primera unidad de riego (m)	5.00
TF = tramo final desde la ultima unidad de riego hasta el obturador (m)	1.00
LR = Longitud real (m) = (NS)(EL) + (TI) + (TF)	27.00
LE = Longitud equivalente por conexión de unidad de riego al lateral : 0.05 – 0.2 m	0.20
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)	27.20
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 (según fabricante)	0.11562
$J = (F)(L)(j)$ (m)	1.52 m
CHEQUEO : $J \leq$ permisible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego) En (m). Si el resultado es NO, recalcular	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN :	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (PEL)			
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
PUR = presión unidad de riego (m)	17.42	PEL = presión entrada lateral (m)	15.94
J = perdidas totales (m)	1.52	J = perdidas totales (J)	1.52
ΔH = dif. Topográfica terreno (m)	- 3 m	ΔH = diferencia topográfica terreno (m)	3
PEL = PUR + J \pm ΔH (m)	15.94 m	PSL = PEL - J \pm ΔH (m)	17.42 m
	22.73 PSI		25.00 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CALCULO DE PRESIÓN (TL)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (TGL)
TL = (No. Espacios entre unidades de riego)(distancia de siembra) + (tramo final) + (tramo inicial)	TGL = (No. Árboles espacios entre unidad de riego)(distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia \approx ($\frac{1}{2}$) (EL)
TL = 27.00 m	TGL = m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 4

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. "MÉTODO MÚLTIPLE SALIDAS"

1. PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD : Aspersión	HUERTO : Villa Luz	SECTOR DE RIEGO (SR) No.
VARIABLE		VALORES
$J_1 = (F)(L)(j)$		
F = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)		
L = Longitud total (m) = Longitud real + longitud equivalente		
j =Perdidas por fricción en la tubería (m/m); según fabricante (Tabla No. 2, 3, 8)		
F = Depende del numero de salida y/o unidades riego a beneficiar/ turno; S		1
Q = Caudal total a conducir =(No. Unidades riego)(Q unitario) = (1) (89.1)		89.1 GPM
Q _{UR} = Caudal unidad de riego		89.1 GPM
Ns = numero de espacios entre unidades de riego		2
TI = tramo inicial desde la conexión hasta la primera unidad de riego (m)		0.5
EL = espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)		43.2
TF = tramo final desde la ultima unidad de riego hasta el obturador (m)		0
LR = Longitud real (m) = (NS)(EL) + (TI) + (TF) = () + () + ()		86.90
LE = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tablas No. 5 ; Grafica No. 1)		12.70
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE) = () + ()		99.60
Ø = Diámetro y RDE tubería (Asumirlo)		3" – 41
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 2, 3, 8		0.01149
$J_1 = (F)(L)(j)$ (m)		0.998

1.1 CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE LATERAL (Le)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _E (m)
Codo 90º	1	3"	89.1	2.0
Hidrante	1	3"	89.1	8.1
Te pasiva	2	3"	89.1	2.6
Sumatoria LE (m)				12.70

1.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) m / seg EN TUBERÍA SUCCIÓN	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de la tubería	PVC – 3"
RDE del tubo	41
Espesor pared tubo (m) (catalogo fabricante)	0.00216
Ø _e = diámetro externo (m) (catalogo fabricante)	0.08890
Ø _i = diámetro interno (m) (catalogo fabricante)	0.08458
R = radio interno (m)	0.04229
A = área tubo = (π)(R ²) (m ²)	0.00562
Q = caudal (m ³ / seg.)	0.005622
V = Q / A (m / seg.)	1.00
V permisible (m / seg.) según fabricante	2.0
CHEQUEO : V ≤ V _p ; (0.742 ≤ 2.0)	(SI) X
	(NO)

OBSERVACIÓN : si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

CONTINUACIÓN DEL TALLER No 4

RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. MÉTODO “MÚLTIPLES SALIDAS”.

2. PERDIDAS POR CONEXIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO (J ₂)						
VARIABLES	VALORES	LONGITUD EQUIVALENTE (L _E) m				
		ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	Le (m)
F = No. Salidas (tabla No. 1)	1	Codo 90°	2	3"	95	4.0
Q = Caudal (GPM)	110	Codo 45°	2	3"	95	1.80
LR = Longitud real elevador m	3.00					
Le = Longitud equivalente (m)	5.80					
L = Longitud total L = LR + Le (m)	8.8					
Ø y RDE tubería	3"					
j = Pérdidas fricción tubería (m) (tablas No. 2,3,8)	0.01295					
J ₂ = (F) (L) (j) J ₂ = (1.0) (8.8) (0.0174)	0.11396	Sumatoria (Le)	5.80			

3. PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN LA UNIDAD DE RIEGO (J ₃)		
VARIABLES	VALORES	
P = Presión de trabajo medida unidad de riego (m)	39.51	
C _g = Coeficiente de descarga de las boquillas	Viejas: 0.95 X	0.95
	Nuevas : 0.99	
J ₃ = (P) - [(C _g) (P)] (m) J ₃ = (39.51) - [(0.95) * (39.51)]	1.976	

4. PÉRDIDAS TOTALES EN LATERAL(JT)	
VARIABLES	VALORES
JT = ∑J ₁ + J ₂ + J ₃ = 0.998 + 0.11396 + 1.976	3.09
CHEQUEO: JT ≤ J PERMISIBLE (20% presión de trabajo unidad de riego) (3.09) ≤ (7.27)	
Resultado: (SI X) (NO); si el resultado es (NO) replantear cálculos	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL(m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (PEL)		PRESIÓN A LA SALIDA (PSL)	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
PUR = Presión unidad de riego (m)	39.51	PEL = Presión entrada lateral (m)	38.60
JT = Pérdidas totales (m)	3.09	JT = Pérdidas totales (m)	3.09
ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	4 (-)	ΔH = Diferencia topográfica terreno	4 (-)
PEL = PUR + JT ± ΔH (m)	38.60 m	PSL = PEL - JT ± ΔH (m)	39.51 m
PEL = (36.36) + (3.295) ± (0.6)	55.39 PSI	PSL = (39.055) - (3.295) ± (0.6)	56.7 PSI

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 5

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Micro aspersión		HUERTO: : Granja I. E. San Luís		SECTOR RIEGO (SR) No. 1	
Boquilla emisor (color)	Verde	Especie	Naranja	Fuente	Queb
Presión trabajo (PSI)	25.0	Distancia siembra (m)	7.0*7.0	Caudal disponible (GPM)	89.10
Diámetro húmedo (m)	6.0	Forma siembra	Tres boli.	Caudal sector riego QSR (GPM)	89.10
Caudal (LPH)= QUR	55.0	Distancia entre surcos	6.06 m	Caudal / árbol (LPH) máx.	55.0
Forma de trabajo	Autocom.	Unidades riego / árbol	1	Distancia entre emisores (EL)(m)	7.0

4. PERDIDAS POR FRICCIÓN DE LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		CONEXIÓN	
$J = (F) (L) (j)$		100 %	%
NUR = (numero unidades de riego) (sector riego) =		368	
No. Surcos o líneas de riego por sector de riego (SR) = (Total UR del SR)/(total UR del gran lateral)		23	
F = depende No. De salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 S1 y S2		F= 0.3622	F =
NS = numero de espacios entre surcos (m)		22	
TI = tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco (m)		1.0	
TF = tramo final medido desde la conexión del ultimo surco hasta el tapón de lavado (m)		1.0	
EM = (espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		6.06	
LR = longitud real = (NS) (EM) + (TF) + (Ti de conexión) = (m)		135.32	
LE = longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		0.5	
L = longitud real (m) = LR + LE		135.82	
Ø = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		3" – 41	
Q = caudal de diseño (GPM) y/o para calculo		89.1	
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m) Tabla No. 2, 3, 8		0.01149	
$J = (F) (L) (j) = (m)$		0.565	
CHEQUEO : $J \leq J$ permisible (45% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego		$(0.565) \leq (1.56)$ $() \leq ()$	SI
NOTA : Si el resultado es NO, entonces recalculer con otro porcentaje mas bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar			
OBSERVACIÓN :			

6. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (Prem)
Prem = perdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (PEL) ± ΔH terreno ; ΔH = (-15) Prem = 0.565 m + 33.3 - 15 m = 18.86. m = 27.07 PSI

6. TAMAÑO MÚLTIPLE	
PARA CALCULO DE DISEÑO (TM)	PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (TGM)
TM = longitud real (LR)	TGM = (No. Espacios entre surcos) (distancia entre surcos) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia ≈ (1/2) (EM)
TM = 135.82 (m) 100 % (m) %	TGM = m

FUENTE: MIGUEL GERMAN CIFUENTES - MIGERCIPER

TALLER No. 5

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Micro aspersión		HUERTO: : Granja I. E. San Luís		SECTOR RIEGO (SR) No. 2	
Boquilla emisor (color)	Verde	Especie	Naranja	Fuente	Queb
Presión trabajo (PSI)	25.0	Distancia siembra (m)	7.0*7.0	Caudal disponible (GPM)	89.10
Diámetro húmedo (m)	6.0	Forma siembra	Tres boli.	Caudal sector riego QSR (GPM)	89.10
Caudal (LPH)= QUR	55.0	Distancia entre surcos	6.06 m	Caudal / árbol (LPH) máx.	55.0
Forma de trabajo	Autocom.	Unidades riego / árbol	1	Distancia entre emisores (EL)(m)	7.0

4. PERDIDAS POR FRICCIÓN DE LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		CONEXIÓN	
$J = (F) (L) (j)$		100 %	%
NUR = (numero unidades de riego) (sector riego) =		368	
No. Surcos o líneas de riego por sector de riego (SR) = (Total UR del SR)/(total UR del gran lateral)		23	
F = depende No. De salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 S1 y S2		F= 0.3622	F =
NS = numero de espacios entre surcos (m)		22	
TI = tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco (m)		1.0	
TF = tramo final medido desde la conexión del ultimo surco hasta el tapón de lavado (m)		1.0	
EM = (espaciamento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		6.06	
LR = longitud real = (NS) (EM) + (TF) + (Ti de conexión) = (m)		135.32	
LE = longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		0.5	
L = longitud real (m) = LR + LE		135.82	
Ø = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		3" - 41	
Q = caudal de diseño (GPM) y/o para calculo		89	
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m) Tabla No. 2, 3, 8		0.01149	
$J = (F) (L) (j) = (m)$		0.565	
CHEQUEO : $J \leq J$ permisible (45% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego		$(0.565) \leq (1.56)$ $() \leq ()$	SI
NOTA : Si el resultado es NO, entonces recalculer con otro porcentaje mas bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto optimo para conectar			
OBSERVACIÓN :			

6. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (Prem)
Prem = perdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (PEL) ± ΔH terreno ; ΔH = (- 24)
Prem = 0.564 + 30.3 - 24 = 6.864 m = 9.850 PSI

6. TAMAÑO MÚLTIPLE		
PARA CALCULO DE DISEÑO (TM)	PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (TGM)	
TM = longitud real (LR)	TGM = (No. Espacios entre surcos) (distancia entre surcos) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia ≈ (1/2) (EM)	
TM	135.82 (m) 100 %	TGM = m
	(m) %	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES - MIGERCIPER

TALLER No. 6

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN “MÉTODO MÚLTIPLES SALIDAS”

1. PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD : Aspersión	HUERTO : Villa Luz	SECTOR DE RIEGO (SR) No.
$J = (F)(L)(j)$		
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)		1.0
Q = Caudal total a conducir = \sum sectores de riego a beneficiar		89.1
LR = Longitud real (m) = desde conexión sobre principal hasta conexión ultimo sector de riego a beneficiar		426.91
LE = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tablas No. 5 ; Grafica No. 1)		80.6
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)		346.31
Ø = Diámetro y RDE tubería		3" - 41
j = pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 2, 3, 8		0.01149
J = (F)(L)(j) (m)		4.91

1.1 CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (LE) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	LE (m)
Tee activa	8	3"	89.1	34.4
Tee pasiva	1	3"	89.1	1.3
Codo 45°	1	3"	89.1	0.9
Codo 90°	2	3"	89.1	2.0
Válvula globo	2	3"	89.1	42.0
Sumatoria LE (m)				80.6

1.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) m / seg.	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de la tubería	PVC 3 "
RDE del tubo	41
Espesor pared tubo (m) (catalogo fabricante)	0.00216
Øe = diámetro externo (m) (catalogo fabricante)	0.0889
Øi = diámetro interno (m) (catalogo fabricante)	0.08458
R = radio interno (m)	0.04229
A = área tubo = (π)(R ²) (m ²)	0.00562
Q = caudal (m ³ / seg.)	0.005622
V = Q / A (m / seg.)	1.00
V permisible (m / seg.) según fabricante	2.00
CHEQUEO : V ≤ Vp ; (2.050 ≤ 2.50)	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN : si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (Prep)
$Prep = J \text{ tubería principal} + Prep \text{ (presión requerida entrada al lateral crítico)} (Prep) \pm \Delta H \text{ terreno}$ $(4.91 + 38.60 + 3)$ $Prep = 46.51 \text{ m} = 66.74 \text{ PSI}$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES - MIGERCIPER

TALLER No. 6

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN “MÉTODO MÚLTIPLES SALIDAS”

1. PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD : Micro aspersión	HUERTO : Villa Luz	SECTOR DE RIEGO (SR) No. 1
$J = (F)(L)(j)$		
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)		1.0
Q = Caudal total a conducir = \sum sectores de riego a beneficiar (GPM)		89.1
LR = Longitud real (m) = desde conexión sobre principal hasta conexión ultimo sector de riego a beneficiar		27.13
LE = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tablas No. 5 ; Grafica No. 1)		44.0
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)		71.13
Ø = Diámetro y RDE tubería		3" - 41
j = pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 2, 3, 8		0.01149
J = (F)(L)(j) (m)		0.8173

1.1 CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (LE) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	LE (m)
Codo 90	1	3"	89.1	2.0
Válvula globo	2	3"	89.1	42.0
Sumatoria LE (m)				44.0

1.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) m / seg.	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de la tubería	PVC 3 "
RDE del tubo	41
Espesor pared tubo (m) (catalogo fabricante)	0.00216
Øe = diámetro externo (m) (catalogo fabricante)	0.0889
Øi = diámetro interno (m) (catalogo fabricante)	0.08458
R = radio interno (m)	0.04229
A = área tubo = (π)(R ²) (m ²)	0.00562
Q = caudal (m ³ / seg.)	0.005622
V = Q / A (m / seg.)	1.00
V permisible (m / seg.) según fabricante	2.00
CHEQUEO : $V \leq V_p$; (2.050 \leq 2.50)	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN : si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESION REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERIA PRINCIPAL (Prep)
$Prep = J$ tubería alimentación + Prep (presión requerida entrada tubería alimentación critica) (Prep) $\pm \Delta H$ terreno (0.8173 + 18.86 - 4) $Prep = 15.68 \text{ m} = 22.50 \text{ PSI}$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES - MIGERCIPER

TALLER No. 6
RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN “MÉTODO MÚLTIPLES SALIDAS”

1. PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD : Micro aspersión	HUERTO : Villa Luz	SECTOR DE RIEGO (SR) No. 2
$J = (F)(L)(j)$		
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)		1.0
Q = Caudal total a conducir = \sum sectores de riego a beneficiar (GPM)		89.10
LR = Longitud real (m) = desde conexión sobre principal hasta conexión ultimo sector de riego a beneficiar		22.06
LE = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tablas No. 5 ; Grafica No. 1)		42.90
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)		64.96
Ø = Diámetro y RDE tubería		3" - 41
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 2, 3, 8		0.01149
J = (F)(L)(j) (m)		0.746

1.1 CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (LE) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	LE (m)
Codo 45°	1	3"	89.1	0.9
Válvula globo	2	3"	89.1	42.0
Sumatoria LE (m)				42.90

1.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) m / seg.	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de la tubería	PVC 3 "
RDE del tubo	41
Espesor pared tubo (m) (catalogo fabricante)	0.00216
Øe = diámetro externo (m) (catalogo fabricante)	0.0889
Øi = diámetro interno (m) (catalogo fabricante)	0.08458
R = radio interno (m)	0.04229
A = área tubo = (π)(R ²) (m ²)	0.00562
Q = caudal (m ³ / seg.)	0.005622
V = Q / A (m / seg.)	1.00
V permisible (m / seg.) según fabricante	2.00
CHEQUEO : V ≤ Vp ; (2.050 ≤ 2.50)	(SI) X
	(NO)
OBSERVACIÓN : si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (Prep)
Prep = J tubería alimentación + Prep (presión requerida entrada tubería alimentación critica) (Prep) ± ΔH terreno (0.746+ 6.864 + 3.5) Prep = 11.11 m = 15.94 PSI

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES - MIGERCIPER

TALLER No. 7

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL “MÉTODO MÚLTIPLES SALIDAS”

1. PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
MODALIDAD : Aspersión	HUERTO : Villa Luz
SECTOR DE RIEGO (SR) No.	
$J = (F)(L)(j)$	
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)	1
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)	194
j = pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 2, 3, 8	0.01149
Q = Caudal total a conducir = \sum sectores de riego a beneficiar	89.10 GPM
LR = Longitud real (m) = desde descarga unidad de bombeo y/o filtrado hasta ultimo sector de riego a beneficiar	145.9
LE = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tablas No. 5 ; Grafica No. 1)	48.1
Ø = Diámetro y RDE tubería	3" - 41
J = (F)(L)(j) (m)	2.23

1.1 CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (LE) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	LE (m)
Tee activa	1	3"	89.1	4.3
Codo 45°	2	3"	89.1	1.8
Válvula globo	2	3"	89.1	42.0
Sumatoria LE (m)				48.1

1.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERIAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de la tubería	PVC 3 "
RDE del tubo	41
Espesor pared tubo (m) (catalogo fabricante)	0.00216
Øe = diámetro externo (m) (catalogo fabricante)	0.08890
Øi = diámetro interno (m) (catalogo fabricante)	0.08458
R = radio interno (m)	0.04229
A = area tubo = (n)(R ²) (m ²)	0.00562
Q = caudal (m ³ / seg.)	0.005622
V = Q / A (m / seg.)	1.00
V permisible (m / seg.) según fabricante	2.0
CHEQUEO : V ≤ Vp ; (1.39 ≤ 2.50)	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN : si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (Prep)
$Prep = J \text{ tubería principal} + Prep \text{ (presión requerida entrada tubería alimentación crítica)} (Prep) \pm \Delta H \text{ terreno}$ $(2.23 + 46.51 - 25)$ $Prep = 23 \text{ m} = 33.0 \text{ PSI}$

FUENTE: MIGUEL GERMAN CIFUENTES - MIGERCIPER

TALLER No. 7

RIEGO A PRESIÓN: CALCULO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL “MÉTODO MÚLTIPLES SALIDAS”

1. PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD : Micro aspersión	HUERTO : Villa Luz	SECTOR DE RIEGO (SR) No.
$J = (F)(L)(j)$		
F = factor corrección múltiples (Tabla No. 1)		1.0
L = Longitud total (m) = (LR)+(LE)		64.96
j = perdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 2, 3, 8		0.01149
Q = Caudal total a conducir = \sum sectores de riego a beneficiar		89.1 GPM
LR = Longitud real (m) = desde descarga unidad de bombeo y/o filtrado hasta ultimo sector de riego a beneficiar		14.66
LE = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tablas No. 5 ; Grafica No. 1)		50.30
Ø = Diámetro y RDE tubería		3" - 41
J = (F)(L)(j) (m)		0.746

1.1 CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (LE) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	LE (m)
Tee activa	1	3"	95	4.3
Codo 90°	2	3"	95	4.0
Válvula globo	2	3"	95	42.0
Sumatoria LE (m)				50.3

1.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERIAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de la tubería	PVC 3 "
RDE del tubo	41
Espesor pared tubo (m) (catalogo fabricante)	0.00216
Øe = diámetro externo (m) (catalogo fabricante)	0.08890
Øi = diámetro interno (m) (catalogo fabricante)	0.08458
R = radio interno (m)	0.04229
A = area tubo = (π)(R ²) (m ²)	0.00562
Q = caudal (m ³ / seg.)	0.005622
V = Q / A (m / seg.)	1.00
V permisible (m / seg.) según fabricante	2.0
CHEQUEO : V ≤ Vp ; (1.39 ≤ 2.50)	(SI) X
	(NO)
OBSERVACIÓN : si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (Prep)
$Prep = J \text{ tubería principal} + Prep \text{ (presión requerida entrada tubería alimentación crítica)} (Prep) \pm \Delta H \text{ terreno}$ $(0.746 + 15.68 - 3.2)$ $Prep = 13.23 \text{ m} = 18.98 \text{ PSI}$

FUENTE: MIGUEL GERMAN CIFUENTES - MIGERCIPER

TALLER No. 8

RIEGO A PRESIÓN: “CALCULO DE PERDIDAS UNIDAD FILTRADO”.

1. DATOS BASICOS			
HUERTO : Villa Luz	VEREDA : San Luís	MUNICIPIO : Neiva	
CARACTERÍSTICAS		CONEXIONES	
Fuente :	Quebrada	0 entrada y salida filtros	3 “ ; 3”
Caudal de diseño (GPM)	89.1	Tubería principal y secundaria	3” ; 3”
Relación filtrado :	2 ; 1	Tubería retrolavado	3” ; 3”
Descripción filtrado:	Arena - malla	Válvulas control flujo	3”
Capacidad total filtrado (GPM) :	100	Válvulas control presión	Alivio presión
Capacidad individual filtros (GPM)	50 - 100	Válvulas control aire	Ventosa
Modelos filtros (graficas No. 2 , 3)	F630 ;F130	Medición presión	manómetros

2. PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERIA CONDUCCION (J1)					
ITEMS	VARIABLES	TRAMO – 1	TRAMO – 2	TRAMO – 3	TRAMO - 4
TRAMOS	Q : \sum caudales S:R: a beneficiar (GPM)	89.1	44.6	89.1	89.1
	LR: Longitud real (m)	4.0	4.5	6.5	
	LE: Longitud equivalente por accesorios (m)	16.40	32.60	24.80	
	L: Longitud total (m) = LR + LE	20.4	37.1	31.30	
	0 y RDE tubería (asumirlo)	3” ; 41	3” ; 41	3” ; 41	
	J: perdidas fricción tabla No. 2,3,8 (m/m)	0.01149	0.00321	0.01149	
	J1 = (1)(j)	0.23	0.1191	0.285	
	\sum J1 (m)			0.634	

2.1 CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (LE) (Tabla No. 5 ; grafica No. 1)											
ITEMS	ACCESOR.	CANT.	0	Q(GPM)	L(m)	ITEMS	ACCESOR.	CANT.	0	Q(GPM)	L(m)
TRAMO 1	Codo 90°	2	3”	89.1	4.0	TRAMO 2	Válvula bola	1	3”	44.6	21.0
	Te activa	1	3”	89.1	4.3		Codo 90°	2	3”	44.6	6.0
	Cheque	1	3”	89.1	8.1		Te pasiva	1	3”	44.6	1.3
	Sumatoria L				16.40		Te activa	1	3”	44.6	4.3
TRAMO 3	Codo 45°	1	3”	89.1	0.9	TRAMO 4	Sumatoria L				32.60
	Codo 90°	1	3”	89.1	2.0						
	Válvula bola	1	3”	89.1	21.0						
	Sumatoria L				24.8		Sumatoria L				

2.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) (m / seg.)			
VARIABLES	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
Clase y diámetro de la tubería	PVC 3 “	PVC 3 “	PVC 3 “
RDE del tubo	41	41	41
Espesor pared tubo (m) (catalogo fabricante)	0.00216	0.00216	0.00216
ϕ_e = diámetro externo (m) (catalogo fabricante)	0.0889	0.0889	0.0889
ϕ_i = diámetro interno (m) (catalogo fabricante)	0.08458	0.08458	0.08458
R = radio interno (m)	0.04229	0.04229	0.04229
A = area tubo = (π)(R ²) (m ²)	0.005618	0.005618	0.005618
Q = caudal (m ³ / seg.)	0.005622	0.002811	0.005622
V = Q / A (m / seg.)	1.00	0.50	1.00
V permisible (m / seg.) según fabricante	2.0	2.0	2.0
CHEQUEO : V \leq Vp ; (1.39 \leq 2.50)	(SI) X	(SI) X	(SI) X
	(NO)	(NO)	(NO)

CONTINUACIÓN TALLER No. 14

RIEGO A PRESIÓN: “ CALCULO DE PERDIDAS UNIDAD FILTRADO”.

3. PERDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J2)			
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J2 (m)	REFERENCIA
HIDROCICLON			Grafica No.
ARENA	50	2.00	Grafica No.2 F 630
MALLA	100	0.60	Grafica No.3 F130
J2 = \sum J2		2.60	“adaptado filtros Mondragón – España”

4. PERDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
J = J1 + J2	
J = 3.234 m	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES - MIGERCIPER

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño (GPM)	89.1	Temperatura interior caseta (C°)		Dpto.	Huila
Localización geográfica ASNM	1140	Presión atmosférica tabla No.6 (m)		Municipio	Neiva
Presión trabajo unidad riego PSI		Presión de vapor tabla No.7 (m)		Vereda	San Luís
Fuente abastecimiento	Queb	Clase sedimentos (0)		Predio	Villa Luz

Micro aspersión

2. CALCULO DE LA ALTURA DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
C.D.T = $H_s + H_{fs} + H_{fp} + H_{fa} + H_{fm} + H_{fl} + H_{ff} + H_{ff} + HUR$	VALORES (m)
H_s = Altura de succión	0
H_{fs} = pérdidas por fricción tubería succión	0
H_{fp} = pérdidas por fricción tubería principal	0.746
H_{fa} = pérdidas por fricción tubería alimentación	0.8173
H_{fm} = pérdidas por fricción en la tubería múltiple	0.564
H_{fl} = pérdidas por fricción en la tubería lateral	1.89
H_{ff} = pérdidas por fricción unidad de fertilización	5.0
H_{ff} = pérdidas por fricción unidad filtrado	3.234
HUR = presión de trabajo unidad de riego	17.42
SUMATORIA C.D.T.	29.67

Aspersión

2. CALCULO DE LA ALTURA DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
C.D.T = $H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fa} + H_{fm} + H_{fl} + H_{ff} + H_{ff} + HUR$	VALORES (m)
H_s = Altura de succión	0
H_d = Altura de descarga (ΔH terreno) + altura elevador unidad riego	1.2
H_{fs} = pérdidas por fricción tubería succión	0
H_{fp} = pérdidas por fricción tubería principal	2.23
H_{fa} = pérdidas por fricción tubería alimentación	4.91
H_{fm} = pérdidas por fricción en la tubería múltiple	0
H_{fl} = pérdidas por fricción en la tubería lateral	1.976
H_{ff} = pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
H_{ff} = pérdidas por fricción unidad filtrado	0
HUR = presión de trabajo unidad de riego	39.51
SUMATORIA C.D.T.	49.83

5. PRESUPUESTO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UN D	CAN T	VALOR PARCA L	VALO R TOTAL	VALOR CAPITULO
1.0	BOCATOMA					
1.1	Localización, Replanteo (BOCATOMA)	GL.	1.00	26857	26857	
1.2	Desvío y Retorno de la Fuente	GL.	1.00	260950	260950	
1.3	Excavación a todo factor bajo Agua	M3	13.04	14881	194018	
1.4	Concreto de 3000 P.S.I, para Dique, Aletas, Cajilla y tapa	M3	12.94	374194	484154 6	
1.5	Concreto de 2000 P.S.I para solado	M3	3.29	270454	889794	
1.6	Concreto Ciclópeo de 2500 P.S.I - 40% Piedra	M3	2.46	226094	555603	
	Suministro, Corte Amarre y Figurado de Acero de Refuerzo:					
1.7	Acero de Refuerzo Diámetro 3/8" (A - 37)	Kg	219.2 3	2878	630957	
1.8	Acero de Refuerzo Diámetro 1/2" (A - 60)	Kg	173.6 2	3048	529194	
1.9	Acero de Refuerzo Diámetro 5/8" (A - 60)	Kg	690.8 7	3109	214791 5	
	Suministro e Instalación de los siguientes Accesorios:					
1.10	Rejilla de 0,70 x 0,4 mts, barras en hierro de 5/8" lisas, separadas cada 5 m m	UN.	1.00	266275	266275	
1.11	Paso de Escalera de diámetro 5/8" cada	GL.	1.00	20000	20000	
1.12	Tubería PVC Sanitaria de 6" para el excesos de caudal	GL.	1.00	119650	119650	
1.13	Compuerta Lateral Circular HF 4"	GL.	1.00	629725	629725	
1.14	Tubería PVC Sanitaria y Accesorio de Lavado de diámetro de 2", con válvula HF	GL.	1.00	220277	220277	
	SUBTOTAL BOCATOMA					11332761

2.0	ADUCCIÓN					
2.1	Localización, Replanteo (ADUCCIÓN)	ML	44.00	269	11836	
2.2	Excavación en terreno común corriente	M3	3.10	3662	11338	
2.3	Excavación en terreno conglomerado	M3	1.86	5371	9977	
2.4	Excavación en terreno rocoso	M3	1.24	14324	17739	
2.5	Encofrado protección de tubería PVC	ML	15.00	64274	964110	
2.6	Relleno y apisonado	M3	6.19	1543	9554	
2.7	Suministro e Instalación de Tubería Presión PVC					
2.8	Tubería de Presión PVC UC RDE 51 de 4"	ML	44.00	15402	677688	
2.9	Suministro e Instalación de Accesorio Presión PVC					
	Válvula Ventosa 1/2" HF de doble acción	UN.	1.00	182,271	182271	
	Válvula HF de 2" Lavado	UN.	1.00	56,221	56221	
	Tee PVC UM 4" x 2" x 4"	UN.	1.00	88,752	88752	
	Collar de derivación de 4" a 1/2"	UN.	1.00	14,544	14544	
	Codo 45° Presión PVC US de 4"	UN.	2.00	43,522	87045	
	Codo Gran Radio PVC UM 11 1/4° de 4"	UN.	3.00	60,266	180799	
	Adaptador Macho Presión de 2"	UN.	1.00	3,430	3430	
2.10	Construcción de Cajillas con su tapa para Ventosas y lavado de 0.50 m x 0.50 m. En concreto simple 3000 PSI	UN.	2.00	80000	160000	
	SUBTOTAL ADUCCIÓN					2475304

3.0	DESARENADOR					
3.1	Localización, Replanteo (DESARENADOR)	GL	1.00	26857	26857	
3,2	Demolición del desarenador antiguo	GL	1.00	350000	350000	
3,3	Excavación en terreno común corriente	M3	4.00	3662	14648	
3,4	Concreto de 3000 P.S.I, para Base, Muros, Cajilla y tapa	M3	8.95	374194	3347989	
3,5	Concreto de 2000 P.S.I para solado	M3	2.16	270454	583505	
3,6	Pañete impermeabilizado y esmaltado	M2	35.00	13950	488250	
	Suministro, Corte Amarre y Figurado de Acero de Refuerzo:					
3,7	Acero de Refuerzo Diámetro 3/8" (A - 37)	Kg	381.00	2878	1096523	
3,8	Acero de Refuerzo Diámetro 1/2" (A - 60)	Kg	87.02	3048	265237	
3,9	Acero de Refuerzo Diámetro 5/8" (A - 60)	Kg	310.93	3109	966681	
	Suministro e Instalación de los siguientes Accesorios:					
3.10	Tubería y accesorio de PVC Sanitaria de 4" para desagüe y excesos	GL	1.00	562375	562375	
3.11	Tubería y accesorio de PVC Presión de 4" RDE 51 para Bay pass	GL	1.00	1728275	1728275	
	SUBTOTAL DESARENADOR					9430339

4,0	CONDUCCIÓN					
4,1	Localización, Replanteo (CONDUCCIÓN)	ML	1620,0	269	435780	
4,2	Excavación en terreno común corriente	M3	127,92	3662	468443	
4,3	Excavación en terreno conglomerado	M3	76,75	5371	412235	
4,4	Excavación en terreno rocoso	M3	51,17	14324	732930	
4,5	Relleno y apisonado	M3	255,84	1543	394761	
4,6	Suministro e Instalación de tubería y accesorios:					
	Tubería de Presión PVC UM RDE 51 de 3"	ML	870,00	10826	9418620	
	Tubería de Presión PVC UC RDE 51 de 4"	ML	750,00	15402	11551500	
	Válvula Ventosa 1/2" HF de doble acción	UN.	5,00	182.271	911355	
	Válvula HF de 2" Lavado	UN.	5,00	56.221	281105	
	Buje Soldado Presión de 4" x 3"	UN.	4,00	16.083	64333	
	Tee PVC UM 4" x 2" x 4"	UN.	3,00	88.752	266257	
	Tee PVC UM 3" x 2" x 3"	UN.	2,00	59348	118697	
	Codo 45° Presión PVC US de 3"	UN.	2,00	20.763	41527	
	Codo Gran Radio PVC UM 22 1/2° de 4"	UN.	3,00	63.406	190219	
	Codo Gran Radio PVC UM 22 1/2° de 3"	UN.	2,00	34.706	69412	
	Codo Gran Radio PVC UM 11 1/4° de 4"	UN.	17,00	60.266	1024526	
	Codo Gran Radio PVC UM 11 1/4° de 3"	UN.	15,00	31.671	475068	
	Collar de derivación de 4" a 1/2"	UN.	3,00	14.544	43633	
	Collar de Derivación PVC 3" x 1/2"	UN.	2,00	12.673	25347	
	Adaptador Macho Presión de 1/2"	UN.	6,00	614	3684	
	Niple HG de 1/2" 1.50 m 2 Roscas	UN.	6,00	5.300	31800	
	Adaptador Macho Presión de 2"	UN.	5,00	3.430	17152	
	Cinta teflón	UN.	7,00	1000	7000	
4,7	Construcción de Cajillas con su tapa para Ventosas y lavado de 0.50 m x 0.50 m. En concreto simple 3000 PSI	UN.	4,00	80000	320000	
4,8	Viaductos					
4,9	Construcción de viaductos para tubería de 3 y 4" incluye todo lo necesario para su construcción	ML	51,00	60000	3060000	
	SUBTOTAL CONDUCCIÓN					30365383

5,0	SISTEMA DE RIEGO I					
	SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSIÓN					
5,1	Replanteo Lateral (SIST. MICROASPERSIÓN)	ML	3106,00	100	310600	
5,2	Replanteo Tubería 3" (SIST. MICROASPERSIÓN)	ML	392,00	100	39200	
5,3	Excavación en terreno común corriente para lateral (0,1m x 0,2m)	M3	62,12	1500	93180	
5,4	Excavación en terreno común corriente para tubería de 3"	M3	29,40	2000	58800	
5,5	Relleno y apisonado	M3	91,52	700	64064	
5,6	Suministro e Instalación de tubería y accesorios:					
	Manguera lateral de 16 mm.PR - 35	ML	2658,00	700	313600	
	Manguera lateral de 12 mm.PR - 35	ML	448,00	900	403200	
	Tubería de Presión PVC UM RDE 41 de 3"	ML	392,00	11500	4508000	
	Microaspersores con estaca, micromanguera y sus otros implementos	UN.	476,00	6500	3094000	
	Codo 45° Presión PVC US de 3"	UN.	2,00	20763	41527	
	Codo 90° Presión PVC US de 3"	UN.	1,00	19783	19783	
	Codo Gran Radio PVC UM 22 1/2° de 3"	UN.	1,00	34706	34706	
	Tapón Roscado Presión PVC de 3"	UN.	2,00	13970	27940	
	Válvula de Bola de 3"	UN.	8,00	180573	1444587	
	Adaptador Macho Presión de 3"	UN.	16,00	11821	189141	
	Collar de Derivación PVC 3" x 1/2"	UN.	2,00	12100	24200	
	Adaptador Hembra Presión PVC US de 1/2 x 1/4"	UN.	2,00	494	988	
	Niple HG de 1/2" 1.50 m 2 Roscas	UN.	2,00	5300	10600	
	Tee Presión PVC US de 3"	UN.	2,00	25423	50847	
	Cinta teflon	UN.	4,00	1000	4000	
5,7	Sistema de fertilización					
	Suministro e Instalación de tubería y accesorios:					
	Tubería de Presión PVC US Rde 41 de 3/4"	ML	2,00	2500	5000	
	Tubería de Presión PVC US Rde 13.5 de 1/2"	ML	3,00	1500	4500	
	Codo 90° Presión PVC US de 3/4	UN.	2,00	795	1590	
	Válvula de Bola de 1/2"	UN.	1,00	8600	8600	
	Válvula de Bola de 3/4"	UN.	2,00	12700	25400	
	Válvula de Bola de 3"	UN.	1,00	180573	180573	
	Adaptador Macho Presión de 3/4"	UN.	4,00	458	1832	
	Adaptador Macho Presión de 1/2"	UN.	2,00	284	568	
	Adaptador Macho Presión de 3"	UN.	2,00	11821	23643	
	Tee PVC UM 3" x 2" x 3"	UN.	2,00	59231	118462	
	Buje Soldado Presión de 2" x 3/4"	UN.	2,00	2717	5434	
	Micromedidor Volumétrico de 3/4"	UN.	1,00	65000	65000	
	Manómetro de Glicerina de 100 PSI	UN.	2,00	120000	240000	
	Tanque plástico de 500 Lt	UN.	1,00	125000	125000	
	Inyector Venturi	UN.	1,00	300000	300000	
	Cinta teflón	UN.	4,00	1000	4000	

5,8	Sistema de Filtros y Retrolavado					
	Tubería de Presión PVC UM RDE 41 de 3"	ML	32,00	11500	368000	
	Filtro de Arena de 50 GPM marca Mondragón Ref F - 630	UN.	2,00	830000	1660000	
	Filtro de Malla de 100 GPM marca Mondragón Ref F - 130	UN.	1,00	185000	185000	
	Codo 90° Presión PVC US de 3"	UN.	8,00	19783	158267	
	Codo 45° Presión PVC US de 3"	UN.	2,00	20763	41527	
	Válvula de Bola de 3"	UN.	6,00	180573	1083440	
	Adaptador Macho Presión de 3"	UN.	14,00	11821	165499	
	Manómetro de Glicerina de 100 PSI	UN.	2,00	120000	240000	
	Cheque de 3"	UN.	1,00	260000	260000	
	Cinta teflón	UN.	5,00	1000	5000	
5,9	Construcción de Cajillas con su tapa para Llaves de bola de 3" y Collar de derivación de 0.60 m x 0.60 m. En concreto simple 3000 PSI	UND.	5,00	200000	1000000	
5,1	Caseta para los filtros y fertilización 3*3*2, en ladrillo tolete común, con pañete impermeabilizante	GL	1,00	3850000	3850000	
	SUBTOTAL SISTEMA DE RIEGO I					20859297

6,0	SISTEMA DE RIEGO II					
	SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN					
6,1	Replanteo (SIST. ASPERSIÓN)	ML	986,00	100	98600	
6,2	Excavación en terreno común corriente para tubería de 3"	M3	157,76	2000	315520	
6,3	Relleno y apisonado	M3	157,76	700	110432	
6,4	Suministro e Instalación de tubería y accesorios:					
	Tubería de Presión PVC UM RDE 41 de 3"	ML	986,00	11500	11339000	
	Codo 90° Presión PVC US de 3"	UN.	14,00	19783	276967	
	Codo 45° Presión PVC US de 3"	UN.	1,00	20763	20763	
	Tee Presión PVC US de 3"	UN.	21,00	25423	533890	
	Válvula de Bola de 3"	UN.	4,00	180573	722293	
	Adaptador Macho Presión de 3"	UN.	8,00	11821	94571	
	Hidrante en aluminio de 3"	UN.	21,00	120000	2520000	
	Cañón para riego Golondrina modelo 1001, incluye trípode, toma hidrante, tubería de aluminio de 3 mts y cuello cisne	GL.	1,00	2050000	2050000	
	Cinta teflón	UN.	10,00	1000	10000	
6,5	Construcción de Cajillas con su tapa para Llaves de bola de 3" y Collar de derivación de 0.60 m x 0.60 m. En concreto simple 3000 PSI	UN.	4,00	200000	800000	
	SUBTOTAL CONDUCCIÓN					18892036

A. TOTAL COSTOS					93355120,36
------------------------	--	--	--	--	--------------------

B. A.I.U			10%		9335512,08
-----------------	--	--	------------	--	-------------------

C. COSTO TOTAL DEL PROYECTO					102690632,92
------------------------------------	--	--	--	--	---------------------

6. CONCLUSIONES

- ✓ Según los resultados obtenidos en las pruebas hidrodinámicas del suelo realizado en la Granja Villa Luz para el Diseño de Riego en dicha Granja fueron los siguientes presenta una textura FA, Da de $2,07\text{gr/cm}^3$, infiltración 1.3 cm/hr (Moderadamente Lenta). Esta prueba nos indica que el suelo presenta fracciones de mineral gruesa, favoreciendo a la infiltración por la macroporosidad y el intercambio gaseoso en la atmósfera del suelo. Con estas características favorecen para la implementación del sistema de riego de alta frecuencia (microaspersión y aspersión), pero antes de implementar el sistema de riego se debe hacer un manejo adecuado al suelo “cincelado y abonos orgánicos para bajar la Da”.

- ✓ Según el Balance Hídrico del pasto y los cítricos durante todo el año siempre tendrá un déficit hídrico incrementándose en el mes de Agosto y para suplir las necesidades hídricas es necesario implementar un sistema de riego con una frecuencia de riego cada tres días.

- ✓ Los diseños hidráulicos en la infraestructura que constituirá el nuevo Minidistrito de Riego Villa Luz fueron diseñados con los parámetros que maneja López Cualla, 1995; para el sistema de Riego se diseñó con la metodología implementada por Cifuentes, 2001, dando como resultado para el sistema de microaspersión dos sectores de riego (cada sector manejado por turno) y en el caso del sistema de aspersión con 21 posiciones pero se manejará una sola posición por turno.

7. RECOMENDACIONES

- Al realizar la construcción del Minidistrito de Riego se debe seguir con las especificaciones de diseño (memorias técnicas, cálculos hidráulicos y planos) propuesta para su buen funcionamiento.
- Para optimizar un funcionamiento óptimo del Minidistrito de Riego se debe hacer operaciones adecuadas, mantenimiento constante de las estructuras que conforman el Minidistrito, para prevenir las acumulaciones de sedimentos en las estructuras - tubería, daños en la tubería por el golpe de arietes que no perjudica al sistema.
- Para prevenir los problemas de taponamiento y variación de presión en el sistema de microaspersión, es recomendable realizar constantemente el lavado de los filtros y las tuberías que la conforma.
- Para suplir el amplio costo del proyecto se puede ampliar el área del proyecto y otra solución para bajar costos es de compartir los gastos en la conducción con otros vecinos que se encuentre localizado alrededor al sector.

PBIBLIOGRAFÍA

- ® **LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo.** Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Editorial: Escuela Colombiana de Ingeniería. Febrero de 1995.

- ® **CORCHO ROMERO, Freddy Hernán y DUQUE SERNA, José Ignacio.** Acueductos: Teoría y Diseño.

- ® **CIFUENTES PERDOMO, Miguel Germán.** Proyecto: Diseño y Construcción del Centro Experimental Piloto de Riego a Presión “CEPRAP” y formulación de requerimientos hídricos. Universidad Surcolombiana. 1999. pag 65.

- ® **CIFUENTES PERDOMO, Miguel Germán.** Metodología para el diseño de sistemas de riego a presión. Neiva, 2001. Tesis (Especialista en Ingeniería de Irrigación). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. Programa de Postgrado de Irrigación.

- ® **WITHERS, Bruce y VIPOND, Stanley.** El riego diseño y practica. México: Diana, 1979. pag. 150.

- ® **PAVCO,** Catalogo de tuberías y accesorios presión PAVCO. Santa Fe de Bogota: s.e. 2005.

- ® **REPUBLICA COLOMBIANA,** Código Colombiana de Construcciones Sismorresistentes N.S.R. Santa Fé de Bogota: s.e., 1998.

® **SALGADO MOSQUERA, Oscar Iván.** Diseño del Acueducto Regional para las Veredas La Unión, la Victoria y Cristo Rey en el Municipio de Acevedo Departamento del Huila, 2006. Tesis (Ingeniero Agrícola). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Agrícola.

ANEXOS

**ANEXO A. ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN DESDE DESARENADOR AL PUNTO 18
CÁLCULOS HIDRÁULICOS
MINIDISTRITO DE RIEGO DE LA GRANJA VILLA LUZ, CORREGIMIENTO SAN LUÍS – MUNICIPIO DE NEIVA**

Tramo	LONG	ABSC	DIAM	Q	VEL.	PERDIDAS		COTA PIEZOMETRICA		COTA TERRENO		COTA TUBERÍA		PRESIÓN DISPONIBLE		PRESIÓN ESTÁTICA		TUBERÍA		OBSERVACIONES
	m	m	Pulg	Lt/sg	m/sg	Unitaria	Total	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Clase	Diám	
1 - 2	1,94	1,94	4,32"4	10,00	1,056	0,0093	0,0181	1287,89	1287,20	1287,89	1285,35	1287,21	1281,35	0,00	5,17	0,00	2,54	PVC UC RDE 51	4"	Sale de Bocatoma
2 - 3	8,89	10,83	4,324	10,00	1,056	0,0093	0,0831	1287,20	1287,12	1285,35	1285,83	1281,35	1285,43	5,17	1,69	2,54	2,06	PVC UC RDE 51	4"	
3 - 4	7,71	18,54	4,324	10,00	1,056	0,0093	0,0720	1287,12	1287,05	1285,83	1285,63	1285,43	1285,23	1,69	1,82	2,06	2,26	PVC UC RDE 51	4"	
4 - 5	10,60	29,14	4,324	10,00	1,056	0,0093	0,0991	1287,05	1286,95	1285,63	1284,15	1285,23	1283,75	1,82	3,20	2,26	3,74	PVC UC RDE 51	4"	Viaducto I(5,3ml), válvula de lavado
5 - 6	11,96	41,10	4,324	10,00	1,056	0,0093	0,1118	1286,95	1286,83	1284,15	1285,31	1283,35	1284,91	3,20	1,92	3,74	2,58	PVC UC RDE 51	4"	válvula ventosa
6 - D1	2,75	43,85	4,324	10,00	1,056	0,0093	0,0257	1286,83	1286,81	1285,31	1284,66	1284,91	1284,26	1,92	2,55	2,58	3,23	PVC UC RDE 51	4"	
D1 - D2	5,98	49,83	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,0654	1284,66	1284,65	1284,66	1284,61	1284,26	1284,26	0,00	0,04	0,00	0,05	PVC UM RDE 51	3"	Entrada Desarenador
D2 - 7	9,79	59,62	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,1071	1284,65	1284,54	1284,61	1282,91	1283,86	1282,51	0,04	2,03	0,05	1,75	PVC UM RDE 51	3"	
7 - 8	7,58	67,20	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,0829	1284,54	1284,46	1282,91	1282,34	1282,51	1281,94	2,03	2,52	1,75	2,32	PVC UM RDE 51	3"	
8 - 9	12,63	79,83	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,1382	1284,46	1284,32	1282,34	1284,27	1281,94	1283,87	2,52	0,45	2,32	0,39	PVC UM RDE 51	3"	
9 - 10	11,14	90,97	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,0359	1284,32	1284,29	1284,27	1283,01	1283,87	1282,61	0,45	1,68	0,39	1,65	PVC UC RDE 51	4"	
10 - 11	16,32	107,29	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,0525	1284,29	1284,23	1283,01	1284,12	1282,61	1283,72	1,68	0,51	1,65	0,54	PVC UC RDE 51	4"	
11 - 12	50,02	157,31	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,5472	1284,23	1283,69	1284,12	1278,80	1283,72	1278,40	0,51	5,29	0,54	5,86	PVC UM RDE 51	3"	
12 - 13	32,34	189,65	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,3538	1283,69	1283,33	1278,80	1274,47	1278,40	1274,07	5,29	9,26	5,86	10,19	PVC UM RDE 51	3"	Válvula lavado
13 - 14	21,88	211,53	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,2394	1283,33	1283,09	1274,47	1277,34	1274,07	1276,94	9,26	6,15	10,19	7,32	PVC UM RDE 51	3"	Válvula ventosa
14 - 15	30,00	241,53	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,3282	1283,09	1282,76	1277,34	1273,01	1276,94	1272,61	6,15	10,15	7,32	11,65	PVC UM RDE 51	3"	
15 - 16	49,00	290,53	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,5360	1282,76	1282,23	1273,01	1274,17	1272,61	1273,77	10,15	8,46	11,65	10,49	PVC UM RDE 51	3"	
16 - 17	45,66	336,19	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,4995	1282,23	1281,73	1274,17	1271,39	1273,77	1270,99	8,46	10,74	10,49	13,27	PVC UM RDE 51	3"	
17 - 18	31,13	367,32	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,3405	1281,73	1281,39	1271,39	1270,51	1270,99	1270,11	10,74	11,28	13,27	14,15	PVC UM RDE 51	3"	

RESUMEN DE TUBERÍAS

PVC 4" RDE 51

71.31

ml

PVC 3" RDE 51

290.03

ml

ACCESORIOS

Válvula de Lavado

2

Und.

Ventosa

2

Und.

VIADUCTO

5.3

ml

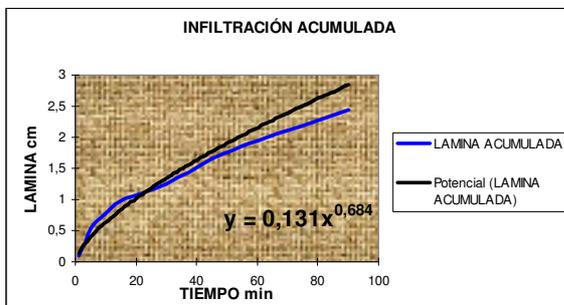
**ANEXO B. ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN DESDE EL PUNTO 18 AL PUNTO 46 (SIST. RIEGO)
CÁLCULOS HIDRÁULICOS
MINIDISTRITO DE RIEGO DE LA GRANJA VILLA LUZ, CORREGIMIENTO SAN LUÍS – MUNICIPIO DE NEIVA**

Tramo	LONG.	ABSCISA	DIAM.	Q	VEL.	PERDIDAS		COTA PIEZOMETRICA		COTA TERRENO		COTA TUBERÍA		PRESIÓN DISPONIBLE		PRESIÓN ESTÁTICA		TUBERÍA		OBSERVACIONES
						Unitaria	Total	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
18 - 19	20,60	387,92	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,2254	1281,39	1281,16	1270,51	1266,40	1270,11	1266,00	11,28	15,16	14,15	18,26	PVC UM RDE 51	3"	Viaducto 2 (20 ml), válvula lavado
19 - 20	36,35	424,27	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,2254	1281,16	1280,94	1266,40	1267,53	1266,00	1267,13	15,16	13,81	18,26	17,13	PVC UM RDE 51	3"	
20 - 21	52,08	476,35	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,5697	1280,94	1280,37	1267,53	1272,14	1267,13	1271,74	13,81	8,63	17,13	12,52	PVC UM RDE 51	3"	
21 - 22	28,31	504,66	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,3097	1280,37	1280,06	1272,14	1269,53	1271,74	1269,13	8,63	10,93	12,52	15,13	PVC UM RDE 51	3"	
22 - 23	25,40	530,06	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,0818	1280,06	1279,98	1269,53	1271,80	1269,13	1271,40	10,93	8,58	15,13	12,86	PVC UC RDE 51	4"	Viaducto 3 (3ml)
23 - 24	43,28	573,34	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,1394	1279,98	1279,84	1271,80	1278,03	1271,40	1277,63	8,58	2,21	12,86	6,63	PVC UC RDE 51	4"	Válvula ventosa
24 - 25	22,53	595,87	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,0725	1279,84	1279,76	1278,03	1274,09	1277,63	1273,69	2,21	6,07	6,63	10,57	PVC UC RDE 51	4"	
25 - 26	53,69	649,56	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,1729	1279,76	1279,59	1274,09	1269,71	1273,69	1269,31	6,07	10,28	10,57	14,95	PVC UC RDE 51	4"	Válvula lavado
26 - 27	53,93	703,49	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,1737	1279,59	1279,42	1269,71	1272,19	1269,31	1271,79	10,28	7,63	14,95	12,47	PVC UC RDE 51	4"	Viaducto 4 (6ml)
27 - 28	17,70	721,19	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,0570	1279,42	1279,36	1272,19	1273,79	1271,79	1273,39	7,63	5,97	12,47	10,87	PVC UC RDE 51	4"	
28 - 29	36,59	757,78	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,1178	1279,36	1279,24	1273,79	1278,96	1273,39	1278,56	5,97	0,68	10,87	5,70	PVC UC RDE 51	4"	Válvula ventosa
29 - 30	100,76	858,54	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,3244	1279,24	1278,92	1278,96	1277,25	1278,56	1276,85	0,68	2,07	5,70	7,41	PVC UC RDE 51	4"	
30 - 31	77,80	936,34	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,2505	1278,92	1278,67	1277,25	1273,99	1276,85	1273,59	2,07	5,08	7,41	10,67	PVC UC RDE 51	4"	
31 - 32	56,93	993,27	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,1833	1278,67	1278,48	1273,99	1268,29	1273,59	1267,89	5,08	10,59	10,67	16,37	PVC UC RDE 51	4"	Válvula lavado
32 - 33	130,54	1.123,81	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,4203	1278,48	1278,06	1268,29	1274,14	1267,89	1273,74	10,59	4,32	16,37	10,52	PVC UC RDE 51	4"	Válvula ventosa
33 - 34	46,60	1.170,41	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,1501	1278,06	1277,91	1274,14	1260,68	1273,74	1260,28	4,32	17,63	10,52	23,98	PVC UC RDE 51	4"	Válvula lavado
34 - 35	52,79	1.223,20	4,324	5,62	0,593	0,0032	0,1700	1277,91	1277,74	1260,68	1264,90	1260,28	1264,50	17,63	13,24	23,98	19,76	PVC UC RDE 51	4"	Viaducto 5 (8ml)
35 - 36	20,32	1.243,52	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,2223	1277,74	1277,52	1264,90	1268,28	1264,50	1267,88	13,24	9,64	19,76	16,38	PVC UM RDE 51	3"	
36 - 37	43,31	1.286,83	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,4738	1277,52	1277,05	1268,28	1270,48	1267,88	1270,08	9,64	6,97	16,38	14,18	PVC UM RDE 51	3"	
37 - 38	31,99	1.318,82	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,3499	1277,05	1276,70	1270,48	1268,58	1270,08	1268,18	6,97	8,52	14,18	16,08	PVC UM RDE 51	3"	
38 - 39	23,07	1.341,89	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,2524	1276,70	1276,45	1268,58	1263,75	1268,18	1263,35	8,52	13,10	16,08	20,91	PVC UM RDE 51	3"	
39 - 40	14,26	1.356,15	3,362	5,62	0,982	0,0109	0,1560	1276,45	1276,29	1263,75	1266,63	1263,35	1266,23	13,10	10,06	20,91	18,03	PVC UM RDE 51	3"	Viaducto 6(4ml)

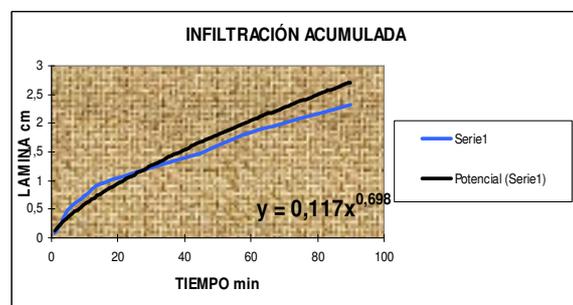
ANEXO C. DENSIDAD APARENTE

MUESTRA	PESO DEL TERRÓN (grs)	PESO TERRÓN PARAFINADO (gr)	VOLUMEN DEL TERRÓN PARAFINADO (cm ³)	DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)
1	9,6	11,5	0,9	2,11
2	14,5	16,6	1,1	1,91
3	11	13,3	1,05	2,19
Promedio				2,07

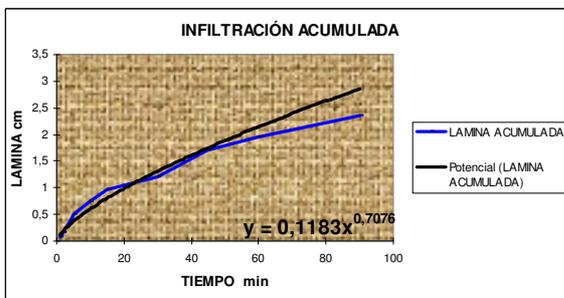
ANEXO D. CURVAS DE INFILTRACIÓN



Punto 1.



Punto 2.



Punto 3.

Valores de Infiltración Básica		
Sitio No,	Valores de I (cm/hr)	Clasificación
1	1,3	MOD. LENTA
2	1,1	MOD. LENTA
3	1,4	MOD. LENTA
PROMEDIO	1,3	MOD. LENTA

ANEXO E. TEXTURA DEL SUELO

TIEMPO	TEMPERATURA °C	LEC. HIDROMETRO gr./cm ³	INCREMENTO	LEC. HIDROMETRO CORREGIDA
40 sg	26	16	2,41	18,41
2 hr	29	8	3,61	11,61

CLASE DE PARTÍCULAS	%
ARENA	63,18
LIMO	23,22
ARCILLA	13,6
TOTAL	100

CLASE DE SUELO: FRANCO ARENOSO

ANEXO F. CAPACIDAD DE CAMPO Y PUNTO DE MARCHITES PERMANENTE

Sitio No.	C.C.	P.M.P
1	22,80	11,50
2	21,80	12,40
3	23,50	11,20
PROMEDIO	22,70	11,70

ANEXO G. AFORO A LA QUEBRADA ÓRGANOS

DIA	Q (Lt/sg)
05-Sep	180,000
12-Sep	196,000
PROMEDIO	188,000

ANEXO H. VALORES MEDIOS CLIMATOLÓGICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO

IDEAM – INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

LATITUD: 3° 4' N **TIPO EST:** PM **DPTO:** HUILA **ESTACIÓN:** 2113004 - SAN LUÍS
LONGITUD: 75° 30' W **ENTIDAD:** 01 IDEAM **MPIO:** NEIVA **FECHA INSTALACIÓN:** 1971 – AGOST.
ELEVACIÓN: 1140 m.s.n.m **REGIONAL:** HUILA –CAQUETA **CORTE:** CHIQUILLA **FECHA SUSPENSIÓN:**

PARÁMETRO	PERIODO	MESES											
		ENER.	FEBR.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCTUB.	NOV.	DICIEM.
Precipitación (mm/mes)	1971 - 2002	185,6	145,8	217,9	163,5	173,8	127,6	134,6	93,3	94,6	160,7	218,4	207,7

LATITUD: 2° 58' N **TIPO EST:** CO **DPTO:** HUILA **ESTACIÓN:** 2112501 - STA MARIA
LONGITUD: 75° 35' W **ENTIDAD:** 01 IDEAM **MPIO:** SANTA MARIA **FECHA INSTALACIÓN:** 1971 – SEPT.
ELEVACIÓN: 1300 m.s.n.m **REGIONAL:** HUILA –CAQUETA **CORRIENTE:** BACHE **FECHA SUSPENSIÓN:**

PARÁMETRO	PERIODO	MESES											
		ENER.	FEBR.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCTUB.	NOV.	DICIEM.
Temperatura (°C)	1971 - 2007	23,0	23,3	22,7	22,9	22,4	22,3	21,9	22,4	22,8	23,0	22,4	22,6
Brillo solar (hr/mes)	1971 - 2007	203,4	158,4	141,9	137,7	148,2	163,3	139,7	143,3	154,4	169,5	176,3	202,1
Humedad relativa (%)	1971 - 2007	80,0	80,0	82,0	83,0	82,0	81,0	78,0	77,0	76,0	80,0	83,0	81,0
Evaporación (mm/mes)	1971 - 2007	127,1	120,2	121,0	114,0	118,6	116,0	133,2	172,5	151,1	134,1	115,4	121,5
Velocidad del viento (m/sg)	1971 - 2007	2,1	2,2	2,3	3,4	2,7	3,4	4,2	4,2	3,7	2,7	2,1	2,1

ANEXO I. CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN EN EL CULTIVO DE CÍTRICOS Y PASTOS, USANDO EL MÉTODO DE HARGREAVES

**PORCENTAJE MENSUAL DE HORAS – LUZ (p)
Procedimiento de BLANEY – CRIDDLE (1950)**

Latitud Norte	MESES											
	Ener.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
40°	6,73	6,73	8,3	8,92	9,99	10,1	10,34	9,56	8,41	7,78	6,73	6,53
38°	6,83	6,79	8,34	8,9	9,92	9,95	10,1	9,47	8,38	7,8	6,82	6,66
36°	6,99	6,86	8,35	8,85	9,31	9,83	9,99	9,4	8,36	7,85	6,92	6,79
34°	7,1	6,91	8,36	8,8	9,72	9,7	9,88	9,33	8,36	7,9	8,02	6,92
32°	7,2	6,97	8,37	8,72	9,36	9,6	9,77	9,28	8,34	7,93	7,11	7,05
30°	7,3	7,03	8,38	8,72	9,53	9,49	9,67	9,22	8,34	7,99	7,19	7,14
28°	7,4	7,02	8,39	8,68	9,46	9,38	9,58	9,16	8,32	8,02	7,27	7,27
26°	7,49	7,12	8,4	8,64	9,37	9,3	9,49	9,1	8,32	8,06	7,36	7,35
24°	7,58	7,17	8,4	8,6	9,3	9,19	9,41	9,05	8,31	8,1	7,43	7,46
22°	7,76	7,22	8,41	8,57	9,22	9,12	9,31	9	8,3	8,13	8,5	8,56
20°	7,73	7,26	8,2	8,52	8,14	9,02	9,25	8,95	8,3	8,19	7,58	7,98
18°	7,88	7,26	8,4	8,46	9,06	8,99	9,2	8,81	8,29	8,24	7,27	7,8
16°	7,94	7,3	8,42	8,45	8,98	8,98	9,07	8,8	8,28	8,24	7,72	7,9
14°	7,08	7,49	8,43	8,49	8,9	8,73	8,99	8,79	8,28	8,28	7,85	8,04
12°	8,08	7,4	8,44	8,43	8,54	8,64	8,9	8,79	8,27	8,28	7,85	8,05
10°	8,11	7,4	8,44	8,43	8,81	8,57	8,84	8,74	8,26	8,29	7,89	7,08
8°	8,13	7,49	8,45	8,39	8,75	8,51	8,77	8,7	8,25	8,31	7,89	8,11
6°	8,19	7,49	8,47	8,39	8,73	8,48	8,75	8,79	8,25	8,41	7,95	8,19
4°	8,2	7,53	8,46	8,33	8,65	8,4	8,67	8,63	8,21	8,43	7,95	8,2
2°	8,43	7,62	8,47	8,22	8,51	8,25	8,52	8,5	8,2	8,45	8,16	8,43
0°	8,49	7,67	8,49	8,22	8,22	8,49	8,49	8,49	8,19	8,49	8,22	8,49
latitud Sur												
0°	8,49	7,67	8,49	8,22	8,49	8,22	8,49	8,49	8,19	8,49	8,22	8,49
2°	8,55	7,71	8,49	8,19	8,44	8,17	8,43	8,44	8,19	9,52	8,27	8,55
4°	8,64	7,76	8,5	8,17	8,34	8,08	8,2	8,41	8,19	8,56	8,33	8,65
6°	8,71	7,81	8,5	8,12	8,3	8	8,19	8,37	8,18	8,59	8,38	8,74
8°	8,79	7,84	8,57	8,11	8,24	7,91	8,13	8,32	8,18	8,62	8,47	8,84
10°	8,85	8,76	8,52	8,09	8,18	7,84	8,11	8,28	8,18	8,65	8,52	8,9

ANEXO I (CONT.). CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN EN EL CULTIVO DE CÍTRICOS Y PASTOS, USANDO EL MÉTODO DE HARGREAVES

TABLA EL COEFICIENTE KC (HARGREAVES)

CULTIVO	FASE INICIAL	MEDIADOS DE ESTACIÓN	FIN DE TEMPORADA
Cítricos	0,65	0.65 - 0.75	0,65
Pastos	0,3 - 0,5	0.85 - 0.93	0,5 - 0,5

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL CÍTRICOS

MES	KC	P(%)	d	T (°c)	H (%)	Hn (%)	ET(mm)
ENERO	0,75	8,31	1,00	23,00	80,00	58,60	123,70
FEBRERO	0,75	7,57	0,91	23,30	80,00	58,60	114,15
MARZO	0,75	8,46	1,02	22,70	82,00	60,70	118,00
ABRIL	0,75	8,28	0,99	22,90	83,00	61,76	113,36
MAYO	0,75	8,58	1,03	22,40	82,00	60,70	118,09
JUNIO	0,75	8,33	1,00	22,30	81,00	59,64	117,19
JULIO	0,75	8,60	1,03	21,90	78,00	56,54	127,97
AGOSTO	0,75	8,57	1,03	22,40	77,00	55,52	133,50
SEPTIEMBRE	0,75	8,21	0,99	22,80	76,00	54,50	133,14
OCTUBRE	0,75	8,44	1,01	23,00	80,00	58,60	125,64
NOVIEMBRE	0,75	8,05	0,97	22,40	83,00	61,76	107,81
DICIEMBRE	0,75	8,31	1,00	22,60	81,00	59,64	118,48

Donde:

Kc: Coeficiente empírico del cultivo

P: Porcentaje mensual de hora luz

d: Coeficiente mensual de duración del día

T: Temperatura mensual

H: Humedad relativa media

Hn: Humedad relativa media al mediodía

ETP: Evapotranspiración potencial mensual

ANEXO I (CONT.). CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN EN EL CULTIVO DE CÍTRICOS Y PASTOS, USANDO EL MÉTODO DE HARGREAVES

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL PASTO

MES	KC	P(%)	d	T (°c)	H (%)	Hn (%)	ET(mm)
ENERO	0,93	8,31	1,00	23,00	80,00	58,60	153,39
FEBRERO	0,93	7,57	0,91	23,30	80,00	58,60	141,55
MARZO	0,93	8,46	1,02	22,70	82,00	60,70	146,32
ABRIL	0,93	8,28	0,99	22,90	83,00	61,76	140,57
MAYO	0,93	8,58	1,03	22,40	82,00	60,70	146,43
JUNIO	0,93	8,33	1,00	22,30	81,00	59,64	145,32
JULIO	0,93	8,60	1,03	21,90	78,00	56,54	158,69
AGOSTO	0,93	8,57	1,03	22,40	77,00	55,52	165,54
SEPTIEMBRE	0,93	8,21	0,99	22,80	76,00	54,50	165,09
OCTUBRE	0,93	8,44	1,01	23,00	80,00	58,60	155,79
NOVIEMBRE	0,93	8,05	0,97	22,40	83,00	61,76	133,68
DICIEMBRE	0,93	8,31	1,00	22,60	81,00	59,64	146,92

ANEXO J. TABLAS PARA EL CALCULO DEL DESARENADOR

TABLA. PORCENTAJE DE REMOCIÓN

Condiciones	87,50%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%
n = 1	7,00	4,00	3,00	2,30	1,80	1,50	1,30	1,00
n = 3	2,75		1,66					0,76
n = 4	2,37		1,52					0,73
Máximo teórico	0,88		0,75					0,50

n = 1 Deflectores deficientes

n = 3 Deflectores buenos

Deflectores muy

n = 5 - 8 buenos

Fuente (López Cualla, 1995)

TABLA. VISCOSIDAD CINEMÁTICA DEL AGUA

Temperatura °C	Viscosidad cinemática (cm ² /sg)	Temperatura °C	Viscosidad cinemática (cm ² /sg)
0	0,01792	18	0,01059
2	0,01763	20	0,01007
4	0,01567	22	0,00960
6	0,01473	24	0,00917
8	0,01386	26	0,00876
10	0,01308	28	0,00839
12	0,01237	30	0,00804
14	0,01172	32	0,00772
15	0,01146	34	0,00741
16	0,01112	36	0,00713

Fuente (López Cualla, 1995)

TABLA. CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL EN SUSPENSIÓN SEGÚN SU TAMAÑO

MATERIAL	DIÁMETRO (mm)	MATERIAL	DIÁMETRO (mm)
Gravilla:		Fango:	
Gruesa	>2,0	Grueso	
Fina	2,00 - 1,00	Medio	0,05 - 0,01
		Fino	0,01 - 0,005
Arena:		Arcilla:	
Gruesa	1,00 - 0,50	Gruesa y	
Media	0,50 - 0,25	Media	0,005 - 0,001
Fina	0,25 - 0,10	Fina	0,01 - 0,0001
Muy fina	0,10 - 0,05	Muy fina	< 0,0001

Fuente (López Cualla, 1995)

ANEXO K.

**TABLA DE FLEXIÓN PARA CONCRETO $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
 $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$**

p	a/d	K
0,0018	0,0424	0,0067
0,0020	0,0471	0,0074
0,0025	0,0588	0,0092
0,0030	0,0706	0,0109
0,0033	0,0776	0,0120
0,0035	0,0824	0,0127
0,0040	0,0941	0,0144
0,0045	0,1059	0,0161
0,0050	0,1176	0,0178
0,0055	0,1294	0,0194
0,0060	0,1412	0,0211
0,0065	0,1529	0,0227
0,0070	0,1647	0,0243
0,0075	0,1765	0,0258
0,0080	0,1882	0,0274
0,0085	0,2000	0,0289
0,0090	0,2118	0,0304
0,0095	0,2235	0,0319
0,0100	0,2353	0,0334
0,0105	0,2471	0,0348
0,0110	0,2588	0,0362
0,0115	0,2706	0,0376
0,0120	0,2824	0,0390
0,0125	0,2941	0,0403
0,0130	0,3059	0,0416
0,0135	0,3176	0,0429
0,0140	0,3294	0,0442
0,0145	0,3412	0,0455
0,0150	0,3529	0,0467
0,0155	0,3647	0,0479
0,0160	0,3741	0,0489

Fuente (N.S.R, 1998)

**ANEXO L.
TABLA DE PRESIONES DE TUBERÍA SEGÚN RDE**

RDE	PSI	Kg/cm ²	m. Col Agua	Diámetro Nominal (Pulg.)
9	500	35,15	351,5	1/2
11	400	28,12	281,2	3/4
13,5	350	22,14	221,4	1/2
21	200	14,06	141	3/4, 1, 1 1/4, 1 1/2
26	160	11,25	113	2, 2 1/2, 3, 4, 6
32,5	125	8,79	88	2, 2 1/2, 3, 4, 6, 8
41	100	7,03	70	2, 2 1/2, 3, 4, 6, 8
51	80		56,22	2,3, 4, 6, 8, 10, 12

Fuente (Catalogo de tuberías y accesorios a presión PAVCO, 2005)

**ANEXO M.
TABLA ÁREA Y PESO DEL ACERO**

BARRA N°	2	3	4	5	6	7	8
DIÁMETRO	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1
ÁREA Cm ²	0,32	0,71	1,29	2	2,84	3,87	5,1
PESO/m	0,253	0,566	1	1,554	2,24	3,04	4

Fuente (Acesco, 1999)

**ANEXO N.
CARACTERÍSTICA DEL MICROASPELADOR SELECCIONADO**

Ultra-Jet® 6900 Series												
			PATTERN "DA" 360°- 16-Stream Standard Trajectory	PATTERN "DB" Rectangular 16-Stream Standard Trajectory	PATTERN "DC" 180°- 10-Stream Standard Trajectory	PATTERN "DD" 120°-120° 16-Stream Standard Trajectory	PATTERN "DE" 120°- Fan High Trajectory	PATTERN "DF" 220°- 12-Stream Standard Trajectory	PATTERN "DG" 220°- 12-Stream Ret Trajectory	PATTERN "DH" 300°- 14-Stream Standard Trajectory	PATTERN "DX" 20-Stream Standard Trajectory	
NOZZLE SIZE	PRESSURE PSI	FLOW GPH	APPROX. DIA. IN FT.	APPROX. SIZE IN FT.	APPROX. DIA. IN FT.	APPROX. DIA. IN FT.	APPROX. DIA. IN FT.	APPROX. DIA. IN FT.	APPROX. DIA. IN FT.	APPROX. DIA. IN FT.	APPROX. DIA. IN FT.	APPROX. DIA. IN FT.
0.030 BLACK P/N 6901	10	4.5	8	5 x 9	8	9	7	8	7	8	5 x 10	
	15	5.5	10	6 x 12	10	11	9	9	8	10	6 x 13	
	20	6.3	12 T	8 x 15	12	13	10	11	10	13	8 x 16	
	25	7.0	14	9 x 16	13	15	11	12	11	15	9 x 17	
0.035 ORANGE P/N 6911	30	7.7	15	10 x 18	14	16	12	13	12	16	10 x 19	
	10	5.6	9	6 x 10	9	10	10	9	8	8	6 x 11	
	15	6.9	11	7 x 13	11	12	11	10	9	11	7 x 14	
	20	8.1	13 T	9 x 16	13	14	12	12	11	14	9 x 18	
0.040 BLUE P/N 6921	25	8.9	15	10 x 17	14	16	12	13	12	16	10 x 20	
	30	9.7	17	11 x 19	16	18	13	15	14	18	11 x 21	
	10	6.8	10	7 x 11	10	11	11	10	9	10	7 x 12	
	15	8.4	12	8 x 14	12	13	12	12	11	13	8 x 15	
0.045 GRAY P/N 6981	20	9.7	14 T	10 x 17 T	14	15	13	13	12 T	15	10 x 19	
	25	10.7	16	11 x 18	15	17	14	14	13	17	11 x 20	
	30	11.7	18	12 x 20	17	19	16	16	15	19	12 x 22	
	10	8.1	11	10 x 13.5	11	12	11	11	10	11	8 x 13	
0.050 VIOLET P/N 6931	15	10.8	13	11 x 18	13	14	12.5	12.5	11.5	14	9 x 17	
	20	12.6	15	13 x 20	15	16	14	14	13	16	11 x 20	
	25	14.9	17	15 x 23	17	18	15	15	14	17.5	12.5 x 21	
	30	16.0	20	18 x 25	19	21	17	18	17	19.5	13 x 23	
0.055 GREEN P/N 6941	10	10.3	12	9 x 13	12	13	12	12	11	12	9 x 14	
	15	12.7	14	10 x 16	14	15	13	13	12	15	10 x 18	
	20	14.5	16	12 x 19	16	17	15	15	14	17	12 x 21	
	25	16.8	18	13 x 20	18	19	16	16	15	18	13 x 22	
0.060 YELLOW P/N 6951	30	18.2	21	14 x 22	20	22	18	19	18	20	14 x 24	
	10	11.2	14	11 x 15	14	15	13	14	13	14	11 x 16	
	15	13.6	16	12 x 16	16	17	14	15	14	17	12 x 18	
	20	15.6	18 T	14 x 21	18	19	18	17	16	19	14 x 23	
0.065 RED P/N 6961	25	18.0	20	15 x 22	20	21	19	18	17	21	15 x 24	
	30	19.8	22	16 x 24	22	23	20	20	19	23	16 x 26	
	10	15.2	16	13 x 17	16	17	15	16	14	17	13 x 18	
	15	19.0	18	14 x 20	18	19	17	17	15	19	14 x 22	
0.065 RED P/N 6961	20	21.8	22	16 x 23	21	23 T	20	21	17	23	16 x 25	
	25	24.4	24	17 x 24	23	25	22	22	18	25	17 x 26	
	30	26.9	26	18 x 26	25	27	24	24	20	27	18 x 28	
	10	17.6	17	14 x 19	17	18	16	17	15	18	14 x 20	
0.065 RED P/N 6961	15	21.4	20	15 x 22	20	21	19	19	17	21	15 x 24	
	20	24.6	23	17 x 25 T	23	24	22	22	19	24	17 x 27	
	25	27.3	27	18 x 26	26	28	25	25	20	28	18 x 29	
30	30.4	30	19 x 28	29	31	28	28	21	31	19 x 30		



Fuente: Olson Irrigation Systems Emitters Ultra-Jet Low Volume Stream Spray

ANEXO P. CARACTERÍSTICA DEL ASPERSOR SELECCIONADO



CAÑÓN GOLONDRINA REF. 1001

TABLAS DE RENDIMIENTO

MODELO 1001

Presión (kg/cm²)	Velocidad (m/s)				Presión (kg/cm²)	Velocidad (m/s)			
	10	15	20	25		10	15	20	25
10	10	15	20	25	10	15	20	25	
15	10	15	20	25	10	15	20	25	
20	10	15	20	25	10	15	20	25	
25	10	15	20	25	10	15	20	25	

TABLA DE CONVERSIONES

Presión de PSI a kilogramos
multiplicar por 0,0703

Para pasar de metros a centímetros
multiplicar por 1,000

Para pasar de metros a milímetros
multiplicar por 1,000

1 metro equivale a 100 centímetros

Fuente: Aspercol